

**PENGARUH PENAMBAHAN FERMENTASI SUPLEMEN HERBAL
PADA PAKAN PELET IKAN TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH
DAN ASAM URAT PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

SKRIPSI



**Oleh :
Anggit Parikesit NPM (17320055)**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA ILMU PENGETAHUAN
ALAM DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

2022

**PENGARUH PENAMBAHAN FERMENTASI SUPLEMEN HERBAL
PADA PAKAN PELET IKAN TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH
DAN ASAM URAT PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

Skripsi

Diajukan kepada Universitas PGRI Semarang
untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan
Program Sarjana Pendidikan Biologi



Oleh

Anggit Parikesit (17320055)

Dosen Pembimbing :

1. Dr. Dra. Mei Sulistyoningsih, M.Si,
2. Reni Rakhmawati S.Pd., M.Pd,

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA ILMU PENGETAHUAN
ALAM DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

**PENGARUH PENAMBAHAN FERMENTASI SUPLEMEN HERBAL
PADA PAKAN PELET IKAN TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH
DAN ASAM URAT PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

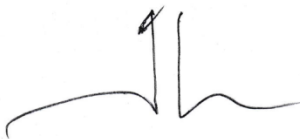
yang diajukan oleh :

Anggit Parikesit

NPM 17320055

Telah disetujui dan siap diujikan. Semarang, 2022

Pembimbing I



Dr. Dra. Mei Sulistyoningsih, M.Si.

NPP. 936701099

Pembimbing II



Reni Rakhmawati, S.Pd., M.Pd.

NPP. 098702219

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Berjudul

**PENGARUH PENAMBAHAN FERMENTASI SUPLEMEN HERBAL
PADA PAKAN PELET IKAN TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH
DAN ASAM URAT PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

ANGGIT PARIKESIT

NPM. 17320055

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada hari, Kamis, 28 Juli 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan

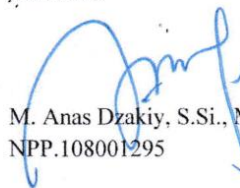
Panitia Ujian

Ketua



Eko Retno Mulyaningrum, M.Pd.
NPP. 088401210

Sekretaris



M. Anas Dzakiy, S.Si., M.Sc.
NPP.108001295

Anggota Penguji

1. Dr. Dra. Mei Sulistyoningsih, M.Si.

NPP. 936701099

(.....)

2. Reni Rakhmawati, S.Pd., M.Pd.

NPP. 098702219

(.....)

3. Ipah Budi Minarti, S.Pd., M.Pd.

NPP. 138801413

(.....)

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anggit Parikesit

NPM : 17320055

Program Studi : Pendidikan Biologi

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Fermentasi Suplemen Herbal Pada Pakan Pelet Ikan Terhadap Kadar Glukosa Darah Dan Asam Urat Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Saya menyatakan bahwa naskah skripsi yang tertulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan atau plagiasi atas karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain, ahli maupun peneliti lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, 2022

Anggit Parikesit

NPM. 17320055

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO : Tuhan Yang Maha Esa selalu ada disetiap hambanya yang beriman.

PERSEMBAHAN :

Bismillahirrohmanirrohim, dengan rasa syukur karya sederhana ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT.
2. Kedua orang tua yang saya cintai.
3. Keluarga besar saya yang selalu mendukung dan memotivasi saya dalam menyusun skripsi.
4. Fibria Kaswinarni, S.Si., M.Si, selaku Ibu Dosen Wali.
5. Dr. Dra. Mei Sulistyoningsih, M.Si, selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, motivasi, semangat, dan ilmu pengetahuan yang bermanfaat.
6. Reni Rakhmawati S.Pd., M.Pd, selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan, semangat, dan ilmu pengetahuan yang bermanfaat.
7. Seluruh Dosen Program Studi Pendidikan Biologi yang telah membagikan sebagian ilmunya dari semester awal hingga saat ini dengan penuh dedikasi dan pengabdian kepada mahasiswa.
8. Teman-teman saya dari kelas B Biologi 2017 yang luar biasa dalam hal kebersamaan dan kekeluargaan yang hangat.
9. Kepada semua pihak yang terlibat selama saya berkuliah di Universitas PGRI Semarang.

**PENGARUH PENAMBAHAN FERMENTASI SUPLEMEN HERBAL
PADA PAKAN PELET IKAN TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH
DAN ASAM URAT PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

Anggit Parikesit

Program Studi Pendidikan Biologi, FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang

Email : anggitparikesit.ap@gmail.com

ABSTRAK

Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang dibudidayakan dan dimanfaatkan sebagai ikan konsumsi oleh masyarakat Indonesia. Pertumbuhan ikan nila dipengaruhi oleh kualitas pakan dan kualitas air. Seperti makhluk hidup pada umumnya, ikan juga rentan terhadap berbagai penyakit yang timbul dari tercemarnya air maupun pakan yang tidak bergizi bagi ikan nila. Pemberian suplemen herbal bermanfaat mengoptimalkan kesehatan ikan nila terutama untuk kadar glukosa darah dan asam urat ikan nila. Penelitian ini bertujuan Menjadikan suplemen herbal sebagai alternatif lain sebagai nutrisi tambahan pada pakan pelet ikan alami dalam kegiatan budidaya ikan nila. Penelitian ini dilaksanakan di Peternakan Jl. Bambu Asri, Kecamatan Mranggen, Kabupaten Demak, pada bulan Juli – November 2020. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap, 3 Perlakuan dengan 5 pengulangan, yaitu perlakuan K₁ dengan dosis 5%, perlakuan K₂ dengan dosis 15%, dan perlakuan K₀ sebagai kontrol. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan program aplikasi SPSS menggunakan uji *Anova One Factor* untuk mengetahui pengaruh kadar glukosa darah dan asam urat ikan nila dengan nilai sig. *Alpha* (α) = 0,05. Berdasarkan hasil pengamatan, dapat disimpulkan bahwa yang signifikan terhadap kadar glukosa darah maupun kadar asam urat ikan nila. Kadar glukosa darah tertinggi ada pada K₂ dengan nilai 144,4 mg/dL, sedangkan yang paling rendah pada K₀ dengan nilai 102,8. Kadar asam urat yang diperoleh tertinggi pada K₂ dengan nilai 4,42 mg/dL, sedangkan nilai paling rendah ada pada K₀ dengan nilai 3,88.

Kata kunci : *Suplemen herbal, ikan nila, glukosa darah, asam ura, LKPD metabolisme sel.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Skripsi ini berjudul “Pengaruh Penambahan Fermentasi Suplemen Herbal pada Pakan Pelet Ikan Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Asam Urat pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)” ini disusun untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari hambatan dan rintangan serta kesulitan-kesulitan. Namun berkat bimbingan, bantuan, nasihat dan dorongan, serta saran-saran dari berbagai pihak khususnya dosen pembimbing, segala hambatan dan rintangan dapat teratasi dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya dengan tulus hati menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Sri Suciati, M.Hum. Rektor Universitas PGRI Semarang yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu di Universitas PGRI Semarang.
2. Supandi, S.Si., M.Si, sebagai Dekan FPMIPATI Universitas PGRI Semarang.
3. Fibria Kaswinarni, S.Si., M.Si, sebagai Dosen Wali.
4. Dr. Dra. Mei Sulistyoningih, M.Si, sebagai Dosen Pembimbing I, karena telah membimbing saya dengan sabar serta memberi waktu dan perhatian selama membimbing saya.
5. Reni Rakhmawati, S.Pd., M.Pd, sebagai Dosen Pembimbing II, karena telah membimbing saya dengan sabar, serta memberi waktu dan perhatian selama membimbing saya.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I.....	15
PENDAHULUAN	15
A. Latar Belakang	15
B. Rumusan Masalah	21
C. Tujuan Penelitian	21
D. Manfaat Penelitian	21
E. Definisi Istilah.....	22
1. Fermentasi Suplemen Herbal	22
2. Ikan Nila.....	22
3. Glukosa Darah.....	23
4. Asam Urat.....	24
BAB II.....	30
TELAAH PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR	30
A. TELAAH PUSTAKA	30
1. Ikan Nila.....	30
2. Kualitas Air	35
3. Glukosa Darah Ikan Nila.....	37
4. Asam Urat Ikan Nila.....	39
5. Fermentasi Suplemen Herbal Ikan Nila	41
6. Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	48
7. Daun Jambu Biji (<i>Psidium guajava</i> L.).....	53

8.	Mengkudu (<i>Morinda citrifolia</i> L.)	59
9.	Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.).....	63
10.	Bawang Putih (<i>Allium sativum</i> L.).....	69
11.	Jantung Pisang (<i>Musa paradisiaca</i>).....	73
12.	Wawasan Implementasi Hasil Penelitian Pada Pembelajaran Biologi Berupa LKS	77
B.	KERANGKA BERPIKIR	78
1.	Hipotesis	81
BAB III	82
METODE PENELITIAN	82
A.	Subjek Lokasi dan Waktu Penelitian	82
B.	Bahan Penelitian.....	82
C.	Alat Penelitian.....	83
D.	Variabel Penelitian.....	83
E.	Desain Eksperimen.....	84
F.	Prosedur / Cara Kerja	85
1.	Persiapan	85
2.	Pemberian Perlakuan Kolam Budidaya.....	86
3.	Aklimatisasi Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	86
4.	Pemeliharaan Ikan Nila dan Pemberian Perlakuan	87
5.	Teknik Pengambilan Sampel.....	88
G.	Teknik Pengumpulan Data.....	88
H.	Analisis Intrepretasi Data.....	89
BAB IV	91
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	91
A.	Hasil Penelitian	91
1.	Kadar Glukosa Darah Ikan Nila	91
2.	Analisis Data Kadar Glukosa Darah Ikan Nila	94
3.	Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila	96
4.	Analisis Data Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila	98
5.	Efek Farmakologi Fermentasi Suplemen Herbal	100
6.	Kualitas Air	105
B.	Pembahasan.....	107

1. Pengaruh Pemberian Fermentasi Suplemen Herbal Terhadap Kadar Glukosa Darah Ikan Nila	107
2. Pengaruh Pemberian Fermentasi Suplemen Herbal Terhadap Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila	113
3. Efek Farmakologi Fermentasi Suplemen Herbal Ikan Nila	116
4. Kualitas Air	128
5. Implementasi Hasil Penelitian dalam Bentuk LKS Pembelajaran Biologi 132	
BAB V.....	135
KESIMPULAN DAN SARAN.....	135
A. Kesimpulan	135
B. Saran.....	136
DAFTAR PUSTAKA	137
LAMPIRAN.....	155

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Kualitas Air Optimal pada Ikan Nila	37
Tabel 2.2 Komposisi 10 ml EM4	44
Tabel 2. 3 Kadar Gizi 100 g Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	50
Tabel 2. 4 Konsentrasi Mikroorganisme dalam Probiotik	51
Tabel 2. 5 Kadar Metabolit Daun Jambu Biji (<i>Psidium guajava</i> L.).....	54
Tabel 2.6 Kadar Gizi Daun Jambu Biji (<i>Psidium guajava</i> L.).....	54
Tabel 2.7 Kadar Metabolit Daun Mengkudu (<i>Morinda citrifolia</i> L.)	60
Tabel 2.8. Kadar Gizi 100 g Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.).....	65
Tabel 2.9 Populasi Mikroflora (<i>Lactobacillus</i> , <i>Escherichia Coli</i> dan <i>Salmonella</i> sp.).....	67
Tabel 2.10 Kadar Gizi 100 g Bawang Putih (<i>Allium sativum</i>).....	71
Tabel 2.11 Kadar Gizi 100 g Jantung Pisang (<i>Musa paradisiaca</i>)	75
Tabel 4.1 Data Hasil Pengaruh Pemberian Fermentasi Suplemen Herbal pada Kadar Glukosa Darah Ikan Nila	92
Tabel 4.2 <i>Test of Normality</i> Kadar Glukossa Darah Ikan Nila	94
Tabel 4.3 <i>Test of Homogeneity of Variances</i> Kadar Glukosa Ikan Nila	94
Tabel 4.4 <i>Test of Anova One Factor</i> Kadar Glukusa Darah Ikan Nila	95
Tabel 4.5 Uji Duncan Kadar Glukosa Darah Ikan Nila	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.6 Data Hasil Pengaruh Pemberian Fermentasi Suplemen Herbal pada Pakan Terhadap Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila	96
Tabel 4.7 <i>Test of Normality</i> Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila	98
Tabel 4.8 <i>Test of Homogeneity of Varians</i> Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila.....	98
Tabel 4.9 <i>Test of Anova One Factor</i> Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila	99
Tabel 4.10 Uji Duncan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.11 Efek Farmakologi Bahan Suplemen Herbal.....	100
Tabel 4.12 Efek Farmakologi Suplemen Herbal Setelah Difermentasi	103
Tabel 4.13 Rata-rata Kualitas Air Media Pemeliharaan Ikan Nila	106
Tabel 4. 14 Keunggulan Fermentasi Suplemen Herbal	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ikan Nila (<i>Oreochormis niloticus</i>)	31
Gambar 2.2 Kolam Budidaya Ikan.....	36
Gambar 2.5 Asam Urat	39
Gambar 2.6 EM4 Perikanan.....	43
Gambar 2.7 Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	49
Gambar 2.8 Daun Jambu Biji (<i>Psidium guajava</i> L.).....	53
Gambar 2.9 Daun Mengkudu (<i>Morinda citrifolia</i> L.).....	59
Gambar 2.10 Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.).....	64
Gambar 2.11 Bawang Putih (<i>Allium sativum</i>).....	70
Gambar 2.12 Jantung Pisang (<i>Musa paradisiaca</i>).....	74
Gambar 2.13 Diagram Alir Penelitian	80
Gambar 4.1 Histogram Kadar Glukosa Darah Ikan Nila	93
Gambar 4.2 Histogram Pengaruh Pemberian Fermentasi Suplemen Herbal pada Pakan Terhadap Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila.....	97
Gambar 4.3 Biokimia Metabolisme Glukosa.....	111
Gambar 4.4 Mekanisme Homeostasis Kadar Glukosa Darah	112

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Konversi Pakan Fermentasi Suplemen Herbal	156
Lampiran 2 Data Kualitas Air Penelitian	157
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian	158
Lampiran 4 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	163
Lampiran 5 Instrumen Penilaian dan Pedoman Penskoran..	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 6 Lembar Validasi Penilaian LKPD Materi Metabolisme Sel	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 7 Kunci Jawaban.....	173
Lampiran 8 Lembar Pembimbingan.....	175

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas unggulan dalam sektor budidaya perairan di Indonesia. Ikan nila termasuk jenis ikan hasil introduksi dari Taiwan dan di kembangkan di Indonesia pada tahun 1969. Masuknya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) ke Indonesia menjadikan ikan ini sebagai salah satu jenis ikan demersal (Salsabila dan Suprpto, 2019). Ikan demersal adalah ikan yang digemari masyarakat Indonesia, label tersebut karena ikan nila dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber protein hewani dengan kolestrol rendah, selain itu daya tarik ikan nila yaitu kemudahan dalam pembudidayaannya (Nugroho et al., 2014).

Sacara umum, produksi pada sektor perikanan ikan nila mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Menurut KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2018) produksi ikan nila tahun 2016 sebesar 1.114.156 ton, tahun 2017 dan 2018 produksi ikan nila kembali meningkat dengan jumlah masing-masing sebesar 1.265.201 ton dan 1.169.114 ton. Menurut Sulistyoningsih, (2018) tingginya volume ekspor ikan nila merupakan peluang yang bisa dimanfaatkan para stakeholder terkait dengan pengembangan alternatif komoditas budidaya ikan di Indonesia dengan di imbangi dengan jumlah penduduk yang meningkat serta pola pikir masyarakat semakin berkembang tentang pentingnya asupan pangan yang bergizi menyebabkan kebutuhan protein hewani meningkat. Kebutuhan masyarakat akan protein hewani meningkat menyebabkan konsumsi daging sebagai sumber protein ikut meningkat. Daging ikan nila merupakan salah satu asupan protein hewani yang sekarang ini disukai masyarakat di Indonesia, karena ikan nila memiliki rasa daging yang khas, warna dagingnya yang putih bersih dan tidak berduri (Khairuman dan Amri, 2011).

Menurut M. Sulistyoningsih dan Rakhmawati, (2016) pemeliharaan ikan nila mempunyai masalah utama yaitu ; kebutuhan pakan, gangguan penyakit patogen dan kualitas air, hal tersebut umumnya dapat menyebabkan pertumbuhan

ikan nila terhambat atau kurang optimal. Menurut Setiawan *et al.*, (2019) lambatnya pertumbuhan ikan nila diduga karena faktor temperatur tempat hidupnya yang tidak sesuai, akibat dari kondisi lingkungan yang berubah. Lingkungan ikan dan patogen berperan penting dalam timbulnya penyakit pada ikan, sehingga mengakibatkan ikan terkena penyakit. Menurut Ashari *et al.*, (2014) patogen dapat menurunkan daya imun ikan bahkan dapat mematikan ikan.

Kondisi perairan yang tidak sesuai dapat menyebabkan kondisi fisiologi organisme menjadi tidak normal atau stres (Hertika *et al.*, 2021). Menurut Hertika *et al.*, (2021) Respon sekunder akibat stres yang dialami ikan nila yakni pelepasan hormon stres yang akan menyebabkan perubahan dalam darah dan perubahan jaringan kimia yaitu meningkatnya kadar gula darah pada ikan. Menurut Samadi *et al.*, (2012) kadar lemak dalam tubuh ikan nila dapat meningkat apabila kelebihan energi, namun jika kekurangan energi akan menyebabkan perombakan lemak dan protein dalam tubuh sehingga menghambat proses pertumbuhan. Rendahnya protein yang tersedia dalam pakan bisa menghambat proses pertumbuhan. Ketersediaan protein dalam pakan atau asam amino yang tidak seimbang maka protein akan diekskresi dari tubuh dalam bentuk asam urat (Samadi *et al.*, 2012).

Menurut M. Sulistyoningsih *et al.*, (2014) Pemberian varian *feed additive* herbal pada ayam broiler pada pemeliharaan sampai 5 minggu terbukti mampu memberikan pengaruh nyata pada penambahan bobot, serta kadar glukosa darah relative rendah. Berdasarkan hal tersebut peran suplemen herbal sebagai tambahan pakan pada ikan nila sangat berpotensi untuk mengatasi permasalahan kadar glukosa darah ikan nila, hal ini didukung oleh Amalia *et al.*, (2021) kadar alisin dalam bawang putih diketahui mampu menurunkan kadar glukosa darah pada hewan uji mencit dengan dosis 400 mg/kgBB.

Menurut M. Sulistyoningsih *et al.*, (2018) komponen senyawa flavonoid dalam pakan apabila dikonsumsi hewan ternak dapat mengurangi kadar asam urat tanpa efek, dan akan mempengaruhi metabolit biologis pada hewan normal serta mencegah stress dengan oksidatif. Asam urat dan oksidan dihasilkan dari *Xanthine oxidase* yang merupakan enzim kunci dalam kerusakan jaringan. Enzim

inin mengubah xanthine dan hypoxanthine menjadi asam urat. Flavonoid telah diketahui memiliki aktivitas yang menghambat oksidase xanthine.

Usaha untuk memperbaiki dan mempertahankan kualitas air telah banyak dilakukan baik secara fisika maupun kimia, tetapi biaya yang diperlukan menggunakan metode ini cukup besar dan tidak ramah lingkungan. Usaha penanggulangan penyakit ikan terutama penyakit bakterial sekarang ini biasanya menggunakan obat-obatan modern, seperti penambahan suplemen herbal, *antibiotik* dan dengan cara vaksinasi (Arwin *et al.*, 2016). Penggunaan *antibiotik* untuk pengendalian penyakit bakterial patogen pada ikan secara terus menerus dan tidak terkontrol akan berpengaruh negatif terhadap sistem pertahanan tubuh dan keseimbangan mikroorganisme yang penting bagi budidaya ikan nila, serta akibatnya lebih sering memunculkan *strain* patogen yang lebih ganas dan resisten (Arwin *et al.*, 2016). Dampak penggunaan *antibiotik* yaitu dapat terakumulasi ke dalam tubuh ikan, sehingga menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia yang mengkonsumsi ikan tersebut (Wu *et al.*, 2013).

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan ikan pemakan segala (*omnivora*) sehingga mudah untuk diberikan sebagai pakan tambahan. Efisiensi pemanfaatan nutrisi dalam pakan buatan merupakan faktor penting dalam meningkatkan pertumbuhan ikan. Pemberian pakan pada ikan nila sebaiknya dicampur dengan bahan herbal yang sudah difermentasi dengan probiotik. Metode fermentasi dipilih karena bahan herbal memiliki kelemahan yaitu memiliki aroma yang menyengat dan rasa pahit. Fermentasi bahan-bahan herbal akan menyebabkan perubahan fisik dan kimia yang menguntungkan seperti terbentuknya *flavor* (rasa) dan aroma yang disukai oleh ikan nila. Fermentasi dapat berfungsi sebagai salah satu cara pengolahan pakan ikan, dalam rangka pengawetan bahan dan cara untuk mengurangi zat racun yang terdapat dalam suatu bahan serta adanya berbagai jenis mikroorganisme yang mempunyai kemampuan untuk mengkonversikan pati menjadi protein dengan penambahan nitrogen anorganik melalui fermentasi (Pamungkas, 2011). Penambahan probiotik juga dimaksudkan untuk membantu peningkatan daya cerna ikan nila terhadap pakan yang diberikan. Proses fermentasi dengan bakteri probiotik bermanfaat

dalam meningkatkan kadar enzim yang terdapat dalam bahan herbal, sedangkan enzim yang dihasilkan berperan untuk *menghidrolisis* protein menjadi senyawa lebih sederhana sehingga pakan yang diberikan mudah diserap dan digunakan sebagai deposit untuk pertumbuhan (Lumbanbatu, 2018).

Menurut Saselah dan Mandeno (2017) dalam meningkatkan nutrisi pakan, pemanfaatan bakteri probiotik dalam tahapan fermentasi memiliki mekanisme yang dapat menghasilkan beberapa enzim yang berperan dalam melancarkan proses pencernaan pakan, enzim yang dimaksud seperti enzim *amylase*, *protease*, *lipase* dan *selulose*. Fungsi enzim tersebut dapat membantu menghidrolisis nutrisi pakan (molekul kompleks), seperti memecah karbohidrat, protein dan lemak menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga dapat mempermudah proses pencernaan dan penyerapan dalam saluran pencernaan ikan. Pemberian suplemen herbal tersebut dapat diberikan pada benih ikan nila maupun pada ikan nila dewasa. Pemberian suplemen herbal pada benih ikan nila selain bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan, juga dapat meningkatkan daya hidupnya sampai ukuran dewasa. Ikan yang masih berukuran benih memiliki kelemahan diantaranya daya tahan tubuhnya sangat rendah, karena itu fungsi pemberian suplemen herbal menjadi sangat penting dalam kegiatan budidaya ikan nila yang berkelanjutan.

Pembuatan suplemen herbal dengan proses fermentasi dinilai memiliki hasil yang lebih memuaskan karena senyawa yang terdapat dalam tanaman dapat dimanfaatkan ikan sebagai nutrisi dalam mencukupi kebutuhan untuk proses pertumbuhan (Syawal *et al.*, 2020). Pengembangan dengan pemanfaatan bahan herbal sekarang ini sudah banyak dilakukan oleh para peneliti, hal ini karena penggunaan suplemen herbal lebih ramah lingkungan dan bahan herbal yang digunakan akan dengan mudah terurai di alam dibandingkan bahan kimia buatan. Kegiatan budidaya ikan nila berkelanjutan dengan pemanfaatan bahan alami tidak akan mencemari lingkungan, sehingga ikan nila yang dibudidayakan memiliki hasil daging serta kualitas yang aman dikonsumsi (M. Sulistyoningih, 2018).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, berapa tanaman herbal sudah pernah diteliti dan memiliki kadar senyawa fitokimia yang berpotensi mendukung

performans ikan nila, sehingga dapat digunakan sebagai bahan suplemen herbal. Komponen bahan suplemen herbal dari tanaman antara lain; daun sirih, daun pepaya, daun jambu biji, daun mengkudu, jantung pisang dan bawang putih (Meriyanti *et al.*, 2020). Bahan suplemen herbal tersebut memiliki potensi khasiat yang dibuktikan oleh beberapa hasil penelitian, diantaranya oleh; Herawati (2009) penambahan daun sirih sebagai suplemen herbal terbukti bermanfaat dalam mengatasi penyakit pada ikan, serta sebagai alternatif obat alam untuk menanggulangi *ektoparasit* pada beberapa jenis ikan hias, sedangkan dalam konsentrasi daun sirih sebesar 4,5 ppt terbukti efektif dan aman digunakan untuk diberikan pada ikan sebagai pengobatan akibat *ektoparasit*. Menurut Ginting *et al.*, (2013) penambahan kombinasi ekstrak daun sirih dan pellet ikan F-999 dengan perbandingan 167 gram : 500 gram terbukti dapat mengurangi penyerangan *Trichodina* sp. pada benih ikan nila.

Bahan suplemen herbal selanjutnya yang berpotensi bermanfaat digunakan yaitu daun pepaya. Daun pepaya memiliki kadar enzim papain yang dapat diperoleh dengan proses fermentasi, enzim papain berpotensi mampu membantu proses pencernaan alami pada ikan nila menjadi lebih optimal, serta dapat memecah kadar protein dalam pencernaan ikan nila yang selanjutnya akan dengan mudah dikonsumsi atau diserap ikan nila dan fungsi lain daun pepaya mampu membersihkan saluran pencernaan (Santoso dan Fenita, 2016). Komponen bahan selanjutnya yang diperlukan dalam pembuatan suplemen herbal adalah daun jambu biji. Daun jambu biji bersifat *antibakteri* sehingga mampu dimanfaatkan ikan nila sebagai obat alami dalam penanggulangan dalam penyakit infeksius serta mempercepat penyembuhan infeksi kulit yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus spp*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Proteus mirabilis*, dan *Shigella dysenteria* (Desiyana, *et al.*, 2016). Daun mengkudu mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan seperti protein 15-20%, asam amino *esensial* dan *non esensial*, vitamin (provitamin A, vitamin A, C, B5, B1, B2) serta mineral (Ca, P, Se, Fe) kemudian pada fermentasi tepung daun mengkudu dalam pakan berpotensi dapat meningkatkan efisiensi pakan, retensi protein dan laju pertumbuhan spesifik. Berdasarkan hasil penelitian pada

fermentasi tepung daun mengkudu sebesar 30% di dalam pakan memberikan hasil terbaik terhadap pencernaan pakan 77,68 %, efisiensi pakan 34,96 %, retensi protein 33,35 % dan laju pertumbuhan spesifik 3,5 % (Suharman, 2020).

Jantung pisang mengandung berbagai zat yang baik bagi kesehatan seperti protein, fosfor, mineral, kalsium vitamin B1, C dan kandungan serat yang cukup tinggi. Jantung pisang mengandung energi 31 kkal, karbohidrat 7,1 g, protein 1,2 g, lemak 0,3 g, mineral terutama fosfor 50 mg, kalsium 30 mg dan zat besi maupun vitamin seperti beta karoten pro vitamin A, Vitamin B1 0,05 mg dan C 10 mg. Komponen serat dalam jantung pisang dapat memperlancar pencernaan serta mengikat lemak dan kolesterol (Panji, 2012). Bawang putih mengandung zat aktif allicin dan minyak atsiri sebagai antibakteri, fungsi zat tersebut untuk menekan bakteri yang merugikan dan membunuh kuman-kuman penyakit. Kemampuan allicin bergabung dengan protein akan mendukung daya antibiotiknya, senyawa allicin menyerang protein mikroba dan membunuh mikroba patogen (Wahjuningrum et al., 2013).

Inovasi penggunaan tanaman sebagai bahan suplemen herbal seperti; daun sirih, daun pepaya, daun jambu biji, daun mengkudu, jantung pisang dan bawang putih memiliki potensi manfaat yang mendukung dalam budidaya ikan nila, oleh sebab itu perlu dilakukan sebuah penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Fermentasi Suplemen Herbal pada Pakan Pelet Ikan Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Asam Urat Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)”.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah pada mata pelajaran IPA biologi, yaitu Kompetensi Dasar kelas XI materi Sistem Peredaran Darah:

K.D 3.6 Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem sirkulasi dalam kaitannya dengan bioproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem sirkulasi manusia.

K.D 4.6 Menyajikan karya tulis tentang kelainan pada struktur dan fungsi darah, jantung, pembuluh darah yang menyebabkan gangguan sistem sirkulasi manusia serta kaitannya dengan teknologi melalui studi literatur.

Berdasarkan pada Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar diatas, maka dapat digunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai bahan evaluasi maupun bahan uji untuk materi tersebut. Penggunaan LKPD kepada siswa diharapkan mampu dipahami oleh siswa terhadap materi Sistem Peredaran Darah pada makhluk hidup.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan fermentasi suplemen herbal pada pakan pelet ikan terhadap kadar glukosa darah pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) setelah pemberian perlakuan?
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan fermentasi suplemen herbal pada pakan pelet ikan terhadap asam urat pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) setelah pemberian perlakuan?
3. Bagaimana implementasi hasil penelitian pada pembelajaran biologi SMA kelas XII berupa LKPD dalam materi Metabolisme Sel?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan fermentasi suplemen herbal pada pakan pelet ikan terhadap kadar glukosa darah pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) setelah pemberian perlakuan.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan fermentasi suplemen herbal pada pakan pelet ikan terhadap asam urat pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) setelah pemberian perlakuan.
3. Mengimplementasi hasil penelitian pada pembelajaran biologi SMA kelas XI berupa LKPD dalam materi Sistem Peredaran Darah.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Menjadikan suplemen herbal sebagai alternatif lain sebagai nutrisi tambahan pada pakan pelet ikan alami dalam kegiatan budidaya ikan nila.
2. Memberikan inspirasi kepada masyarakat dalam memanfaatkan tumbuhan yang memiliki potensi yang berguna dalam kehidupan sehari-hari khususnya dalam budidaya ikan nila.

3. Membangkitkan jiwa *entrepreneur* mahasiswa dan masyarakat untuk menjadi pembudidaya ikan nila.
4. Sebagai bahan LKPD SMA kelas XI pada materi Sistem Peredaran Darah.

E. Definisi Istilah

1. Fermentasi Suplemen Herbal

Fermentasi suplemen herbal ikan nila merupakan pakan tambahan alami yang terbuat dari beberapa tanaman yang bermanfaat dalam mendukung pertumbuhan ikan nila. Proses pembuatan suplemen herbal ikan nila yaitu dengan melalui pengolahan fermentasi yang memanfaatkan bakteri probiotik (Hill et al., 2014). Fermentasi pada bahan herbal terbukti mampu meningkatkan jumlah bakteri yang baik bagi ikan nila dan bermanfaat dalam meningkatkan kualitas bahan organik yang digunakan selama proses fermentasi, sehingga apabila hasil fermentasi diberikan pada ikan nila berpotensi bermanfaat membuat pencernaan menjadi lebih meningkat dan penyerapan nutrisi lebih optimal (Syawal *et al.*, 2020).

Bahan yang difermentasi sebagai suplemen herbal yaitu; daun sirih, daun pepaya, daun jambu biji, daun mengkudu, jantung pisang dan bawang putih. Suplemen herbal bermanfaat meningkatkan mikroba yang mendukung pertumbuhan ikan nila dan meningkatkan fungsi kekebalan tubuh ikan nila yang berasal dari komponen senyawa maupun enzim yang ada dalam suplemen herbal ikan nila. Suplemen herbal yang ideal memiliki beberapa kriteria yang harus ada seperti; memberikan efek yang menguntungkan pada *host* (ikan nila), tidak patogenik, dan tidak toksik. Bakteri probiotik dalam proses fermentasi dapat bekerja secara *anaerob* dan mampu menghasilkan asam laktat sehingga mengakibatkan turunnya pH saluran pencernaan ikan nila, serta bermanfaat mengurangi jumlah bakteri patogen penyebab penyakit pada ikan nila (Hill et al., 2014).

2. Ikan Nila

Ikan nila yaitu ikan dengan bentuk lebar dan pipih empat persegi panjang, mulut ikan nila berada diujung termal, panjang total ikan nila mencapai sekitar 30 cm. Ikan nila mempunyai garis-garis pada sirip ekor

dan terdapat lekukan pada sirip punggungnya, terdapat garis berwarna hitam pada sirip, ekor, punggung dan dubur. Bagian sirip caudal atau ekor yang berbentuk membulat warna merah dan biasa digunakan sebagai indikasi kematangan gonad. Rahang ikan nila berwarna kehitaman. Mempunyai sisik dengan tipe *ctenoid*. Mempunyai ciri-ciri jari-jari dorsal yang kuat, begitupun bagian awalnya. Posisi sirip awal dibagian belakang sirip dada (*Pinnae pectoral*) ikan nila yang masih kecil belum tampak perbedaan alat kelaminnya. Perbedaan antara jantan dan betina dapat diketahui apabila berat badannya mencapai 50 gram. Perbedaan antara ikan jantan dan betina juga dapat dilihat pada lubang genitalnya dan juga ciri-ciri kelamin sekundernya. Pada ikan nila jantan, di samping lubang anus terdapat lubang genital yang berupa tonjolan kecil meruncing sebagai saluran pengeluaran kencing dan sperma. Tubuh ikan jantan juga berwarna lebih gelap, dengan tulang rahang melebar ke belakang, sedangkan yang betina biasanya pada bagian perutnya besar (Pratama *et al.*, 2015). Penelitian ini menggunakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang berumur 3,5 bulan, panjang 13 cm dan berat 34 g

3. Glukosa Darah

Glukosa merupakan salah satu senyawa penting hasil pencernaan karbohidrat (*polisakarida*) adalah monosakarida yang akan dimetabolisme oleh tubuh. Metabolisme ini merupakan jalur reaksi oksidasi glukosa sebagai jalur penghasil energi. Hasil pencernaan makanan berupa glukosa akan diserap dan masuk dalam darah. Selanjutnya glukosa didistribusikan ke seluruh tubuh, terutama ke otak, hati, otot serta jaringan lemak (Firani dan Khila, 2017).

Glukosa darah berfungsi sebagai bahan utama untuk metabolisme dan sumber energi utama bagi tubuh. Glukosa darah merupakan gula dalam darah yang terbentuk dari karbohidrat makanan lalu disimpan dalam bentuk glikogen di hati dan otot. Jumlah kadar glukosa sewaktu menunjukkan nilai ≥ 200 mg/dl (Ramadhania, 2019).

4. Asam Urat

Asam urat merupakan produk akhir dari metabolisme asam nukleat dan purin. Purin adalah bagian penting dari asam nukleat. Purin dalam tubuh berlangsung secara kontinyu, purin yang tidak terpakai atau terlalu banyak maka akan diubah menjadi asam urat dalam jumlah besar. Proses perubahan purin menjadi asam urat ini melibatkan enzim yang disebut xantin oksidase. Enzim inilah yang bertugas membuang kelebihan purin dalam bentuk asam urat. Asam urat diangkut oleh darah ke ginjal dan asam urat akan berpengaruh pada fungsi ginjal dan asam urat berpengaruh pada fungsi filtrasi renal, absorpsi dan sekresi. Pembentukan asam urat dalam darah juga dapat meningkat yang disebabkan oleh faktor dari luar terutama makanan dan minuman yang merangsang pembentukan asam urat. Adanya gangguan dalam proses ekskresi dalam tubuh akan menyebabkan penumpukan asam urat di dalam ginjal dan persendian (Lantika, 2018).

BAB II

TELAAH PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR

A. TELAAH PUSTAKA

1. Ikan Nila

Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan ikan air tawar introduksi dengan nilai ekonomis tinggi di beberapa daerah Asia, salah satunya di Indonesia. Ikan nila dikenal mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap kondisi lingkungan. Ikan nila (*Oreochromis Niloticus*) merupakan salah satu jenis ikan budidaya air tawar yang mempunyai prospek cukup baik untuk dikembangkan. Pada tahun 2010 produksi ikan nila mencapai 464.191 ton lebih tinggi 43,54% dibandingkan tahun 2009 yang hanya 323.389 ton (Royan et al., 2014), sedangkan untuk pemijahan ikan nila relatif lebih mudah sehingga dapat mempermudah proses budidaya (Lasena et al., 2017). Kadar nutrisi daging ikan nila diantaranya; protein sebesar 43,76%; lemak 7,01%, kadar abu 6,80% per 100 g (Leksono dan Syahrul, 2001).

Menurut Murniyati et al., (2014) ikan nila (*Oreochromis niloticus*) diklasifikasikan sebagai berikut :

<i>Kingdom</i>	: <i>Animalia</i>
<i>Phylum</i>	: <i>Chordata</i>
<i>Class</i>	: <i>Actinopterygii</i>
<i>Order</i>	: <i>Perciformes</i>
<i>Family</i>	: <i>Cichilidae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Oreochromis</i>
<i>Species</i>	: <i>Oreochromis niloticus</i>

Ikan nila memiliki tubuh memanjang dengan perbandingan panjang dan tinggi 2:1, sedangkan untuk perbandingan tinggi dan lebar tubuh 4:1. Mata ikan nila berbentuk bulat, menonjol, dan bagian tepi berwarna putih. Secara visual sosok tubuh ikan nila berwarna hitam, putih, merah bercak-bercak hitam, atau hitam keputih-putihan. Ikan nila memiliki lima buah sirip, yaitu sirip punggung (*dorsal fin*), sirip dada (*pectoral fin*), sirip perut

(*ventral fin*), sirip anus (*anal fin*) dan sirip ekor (*caudal fin*). Ciri khas nila mempunyai garis-garis vertikal berwarna hitam pada sirip ekor, punggung dan dubur. Sirip punggung dan sirip dubur memiliki beberapa jari-jari yang tajam seperti duri (Pratama *et al.*, 2015).

Sistem pencernaan pada ikan memiliki beberapa variasi menyesuaikan obyek yang biasa dikonsumsi. Ikan nila memiliki usus yang kecil, memanjang dan berpola sirkuler. Panjang usus pada spesies *Oreochromis* sekitar 4 hingga 6 kali panjang tubuh. Usus ikan nila memiliki permukaan yang luas untuk mencerna dan menyerap nutrisi yang dibutuhkan ikan nila. Bagian sirip ekor ikan nila memiliki bentuk membulat dan terdapat warna kemerahan, serta biasa digunakan sebagai indikasi kematangan gonad pada ikan nila. Rahang pada ikan nila terdapat bercak kehitaman dan sisik ikan nila termasuk tipe *ctenoid*. Ikan nila juga ditandai dengan jari-jari dorsal yang keras, begitu pula pada bagian analnya. Posisi sirip anal ikan nila terletak dibelakang sirip dada (Tengjaroenkul, 2000). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)
(Dokumentasi penulis, 2020)

Ikan nila memiliki siklus hidup yaitu dimulai dari; telur-larva-benih-juvenil-dewasa-induk. Pertumbuhan ikan nila dapat dibedakan menjadi tiga fase, yaitu; fase *eksponensial*, fase *linear* dan fase *plateau* atau fase ukuran maksimal. Fase *eksponensial* terjadi ketika ikan masih *juvenil*, sedangkan fase *linear* terjadi ketika ikan mulai matang gonad (Tengjaroenkul, 2000). Ikan nila jantan dan betina dapat dibedakan dengan mengamati ukurannya. Ikan nila jantan memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan ikan nila betina (Khairuman dan Khairul, 2012). Ikan nila (*Oreochromis*

niloticus) bersifat *eurihaline*. *Eurihaline* yaitu kemampuan untuk dipelihara dalam kisaran salinitas yang luas, dapat hidup di lingkungan yang berair tawar, payau dan salin. Salinitas yang dapat ditoleransi oleh ikan nila yaitu antara 0-35 ppt (Royan et al., 2014).

Menurut M. Sulistyoningih dan Rakhmawati, (2016) pemeliharaan ikan nila mempunyai masalah utama yaitu ; kebutuhan pakan, gangguan penyakit patogen dan kualitas air, hal tersebut umumnya dapat menyebabkan pertumbuhan ikan nila terhambat atau kurang optimal. Faktor lingkungan dapat memicu terjadinya stres bagi inang akibat perubahan fisik, kimia, dan biologi, menyebabkan daya tahan tubuh menurun, mudah terserang penyakit. Penyakit pada ikan tergolong non-infeksi dan infeksi. Penyakit non-infeksi disebabkan oleh gangguan selain patogen, seperti; kualitas air budidaya, pakan ikan nila yang kurang sesuai, dan penyakit keturunan yang dimiliki oleh ikan nila, sedangkan penyakit infeksi adalah penyakit yang disebabkan oleh organisme patogen seperti bakteri, parasit, virus dan jamur (Khairuman dan Amri, 2011).

