

**PENGARUH FORTIFIKASI PROBIOTIK EM 4 DAN ST TERHADAP
PANJANG DAN BOBOT BASAH IKAN LELE (*Clarias sp*) PADA SISTEM
BIOFLOK SERTA IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN
BIOLOGI**

SKRIPSI



oleh :

Mellantiya Suryaningtyas NPM 18320007

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

2022

HALAMAN SAMPUL

**PENGARUH FORTIFIKASI PROBIOTIK EM 4 DAN ST TERHADAP
PANJANG DAN BOBOT BASAH IKAN LELE (*Clarias sp*) PADA SISTEM
BIOFLOK SERTA IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN
BIOLOGI**

Skripsi

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



oleh :

Mellantiya Suryaningtyas NPM 18320007

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

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi Berjudul

PENGARUH FORTIFIKASI PROBIOTIK EM 4 DAN ST TERHADAP
PANJANG DAN BOBOT BASAH IKAN LELE (*Clarias sp*) PADA SISTEM
BIOFLOK SERTA IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN
BIOLOGI

yang disusun oleh Mellantiya Suryaningtyas

NPM 18320007

Telah disetujui untuk diujikan Semarang, 16 Agustus 2022

Pembimbing I



Dr. Endah Rita S.D, S.Si., M.Si.
NPP.937001100

Pembimbing II



Dr. Ling. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd.
NPP.108001296

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Berjudul

PENGARUH FORTIFIKASI PROBIOTIK EM 4 DAN ST TERHADAP
PANJANG DAN BOBOT BASAH IKAN LELE (*Clarias sp*) PADA SISTEM
BIOFLOK SERTA IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN
BIOLOGI

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Mellantiya Suryaningtyas

NPM 18320007

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Hari Selasa, 16 Agustus 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan.

Panitia Ujian

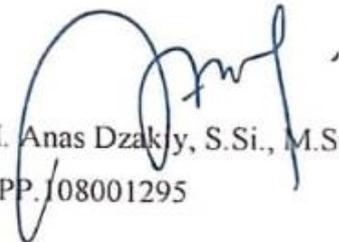
Ketua



Supandi, S.Si., M.Si.
NPP.097401245



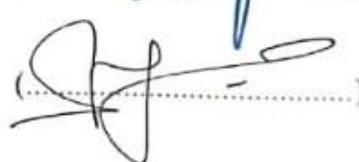
Sekretaris



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

Anggota Penguji

1. Dr. Endah Rita S.D, S.Si., M.Si.
NPP.937001100
2. Dr. Ling. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd.
NPP.108001296
3. Atip Nurwahyunani, S.Si., S.Pd., M.Pd.
NPP. 1183031337



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mellantiya Suryaningtyas
NPM : 18320007
Prgoram Studi : Pendidikan Biologi
Judul : PENGARUH FORTIFIKASI PROBIOTIK EM 4
DAN ST TERHADAP PANJANG DAN BOBOT
BASAH IKAN LELE (*Clarias sp*) PADA
SISTEM BIOFLOK SERTA
IMPLEMENTASINYA PADA
PEMBELAJARAN BIOLOGI

Menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan plagiat atau duplikat karya ilmiah lain. Pendapat atau temuan orang lain dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, 8 Juli 2022

Yang membuat pernyataan



Mellantiya Suryaningtyas

NPM. 18320007

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- “Menuntut ilmu adalah takwa. Menyampaikan ilmu adalah ibadah. Mengulang-ulang ilmu adalah zikir, mencari ilmu adalah jihad.” – Abu Hamid Al Ghazali
- “Siapa yang menempuh satu jalan karena mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga” – HR Muslim, no. 2669

PERSEMBAHAN

Dengan penuh cinta do'a dan segala syukur, kupersembahkan skripsi ini kepada:

- ❖ Ibu dan ayah tercinta, Ibu Sulastri dan Bapak Suryono yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, memberikan semangat dan dukungan serta do'a yang tak pernah terputus.
- ❖ Adikku tersayang Sherly Ovy Listiyana yang senantiasa memberikan do'a serta dukungan sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan hingga akhir.
- ❖ Ibu Dr. Endah Rita Sulistyia Dewi, S.Si., M.Si dan Ibu Dr. Ling. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ide, kritik, saran dan dukungannya selama ini sehingga skripsi ini dapat selesai.
- ❖ Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Biologi yang telah mendidik serta memberikan ilmu pengetahuan selama perkuliahan.
- ❖ Teman-teman satu tim penelitian, Fitri Rahmawati, Aisyah Syifa, Desi Sri Lestari yang telah bekerja sama dan saling memotivasi sehingga penelitian dapat berjaan lancar hingga selesai.
- ❖ Teman-teman kelas Biologi A angkatan 2018 yang senantiasa memberikan motivasi selama proses menuntut ilmu di Universitas PGRI Semarang.
- ❖ Kepada Arga Sentanu yang senantiasa memberikan dukungan serta do'a sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan hingga akhir.
- ❖ Kepada semua pihak yang telah berjasa membantu penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat dan salam semoga selalu terlimpah kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan para pengikutnya.