Menurut Afrianto dan Liviawaty (2009) *Gyrodactylus* sp. dan *Dactylogyrus* sp. merupakan spesies cacing yang biasa ditemukan pada budidaya ikan nila serta dapat menyebabkan penyakit pada ikan nila, biasanya cacing tersebut menyerang ikan nila pada bagian kulit, sirip, dan insang. Selain cacing, dalam budidaya ikan nila terdapat faktor pengganggu lain yaitu spesies jamur patogen. Jamur juga dapat menyebabkan penyakit pada ikan nila, yaitu pada spesies *Saprolegnea* sp., *Achlya* sp. dan *Branchiomyces* sp., selanjutnya protozoa yang umum menyerang ikan nila yaitu; *Tricodina* sp., *Tricodinella* sp., dan *Epistylis* sp., dibanding dengan jamur, protozoa dan cacing, bakteri merupakan penyebab penyakit yang sering menyerang ikan nila.

Bakteri patogen yang menyerang ikan nila termasuk ke dalam jenis bakteri gram negatif, seperti; *Aeromonas* sp., *Pseudomonas* sp., *Flexibacter* sp., dan *Vibrio* sp. Bakteri patogen tersebut hampir selalu ditemukan dan hidup di air kolam, di permukaan tubuh ikan dan pada organ-organ tubuh

bagian dalam ikan. Pencegahan penyakit infeksi dari bakteri patogen tersebut dapat dilakukan dengan pengolahan kualitas air dengan baik agar ikan terhindar dari stres. Penyakit MAS (*Motile Aeromonas Septicemia*) merupakan penyakit infeksi pada ikan nila yang disebabkan oleh bakteri *A. hydrophilia*. Ikan nila yang terserang penyakit ini akan muncul gejala-gejala seperti warna tubuh menjadi agak gelap, kulit kasar dan timbul pendarahan yang akan menjadi borok, kemampuan berenang menurun karena insangnya rusak sehingga sulit bernapas, mata rusak dan agak menonjol (Afrianto dan Liviawaty, 2009).

Ikan nila merupakan hewan *omnivora* yang memakan tumbuhan dan hewan lainnya. Ikan nila yang masih berbentuk benih biasanya memakan *zooplankton* (plankton hewani) seperti *Rotifera* sp. dan *Daphnia* sp. Benih ikan nila juga memakan alga atau lumut yang ada di habitatnya. Ikan nila juga memakan tanaman air yang tumbuh di kolam. Ikan ini bisa diberi berbagai pakan tambahan seperti pelet jika telah mencapai ukuran dewasa (Khairuman dan Amri, 2011).

Pakan selain sebagai menjadi sumber nutrisi pada ikan juga merupakan sumber energi, sehingga bahan pakan yang dikonsumsi ikan sangat menentukan dalam pencapaian kemampuan hidup dan percepatan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Ikan nila sangat responsif terhadap pakan buatan (pellet), baik pellet terapung maupun pellet tenggelam pada masa pemeliharaan. Pemberian pakan untuk benih ikan umumnya dilakukan 3-4 kali dalam sehari, yaitu pada; pagi, sore dan siang hari. Jumlah pakan yang diberikan untuk benih berukuran 5-7 cm adalah sebanyak 4-7% dari total berat tubuh ikan (Kordi dan Gufran, 2010).

Menurut Sugianti dan Astuti (2018) perubahan kualitas lingkungan budidaya perairan berpengaruh terhadap kehidupan organisme didalamnya. Kondisi perairan yang tidak sesuai dapat menyebabkan kondisi fisiologi organisme menjadi tidak normal atau stres. Stres pada ikan umumnya berkaitan dengan terjadinya perubahan lingkungan secara alami baik itu kimia, fisika maupun biologi. Ikan dalam kondisi stres akan mengalami

respon primer dan respon sekunder. Respon primer yaitu adanya perubahan pada *Central Nervous System* (CNS) dan pelepasan hormon stres yaitu kortisol dan katekolamin (*adrenaline* dan *epinephrine*) melalui sistem endokrin ke aliran darah (Hertika et al., 2021).

Menurut Hertika *et al.*, (2021) Respon sekunder akibat stres yang dialami ikan nila yakni pelepasan hormon stres yang akan menyebabkan perubahan dalam darah dan perubahan jaringan kimia yaitu meningkatnya kadar gula darah pada ikan. Darah pada ikan nila merupakan salah satu komponen yang dapat merespon perubahan pada kondisi lingkungan. Secara biologis ikan nila memiliki respon kemampuan dalam bioakumulasi dan biomagnifikasi pencemar pada tubuhnya (Poste et al., 2015). Faktor eksternal lingkungan perairan yang menyebabkan ikan menjadi stres seperti adanya pencemaran limbah domestik dan industri (Wright et al., 2000). Perubahan kondisi lingkungan akan menyebabkan tingginya permintaan akan suplai gula darah (Renitasari et al., 2021). Menurut Mazeaud dan Mazeaud, (1981) stres pada ikan didefinisikan sebagai sejumlah respon fisiologis yang terjadi pada saat ikan berusaha mempertahankan homeostatis. Apabila kondisi ikan mengalami stres, ikan menanggapi dengan mengembangkan suatu kondisi homeostatis yang baru dengan mengubah metabolismenya. Stres dapat meningkatkan kadar gula darah. Secara fisik, stres dapat dilihat dari tingkah laku ikan, seperti gerakan menjadi kurang agresif, turunnya nafsu makan ikan, dan warna tubuh ikan menjadi gelap.

Menurut Sulmartiwi *et al.*, (2019) perubahan performa gula darah pada ikan nila dimulai dari *stressor* yang diterima oleh organ reseptor kemudian informasi tersebut disampaikan ke otak bagian hipotalamus melalui sistem saraf. Selanjutnya, sel kromafin menerima perintah melalui serabut saraf simpatik untuk mensekresikan hormon *katekolamin*. Hormon ini akan mengaktifasi enzim-enzim yang terlibat dalam katabolisme simpanan glikogen hati dan otot serta menekan sekresi hormon *insulin*, sehingga gula darah mengalami peningkatan. Stres juga berpengaruh pada

jalur metabolisme yang menyerang sistem imunitas ikan, sehingga ikan nila yang mudah stres rentan terhadap infeksi penyakit patogen.

Menurut Samadi *et al.*, (2012) Protein Sel Tunggal (PST) merupakan salah satu komponen bahan pakan dengan kandungan protein yang cukup tinggi ($\pm 60\%$) dan memiliki kadar asam amino yang cukup lengkap, sehingga berpotensi digunakan sebagai pakan *monogastrik*. Kadar lemak dalam tubuh ikan nila dapat meningkat apabila kelebihan energi, namun jika kekurangan energi akan menyebabkan perombakan lemak dan protein dalam tubuh sehingga menghambat proses pertumbuhan. Rendahnya protein yang tersedia dalam pakan bisa menghambat proses pertumbuhan. Ketersediaan protein dalam pakan atau asam amino yang tidak seimbang maka protein akan dieksresi dari tubuh dalam bentuk asam urat (Samadi *et al.*, 2012).

2. Kualitas Air

Kualitas air sangat penting sebagai sarana untuk kegiatan budidaya, karena di dalam air terdapat organisme akuakultur dan organisme air lainnya, oleh karena itu pembudidaya harus selalu mengamati dan mengatur kondisi air supaya tetap stabil (Flores, 2011). Parameter kualitas air merupakan kandungan oksigen dan pH air, namun dapat juga melakukan pengamatan kadar CO₂, NH₃ dan H₂S bila memungkinkan. Kandungan oksigen harus selalu tercukupi, jika kandungan oksigen berkurang dapat ditambah dengan cara meningkatkan debit air atau dengan penambahan aerator. Kandungan NH₃ dan H₂S yang berlebihan ditandai dengan bau busuk, hal ini dapat diatasi dengan cara pergantian air atau mengambil kotoran pada dasar air. Keadaan normal kolam seluas 100 m² atur debit air sebesar 1 liter/detik (Sakamole *et al.*, (2014).



Gambar 2.2 Kolam Budidaya Ikan

(Sumber : www.google.com)

a. Kadar oksigen

Ikan nila membutuhkan oksigen antara 2-3 mg/L, hal ini sesuai dengan SNI 7550:2009 yang menjelaskan bahwa ikan nila akan tumbuh dengan optimal pada kadar oksigen lebih dari 3 mg/L. Faktor yang menyebabkan kadar oksigen berbeda salah satunya pengaruh dari aktivitas pada kolam sehingga mudah terjadi difusi oksigen dari udara ke air. *Fitoplankton* dalam kolam juga berpengaruh terhadap kadar oksigen (Salsabila dan Suprpto, 2019). Penambahan aerator mampu meningkatkan kadar oksigen dalam air kolam, sehingga kandungan oksigen lebih stabil dapat dilihat pada Tabel 2.1

b. Suhu

Suhu sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan terutama nafsu makan ikan nila. Suhu yang dibutuhkan ikan nila berkisar antara 27-29⁰C. Berdasarkan standar SNI 7550:2009 ikan akan tumbuh dengan optimal pada suhu perairan sekitar 25-32⁰C. Menurut Salsabila dan Suprpto (2019), suhu air memiliki pengaruh yang besar terhadap proses pertukaran zat atau metabolisme dari ikan. Kadar pH lebih jelasnya pada Tabel 2.1

c. pH

Menurut (Salsabila dan Suprpto, 2019) pH dapat digunakan sebagai indikator daya produksi perairan. Kualitas air yang optimal untuk

pembesaran ikan nila dengan kandungan pH air sekitar 6,5-8,6, dan kandungan *amoniak* (NH₃) < 0,02 ppm. Kualitas air harus bersih tidak terlalu keruh dan tidak tercemar bahan-bahan kimia beracun. pH dapat mempengaruhi kesuburan perairan karena dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan mikroorganismenya. pH tinggi dapat mengurangi kandungan oksigen, oleh karena itu pada pH rendah kandungan oksigen relatif tinggi. Kadar pH optimal lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 2.1

d. Kecerahan

Menurut (Salsabila dan Suprpto, 2019) kecerahan yang sesuai untuk pembesaran ikan nila yaitu 30-33 cm. Sesuai dengan SNI 7550:2009, bahwa ikan nila akan tumbuh dengan optimum dengan kecerahan 30-40 cm. Kecerahan mencapai 30-40 cm membuat sinar matahari dapat menembus perairan, sehingga *fitoplankton* dapat *berfotosintesis*.

Tabel 2.1 Baku Mutu Kualitas Air Optimal pada Ikan Nila

Parameter	Nilai optimal
Suhu (°C)	25-32 ⁰ C
Ph	6,5-8,6
<i>Oksigen</i> terlarut (mg/l)	3 mg/L
<i>Karbon dioksida</i> (mg/l)	> 5 mg/l
<i>Amonia</i> (mg/l)	< 0,02
<i>Nitrit</i> (mg/l)	< 0,1
Kecerahan (cm)	30-40

Sumber : (Salsabila dan Suprpto, 2019)

3. Glukosa Darah Ikan Nila

Glukosa darah adalah gula yang terdapat dalam darah yang terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka. Glukosa adalah karbohidrat yang paling penting digunakan sebagai sumber tenaga utama dalam tubuh dan berperan sebagai bahan bakar metabolik utama. Glukosa merupakan produk akhir terbanyak dari metabolisme karbohidrat. Glukosa merupakan suatu prekursor sebagai sintesis semua karbohidrat lain didalam tubuh seperti glikogen, ribosida dan deoksiribosa dalam asam nukleat, galaktosa dalam laktosa susu, dalam glikolipid, dan dalam glikoprotein dan proteoglikan (Sulistyoningsih, 2018).

Bioproses pencernaan makanan setelah makanan dikonsumsi melalui tahapan oleh serangkaian enzim dalam tubuh. Komponen senyawa karbohidrat akan dicerna oleh enzim α -amilase di dalam air liur dan enzim α -amilase yang dihasilkan oleh organ pankreas yang bekerja di usus halus (Murray et al., 2012). Molekul yang diubah menjadi glukosa ialah asam laktat dan piruvat yang berasal dari otot, gliserol yang disuplai oleh jaringan adiposum ketika trigliserida dipecah, dan asam amino yang diubah menjadi glukosa (P. Astuti, 2015). Glukosa darah akan di sintesis menjadi glikogen melalui proses glikogenesis, selanjutnya metabolisme glikolisis akan membentuk produk akhir berupa asam piruvat dan ATP untuk digunakan sebagai sumber energi (Prata, 2018)

Kadar glukosa darah diatur sedemikian rupa agar dapat memenuhi kebutuhan tubuh. Kecepatan pengangkutan glukosa ke dalam sel otot dan lemak sangat dipengaruhi oleh insulin. Pengaruh adanya insulin, kecepatan pengangkutan glukosa dapat meningkat sekitar sepuluh kali lipat. Glukosa yang berhasil diserap dari pencernaan akan dilepaskan ke dalam aliran darah, sehingga kadar gula darah meningkat. Apabila kadar gula darah meningkat, maka hormon insulin dilepaskan dari sel beta pankreas. Insulin akan merangsang sel otot dan lemak untuk lebih permeabel terhadap glukosa. Insulin juga meningkatkan aktivitas enzim-enzim yang berperan dalam proses glikogenesis di otot dan hati sehingga menyebabkan hati mengubah lebih banyak glukosa menjadi glikogen. Sedangkan, bila kadar glukosa darah rendah, hormon glukagon akan bekerja merangsang sel hati untuk memecah glikogen kembali menjadi glukosa sehingga kadar glukosa darah akan kembali normal (Tandra, 2007).

Sekresi hormon insulin dirangsang oleh keadaan hiperglikemia atau kadar glukosa darah di ambang batas dan hormon insulin akan bekerja untuk menyeimbangkan kadar glukosa darah. Bila produksi insulin tidak mencapai batas tubuh maka glukosa akan tetap berada di dalam darah tidak dapat ditransfer ke dalam organ-organ (Röder et al., 2016). Hal ini menyebabkan

kadar glukosa darah meningkat sehingga terjadi pradiabetes atau diabetes (American Diabetes Association, 2016).

Gula darah merupakan sumber energi utama dan elemen penting untuk mendukung metabolisme sel ikan, terutama sel otak. Menurut hasil penelitian dari (Suwandi, 2013) menunjukkan kadar glukosa darah nila (bobot 200-250 gram) sebesar 70-106 mg/dL. Menurut Nasichah *et al.*, (2016) kadar gula darah yang tidak normal akan mengganggu kehidupan ikan dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Kadar gula darah yang tinggi merangsang kelenjar tiroid dan meningkatkan produksi tiroksin. Tingginya tiroksin dapat memicu limfositopenia (limfosit rendah) dalam darah. Kemudian sistem saraf simpatis bereaksi berlebihan, yang menyebabkan kontraksi getah bening, meningkatkan laju pernapasan dan tekanan darah (Nilsson, 2016).

4. Asam Urat Ikan Nila

Asam urat merupakan produk hasil metabolisme purin yang berasal dari metabolisme dalam tubuh atau faktor endogen (genetik) dan berasal dari luar tubuh atau faktor eksogen (makanan). Tubuh menyediakan 85% senyawa purin untuk kebutuhan sehari-hari, hal ini berarti bahwa kebutuhan purin yang diperoleh dari makanan hanya 15%. Makanan yang mengandung zat purin tinggi akan diubah menjadi asam urat (Lina dan Setiyono, 2014).



Gambar 2.3 Asam Urat

(Sumber : CDC, 2020)

Menurut CDC (Centers for Disease Control and Prevention), (2020) asam urat adalah bentuk umum dari radang sendi yang sangat menyakitkan. umumnya asam urat mempengaruhi satu sendi pada satu waktu (seringkali

sendi jempol kaki). Serangan nyeri asam urat yang berulang dapat menyebabkan artritis gout yakni suatu bentuk radang sendi yang memburuk.

Asam urat yang diproduksi oleh tubuh sebagian besar berasal dari metabolisme *nukleotida* purin endogen, *guanin acid* (GMP), *inosinic acid* (IMP), dan *adenic acid* (AMP). Prosesnya berlangsung melalui perubahan *intermediate hypoxanthine* dan guanin menjadi xanthin yang dikatalis oleh enzim *xanthin oksidase* dengan produk akhir berupa asam urat (Lingga, 2012).

Kadar normal asam urat pada manusia wanita dewasa yaitu 2,4 - 6,0 mg/dL dan pria dewasa 3,0-7,0 mg/dL, Jika melebihi kadar ini dikategorikan mengalami *Hiperurisemia*. Kondisi *Hiperurisemia* ini sangat berpotensi menimbulkan terjadinya serangan *Artritis Gout* (Noormindhawati, 2013). Menurut Damayanti (2012), ikan nila diklasifikasikan ke dalam kelompok II yaitu termasuk makanan dengan kandungan purin sedang (50-100mg/100gr). Menurut Hafiz dan Fidyasari (2018) kadar asam urat yang normal pada hewan seringkali jumlahnya minim atau rendah sehingga tidak dapat terbaca oleh alat ukur asam urat, sehingga biasanya terbaca LO yaitu kadar asam urat dibawah 3,0 mg/dl.

Menurut M. Sulistyoningsih (2018) Tingginya kadar asam urat pada hewan budidaya disebabkan oleh berbagai faktor salah satunya adalah stress. Asam urat merupakan salah satu gangguan yang terkait dengan kerusakan pada organ ginjal. Penyebab asam urat diakibatkan banyaknya kerusakan ginjal terjadi karena faktor multietiologi yang secara luas dikategorikan sebagai Penyebab nutrisi dan metabolik, penyebab infeksi dan penyebab lainnya seperti mikotoksin (Eldaghayes et al., 2010). Menurut Milind *et al.*, (2013) saat tubuh (ginjal) gagal memetabolisme protein tinggi dan asupan purin dengan benar hal tersebut yang menyebabkan terjadinya peningkatan asam urat dalam darah.

Pengendalian kadar asam urat ada dua yaitu penurunan kadar asam urat dengan mempercepat atau meningkatkan pengeluaran asam urat lewat kemih dan penurunan kadar asam urat dengan menekan produksinya

(Noviyanti, 2015). Menurut Bauda *et al.*, (2021) pengobatan tradisional dapat memanfaatkan beberapa jenis tumbuhan obat. Salah satu jenis senyawa yang dapat dimanfaatkan untuk pengobatan asam urat adalah senyawa *flavonoid*, *alkaloid* dan vitamin C. *Flavonoid* adalah substansi yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. *Flavonoid* merupakan antioksidan yang potensial. Mekanisme kerja *flavonoid* adalah menghambat kerja enzim *xanthin oxidase* dan *superoksidase* sehingga asam urat dalam darah tidak terbentuk. Senyawa *alkaloid isquinolin* yang berfungsi sebagai analgesik yang dapat meredakan rasa nyeri akibat asam urat Kandungan vitamin C dalam jus sirsak berfungsi sebagai antioksidan yang dapat mengurangi terbentuknya asam urat dengan menghambat produksi enzim *xantin oksidase* (Noormindhawati, 2013).

5. Fermentasi Suplemen Herbal Ikan Nila

Suplemen herbal ikan nila merupakan bahan herbal yang digunakan sebagai pakan tambahan pada ikan nila, sebelumnya semua bahan herbal yang dibutuhkan dalam pembuatan suplemen herbal terlebih dahulu melewati proses fermentasi dengan EM4 perikanan selama 3 hari atau 36 jam, hal ini sesuai pendapat Anis dan Hariani (2019) proses fermentasi bahan organik selama 1-3 hari terbukti berhasil membatu proses degradasi nutrien pada suplemen herbal ikan lele, sehingga nutrien pakan tersebut akan mudah dicerna dan diserap di dalam saluran pencernaan ikan.

Fermentasi menggunakan EM4 merupakan bahan yang berisi mikroorganisme hidup yang membantu proses fermentasi. Bakteri EM4 terdiri dari strain bakteri yang diseleksi dari alam, yang mempunyai peranan penting yaitu; sebagai agen perbaikan keseimbangan komunitas mikroba dalam usus ikan nila atau menekan pertumbuhan bakteri patogen penyebab penyakit serta bakteri probiotik mampu berasosiasi dengan inang, sehingga hasil fermentasi dari bahan suplemen herbal berguna untuk memperbaiki nilai nutrisi yang dibutuhkan ikan nila dalam pertumbuhan dan pemanfaatan pakan ikan, meningkatkan respon imun terhadap penyakit, dan memperbaiki kualitas lingkungan budidaya, serta berfungsi sebagai penyaing bagi bakteri

patogen, diharapkan pemberian perlakuan akan berpengaruh terhadap kondisi perairan serta dapat menunjang kehidupan ikan nila sebagai target budidaya (Hill et al., 2014).

Penggunaan produk *antibiotik* sintetis dalam menangani penyakit ikan nila dan produk pemicu pertumbuhan sintetis sekarang ini menimbulkan masalah baru dalam kegiatan budidaya, karena agen patogen akan memiliki sifat kebal atau resisten apabila diberikan produk sintetis secara terus menerus, serta pengeluaran biaya budidaya ikan nila menjadi relatif tinggi, oleh sebab itu sekarang ini mulai berkembang penggunaan pemacu pertumbuhan lain berasal dari bahan-bahan herbal dengan fungsi dan manfaat yang sama, bahan-bahan herbal setelah diolah dengan fermentasi dalam penelitian ini disebut dengan suplemen herbal ikan nila. Manfaat penggunaan bahan herbal sebagai pengobatan ikan dapat memperkecil biaya yang dikeluarkan dan mendukung upaya budidaya ikan nila yang berkelanjutan. Penggunaan bahan herbal dapat dikatakan lebih ramah lingkungan karena bahan herbal yang digunakan mudah terurai di alam dibandingkan bahan kimia buatan atau sintetis, sehingga pemakaian bahan menjadi pilihan yang tepat (M. Sulistyoningsih, 2018).

Beberapa tanaman sudah pernah diteliti manfaatnya dalam budidaya ikan nila serta memiliki kadar senyawa fitokimia yang mendukung performans ikan, sehingga bahan herbal tersebut dapat digunakan sebagai suplemen herbal ikan nila alami, antara lain; daun sirih, daun pepaya, daun jambu biji, daun mengkudu, jantung pisang dan bawang putih (Meriyanti *et al.*, 2020).



Gambar 2.4 EM4 Perikanan

(Sumber : shopee.co.id)

Djonny (2018) menyatakan bahwa fermentasi merupakan salah satu metode rekayasa proses biokimia, prinsip dari rekayasa metode fermentasi dilakukan untuk menghancurkan jaringan tanaman dengan cara memecahkan dinding sel menggunakan enzim yang terdapat dalam EM4 (Effective Microorganisms). Menurut Sulasiyah, *et al.*, (2018) proses fermentasi menyebabkan kadar fenol meningkat dan mampu meningkatkan kadar senyawa fitokimia dalam bahan herbal.

Menurut Ahmadi (2012) komposisi Effective Microorganisms atau EM4 perikanan berisi *Lactobacillus casei* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Effective Microorganisms atau EM4 perikanan dapat digunakan sebagai sarana memperbaiki bahan baku pakan ikan melalui proses fermentasi. Penggunaan proses fermentasi dapat menekan biaya produksi dan meningkatkan kualitas pakan yang berasal dari bahan herbal. Proses fermentasi menggunakan EM4 dapat meningkatkan kadar protein dan memperbaiki struktur unsur bahan baku menjadi lebih sederhana, sehingga nutrisi lebih mudah diserap dan dimanfaatkan ikan nila. Menurut Winarno (2000) proses fermentasi bahan herbal menggunakan EM4 dapat meningkatkan nilai pencernaan ikan. Fermentasi juga dapat menambah rasa dan aroma dari pakan ikan, meningkatkan kandungan vitamin dan mineral.

Menurut Syahrizal, *et al.*, (2020) EM4 berbentuk cairan dan berwarna kecoklatan, serta berbau manis asam (segar). Komposisi EM4 berisi

campuran dari beberapa mikroorganisme hidup seperti bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, dan jamur fermentasi, sedangkan untuk kadar komposisi dalam 10 ml EM4 pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi 10 ml EM4

Mikroorganisme	Kadar
<i>Lactobacillus casei</i>	20 x10 ⁶ sel/ml
<i>Saccharomyces cereiviae</i>	35 x 10 ⁵ sel/ml

Sumber : Syahrizal, *et al.*, (2020)

EM4 terbukti mampu mempertahankan kualitas lingkungan kolam budidaya ikan, sehingga air kolam menjadi bersih dan tidak diperlukan penggantian secara berulang-ulang, karena kualitas air tetap terjaga Rachmawati, *et al.*, (2006).

Bakteri fotosintetik merupakan bakteri yang dapat mensintesis senyawa nitrogen dan gula. Bakteri fotosintetik dapat membentuk zat-zat yang menghasilkan asam amino, asam nukleat dan zat-zat bioaktif. Jamur fermentasi memiliki fungsi yang penting yaitu untuk memfermentasikan bahan organik menjadi senyawa-senyawa organik (dalam bentuk alkohol, gula dan asam amino) yang siap diserap oleh ikan nila. Kerja bakteri *Lactobacillus casei* adalah mengubah karbohidrat menjadi asam laktat, sehingga menghasilkan enzim endogenous yang berfungsi untuk meningkatkan penyerapan nutrisi, konsumsi pakan, pertumbuhan dan menghambat pertumbuhan organisme patogen. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan mikroba berbentuk miselium (filamen berbentuk jalinan benang), mikroba ini akan mengambil asam amino dan zat yang dihasilkan jamur fermentasi akan menjadi antibiotik (Nainggolan, *et al.*, 2013).

Proses fermentasi suplemen herbal didalamnya terdapat proses perombakan senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Metode fermentasi melibatkan reaksi oksidasi dan reduksi. Senyawa kompleks dapat berupa karbohidrat, protein, dan lemak akan diubah menjadi senyawa glukosa, asam amino, asam lemak dan gliserol, karbohidrat hasil fermentasi akan dimanfaatkan oleh ikan sebagai sumber energi. Menurut Djuarnani, *et al.*, (2005) proses fermentasi dapat menghilangkan bau tidak

sedap dan meningkatkan daya cerna serta menghilangkan racun yang terdapat dalam bahan mentah. Suplemen herbal yang sudah difermentasi mengandung senyawa sederhana yang kemudian akan dimanfaatkan ikan nila.

Menurut Harpeni (2012) suplemen herbal untuk aplikasi perikanan telah banyak diterapkan dengan berbagai variasi model penggunaannya, namun secara mendasar model kerja suplemen herbal dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu :

- a. Menekan populasi mikroba melalui kompetisi dengan memproduksi senyawa-senyawa *antimikroba* atau melalui kompetisi nutrisi dan tempat pelekatan di dinding intestinum.
- b. Merubah metabolisme mikrobial dengan meningkatkan atau menurunkan aktifitas enzim pengurai (*selulase, protease, dan amilase*).
- c. Menstimulasi imunitas melalui peningkatan kadar antibodi organisme akuatik atau aktivitas makrofag.

Menurut Mulyani (2008) ketepatan pemberian dosis dan waktu pengaplikasian suplemen herbal sangat menentukan keberhasilan penggunaannya, sehingga dapat dilakukan pengaturan sebagai berikut;

- a. Menggunakan cara disebar/dipercikkan ke kolam budidaya ; pemberian suplemen herbal pada kolam akan membantu tumbuhnya berbagai plankton dan mikroorganisme lainnya dalam air kolam yang selanjutnya dapat berfungsi sebagai makanan alami ikan nila.
- b. Pakan ikan (*pellet*) diseprot secara langsung dengan suplemen herbal menggunakan alat sprayer sebanyak 10 ml untuk 1 kg pakan, lalu pakan dikering anginkan agar pakan tidak lembab.
- c. Metode perendaman melalui pakan alami seperti *artemia* atau *rotifer*.

Penggunaan suplemen herbal pada lingkungan budidaya ikan nila atau dikonversikan melalui pakan merupakan salah satu alternatif yang bisa

digunakan. Peranan suplemen herbal dalam perairan mempunyai fungsi penting dalam mempertahankan kestabilan kualitas air kolam dengan cara menurunkan kandungan amoniak, gas hidrogen *sulfida*, dan gas-gas beracun lainnya. Selain itu, suplemen herbal juga mencegah terjadinya *blooming* alga sehingga dapat menjaga kestabilan nilai pH dalam kolam, menurunkan kadar BOD, dan menjaga ketersediaan oksigen bagi pertumbuhan ikan nila (Mansyur dan Tangko, 2008).

Berdasarkan pendapat Sakinah (2013) penambahan suplemen herbal terfermentasi pada media kolam budidaya yang paling optimal terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila yaitu dengan dosis sebesar 1 ml/1 liter. Penggunaan suplemen herbal terfermentasi yang ideal dapat meningkatkan efisiensi pakan dan meningkatkan kekebalan tubuh ikan terhadap penyakit. Pemberian suplemen herbal memungkinkan ikan mencapai pertumbuhan optimal dan meningkatkan imunitas terhadap penyakit (Sukenda et al., 2016).

Peranan suplemen herbal terfermentasi dalam bidang akuakultur sangat penting, hal ini karena dalam suplemen herbal terfermentasi terdapat kadar bakteri yang bermanfaat untuk memperbaiki kualitas air, mampu meningkatkan daya tahan tubuh ikan dan mampu meningkatkan pertumbuhan pada ikan nila, dengan demikian pengendalian hayati dalam akuakultur dengan pemberian suplemen herbal merupakan salah satu cara pengendalian penyakit yang dapat diterapkan secara luas baik dalam berbagai tingkatan (Suminto dan Chilmawati, 2015).

Suplemen herbal terfermentasi yang masuk ke dalam tubuh ikan nila akan membantu proses pencernaan sehingga pencernaan meningkat. Pencernaan terhadap pakan meningkat selanjutnya pakan akan lebih efisien dimanfaatkan oleh ikan karena nutrisi pakan akan mudah terserap oleh tubuh yang selanjutnya retensi protein, retensi karbohidrat, dan retensi lemak akan meningkat akibat dari penyerapan nutrisi pakan (M. Sulistyoningsih, 2018). *Bacillus subtilis* dalam suplemen herbal dapat meningkatkan sintasan dan pertumbuhan melalui stimulasi sistem imun dan

pengendalian bakteri patogen. Pemberian suplemen herbal terfermentasi pada ikan yang mengandung bakteri EM4 mampu meningkatkan pertumbuhan ikan (Dewi dan Tahapari, 2017).

Bakteri probiotik dalam suplemen herbal mampu menghasilkan enzim yang dapat mengurai senyawa kompleks menjadi sederhana sehingga siap dikonsumsi ikan nila. Bakteri yang terdapat dalam suplemen herbal memiliki mekanisme dalam menghasilkan beberapa enzim untuk pencernaan pakan seperti; enzim *amilase*, *protease*, *lipase*, dan *selulase*) (Ahmadi, 2012). Enzim-enzim tersebut berfungsi untuk menghidrolisis nutrisi pakan (molekul-molekul kompleks), seperti memecah karbohidrat, protein, dan lemak menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana akan mempermudah proses pencernaan dan penyerapan dalam saluran pencernaan ikan (Dewi dan Tahapari, 2017).

Menurut Subandiyono dan Pinandoyo (2014) pemberian dosis suplemen herbal 10 ml/kg pada pakan ikan nila merupakan dosis terbaik terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila. Pakan ikan yang dicampur suplemen herbal mengandung bakteri *Lactobacillus* dapat meningkatkan pertumbuhan ikan. Bakteri *Bacillus sp.* yang dicampur dengan pakan dapat meningkatkan efisiensi pakan dan retensi protein. Pemberian suplemen herbal hasil fermentasi bakteri multispecies (*B. subtilis* dan *S. lentus*) pada media budidaya dapat mengurangi *Aeromonas hydrophila* dan meningkatkan sintasan, serta meningkatkan imun ikan. Bakteri *Lactobacillus sp.* yang dicampur pakan terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan ikan nila pada penelitian (Ramadhana *et al.*, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian Pradono, (2011) dalam eksperimen laboratorium yang telah dilakukan dengan memberi dosis glukosa 1,35 g/200g BB pada hewan uji, mampu membuat hewan uji coba menjadi keadaan hiperglikemik selama waktu penelitian yang berlangsung selama 120 menit. Penambahan suplemen herbal dengan dosis 2,5 ml/200g BB, 5 ml /200g BB, dan 10 ml/200g BB mampu menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar yang diberi beban glukosa, dalam penelitian tersebut ternyata

kenaikan dosis suplemen herbal dapat meningkatkan efek penurunan kadar glukosa darah.

Penambahan suplemen herbal terbukti mampu menurunkan asam urat (Dolati et al., 2018). Kandungan senyawa-senyawa herbal seperti flavonoid, *3-n butylphthalide* (3nB), apigenin, apiin, tannin, dan saponin dipercaya sebagai antihiperurisemia alami dengan menghambat xantin oksidase yang berperan dalam pembentukan asam urat, diuretik terhadap purin, mencegah inflamasi, menurunkan kejang otot, dan tidak menimbulkan efek samping (Lestari et al., 2018). Berdasarkan hasil penelitian (Li et al., 2019) menunjukkan bahwa penambahan suplemen herbal yang memiliki senyawa bersifat anti-asam urat, sebagian melalui efek anti-inflamasi dan antioksidan dengan dosis 1,8 g/1,5 kgBB dapat menurunkan level asam urat pada hewan uji. Efek penurunan asam urat pada suplemen herbal bergantung pada dosis (Dolati et al., 2018). Menurut penelitian Kristiyani, (2021) semakin besar dosis yang diberikan maka tingkat penurunan kadar asam urat juga semakin besar.

6. Daun Pepaya (*Carica papaya* L.)

a. Morfologi

Tanaman pepaya merupakan tanaman suku *Caricaceae* marga *Carica* yang merupakan herba berasal dari Amerika tropis dan cocok juga untuk ditanam di Indonesia. Bentuk daunnya majemuk dan menjari, buahnya buni berwarna kuning sampai jingga dengan daging buah lunak dan berair, jenis bunga pada tanaman papaya adalah bunga jantan saja, betina saja, atau *hemafrodit*, memiliki saluran getah pada batang (Rahayu dan Tjitraresmi, 2016). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.5 Daun Pepaya (*Carica papaya* L)

(Sumber : www.google.com)

Tanaman pepaya berdasarkan klasifikasinya menurut Rahayu dan Tjitraresmi (2016) sebagai berikut:

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Divisi</i>	: <i>Spermatophyta</i>
<i>Subdivisi</i>	: <i>Angiospermae</i>
<i>Class</i>	: <i>Dicotyledoneae</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Caricales</i>
<i>Famili</i>	: <i>Caricaceae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Carica</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Carica papaya</i>

b. Manfaat Umum

Tanaman pepaya merupakan tanaman yang banyak diteliti saat ini, karena hampir seluruh bagian tanamannya dapat dimanfaatkan baik daun, getah, biji, akar, batang, dan buahnya. Daun pepaya yang rasanya pahit biasanya diolah dan dikonsumsi sebagai makanan yang lezat dan bergizi tinggi. Daun pepaya begitu kaya akan manfaat dan khasiat yang luar biasa, yaitu sebagai jamu tradisional penambah nafsu makan (Krishna *et al.*, 2008).

c. Kadar Gizi Daun Pepaya Segar

Tabel 2. 3 Kadar Gizi 100 g Daun Pepaya (*Carica papaya* L.)

Komponen	Total
Vitamin A	18250 SI
Vitamin B1	0,15 mg
Vitamin C	140 mg
Kalori	79 kal
Protein	8 g
Lemak	2 g
Karbohidrat	11,9 g
Kalsium	353 mg
Air	75,4 g

Sumber : (Tuntun, 2016)

Menurut Tuntun (2016) daun pepaya memiliki komponen senyawa *tanin, alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin* dan *alkaloid karpain*. Daun pepaya memiliki beberapa enzim, senyawa alkaloid dan enzim proteolitik. *Enzim* papain, khimopapain dan lisozim *pada daun pepaya* berguna pada proses pencernaan dan mempermudah kerja usus. Komponen enzim *papain* memiliki aktivitas *proteolitik* dan *antimikroba* yang baik.

d. Kadar Gizi Daun Pepaya Terfermentasi

Fermentasi selalu dikaitkan dengan produksi metabolit primer dan sekunder oleh organisme dan produksi senyawa baru melalui degradasi zat kompleks dalam substrat. Ini termasuk asam organik (Pejin et al., 2017), enzim *hidrolitik* (Rashad et al., 2017), senyawa *fenolik* (Sheih et al., 2014), *peptida* (Souza et al., 2015) dan senyawa bioaktif lainnya (Parvez et al., 2019). Tingginya aktivitas antibakteri daun pepaya terfermentasi dapat disebabkan oleh adanya asam organik di dalam daun pepaya seperti asam asetat, asam sitrat, asam *kojic*, asam *quinic*, dan lain-lain yang dapat bekerja secara sinergis untuk menghambat *S. aureus* dan *P. aeruginosa*. Asam-asam organik tersebut ditemukan meningkat drastis pada *fermented papaya leaf supernatant* (FPLS) oleh aksi mikroorganisme *Lactobacillus* sp. dan

Saccharomyces cerevisiae setelah daun pepaya melalui proses fermentasi (Koh et al., 2017)

Menurut Adhikary (2019) menyatakan bahwa dalam proses fermentasi daun pepaya, konsentrasi mikroba *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces cerevisiae* pada kultur probiotik setelah ditumbuhkan selama 48 jam pada Tabel 2.6 menunjukkan bahwa konsentrasi mikroba mengalami peningkatan saat proses fermentasi.

Tabel 2. 4 Konsentrasi Mikroorganisme dalam Probiotik

Mikroba	Konsentrasi dalam Probiotik (CFU/ml)
<i>Lactobacillus</i> sp.	5.3×10^8
<i>Saccharomyces</i> sp.	2.7×10^9

(Sumber : Adhikary, 2019)

Berdasarkan Tabel 2.4 dapat diketahui bahwa selama proses fermentasi pada daun pepaya menggunakan EM4 yang berisi mikroba *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces cerevisiae* masih tetap hidup, sedangkan berdasarkan efek senyawa dalam daun pepaya menyebabkan penurunan bakteri jenis patogen, hal ini didukung pula oleh lingkungan hidup mikroba yang menjadi asam karena peningkatan mikroba EM4 (Natsir dan Widodo, 2016).

Menurut Siti *et al.*, (2016) suplementasi jus daun pepaya terfermentasi sebesar 12-16% pada ransum komersial dapat meningkatkan kadar air dan susut masak serta menurunkan daya ikat air pada daging ayam kampung. Pemanfaatan daun pepaya terfermentasi sebagai suplemen herbal pada pakan hewan adalah aman, hal ini dibuktikan oleh pengujian organoleptik atau keamanan dengan level optimum penggunaan jus daun pepaya terfermentasi dalam ransum komersial berdasarkan uji organoleptik adalah 12%, sehingga dalam penelitian ini penggunaan daun pepaya dalam pembuatan suplemen herbal sebesar 500 g.

e. Pemanfaatan Daun Pepaya Terfermentasi

Menurut Kiha *et al.*, (2012) enzim *kimopapain*, *papain* dan *lipase* dapat membantu pemecahan nutrisi pada ransum sehingga mampu meningkatkan pencernaan dan efisiensi pemanfaatan nutrisi pada ransum. Daun pepaya terdapat dua jenis enzim, yaitu enzim endogenous maupun enzim eksogenous untuk membantu mempercepat proses pencernaan dan hidrolisis. Enzim eksogenous dalam daun pepaya adalah enzim *papain* (Sari dan Hastuti, 2013).

Pengaruh positif dari pemberian daun pepaya pada budidaya ikan nila adalah membuat ikan nila lebih sehat. Pemberian daun pepaya dari fase starter atau awal budidaya dapat menurunkan angka kematian hewan budidaya, namun apabila diberikan berlebihan akan menyebabkan rasa pahit pada daging hewan budidaya karena daun pepaya mengandung *alkaloid carpain* (Siti *et al.*, 2016). Metode yang digunakan untuk menurunkan kandungan *alkaloid karpain* dapat menggunakan beberapa metode, diantaranya; metode fisika, kimia, fisika-kimia dan biologi. Salah satu metode yang paling efektif dan mudah dilakukan adalah metode biologi dengan proses fermentasi menggunakan EM4 perikanan.

Menurut Ali Zamini *et al.*, (2014) penambahan suplemen yang memiliki enzim *eksogen* pada pakan pelet ikan dapat meningkatkan performa pertumbuhan dan pemanfaatan pakan secara signifikan pada ikan salmon kaspia. Penambahan serbuk daun pepaya sebanyak 2% dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan pada budidaya ikan nila sebesar 36,65%, rasio efisiensi protein sebesar 0,55%, laju pertumbuhan relatif sebesar 2,725%, kadar protein pada daging ikan nila sebesar 17,98%. Penambahan serbuk daun pepaya sebanyak 3% dapat meningkatkan ketebalan daging ikan nila sebesar 38,09% (Isnawati dan Sidik, 2015). Pemberian *immunostimulan* berupa ekstrak daun pepaya dengan konsentrasi 30 mg.L⁻¹ selama 12 hari pemeliharaan dengan cara perendaman dapat meningkatkan respon imun non-spesifik udang vaname (Monica *et al.*, 2017).

7. Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.)

a. Morfologi

Tanaman jambu biji (*Psidium guajava* L.) merupakan tanaman tropis, tanaman jambu biji dapat tumbuh pada tanah yang gembur maupun liat dan pada tempat terbuka serta mengandung air yang cukup. Tanaman jambu biji dapat berbunga sepanjang tahun. Tanaman ini sering tumbuh liar dan dapat ditemukan pada ketinggian 1-1.200 mdpl (Hapsoh dan Hasanah, 2011). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.)

(Sumber : www.google.com)

Menurut Hapsoh dan Hasanah (2011) tanaman jambu biji diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Class : *Dicotyledoneae*
Ordo : *Myrtales*
Famili : *Myrtaceae*
Genus : *Psidium*
Spesies : *Psidium guajava* L.

b. Manfaat Umum

Beragam penelitian terhadap pemanfaatan daun jambu biji telah membuktikan bahwa daun jambu biji memiliki beragam khasiat kesehatan seperti sebagai alternatif obat alami diare, meningkatkan kadar trombosit darah, menurunkan kadar kolesterol total, menurunkan gula darah, *antibakteri* dan *antikanker* (Trubus, 2013).

c. Kadar Gizi Daun Jambu Biji Segar

Tabel 2. 5 Kadar Metabolit Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.)

Komponen	Aktivitas Senyawa
<i>Alkaloid</i>	-
<i>Steroid</i>	++
<i>Terpenoid</i>	-
<i>Fenol hidrokuinon</i>	+
<i>Flavonoid</i>	+
<i>Saponin</i>	+
<i>Tanin</i>	+++

Sumber : (Bintarti, 2019)

Bagian daun jambu biji memiliki komponen senyawa fitokimia Tabel 2.6, yang didalamnya terdapat empat jenis *flavonoid* yang berkhasiat sebagai *antibakteri* dan juga zat aktif lainnya yang memiliki aktivitas farmakologis seperti *antiinflamasi*, *analgesik*, dan *antioksidan* (Mittal et al., 2010). Komposisi zat gizi daun jambu biji sebagai berikut :

Tabel 2.6 Kadar Gizi Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.)

Senyawa	Komposisi	Refrensi
Unsur dan asam askrobat		
<i>Kalium</i>	1,11 %	
<i>Fosfor</i>	0,24 %	(Dutta et al., 2014)
<i>Nitrogen</i>	1,23 %	
<i>Asam askrobat</i>	142,55 mg/100 g	
<i>Karbohidrat/fenol/sulfat</i>		
<i>Fucose</i>	1,44 %	
<i>Rhamnose</i>	3,88 %	
<i>Arabinosa</i>	22,6 %	
<i>Galaktosa</i>	29,41 %	
<i>Glukosa</i>	33,79 %	
<i>Manosa</i>	0,59 %	(Kim et al., 2016)
<i>Xilosa</i>	7,71 %	
<i>Fenol</i>	15,28 %	
<i>Sulfat</i>	18,58 %	
<i>Karbohidrat</i>	48,13 %	
<i>Polisakarida sulfat</i>	66,71 %	
<i>Protein</i>		
<i>Association of Official Analytical Chemists</i>	22.98 ± 0.036% [dry weight]	(Jassal dan Kaushal, 2019)

<i>(AOAC) method</i>	<i>(DW) basis</i>	
<i>AOAC method</i>	9.73%	(Rahman et al., 2013)
<i>Lowry's method</i>	16.8 mg/100 g	(Thomas et al., 2017)
<i>Ninhydrin method</i>	8.0 mg/100 g	

d. Kadar Gizi Daun Jambu Biji Terfermentasi

Berdasarkan komposisi senyawa daun jambu biji, diketahui senyawa dalam daun jambu biji tersusun atas senyawa *fenolik*, meskipun keberadaan senyawa *fenolik* dalam daun jambu biji berada terkait dengan komponen protein atau polisakarida pada dinding sel daun jambu biji melalui ikatan *glikosida* (Bintarti, 2019).

Berdasarkan letak komponen senyawa fitokimia dalam daun jambu biji yang sulit diekstraksi dengan hasil optimal, tetapi dengan menggunakan bantuan mikroorganisme *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces cerevisiae* dapat membantu lebih optimal, karena mikroorganisme tersebut mampu menghasilkan beberapa enzim, dan meningkatkan pelepasan senyawa fitokimia seperti fenolik dalam bahan organik. Fermentasi menggunakan *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces cerevisiae* menyebabkan peningkatan kandungan *quercetin* dan total *polifenol* yang signifikan. Termasuk asam galat, asam *klorogenat*, *rutin*, *isoquercitrin*, *avicularin*, *quercitrin*, *kaempferol*, dan *quercetin*, serta semua polifenol yang diekstraksi dari daun jambu biji (Wang et al., 2016).

Daun jambu biji yang difermentasi mengandung zat bioaktif, terutama senyawa fenolik yang memiliki efek menguntungkan, dengan *bioaksesibilitas* dan *bioaktivitas* hasil fermentasi relatif stabil (Ferreya et al., 2021). Senyawa fenolik hasil fermentasi daun jambu seperti; *asam ellagic*, *rutin*, *isoquercitrin*, *quercetin -3-O-β-D-xylopyranoside*, *quercetin-3-O-α-L-arabinoside*, *avicularin*, *quercitrin*, dan *quercetin*, telah diidentifikasi bertanggung jawab atas aktivitas penghambatan *glukosidase in vitro* dan kapasitas antioksidan bagi

mikroorganisme patogen, tetapi efek berbeda pada mikroorganisme yang menguntungkan seperti *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces cerevisiae* dalam EM4 masih dapat hidup karena mikroba ini tahan terhadap senyawa fenolik ketika difermentasi dengan daun jambu biji (Wang et al., 2016).

Lactobacillus casei merupakan suatu bakteri asam laktat yang bersifat probiotik yang penting dalam proses fermentasi menghasilkan asam laktat 90%, bakteriosin dan asam organik lainnya (Hasruddin dan Husna, 2014). Bakteriosin merupakan suatu senyawa protein yang bersifat antimikroba yang dapat dihasilkan oleh *Lactobacillus casei* (Andarilla, et al., 2018). Mekanisme kerja bakteriosin pada umumnya ialah dengan menghancurkan target membran sitoplasma sel bakteri. Optimasi bakteriosin tertinggi yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat terjadi dengan waktu fermentasi selama 24 dan 48 jam (Jati, 2012).

Menurut Ramirez et al., (2013) Bakteri Asam Laktat (BAL) mampu bertahan pada pH yang relatif rendah karena memiliki sistem yang sekaligus mentransport asam laktat dan proton ke bagian luar sel. Bakteri asam laktat lebih tahan terhadap asam karena kemampuannya dalam mempertahankan pH sitoplasma lebih alkali daripada pH ekstraseluler dan memiliki membran sel yang lebih tahan terhadap kebocoran sel akibat paparan asam. Paparan pada kondisi yang sangat asam dapat mengakibatkan kerusakan membran dan lepasnya komponen intraseluler hilangnya komponen-komponen intraseluler seperti Mg, K dan lemak dari sel, yang mampu menyebabkan kematian bakteri yang tidak tahan asam. Bakteri tahan asam memiliki ketahanan yang lebih besar terhadap kerusakan membran akibat terjadinya penurunan pH ekstraseluler dibandingkan dengan bakteri yang tidak tahan terhadap asam.

Berdasarkan karakteristiknya terdapat banyak senyawa fenolik dalam daun jambu biji setelah terfermentasi, asam fenolik dapat dibebaskan dari kompleks komponen matriks, seperti protein dan

karbohidrat, dan kemudian menjadi bioaksesibel setelah pencernaan usus (Ferreira et al., 2021), selain itu pada glikosida, senyawa flavonoid dapat dihidrolisis dan dideglikosilasi setelah pencernaan gastrointestinal (Ketnawa et al., 2021). Peningkatan kandungan asam *ellagic* dapat dikaitkan dengan pelepasan dari kompleks *fenolik* atau asam *ellagic glikosilasi* yang tidak teridentifikasi dalam daun jambu biji di bawah kondisi *gastrointestinal* seperti asam *ellagic-4-O-β-D-glucopyranoside* (Shu et al., 2010).

Berdasarkan hasil penelitian terbaru dapat diketahui bahwa dalam daun jambu biji terfermentasi kaya akan sumber mineral, seperti; *kalsium, kalium, belerang, natrium, besi, boron, magnesium, mangan*, serta vitamin C dan B. Semakin tinggi konsentrasi Mg, Na, S, Mn, dan B dalam daun jambu biji menjadi pilihan yang sangat cocok untuk nutrisi sebagai pakan ternak untuk mencegah defisiensi mikronutrien (Adrian et al., 2015).

Daun jambu biji terfermentasi mengandung protein 9,73%. Protein adalah biomolekul besar yang terdiri dari asam amino dan bertindak sebagai blok pembangun sel. Protein memainkan peran utama dalam pertumbuhan dan pemeliharaan, regulasi enzim, dan *signaling* sel, dan juga sebagai biokatalis (Rahman et al., 2013). Thomas et al., (2017) melaporkan 16,8 mg protein/100g dan 8 mg asam amino/100g dalam daun jambu biji seperti yang diperkirakan masing-masing menurut metode *Lowry* dan *ninhidrin*. Oleh karena itu, dosis daun jambu biji terfermentasi dapat digunakan sebagai aditif dalam makanan dan penggunaan daun jambu biji terfermentasi dalam pembuatan suplemen herbal adalah sebesar 150 g.

Penelitian terhadap keamanan penggunaan daun jambu biji terfermentasi efektif mengurangi stres oksidatif dan toksisitas berlebihan yang disebabkan oleh hidrogen peroksida yang bertindak sebagai penghambat hidrolase *glikosida* seperti *glukosidase* dan amilase dengan mencegah pelepasan glukosa yang cepat dari karbohidrat

kompleks (Zhang et al., 2016). Selain itu senyawa daun jambu biji terfermentasi menyebabkan penurunan substansial dalam gula darah, kolesterol total, trigliserida total, protein serum *terglikasi*, *kreatinin*, dan *malonaldehid*, serta dalam pengujian pada tikus diabetes tanpa menyebabkan efek samping utama (Luo et al., 2019).

e. Pemanfaatan Daun Jambu Biji Terfermentasi

Komponen bioaktif dari golongan *polifenol* daun jambu biji memiliki aktifitas seperti insulin (*insulin mimetic*) yang disebut zat *methylhydroxychalcone polymer* (MHCP). Insulin juga berperan penting dalam proses metabolisme lipid pada jaringan adiposa dan hepar (Rolin et al., 2015). Menurut Latief (2009) komponen utama dari daun jambu yaitu senyawa *tanin* yang kadarnya mencapai 90.000-150.000 ppm atau sekitar 9%. Senyawa *tanin* merupakan senyawa “*growth inhibitor*”, bersifat *antiparasit* dengan cara mempresipitasi protein. Efek *antiparasit* tanin melalui reaksi dengan membran sel, *inaktivasi* enzim, *destruksi* atau *inaktivasi* fungsi materi genetik, kemudian *alkaloid* mempunyai kemampuan dalam menghambat kerja enzim untuk mensintesis protein parasit. Penghambatan kerja enzim ini dapat mengakibatkan metabolisme parasit terganggu. *Alkaloid* juga dapat merusak komponen penyusun *peptidoglikan* pada sel parasit, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian pada sel tersebut, salah satu parasit pada budidaya ikan nila adalah parasit *Trichodina* sp.

Menurut Matrilesi et al., (2019) ekstrak daun jambu biji dapat digunakan untuk mengobati penyakit MAS (*Motile Aeromonas Septicemia*) pada ikan nila. Menurut Santrianda dan Aji (2021) pada infusa daun jambu biji dengan konsentrasi 10 ml/L dapat menurunkan prevalensi ikan lele yang terserang *Trichodina* sp. menjadi 86,66 %. Infusa daun jambu biji dapat menurunkan intensitas parasit *Trichodina* sp. dari intensitas sebesar 10,26 menjadi 3,32. Konsentrasi terbaik

infusa daun jambu biji untuk mengendalikan parasit *Trichodina* sp. pada ikan lele adalah 10 ml/L.

Aktivitas daun jambu terfermentasi sebagai pakan tambahan pada pelet ikan menyebabkan beberapa karbohidrat kompleks yang tidak tercerna secara sempurna tetap berada di usus dan diangkut ke usus besar. Mikroflora usus mencerna fraksi karbohidrat kompleks ini dan menyebabkan masalah pencernaan teratasi.

8. Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)

a. Morfologi

Tanaman mengkudu termasuk jenis tanaman perdu atau pohon kecil yang memiliki arah tumbuh membengkok, rata-rata memiliki tinggi mencapai 3-8 m, terdapat banyak cabang dan ranting yang berbentuk persegi empat, letak daun saling berhadapan secara bersilang, bertangkai, berbentuk bulat telur lebar hingga berbentuk elips, memiliki panjang 10-40 cm. Tanaman mengkudu memiliki daun yang tebal, mengkilap, berwarna hijau tua, tepi daun rata, tulang daun menyirip, ujung meruncing, dan menyempit pada bagian pangkal (Bangun dan Sarwono, 2002). Bentuk daun mengkudu dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)

(Sumber : www.google.com).

Klasifikasi dari tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) menurut Bangun dan Sarwono (2002) sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Subkingdom : *Viridiplantae*
Superdivision : *Embryophyta*
Division : *Magnoliophyta*
Subdivision : *Spermatophytina*
Class : *Magnoliopsida*
Superorder : *Asteranae*
Order : *Gentianales*
Family : *Rubiaceae*
Genus : *Morinda*
Species : *Morinda citrifolia* L.

b. Manfaat Umum

Tanaman Mengkudu (*M. citrifolia*) merupakan tanaman obat yang cukup potensial untuk dikembangkan. Semua bagian tanaman Mengkudu (*M. citrifolia* L) yaitu akar, kulit, daun, buah dan biji mengandung senyawa metabolit sekunder yang berguna untuk pengobatan. Daun mengkudu dapat dimakan sebagai sayuran, nilai gizinya tinggi karena banyak mengandung vitamin A. Daun mengkudu mengandung protein, zat kapur, zat besi, *karoten* dan *askorbin*. Senyawa-senyawa yang ada di dalamnya berkhasiat untuk mengobati beberapa penyakit (Bangun dan Sarwono, 2002).

c. Kadar Gizi Daun Mengkudu Segar

Tabel 2.7 Kadar Metabolit Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)

Golongan Senyawa	Hasil
<i>Alkaloid</i>	Positif (+)
<i>Saponin</i>	Positif (+)
<i>Tanin</i>	Negatif (-)
<i>Felonik</i>	Positif (+)
<i>Flavonoid</i>	Positif (+)
<i>Triterfenoid</i>	Positif (+)
<i>Steroid</i>	Negatif (-)
<i>Glikosida</i>	Positif (+)

Sumber : Armansyah dan Elsavira (2019)

Senyawa kimia dalam tanaman mengkudu terdiri dari dua bagian, yaitu senyawa metabolit primer atau yang disebut dengan

senyawa bermolekul besar dan senyawa metabolit sekunder atau yang disebut dengan senyawa bermolekul kecil (Sirait, 2007). Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman mengkudu di antaranya *alkaloid* dan *antrakuinon* yang berfungsi sebagai *antibakteri* dan *antikanker* (Rukmana, 2002).

d. Kadar Gizi Daun Mengkudu Terfermentasi

Daya hambat mikroba dari hasil fermentasi daun mengkudu menunjukkan penghambatan lebih besar terhadap bakteri patogen (*Escherichia coli*) dibandingkan dengan penghambatan pada bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp) yang relatif lemah (Kurniawan, 2018). Perbedaan daya hambat ini disebabkan oleh perbedaan dinding sel bakteri. Pelczar dan Chan, (2008) menyatakan bahwa perbedaan ketebalan dinding sel bakteri gram positif dan bakteri gram negatif menghasilkan reaksi yang berbeda terhadap senyawa fenolik. Potensi aktivitas antimikroba daun mengkudu disebabkan karena terdapat senyawa fenol dan flavonoid. Oliver *et al.*, (2001) menyatakan bahwa senyawa fenol telah dilaporkan mempunyai aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif dan gram negatif. Senyawa fenol dalam konsentrasi yang tinggi mampu merusak dinding sel bakteri dan dalam konsentrasi yang rendah fenol dapat mengganggu kerja sistem enzim penting dalam sel bakteri.

Menurut Kurniawan (2018) mekanisme senyawa *fenol* dalam menghambat mikroba adalah kerusakan membran sel, menginaktifkan enzim dan mendenaturasi protein sehingga mengalami penurunan permeabilitas. Perubahan permeabilitas akan mengganggu transportasi ion-ion organik ke dalam sel yang berakibat pada terhambatnya pertumbuhan mikroba atau bahkan kematian mikroba. Senyawa flavonoid merupakan senyawa yang mempunyai aktivitas antibakteri dengan mengganggu fungsi dinding sel sehingga terjadi lisis pada sel bakteri. Flavonoid memiliki penghambatan yang besar pada bakteri gram positif dari pada bakteri gram negatif karena bersifat polar

sehingga menembus lapisan peptidolikan yang bersifat polar daripada lapisan lipid yang bersifat non-polar (Pangestuti et al., 2017).

Menurut (Ratih, 2013) fitobiotik granul ekstrak daun mengkudu berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Penambahan 0,2% daun mengkudu dapat meningkatkan pertumbuhan BAL (Bakteri Asam Laktat) *Lactobacillus* sp. sebesar 45,19% dan menekan pertumbuhan patogen sebesar 21,25% dibanding kontrol.

Menurut (Syahrudin et al., 2011) daun mengkudu dapat dijadikan sebagai pakan alternatif untuk menurunkan kadar lemak dan kolesterol, karena mengandung protein yang cukup tinggi yaitu: protein kasar 15,12% dan β -karoten 161 ppm sebelum fermentasi, serta 239 ppm setelah fermentasi. Daun mengkudu dapat menurunkan kadar kolesterol karena adanya kandungan β -karoten. β -karoten dapat ditingkatkan kandungannya dengan cara difermentasi. Kemampuan β -karoten menurunkan kolesterol karena adanya enzim *hidroksilmetil glutaryl-koA* (HMG).

Enzim *hidroksilmetil glutaryl-koA* (HMG) berperan dalam pembentukan mevalonat dalam proses biosintesa kolesterol. Sintesis kolesterol dan sintesis β -karoten sama-sama melalui jalur *mevalonat* dan berasal dari asetil koA. Bila terjadi peningkatan konsumsi β -karoten yang lebih besar dari asam lemak jenuh maka proses biosintesis oleh enzim HMG-koA diarahkan pada β -karoten, sehingga asam lemak jenuh tidak diubah menjadi kolesterol (Aryani et al., 2018). Kandungan β -karoten dalam sistem pencernaan ikan nila akan diubah menjadi vitamin A untuk melindungi sel-sel yang rusak. Kandungan dari senyawa bioaktif ini bisa menjadi imunostimulan untuk meningkatkan respon imun dan memfagositosis agen penyakit yang masuk ke dalam tubuh hewan budidaya (Mulyadi, et al., 2019). Berdasarkan uraian tentang diatas, maka dalam penelitian ini penggunaan daun mengkudu dalam pembuatan suplemen herbal terfermentasi adalah 500 g.

e. Pemanfaatan Daun Mengkudu Terfermentasi

Menurut Suharman (2020) daun mengkudu memiliki kadar nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan seperti protein 15-20%, *asam amino esensial* dan *non-esensial*, vitamin (provitamin A, vitamin A, C, B5, B1, B2) serta mineral (Ca, P, Se, Fe). Daun mengkudu memiliki kadar serat kasar yang tinggi yaitu (22,12%) sehingga sulit untuk dicerna oleh ikan. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam menurunkan serat kasar pada daun mengkudu yaitu melalui teknologi fermentasi.

Menurut Cholifah *et al.*, (2012) penggunaan *silase* daun Mengkudu (*M. citrifolia*) dalam formula pakan berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, rasio efisiensi protein, retensi protein dan aktivitas enzim *protease*, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kelulushidupan, retensi energi dan aktivitas enzim *amilase* pada ikan Sidat (*A. bicolor*) stadia *elver*. Dosis terbaik tepung silase daun Mengkudu (*M. citrifolia*) untuk mensubstitusi protein tepung ikan dalam formula pakan ikan Sidat (*A. bicolor*) stadia *elver* adalah sebesar 14,9% untuk laju pertumbuhan spesifik 0,72 % BB/hari.

9. Daun Sirih (*Piper betle* L.)

a. Morfologi

Tanaman sirih (*Piper betle* L.) merupakan kategori jenis tanaman perdu. Tanaman sirih biasanya tumbuh merambat dan memiliki panjang mencapai puluhan meter. Tanaman sirih memiliki batang berkayu, berbentuk bulat, berbuku, beralur, dan berwarna hijau kecoklatan. Daun sirih hijau memiliki daun tunggal, berbentuk pipih menyerupai jantung. Daun sirih memiliki permukaan atas yang rata, licin dan agak mengkilap, serta memiliki tulang daun agak tenggelam. Permukaan bawah agak kasar, kusam, tulang daun menonjol, memiliki bau aromatik khas dan rasanya pedas (AgroMedia, 2008).



Gambar 2.8 Daun Sirih (*Piper betle* L.)
(Sumber : www.google.com)

Klasifikasi daun sirih (*Piper betle* L.) sebagai berikut ;

Kingdom : *Plantae*
Division : *Magnoliophyta*
Class : *Magnoliopsida*
Ordo : *Piperales*
Family : *Piperaceae*
Genus : *Piper*
Spesies : *Piper betle* L.
(AgroMedia, 2008)

b. Manfaat Umum

Pemanfaatan tanaman sirih sekarang ini sudah dimanfaatkan hampir mencakup semua bagiannya, seperti; akar, batang, tangkai, daun, dan buahnya (Hartati, 2015). Penggunaan rebusan daun sirih biasanya digunakan masyarakat umum sebagai alternatif untuk obat impetigo, luka ringan dan luka bakar, *limfangitis*, *furunkulosis*, dan digunakan untuk mengatasi permasalahan pencernaan pada manusia seperti sakit perut. Kandungan fitokimia dari tanaman herbal daun sirih seperti; *tanin*, *alkaloid*, dan *flavonoid* telah diketahui memiliki efek *antimikroba*, selain itu penggunaan daun sirih dapat diaplikasikan sebagai alternatif obat alami pada kasus *urtikaria*, *faringitis*, dan pembengkakan, selain itu akar dan buah dari tanaman sirih dapat digunakan untuk mengobati malaria dan asma (Dwivedi dan Tripathi, 2014).

c. Kadar Gizi Daun Sirih Segar

Daun sirih memiliki komponen senyawa fitokimia yang cukup tinggi. Komposisi kimia daun sirih menurut Agustin (2006) dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Kadar Gizi 100 g Daun Sirih (*Piper betle* L.)

Komponen	Total
Air	0,0854 g
Protein	0,0031 g
Serat	0,0023 g
Karbohidrat	0,0061 g
Yodium	0,0034 g
Mineral	0,0023 g
Kalsium	0,23 g
Fosfor	0,04 g
Besi Ion	0,0035 g
Vitamin A	9600 (IU)
Kalium Nitrat	0,00026-0,00042 g
Tiamin	0,07 g
Ribovlavin	0,03 g
Asam Nikotinal	0,0007 g
Vitamin C	0,005 g

Sumber: (Agustin, 2006)

Menurut Suryana (2009) secara umum daun sirih memiliki kadar minyak atsiri 1,0-4,2%. Kadar minyak atsiri daun sirih terdiri dari; *hidroksikavikol, kavikol, kavibetol, metal eugenol, karvakol, terpena, seskuiterpena, fenilpropana, tannin, alkaloid, dan flavonoid, enzim diastase* 0,8-1,8%, enzim *katalase*, gula, pati, vitamin A, B dan C, 82,8%. Berdasarkan penjelasan Suryana (2009) dapat diketahui apabila komponen penyusun dalam minyak atsiri daun sirih yaitu terdiri dari; senyawa-senyawa *fenol* dan 18,2% merupakan senyawa bukan fenol. Berdasarkan hasil penelitian Dinda (2018) kandungan senyawa dalam daun sirih bersifat toksik sedang, sebab nilai LD50 diantara 0,5 - 5 g/kgBB. Kisaran nilai LD50 dari EEDS sebesar 1191,42 – 1652,4 mg/kgBB.

d. Kadar Gizi Daun Sirih Terfermentasi

Menurut Hardiansi *et al.*, (2020) terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar *fenolik* ekstrak tanaman segar dan yang sudah terfermentasi, sehingga pada ekstrak daun sirih terfermentasi memiliki kadar *fenolik* yang lebih tinggi dari pada ekstrak daun sirih segar. Peningkatan kadar *fenolik* setelah fermentasi mencapai 129,82%. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi pada daun sirih berpotensi dapat meningkatkan kadar senyawa fenolik. Pada proses fermentasi terjadi pemecahan dinding sel pada daun sirih.

Perubahan yang terjadi pada saat proses fermentasi daun sirih menunjukkan adanya aktivitas mikroba yang berpengaruh terhadap perubahan struktur daun sirih. Indikator keberhasilan fermentasi daun sirih adalah teksturnya menjadi semakin lembek dan mengeluarkan bau khas sirih yang lebih menyengat. Hal ini menunjukkan bahwa dinding sel daun sirih telah mengalami kerusakan sehingga dapat mempermudah proses ekstraksi senyawa metabolit daun sirih. Identifikasi fitokimia dilakukan untuk mengkonfirmasi adanya kadar senyawa fenolik pada suatu bahan herbal. Berdasarkan hasil identifikasi fitokimia dapat diketahui bahwa pada bahan organik daun sirih terfermentasi dan sebelum fermentasi positif mengandung flavonoid dan tanin, dimana kedua senyawa tersebut termasuk dalam senyawa fenolik (Muthulakshmi *et al.*, 2015).

Penggunaan daun sirih yang difermentasi menggunakan EM4 disamping berbagai manfaat yang dihasilkan, bahan aktif dari tanaman obat juga memiliki kelemahan yang dapat menjadi kendala dalam pemanfaatannya sebagai aditif multifungsi. Selain itu efek farmakologis zat aktif dari ekstrak campuran tanaman herbal tidak bersinergis. Menurut Ma'rifah (2018) menjelaskan bahwa efek farmakologi yang dimiliki masing-masing komponen senyawa kimia dapat saling mendukung satu sama lain (sinergis) untuk mencapai

efektifitas pengobatan, tetapi juga dapat berlawanan (kontradiksi) dengan acuan penggunaan dosis daun sirih yang ideal.

Proses fermentasi daun sirih menggunakan EM4 diharapkan dapat meningkatkan keseimbangan mikroba usus yang mengarah pada peningkatan penyerapan nutrisi dan produktivitas hewan yakni ikan nila dengan menghambat perkembangbiakan bakteri patogen. Menurut Pradikdo, *et al.*, (2019) dalam proses fermentasi suplemen herbal, bahan daun sirih memiliki sifat yang berlawanan (kontradiksi) dengan meningkatnya mikroba usus yang bermanfaat bagi ikan nila seperti bakteri *Lactobacillus* sp, dan terjadi proses penghambatan bakteri patogen seperti *E. coli* dan *Salmonella* sp. yang terbukti dengan menurunnya pH menjadi asam, walaupun kandungan senyawa dalam daun sirih memiliki daya antibakteri yang tinggi, namun hal ini dapat dijelaskan berdasarkan Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Populasi Mikroflora (*Lactobacillus*, *Escherichia Coli* dan *Salmonella* sp.)

Perlakuan	<i>Lactobacillus</i> (log CFU/ml)	<i>Escherichia coli</i> (log CFU/ml)	<i>Salmonella</i> sp. (log CFU/ml)
T0	1.70 ± 0.38 ^a	9.12 ± 0.25 ^d	5.24 ± 0.24 ^b
T1	2.56 ± 0.28 ^b	8.22 ± 0.28 ^c	4.26 ± 0.11 ^c
T2	3.30 ± 0.15 ^c	7.36 ± 0.34 ^b	2.46 ± 0.16 ^b
T3	5.36 ± 0.20 ^d	5.56 ± 0.24 ^a	1.40 ± 0.18 ^a

(Sumber : Pradikdo *et al.*, 2019)

Berdasarkan Tabel 2.9 menunjukkan bahwa semakin tinggi aplikasi ekstrak daun sirih menyebabkan total bakteri *Lactobacillus* sp. semakin meningkat. Menurut penelitian sebelumnya oleh Natsir dan Widodo, (2016) pada percobaan penggunaan fitobiotik daun sirih dengan EM4 menghasilkan peningkatan total *Lactobacillus* sp dan *Saccharomyces cerevisiae* seiring dengan penurunan bakteri patogen di saluran pencernaan. Pertumbuhan dari bakteri *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces cerevisiae* tergantung pada pH lingkungan, karena bakteri non-patogen cenderung menghasilkan asam dan tumbuh di

lingkungan asam. Stabilitas total bakteri *Lactobacillus* sp dan *Saccharomyces cerevisiae* dalam saluran pencernaan membutuhkan kondisi lingkungan yang sesuai, terutama lingkungan pH asam, maka selama proses fermentasi produk yang dihasilkan akan dominan bersifat asam.

Berdasarkan uraian mengenai interaksi daun sirih terhadap mikroba fermentasi yang bermanfaat, maka penambahan daun sirih dalam proses fermentasi untuk meningkatkan mikroba usus yang ideal, menurut Pradikdo, *et al.*, (2019) adalah sebesar 1,5%. Penggunaan dosis 1,5% suplemen apabila diaplikasikan pada pakan terbukti tidak mempengaruhi karakteristik ileum atau saluran pencernaan hewan, tetapi populasi mikroflora lebih disukai dengan meningkatkan bakteri bukan patogen dan mengurangi bakteri patogen, sehingga dalam penelitian ini penggunaan daun sirih sebagai bahan suplemen herbal sesuai acuan dosis penggunaan daun sirih adalah sebesar 50 gram atau 15 lembar.

e. Pemanfaatan Daun Sirih Terfermentasi

Menurut Kondoy *et al.*, (2013) daun sirih mampu menurunkan kadar glukosa darah pada ikan nila, hal ini dikarenakan dalam ekstrak daun sirih mengandung senyawa flavonoid yang berfungsi untuk merangsang pengaktifan insulin. Menurut Sufriadi (2006) senyawa tanin dapat berikatan dengan dinding sel mikroorganisme dan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Masuknya senyawa tanin pada ikan nila mampu meningkatkan pencernaan terhadap protein. Dosis senyawa tanin yang ideal dalam tubuh ikan nila berperan penting dalam mengatur jumlah pertumbuhan bakteri pada usus ikan nila penghasil enzim *protease*.

Daya antibakteri minyak atsiri daun sirih (*Piper betle* L.) disebabkan adanya senyawa *kavikol* yang dapat mendenaturasi protein sel bakteri. Senyawa *flavonoid* berfungsi sebagai antibakteri dan mengandung *kavikol* serta *kavibetol* yang merupakan turunan dari

fenol yang mempunyai daya antibakteri lima kali lipat dari *fenol* biasa, senyawa golongan *flavonoid* tersebut terbukti berpengaruh terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Senyawa *estragol* mempunyai sifat antibakteri, terutama berpengaruh terhadap *Shigella* sp. *Monoterpana* dan *seskuieterpana*. Daun sirih memiliki sifat sebagai *antiseptik*, *antiperadangan* dan *antianalgenik* yang dapat membantu penyembuhan luka (Zahra dan Iskandar, 2017). Pemberian ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* L.) memberi pengaruh dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Candida albicans* (Gunawan *et al.*, 2015).

Menurut Herawati (2009) penggunaan daun sirih sudah biasa digunakan sebagai alternatif obat alami untuk menanggulangi *ektoparasit* pada ikan. Menurut Mulia dan Husin (2012) pemberian ekstrak daun sirih yang dicampur kedalam pakan ikan mampu mengobati ikan patin yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrphilia*. Dosis terbaik penambahan ekstrak daun sirih sebagai imunostimulan pada ikan mas adalah sebesar 5 gram/100 kg pakan (Syahida dan Prayitno, 2013). Menurut Hamsah dan Muskita (2016) pemberian bubuk sirih dalam pakan ikan dapat meningkatkan status kesehatan ikan nila dan terjadi peningkatan nilai rata-rata *hematokrit* dan jumlah *leukosit*. Penelitian yang lain perihal penggunaan daun sirih juga dilakukan oleh Ginting, *et al.*, (2013) pencampuran ekstrak daun sirih dan pellet F-999 dengan perbandingan 167 gram : 500 gram dapat mengurangi potensi penyakit akibat penyerangan *Trichodina* sp. pada benih ikan nila

10. Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

a. Morfologi

Bawang putih (*Allium sativum*) adalah tanaman herba semusim berumpun yang mempunyai ketinggian sekitar 60 cm. Bawang putih banyak ditanam di ladang-ladang di daerah pegunungan yang cukup mendapat sinar matahari. Bawang putih adalah tanaman dari *Allium*

sekaligus nama dari umbi yang dihasilkan, untuk lebih jelasnya dapat melihat pada Gambar 2.9. Umbi dari tanaman bawang putih merupakan bahan utama untuk bumbu dasar masakan Indonesia (Rahmawati, 2012).



Gambar 2.9 Bawang Putih (*Allium sativum*)

(Sumber : www.google.com)

Klasifikasi ilmiah bawang putih (*Allium sativum*) menurut (Rahmawati, 2012) sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub-Kingdom	: <i>Trachiobionta</i>
Super Devisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Sub-Kelas	: <i>Lilidae</i>
Ordo	: <i>Liliales</i>
Family	: <i>Liliaceae</i>
Genus	: <i>Allium</i>
Spesies	: <i>Allium sativum</i>

b. Manfaat Umum

Bawang putih merupakan salah satu tanaman dengan kandungan senyawa antioksidan yang tinggi. Senyawa aktif tersebut berdampak positif dan bermanfaat besar bagi tubuh diantaranya seperti *allicin*, protein, vitamin B1, B2, C, dan D (Hembing, 2002). Senyawa aktif yang berfungsi sebagai *antioksidan* pada bawang putih adalah *allicin*. Bawang putih yang dipotong atau dihancurkan akan menyebabkan

allinase mengkonversi *alliin* menjadi *allicin*. *Allicin* mampu menangkal radikal bebas (Hernawan dan Setyawan, 2003)

c. Kadar Gizi Bawang Putih Segar

Komposisi kimia yang terkandung dalam setiap 100 gam bawang putih antara lain seperti pada Tabel 2.10

Tabel 2.10 Kadar Gizi 100 g Bawang Putih (*Allium sativum*)

Kadar Gizi	Total
Energi	122 kal
Protein	7 g
Lemak	0,3 g
Karbohidrat	24,9 g
Serat	1,1 g
Abu	1,6 g
Kalsium	12 mg
Fosfor	109 mg
Zat besi	1,2 mg
Natrium	13 mg
Kalium	346 mg
Vitamin A	0 mg
Vitamin B1	0,23 mg
Vitamin B2	0,8 mg
Vitamin C	7 mg
Niacin	0,4 mg

Sumber : (Rukmana, 1995)

Bawang putih memiliki manfaat dan kegunaan yang besar bagi kehidupan manusia, salah satunya dalam budidaya ikan nila. Bawang putih mengandung bahan-bahan aktif seperti senyawa; *sulfur: aliin, allicin, disulfida, trisulfida*; Enzim seperti; *Alinase, perinase*; asam amino seperti *arginin* dan mineral seperti *selenium*. *Allicin* merupakan salah satu zat aktif yang dapat membunuh patogen (bersifat *antibakteri*) seperti bakteri *Aeromonas*, sedangkan kadar senyawa *aliin* yang ada pada bawang putih secara signifikan dapat meningkatkan sistem imun ikan, sehingga bawang putih dapat digunakan sebagai *imunostimulan* yang efisien (Sari *et al.*, 2014).

d. Kadar Gizi Bawang Putih Terfermentasi

Penggunaan bawang putih dalam suplemen herbal yaitu membantu memaksimalkan kerja probiotik. Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang dapat menguntungkan dengan menjaga keseimbangan mikroflora usus di saluran pencernaan. Mikroba yang sering digunakan sebagai probiotik adalah *Lactobacillus acidophilus* mempunyai kemampuan merombak karbohidrat sederhana menjadi asam laktat. Seiring dengan meningkatnya asam laktat, maka pH lingkungan menjadi rendah dan menyebabkan mikroba patogen tidak berkembang (Astuti *et al.*, 2015).

Bawang putih yang ditambahkan kedalam suplemen herbal dapat mengoptimalkan fungsi metabolisme, sehingga meningkatkan efisiensi dalam penggunaan suplemen herbal. Bawang putih mengandung *fitobiotik* yaitu alisin. Alisin bersifat *bakteriostatik*. Alisin mampu menembus dinding sel bakteri sehingga sel bakteri menjadi rusak dan mati. Meskipun bawang putih mengandung *fitobiotik*, tetapi bawang putih dapat digunakan sebagai nutrisi *Lactobacillus* sp., karena bakteri ini tahan terhadap alisin. *Lactobacillus* sp. dapat dijadikan probiotik apabila dikombinasikan dengan bawang putih, karena *Lactobacillus acidophilus* juga dapat memanfaatkan fruktosa dari bawang putih. Prebiotik adalah bahan pakan yang tidak dapat dicerna oleh ternak unggas, meningkatkan bakteri non patogen sehingga menguntungkan ternak dan tidak mengakibatkan residu pada tubuh (Hartono *et al.*, 2016).

Bawang putih mengandung *fruktosa oligosakarida* (FOS) sebanyak 3,34% sehingga dapat dijadikan sebagai prebiotik. Fruktosa oligosakarida yang dikenal sebagai prebiotik, sehingga menjadi nutrisi bagi probiotik (Sunu *et al.*, 2019). Bawang putih memiliki kandungan senyawa inulin sebesar 9-16%. Inulin dapat digunakan sebagai substrat atau prebiotik karena juga termasuk *fruktooligosakarida* yang tidak dapat dihidrolisis enzim pencernaan tetapi merupakan sumber

nutrisi oleh bakteri non patogen usus halus, sehingga dapat untuk meningkatkan pertumbuhan ikan nila (Puspitaningrum *et al.*, 2021).

e. Pemanfaatan Bawang Putih Terfermentasi

Menurut Yuhana *et al.*, (2008) ekstrak bawang putih yang disuntikkan terhadap ikan patin dengan dosis sebesar 25 mg/ml menunjukkan hasil yang lebih efektif dalam mencegah infeksi *A. hydrophila*. Berdasarkan penelitian Aniputri *et al.*, (2014) ekstrak bawang putih pada pakan nila yaitu sebesar 2,5% dapat dipergunakan untuk pencegahan infeksi bakteri *A. hydrophila* dan meningkatkan nilai kelulushidupan ikan nila.

11. Jantung Pisang (*Musa paradisiaca*)

a. Morfologi Jantung Pisang

Tanaman pisang dapat tumbuh pada iklim tropis basah, lembab dan panas. Taksonomi tanaman pisang menurut Suyanti dan Supriyadi (2008) sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotylae</i>
Ordo	: <i>Musales</i>
Famili	: <i>Musaceae</i>
Genus	: <i>Musa</i>
Spesies	: <i>Musa paradisiaca</i>

Jantung pisang merupakan bunga yang dihasilkan oleh pokok pisang yang berfungsi untuk menghasilkan buah pisang, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.7. Jantung pisang dihasilkan semasa proses pisang berbunga dan menghasilkan tandan pisang sehingga lengkap. Ukuran jantung pisang sekitar 25 – 40 cm dengan ukur lilit tengah jantung sekitar 12 – 25 cm (Suyanti dan Supriyadi, 2008).

b. Manfaat Umum

Semua bagian dari pohon pisang memiliki banyak manfaat mulai dari; akar, batang, jantung sampai daun. Berbagai penelitian

yang dilakukan oleh para ahli kesehatan berhasil mengungkap khasiat jantung pisang sangat baik bagi kesehatan. Manfaat jantung pisang mencegah berbagai penyakit seperti diabetes juga aman karena jantung pisang indeks *glikemiknya* yang rendah (Novitasari, 2013).