Skripsi berjudul “PENGARUH FORTIFIKASI PROBIOTIK EM 4 DAN ST TERHADAP PANJANG DAN BOBOT BASAH IKAN LELE (*Clarias sp*) PADA SISTEM BIOFLOK SERTA IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI” ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang.

Dalam proses penyusunan skripsi, tentunya tak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak yang telah memberikan motivasi, dan bimbingan kepada penulis. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang tulus dan mendalam kepada:

1. Dr. Sri Suciati, M. Hum., selaku Rektor Universitas PGRI Semarang.
2. Supandi, S.Si., M.Si. selaku Dekan FPMIPATI Universitas PGRI Semarang.
3. M. Anas Dzakiy, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi.
4. Dr. Endah Rita Sulistya Dewi, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, memberikan ide, kritik, dan saran.
5. Dr. Ling. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, memberikan ide, kritik, dan saran.
6. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Biologi yang telah mendidik serta memberikan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
7. Ibu dan Ayah yang selalu memberikan do'a, dukungan, motivasi, serta memberikan semangat untuk segera menyelesaikan pendidikan.
8. Adik kandungku Sherly Ovy Listiyana yang senantiasa memberikan do'a serta dukungan sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan hingga akhir.

9. Teman-teman satu tim penelitian, Fitri Rahmawati, Aisyah Syifa, Desi Sri Lestari yang telah bekerja sama dan saling memotivasi sehingga penelitian dapat berjalan lancar hingga selesai.
10. Teman-teman kelas Biologi A angkatan 2018 yang senantiasa memberikan motivasi selama proses menuntut ilmu di Universitas PGRI Semarang.
11. Kepada semua pihak yang telah berjasa membantu penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi ini.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat serta hidayah-Nya sebagai balasan atas segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini. Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan, hal ini semata-mata karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang penulis miliki. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari seluruh pembaca. Harapan penulis, semoga skripsi yang telah tersusun dapat memberikan manfaat bagi penulis, pembaca, maupun sebagai referensi penelitian selanjutnya. Aamiin Ya Rabbal ‘Alamin.

Semarang, 25 Agustus 2022

Penulis

**PENGARUH FORTIFIKASI PROBIOTIK EM 4 DAN ST TERHADAP
PANJANG DAN BOBOT BASAH IKAN LELE (*Clarias sp*) PADA SISTEM
BIOFLOK SERTA IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN**

BIOLOGI

Mellantiya Suryaningtyas

Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas FPMIPATI Universitas PGRI Semarang

Jl. Sidodadi Timur Nomor 24, Dr. Cipto Semarang 50125 Jawa Tengah.

Email: mellantiya 32@gmail.com

ABSTRAK

Ikan lele (*Clarias sp*) merupakan jenis ikan yang hidup di air tawar yang aktif mencari makan pada malam hari. Ikan lele mempunyai beberapa kelebihan yaitu kemampuan tumbuh dan berkembang dengan sangat cepat serta kemampuan beradaptasi dalam lingkungan buruk. Oleh sebab itu, ikan lele banyak dibudidayakan untuk menghasilkan keuntungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fortifikasi probiotik EM4 (*Effective microorganism-4*) dan ST (Sukses Tani) terhadap panjang dan bobot basah ikan lele serta implementasinya pada pembelajaran biologi. Perlakuan yang diberikan yaitu pelet tanpa probiotik (P0), pelet + probiotik EM4 (P1) dan pelet + probiotik ST (P2). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), analisis data menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA) *one way* dengan membandingkan Fhitung dengan Ftabel pada taraf 5% kemudian dilanjutkan Uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Hasil penelitian diperoleh panjang ikan paling besar terlihat pada kelompok perlakuan P1 dengan rata-rata panjang ikan 14,53 cm, kemudian diikuti perlakuan P2 dengan rata-rata sebesar 14,46. Sedangkan panjang ikan terendah terlihat pada perlakuan Kontrol P0 dengan rata-rata 12,4 cm. Sedangkan bobot basah ikan paling besar terlihat pada kelompok perlakuan P1 dengan rata-rata sebesar 122, 6 gr, kemudian diikuti perlakuan P2 dengan rata-rata sebesar 112, 97 gr. Sedangkan bobot basah ikan terendah terlihat pada perlakuan Kontrol P0 dengan rata-rata 93,48 gr. Sehingga disimpulkan bahwa fortifikasi probiotik EM4 dan ST berpengaruh terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*).