Gambar 2.10 Jantung Pisang (*Musa paradisiaca*)

(Sumber : www.google.com)

Kulit luar jantung pisang keras dan akan terbuka apabila sampai waktu bagi mendedahkan bunga betina. Bunga betina dan jantan menghasilkan nektar untuk menarik serangga menghisapnya dan susu di bagian dalam. Terdapat susunan jantung berbentuk jari di antara kulit tersebut dan di tengahnya yang lembut. Jantung pisang mempunyai cairan berwarna jernih dan akan menjadi pudar warnanya apabila jantung pisang terkena udara dari luar lingkungan sekitarnya (Novitasari, 2013).

c. Kadar Gizi Jantung Pisang Segar

Menurut Panji (2012) kadar nutrisi dalam jantung pisang dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Kadar Gizi 100 g Jantung Pisang (*Musa paradisiaca*)

Kadar Gizi	Total
Energi	31 kkal
Protein	1,2 g
Lemak	0,3 g
Karbohidrat	71 g
Fosfor	50 mg
Kalsium	30 mg
Serat	4 g
Zat besi	0,1 mg
Pro vitamin A	170 mg
Vitamin B1	0,05 mg
Vitamin C	10 mg

Sumber : (Panji, 2012)

Pertumbuhan ikan nila akan terlihat baik apabila diberi pakan dengan formulasi yang seimbang, di mana di dalamnya terkandung bahan-bahan seperti protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral dan serat (Arifin, 2016). Berdasarkan kadar gizi yang terdapat di dalam jantung pisang tersebut, dapat diketahui bahwa jantung pisang berpotensi dapat diolah menjadi bahan pakan alami bagi ikan nila. Jantung pisang memiliki kandungan serat tinggi. Serat kasar yang terdapat pada jantung pisang segar adalah $20,31 \pm 1,38$ g/ 100 g, sedangkan serat kasar yang terdapat pada jantung pisang kering adalah $17,41 \pm 1,42$ g/ 100 g (Kusharto, 2006).

d. Kadar Gizi Jantung Pisang Terfermentasi

Jantung pisang juga tinggi akan komponen serat, dan beberapa senyawa bioaktif seperti vitamin C, *tanin*, *myoinositol phosphat*, dan *alpha tocopherol*. Senyawa *polifenol* dari kultivar jantung pisang di China yang diuji menggunakan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) berpotensi sebagai antioksidan (Sheng et al., 2010). Senyawa *polifenol* pada jantung pisang terikat oleh komponen *lignoselulosa*. Menurut Bhaskar et al., (2012) *polifenol* pada jantung pisang terikat dengan

komponen *hemiselulosa*. Ekstrak *polifenol* dapat diperoleh dengan mendegradasi komponen *lignoselulosa* melalui proses fermentasi spontan (fermentasi yang dilakukan oleh bakteri *indigenous*) maupun fermentasi dengan kultur bakteri tertentu. Proses fermentasi *lignoselulosa* dapat dilakukan oleh bakteri maupun jamur. Perolehan total *polifenol*, *tanin*, dan *antosianin* pada jantung pisang dapat meningkat setelah fermentasi menggunakan *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces*, dibanding dengan yang tidak (Kurniawati *et al.*, 2021).

Penggunaan bahan fermentasi jantung pisang memiliki potensi tempat sebagai media pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*. Jantung pisang memiliki nilai gizi yang tinggi khususnya karbohidrat Panji, (2012). Karbohidrat sendiri tersusun atas karbon dan hidrogen. Menurut Janisiewicz, *et al.*, (2010) kelimpahan *Saccharomyces cerevisiae* dipengaruhi kelimpahan karbon dan nitrogen yang merupakan sumber energi. *Saccharomyces cerevisiae* hidup pada kandungan gula tinggi. Menurut Steensels *et al.*, (2014) bahwa *Saccharomyces cerevisiae* hidup pada lingkungan dengan kadar gula tinggi disebut dengan khamir osmotoleran yang hidup pada kadar sekitar 50%-70%. *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai potensi dalam proses fermentasi yang dapat dijadikan sebagai sumber energi.

e. Pemanfaatan Jantung Pisang Terfermentasi

Sistem pencernaan ikan juga dipengaruhi oleh daya cerna protein pada ikan, seringkali pencernaan protein dapat mengalami penurunan disebabkan karena kemampuan ikan dalam mencerna protein terbatas, serta adanya kandungan serat kasar dalam pakan tersebut (Handajani, 2012). Pengolahan yang tepat pada komponen serat kasar sebagai bahan suplemen ikan dapat diturunkan dan pencernaan protein dapat ditingkatkan dengan menggunakan teknologi yaitu fermentasi, dengan fermentasi mampu menjadikan jantung

pisang sebagai suplemen yang bernutrisi bagi ikan nila (Warasto *et al.*, 2013).

12. Wawasan Implementasi Hasil Penelitian Pada Pembelajaran Biologi Berupa LKPD

Kompetensi Dasar SMA IPA biologi kelas XI pada materi Sistem Peredaran Darah, yang meliputi;

K.D 3.6 Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem sirkulasi dalam kaitannya dengan bioproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem sirkulasi manusia.

K.D 4.6 Menyajikan karya tulis tentang kelainan pada struktur dan fungsi darah, jantung, pembuluh darah yang menyebabkan gangguan sistem sirkulasi manusia serta kaitannya dengan teknologi melalui studi literatur.

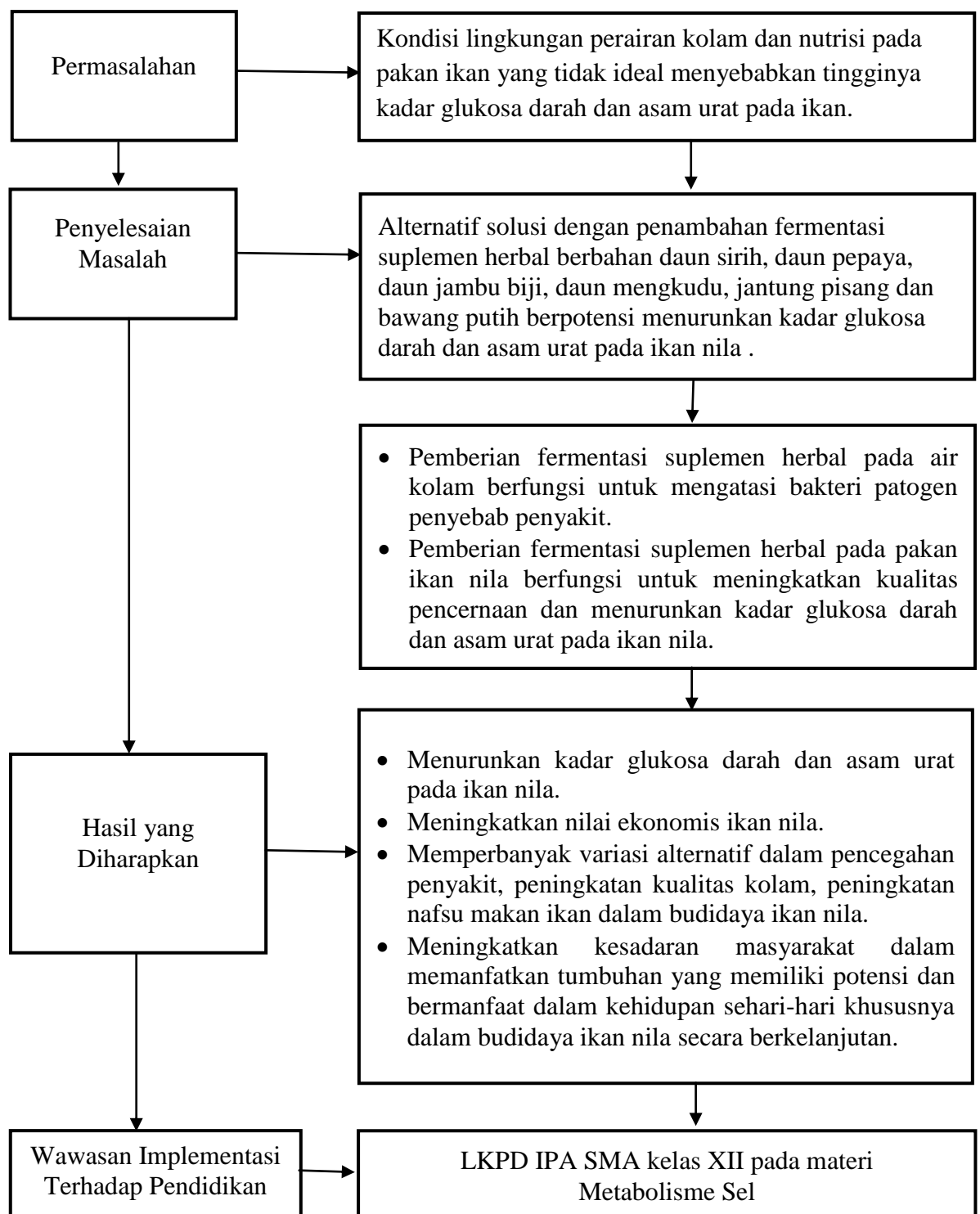
Berdasarkan Kompetensi tersebut, dari hasil penelitian tentang Pengaruh Penambahan Fermentasi Suplemen Herbal pada Pakan Pelet Ikan Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Asam Urat Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), wawasan implementasi yang sesuai digunakan sebagai bahan pembelajaran biologi kelas XI pada materi Sistem Peredaran Darah yaitu berupa Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Kedua perangkat pembelajaran tersebut dibuat karena mengacu pada Kompetensi Dasar yang harus dicapai dalam kegiatan pembelajaran, siswa dituntut untuk lebih berfikir kritis Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) memuat sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh siswa untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian hasil belajar harus ditempuh. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) digunakan oleh guru untuk mempermudah siswa untuk mengetahui lebih banyak dan memahami materi atau informasi yang disampaikan oleh guru pendidik (Trianto, 2012).

Pada penelitian ini implementasi dibuat dalam bentuk LKPD sebagai bahan ajar IPA biologi kelas XI materi Sistem Peredaran Darah yang dapat memenuhi kompetensi ketrampilan dan pengetahuan siswa pada silabus dalam kurikulum 2013. Menurut Trianto (2012) selama proses belajar mengajar, kehadiran media mempunyai arti yang sangat penting. Salah satu media yang dapat menyampaikan pesan pembelajaran adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

B. KERANGKA BERPIKIR

Ikan nila merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang cukup banyak dibudidayakan. Permasalahan yang dihadapi dalam pemeliharaan budidaya ikan adalah lingkungan perairan dan nutrisi pakan yang tidak sesuai dapat menyebabkan kondisi fisiologi organisme menjadi tidak normal atau stres hingga menyebabkan perubahan dalam darah dan perubahan jaringan kimia yaitu meningkatnya kadar gula darah pada ikan. Selanjutnya minimnya kadar protein yang tersedia dalam pakan bisa menghambat proses pertumbuhan. Ketersediaan protein dalam pakan atau asam amino yang tidak seimbang maka protein akan dieksresi dari tubuh dalam bentuk asam urat. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dibuatkan alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sekarang ini sudah banyak dikembangkan suplemen tambahan pada pakan ikan nila, dalam penelitian ini akan dikembangkan suplemen herbal berbahan fermentasi daun sirih, daun pepaya, daun jambu biji, daun mengkudu, jantung pisang dan bawang putih. Pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan ikan nila berpotensi untuk mengatasi patogen penyebab penyakit, meningkatkan kualitas lingkungan kolam dan mengoptimalkan sistem pencernaan ikan nila, sehingga nafsu makan menjadi meningkat dan mampu menurunkan kadar glukosa darah dan asam urat pada ikan nila. Berdasarkan uraian pada Tabel X. penambahan suplemen herbal kedalam kolam sebesar 1 liter setiap minggu pada kolam K₁ dan K₂, sedangkan untuk kolam K₀ tanpa

penambahan suplemen herbal, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas lingkungan air kolam dan mengurangi bakteri patogen penyebab penyakit. Penambahan fermentasi suplemen herbal yang ditambahkan pada pakan pelet ikan dengan dosis sebesar 5% pada perlakuan K₁ dan dosis 15% pada perlakuan K₂ dan K₀ kontrol (tanpa penambahan fermentasi suplemen herbal) yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas sistem pencernaan pada ikan nila dan meningkatkan nafsu makan ikan, sehingga diharapkan kadar glukosa darah dan kadar asam urat pada ikan nila dapat menurun serta pertumbuhan ikan nila dapat tumbuh dengan optimal.



Gambar 2.11 Diagram Alir Penelitian

1. Hipotesis

Berdasarkan telaah pustaka dan kerangka berfikir maka dirumuskan hipotesis sebagai berikut :

a. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah pemberian fermentasi suplemen herbal berbahan (daun sirih, daun pepaya, daun jambu biji, daun mengkudu, jantung pisang dan bawang putih) pada pakan ikan nila dapat menurunkan kadar glukosa darah dan asam urat ikan nila.

b. Hipotesis Statistik

H_0 : Pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan ikan nila tidak berpengaruh terhadap kadar glukosa darah dan asam urat dalam darah ikan nila.

H_1 : Pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan ikan nila berpengaruh terhadap kadar glukosa darah dan asam urat dalam darah ikan nila.

Berdasarkan rumusan hipotesis tersebut, selanjutnya dilakukan pengujian hipotesis. Pengujian hipotesis ditunjukkan untuk menguji ada tidaknya pengaruh dari variabel bebas secara keseluruhan terhadap variabel dependen. Pengujian hipotesis dengan menggunakan Uji F atau yang biasa disebut dengan *Analysis of varian* (ANOVA) dengan $\alpha = 5\%$ / $\alpha = 0.05$.

Kriteria pengujian :

Hasil F hitung dibandingkan dengan F tabel, dengan kriteria :

1. Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ pada $\alpha=5\%$ atau ρ value (sig) $< \alpha$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima (berpengaruh).
2. Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ pada $\alpha=5\%$ atau ρ value (sig) $> \alpha$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak (tidak berpengaruh).

BAB III METODE PENELITIAN

A. Subjek Lokasi dan Waktu Penelitian

Subjek penelitian ini adalah ikan nila, umur 3,5 bulan, panjang \pm 13 cm, bobot 34 gram, jenis kelamin jantan, pemeliharanya menggunakan kolam terpal dengan diameter 2.5 m dan tinggi 1.5 meter, dengan 3 perlakuan dengan 4 ulangan. Penelitian ini dilakukan di Peternakan Jl. Bambu asri, Kecamatan Mranggen, Kabupaten Demak. Sasaran penelitian ini adalah kadar glukosa darah dan asam urat pada ikan nila. Waktu pelaksanaan penelitian dilaksanakan selama 5,25 bulan, pada bulan Juli - November 2020.

B. Bahan Penelitian

1. Bahan Pembuatan Fermentasi Suplemen Herbal Ikan Nila

Tabel 3.1 Bahan Pembuatan Fermentasi Suplemen Herbal Ikan Nila (3 L)

No	Bahan	Jumlah	Keterangan
a)	Daun pepaya	500 g	Perlakuan Suplemen Herbal
b)	Daun mengkudu	500 g	Perlakuan Suplemen Herbal
c)	Daun jambu biji	150 g	Perlakuan Suplemen Herbal
d)	Daun sirih	50 g	Perlakuan Suplemen Herbal
e)	Jantung pisang	500 g	Perlakuan Suplemen Herbal
f)	Gula merah	250 g	Sebagai nutrisi bakteri prekursor
g)	Bawang putih	100 g	Perlakuan Suplemen Herbal
h)	EM4 Perikanan	10 ml	Sebagai bakteri prekursor
i)	<i>Aquades</i> (air)	1,5 L	Sebagai pelarut

2. Bahan Untuk Pemeliharaan Ikan Nila

Tabel 3.2 Bahan untuk Pemeliharaan Ikan Nila

No	Bahan	Jumlah	Keterangan
a)	Ikan nila	165 ekor	Objek yang diteliti
b)	Pelet ikan (AF-2)	50 kg	Pakan ikan (komersil)
c)	Air Sumur	>15.000 L	Media kolam ikan nila

C. Alat Penelitian

1. Alat untuk Pembuatan Fermentasi Suplemen Herbal Ikan Nila

Tabel 3.3 Alat Pembuatan Fermentasi Suplemen Herbal Ikan Nila (3L)

No	Alat	Jumlah	Keterangan
a)	Drigen 5 L	2 buah	Untuk tempat penampungan probiotik
b)	Botol ukuran 1.5 L	8 buah	Untuk tempat penampungan probiotik
c)	Selang bening 1 M	2 unit	Untuk mengalirkan gas buangan
d)	Plastisin	1 pack	Untuk menghambat kebocoran
e)	Solder	1 unit	Untuk pemanas
f)	Saringan kecil	1 unit	Untuk menyaring probiotik
g)	Pisau	3 unit	Untuk memotong bahan
h)	Blender	1 unit	Untuk menghaluskan bahan

2. Alat untuk Pemeliharaan Ikan Nila

Tabel 3.4 Alat untuk Pemeliharaan Ikan Nila

No	Alat	Jumlah	Keterangan
a)	Kolam terpal 2 m	3 unit	Untuk tempat penampungan media
b)	Aerator	3 unit	Untuk penghasil oksigen
c)	pH meter	1 unit	Untuk mengukur pH
d)	EC meter	1 unit	Untuk mengukur zat terlarut dalam air
e)	Penggaris	1 buah	Untuk mengukur panjang
f)	Timbangan digital	1 unit	Untuk mengukur bobot
g)	Serokan ikan	1 unit	Untuk mengambil ikan
h)	Batu aerasi	9 buah	Untuk memecah udara dari aerator
i)	Alat tulis	1 unit	Untuk mencatat data
j)	Wadah pakan	3 buah	Untuk wadah pakan ikan
k)	Selang aerator	10 meter	Untuk menyalurkan udara dari aerator
l)	Termometer	1 unit	Untuk mengukur suhu
m)	Paranet	3 unit	Untuk pelindung kolam dari sinar matahari dan kotoran.

D. Variabel Penelitian

Variabel Penelitian

1. Variabel Independen
Pemberian variasi dosis fermentasi suplemen herbal.
2. Variabel Dependen
Kadar glukosa darah dan asam urat ikan nila.
3. Variabel Kontrol
Jenis ikan, umur ikan, kualitas air kolam, ukuran kolam, pakan ikan.

E. Desain Eksperimen

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian Eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengetahui dosis fermentasi suplemen herbal pada pakan. Perlakuan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya, yaitu pada penelitian Sulistyoningsih dan Rakhmawati (2016) bahwa dengan pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan berpotensi dapat menurunkan kadar glukosa darah dan asam urat pada ikan nila serta dapat meningkatkan imunitas terhadap penyakit. Perlakuan diatur dengan pengacakan secara lengkap sehingga setiap satuan percobaan memiliki peluang yang sama untuk mendapatkan setiap perlakuan. Untuk RAL setiap perbedaan diantara satuan percobaan yang mendapatkan perlakuan yang sama dinyatakan sebagai galat percobaan (S. Santoso, 2014).

Eksperimen dalam penelitian ini dilakukan menggunakan 3 perlakuan berbeda dan 5 kali pengulangan, sehingga ada 15 unit eksperimen dan ditempatkan secara acak. Perlakuan dan pengulangan tersebut dilambangkan sebagai berikut:

K_0 : Ransum Komersial (kontrol).

K_1 : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 5%.

K_2 : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 15%.

Masing-masing unit perlakuan dan ulangan akan dilakukan pengacakan dengan menggunakan tabel acak. Pengacakan dilakukan pada seluruh unit dengan 3 perlakuan, dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Perlakuan dan Ulangan

K_0U_1	K_1U_2	K_2U_3	K_0U_4	K_0U_5
K_1U_1	K_2U_2	K_0U_3	K_1U_4	K_1U_5
K_2U_1	K_0U_2	K_1U_3	K_2U_4	K_2U_5

Keterangan :

K : Perlakuan
U : Ulangan
Angka depan : Perlakuan Ke-
Angka belakang : Ulangan Ke-

F. Prosedur / Cara Kerja

1. Persiapan

a. Kolam

- 1) Menggunakan kolam terpal dengan diameter 2,5 m.
- 2) Mengisi air dengan tinggi ± 70 cm dari dasar kolam.
- 3) Mengatur kelistrikan untuk pemasangan aerator dan mengatur keamanannya dengan plastik supaya tidak korslet saat terkena air maupun saat hujan.
- 4) Memasang aerator sebanyak 3 buah pada masing masing kolam.
- 5) Memasang paranet di bagian atas kolam.

b. Alat Fermentasi

- 1) Menyiapkan semua alat yang dibutuhkan pada Tabel 3.3.
- 2) Melubangi dengan solder pada bagian tutup drigen beserta tutup botol bekas.
- 3) Memasukan selang sepanjang 0,5 M pada tutup drigen.
- 4) Memberi plastisin disekeliling selang supaya udara tidak keluar dari permukaan tutup drigen.
- 5) Memasukan ujung selang satunya ke dalam tutup botol bekas kemudian menutupkan pada botol yang di dalamnya berisi air sebanyak 500 ml.

c. Pembuatan Suplemen Herbal Terfermentasi

- 1) Menyiapkan semua bahan yang dibutuhkan pada Tabel 3.1.
- 2) Memblender semua bahan kecuali EM4 dengan menggunakan 3 liter air sehingga menghasilkan ± 3 L hasil akhir.
- 3) Memisahkan cairan dengan ampasnya. Menambahkan cairan yang telah dipisahkan dengan satu tutup EM4 kemudian memasukan kedalam drigen yang telah disiapkan.
- 4) Menutup rapat wadah jangan sampai ada udara yang keluar.
- 5) Menambahkan bakal produk suplemen herbal dengan air sebanyak 3 L, dan satu tutup EM4. Kemudian memasukan ke dalam drigen yang telah disiapkan.
- 6) Mengatur proses fermentasi selama 3 hari. Setelah 3 hari kemudian, melakukan penyaringan diukur per 1 liter dan dimasukan ke botol agar mempermudah saat diberikan ke ikan. Akan dihasilkan 3 botol dengan ukuran 1 liter per botolnya.

2. Pemberian Perlakuan Kolam Budidaya

Teknik pemberian fermentasi suplemen herbal pada media budidaya yaitu dengan mencampurkan secara langsung dengan media budidaya ikan nila setiap 1 minggu sekali dengan dosis pemberian 1 ml/ 1 liter air. Sesuai dengan pendapat Sakinah (2013) penambahan suplemen herbal terfermentasi terbaik pada media budidaya ikan nila yaitu dengan dosis 1 ml/ 1 liter air. Berdasarkan volume debit air kolam budidaya ikan nila dalam penelitian ini sebesar ± 1000 liter, maka susunan perlakuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Kolam K₀ : Tanpa pemberian perlakuan (kontrol).
- b. Kolam K₁ : Suplemen Herbal Terfermentasi 1 L.
- c. Kolam K₂ : Suplemen Herbal Terfermentasi 1 L.

Berdasarkan variabel kontrol dalam penelitian ini adalah kualitas air kolam budidaya ikan nila, maka untuk takaran pemberian fermentasi suplemen herbal pada kolam budidaya sebesar 1 liter untuk K₁ dan K₂ setiap 1 minggu sekali dan K₀ (kolam kontrol) tanpa perlakuan. Teknik pemberian suplemen herbal pada kolam budidaya sesuai pendapat Mansyur dan Tangko (2008) bahwa pemberian suplemen tambahan pada perairan budidaya berfungsi memperbaiki dan mempertahankan kualitas perairan.

3. Aklimatisasi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

- a. Meletakkan plastik yang berisi ikan nila di atas kolam selama 30 menit, untuk menyesuaikan ikan nila dengan lingkungannya.
- b. Membuka plastik dan membiarkan sampai ikan nila keluar sendiri ke dalam kolam penampungan awal.
- c. Memuasakan ikan selama 1 hari pada kolam penampungan awal.
- d. Setelah satu hari ikan dikolam penampungan awal, ikan nila di ambil dengan ukuran yang sama, kemudian dimasukkan ke masing masing kolam baik K₀, K₁, K₂ sebanyak 55 ekor.

4. Pemeliharaan Ikan Nila dan Pemberian Perlakuan

a. Pemberian pakan

Pemeliharaan ikan nila dilakukan selama 5,25 bulan. Standar pemberian pakan ikan perhari pada setiap kolam dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Pakan = rata-rata bobot ikan perkolam X jumlah ikan perkolam X 3%. Pakan yang digunakan dengan pelet (AF-2) dan suplemen herbal terfermentasi yang sudah ditentukan konsentrasinya, yaitu :

K₀ : Ransum Komersial (kontrol).

K₁ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 5%.

K₂ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 15%.

Data konversi pakan dan dosis suplemen herbal terfermentasi selama penelitian pada lampiran 3.

Teknik pemberian suplemen herbal sebagai pakan ikan yaitu dengan cara menyemprotkan suplemen herbal terfermentasi pada pakan pellet dengan sprayer minimal 1 jam sebelum pakan di berikan supaya terserap dalam pakan pellet. Pemberian suplemen herbal sesuai dengan pendapat Subandiyono dan Pinandoyo (2014) pemberian dosis 10 ml/kg suplemen herbal terfermentasi pada pakan ikan nila merupakan dosis terbaik terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila.

Pemberian pakan dilakukan sehari 3 kali pada pagi (08.00), siang (12.00) dan sore (16.00) pada setiap kolam yang sesuai. Pakan disemprot dengan suplemen herbal lalu diangin-anginkan sebelum diberikan kepada ikan nila, hal ini sesuai dengan pendapat Mulyani (2008) pemberian pakan tambahan berupa cairan dengan cara disemprot dan dikeringkan apabila dikonsumsi ikan dapat dengan mudah dicerna sehingga pertumbuhan ikan nila lebih cepat.

b. Pengelolaan Kualitas Air

Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan cara membuang feses 3 hari sekali dan penambahan air sebagai pengganti yang terbuang.

Pengifonan bertujuan untuk membuang sisa pakan dan feses ikan yang mengandung amonia. Amonia dalam kadar tinggi dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan ikan. Parameter kualitas air yang diamati yaitu suhu dan pH.

Tabel 3.6 Parameter Kualitas Air

No	Parameter	Alat yang digunakan
1.	Suhu	Termometer
2.	Amonia	<i>Aquatic test kit</i>
3.	Nitrit	<i>Aquatic test kit</i>
4.	pH	pH meter

5. Teknik Pengambilan Sampel

Variabel bebas penelitian yang diukur dan kebutuhan data yang dikumpulkan dalam penelitian meliputi parameter-parameter berikut ini:

- a. Variabel profil darah pada ikan nila dilihat dari kadar glukosa.
- b. Variabel profil darah pada ikan nila dilihat dari kadar asam urat.

G. Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini, yaitu : glukosa darah dan asam urat, diambil pada umur 5,25 bulan dimasukkan ke dalam Tabel 3.7 dan Tabel 3.8.

Tabel 3.7 Pengamatan Kadar Glukosa Darah Ikan Nila

Perlakuan	Ulangan (U)			Total	Rata-rata Perlakuan
	1	2	3	Jumlah Perlakuan n (T)	
K₀	x_1	x_2	x_3	$\sum x$	\bar{x}
K₁	y_1	y_2	y_3	$\sum y$	\bar{x}
K₂	z_1	z_2	z_3	$\sum z$	\bar{x}
Jumlah Umum	$\sum n_1$	$\sum n_2$	$\sum n_3$	$\sum xyz$	$\sum \bar{x}$
Rataan Umum	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}

Tabel 3.8 Pengamatan Kadar Asam Urat Ikan Nila

Perlakuan	Ulangan (U)			Total	Rata-rata Perlakuan
	1	2	3	Jumlah Perlakuan n (T)	
K₀	x_1	x_2	x_3	$\sum x$	\bar{x}
K₁	y_1	y_2	y_3	$\sum y$	\bar{x}
K₂	z_1	z_2	z_3	$\sum z$	\bar{x}
Jumlah Umum	$\sum n_1$	$\sum n_2$	$\sum n_3$	$\sum xyz$	$\sum \bar{x}$
Rataan Umum	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}

H. Analisis Interpretasi Data

Analisis data dilakukan menggunakan program SPSS dan *Microsoft Excel* 2010. Data yang telah diperoleh berdasarkan pengamatan merupakan data mentah yang meliputi kadar glukosa darah dan asam urat ikan nila. Pengaruh perlakuan terhadap parameter pengamatan dianalisis menggunakan Uji Anova. Uji Anova merupakan uji komparatif atau perbandingan yang digunakan untuk menguji perbedaan *mean* (rata-rata) pada data yang lebih dari 2 kelompok. Pengambilan keputusan dalam uji Anova dimana $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka hasil uji statistik signifikan atau berpengaruh, artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima. Suatu perlakuan disebut berbeda nyata dengan nilai α (*alpha*) 0,05 dan berbeda sangat nyata dengan nilai α (*alpha*) 0.01 dengan adanya perbedaan pengaruh pemberian dosis suplemen herbal terfermentasi pada pakan (S. Santoso, 2014).

Proses menganalisis data menggunakan uji Anova harus didukung dengan pengujian normalitas dan homogenitas, dimana kedua pengujian tersebut adalah syarat analisis data sebelum dengan menggunakan Uji Anova. Uji normalitas merupakan pengujian yang tujuannya untuk mengetahui data penelitian yang didapatkan memiliki distribusi normal atau tidak. Normalitas dipenuhi apabila hasil uji signifikan dengan taraf $\alpha=0,05$. Pengambilan keputusan pada uji

normalitas adalah apabila nilai signifikan lebih besar dari α , maka data tersebut berdistribusi normal, sedangkan nilai signifikan lebih kecil dari α , maka data berdistribusi tidak normal.

Uji selanjutnya setelah melakukan uji normalitas adalah melakukan uji homogenitas. Tujuan uji homogenitas adalah untuk mengetahui varian dari beberapa populasi sama atau tidak. Dasar pengambilan keputusan dalam Uji Homogenitas adalah apabila nilai signifikan $> \alpha$. Taraf alpha diketahui yaitu ($\alpha = 0.05$) maka dapat dikatakan bahwa varian dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah tidak homogen, sedangkan nilai signifikan lebih besar dari α , maka dapat dikatakan bahwa varian dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah homogen.

Uji Normalitas maupun Uji Homogenitas dilakukan dengan menggunakan program SPSS. Apabila hasil uji antar perlakuan berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut yaitu uji Duncan. Uji Duncan digunakan untuk mengetahui mana perlakuan yang berbeda nyata dan mana perlakuan yang paling baik (S. Santoso, 2014).

Langkah-langkah melakukan uji Duncan, sebagai berikut :

- Langkah 1. Mengurutkan seluruh rata-rata perlakuan dengan urutan menurun. Membuat peringkat dari hasil tertinggi ke perlakuan hasil terendah.
- Langkah 2. Menghitung nilai $S_d = \sqrt{2s^2/r}$
- Langkah 3. Menghitung (t-1) nilai beda nyata terpendek $R_p = \frac{(r_p)(s_d)}{\sqrt{2}}$ untuk $P = 2, 3, \dots, t$

Keterangan :

T = Banyaknya perlakuan

S_d = Galat baku perbedaan rata-rata

r_p = Nilai tabel dari lampiran F

Jarak dalam peringkat antara pasangan rata-rata perlakuan yang diperbandingkan ($P = 2$ untuk dua rata-rata dengan peringkat berikutnya dan $P = t$ untuk rata-rata tertinggi dan terendah) (S. Santoso, 2014).

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Ketersediaan nutrisi pada pakan pelet ikan dan kondisi perairan yang kurang ideal dapat menyebabkan kondisi fisiologi ikan nila menjadi tidak normal atau stres. Respon sekunder akibat stres yang dialami ikan nila yakni pelepasan hormon stres yang akan menyebabkan perubahan dalam darah dan perubahan jaringan kimia yaitu meningkatnya kadar gula darah dan asam urat pada ikan. Menurut M. Sulistyoningsih *et al.*, (2014) Pemberian varian *feed additive* herbal pada ayam broiler pada pemeliharaan sampai 5 minggu terbukti mampu memberikan pengaruh nyata pada pertambahan bobot, serta kadar glukosa darah relative rendah. Komponen senyawa flavonoid dalam pakan apabila dikonsumsi hewan ternak dapat mengurangi kadar asam urat tanpa efek, dan akan mempengaruhi metabolit biologis pada hewan normal serta mencegah stress dengan oksidatif (M. Sulistyoningsih *et al.*, 2018).

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah kadar glukosa darah dan kadar asam urat darah pada ikan nila. Penelitian dilakukan selama 5,25 bulan dengan pengambilan data pada akhir penelitian. Selain meneliti kadar glukosa darah dan asam urat darah, dilakukan juga pengamatan sekunder yaitu kualitas air media pemeliharaan ikan nila yang meliputi; pengamatan suhu, pH, amonia dan nitrit.

A. Hasil Penelitian

1. Kadar Glukosa Darah Ikan Nila

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar glukosa darah ikan nila, maka hasil dari penelitian kadar glukosa darah selama 5,25 bulan pemeliharaan dalam satuan mg/dL pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengaruh Pemberian Fermentasi Suplemen Herbal pada Kadar Glukosa Darah Ikan Nila

Kadar Glukosa Darah Ikan Nila (mg/dL)			
	K₀	K₁	K₂
U₁	103	167	172
U₂	91	133	118
U₃	83	100	132
U₄	112	99	120
U₅	125	95	180
Total	514	594	722
Rata-rata	102,8	118,8	144,4

Keterangan :

K₀ : Ransum Komersial (kontrol)

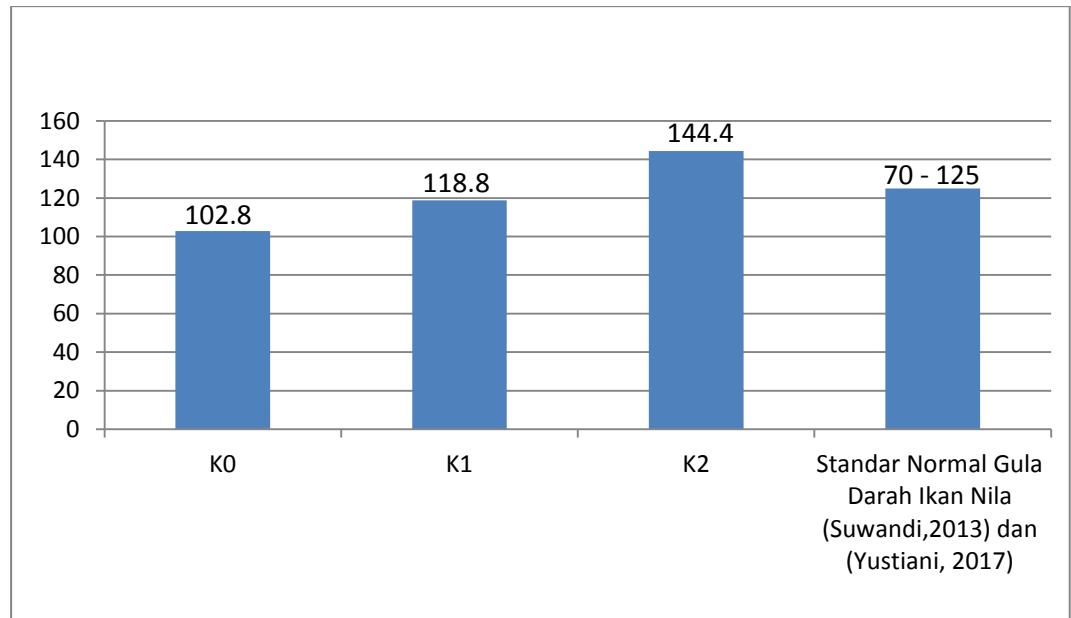
K₁ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 5%

K₂ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 15%

U₁₋₆ : Ulangan ke-

Pengukuran kadar glukosa darah ikan nila diawali pengambilan sampel ikan dari masing-masing kolam perlakuan, selanjutnya pada sampel ikan dilakukan pengambilan kadar glukosa darah dengan mengambil darah dari ikan nila pada bagian jantung atau di kepala menggunakan suntikan. Pembambilan data glukosa darah dilakukan dengan menggunakan alat ukur glukosa (*glukometer*) yang berstandar nasional. Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa rata-rata kadar glukosa darah tertinggi ikan nila terjadi pada perlakuan K₂ yaitu pakan dengan dosis ransum komersial + fermentasi suplemen herbal 15% dengan hasil kadar glukosa darah sebesar 144,4 mg/dL, sedangkan data hasil rata-rata kadar glukosa darah paling rendah terjadi pada perlakuan K₀ (kontrol) sebesar 102,8 mg/dL.

Berdasarkan Tabel 4.1 selanjutnya dapat dibuat Histogram kadar glukosa darah ikan nila dalam satuan mg/dL sebagai berikut :



Gambar 4.1 Histogram Kadar Glukosa Darah Ikan Nila

Keterangan :

- K₀ : Ransum Komersial (kontrol)
- K₁ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 5%
- K₂ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 15%
- Standar Normal : (Suwandi,2013) kadar glukosa darah nila (bobot 200-250 gram) sebesar 70-106 mg/dL. (Yustiani, 2017) kadar glukosa darah nila 125-192 mg/dL.

2. Analisis Data Kadar Glukosa Darah Ikan Nila

a. Uji Normalitas Kadar Glukosa Darah Ikan Nila

Tabel 4.2 *Test of Normality* Kadar Glukosa Darah Ikan Nila

Perlakuan	<i>Kolmogorov-Smirnov^a</i>			<i>Shapiro-Wilk</i>		
	<i>Statistic</i>	<i>Df</i>	<i>Sig.</i>	<i>Statistic</i>	<i>Df</i>	<i>Sig.</i>
K₀ (Kontrol)	,161	5	,200 [*]	,981	5	,941
Glukosa Darah K₁ (FSH 5%)	,328	5	,084	,819	5	,115
K₂ (FSH 15%)	,263	5	,200 [*]	,832	5	,143

*. *This is a lower bound of the true significance.*

^a*Lilliefors Significance Correction*

Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS. Hasil analisis yang telah diperoleh berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai signifikan normalitas *Kolmogorov-Smirnov^a* > 0,05, yang berarti bahwa data kadar glukosa darah ikan nila yang diperoleh telah berdistribusi normal.

b. Uji Homogenitas Varians Kadar Glukosa Darah Ikan Nila

Pengujian homogenitas data dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui data variabel yang digunakan dalam penelitian ini apakah sudah bersifat homogen atau tidak. Hasil uji *homogenitas varians* data kadar glukosa ikan nila dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 *Test of Homogeneity of Variances* Kadar Glukosa Ikan Nila

	<i>Levene Statistic</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
Kadar Glukosa Darah Ikan Nila	2,376	2	12	,135

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa homogenitas varians data kadar glukosa darah yang diperoleh memiliki hasil dengan nilai *Levene Statistic* 2,376 dan nilai signifikan yaitu 0,135 > 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data perlakuan setiap

perbedaan pemberian dosis fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar glukosa darah ikan nila memiliki varians yang sama (*homogen*).

c. Uji Anova Kadar Glukosa Darah Ikan Nila

Berdasarkan data hasil uji normalitas dan homogenitas varians kadar glukosa darah yang didapatkan pada Tabel 4.2 dan 4.3, data sudah berdistribusi normal dan homogen, selanjutnya pengolahan data dapat dilanjutkan ke tahap uji Anova atau F_{hitung} , yaitu untuk mengetahui pengaruh pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar glukosa darah ikan nila. Hasil uji Anova dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4 *Test of Anova One Factor* Kadar Glukosa Darah Ikan Nila

	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Between Groups</i>	4403,200	2	2201,600	3,137	,080
<i>Within Groups</i>	8420,800	12	701,733		
<i>Total</i>	12824,000	14			

Berdasarkan pengujian statistik *SPSS* menggunakan uji *Anova One Factor* pada Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa :

1. $\alpha = 0,05$
2. $P (p \text{ value}) \geq \alpha$, maka H_1 ditolak dan H_0 diterima
3. Nilai signifikansi uji Anova pada data kadar glukosa darah ikan nila adalah $0,080 \geq 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar glukosa darah ikan nila.

Untuk mengetahui perbedaan lanjutan dari masing-masing perlakuan pengaruh pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar glukosa darah ikan nila dilakukan uji lanjutan yaitu analisis data menggunakan program *SPSS Uji Duncan* yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

3. Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar asam urat darah ikan nila, maka hasil dari penelitian kadar asam urat darah ikan nila selama 5,25 bulan pemeliharaan dalam satuan mg/dL pada Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Data Hasil Pengaruh Pemberian Fermentasi Suplemen Herbal pada Pakan Terhadap Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila

Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila (mg/dL)			
	K₀	K₁	K₂
U₁	3.2	3	3.3
U₂	3.6	4.1	5.2
U₃	4.2	3.3	3.6
U₄	3.2	3.8	6
U₅	5.2	5.5	4
Total	19.4	19.7	22.1
Rata-rata	3.88	3.94	4.42

Keterangan :

K₀ : Ransum Komersial (kontrol).

K₁ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 5%.

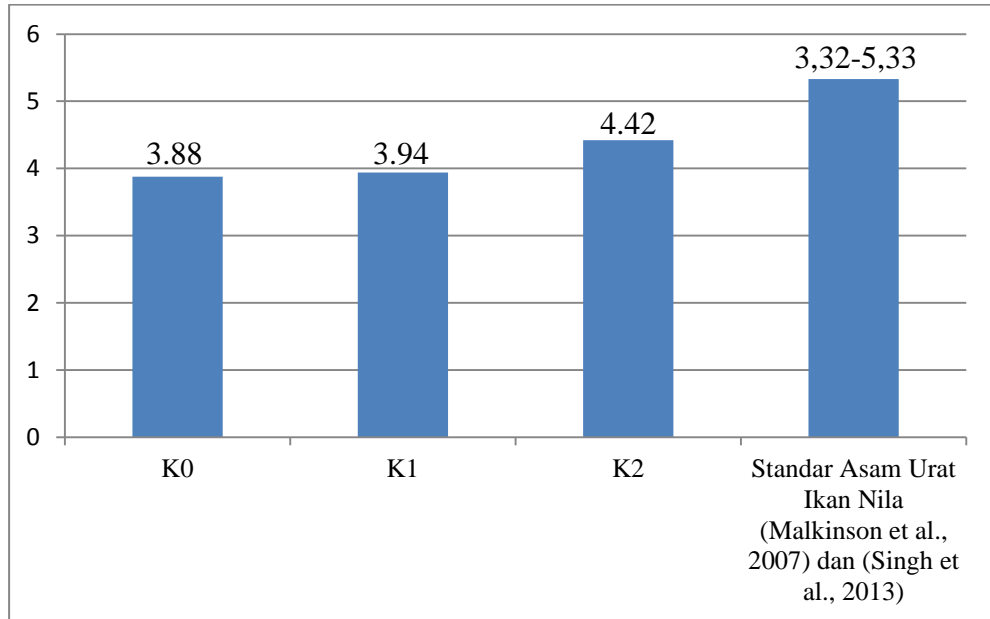
K₂ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 15%.

U₁₋₅ : Ulangan ke-

Pengukuran kadar asam urat darah ikan nila selama masa pemeliharaan didapatkan melalui uji menggunakan alat tes ukur asam urat GCU. Kegiatan awal dalam pengukuran sebelumnya diawali pengambilan sampel ikan nila dari masing-masing kolam perlakuan, selanjutnya pada sampel ikan dilakukan pengambilan kadar asam urat darah dengan mengambil darah dari ikan nila pada bagian jantung atau kepala menggunakan alat suntikan kemudian mengukur kadar asam urat menggunakan alat yang telah disiapkan. Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa rata-rata kadar asam urat darah ikan nila tertinggi terjadi pada perlakuan K₂ yaitu pakan pelet ditambah dengan pemberian fermentasi suplemen herbal 15% dengan hasil kadar asam urat darah ikan nila sebesar

4,42 mg/dl, sedangkan data hasil rata-rata kadar asam urat darah ikan nila paling rendah terjadi pada perlakuan K₀ (kontrol) dengan hasil sebesar 3,88 mg/dl.

Berdasarkan Tabel 4.6 selanjutnya dapat dibuat Histogram kadar asam urat darah ikan nila dalam satuan mg/dL sebagai berikut :



Gambar 4.2 Histogram Pengaruh Pemberian Fermentasi Suplemen Herbal pada Pakan Terhadap Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila

Keterangan :

K₀ : Ransum Komersial (kontrol).

K₁ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 5%.

K₂ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 15%.

Standar Asam Urat Ikan Nila 3,32-5,33 (Malkinson et al., 2007) dan (Singh et al., 2013)

4. Analisis Data Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila

a. Uji Normalitas Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila

Tabel 4.6 Test of Normality Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila

	Perlakuan	<i>Kolmogorov-Smirnov^a</i>			<i>Shapiro-Wilk</i>		
		<i>Statistic</i>	<i>Df</i>	<i>Sig.</i>	<i>Statistic</i>	<i>Df</i>	<i>Sig.</i>
Asam Urat	K₀ (Kontrol)	,230	5	,200*	,866	5	,251
	K₁ (FSH 5%)	,235	5	,200*	,912	5	,479
	K₂ (FSH 15%)	,244	5	,200*	,913	5	,486

*. *This is a lower bound of the true significance.*

^a*Lilliefors Significance Correction*

Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* pada aplikasi SPSS. Hasil yang diperoleh pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa nilai signifikan uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov^a* >0,05 yang berarti bahwa data kadar asam urat darah ikan nila yang telah didapatkan berdistribusi normal.

b. Uji Homogenitas Varians Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila

Pengujian homogenitas data dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui data variabel yang digunakan dalam penelitian ini apakah sudah bersifat homogen atau tidak. Uji homogenitas varians kadar asam urat darah ikan nila pada Tabel 4.8.

Tabel 4.7 *Test of Homogeneity of Varians* Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila

	<i>Levene Statistic</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
Kadar Asam Urat Ikan Nila	,524	2	12	,605

Berdasarkan Tabel 4.8 diketahui bahwa uji homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *Levene Statistic* 0,524 dan nilai Signifikan 0,605 > 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan setiap perbedaan pemberian dosis fermentasi suplemen herbal pada

pakan terhadap kadar asam urat darah ikan nila memiliki varians yang sama (*homogen*).

c. Uji Anova Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila

Berdasarkan data hasil uji normalitas dan homogenitas varians kadar asam urat darah ikan nila yang didapatkan bersifat normal dan homogen, selanjutnya dapat dilanjutkan ke tahap uji Anova atau F_{hitung} , yaitu untuk mengetahui pengaruh pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar asam urat darah ikan nila. Hasil uji Anova dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut

Tabel 4.8 *Test of Anova One Factor* Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila

	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Between Groups</i>	,876	2	,438	,444	,651
<i>Within Groups</i>	11,828	12	,986		
<i>Total</i>	12,704	14			

Berdasarkan pengujian statistik menggunakan uji *Anova One Factor* pada Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa :

1. $\alpha = 0,05$
2. $P (p \text{ value}) \geq \alpha$, maka H_1 ditolak dan H_0 diterima
3. Nilai signifikansi uji Anova pada data kadar asam urat darah ikan nila adalah $0,651 \geq 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar asam urat darah ikan nila.

a. Efek Farmakologi Fermentasi Suplemen Herbal

Berikut ini hasil rekapitan efek farmakologi bahan-bahan herbal yang digunakan dalam pembuatan suplemen herbal dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.9 Efek Farmakologi Bahan Suplemen Herbal

No	Bahan	Komponen Senyawa	Efek farmakologi
1.	Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.)	Fenol (<i>hidroksikavikol, kavikol, kavibetol, metal eugenol, karvakol, terpena, seskuiterpena, fenilpropana, tannin, alkaloid, dan flavonoid, enzim diastasa, enzim katalase, gula, pati, vitamin A, B dan C</i> (Suryana, 2009).	Minyak atsiri dalam daun sirih memiliki daya <i>antibakteri</i> , yang paling tinggi adalah turunan senyawa <i>Flavonoid</i> (<i>kavikol dan kavibetol</i> terhadap <i>S. aureus</i> (Suryana, 2009). Senyawa <i>estragol</i> mengobati penyakit akibat bakteri <i>shigella</i> sp. <i>Monoterpana</i> dan <i>seskuiterpana</i> (Zahra dan Iskandar, 2017) Mengobati penyakit <i>ektoparasit</i> (Herawati, 2009). Mengobati ikan patin yang terinfeksi bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i> (Mulia dan Husin, 2012). Mengurangi penyerangan <i>Trichodina</i> sp. pada benih ikan nila (Ginting <i>et al.</i> , 2013). Meningkatkan <i>hematokrit</i> dan <i>leukosit</i> pada ikan nila (Hamsah dan Muskita, 2016).
2.	Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.)	Senyawa <i>tanin, alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin, dan alkaloid karpain</i> (Tuntun, 2016). Enzim proteolitik, papain, khimopapain dan lisozim (Sari dan Hastuti, 2013).	Senyawa alkaloid dan enzim proteolitik, papain, khimopapain dan lisozim <i>pada daun pepaya</i> berguna pada proses pencernaan dan mempermudah kerja usus pada ikan (Sari dan Hastuti, 2013). Komponen enzim <i>papain</i> memiliki aktivitas <i>proteolitik</i> dan <i>antimikroba</i> yang baik (Tuntun, 2016).

		Suplemen daun pepaya mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, efisiensi protein pada pakan, meningkatkan laju pertumbuhan, meningkatkan kandungan protein pada daging ikan nila, dan meningkatkan ketebalan daging ikan nila (Isnawati dan Sidik, 2015).
		Meningkatkan respon imun pada budidaya ikan dan udang (Monica <i>et al.</i> , 2017).
3.	<p>Daun Jambu Biji (<i>Psidium guajava</i> L.)</p> <p>Memiliki kadar senyawa metabolit, yaitu; <i>steroid, fenol hidrokuinon, flavonoid, saponin dan tanin</i> (Bintarti, 2019).</p> <p>Memiliki kadar gizi; vitamin C, <i>thiamin, riboflavin, niacin, partothenic acid</i>, vitamin B 6 (Cahyono, 2010).</p>	<p>Senyawa golongan <i>flavonoid</i> memiliki aktivitas farmakologis seperti; <i>antibakteri, antiinflamasi, analgesik</i>, dan <i>antioksidan</i> (Mittal <i>et al.</i>, 2010).</p> <p>Senyawa <i>tanin</i> dan <i>alkaloid</i> dalam daun jambu biji mampu mencegah infeksi akibat parasit <i>Trichodina</i> sp. (Latief, 2009)</p> <p>Daun jambu biji mampu mengobati penyakit MAS (<i>Motile Aeromonas Septicemia</i>) (Matrilesi <i>et al.</i>, 2019)</p> <p>Konsentrasi terbaik infusa daun jambu biji untuk mengendalikan parasit <i>Trichodina</i> sp. pada ikan lele adalah 10 mL (Santrianda dan Aji, 2021).</p>
4.	<p>Daun Mengku du (<i>Morinda citrifolia</i> L.)</p> <p>Memiliki kadar protein sebesar 15-20%, asam <i>amino esensial</i> dan <i>nonessential</i>, vitamin (provitamin A, vitamin A, C, B5, B1, B2) serta mineral (Ca, P, Se, Fe) (Suharman, 2020).</p> <p>Senyawa metabolit primer (<i>saponin, fenolik, flavonoid, triterfenoid</i>, dan <i>glikosida</i>). dan senyawa metabolit sekunder (<i>alkaloid</i> dan <i>antrakuinon</i>)</p>	<p>Senyawa <i>alkaloid</i> dan <i>antrakuinon</i> sebagai <i>antibakteri</i> dan <i>antikanker</i> (Rukmana, 2002).</p> <p>Berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, rasio efisiensi protein, retensi protein dan aktivitas enzim <i>protease</i>, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kelulushidupan, retensi energi dan aktivitas enzim <i>amilase</i> pada ikan</p>

	(Armansyah dan Elsavira, 2019).	Sidat (<i>A. bicolor</i>) stadia <i>elver</i> (Cholifah <i>et al.</i> , 2012).
		Dosis terbaik sebesar 14,9% (Cholifah <i>et al.</i> , 2012).
5.	Jantung Pisang (<i>Musa paradisiaca</i>)	Memiliki kadar protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral dan serat (Arifin, 2016)
		Melancarkan aliran darah karena jantung pisang indeks glikemiknya rendah (Novitasari, 2013).
		Kadar serat yang tinggi mampu meningkatkan daya cerna protein pada ikan dengan proses pengolahan yaitu fermentasi (Handajani, 2012).
6.	Bawang Putih (<i>Allium sativum</i>)	Senyawa <i>allicin</i> , protein, vitamin B1, B2, C, dan D (Hembing, 2002).
		<i>Allicin</i> (bersifat antibakteri) mampu mencegah bakteri <i>Aeromonas</i> , senyawa <i>aliin</i> dapat meningkatkan sistem imun ikan (Sari <i>et al.</i> , 2014).
		Senyawa sulfur: <i>aliin</i> , <i>allicin</i> , <i>disulfida</i> , <i>trisulfida</i> ; Enzim seperti: <i>Alinase</i> , <i>perinase</i> ; asam amino seperti <i>arginin</i> dan mineral seperti <i>selenium</i> . (Sari <i>et al.</i> , 2014).

Tabel 4.10 Efek Farmakologi Suplemen Herbal Setelah Difermentasi

No	Bahan	Hasil Fermentasi (EM4 Perikanan)	Interaksi dengan Bakteri Patogen Kolam	Efek Terhadap Pencernaan Ikan
1.	Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.)	Suryana (2009): Senyawa Fenolik <ul style="list-style-type: none"> • <i>Flavonoid</i> • <i>Tanin</i> 	Senyawa fenolik golongan flavonid dan tanin memiliki aktifitas antimikroba sehingga mampu mengurangi pertumbuhan bakteri patogen penyebab penyakit pada ikan nila di kolam budidaya (Zahra dan Iskandar, 2017)	Menurut Kondoy <i>et al.</i> , (2013) daun sirih mampu menurunkan kadar glukosa darah. Senyawa flavonoid berfungsi untuk merangsang pengaktifan insulin. Menurut Sufriadi (2006) Masuknya senyawa tanin pada ikan nila mampu meningkatkan pencernaan terhadap protein. Dosis senyawa tanin yang ideal dalam tubuh ikan nila berperan penting dalam mengatur jumlah pertumbuhan bakteri penghasil enzim protease pada usus ikan nila.
2.	Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.)	Tuntun (2016) : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Enzim papain</i> 	Komponen enzim <i>papain</i> memiliki aktivitas <i>proteolitik</i> dan <i>antimikroba</i> yang baik (Tuntun, 2016).	Enzim papain berguna pada proses pencernaan dan mempermudah kerja usus ikan nila (Tuntun, 2016). Menurut Kiha <i>et al.</i> , (2012) enzim papain membantu pemecahan nutrien ransum sehingga meningkatkan pencernaan dan efisiensi pemanfaatan nutrien suplemen herbal.

3.	Daun Jambu Biji (<i>Psidium guajava</i> L.)	Wang <i>et al.</i> , (2016) : <ul style="list-style-type: none"> • Senyawa golongan <i>Polifenol</i> 	Senyawa golongan <i>polifenol</i> memiliki aktivitas farmakologis menghambat pertumbuhan bakteri patogen penyebab penyakit ikan nila seperti; penyakit MAS (<i>Motile Aeromonas Septicemia</i>) (Mittal <i>et al.</i> , 2010). Senyawa <i>polifenol</i> mampu mencegah infeksi akibat parasit <i>Trichodina</i> sp. (Latief, 2009).	Komponen bioaktif dari golongan <i>polifenol</i> daun jambu biji memiliki aktifitas seperti insulin (<i>insulin mimetic</i>) yang disebut zat <i>methylhydroxychalcone polymer</i> (MHCP) Jarvill- Taylor <i>dkk.</i> , (2001). Menurut Goldberg (2001) insulin juga berperan penting dalam proses metabolisme lipid pada jaringan adiposa dan hepar dan telah diuji oleh Jarvill-Taylor <i>dkk.</i> , (2001).
4.	Daun Mengku du (<i>Morinda citrifolia</i> L.)	Syahrudin E. <i>dkk.</i> , (2011) : <ul style="list-style-type: none"> • Protein kasar • β-karoten 	Kandungan dari senyawa β -karoten berperan sebagai imunostimulan untuk meningkatkan respon imun dan memfagositosis agen penyakit, dalam hal ini adalah bakteri patogen penyebab penyakit yang masuk ke dalam tubuh hewan budidaya (Mulyadi <i>dkk.</i> , 2019).	Kemampuan β -karoten menurunkan kolesterol karena adanya enzim <i>hidroksimetil glutaril-koA</i> (HMG). Enzim ini berperan dalam pembentukan mevalonat dalam proses biosintesa kolesterol (Syahrudin E. <i>dkk.</i> , 2011). Kandungan β -karoten yang masuk dalam sistem pencernaan ikan nila akan diubah menjadi vitamin A untuk melindungi sel-sel yang rusak (Mulyadi <i>dkk.</i> , 2019).
5.	Jantung Pisang (<i>Musa</i>	(Kurniawati <i>et al.</i> , 2016) : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Polifenol</i> 	Menurut (Sheng <i>et al.</i> , 2011) polifenol dari kultivar jantung pisang	Hasil fermentasi jantung pisang apabila dikonsumsi oleh ikan

<i>paradisi aca)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tanin</i>, dan • <i>Antosianin</i> 	berpotensi sebagai antioksidan yang berpengaruh dalam menurunkan bakteri patogen di kolam budidaya ikan nila.	nila akan berpengaruh terhadap sistem pencernaan dan melancarkan aliran darah karena jantung pisang indeks glikemiknya rendah (Novitasari, 2013). Kadar serat yang tinggi mampu meningkatkan daya cerna protein pada sistem pencernaan ikan nila (Handajani, 2012).
6. Bawang Putih (<i>Allium sativum</i>)	<p>Bawang putih mengandung <i>fitobiotik</i> yaitu alisin (Hartono <i>et al.</i>, 2016).</p> <p>Bawang putih mengandung <i>fruktosa oligosakarida</i> (FOS) sebanyak 3,34% sehingga dapat dijadikan sebagai prebiotik (Sunu <i>et al.</i>, 2019).</p>	<p><i>Alisin</i> bersifat <i>bakteriostatik</i>. <i>Alisin</i> mampu menembus dinding sel bakteri sehingga sel bakteri menjadi rusak dan mati. Meskipun bawang putih mengandung <i>fitobiotik</i>, tetapi bawang putih dapat digunakan sebagai nutrisi <i>Lactobacillus acidophilus</i>, karena bakteri ini tahan terhadap alisin (Hartono <i>et al.</i>, 2016).</p>	<p>Bawang putih memiliki kandungan senyawa inulin sebesar 9-16%. Inulin dapat digunakan sebagai substrat atau prebiotik karena juga termasuk <i>fruktooligosakarida</i> yang tidak dapat dihidrolisis enzim pencernaan tetapi merupakan sumber nutrisi oleh bakteri non patogen usus halus, sehingga dapat untuk meningkatkan pertumbuhan ikan nila (Nurhalimah, 2018).</p>

b. Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan sekali dalam penelitian dengan 3 ulangan. Pembersihan pada media pemeliharaan dilakukan setiap 3 hari, dengan melakukan penyaringan materi pengotor media seperti dedaunan yang masuk ke kolam, sisa pakan, dan feses ikan nila. Kegiatan pembersihan media pemeliharaan tersebut dilakukan supaya tidak

mempengaruhi kualitas air. Pengukuran kualitas air meliputi pengukuran fisika dan kimia diantaranya adalah; suhu, pH, amonia dan nitrit. Hasil data dari pengukuran kualitas media pemeliharaan Ikan Nila dalam penelitian “Pengaruh Penambahan Fermentasi Suplemen Herbal pada Pakan Pelet Ikan Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Asam Urat pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)” diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.11 Rata-rata Kualitas Air Media Pemeliharaan Ikan Nila

Parameter	Perlakuan	Banyaknya Ulangan			Rata-rata	Nilai Optimum
		U ₁	U ₂	U ₃		
Suhu (⁰ C)	K ₀	27,9	27,8	27,7	27,8	25-32 ⁰ C
	K ₁	28,0	28,1	27,9	28,0	(Salsabila dan
	K ₂	27,9	28,0	27,8	27,9	Suprpto, 2019)
pH	K ₀	7,2	7,4	7,5	7,36	6,5-8,6
	K ₁	7,4	7,7	7,5	7,53	(Salsabila dan
	K ₂	7,6	8,0	7,2	7,6	Suprpto, 2019)
Amonia (mg/l)	K ₀	0,0208	0,0310	0,0312	0,0276	< 0,02
	K ₁	0,0185	0,0193	0,0190	0,0189	(Salsabila dan
	K ₂	0,0138	0,0142	0,0140	0,014	Suprpto, 2019)
Nitrit (mg/l)	K ₀	0,0090	0,0091	0,0089	0,009	< 0,1
	K ₁	0,0040	0,0038	0,0039	0,0039	(Salsabila dan
	K ₂	0,0048	0,0045	0,0042	0,0045	Suprpto, 2019)

Keterangan :

- K₀ : Ransum Komersial (kontrol).
- K₁ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 5%.
- K₂ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 15%.

Berdasarkan Tabel 4.12 Pengukuran kualitas air selama pemeliharaan yang meliputi suhu (⁰C), pH, amonia (mg/l), nitrit (mg/l). Secara umum kualitas air masih berada dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan ikan nila. Kualitas air pada semua perlakuan dan ulangan selama pemeliharaan memperlihatkan hasil yang hampir sama. Pembersihan air dilakukan setiap 3 hari dengan membersihkan zat pengotor seperti sampah dedaunan yang jatuh, pakan ikan yang tidak termakan, dan feses ikan nila. Pergantian air kolam budidaya dilakukan 1 minggu sekali dengan mengurangi air sampai

ketinggian \pm 20 cm, kemudian mengisi kembali dengan air sumur sampai ketinggian \pm 70 cm.

B. Pembahasan

Berdasarkan data hasil penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Fermentasi Suplemen Herbal pada Pakan Pelet Ikan Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Asam Urat pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)” dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Pengaruh Pemberian Fermentasi Suplemen Herbal Terhadap Kadar Glukosa Darah Ikan Nila

Hasil penelitian ini rata-rata kadar glukosa darah tertinggi adalah 144,4 mg/dL pada perlakuan K₂ yaitu pakan dengan dosis ransum komersial + fermentasi suplemen herbal 15%. Sedangkan kadar glukosa darah terendah adalah 102,8 mg/dL pada perlakuan K₀ (kontrol). Penelitian ini tidak ada pengaruh pemberian fermentasi suplemen herbal terhadap kadar glukosa darah ($P > 0,05$). Berdasarkan pengujian statistik menggunakan uji *Anova one factor* pada Tabel 4.4 diketahui bahwa nilai signifikan kadar glukosa darah ikan nila $0,08 > 0,05$ ($\alpha = 5\%$), hal ini menunjukkan bahwa H₀ yang menyatakan tidak ada pengaruh nyata pada pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar glukosa darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) diterima dan H₁ yang menyatakan ada pengaruh pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar glukosa darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) ditolak. Tidak adanya pengaruh nyata dalam penelitian ini dimungkinkan disebabkan oleh faktor stress yang disebabkan oleh pergantian air dalam kolam ikan seminggu sekali. Hal ini senada dengan pendapat (Wright *et al.*, 2000), Perubahan gula darah ikan juga dapat menjadi indikasi stress pada ikan yang diakibatkan oleh faktor eksternal lingkungan perairan seperti adanya pencemaran limbah domestik dan industri. Menurut Mazeaud dan Mazeaud, (1981) stress pada ikan didefinisikan sebagai sejumlah respon fisiologis yang terjadi pada saat ikan berusaha mempertahankan homeostatis. Apabila kondisi ikan mengalami stress, ikan menanggapi dengan mengembangkan suatu kondisi

homeostatis yang baru dengan mengubah metabolismenya. Stres dapat meningkatkan kadar gula darah. Secara fisik, stres dapat dilihat dari tingkah laku ikan, seperti gerakan menjadi kurang agresif, turunnya nafsu makan ikan, dan warna tubuh ikan menjadi gelap.

Kadar glukosa darah pada penelitian ini berkisar 102,8-144,4 mg/dL lebih tinggi dari hasil penelitian dari (Suwandi,2013) menunjukkan kadar glukosa darah nila (bobot 200-250 gram) sebesar 70-106 mg/dL, namun masih lebih rendah dari hasil penelitian Yustiati (2017) yang menunjukkan glukosa darah nila sebesar 125-192 mg/dL. Berdasarkan Tabel 4.1 penelitian ini didapatkan hasil dimana kadar glukosa darah yang melebihi penelitian (Suwandi,2013) pada perlakuan K₂ (pakan dengan dosis ransum komersial + fermentasi suplemen herbal 15%) akan tetapi perolehan kadar glukosa pada perlakuan K₁ (pakan dengan dosis ransum komersial + fermentasi suplemen herbal 5%) ternyata melebihi kadar glukosa pada penelitian sebelumnya penelitian (Suwandi,2013) namun tidak sampai mencapai nilai glukosa darah seperti penelitian Yustiati (2017) yang optimal dengan hasil sebesar 118, 8 mg/dL, sedangkan pada perlakuan K₀ (kontrol) didapatkan hasil terendah sebesar 102,8 mg/dL. Berdasarkan Tabel 4.12 efek farmakologi dalam penambahan fermentasi suplemen herbal yang diberikan sesuai dosis mampu mengoptimalkan kadar glukosa darah ikan nila.

Fermentasi suplemen herbal yang masuk ke dalam tubuh ikan nila akan membantu proses pencernaan sehingga pencernaan meningkat. Pencernaan terhadap pakan meningkat selanjutnya pakan akan lebih efisien dimanfaatkan oleh ikan karena nutrisi pakan akan mudah terserap oleh tubuh yang selanjutnya retensi protein, retensi karbohidrat, dan retensi lemak akan meningkat akibat dari penyerapan nutrisi pakan (M. Sulistyoningsih, 2018). Sedana dengan pendapat tersebut Menurut M. Sulistyoningsih et al., (2014) Pemberian varian *feed additive* herbal pada ayam broiler pada pemeliharaan sampai 5 minggu terbukti mampu memberikan pengaruh nyata pada penambahan bobot, serta kadar glukosa

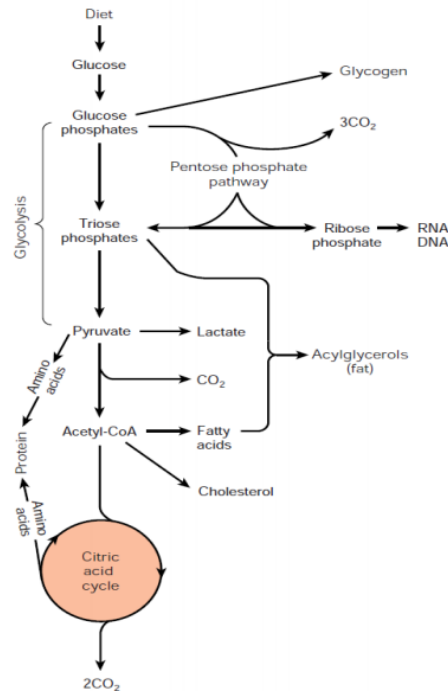
darah relative rendah. Menurut Pradono (2011) penambahan suplemen herbal dengan dosis 2,5 ml/200g BB, 5 ml /200g BB,dan 10 ml/200g BB mampu menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar yang diberi beban glukosa, dalam penelitian tersebut ternyata kenaikan dosis suplemen herbal dapat meningkatkan efek penurunan kadar glukosa darah, akan tetapi berdasarkan hasil pengukuran kadar glukosa darah yang telah diperoleh pada Tabel 4.1 didapatkan hasil dimana kadar glukosa darah yang melebihi penelitian (Suwandi,2013) pada perlakuan K₂ (pakan dengan dosis ransum komersial + fermentasi suplemen herbal 15%) akan tetapi perolehan kadar glukosa pada perlakuan K₁ (pakan dengan dosis ransum komersial + fermentasi suplemen herbal 5%) ternyata melebihi kadar glukosa pada penelitian sebelumnya penelitian (Suwandi,2013) namun tidak sampai mencapai nilai glukosa darah seperti penelitian Yustiati (2017) yang optimal dengan hasil sebesar 119 mg/dL, sehingga berdasarkan hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya berdasarkan dosis dan pemberian dosis fermentasi suplemen herbal dengan yang paling ideal adalah pada perlakuan K₁ sebesar 118,8 mg/dL.

Efektifitas pemberian suplemen herbal sebagai tambahan pakan pada ikan nila sangat berpotensi untuk mengatasi permasalahan kadar glukosa darah ikan nila, hal ini selaras dengan pendapat Amalia *et al.*, (2021) kadar alisin dalam bawang putih diketahui mampu menurunkan kadar glukosa darah pada hewan uji mencit dengan dosis 400 mg/kgBB. Sedangkan komponen senyawa yang terdapat dalam suplemen herbal pada Tabel 4.11 memiliki kadar senyawa fitokimia seperti flavonoid yang berperan penting dalam menurunkan kadar glukosa darah pada ikan nila. Interaksi komponen senyawa tersebut pada tubuh ikan nila senada dengan pendapat M. Sulistyoningsih *et al.*, (2018) komponen senyawa flavonoid dalam pakan apabila dikonsumsi hewan ternak dapat mengurangi kadar asam urat tanpa efek, dan akan mempengaruhi metabolit biologis pada hewan normal serta mencegah stress dengan oksidatif. Flavonoid telah diketahui memiliki aktivitas yang menghambat *oksidase xanthine*.

Bioproses pencernaan makanan setelah makanan dikonsumsi melalui tahapan oleh serangkaian enzim dalam tubuh. Komponen senyawa karbohidrat akan dicerna oleh enzim *α-amilase* yang dihasilkan oleh organ pankreas yang bekerja di usus halus. Komponen *disakarida* kemudian akan diuraikan menjadi *monosakarida*, sedangkan komponen *sukrase* akan mengubah *sukrosa* menjadi *glukosa* dan *fruktosa*, *lactase* mengubah *laktosa* menjadi *glukosa* dan *galaktosa*, serta sel epitel usus akan menyerap *monosakarida* dan *monosakarida* selanjutnya akan diserap ke dalam aliran darah (Murray et al., 2012).

Kadar glukosa darah dalam tubuh telah diatur oleh mekanisme hormonal, yaitu oleh hormon-hormon yang diproduksi oleh pankreas yaitu hormon insulin yang dihasilkan oleh sel *beta* dan hormon glukagon yang dihasilkan oleh sel *alfa*. Glukosa darah akan disintesis menjadi *glukogen* melalui proses *glukogenesis*. *Glukogen* disimpan di hati dan otot dan akan dirombak kembali menjadi glukosa jika terjadi penurunan glukosa di dalam darah melalui proses *glukogenolisis*. Glukosa dihasilkan akan masuk dalam tingkat sel akan mengalami proses *fosforilasi* membentuk *glukosa-6-fosfat*, yang dibantu oleh enzim *heksokinase* sebagai katalisator. *Glukosa-6-fosfat* akan mengalami metabolisme glikolisis membentuk produk akhir berupa *asam piruvat* dan ATP untuk digunakan sebagai sumber energi (Prata, 2018).

Selain berasal dari makanan, glukosa dalam darah juga berasal dari proses *glukoneogenesis* dan *glukogenolisis*. *Glukogenolisis* merupakan proses pemecahan *glukogen* di dalam hepar. Sedangkan, *glukoneogenesis* merupakan proses perubahan molekul-molekul kecil menjadi *glukosa*. Molekul yang diubah menjadi *glukosa* ialah asam *laktat* dan *piruvat* yang berasal dari otot, *gliserol* yang disuplai oleh jaringan *adiposum* ketika *trigliserida* dipecah, dan asam amino yang diubah menjadi *glukosa* (P. Astuti, 2015). Biokimia metabolisme glukosa yang terjadi di dalam tubuh dapat dilihat pada Gambar 4.3.

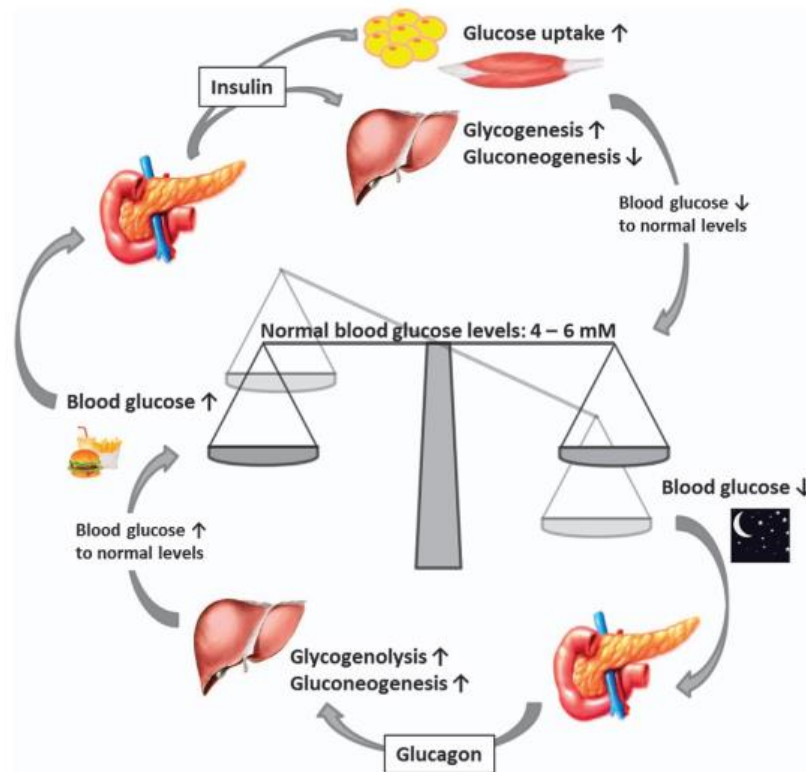


Gambar 4.3 Biokimia Metabolisme Glukosa

(Sumber : Astuti, 2015)

Kadar glukosa darah diatur sedemikian rupa agar dapat memenuhi kebutuhan tubuh. Kecepatan pengangkutan glukosa ke dalam sel otot dan lemak sangat dipengaruhi oleh insulin. Pengaruh adanya insulin, kecepatan pengangkutan glukosa dapat meningkat sekitar sepuluh kali lipat. Glukosa yang berhasil diserap dari pencernaan akan dilepaskan ke dalam aliran darah, sehingga kadar gula darah meningkat. Apabila kadar gula darah meningkat, maka hormon insulin dilepaskan dari sel beta pankreas. Insulin akan merangsang sel otot dan lemak untuk lebih permeabel terhadap glukosa. Insulin juga meningkatkan aktivitas enzim-enzim yang berperan dalam proses glikogenesis di otot dan hati sehingga menyebabkan hati mengubah lebih banyak glukosa menjadi glikogen. Sedangkan, bila kadar glukosa darah rendah, hormon glukagon akan bekerja merangsang sel hati untuk memecah glikogen kembali menjadi glukosa sehingga kadar glukosa darah akan kembali normal (Tandra, 2007).

STRES



Gambar 4.4 Mekanisme Homeostasis Kadar Glukosa Darah

(Sumber : Röder et al., 2016)

Sekresi hormon insulin dirangsang oleh keadaan hiperglikemia atau kadar glukosa darah di ambang batas dan hormon insulin akan bekerja untuk menyeimbangkan kadar glukosa darah. Bila produksi insulin tidak mencapai batas tubuh maka glukosa akan tetap berada di dalam darah tidak dapat ditransfer ke dalam organ-organ. Hal ini menyebabkan kadar glukosa darah meningkat sehingga terjadi pradiabetes atau diabetes (American Diabetes Association, 2016).

Gula darah merupakan sumber energi utama dan elemen penting untuk mendukung metabolisme sel ikan, terutama sel otak. Menurut Nasichah *et al.*, (2016) kadar gula darah yang tidak normal akan mengganggu kehidupan ikan dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Kadar gula darah yang tinggi merangsang kelenjar tiroid dan meningkatkan produksi tiroksin. Tingginya tiroksin dapat memicu limfositopenia (limfosit

rendah) dalam darah. Kemudian sistem saraf simpatis bereaksi berlebihan, yang menyebabkan kontraksi getah bening, meningkatkan laju pernapasan dan tekanan darah (Nilsson, 2016).

Perubahan gula darah ikan juga dapat menjadi indikasi stres pada ikan yang diakibatkan oleh faktor eksternal lingkungan perairan seperti adanya pencemaran limbah domestik dan industri (Wright *et al.*, 2000). Perubahan kondisi lingkungan akan menyebabkan tingginya permintaan akan suplai gula darah (Renitasari *et al.*, 2021). Menurut Mazeaud dan Mazeaud, (1981) stres pada ikan didefinisikan sebagai sejumlah respon fisiologis yang terjadi pada saat ikan berusaha mempertahankan homeostatis. Apabila kondisi ikan mengalami stres, ikan menanggapi dengan mengembangkan suatu kondisi homeostatis yang baru dengan mengubah metabolismenya. Stres dapat meningkatkan kadar gula darah. Secara fisik, stres dapat dilihat dari tingkah laku ikan, seperti gerakan menjadi kurang agresif, turunnya nafsu makan ikan, dan warna tubuh ikan menjadi gelap.

2. Pengaruh Pemberian Fermentasi Suplemen Herbal Terhadap Kadar Asam Urat Darah Ikan Nila

Hasil penelitian ini rata-rata kadar asam urat darah ikan nila tertinggi adalah 4,42 mg/dL pada perlakuan K₂ yaitu pakan dengan dosis ransum komersial + fermentasi suplemen herbal 15%. Sedangkan kadar asam urat darah ikan nila terendah adalah 3,88 mg/dL pada perlakuan K₀ (kontrol). Penelitian ini tidak ada pengaruh pemberian fermentasi suplemen herbal terhadap kadar asam urat darah ikan nila ($P > 0,05$). Berdasarkan pengujian statistik menggunakan uji *Anova one factor* pada Tabel 4.9 diketahui bahwa nilai signifikan kadar asam urat darah ikan nila $0,605 > 0,05$ ($\alpha = 5\%$), hal ini menunjukkan bahwa H₀ yang menyatakan tidak ada pengaruh nyata pada pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar asam urat darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) diterima dan H₁ yang menyatakan ada pengaruh pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar asam urat darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) ditolak.

Kadar asam urat darah ikan nila pada penelitian ini berkisar 3,88-4,42 mg/dL. Kadar asam urat normal pada unggas adalah 5.33 mg/dL (Singh et al., 2013). Menurut Malkinson *et al.*, (2007) kadar asam urat pada bebek sehat adalah 3,32 mg/dL. Menurut Hafiz dan Fidyasari (2018) kadar asam urat yang normal pada hewan seringkali jumlahnya minim atau rendah sehingga tidak dapat terbaca oleh alat ukur asam urat, sehingga biasanya terbaca LO yaitu kadar asam urat dibawah 3,0 mg/dl, hal ini selaras dalam pengambilan data kadar asam urat terdapat hasil LO pada salah satu sample yaitu pada perlakuan K₀ (kontrol), karena tanpa penambahan fermentasi suplemen herbal, sehingga sampel minim kadar asam urat dan tidak terbaca oleh alat ukur. Berdasarkan Tabel 4.6 dalam penelitian ini didapatkan hasil dimana kadar glukosa darah untuk setiap perlakuan baik K₁, K₂ dan K₀ sudah sesuai dengan hasil didalam rentan batas normal kadar asam urat pada hewan budidaya. Berdasarkan Tabel 4.12 efek farmakologi dalam penambahan fermentasi suplemen herbal yang diberikan sesuai dosis mampu mengoptimalkan kadar asam urat darah ikan nila.

Perlakuan K₁ memberikan hasil rata-rata normal kandungan asam urat dengan nilai sebesar 3,92. Pengendalian kadar asam urat ada dua yaitu penurunan kadar asam urat dengan mempercepat atau meningkatkan pengeluaran asam urat lewat kemih dan penurunan kadar asam urat dengan menekan produksinya (Noviyanti, 2015). Penggunaan fermentasi suplemen herbal yang ideal dalam penelitian ini sebesar 5% menunjukkan aktifitas kadar asam urat yang normal, hal tersebut selaras dengan pendapat Bauda *et al.*, (2021) pengobatan tradisional dapat memanfaatkan beberapa jenis tumbuhan obat. Berdasarkan kajian pustaka pada Tabel 4.12 Komponen senyawa dimanfaatkan untuk pengobatan asam urat adalah senyawa *flavonoid*, *alkaloid* dan vitamin C. Hal ini sesuai dengan pendapat Meriyanti *et al.*, (2020) Komponen bahan suplemen herbal dari tanaman antara lain; daun sirih, daun pepaya, daun jambu biji, daun mengkudu, jantung pisang dan bawang putih berpotensi sebagai penurun asam urat. Komponen senyawa *flavonoid* adalah substansi yang berasal dari tumbuh-tumbuhan.

Flavonoid merupakan antioksidan yang potensial. Mekanisme kerja *flavonoid* adalah menghambat kerja enzim *xanthin oxidase* dan *superoksidase* sehingga asam urat dalam darah tidak terbentuk. Senyawa *alkaloid isquinolin* yang berfungsi sebagai analgesik yang dapat meredakan rasa nyeri akibat asam urat. Kandungan vitamin C dalam jus sirsak berfungsi sebagai antioksidan yang dapat mengurangi terbentuknya asam urat dengan menghambat produksi enzim *xantin oksidase* (Noormindhawati, 2013). Xanthine oxidase menghasilkan asam urat dan oksidan yang merupakan enzim kunci dalam kerusakan jaringan. Enzim ini mengubah hypoxanthine dan xanthine menjadi asam urat. Flavonoid dan telah dilaporkan memiliki aktivitas penghambatan oksidase xanthine.

Perlakuan K₂ memberikan hasil yang paling tinggi dengan nilai 4,42. Tingginya kadar asam urat pada perlakuan ini disebabkan oleh berbagai faktor salah satunya adalah stress. Hal ini senada dengan pendapat M. Sulistyoningsih (2018) Tingginya kadar asam urat pada hewan budidaya disebabkan oleh berbagai faktor salah satunya adalah stress. Cekaman stres tersebut disebabkan oleh faktor lingkungan (suhu udara) maupun faktor lain. Menurut Syukri (2007) stress menyebabkan kadar asam urat dalam serum meningkat. Stress oksidatif yang disebabkan radikal bebas di lingkungan dapat menimbulkan kekacauan dalam sistem pengaturan asam urat dalam tubuh. Hormon stress yang berpengaruh dalam peningkatan kadar asam urat adalah endofrin. Endofrin memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap pengaturan respon tubuh terhadap stress. Saat stress tubuh akan mengalami peningkatan metabolisme seluler, glikolisis otot, dan peningkatan produksi hormon antideuritik yang dapat mengurangi produksi urin. Hal ini dapat memicu peningkatan kadar asam urat dalam darah. Meningkatnya hormon endofrin akan mengurangi stress dan menurunkan kadar asam urat dalam darah begitupun sebaliknya penurunan hormon endofrin akan meningkatkan stress dan meningkatnya kadar asam urat darah (Rakhman *et al.*, 2015).

Asam urat merupakan salah satu gangguan yang terkait dengan kerusakan pada organ ginjal. Penyebab asam urat diakibatkan banyaknya

kerusakan ginjal terjadi karena faktor multietiologi yang secara luas dikategorikan sebagai Penyebab nutrisi dan metabolik, penyebab infeksi dan penyebab lainnya seperti mikotoksin (Eldaghayes et al., 2010). Menurut Milind *et al.*, (2013) saat tubuh (ginjal) gagal memetabolisme protein tinggi dan asupan purin dengan benar hal tersebut yang menyebabkan terjadinya peningkatan asam urat dalam darah.

3. Efek Farmakologi Fermentasi Suplemen Herbal Ikan Nila

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah diperoleh bahwa efektivitas pemberian suplemen herbal terfermentasi pada pakan dengan hasil terbaik pada perlakuan K₁ dengan dosis pakan ransum komersial + fermentasi suplemen herbal 5%. Pemberian suplemen herbal pada pakan dapat digunakan sebagai solusi alternatif pakan tambahan dalam budidaya ikan nila yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, hal ini sesuai dengan pendapat Kordi dan Gufran (2010) bahwa budidaya dengan cara intensif penting dilakukan untuk saat ini agar permintaan pasar terpenuhi, namun dengan cara intensif terdapat banyak masalah yang berkaitan dengan kesehatan ikan.

Penggunaan bahan herbal yang telah difermentasi dengan bakteri probiotik EM4 perikanan dalam pembuatan suplemen herbal terfermentasi yang kemudian dikonversikan melalui pakan, merupakan salah satu alternatif yang bisa digunakan dalam peningkatan nutrisi dan kadar senyawa dalam suplemen herbal terfermentasi, hal tersebut sesuai dengan pendapat Djonny (2018) menyatakan bahwa fermentasi merupakan salah satu metode rekayasa proses biokimia, prinsip dari rekayasa metode fermentasi dilakukan untuk menghancurkan jaringan tanaman dengan cara memecahkan dinding sel menggunakan enzim yang terdapat dalam EM4 (Effective Microorganisms). Menurut Sulasiyah, *et al.*, (2018) proses fermentasi menyebabkan kadar fenol meningkat dan mampu meningkatkan kadar senyawa fitokimia dalam bahan herbal.

Berdasarkan pendapat Sakinah (2013) penambahan suplemen herbal pada media budidaya dengan dosis terbaik terhadap pertumbuhan dan

kelangsungan hidup ikan nila yaitu sebesar 1 ml/1 liter air. Hal ini sesuai pendapat Mansyur dan Tangko (2008) bahwa peranan suplemen herbal yang telah difermentasi dengan bakteri probiotik kemudian diaplikasikan kedalam media budidaya ikan nila berfungsi untuk mempertahankan kestabilan kualitas air kolam budidaya. Mekanisme suplemen herbal pada kolam budidaya dengan menurunkan kandungan bahan organik seperti; *amoniak*, gas *hidrogen sulfida*, dan gas-gas beracun lainnya. Selain itu, suplemen herbal memiliki peranan lain seperti; mencegah terjadinya *blooming* alga sehingga dapat menjaga kestabilan nilai pH dalam kolam budidaya, menurunkan kadar BOD dan menjaga ketersediaan oksigen bagi ikan nila.

Penambahan suplemen herbal terfermentasi pada pakan ikan nila bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pakan dan meningkatkan kekebalan tubuh ikan terhadap penyakit, hal ini sesuai pendapat Sukenda *et al.*, (2016) pemberian probiotik memungkinkan ikan mencapai pertumbuhan optimal dan meningkatkan imunitas terhadap penyakit. Suplemen herbal terfermentasi yang masuk ke dalam tubuh ikan nila dengan membantu proses sistem pencernaan, sehingga pencernaan ikan nila meningkat dan lebih optimal. Dampak pencernaan ikan nila terhadap pakan yang meningkat, menyebabkan pakan pellet yang ditambahkan suplemen herbal menjadi lebih optimal apabila dikonsumsi oleh ikan nila, karena nutrisi pakan akan mudah diserap oleh sistem pencernaan ikan nila, yang selanjutnya *retensi* protein, *retensi* karbohidrat, dan *retensi* lemak akan ikut mengalami peningkatan akibat dari penyerapan nutrisi pakan.

Bakteri probiotik dalam EM4 perikanan yang digunakan, selain berperan membantu proses fermentasi bahan herbal juga membantu menghasilkan enzim sebagai hasil akhirnya, enzim yang terdapat dalam suplemen herbal berfungsi mengurai senyawa kompleks dari bahan herbal menjadi yang lebih sederhana, hal ini senada dengan pendapat Ahmadi (2012) bahwa fermentasi dengan memanfaatkan bakteri probiotik memiliki mekanisme dalam menghasilkan beberapa enzim untuk pencernaan pakan seperti; *amilase*, *protease*, *lipase*, dan *selulase*. Enzim-enzim tersebut

mampu membantu menghidrolisis nutrisi pakan (molekul-molekul kompleks), seperti memecah karbohidrat, protein, dan lemak menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana akan mempermudah proses pencernaan dan penyerapan dalam saluran pencernaan ikan (Dewi dan Tahapari, 2017). Pakan ikan berupa pellet yang dicampur suplemen herbal, didalamnya mengandung bakteri *Lactobacillus*, bakteri tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan ikan. Selanjutnya, didalam suplemen herbal terdapat bakteri *Bacillus sp.* yang berfungsi meningkatkan efisiensi pakan dan retensi protein pada ikan nila. Pemberian suplemen herbal yang mengandung bakteri probiotik multispecies (*B. subtilis* dan *S. lentus*) pada media budidaya dapat mengurangi populasi *Aeromonas hydrophila* dan meningkatkan sintasan, serta meningkatkan imun ikan (Ramadhana *et al.*, 2012).

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa pada berbagai bahan pembuatan suplemen herbal memiliki aktivitas *imunostimulan* secara *farmakologis*, yaitu dalam bahan herbal berdasarkan komponen senyawanya memiliki kemampuan dimanfaatkan sebagai *antivirus*, *antibakteri*, termasuk *antiparasit* yang digunakan sebagai alternatif pengobatan penyakit dalam budidaya ikan nila, selain itu bahan herbal tersebut mampu digunakan sebagai alternatif *antibiotik* dan *growth promotor*, hal ini sesuai dengan pendapat Puspitasari (2017) penambahan suplemen herbal dalam pakan diketahui dapat meningkatkan laju pertumbuhan spesifik ikan lele dumbo sebesar 11,43% yang dipelihara selama 30 hari.

Berdasarkan hasil telaah pustaka dapat diketahui bahwa efek farmakologi suplemen herbal didapatkan dari komponen bahan herbal yang merupakan bahan alami dengan berbagai kandungan senyawa yang memiliki fungsi beragam. Secara empirik, diketahui bahwa bahan alami sebagai alternatif obat telah digunakan dalam pengobatan berbagai penyakit terutama berkaitan dengan terganggunya sistem kekebalan atau imunitas, hal ini selaras dengan pendapat Sulistyoningsih (2018) penggunaan bahan herbal dapat dikatakan lebih ramah lingkungan karena bahan herbal yang

digunakan mudah terurai di alam dibandingkan bahan kimia buatan, sehingga pemakaian bahan herbal atau alami menjadi pilihan yang tepat.

Berikut penjelasan uraian efek farmakologis suplemen herbal;

a. Sebagai Perangsang Nafsu Makan dan *Growth Promotor*

Berdasarkan telaah pustaka telah diketahui pemanfaatan bahan-bahan alami dimanfaatkan sebagai perangsang nafsu makan dan *growth promotor* dalam budidaya ikan nila. Penggunaan bahan alami dalam pembuatan suplemen herbal yang berperan sebagai perangsang nafsu makan dan *growth promotor* terhadap ikan nila adalah daun pepaya, hal ini sesuai dengan pendapat Sari dan Hastuti (2013) daun pepaya memiliki dua jenis enzim yaitu; enzim *endogeneous* dan enzim *eksogeneous*, sedangkan yang bermanfaat bagi ikan nila adalah enzim *eksogeneous*. Enzim *eksogeneous* berperan membantu mempercepat proses pencernaan dan *hidrolisis* ikan nila menjadi lebih optimal. Enzim *eksogeneous* dalam daun pepaya adalah enzim *papain*, selanjutnya di uraikan oleh Tuntun (2016) bahwa daun pepaya memiliki komponen senyawa *tanin*, *alkaloid*, *flavonoid*, *terpenoid*, *saponin* dan *alkaloid karpain*. Daun pepaya memiliki beberapa enzim, senyawa alkaloida dan enzim proteolitik, papain, khimopapain dan lisozim pada daun pepaya berguna pada proses pencernaan dan mempermudah kerja usus. Komponen enzim *papain* memiliki aktivitas *proteolitik* dan *antimikroba* yang baik.

Pengaruh positif dari pemberian daun pepaya pada budidaya ikan nila membuat ikan nila menjadi lebih sehat. Pemberian daun pepaya dari fase starter atau awal budidaya dapat menurunkan angka kematian hewan budidaya, namun apabila diberikan berlebihan akan menyebabkan rasa pahit pada daging hewan budidaya karena daun pepaya mengandung *alkaloid karpain* (Siti *et al.*, 2016). Metode yang digunakan untuk menurunkan kandungan *alkaloid karpain* dapat menggunakan beberapa metode, diantaranya; metode fisika, kimia, fisika-kimia dan biologi. Salah satu metode yang paling efektif dan mudah dilakukan adalah metode biologi dengan proses fermentasi menggunakan EM4 perikanan.

Suplemen herbal berfungsi sebagai pemberi rasa yang secara langsung sehingga dapat memengaruhi pola makan, sekresi cairan pencernaan, hingga total konsumsi pakan. Stimulasi sekresi pencernaan ikan, seperti air liur, enzim pencernaan, empedu, dan lendir dianggap sebagai hal penting dari adanya bahan tambahan pada pakan (*feed additiv*) (Sulistyoningsih dan Rakhmawati, 2016). Bahan tambahan pakan dapat meningkatkan faktor pertumbuhan (*growth promotor*) melalui kemampuannya sebagai peningkat nafsu makan ikan dibanding porsi sebelumnya (Isnawati dan Sidik, 2015).

b. Sebagai Antibakteri dan Antiparasit

Tingginya pemakaian *antibiotik* atau *bakteriostatik* atau *antimikrob* dalam budidaya ikan nila sekarang ini harus dikurangi, hingga lebih baik digantikan dengan produk alternatifnya seperti menggunakan bahan alami, guna menghindari terjadinya resistensi bakteri patogen (Arwin *et al.*, 2016). Alternatif bahan alami untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat menggunakan produk suplemen herbal yang telah terfermentasi. Suplemen herbal ikan nila terfermentasi memiliki kemampuan untuk menghambat aktivitas bakteri patogen yang menyerang ikan nila. Berdasarkan kadar senyawa yang terdapat dalam bahan suplemen herbal. Bahan suplemen herbal yang berperan memiliki aktivitas *antibakteri* adalah daun sirih, sedangkan sebagai *antiparasit* adalah daun jambu.

Menurut Zahra dan Iskandar (2017) potensi senyawa antimikroba dalam daun sirih sebagai suplemen herbal di bidang akuakultur didukung oleh komponen fitokimia yang memiliki aktivitas antibakteri ideal dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen tetapi menjaga ketersediaan bakteri yang bermanfaat bagi ikan nila dalam jumlah tertentu sesuai dosis konsentrasi yang diberikan. Kandungan fitokimia dari tanaman sirih seperti *tanin*, *alkaloid*, dan *flavonoid*, selain memiliki aktivitas farmakologi, senyawa fitokimia tersebut memberikan efek rasa dan aroma yang disukai oleh ikan nila.

Bahan daun sirih dalam suplemen herbal mengalami peningkatan setelah proses fermentasi, hal ini senada dengan pendapat Hardiansi *et al.*,

(2020) bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar fenolik ekstrak tanaman segar dan yang sudah terfermentasi, sehingga pada ekstrak daun sirih terfermentasi memiliki kadar fenolik yang lebih tinggi dari pada ekstrak daun sirih segar. Peningkatan kadar fenolik setelah fermentasi mencapai 129,82%. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi pada daun sirih berpotensi dapat meningkatkan kadar senyawa fenolik. Pada proses fermentasi terjadi pemecahan dinding sel pada daun sirih.

Perubahan yang terjadi pada saat proses fermentasi daun sirih menunjukkan adanya aktivitas mikroba yang berpengaruh terhadap perubahan struktur daun sirih. Indikator keberhasilan fermentasi daun sirih adalah teksturnya menjadi semakin lembek dan mengeluarkan bau khas sirih yang lebih menyengat. Hal ini menunjukkan bahwa dinding sel daun sirih telah mengalami kerusakan sehingga dapat mempermudah proses ekstraksi senyawa metabolit daun sirih. Identifikasi fitokimia dilakukan untuk mengkonfirmasi adanya kadar senyawa fenolik dalam suatu bahan. Berdasarkan hasil identifikasi fitokimia dapat diketahui bahwa pada bahan organik daun sirih terfermentasi dan sebelum fermentasi positif mengandung flavonoid dan tanin, dimana kedua senyawa tersebut termasuk dalam senyawa fenolik (Muthulakshmi *et al.*, 2015)

Daun sirih dalam suplemen herbal juga berperan untuk menurunkan kadar glukosa darah dan memelihara kesehatan ikan nila, hal ini sesuai pendapat Kondoy *et al.*, (2013) bahwa daun sirih mampu menurunkan kadar glukosa darah pada ikan nila, hal ini dikarenakan dalam ekstrak daun sirih mengandung senyawa flavonoid yang berfungsi untuk merangsang pengaktifan insulin. Menurut Sufriadi (2006) senyawa tanin dapat berikatan dengan dinding sel mikroorganisme dan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Masuknya senyawa tanin pada ikan nila mampu meningkatkan pencernaan terhadap protein. Konsentrasi senyawa tanin yang ideal bagi ikan nila berperan penting dalam mengatur jumlah pertumbuhan bakteri didalam usus ikan nila sebagai penghasil enzim protease.

Daya *antibakteri* dalam daun sirih disebabkan adanya senyawa *flavonoid* golongan *kavikol* yang dapat mendenaturasi protein sel bakteri. Senyawa *flavonoid* berfungsi sebagai antibakteri dan mengandung *kavikol* serta *kavibetol* yang merupakan turunan dari fenol yang mempunyai daya antibakteri lima kali lipat dari *fenol* biasa, senyawa golongan *flavonoid* tersebut terbukti berpengaruh terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Senyawa *estragol* mempunyai sifat antibakteri, terutama berpengaruh terhadap; *Shigella* sp. Manfaat daya *antibakteri* dalam daun sirih tersebut senada dengan pendapat Zahra dan Iskandar, (2017) daun sirih memiliki sifat sebagai *antiseptik*, *antiperadangan* dan *antianalgenik* yang dapat membantu penyembuhan luka. Pemberian ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* L.) juga memberikan pengaruh dalam menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans* (Gunawan *et al.*, 2015). Selaras dengan pernyataan tersebut, menurut Mulia dan Husin (2012) penambahan ekstrak daun sirih yang dicampur kedalam pakan ikan mampu mengobati ikan patin yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrphilia*.

Selain sebagai *antibakteri*, suplemen herbal terfermentasi memiliki kemampuan dalam mengatasi permasalahan *ektoparasit* pada ikan nila, komponen bahan yang memiliki aktivitas sebagai antiparasit adalah daun jambu biji. Daun jambu biji telah digunakan untuk menangani beberapa penyakit parasit dalam budidaya ikan nila, hal ini sesuai dengan pendapat Ginting *et al.*, (2013) bahwa penggunaan daun jambu biji dapat mengatasi permasalahan *ektoparasit* dalam budidaya ikan nila seperti; *miksobolasis*, *trichodiniasis*, *girodaktilosis*, *argulosis*, dan *skutikokilia*. Suplemen herbal terfermentasi yang diterapkan dalam budidaya ikan nila bermanfaat sebagai alternatif menggantikan peran formalin yang saat ini banyak dipakai sebagai penanganan penyakit parasit pada ikan, pemakaian formalin ini tentu saja berisiko meninggalkan residu yang bersifat toksik pada daging ikan dan dapat merugikan manusia yang mengkonsumsinya. *Ektoparasit* dalam budidaya ikan nila berperan sebagai faktor pembatas untuk bidang

akuakultur, sehingga perlu dilakukan perlakuan khusus untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Berdasarkan komposisi senyawa daun jambu biji, diketahui senyawa dalam daun jambu biji tersusun atas senyawa fenolik, meskipun keberadaan senyawa fenolik dalam daun jambu biji berada terkait dengan komponen protein atau polisakarida pada dinding sel daun jambu biji melalui ikatan glikosida. Berdasarkan letak komponen senyawa fitokimia dalam daun jambu biji yang sulit diekstraksi dengan hasil optimal, tetapi dengan menggunakan bantuan mikroorganisme dapat membantu lebih optimal, karena mikroorganisme mampu menghasilkan beberapa enzim, seperti pada penggunaan EM4 dalam fermentasi bahan organik terbukti berguna untuk meningkatkan pelepasan senyawa fitokimia seperti fenolik dalam bahan organik. Fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* menyebabkan peningkatan kandungan quercetin dan total *polifenol* yang signifikan. Termasuk asam galat, asam klorogenat, rutin, isoquercitrin, avicularin, quercitrin, kaempferol, dan quercetin, serta semua polifenol yang diekstraksi dari daun jambu biji (Wang et al., 2016).

Komponen bioaktif dari golongan *polifenol* daun jambu biji memiliki aktifitas seperti insulin (*insulin mimetic*) yang disebut zat *methylhydroxychalcone polymer* (MHCP). Insulin juga berperan penting dalam proses metabolisme lipid pada jaringan adiposa dan hepar (Rolin et al., 2015). Menurut Latief (2009) kadar senyawa yang memiliki aktivitas *antiparasit* pada daun jambu biji adalah senyawa *tanin* dan senyawa *alkaloid*. Senyawa tanin merupakan senyawa “*growth inhibitor*” bersifat *antiparasit* dengan cara *mempresipitasi* protein. Efek *antiparasit* senyawa *tanin* melalui reaksi dengan membran sel, *inaktivasi* enzim, *destruksi* atau *inaktivasi* fungsi materi genetik, kemudian *alkaloid* mempunyai kemampuan dalam menghambat kerja enzim untuk mensintesis protein parasit. Penghambatan kerja enzim ini dapat mengakibatkan metabolisme parasit terganggu. *Alkaloid* juga dapat merusak komponen penyusun *peptidoglikan* pada sel parasit, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk

secara utuh dan menyebabkan kematian pada sel tersebut, salah satu parasit pada budidaya ikan nila adalah parasit *Trichodina* sp.

Potensi penggunaan daun jambu biji sebagai *antiparasit* senada dengan pendapat Matrilezi *et al.*, (2019) penggunaan ekstrak daun jambu biji dapat digunakan untuk mengobati penyakit MAS (*Motile Aeromonas Septicemia*) pada ikan nila dengan hasil yang memuaskan. Selaras dengan pendapat tersebut menurut Santrianda dan Aji (2021) pada infusa daun jambu biji dengan konsentrasi 10 ml/L dapat menurunkan prevalensi ikan lele yang terserang *Trichodina* sp. menjadi 86,66 %. Infusa daun jambu biji dapat menurunkan intensitas parasit *Trichodina* sp. dari intensitas sebesar 10,26 menjadi 3,32. Konsentrasi terbaik infusa daun jambu biji untuk mengendalikan parasit *Trichodina* sp.

c. Sebagai *Imunostimulan*

Berdasarkan hasil telaah pustaka, dalam suplemen herbal terfermentasi memiliki komponen herbal yang kaya akan zat-zat peningkat kekebalan tubuh atau *imunostimulan*, berbeda dengan vaksin, *imunostimulan* pada suplemen herbal dapat terjadi dengan mekanisme memodulasi respons imun bawaan atau non spesifik dan saat ini cukup banyak digunakan untuk mengendalikan penyakit pada ikan, khususnya ikan nila. Secara tradisional, herbal maupun ekstraknya telah terbukti efektif sebagai peningkat kinerja kekebalan tubuh dan juga direkomendasikan sebagai *imunostimulan* alternatif yang baik dalam bidang akuakultur.

Berdasarkan komposisi bahan yang terdapat dalam suplemen herbal terfermentasi, bahan yang berperan sebagai *imunostimulan* adalah daun mengkudu dan jantung pisang. Pernyataan tersebut selaras dengan pendapat Arifin (2016) pertumbuhan ikan nila akan terlihat baik apabila diberi pakan dengan formulasi yang seimbang, di mana di dalamnya terkandung bahan-bahan seperti protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral dan serat. Senyawa kimia dalam tanaman mengkudu terdiri dari dua bagian, yaitu senyawa metabolit primer atau yang disebut dengan senyawa bermolekul

besar dan senyawa metabolit sekunder atau yang disebut dengan senyawa bermolekul kecil (Sirait, 2007).

Pakan selain menjadi sumber nutrisi pada ikan nila, juga merupakan sumber energi dalam aktivitas metabolisme ikan, sehingga bahan pakan yang dikonsumsi ikan sangat menentukan dalam pencapaian kemampuan hidup dan percepatan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penggunaan daun mengkudu dalam suplemen herbal dapat digunakan sebagai *imunostimulan*, hal ini senada dengan pendapat Suharman (2020) dalam daun mengkudu memiliki kadar nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan seperti protein 15-20%, *asam amino esensial* dan *non esensial*, vitamin (provitamin A, vitamin A, C, B5, B1, B2) serta mineral (Ca, P, Se, Fe). Daun mengkudu memiliki kadar serat kasar yang tinggi yaitu (22,12%).

Pemanfaatan daun mengkudu sebagai *imunostimulan* berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, rasio efisiensi protein, retensi protein dan aktivitas enzim *protease*, retensi energi dan aktivitas enzim *amilase* pada ikan Sidat (*A. bicolor*) stadia *elver* (Cholifah *et al.*, 2012). Dosis terbaik tepung silase daun Mengkudu (*M. citrifolia*) untuk *mensubstitusi* protein tepung ikan dalam formula pakan ikan Sidat (*A. bicolor*) stadia *elver* adalah sebesar 14,9% untuk laju pertumbuhan spesifik 0,72 % BB/hari; 14,71% untuk rasio konversi pakan 3,38; 15% untuk rasio efisiensi protein sebesar 0,718.

Jantung pisang dalam suplemen herbal memiliki tinggi komponen serat dan beberapa senyawa bioaktif seperti vitamin C, *tanin*, *myoinositol phosphat*, dan *alpha tocopherol*. Senyawa *polifenol* dari kultivar jantung pisang di China yang diuji menggunakan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) berpotensi sebagai antioksidan (Sheng *et al.*, 2010). Senyawa *polifenol* pada jantung pisang terikat oleh komponen *lignoselulosa*. Menurut Bhaskar *et al.*, (2012) *polifenol* pada jantung pisang terikat dengan komponen *hemiselulosa*. Ekstrak *polifenol* dapat diperoleh dengan mendegradasi komponen *lignoselulosa* melalui proses fermentasi spontan (fermentasi yang dilakukan oleh bakteri *indigenous*) maupun

fermentasi dengan kultur bakteri tertentu. Proses fermentasi lignoselulosa dapat dilakukan oleh bakteri maupun jamur. Perolehan total *polifenol*, *tanin*, dan *antosianin* pada jantung pisang dapat meningkat setelah fermentasi secara spontan, dibanding dengan yang tidak (Kurniawati *et al.*, 2021).

Daya cerna protein pada ikan dapat menurun disebabkan karena kemampuan ikan dalam mencerna protein terbatas, serta adanya kandungan serat kasar dalam pakan tersebut (Handajani, 2012). Pengolahan yang tepat pada komponen serat kasar sebagai bahan pakan ikan dapat diturunkan dan pencernaan protein dapat ditingkatkan dengan menggunakan teknologi yaitu fermentasi, dengan fermentasi mampu menjadikan daun mengkudu dan jantung pisang sebagai pakan yang bernutrisi bagi ikan nila (Warasto *et al.*, 2013). Berdasarkan penjelasan diatas bahan pembuatan suplemen herbal berperan sebagai *imunostimulan* adalah daun mengkudu dan jantung pisang. Kombinasi dari kedua herbal tersebut menghasilkan efek yang cukup baik sebagai *imunostimulan*, namun tetap harus memperhatikan campuran bahan lain yang terkandung dalam formulasi untuk hasil yang maksimal.

d. Sebagai Antioksidan

Suplemen herbal terfermentasi diketahui memiliki efek farmakologi sebagai antioksidan, hal ini berdasarkan komposisi bahan yang terdapat dalam pembuatan suplemen herbal. Bahan yang berperan sebagai antioksidan adalah bawang putih, pada studi yang dilakukan oleh (Rahmawati, 2012) ditemukan bahwa berbagai macam senyawa kimia yang ada pada bawang putih memiliki efek *antioksidan* yang dapat membantu organisme dalam menghadapi stres *oksidatif* oleh radikal bebas yang merusak. Efek *antioksidan* tersebut dapat meningkatkan kondisi fisiologis ikan nila.

Bawang putih memiliki manfaat dan kegunaan yang besar bagi kehidupan manusia, salah satunya dalam budidaya ikan nila. Bawang putih mengandung bahan-bahan aktif seperti senyawa; *sulfur: aliin, allicin, disulfida, trisulfida*; Enzim seperti; *Alinase, perinase*; asam amino seperti *arginin* dan mineral seperti *selenium*, selain sebagai *antioksidan* bawang

putih juga memiliki manfaat ganda yakni sebagai *antibakteri* juga sebagai *imunostimulan*. Senyawa *allicin* merupakan salah satu zat aktif yang dapat membunuh patogen (bersifat antibakteri) seperti bakteri *Aeromonas*, sedangkan kadar senyawa *allicin* yang ada pada bawang putih secara signifikan dapat meningkatkan sistem imun ikan, sehingga bawang putih dapat digunakan sebagai *imunostimulan* yang efisien (Sari *et al.*, 2014).

Penggunaan bawang putih dalam suplemen herbal yaitu membantu memaksimalkan kerja probiotik. Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang dapat menguntungkan dengan menjaga keseimbangan mikroflora usus di saluran pencernaan. Mikroba yang sering digunakan sebagai probiotik adalah *Lactobacillus acidophilus* mempunyai kemampuan merombak karbohidrat sederhana menjadi asam laktat. Seiring dengan meningkatnya asam laktat, maka pH lingkungan menjadi rendah dan menyebabkan mikroba patogen tidak berkembang (Astuti *et al.*, 2015).

Bawang putih yang ditambahkan kedalam suplemen herbal dapat mengoptimalkan fungsi metabolisme, sehingga meningkatkan efisiensi dalam penggunaan suplemen herbal. Bawang putih mengandung *fitobiotik* yaitu *alisin*. *Alisin* bersifat *bakteriostatik*. *Alisin* mampu menembus dinding sel bakteri sehingga sel bakteri menjadi rusak dan mati. Meskipun bawang putih mengandung *fitobiotik*, tetapi bawang putih dapat digunakan sebagai nutrisi *Lactobacillus acidophilus*, karena bakteri ini tahan terhadap *alisin*. *Lactobacillus acidophilus* dapat dijadikan probiotik apabila dikombinasikan dengan bawang putih, karena *Lactobacillus acidophilus* juga dapat memanfaatkan fruktosa dari bawang putih. Prebiotik adalah bahan pakan yang tidak dapat dicerna oleh ternak unggas, meningkatkan bakteri non patogen sehingga menguntungkan ternak dan tidak mengakibatkan residu pada tubuh (Hartono *et al.*, 2016).

Bawang putih mengandung *fruktosa oligosakarida* (FOS) sebesar 3,34% sehingga dapat dijadikan sebagai prebiotik. *Fruktosa oligosakarida* yang dikenal sebagai prebiotik, sehingga menjadi nutrisi bagi probiotik (Sunu *et al.*, 2019). Bawang putih memiliki kandungan senyawa

inulin sebesar 9-16%. *Inulin* dapat digunakan sebagai substrat atau prebiotik karena juga termasuk *frukto oligosakarida* yang tidak dapat dihidrolisis enzim pencernaan tetapi merupakan sumber nutrisi oleh bakteri non patogen usus halus, sehingga dapat untuk meningkatkan pertumbuhan ikan nila (Puspitaningrum *et al.*, 2021).

Manfaat bawang putih dalam budidaya ikan nila ini juga dibuktikan data hasil penelitian oleh Yuhana *et al.*, (2008) ekstrak bawang putih yang disuntikkan terhadap ikan patin dengan dosis sebesar 25 mg/ml menunjukkan hasil yang lebih efektif dalam mencegah infeksi *A. hydrophila*. Berdasarkan penelitian Aniputri *et al.*, (2014) ekstrak bawang putih pada pakan nila yaitu sebesar 2,5% dapat dipergunakan untuk pencegahan infeksi bakteri *A. hydrophila* dan meningkatkan nilai kelulushidupan ikan nila.

Tabel 4. 12 Keunggulan Fermentasi Suplemen Herbal

No.	Keunggulam	Penjelasan
a.	Efek samping minimum	Artinya apabila digunakan dalam dosis normal, obat-obatan herbal tidak menimbulkan efek samping. Sebab, suplemen herbal terbuat dari bahan-bahan organik kompleks dan bereaksi secara alami sebagaimana makanan biasa.
b.	Sumber dan harga terjangkau	Artinya bila dibandingkan dengan obat kimia sintesis, suplemen herbal cenderung lebih murah berdasarkan selisih pembiayaan proses pembuatannya.
c.	Bebas toksin	Artinya ikan nila hasil budidaya memiliki daging yang aman dikonsumsi.
d.	Kemudahan produksi secara mandiri	Artinya setiap prosesnya tidak memerlukan peralatan dan teknologi rumit bahkan lebih sederhana, sehingga dapat diproduksi secara mandiri.

4. Kualitas Air

Persiapan air media pemeliharaan budidaya merupakan hal yang sangat penting dalam pemeliharaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Hal ini dikarenakan air merupakan tempat hidup ikan, sebaiknya dipersiapkan sedemikian rupa untuk menjaga kualitas airnya (Flores, 2011). Faktor yang

mempengaruhi laju pertumbuhan pada ikan nila adalah kualitas air, parasit dan penyakit, keturunan, seks, dan umur (Ambarita, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah diperoleh bahwa pengaruh pemberian suplemen herbal terfermentasi melalui media budidaya dan pakan buatan perlakuan terbaik pada perlakuan K₁. Teknik pemberian suplemen herbal pada media budidaya yaitu dengan mencampurkan secara langsung suplemen herbal terfermentasi dengan media budidaya ikan nila setiap 1 minggu sekali dengan dosis pemberian 1 ml/ 1 L air, hal tersebut sudah sesuai dengan pendapat Sakinah (2013) laju pertumbuhan ikan terbaik dengan penambahan suplemen herbal pada media budidaya yaitu pada dosis 1 ml/ 1 L air.

Pemberian fermentasi suplemen herbal terhadap media budidaya dan pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan bermanfaat terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) karena kualitas air sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, maka pemberian suplemen herbal pada media yaitu untuk menjaga kualitas air selain kualitas air kandungan nutrisi pada pakan yang tinggi akan mempercepat pertumbuhan ikan nila. Hal ini sesuai dengan pendapat Khairuman dan Amri (2011) budidaya dengan cara intensif penting dilakukan untuk saat ini agar permintaan pasar terpenuhi namun dengan cara intensif terdapat banyak masalah terutama yang berhubungan dengan kualitas air dan kesehatan ikan, salah satu cara yang dapat digunakan oleh para pembudidaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah pemberian suplemen herbal pada media.

Kualitas air adalah karakteristik mutu yang diperlukan untuk pemanfaatan tertentu dari berbagai sumber air. Kriteria mutu air merupakan suatu dasar baku mengenai syarat kualitas air yang dapat dimanfaatkan. Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian atau tes tertentu terhadap air tersebut. Pengujian yang dilakukan adalah uji kimia, fisik, biologi dan uji kenampakan (bau dan warna). Pengelolaan kualitas air adalah supaya pengaturan air sehingga tercapai standar kualitas yang

diinginkan sesuai peruntukannya untuk menjamin agar kondisi air tetap dalam kondisi alamiah (Atmomarsono et al., 2009).

Pengamatan kualitas air dapat ditinjau dari beberapa parameter yang menyusun komponen dalam air tersebut, yakni parameter fisik dan kimia. Parameter ini menunjukkan data yang dapat menentukan tingkat optimalnya suatu parameter terhadap lingkungannya. Pengamatan kualitas air dalam penelitian ini meliputi suhu, pH, kadar amonia dan kadar nitrit.

Ketetapan suhu sangat berpengaruh terhadap lingkungan dan organisme yang hidup didalamnya, karena pada setiap individu mempunyai batas minimal dan batas maksimal yang sesuai untuk memacu laju pertumbuhan dari individu tersebut, sehingga individu dalam hal ini adalah ikan nila mampu bertahan hidup dan berkembang pada suatu lingkungan budidaya tersebut. Perubahan suhu yang ekstrim menyebabkan matinya ikan nila karena tidak siap dengan perubahan iklim yang cepat. Suhu lingkungan yang terlampau tinggi menyebabkan kemampuan ikan nila dalam mengikat oksigen menjadi menurun, sehingga kadar oksigen dalam air kolam budidaya menjadi berkurang, padahal hal ini merupakan faktor yang mempengaruhi kehidupan ikan nila dalam memacu peningkatan kecepatan *metabolisme* dan respirasi serta mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Temperatur suhu yang optimal pada budidaya ikan nila berkisar antara suhu 25⁰C- 30⁰C (Salsabila dan Suprpto, 2019). Berdasarkan hasil pengamatan suhu dalam penelitian ini, suhu rata-rata tertinggi pada perlakuan K₁ sebesar 28⁰C dan terendah pada perlakuan K₀ (kontrol) sebesar 27,8⁰C, hal ini berarti suhu dalam penelitian ini masih dalam standar baku suhu optimum dalam budidaya ikan nila.

Pengamatan pH menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan, melalui aktivitas ion *hidrogen* H⁺. Ion *hidrogen* merupakan faktor utama untuk mengerti reaksi kimia dalam ilmu teknik lingkungan, karena H⁺ selalu ada dalam kesetimbangan dinamis dengan air, H₂O yang membentuk suasana untuk semua reaksi kimiawi yang berkaitan dengan masalah pencemaran air, dimana sumber ion *hidrogen* tidak pernah habis

dan H^+ tidak hanya merupakan unsur molekul H_2O saja, tetapi juga merupakan unsur banyak senyawa lain hingga jumlah reaksi tanpa H^+ dapat dikatakan hanya sedikit saja. pH yang baik untuk pertumbuhan ikan nila pada kisaran 6,5-8,6 (Salsabila dan Suprpto, 2019). Berdasarkan hasil pengamatan pH dalam penelitian ini, pH rata-rata tertinggi pada perlakuan K_2 sebesar 7,6 dan terendah pada perlakuan K_0 (kontrol) sebesar 7,36, hal ini berarti pH dalam penelitian ini masih dalam standar baku pH optimum dalam budidaya ikan nila.

Pengamatan kadar *amoniam* yang terdapat dalam perairan budidaya ikan nila merupakan hasil reduksi senyawa *nitrat* dan *nitrit* oleh bakteri *Dissimilative Nitrate Reduction to Ammonium* (DNRA). Sumber *amoniam* di perairan berasal dari pemecahan nitrogen organik (protein dan *urea*) dan *nitrogen anorganik* yang terdapat dalam tanah dan air serta berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur. Senyawa *amoniam* terserap dalam bahan-bahan *tersuspensi* dan *koloid* sehingga mengendap di dasar perairan budidaya. Suatu lingkungan air jika terdapat senyawa *amoniam* yang berlebih akan menghambat pertumbuhan suatu makhluk hidup atau jika dalam penelitian ini yaitu dapat menghambat laju pertumbuhan ikan nila, karena senyawa *amoniam* termasuk kedalam golongan senyawa racun. Kadar senyawa dalam media budidaya ikan nila dapat dikurangi melalui proses *volatilisasi* karena tekanan parsial *amoniam* dalam larutan akan meningkat dengan semakin meningkatnya pH. Kadar senyawa *amoniam* yang baik bagi pertumbuhan ikan nila pada kisaran $<0,02$ mg/l (Salsabila dan Suprpto, 2019). Berdasarkan hasil pengamatan konsentrasi *amoniam* dalam penelitian ini, rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan K_0 (kontrol) sebesar 0,0276 dan terendah pada perlakuan K_2 sebesar 0,014, hal ini berarti kadar *amoniam* dalam penelitian ini masih dalam standar baku konsentrasi senyawa *amoniam* optimum dalam budidaya ikan nila.

Tingkat konsentrasi *nitrit* dapat dilihat pada Tabel 4.10. Konsentrasi *nitrit* yang tertinggi didapatkan pada perlakuan K_0 (kontrol) sebesar 0,009

mg/L sedangkan konsentrasi *nitrit* terendah terdapat pada perlakuan K₁ sebesar 0,0039 mg/L. Konsentrasi nitrit yang didapatkan dalam penelitian ini untuk setiap perlakuan lebih kecil dibanding baku mutu yang dipersyaratkan yakni < 0,1 mg/L (Salsabila dan Suprpto, 2019). Rendahnya konsentrasi nitrit untuk setiap perlakuan diduga selain dipengaruhi oleh akumulasi bahan organik yang ada pada setiap jenis pakan, serta metabolisme ikan dalam perairan yang menghasilkan *amonia* yang kemudian mengalami proses *nitrifikasi* sehingga terbentuk senyawa *nitrit* dalam air. Selain itu, konsentrasi nitrit juga dipengaruhi oleh adanya pemanfaatan atau rendahnya pemanfaatan senyawa *nitrit* oleh mikroba untuk mengubah menjadi senyawa nitrat, hal ini sesuai dengan pendapat Pratama *et al.*, (2015) bahwa tingginya konsentrasi nitrit dapat dipengaruhi karena bakteri alami untuk menguraikan dan memanfaatkan senyawa *nitrit* jumlahnya sedikit.

5. Implementasi Hasil Penelitian dalam Bentuk LKPD Pembelajaran Biologi

Proses belajar mengajar di sekolah adalah proses yang dilakukan berdasarkan langkah-langkah tertentu, proses tersebut dilakukan supaya pelaksanaan kegiatan belajar disekolah dapat dilakukan dengan hasil yang diharapkan. Pengaturan tersebut dituangkan dalam RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran). Keberhasilan seorang guru dalam pelaksanaan pembelajaran merupakan sesuatu yang sangat diharapkan. Syarat untuk memenuhi tujuan yang ingin dicapai, diperlukan persiapan yang matang. Seorang guru diharapkan dapat mempersiapkan perangkat pembelajaran yang akan digunakan dalam kegiatan belajar mengajar disekolah. Persiapan pembelajaran tersebut di antaranya dengan mempersiapkan alat peraga atau menggunakan praktikum yang dibutuhkan dalam kegiatan belajar mengajar,

agar siswa dapat dengan mudah memahami dan menguasai materi pembelajaran yang disampaikan oleh guru.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, yaitu penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Fermentasi Suplemen Herbal pada Pakan Pelet Ikan Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Asam Urat pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)” dapat memberikan pengetahuan baru di bidang pendidikan. Berbagai aspek dalam penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan ajar di Sekolah Menengah Atas (SMA) kelas XII pada Metabolisme Sel yang bertujuan untuk meningkatkan pembelajaran baru di dalam teori di kelas maupun kegiatan praktikum siswa.

Kompetensi Dasar kelas XII pada materi Metabolisme Sel meliputi :

- K.D 3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup
- K.D 4.2 Menyusun laporan hasil percobaan tentang metabolisme kerja enzim, fotosintesis dan respirasi aerob.

Berdasarkan hasil Pengaruh Penambahan Fermentasi Suplemen Herbal pada Pakan Pelet Ikan Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Asam Urat pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), selanjutnya dapat memberikan hasil implementasi sebagai perangkat pembelajaran yang sesuai dengan kegiatan belajar mengajar tersebut, dalam bentuk LKPD melalui model pembelajaran daring (dalam jaringan)/online/virtual *Discovery Learning* (DL) dengan metode diskusi dan presentasi, pada materi Metabolisme Sel, sehingga dapat memenuhi tujuan pembelajaran yaitu Peserta didik dapat menjelaskan proses metabolisme yang meliputi katabolisme dan anabolisme melalui pembelajaran *discovery learning* untuk membiasakan sikap obyektif. (blended learning: pengetahuan, keterampilan, sikap).

Aplikasi dalam pembelajaran biologi pada umumnya mempelajari mengenai metode ilmiah. Permasalahan-permasalahan biologi dapat digali dengan menggunakan pendekatan metode ilmiah yang dikaitkan dengan hasil penelitian mengenai permasalahan biologi dibidang perikanan. Kegiatan pembelajaran di dalam kelas, guru menggunakan pendekatan saintifik, Sebagai salah satu pendekatan pembelajaran, pendekatan saintifik diarahkan pada penerapan metode ilmiah. Metode ilmiah merupakan

rangkaian aktivitas pengumpulan data melalui observasi atau eksperimen, mengolah informasi atau data, menganalisis, kemudian memformulasi, dan menguji hipotesis (Daryanto, 2014). Pendekatan saintifik dalam kegiatan pembelajaran bukan hanya mengembangkan kompetensi siswa untuk melakukan kegiatan observasi atau eksperimen saja, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa dalam berinovasi atau berkarya. Pendekatan saintifik dapat mengembangkan sikap, pengetahuan dan keterampilan siswa. Evaluasi pembelajaran yang dinilai adalah proses yang mencakup kebenaran cara kerja, ketelitian, keakuratan, keuletan dalam melakukan praktikum.

Permasalahan yang diajukan oleh guru, disajikan dalam bentuk LKPD yang mengharuskan siswa untuk memecahkan permasalahan tersebut, terkait Metabolisme yang ada dalam Sel. LKPD yang diberikan berisi kelompok eksperimen penelitian yang telah dilakukan, permasalahan terkait materi pembelajaran yang harus dipecahkan, kajian materi pembelajaran, dan soal-soal evaluasi.

Kelayakan penggunaan LKPD dalam kegiatan pembelajaran dapat diketahui melalui angket penilaian yang berisi indikator kualitas dan indikator pertimbangan perbaikan perangkat pembelajaran LKPD. Angket penilaian kelayakan atau lembar validasi LKPD divalidasi oleh a yaitu Ibu Dosen Reni Rakhmawati, S.Pd., M.Pd. dan Rivanna Citraning R, S.Si., M.Pd . Kesimpulan dari hasil penilaian LKPD nantinya akan menyatakan bahwa LKPD yang telah dibuat apakah sudah layak dan dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran yang mendukung siswa dalam berpikir tingkat tinggi atau perlu dilakukan perbaikan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan penelitian dan pembahasan mengenai data hasil penelitian tentang Pengaruh Penambahan Fermentasi Suplemen Herbal pada Pakan Pelet Ikan Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Asam Urat pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), dapat disimpulkan bahwa :

1. Tidak ada pengaruh nyata pada pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar glukosa darah ikan nila (*Oreochormis niloticus*). Rata-rata kadar glukosa darah tertinggi ikan nila terjadi pada perlakuan K₂ yaitu pakan dengan dosis ransum komersial + fermentasi suplemen herbal 15% dengan hasil kadar glukosa darah sebesar 144,4 mg/dL, sedangkan data hasil rata-rata kadar glukosa darah paling rendah terjadi pada perlakuan K₀ (kontrol) sebesar 102,8 mg/dL.
2. Tidak ada pengaruh nyata pada pemberian fermentasi suplemen herbal pada pakan terhadap kadar asam urat darah ikan nila (*Oreochormis niloticus*). Rata-rata kadar asam urat darah ikan nila tertinggi terjadi pada perlakuan K₂ yaitu pakan pelet ditambah dengan pemberian fermentasi suplemen herbal 15% dengan hasil kadar asam urat darah ikan nila sebesar 4,42 mg/dl, sedangkan data hasil rata-rata kadar asam urat darah ikan nila paling rendah terjadi pada perlakuan K₀ (kontrol) dengan hasil sebesar 3,88 mg/dl.
3. Hasil penelitian ini dapat diimplementasikan pada pembelajaran Biologi SMA kelas XII berupa LKPD Materi Metabolisme Sel KD 3.2 dan 4.2 yang divalidasi oleh ahli media dan materi. LKS ini dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran serta mendukung siswa dalam berpikir tingkat tinggi.

B. Saran

Saran dalam penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan penentuan komposisi bahan pembuatan fermentasi suplemen herbal yang ideal, supaya dapat mengetahui komposisi herbal berbagai tanaman (daun sirih, daun mengkudu, daun jambu, daun pepaya, jantung pisang dan bawang putih) yang digunakan dalam pembuatan probiotik untuk budidaya ikan nila berkelanjutan.
2. Perlu referensi lain tentang pergantian air dalam kolam budidaya ikan sehingga ikan tidak mudah stres yang akan berpengaruh dengan kadar glukosa darah ikan nila.
3. Perlu dilakukan uji kandungan dan penentuan variasi dosis fermentasi suplemen herbal yang ideal, supaya dapat mengetahui kandungan dalam suplemen herbal, sehingga dapat menunjukkan hasil beda nyata terhadap kadar glukosa darah dan asam urat darah ikan nila.
4. Perlu dilakukan penentuan jenis spesies ikan nila yang ideal, sehingga mendukung terjadinya pertumbuhan panjang dan bobot ikan nila lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikary, K. (2019). Effects of dry and probiotic-fermented Carica papaya leaves on Growth Performance, Carcass Characteristics, Serum Parameters and Meat Quality in Broiler. (*Doctoral Dissertation, A Thesis Submitted in the Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Animal Science Department of Animal Science and Nutrition Faculty of Veterinary Medicine Chattogram Veterinary and Animal Sciences University Chittagong-4225, Bangladesh.*), 27.
- Adrian, J. A. L., Arancon, N. Q., Mathews, B. W., & Carpenter, J. R. (2015). Mineral composition and soil-plant relationships for common guava (*Psidium guajava* L.) and yellow strawberry guava (*Psidium cattleianum* var. *Lucidum*) tree parts and fruits. *Commun. Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46(15), 1960–1979. <https://doi.org/10.1080/00103624.2015.1069310>
- Afrianto, E., & Liviawaty, E. (2009). *Pengendalian Hama dan Penyakit Ikan*. Kanisius.
- AgroMedia. (2008). *Buku Pintar Tanaman Obat*. PT. Agro Media Pustaka.
- Agustin, W. D. (2006). Perbedaan Khasiat Antibakteri Bahan Irigasi Antara Hidrogen Peroksida 3% dan Infusum Daun Sirih 20% Terhadap Bakteri Mix. *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)*, 38(1), 45. <https://doi.org/10.20473/j.djmk.v38.i1.p45-47>
- Ahmadi, H. (2012). PEMBERIAN PROBIOTIK DALAM PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN LELE. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4), 9.
- Ali Zamini, A., Kanani, H. G., azam Esmaeili, A., Ramezani, S., & Zoriezahra, S. J. (2014). Effects of two dietary exogenous multi-enzyme supplementation, Natuzyme® and beta-mannanase (Hemicell®), on growth and blood parameters of Caspian salmon (*Salmo trutta caspius*). *Comparative Clinical Pathology*, 23(1), 187–192. <https://doi.org/10.1007/s00580-012-1593-4>
- Amalia, A., Elfiyani, R., & Chenia, A. (2021). *Peningkatan Laju Difusi Alisin dalam Sistem Fitosom Ekstrak Bawang Putih*. 19, 8.
- Ambarita, B. (2020). *PENGARUH PADAT TEBAR DAN FREKUENSI PEMBERIAN PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP BENIH IKAN NILA (Oreochromis niloticus)*. 118.
- American Diabetes Association. (2016). *Standards of Medical Care in Diabetes 2016* (1st ed., Vol. 39). J Diabetes Care.

- Andarilla, W., Sari, R., & Aprimayanti, P. (2018). Optimasi aktivitas bakteriosin yang dihasilkan oleh *Lactobacillus casei* dari sotong kering. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 7(2), 96–187.
- Aniputri, F. D., Hutabarat, J., & Subandiyono. (2014). PENGARUH EKSTRAK BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) TERHADAP TINGKAT PENCEGAHAN INFEKSI BAKTERI *Aeromonas hydrophila* DAN KELULUSHIDUPAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2), 1–10.
- Anis, M. Y., & Hariani, D. (2019). Pemberian Pakan Komersial dengan Penambahan EM4 (Effective Microorganisme 4) untuk Meningkatkan Laju Pertumbuhan Lele (*Clarias sp.*). *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 1(1), 8.
- Arifin, M. Y. (2016). PERTUMBUHAN DAN SURVIVAL RATE IKAN NILA (*Oreochromis. Sp*) STRAIN MERAH DAN STRAIN HITAM YANG DIPELIHARA PADA MEDIA BERSALINITAS. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 16(1), 159–166.
- Armansyah, T., & Elsavira, R. (2019). Uji Daya Hambat Ekstak Etanol Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus Aureus*. *JIMVET*, 3(3), 161–169.
- Arwin, M., Ijong, F. G., & Tumbol, R. (2016). Characteristics of *Aeromonas hydrophila* isolated from tilapia (*Oreochromis niloticus*). *AQUATIC SCIENCE & MANAGEMENT*, 4(2), 52. <https://doi.org/10.35800/jasm.4.2.2016.14450>
- Aryani, T., Mu'awanah, I. A. U., & Widyantara, A. B. (2018). Karakteristik Fisik, Kandungan Gizi Tepung Kulit Pisang dan Perbandingannya terhadap Syarat Mutu Tepung Terigu. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 2(2), 45. <https://doi.org/10.30595/jrst.v2i2.3094>
- Ashari, C., Tumbol, R. A., & Kolopita, M. E. F. (2014). Diagnosa Penyakit Bakterial Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Di Budi Daya Pada Jaring Tancap Di Danau Tondano. *e-Journal BUDIDAYA PERAIRAN*, 2(3). <https://doi.org/10.35800/bdp.2.3.2014.5700>
- Astuti, F. K., Busono, W., & Sjojfan, O. (2015). Pengaruh Penambahan Probiotik Cair Dalam Pakan Terhadap Penampilan Produksi Pada Ayam Pedaging. *J. Pembangunan dan Alam Lestari*, 6(2), 99–104.
- Astuti, P. (2015). *Endokrinologi Veteriner*. Gadjah Mada University Press.
- Atmomarsono, M., Muliani, & Nurbaya. (2009). Penggunaan Bakteri Probiotik Dengan Komposisi Berbeda Untuk Perbaikan Kualitas Air dan Sintasan Pasca larva Udang windu. Pusat riser perikan Budidaya. *Jurnal Riset Akuakultur*, 4(1): 73-83.

- Bangun, A. P., DR, MHA, & Sarwono, B. (2002). *Khasiat & Manfaat Mengkudu*. Agromedia Pustaka.
- Bauda, H., Pareta, D., & Tumbel, S. (2021). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Kemangi *Ocimum americanum* L. Terhadap Penurunan Kadar Asam Urat pada Tikus Putih Jantan *Rattus novergicus*. *Majalah InfoSains*, 2(1), 27–37.
- Bhaskar, J. J., Mahadevamma, S., Chilkunda, N. D., & Salimath, P. V. (2012). Banana (*Musa* sp. Var. Elakki bale) flower and pseudostem: Dietary fiber and associated antioxidant capacity. *Journal of agricultural and food chemistry*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(1), 427–432. <https://doi.org/10.1021/jf204539v>
- Bintarti, T. (2019). Skrining Fitokimia dan Uji Kemampuan Sebagai Antioksidan dari Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*. L). *Jurnal Ilmiah PANNMED (Pharmacist, Analyst, Nurse, Nutrition, Midwifery, Environment, Dentist)*, 9(1), 40–44. <https://doi.org/10.36911/pannmed.v9i1.341>
- Cahyono, B. (2010). *Sukses Budidaya Jambu Biji di Pekarangan & Perkebunan*. Lily Publisher.
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). (2020). *Gout*. <https://www.cdc.gov/arthritis/basics/gout.html>
- Cholifah, D., Febriani, M., & Ekawati, A. W. (2012). Pengaruh Penggunaan Tepung Silase Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia*) dalam Formula Pakan. *Jurnal KELAUTAN*, 5(2), 15.
- Desiyana, L. S., Husni, M. A., & Zhafira, S. (2016). Uji Efektivitas Sediaan Gel Fraksi Etil Asetat Daun Jambu Biji Terhadap Penyembuhan Luka Terbuka pada Mencit (*Musculus*). *Jurnal Natural*, 16(2), 10.
- Dewi, R. R. S. P. S., & Tahapari, E. (2017). Performa Ikan Lele Afrika (*Clarias gariepinus*) Hasil Seleksi Terhadap Pertumbuhan, Sintasan, Konversi Pakan, Rasio RNA/DNA, dan Nilai Bioekonomi. *Media Akuakultur*, 12(1), 11–17.
- DINDA, E. P. (2018). Uji Toksisitas Akut yang Diukur dengan Penentuan LD50 Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) pada Mencit Jantan. *Universitas Sumatera Utara*. <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/11748>
- Djonny, M. (2018). Dampak Rekayasa Proses Bahan Baku pada Penyulingan Minyak Atsiri Jeringau (*Acorus calamus*). *Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 1, 3.

- Djuarnani, N., Kristian, & Budi, S. S. (2005). *Cara Cepat Membuat Kompos*. Agromedia Pustaka.
- Dolati, K., Rakhshandeh, H., Golestani, M., Forouzanfar, F., Sadeghnia, R., & Sadeghnia, H. R. (2018). Inhibitory effects of apium graveolens on xanthine oxidase activity and serum Uric acid levels in hyperuricemic mice. *Preventive Nutrition and Food Science*, 23(2), 127–133.
- Dutta, P., Kundu, S., Bauri, F. K., Talang, H., & Majumder, D. (2014). Effect of bio-fertilizers on physico-chemical qualities and leaf mineral composition of guava grown in alluvial zone of West Bengal. *Journal of Crop and Weed*, 10(2), 268–271.
- Dwivedi, V., & Tripathi, S. (2014). Review Study on Potential Activity of Piper Betle. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3(4), 93–98.
- Eldaghayes, I. M., Hamid, M. A., El-Attar, S. R., & Kammon, A. M. (2010). PATHOLOGY OF GOUT IN GROWING LAYERS ATTRIBUTED TO HIGH CALCIUM AND PROTEIN DIET. *International Scientific Research Journal*, 2(4), 297–302.
- Ferreira, S., Carolina, T.-P., Rubén, B., Alejandra, C., & Ariel, F. (2021). Assessment of in-vitro bioaccessibility and antioxidant capacity of phenolic compounds extracts recovered from grapevine bunch stem and cane by-products, , Volume 348, 2021, 129063,. *Food Chemistry*, 348. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129063>.
- Firani, & Khila, N. (2017). *Metabolisme Karbohidrat: Tinjauan Biokimia dan Patologis*. Universitas Brawijaya Press.
- Flores, M. L. (2011). The Use of Probiotic in Aquaculture: An Overview. *International Research Journal of Microbiology (IRJM)*, 2(12), 9.
- Ginting, D. S. B., Yunasfi, & Nurmatias. (2013). Efektivitas Ekstrak Beberapa Tanaman Herbal terhadap Infeksi Ektoparasit pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Jurnal Penelitian*.
- Gunawan, A., Eriawati, & Zuraidah. (2015). PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK DAUN SIRIH (*Piper sp.*) TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR *Candida albicans*. *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2015*.
- Hafiz, M., & Fidyasari, A. (2018). Aktivitas Sari Buah Sirsak Gunung Dan Minuman Probiotik Buah Sirsak Gunung (*Annona montana*) Terhadap Penurunan Kadar Asam Urat Pada Mencit (*Mus musculus L.*). *Doctoral Dissertation, AKFAR PIM*.
- Hamsah, H., & Muskita, W. H. (2016). PEMANFAATAN BUBUK DAUN SIRIH (*Piper betle L.*) UNTUK MENINGKATKAN STATUS

- KESEHATAN IKAN NILA GIFT (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(1), 135. <https://doi.org/10.15578/jra.5.1.2010.135-141>
- Handajani, H. (2012). OPTIMALISASI SUBSTITUSI TEPUNG AZOLLA TERFERMENTASI PADA PAKAN IKAN UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS IKAN NILA GIFT. *Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 177. <https://doi.org/10.22219/JTIUMM.Vol12.No2.177-181>
- Hapsoh, & Hasanah. (2011). *Budidaya Tanaman Obat dan Rempah*. USU Press. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/69045>
- Hardiansi, F., Afriliana, D., Munteira, A., & Wijayanti, E. D. (2020). PERBANDINGAN KADAR FENOLIK DAN AKTIVITAS ANTIMIKROBA RIMPANG JERINGAU (*Acorus calamus*) SEGAR DAN TERFERMENTASI. *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, 3(1), 16. <https://doi.org/10.35799/pmj.3.1.2020.28959>
- Harpeni, E. (2012). *EFFECT OF DIFFERENT TIME OF PROBIOTIC ADMINISTRATION TO NON- SPECIFIC IMMUNE RESPONSE OF COMMON CARP (Cyprinus carpio) AGAINST Aeromonas salmonicida*. 1(1), 8.
- Hartati, A. (2015). *Perbandingan Efektifitas Dan Daya Larvasida Infusa Daun Sirih (Piper betle L.) dan Infusa Daun Sirsak (Annona muricata L.) Terhadap Larva Nyamuk Aedes aegypti*. 4(1), 6.
- Hartono, E. F., Iriyanti, N., & Suhermiyati, S. (2016). Efek Penggunaan Sinbiotik Terhadap Kondisi Miklofora dan Histologi Usus Ayam Sentul Jantan. *Jurnal Agripet*, 16(2), 97. <https://doi.org/10.17969/agripet.v16i2.5179>
- Hasruddin, & Husna, R. (2014). *Mini riset mikrobiologi terapan*. Graha Ilmu.
- Hembing, W. (2002). *Tanaman Obat Untuk Penyembuhan*. Gramedia.
- Herawati, E. V. (2009). Pemanfaatan Daun Sirih (Piper Betle) Untuk Menanggulangi Ektoparasit Pada Ikan Hias Tetra. *Jurnal Pena Akuatika*, 1(1).
- Hernawan, U. E., & Setyawan, A. D. (2003). REVIEW: Organosulphure Compound of Garlic (*Allium sativum* L.) and its Biological Activities. *Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry*, 1(2), 65–76. <https://doi.org/10.13057/biofar/f010205>
- Hertika, A. M. S., Arfiati, D., Lusiana, E. D., Baghaz, R., & Putra, D. S. (2021). *ANALISIS HUBUNGAN KUALITAS AIR DAN KADAR GLUKOSA DARAH*. 5, 9.
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R. B., Flint, H. J., Salminen, S., Calder, P. C., & Sanders, M.

- E. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics Consensus Statement on the Scope and Appropriate Use of the Term Probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506–514. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>
- Isnawati, N., & Sidik, R. (2015). PAPAYA LEAF POWDER POTENTIAL TO IMPROVE EFFICIENCY UTILIZATION OF FEED, PROTEIN EFFICIENCY RATIO AND RELATIVE GROWTH RATE IN TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) FISH FARMING. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 7(2), 4.
- Janisiewicz, W. J., Kurtzman, C. P., & Buyer, J. S. (2010). Yeast associated with nectarines and their potential for biological control of brown root. *Yeast*, 27(7), 389–398.
- Jassal, K., & Kaushal, S. (2019). Phytochemical and antioxidant screening of guava (*Psidium guajava*) leaf essential oil. *Agricultural Research Journal*, 56(3), 528. <https://doi.org/10.5958/2395-146X.2019.00082.6>
- Jati, A. (2012). *Produksi bakteri kasar Lactobacillus plantarum 2C12, 1A15, 1B1, dan 2B2 asal daging sapi serta aktivitas antimikrobanya terhadap bakteri patogen* [Skripsi]. IPB.
- Ketnawa, S., Reginio, F. C., Thuengtung, S., & Ogawa, Y. (2021). Changes in bioactive compounds and antioxidant activity of plant-based foods by gastrointestinal digestion: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1878100>
- Khairuman, & Amri, K. (2011). *Buku Pintar Budidaya 15 Ikan Konsumsi*. Agromedia Pustaka.
- Khairuman, & Khairul, A. (2012). *Pembenihan Lele di Kolam Terpal*. Agromedia Pustaka.
- Kiha, A. F., Murningsih, W., & Tristiarti. (2012). Pengaruh Pemeraman Ransum dengan Sari Daun Pepaya terhadap Kecernaan Lemak dan Energi Metabolis Ayam Broiler. *Animal Agricultural Journal*, 1(1), 265–276.
- Kim, S.-Y., Kim, E.-A., Kim, Y.-S., Yu, S.-K., Choi, C., Jung, S. L., Young, T.-K., Nah, J.-W., & Jeon, Y. (2016). Protective effects of polysaccharides from *Psidium guajava* leaves against oxidative stresses. *International Journal of Biological Macromolecules*, 91, 804–811. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.05.111>.
- (KKP) Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2018). *Satu Data Kementerian Kelautan dan Perikanan Produksi Nasional Perikanan Budidaya Tahun 2018*. Jakarta. <https://satudata.kkp.go.id/dashboardproduksi>.

- Koh, S. P., Aziz, N., Sharifudin, S. A., Abdullah, R., Hamid, N. S. A., & Sarip, J. (2017). Potential of fermented papaya beverage in the prevention of foodborne illness incidence. *Food Research*, 1(4), 109-113. <https://doi.org/10.26656/fr.2017.4.022>
- Kondoy, S., Wullur, A., & Bodhi, W. (2013). *POTENSI EKSTRAK ETANOL DAUN KAYU MANIS (Cinnamomum burmanii) TERHADAP PENURUNAN KADAR GLUKOSA DARAH DARI TIKUS PUTIH JANTAN (Rattus norvegicus) YANG DI INDUKSI*. 2(03), 4.
- Kordi, H., & Gufran, K. M. (2010). *Budidaya Ikan Lele Di Kolam Terpal*. Lily Publisier.
- Krishna, K. L., Paridhavi, M., & Patel, J. A. (2008). Review on Nutritional, Medicinal and Pharmacological Properties of Papaya (*Carica Papaya* Linn.). *Natural Product Radiance*, 7(8), 10.
- Kristiyani, A. (2021). EFEK PEMBERIAN SEDUHAN SERBUK HERBA SELEDRI (*Apium graveolens* L.) TERHADAP KADAR ASAM URAT SERUM DARAH AYAM LEGHORN JANTAN HIPERURIKEMIA. *Media Farmasi Indonesia*, 16(1), 1652–1657.
- Kurniawan, D. (2018). Aktivitas antimikroba dan antioksidan ekstrak tepung daun dan buah mengkudu (*Morinda citrifolia*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 28(2), 105. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2018.028.02.02>
- Kurniawati, N., Khasbullah, F., & Priyadi. (2021). EKSTRAKSI DAN UJI POTENSI ANTIOKSIDAN DARI SENYAWA POLIFENOL JANTUNG PISANG CAVENDIS (*Cavendis varadishii*) YANG DIFERMENTASI ASAL PT. NUSANTARA TROPICAL FARM (NTF) LAMPUNG. *EnviroScienteeae*, 17(1), 97–103.
- Kusharto, C. M. (2006). SERAT MAKANAN DAN PERANANNYA BAGI KESEHATAN. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 1(2), 45–54. <https://doi.org/10.25182/jgp.2006.1.2.45-54>
- Lantika, T. (2018). Skripsi. Gambaran Kadar Asam Urat Pada Lansia Di Panti Sosial Tresna Werdha “Teratai” Jalan Sosial Km 6 Kecamatan Sukarami Palembang Tahun 2018. *Poltekkes Kemenkes Palembang Jurusan Analisis Kesehatan*.
- Lasena, A., Nasriani, N., & Irdja, A. M. (2017). PENGARUH DOSIS PAKAN YANG DICAMPUR PROBIOTIK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP BENIH IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*). *Akademika : Jurnal Ilmiah Media Publikasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 6(2). <https://doi.org/10.31314/akademika.v6i2.47>
- Latief, A. (2009). *Tanaman Obat Tradisional*. Buku Kedokteran EGC.

- Lestari, E., Kurniawaty, E., & Wahyudo, R. (2018). Seledri (*Apium graveolens* L) sebagai Antihiperurisemia pada Penderita Gout Arthritis. *Jurnal Medula*, 8(1), 12–19.
- Li, S., Li, L., Yan, H., Jiang, X., Hu, W., Han, N., & Wang, D. (2019). Anti-gouty arthritis and anti-hyperuricemia properties of celery seed extracts in rodent models. *Molecular Medicine Reports*, 20, 4623–4633. <https://doi.org/10.3892/mmr.2019.10708>
- Lina, N., & Setiyono, A. (2014). Analisis kebiasaan makan yang menyebabkan peningkatan kadar asam urat. *Jurnal Kesehatan Komunitas Indonesia*, 10(2), 1004–1016.
- Lingga, lanny. (2012). *Bebas Penyakit Asam Urat Tanpa Obat*. Agromedia Pustaka.
- Lumbanbatu, P. A. (2018). PENGARUH PEMBERIAN PROBIOTIK EM4 DALAM PAKAN BUATAN DENGAN DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN IKAN NILA MERAH (*Oreochromis niloticus*) DI AIR PAYAU. *FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN BUDIDAYA PERAIRAN : UNIVERSITAS RIAU*, 11.
- Luo, Y., Peng, B., Wei, W., Tian, X., & Wu, Z. (2019). Antioxidant and anti-diabetic activities of polysaccharides from guava leaves. *Molecules*, 24, 1343.
- Malkinson, M., M. A., P., M., D., & E., B. (2007). A Biochemical Investigation of Amyloidosis in The Duck. *Avian Pathology*, 201–205.
- Mansyur, A., & Tangko, A. M. (2008). PROBIOTIK: PEMANFAATANNYA UNTUK PAKAN IKAN BERKUALITAS RENDAH. *Media Akuakultur*, 3(2), 145. <https://doi.org/10.15578/ma.3.2.2008.145-149>
- MA'RIFAH, F. N. (2018). PENGARUH PENAMBAHAN FERMENTASI EKSTRAK TANAMAN HERBAL (KUNYIT, JAHE, BAWANG PUTIH, TEMULAWAK, DAN DAUN SIRIH) DALAM AIR MINUM TERHADAP PERFORMA AYAM PEJANTAN. *UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI*, 7.
- Matrilesi, Sasanti, A. D., & Muslim. (2019). PREVALENSI, KELANGSUNGAN HIDUP DAN PERTUMBUHAN IKAN PATIN YANG DIBERI PAKAN MENGANDUNG DAUN JAMBU BIJI (*Psidium guajava*) DAN DIINFEKSI *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.36706/jari.v6i1.7145>
- Mazeaud, M. M., & Mazeaud, F. (1981). *Adrenergic responses to stress in fish*. 49–75.

- Meriyanti, Rachimi, & Eko Prasetyo. (2020). EFEKTIFITAS EKSTRAK DAUN SIRIH (*Piper betle* L.) TERHADAP KELANGSUNGAN HIDUP IKAN JELAWAT (*Leptobarus hoevenii*) YANG DIINFEKSI DENGAN BAKTERI *Aeromonas hydrophila*. *Borneo Akuatika*, 2(1), Hal 20-29.
- Milind, P., K, S., & S, N. (2013). Understanding gout beyond doubt. *International Research Journal of Pharmacy*, 4(9), 25–34.
- Mittal, P., Gupta, V., Kaur, G., Garg, A. K., & Singh, A. (2010). PHYTOCHEMISTRY AND PHARMACOLOGICAL ACTIVITIES OF PSIDIUM GUAJAVA: A REVIEW. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 1(9), 9–19.
- Monica, M., Wardiyanto, & Susanti, O. (2017). Kajian potensi ekstrak daun pepaya (*carica papaya* l) terhadap immunitas non spesifik Udang vaname (*litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 9(2).
- Mulia, D. S., & Husin, A. (2012). EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN SIRIH DALAM MENANGGULANGI IKAN PATIN YANG TERINFEKSI BAKTERI *Aeromonas hydrophila*. *Sainteks*, 9(2), 12. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v9i2.268>
- Mulyadi, M., Nur, I., & Iba, W. (2019). Uji Fitokimia Ekstrak Bahan Aktif Rumput Laut *Sargassum* sp. *JSIPi (Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan) (Journal of Fishery Science and Innovation)*, 3(1). <https://doi.org/10.33772/jsipi.v3i1.7567>
- Mulyani. (2008). Pengaruh Meniran Dalam Pakan untuk Mencegah Infeksi Bakteri *Aeromonas* sp. Pada Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Universitas Padjajaran*.
- Murniyati, Dewi, F. R., & Peranginangin, R. (2014). *Teknik Pengolahan Tepung Kalsium dari Tulang Ikan Nila*. (IV). Penebar Swadaya.
- Murray, R. K., Granner, D. K., Rodwell, V. W., & Warren. (2012). *Buku Kedokteran EGC* (27th ed.). http://118.97.175.230/perpus.poltekkes2/index.php?p=show_detail&id=1095
<http://118.97.175.230/perpus.poltekkes2/lib/phpthumb/phpThumb.php?src=../../images/docs/012.jpg.jpg>
- MUTHULAKSHMI, T., SALEH, A. M., KUMARI, N. V., MOHANA, P. K., & PALANICHAMY, V. (2015). Screening of Phytochemicals and in Vitro Antioxidant activity of *Acorus calamus*. *J. Drug Dev. & Res*, 7(1), 44–51.
- Nainggolan, Gultom, H., & Jamahir. (2013). Studi Pemanfaatan Limbah Ikan Dari Tempat Pelelangan Ikan (TPI) dan Pasar Tradisional Sibolga Sebagai Bahan Baku Kompos. *Universitas Sumatera Utara*.

- Nasichah, Z., Widjanarko, P., Kurniawan, A., & Arfiati, D. (2016). ANALISIS KADAR GLUKOSA DARAH IKAN TAWES (*Barbonymus gonionotus*) DARI BENDUNG ROLAK SONGO HILIR SUNGAI BRANTAS. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan, 2006*, 328–333.
- Natsir, M. H., & Widodo, E. (2016). CHARACTERISTIC, AND INTESTINAL MICROFLORAS IN BROILER. *Buletin Peternakan, 40*, 1–10.
- Nilsson, G. (2016). The physiology of fishes, fourth edition, edited by D. H. Evans, J. B. Claiborne and S. Currie. *Marine Biology Research, 12*(4), 454–454. <https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1169299>
- Noormindhawati, Iely. (2013). *Jus Sakti Tumpas Penyakit Asam Urat*. Pustaka Makmur.
- Novitasari, A. (2013). INOVASI DARI JANTUNG PISANG (*Musa spp.*). *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada, 4*(2), 4.
- Noviyanti. (2015). *Hidup Sehat Tanpa Asam Urat*. Perpustakaan Nasional RI.
- Nugroho, E., Rustadi, R., Priyanto, D., Sulisty, H., Susila, S., Sunaryo, S., & Wasito, B. (2014). PENURUNAN KERAGAMAN GENETIK PADA F-4 IKAN NILA MERAH “CANGKRINGAN” HASIL PEMULIAAN DIDETEKSI DENGAN MARKER GENETIK. *Jurnal Riset Akuakultur, 9*(1), 25. <https://doi.org/10.15578/jra.9.1.2014.25-30>
- Oliver, S. P., B.E, G., M.J., L., S.J, I., R.A, A., D.A, M., & H.H, D. (2001). Efficiency of a New Premilking, Teat Disinfectant Containing a Phenolic Combination for The Prevention of Mastitis. *Journal Dairy Science, 84*, 1545–1549.
- Pangestuti, I. E., Sumardianto, & Amalia, U. (2017). Skrining Senyawa Fitokimia Rumput Laut *Sargassum Sp.* Dan Aktivasinya Sebagai Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli*. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology (IJFST), 12*(2), 98–102.
- Panji, R. (2012). *Sejuta Manfaat Jantung Pisang*. PT Rineka Cipta.
- Parvez, Md. A. K., Saha, K., Rahman, J., Ara, M. R., Rahman, Md. A., Dey, S. K., Rahman, Md. S., Islam, S., & Shariare, M. H. (2019). Antibacterial activities of green tea crude extracts and synergistic effects of epigallocatechingallate (EGCG) with gentamicin against MDR pathogens. *Heliyon, 5*(7), 21–26. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02126>
- Pejin, J., Radosavljević, M., Kocić-Tanackov, S., Djukić -Vuković, A., & Mojović, L. (2017). Lactic acid fermentation of brewer's spent grain hydrolysate by *Lactobacillus rhamnosus* with yeast extract addition and pH control. *Journal of the Institute of Brewing, 123*(1), 98–104.

- Pelczar, M., & Chan, E. (2008). *Dasar Mikrobiologi*. UI Press.
- Poste, A. E., Muir, D. C., Guildford, S. J., & Hecky, R. E. (2015). Bioaccumulation and Biomagnification of mercury in African lakes: The Importance of Trophic Status. *Science of the Total Environment*, 506–508, 126–136. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.10.094>.
- Pradikdo, B. A., Wardhani, A. S., Widodo, E., & Sudjarwo, E. (2019). Effect of Red Betel Leaf Extract (*Piper crocatum*) as Feed Additive on Ileal Characteristic and Intestinal Microflora in Broiler Chicken. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 4(4), 310–312.
- Pradono, A. S. (2011). Pengaruh pemberian decocta daun lidah buaya (aloe vera l.) terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus wistar yang diberi beban glukosa. *Artikel Ilmiah, Sarjana Pendidikan Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang*, 16.
- Prata, F. S. S. (2018). Estudo comparativo da taxa de glicémia em amostras colhidas em dois locais distintos em *Canis familiaris*. (*Doctoral Dissertation, Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária*).
- Pratama, A. P., Rachmawati, D., & Samidjan, I. (2015). PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM FITASE PADA PAKAN BUATAN TERHADAP EFISIENSI PEMANFAATAN PAKAN, PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN IKAN NILA MERAH SALIN (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(4), 150–158.
- Puspitaningrum, T., Mahfudz, L. D., & Nasoetion, M. H. (2021). Potensi Bawang Putih (*Alium sativum*) dan *Lactobacillus acidophilus* sebagai Sinbiotik untuk Meningkatkan Performans Ayam Broiler. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 16(2), 210–214. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.16.2.210-214>
- Puspitasari, D. (2017). *Efektivitas Suplemen Herbal Terhadap Pertumbuhan dan Kululushidupan Benih Ikan Lele (Clarias sp.)*. 5(1), 7.
- Rachmawati, F. N., Susilo, U., & Hariyadi, B. (2006). PENGGUNAAN EM4 DALAM PAKAN BUATAN UNTUK MENINGKATKAN KEEFISIENAN PAKAN DAN PERTUMBUHAN IKAN NILA GIFT (*Oreochromis sp.*). *J.Agroland*, 13(3), 270–274.
- Rahayu, S., & Tjitraresmi, A. (2016). *TANAMAN PEPAYA (Carica papaya L.) DAN MANFAATNYA DALAM PENGOBATAN*. 14(1), 17.
- Rahman, Z., Siddiqui, M. N., Khatun, M. A., & Kamruzzaman, M. (2013). Effect of Guava (*Psidium guajava*) leaf meal on production performances and antimicrobial sensitivity in commercial broiler. *Journal of Natural Products*, 6, 177–187.

- Rahmawati, R. (2012). *Keampuhan Bawang Putih Tunggal (Bawang Lanang)*. Pustaka Baru Press.
- Ramadhana, S., Fauzana, N. A., & Ansyari, P. (2012). PEMBERIAN PAKAN KOMERSIL DENGAN PENAMBAHAN PROBIOTIK YANG MENGANDUNG *Lactobacillus* sp. TERHADAP KECERNAAN DAN PERTUMBUHAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*). *Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru*, 2(4), 10.
- Ramadhania, R. (2019). PENGARUH KONSENTRASI STARTER *Lactobacillus plantarum* TERHADAP KARAKTERISTIK SOSIS FERMENTASI IKAN TONGKOL (*Euthynnus affinis*). *Doctoral Dissertation, Fakultas Teknik Unpas*.
- Ramirez, C., M.L, C, W., A., E.-C., & M.L, P.-C. (2013). Probiotic potential of thermotolerant lactic acid bacteria strains isolated from cooked meat products. *International Food Research Journal*, 20(2), 991–1000.
- Rashad, Y. M., Al-Askar, A. A., Ghoneem, K. M., Saber, W. I. A., & Hafez, E. E. (2017). Chitinolytic *Streptomyces griseorubens* E44G enhances the biocontrol efficacy against *Fusarium* wilt disease of tomato. *Phytoparasitica*, 45(2), 227–237. <https://doi.org/10.1007/s12600-017-0580-3>
- Ratih, D. (2013). *Uji Aktivitas Sinbiotik Bakteri Asam Laktat (Bal), Inulin dan Granul Ekstrak Daun Mengkudu (Morinda Citrifolia L.) Terhadap Bakteri Patogen Pada Ayam Broiler Secara In Vitro* [Skripsi]. UNS-FMIPA Jur,Biologi.
- Renitasari, D. P., Kurniawan, A., & Kurniaji, A. (2021). Blood glucose of tilapia fish *Oreochromis mossambica* as a water bioindicator in the downstream of Brantas Waters, East Java. *AACL Bioflux*, 14(4), 10.
- Röder, P. V., Wu, B., Liu, Y., & Han, W. (2016). Pancreatic Regulation of Glucose Homeostasis. *Experimental & Molecular Medicine*, 48(3), e219–e219. <https://doi.org/10.1038/emm.2016.6>
- Rolin, F., Setiawati, M., & Jusadi, D. (2015). Evaluasi pemberian ekstrak daun kayu manis *Cinnamomum burmannii* pada pakan terhadap kinerja pertumbuhan ikan patin *Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(3), 201–208.
- Royan, F., Rejeki, S., Haditomo, A. H. C., Studi, P., Perairan, B., Perikanan, J., & Diponegoro, U. (2014). *Journal of Aquaculture Management and Technology Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3, 109–117.
- Rukmana, R. (1995). *Budidaya Bawang Putih*. Kanisius.

- Rukmana, R. (2002). *Mengkudu Budi Daya dan Prospek Agribisnis*. Kanisius.
- Sakinah, I. F. (2013). Pengaruh Pemberian Probiotik pada Media Pemeliharaan Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Koi (*Cyprinus carpio*). *Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Jatinangor*.
- Salsabila, M., & Suprpto, H. (2019). TEKNIK PEMBESARAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DI INSTALASI BUDIDAYA AIR TAWAR PANDAAN, JAWA TIMUR. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 7(3), 118. <https://doi.org/10.20473/jafh.v7i3.11260>
- Samadi, S., Delima, M., Hanum, Z., & Akmal, M. (2012). Pengaruh Level Substitusi Protein Sel Tunggal (Cj Prosin) Pada Pakan Komersial Terhadap Performan Ayam Broiler. *Jurnal Agripet*, 12(1), 7–15. <https://doi.org/10.17969/agripet.v12i1.263>
- Santoso, S. (2014). *Statistik Parametrik (Konsep dan Aplikasi dengan SPSS)*. Elex Media Komputindo.
- Santoso, U., & Fenita, Y. (2016). Pengaruh Pemberian Tepung Daun Pepaya (*Carica papaya*) terhadap Kadar Protein dan Lemak pada Telur Puyuh. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 10(2), 71–76. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.10.2.71-76>
- Santrianda, A., & Aji, O. R. (2021). Pengendalian Parasit *Trichodina* sp. Menggunakan Infusa Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) pada Permukaan Kulit Ikan Lele (*Clarias batrachus* L.). *Jurnal Biology Science & Education 2021*, 10(1), 25.
- Sari, D. R., Prayitno, S. B., & Sarjito. (2014). PENGARUH PERENDAMAN EKSTRAK BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) TERHADAP KELULUSHIDUPAN DAN HISTOLOGI GINJAL IKAN LELE (*Clarias gariepinus*) YANG DIINFEKSI BAKTERI “*Edwardsiella tarda*.” *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4), 126–133.
- Sari, W. A. P., & Hastuti, S. (2013). (*Oreochromis niloticus* Var.). 2, 12.
- Saselah, J. T., & Mandeno, J. (2017). Aplikasi probiotik dengan bahan lokal untuk meningkatkan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup Bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). *e-Journal BUDIDAYA PERAIRAN*, 5(3). <https://doi.org/10.35800/bdp.5.3.2017.17946>
- Setiawan, E. A., N, A. S., & Rahayu, P. (2019). Pengaruh Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) terhadap Pertumbuhan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramyLac.*) pada Sistem Akuakultur. *Seminar Nasional Sains dan Entrepreneurship*, VI, 7.

- Sheih, I. C., Fang, T. J., Wu, T. K., & Chen, R. Y. (2014). Effects of fermentation on antioxidant properties and phytochemical composition of soy germ. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(14), 3163–3170. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6666>
- Sheng, Z.-W., Ma, W.-H., Jin, Z.-Q., Bi, Y., Sun, Z.-G., Dou, H.-T., Gao, J.-H., Li, J.-Y., & Han, L.-N. (2010). Investigation of dietary fiber, protein, vitamin E and other nutritional compounds of banana flower of two cultivars grown in China. *African Journal of Biotechnology*, 9(25), 3888–3895. <https://doi.org/10.4314/ajb.v9i25>
- Shu, J., Chou, G., & Wang, Z. (2010). One new galloyl glycoside from fresh leaves of *Psidium guajava* L. *Yao Xue Xue Bao = Acta Pharmaceutica Sinica*, 45(3), 334–337.
- Singh, N., Ghosh, R. C., & Singh, A. (2013). Prevalence and Haemato-biochemical Studies on Naturally Occurring Gout in Chhattisgarh. *Advances in Animal and Veterinary Sciences.*, 1(3S), 9–11.
- Sinha, S., Sarma, M., Nath, R., & Devchoudhury, K. (2017). Changes in serum biochemical constituents of Pati ducks (*Anas platyrhynchos domesticus*). *The Pharma Innovation Journal*, 6(3), 223–225.
- Sirait, M. (2007). *Penuntun Fitokimia dalam Farmasi*. ITB.
- Siti, N. W., SUKMAWATI, N. M. S., ARDIKA, I. N., SUMERTA, I. N., WITARIADI, N. M., CANDRAASIH KUSUMAWATI, N. N., & RONI, N. G. K. (2016). PEMANFAATAN EKSTRAK DAUN PEPAYA TERFERMENTASI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS DAGING AYAM KAMPUNG. *MAJALAH ILMIAH PETERNAKAN*, 19(2).
- Souza, M. D., Dimitrov, S., Ivanova, I., Dora, B., Melo, G. D., Chobert, J., & Haertl, T. (2015). Improving safety of salami by application of bacteriocins produced by an autochthonous *Lactobacillus curvatus* isolate. *Food Microbiology*, 46, 254–262. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.08.004>
- Steensels, J., Snoek, T., Meersman, E., Nicolino, M. P., Voordeckers, K., & Verstrepen, K. J. (2014). Improving industrial yeast strains exploiting natural and artificial diversity. *FEMS Microbiology Reviews*, 38(5), 947–995.
- Subandiyono, P. N., & Pinandoyo. (2014). PENGARUH PEMBERIAN PROBIOTIK DALAM PAKAN BUATAN TERHADAP TINGKAT KONSUMSI PAKAN DAN PERTUMBUHAN BENIH IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4), 183–190.

- Sufriadi, A. (2006). Manfaat Daun Kayu Manis *Cinnamomum burmanni* Terhadap Khasiat Antioksidasi Mahkota Dewa *Phaleria Macrocarpa* (Scheff.) Boerl) Selama Penyimpanan. *Institut Pertanian Bogor*.
- Sugianti, Y., & Astuti, L. P. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 203. <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i2.2488>
- Suharman, I. (2020). Pemanfaatan Tepung Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L) yang Difermentasi Menggunakan *Rhizopus* sp. Dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.). *Jurnal Akuakultur SEBATIN*, 1(1), 9.
- Sukenda, Rafsyanzani, M. M., Rahman, & Hidayatullah, D. (2016). Kinerja probiotik *Bacillus* sp. Pada pendederan benih ikan lele *Clarias* sp. Yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 15(2), 162. <https://doi.org/10.19027/jai.15.2.162-170>
- Sulasiyah, S., Sarjono, P. R., & Aminin, A. L. N. (2018). Antioxidant from Turmeric Fermentation Products (*Curcuma longa*) by *Aspergillus Oryzae*. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 21(1), 13–18. <https://doi.org/10.14710/jksa.21.1.13-18>
- Sulistyoningsih, jurnal peternakan. (2018). *Pengaruh Pemberian Jahe, Kunyit dan Salam Terhadap Kadar Asam Urat dan Glukosa Darah pada Bebek*. 20(2), 78–83.
- Sulistyoningsih, M. (2018). EFEKTIFITAS FEED ADDITIVE HERBAL JAHE, KUNYIT, DAN SALAM SERTA PENCAHAYAAN TERHADAP TEKNIK TONIC IMMOBILITY, SUHU REKTAL DAN KADAR AIR DAGING BROILER. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 4(2), 10.
- Sulistyoningsih, M., Dzakiy, M. A., & Nurwahyunani, A. (2014). *OPTIMALISASI FEED ADDITIVE HERBAL TERHADAP BOBOT BADAN, LEMAK ABDOMINAL DAN GLUKOSA DARAH AYAM BROILER*. 3(2), 16.
- Sulistyoningsih, M., & Rakhmawati, R. (2016). Pengaruh Pemberian Probiotik dari Limbah Ayam Broiler yang Diberi Perlakuan Feed Additive Herbal dan Intermittent Lighting untuk Meningkatkan Bobot Badan dan Panjang Lele. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 2(2/Nov). <https://doi.org/10.26877/jitek.v2i2/Nov.1205>
- Sulistyoningsih, M., Rakhmawati, R., & Septiyanto, A. A. (2018). Pengaruh Pemberian Jahe, Kunyit dan Salam Terhadap Kadar Asam Urat dan Glukosa Darah pada Bebek. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 20(2), 78. <https://doi.org/10.25077/jpi.20.2.78-83.2018>

- Sulmartiwi, L., Harweni, S., Mukti, A. T., & Triastuti, Rr. J. (2019). Pengaruh Penggunaan Larutan Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Pasca Transportasi. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 5(1), 73. <https://doi.org/10.20473/jipk.v5i1.11428>
- Suminto, & Chilmawati, D. (2015). PENGARUH PROBIOTIK KOMERSIAL PADA PAKAN BUATAN TERHADAP PERTUMBUHAN, EFISIENSI PEMANFAATAN PAKAN, DAN KELULUSHIDUPAN BENIH IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*) D35-D75. *Jurnal Saintek Perikanan*, 11(1), 11–16.
- Sunu, P., Sunarti, D., Mahfudz, L. D., & Yuniarto, V. D. (2019). Prebiotic activity of garlic (*Allium sativum*) extract on *Lactobacillus acidophilus*. *Veterinary World*, 12(12), 2046–2051. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.2046-2051>
- Suryana, A. A. (2009). Pengujian Aktivitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* Linn.) Terhadap *Rhizoctonia* sp. Secara in Vitro. *Bul Littro*, 20(1), 92–98.
- Suyanti, & Supriyadi, A. (2008). *Pisang, Budidaya, Pengolahan & Prospek Pasar. Edisi Revisi*. Penebar Swadaya.
- Suyanto, S., Paidi, & Wilujeng, I. (2011). Lembar Kerja Siswa (LKS). Prosiding Seminar Pembekalan Guru Daerah Terluar, dan Tertinggal. *Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Syahida, I. E. A., & Prayitno, S. B. (2013). PENGARUH EKSTRAK DAUN SIRIH MERAH (*Piper crocatum*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(4), 94–107.
- Syahrizal, S., Arifin, Z., & Paimung, P. (2020). REKAYASA KOMPOSISI PAKAN PELLET BENIH IKAN PATIN (*Pangasianodon hypophthalmus*) DENGAN FERMENTASI EM4 (Effective Microorganisms 4). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v5i1.59>
- Syahrudin, E., Abbas, H., Purwati, E., & Heryandi, Y. (2011). Pengaruh Pemberian Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) Fermentasi terhadap Kandungan Kolesterol Karkas Ayam Broiler. *JITV*, 16(4), 266-271.
- Syawal, H., Effendi, I., & Kurniawan, R. (2020). The Effect of Herbal Supplement Feeding and Different Stocking Density on the Growth Rate of Striped Catfish, *Pangasianodon Hypophthalmus*. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 20(2), 143. <https://doi.org/10.32491/jii.v20i2.521>
- Tengjaroenkul, B. (2000). Ontogenic Morphology and Enzyme Activities Of The Intestinal Tract Of The Nile Tilapia. *Virginia: Polytechnic Institute and State University*, 176.

- Thomas, L., Anitha, T., AB, L., M, S., P, G., & S, C. (2017). Biochemical and mineral analysis of the undervalued leaves – *Psidium guajava* L. *International Journal of Advanced Science and Research*, 2(3), 16–21.
- Trianto. (2012). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif: Konsep, Landasan, dan Implementasinya Pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan* (1st ed.). Kencana Prenada Media Group.
- Trubus. (2013). *100 Plus Herbal Indonesia* (Vol. 11). Trubus.
- Tuntun, M. (2016). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* dan *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Kesehatan*, 7(3), 497. <https://doi.org/10.26630/jk.v7i3.235>
- Wahjuningrum, D., Solikhah, E. H., Budiardi, T., & Setiawati, M. (2013). Infection control of *Aeromonas hydrophila* in catfish (*Clarias* sp.) using mixture of meniran *Phyllanthus niruri* and garlic *Allium sativum* in feed. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 9(2), 93. <https://doi.org/10.19027/jai.9.93-103>
- Wang, L., Wei, W., Tian, W., Shi, K., & Wu, Z. (2016). Improving Bioactivities of Polyphenol Extrcat From *Psidium Guava* L leaves Through Co-Fermentation of *Monascus* anka GIM 3,592 and *Saccharomyces cerevisiae* GIM 2.139. *Journal Industrial Crops and Product*, 94, 206–215.
- Warasto, Yulisman, & Mirna, F. (2013). TEPUNG KIAMBANG (*Salvinia molesta*) TERFERMENTASI SEBAGAI BAHAN PAKAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2), 173–183.
- Winarno, F. G. (2000). *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wright, J. R., Bonen, A., Conlon, J. M., & Pohajdak, B. (2000). Glucose Homeostasis in the Teleost Fish Tilapia: Insights from Brockmann Body Xenotransplantation Studies. *American Zoologist*, 40(2), 234–235.
- Wu, Y., QF, G., H, F., WW, L., M, C., & RJ, H. (2013). Effect of *Sophora flavescens* on non-specific immune response of tilapia (GIFT *Oreochromis niloticus*) and disease resistance against *Streptococcus agalactiae*. *Fish & Shellfish Immunology*, 34(1), 220–227. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2012.10.020>.
- Yuhana, M., Normalina, I., & Sukenda, . (2008). Potency of Garlic (*Allium sativum*) Extract Against Motile *Aeromonad* Septicaemia Disease Caused by *Aeromonas hydrophila* in *Pangasionodon hypophthalmus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 7(1), 95. <https://doi.org/10.19027/jai.7.95-107>

- Yuwanta, A. W., Zuprizal, & R, S. (2009). *Volatile fatty acids and glucose concentration in blood of normal tegal ducks and those underwent caeectomyzed receiving diets of different crude fiber levels* (2nd Mediterranean Summit of WPSA). World Poultry Science Association (WPSA).
- Zahra, S., & Iskandar, Y. (2017). KANDUNGAN SENYAWA KIMIA DAN BIOAKTIVITAS *Ocimum Basilicum* L. *Farmaka*, 15(3), 10.
- Zhang, Z., Kong, F., Ni, H., Mo, Z., Wan, J. B., Hua, D., & Yan, C. (2016). Structural characterization, α -glucosidase inhibitory and DPPH scavenging activities of polysaccharides from guava. *Carbohydr. Polym*, 144, 106–114.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Konversi Pakan Fermentasi Suplemen Herbal

Periakuan		Pengukuran Minggu Ke-																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
K ₀	Rata-rata bobot ikan nila (g)	34	37,9	36,6	36	37,9	39,9	39,9	42,7	48,2	50,1	49,3	52,9	54,9	58,3	57,3	59,9	66,1	67,3	66,1	72	74,6
	Pakan Komersil (g)	56,1	62,5	60,3	59,4	62,5	65,8	65,8	70,4	79,5	82,6	81,3	87,2	90,5	96,2	94,5	98,8	109,06	111,04	109,1	118,8	123,1
K ₁	Rata-rata bobot ikan nila (g)	37,9	41,4	39,9	39,8	44,1	44,2	46,6	46,5	48,9	52,1	52,5	57,2	60,1	61	64,6	66,8	72,2	76	79	73,7	85,4
	Pakan Komersil (g)	62,5	68,3	65,8	65,6	72,7	72,9	76,9	76,72	80,7	85,9	86,6	94,4	99,2	100,65	106,59	110,22	119,13	125,4	130,35	121,605	140,9
	Suplemen Herbal 5% (ml)	3,13	3,41	3,29	3,28	3,63	3,64	3,84	3,83	4,03	4,29	4,33	4,72	4,95	5,03	5,3	5,5	5,9	6,27	6,5	6,08	7,04
	Suplemen Herbal 15% (ml)	9,38	10,24	9,87	9,85	10,91	10,93	11,53	11,50	12,10	12,89	12,99	14,15	14,87	15,09	15,98	16,53	17,86	18,81	19,55	18,24	21,13
K ₂	Rata-rata bobot ikan nila (g)	39,3	39,8	39,6	40,6	40,2	47,4	52,1	52	55,5	61,1	65,1	67,6	67,9	70,6	76,2	80,3	75,1	75,8	79,2	76,4	82,4
	Pakan Komersil (g)	64,84	65,67	65,34	66,99	66,33	78,21	85,96	85,8	91,57	100,81	107,41	111,54	112,03	116,49	125,73	132,49	123,9	125,07	130,68	126,06	135,96
	Suplemen Herbal 5% (ml)	3,24	3,28	3,267	3,34	3,31	3,91	4,29	4,29	4,57	5,04	5,37	5,57	5,60	5,82	6,28	6,62	6,19	6,25	6,53	6,30	6,79
	Suplemen Herbal 15% (ml)	9,72	9,85	9,801	10,04	9,94	11,73	12,89	12,87	13,73	15,12	16,11	16,73	16,80	17,47	18,85	19,87	18,58	18,76	19,6	18,9	20,39

Lampiran 2 Data Kualitas Air Penelitian

Parameter	Perlakuan	Banyaknya Ulangan			Rata-rata	Nilai Optimum
		U ₁	U ₂	U ₃		
Suhu (°C)	K ₀	27,9	27,8	27,7	27,8	25-32 ⁰ C (Salsabila dan Suprpto, 2019)
	K ₁	28,0	28,1	27,9	28,0	
	K ₂	27,9	28,0	27,8	27,9	
pH	K ₀	7,2	7,4	7,5	7,36	6,5-8,6 (Salsabila dan Suprpto, 2019)
	K ₁	7,4	7,7	7,5	7,53	
	K ₂	7,6	8,0	7,2	7,6	
Amonia (mg/l)	K ₀	0,0208	0,0310	0,0312	0,0276	< 0,02 (Salsabila dan Suprpto, 2019)
	K ₁	0,0185	0,0193	0,0190	0,0189	
	K ₂	0,0138	0,0142	0,0140	0,014	
Nitrit (mg/l)	K ₀	0,0090	0,0091	0,0089	0,009	< 0,1 (Salsabila dan Suprpto, 2019)
	K ₁	0,0040	0,0038	0,0039	0,0039	
	K ₂	0,0048	0,0045	0,0042	0,0045	

Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Suplemen Herbal



Gambar 2. Penimbangan Bahan



Gambar 3. Proses Pembuatan Suplemen Herbal



Gambar 4. Bahan Suplemen Herbal



Gambar 5. Kegiatan Persiapan Kolam Budidaya



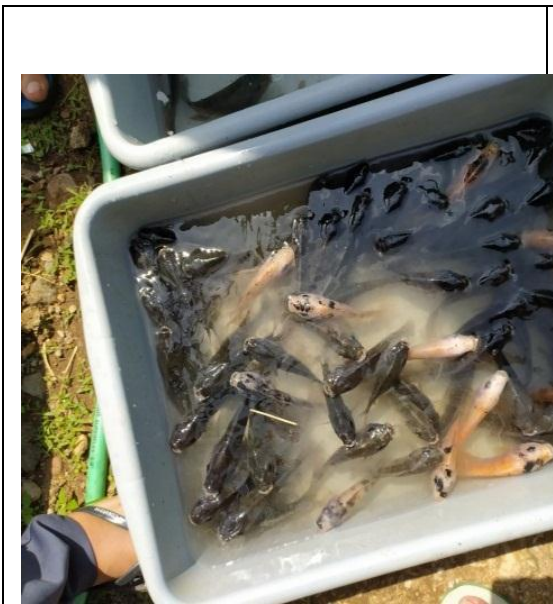
Gambar 6. Kegiatan Pemberian Suplemen Herbal Pada Media



Gambar 7. Kegiatan Pemberian Jamu Probiotik Herbal Pada Ikan Nila



Gambar 8. Kegiatan Pembersihan Kolam Budidaya



Gambar 9. Kegiatan Panen Ikan Nila



Gambar 10. Kegiatan Pemberian Hasil Ikan Kepada Masyarakat Sekitar



Gambar 11. Penimbangan Bahan (Gula Merah)



Gambar 12. Bahan Bawang Putih



Gambar 13. Toples



Gambar 14. Pemberian Suplemen Herbal



Gambar 15. Suplemen Herbal



Gambar 16. Suplemen Herbal Cair



Gambar 17. Kegiatan Penghalusan Bahan Suplemen Herbal



Gambar 18. Kegiatan Pembersihan Kotoran Ikan



Gambar 19. Kegiatan Persiapan Pengukuran Kadar Glukosa dan Asam Urat Darah Ikan Nila



Gambar 20. Kegiatan Pengambilan Darah Ikan Nila untuk Di Uji



Gambar 21. Hasil Uji Glukosa Darah



Gambar 22. Hasil Uji Asam Urat Darah

Lampiran 4 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

SMAN 1 Semarang	Mapel Biologi	Kls/smt/ XII IPA/1	Materi Metabolisme sel	Alokasi waktu 1x2 JP
<p>A.Tujuan Pembelajaran : Peserta didik dapat menjelaskan proses metabolisme yang meliputi katabolisme dan anabolisme melalui pembelajaran <i>discovery learning</i> untuk membiasakan sikap obyektif.(blander learning: pengetahuan, keterampilan, sikap).</p>				
<p>B.Sumber Belajar: Lembar Kerja Peserta Didik, share materi PPT,buku paket, link youtube Metabolisme.</p>		<p>Inti</p> <ol style="list-style-type: none"> Stimulus : Siswa mengamati video sirkulasi darah yang ditayangkan di proyektor kelas, membuat 1 pertanyaan tentang sirkulasi darah dari video yang telah dilihat. Data collection: Siswa mengerjakan LKPD yang sudah dibuat oleh guru. Data processing : Siswa mengolah informasi dari berbagai sumber yang relevan sehingga mampu menjawab permasalahan dengan benar. Problem statement :Guru membuat poin-poin pertanyaan siswa Verification : Guru menayai beberapa siswa terkait jawaban LKPD. Generalization : Guru melakukan konfirmasi materi, guru & siswa berdiskusi metabolisme yang meliputi katabolisme dan anabolisme dalam sel. <p>Penutup</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memberikan kesimpulan. Guru memberikan tugas kepada peserta didik untuk mempelajari respirasi aerob dan anaerob. Guru menutup pembelajaran dengan berdoa dan memberi salam. 		
<p>C.Kegiatan Pembelajaran:</p> <p>Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru menyapa siswa dan memastikan semua sudah menerima share materi pembelajaran. Peserta didik berdoa, dan saling berkabar kesehatan, tetap patuh <i>social distancing</i>. Peserta didik mencermati tujuan pembelajaran dan skenario kegiatan. Memotivasi dengan menampilkan gambar metabolisme sel. 		<p>D. Penilaian :</p> <ol style="list-style-type: none"> Penilaian sikap peserta didik selama mengikuti pembelajaran di kelas Penilaian ketrampilan mengerjakan LKPD Penilaian keterampilan unjuk kerja dalam kegiatan pembelajaran. 		

LAMPIRAN PENILAIAN

Penilaian Afektif

Penilaian diri selama pembelajaran daring.

Berilah tanda centang pada setiap pernyataan berikut yang sesuai dengan keadaan diri masing-masing dengan jujur !

No.	Perilaku	Ya (Skor 50)	Kadang-kadang (Skor 30)	Pernah (Skor 20)	Tidak Pernah (Skor 10)
1.	Saya selalu menyiapkan buku, dan menyiapkan fisik saya untuk menerima pembelajaran				
2.	Saya selalu mengerjakan tugas yang diberikan guru tepat waktu				
3.	Saya tidak pernah meninggalkan kewajiban sebagai seorang siswa dan menyimak apa yang disampaikan guru saat pembelajaran				
4.	Saya selalu menanggapi, menkritisi dan ikut aktif dalam pembelajaran				

5.	Saya selalu belajar sendiri dirumah dengan materi yang esok hari akan diterangkan oleh guru di kelas				
Total Skor :..... (maks. 250 skor)					

Kriteria Jumlah Skor	
A = 200 - 250	(Sangat Baik)
B = 100 - 199	(Baik)
C = 50 - 99	(Cukup)
D = 10 - 49	(Kurang)

PENILAIAN OBSERVASI

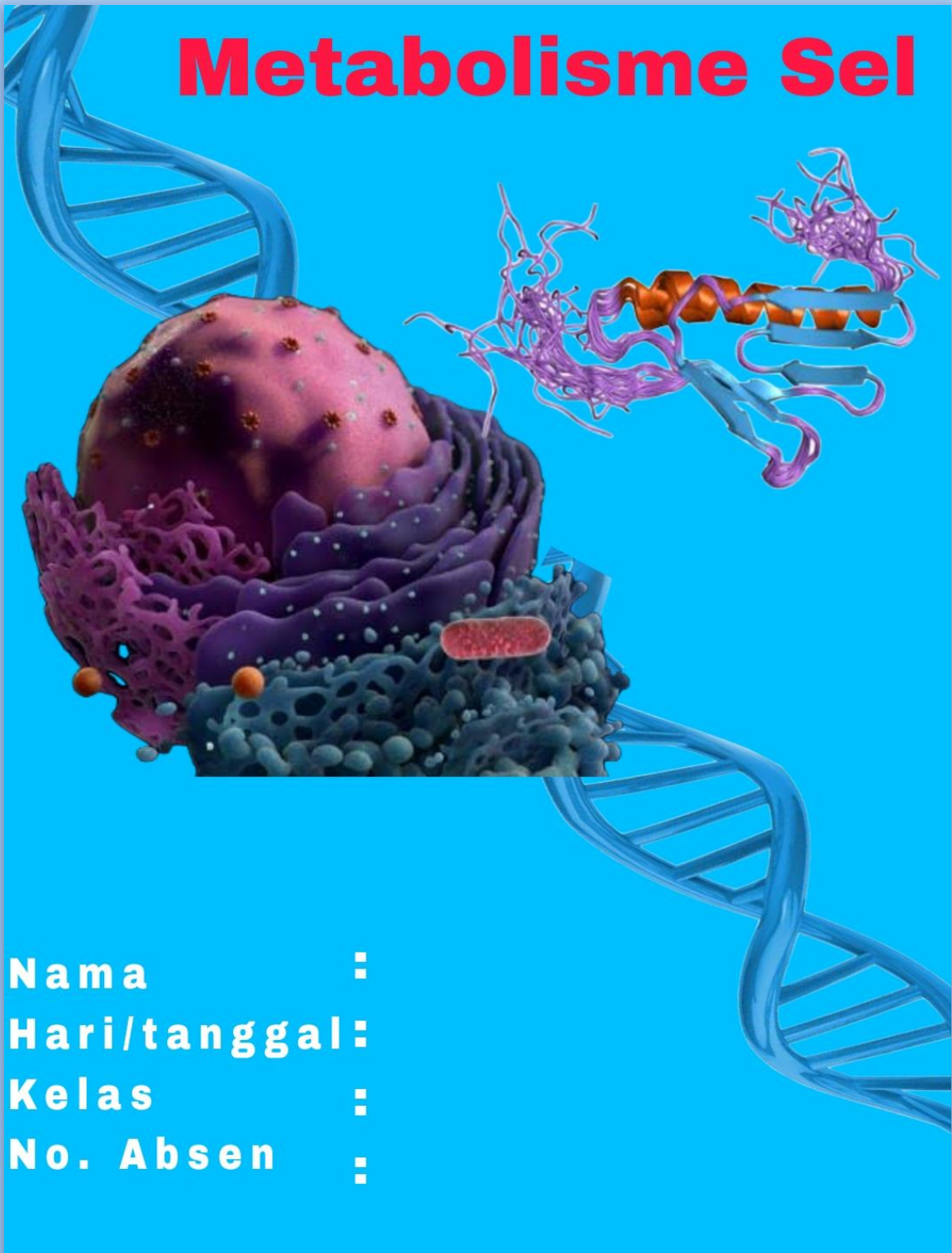
Penilaian observasi ini dilakukan oleh guru saat pembelajaran sedang berlangsung sehingga guru dapat menilai perilaku yang dimiliki siswa.

No.	Nama peserta didik	Aspek perilaku yang diamati				Skor Total	Kriteria
		Aktif	Disiplin	Tanggung jawab	Jujur		
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
Dst.							

*tiap aspek bernilai maksimal 50.

Kriteria Nilai	
A = 200 - 250	(Sangat Baik)
B = 100 - 199	(Baik)
C = 50 - 99	(Cukup)
D = 10 - 49	(Kurang)

Lampiran Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)



Metabolisme Sel

Nama :
Hari/tanggal :
Kelas :
No. Absen :

K.D 3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup.

K.D 4.2 Menyusun laporan hasil percobaan tentang metabolisme kerja enzim, fotosintesis dan respirasi aerob.

IPK

3.1 Menjelaskan mengenai proses metabolisme yang meliputi katabolisme dan anabolisme.

Tujuan Pembelajaran

Peserta didik dapat menjelaskan proses metabolisme yang meliputi katabolisme dan anabolisme melalui pembelajaran *discovery learning* untuk membiasakan sikap obyektif. (blended learning: pengetahuan, keterampilan, sikap).

DASAR TEORI

Metabolisme merupakan serangkaian peristiwa reaksi kimia yang berlangsung di dalam makhluk hidup. Melalui proses metabolisme makanan yang dimakan dapat berubah menjadi energi untuk kelangsungan hidup. Kebutuhan energi setiap makhluk hidup berbeda-beda akan tetapi semua makhluk hidup memerlukan energi untuk kelangsungan hidupnya, energi dapat diperoleh dari makanan yang diakan kemudian melalui proses-proses kimiawi dalam sel tubuh dan laju metabolisme akan dipengaruhi oleh enzim-enzim sebagai katalisator. Metabolisme ada dua macam yaitu ; katabolisme dan anabolisme.

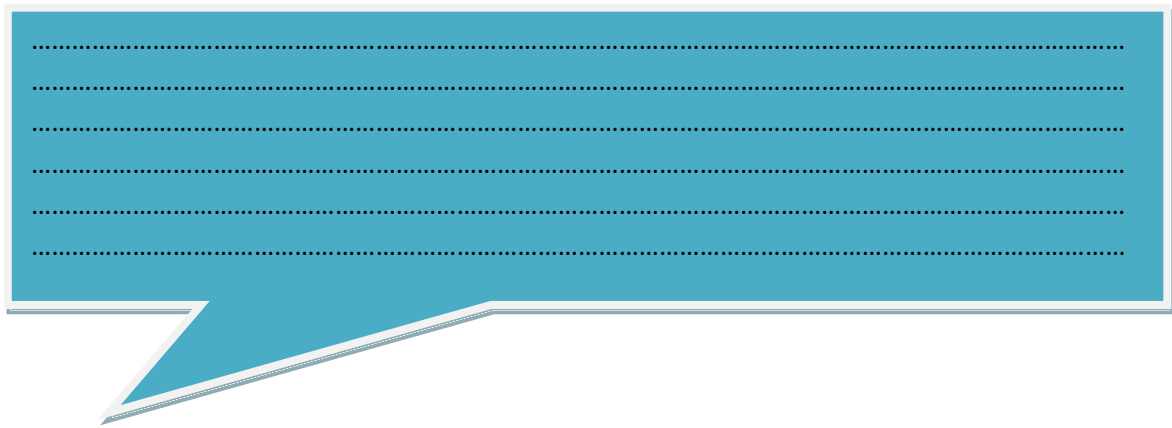
Katabolisme adalah rangkaian reaksi kimia yang berkaitan dengan proses pembongkaran atau pemecahan molekul/senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dengan bantuan enzim, contohnya ; respirasi aerob dan anaerob.

Anabolisme disebut juga asimilasi atau sintesis yaitu rangkaian proses kimia yang berkaitan dengan proses penyusunan atau sintesis molekul/senyawa kompleks dari yang sederhana menjadi lebih kompleks. Contohnya fotosintesis dan kemosintesis.

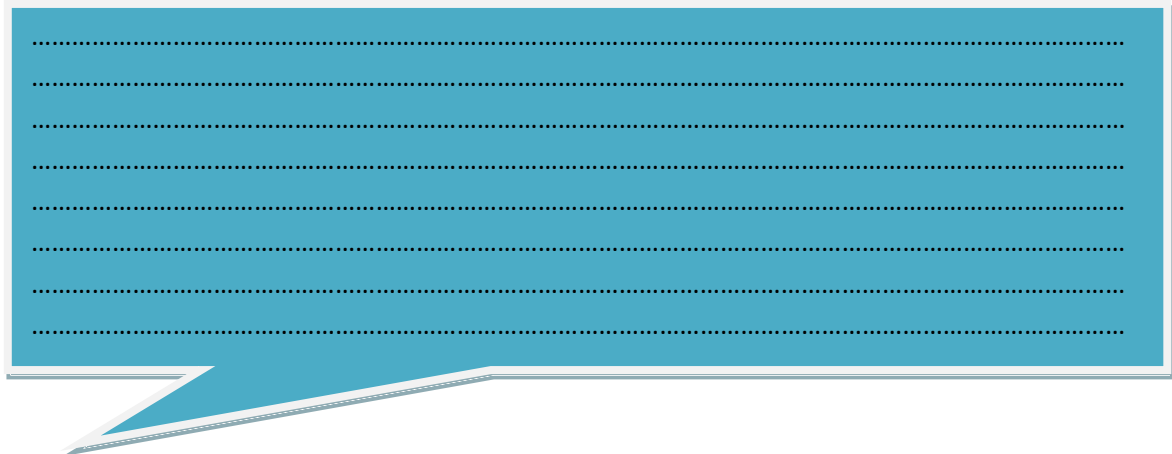
Prosedur

1. Cermati hasil penelitian dan soal yang disediakan !
2. Isilah jawaban di kolom yang sudah disediakan. Gunakan informasi dari sumber yang valid (buku, jurnal penelitian, maupun internet) untuk menjawab pertanyaan.
3. Selesaikan LKPD dalam waktu yang telah ditentukan, jangan sampai melewati batas waktu.

1. Sebut dan jelaskan jenis-jenis metabolisme yang terjadi dalam sel ! (20 poin)



2. Jelaskan rangkaian proses metabolisme karbohidrat dengan menggambar diagram alir ! (20 poin)



Seorang mahasiswa melakukan penelitian dengan menambahkan fermentasi suplemen herbal pada pakan ikan terhadap glukosa darah dengan hasil ditampilkan dalam tabel sebagai berikut :

Kadar Glukosa Darah Ikan Nila (mg/dL)			
	K₀	K₁	K₂
U₁	103	167	172
U₂	91	133	118
U₃	83	100	132
U₄	112	99	120
U₅	125	95	180
Total	514	594	722
Rata-rata	102,8	118,8	144,4

Keterangan :

K₀ : Ransum Komersial (kontrol)

K₁ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 5%

K₂ : Ransum Komersial + Fermentasi Suplemen Herbal 15%

U₁₋₆ : Ulangan ke-

***kadar glukosa normal : 70 – 125 mg/dL**

3. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, buatlah penjelasan tentang manakah yang termasuk dalam kadar glukosa darah yang normal ? dan manakah kelompok yang kemungkinan besar terkena penyakit akibat kelebihan kadar glukosa darah ? jelaskan ! (30 poin)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Sebut dan jelaskan penyakit akibat kelebihan kadar gula darah ! (10 poin)



5. Jelaskan proses katabolisme asam urat ! (20 poin)



KUNCI JAWABAN

1. Metabolisme dibagi menjadi 2 yaitu; katabolisme dan anabolisme

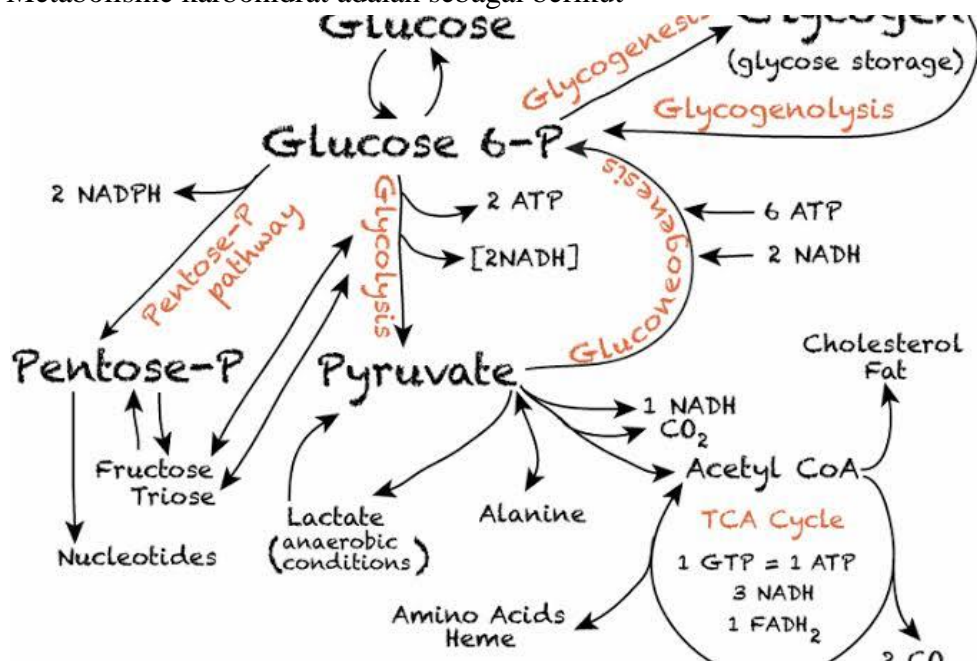
a. Katabolisme

Katabolisme adalah jalur metabolisme dengan merombak suatu substrat kompleks molekul organik menjadi komponen-komponen penyusunnya, atau dengan kata lain diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Contoh : pada respirasi aerob dan anaerob

b. Anabolisme

Anabolisme adalah jalur metabolisme yang menggabungkan komponen –komponen senyawa yang sederhana menjadi senyawa atau molekul yang lebih kompleks. contoh : fotosintesis.

2. Metabolisme karbohidrat adalah sebagai berikut



3. Disajikan hasil penelitian seorang mahasiswa,

a. K0 dan K1 adalah kadar glukosa darah yang berada di ambang normal karena bernilai rata-rata 102,8 dan 118,8 mg/dL dimana batas normalnya adalah 70-125 mg/dL

b. kelompok dari K2 adalah kelompok yang kemungkinan terkena penyakit gula darah karena berada diatas batas normal dimana bernilai 144,4 mg/dL dimana batas normalnya adalah 70-125 mg/dL.

4. Penyakit akibat kelebihan gula darah yaitu :

Penyakit jantung, obesitas, diabetes militus, diabetes kering, hiperglikemia, tekanan darah tinggi, dan asam urat.

5. Asam urat merupakan hasil dari reaksi perombakan akhir dari senyawa purin, salah satu komponen asam nukleat (DNA/RNA) pada inti sel. Asam urat diproduksi ketika purin dioksidasi oleh enzim Xanthine oxidase, suatu enzim yang terdapat dalam organel sel peroksisom pada banyak sel.

Lampiran 8 Lembar Pembimbingan Skripsi



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI INFORMASI
 Kampus: Jl. Dr. Cipto - Sidodadi Timur No.24 Semarang, Indonesia
 Telp. (024) 8316377 Faks. (024) 8448217 Email: upgrismg@gmail.com
 Homepage: www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Anggit Parikesit
 NPM : 17320055
 Prodi : Pendidikan Biologi
 Judul Skripsi : Efektivitas Penambahan Jamu Herbal Plus Probiotik Pada Pemberian Pakan Terhadap Glukosa Darah dan Asam Urat pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)
 Dosen Pembimbing I : Dr. Dra. Mei Sulistyoningsih, M.Si.
 Dosen Pembimbing II : Reni Rakhmawati S.Pd., M.Pd.,

No.	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1		Jasa	
2		Paraf	
3		Paraf	
4		Paraf	
5	28/9	Paraf Ace	

Dosen Pembimbing I

Dr. Dra. Mei Sulistyoningsih, M.Si.

NPP. 936701099

Mahasiswa

Anggit Parikesit

NPM. 17320055



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Kampus: Jl. Dr. Cipto - Sidodadi Timur No.24 Semarang, Indonesia
Telp.(024) 8316377 Faks. (024) 8448217 Email: upgrismg@gmail.com
Homepage: www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Anggit Parikesit
NPM : 17320055
Prodi : Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Efektivitas Penambahan Jamu Herbal Plus Probiotik Pada Pemberian Pakan Terhadap Glukosa Darah dan Asam Urat pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

1. Dosen Pembimbing I : Dr. Dra. Mei Sulistyoningsih
2. Dosen Pembimbing II : Reni Rakhmawati S.Pd., M.Pd.

No.	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
	16-Nov-2021	Me 1-5 Me 5 + DP	

Pembimbing 1

Dr. Dra. Mei Sulistyoningsih
NPP. 936701099

Mahasiswa

Anggit Parikesit
NPM. 17320055



LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Anggit Parikesit
NPM : 17320055
Prodi : Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Suplemen Herbal pada Pakan Pelet Ikan Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Asam Urat pada Ikan Nila

1. Dosen Pembimbing I : Dr. Dra. Mei Sulistyoningsih, M.Si.
2. Dosen Pembimbing II : Reni Rakhmawati, S.Pd., M.Pd,

No.	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	Selasa, 10 Jan 22	EYD .BAB 4	
2.	Kamis, 13 Jan 22	Revisi BAB 4	
3.	Kamis, 20 Jan 22	Revisi BAB 4 Glukosa	
4.	Rabu, 26 Jan 22	Periti data Glukosa dan as. urat mengubah data "Lo".	
5.	Kamis, 31 Maret 2022	Revisi	
6.	Selasa, 24 Mei 2022	Ace .bye	

Pembimbing I

Dr. Dra. Mei Sulistyoningsih, M.Si.
NPP. 936701099

Mahasiswa

Anggit Parikesit
NPM. 17320055



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI INFORMASI
Kampus: Jl. Dr. Cipto - Sidodadi Timur No.24 Semarang, Indonesia
Telp.(024) 8316377 Faks. (024) 8448217 Email: upgrismg@gmail.com
Homepage: www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Anggit Parikesit
NPM : 17320055
Prodi : Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Suplemen Herbal pada Pakan Pelet Ikan Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Asam Urat pada Ikan Nila

1. Dosen Pembimbing I : Dr. Dra. Mei Sulistyoningsih, M.Si.
2. Dosen Pembimbing II : Reni Rakhmawati, S.Pd., M.Pd,

No.	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	29-09-2021	Proposal	
2.	Senin 25-10-2021	Revisi Proposal	
3.	Kamis, 11-Nov-2021	Revisi Proposal	
4.	Senin, 29-Nov-2021	ACC Proposal	
5.	Selasa, 21-Der-2021	Pengajuan Skripsi	
6.	Rabu, 19-Jan-2022	Revisi Skripsi SPK dan Penulisan	

Pembimbing I

Reni Rakhmawati, S.Pd., M.Pd.
NPP. 098702219

Mahasiswa

Anggit Parikesit
NPM. 17320055



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Kampus: Jl. Dr. Cipto - Sidodadi Timur No.24 Semarang, Indonesia
Telp.(024) 8316377 Faks. (024) 8448217 Email: upgrismg@gmail.com
Homepage: www.upgrismg.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Anggit Parikesit
NPM : 17320055
Prodi : Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Suplemen Herbal pada Pakan Pelet Ikan Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Asam Urat pada Ikan Nila

1. Dosen Pembimbing I : Dr. Dra. Mei Sulistyoningsih, M.Si.
2. Dosen Pembimbing II : Reni Rakhmawati, S.Pd., M.Pd.

No.	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	Rabu, 2-Feb-2022	Revisi Skripsi, data Lo pada asam urat	
2.	Selasa, 15-Maret-2022	Revisi Skripsi	
3.	Rabu, 6-April-2022	Revisi Skripsi dan Implementasi	
4.	Rabu, 13-April-2022	Validasi	
5.	Kamis, 14 April 2022	ACC Skripsi	

Pembimbing I

Reni Rakhmawati, S.Pd., M.Pd.

NPP. 098702219

Mahasiswa

Anggit Parikesit

NPM. 17320055