Kata kunci: fortifikasi probiotik, panjang, bobot basah, ikan lele

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Definisi Istilah	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR	7
A. Landasan Teori	7
1. Fortifikasi Probiotik	7
2. Ikan Lele.....	9
3. Pertumbuhan	11
4. Sistem Bioflok.....	12
5. Implementasi Hasil Penelitian pada Pembelajaran Biologi	12
B. Kerangka Berpikir	17
C. Hipotesis.....	18

BAB III	19
METODE PENELITIAN.....	19
A. Subjek, Lokasi dan Waktu Penelitian	19
B. Bahan Yang Digunakan	19
C. Alat Yang Digunakan.....	19
D. Variabel Penelitian	20
E. Desain Eksperimen.....	20
F. Prosedur atau Cara Kerja.....	21
G. Teknik Pengambilan Data	22
H. Analisis dan Enterpretasi Data	24
I. Implementasi Hasil Penelitian pada Pembelajaran Biologi	25
BAB IV	28
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
A. Hasil Penelitian	28
1. Data Panjang Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>).....	28
2. Data Bobot Basah Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>)	31
3. Kondisi Lingkungan Air	34
4. Implementasi Hasil Penelitian Pembelajaran Biologi.....	35
B. Pembahasan	36
1. Panjang Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>)	38
2. Bobot Basah Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>).....	40
3. Kondisi Lingkungan Kualitas Air	43
4. Implementasi Hasil Penelitian pada Pembelajaran Biologi	47
BAB V.....	51
KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
A. Kesimpulan.....	51
B. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	57
KATA PENGANTAR	cii
DAFTAR ISI.....	cii
DAFTAR GAMBAR	cii

MODUL PEMBELAJARAN BIOLOGI	102
A. JUDUL	102
B. PETUNJUK BELAJAR	102
C. KOMPETENSI INTI & KOMPETENSI DASAR.....	102
D. ISI MATERI.....	102
E. TUGAS DAN LANGKAH KERJA.....	102
F. EVALUASI PENGALAMAN BELAJAR	102
DAFTAR PUSTAKA	102

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Denah Penelitian	20
Tabel 3.2 Data Pengamatan Panjang Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>)	23
Tabel 3.3 Data Pengamatan Bobot Basah Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>).....	23
Tabel 3.4 Data Pengamatan Kualitas Air pada Kolam Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>).....	24
Tabel 3.5 Perhitungan Analisis <i>One Way Anova</i>	25
Tabel 3.6 Kriteria Validitas Data Kuantitatif Deskriptif Penilaian.....	27
Tabel 4.1 Data Panjang Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>).....	28
Tabel 4.2 <i>Test of Homogeneity of Variances</i> Panjang Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>).....	29
Tabel 4.3 Hasil Variansi <i>One Way Anova</i> panjang ikan lele (<i>Clarias sp</i>).....	30
Tabel 4.4 Hasil Uji Lanjut BNT Panjang Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>)	30
Tabel 4.5 Data Bobot Basah Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>)	31
Tabel 4.6 <i>Test of Homogeneity of Variances</i> Bobot Basah Ikan Lele.....	32
Tabel 4.7 Hasil Variansi <i>One Way Anova</i> bobot basah ikan lele (<i>Clarias sp</i>).....	33
Tabel 4.8 Hasil Uji Lanjut BNT Bobot Basah Ikan Lele.....	33
Tabel 4.9 Kondisi Lingkungan Kualitas Air	34
Tabel 4.10 Hasil Validasi Modul Pembelajaran Biologi berbasis PjBL Tahap 1 .	35
Tabel 4.11 Hasil Validasi Modul Pembelajaran Biologi berbasis PjBL Tahap 2 .	36
Tabel 4.12 Validasi Modul Pembelajaran Biologi Berbasis PjBL Tahap 1 dan 2	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ikan Lele Sangkuriang (<i>Claries glariepinus</i>).....	9
Gambar 2.2 Bagan Kerangka Berpikir Penelitian.....	17
Gambar 4.1 Grafik Panjang Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>).....	29
Gambar 4.2 Grafik Bobot Basah Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>)	32
Gambar 4.3 Mekanisme Penyerapan Nutrisi pada Ikan.....	37
Gambar 4.4 Mekanisme perubahan karbohidrat menjadi asam laktat	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Panjang Rata-Rata (cm) Ikan Lele Selama Pemeliharaan	58
Lampiran 2. Uji Homogenitas dan ANOVA terhadap Panjang (cm) Ikan Lele ...	59
Lampiran 3. Uji BNT terhadap Bobot Basah (gr) Ikan Lele.....	61
Lampiran 4. Data Bobot Basah Rata-Rata (gr) Ikan Lele Selama Pemeliharaan .	62
Lampiran 5. Uji Homogenitas dan ANOVA Bobot Basah (gr) Ikan Lele.....	63
Lampiran 6. Uji BNT terhadap Bobot Basah Ikan Lele.....	65
Lampiran 7. Data Hasil Kondisi Lingkungan Kualitas Air	66
Lampiran 8. Validasi Modul Pembelajaran Biologi	67
Lampiran 9. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	76
Lampiran 10. Lembar Pembimbingan Skripsi	86
Lampiran 11. Modul Pembelajaran Biologi.....	101

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan usaha budidaya ikan air tawar di Indonesia merupakan sektor usaha yang sangat potensial, sehingga memberikan peranan yang nyata dalam pemenuhan kebutuhan ikan konsumsi dalam negeri. Salah satu jenis ikan yang bernilai ekonomis dan mudah untuk di budidayakan adalah ikan lele. Ikan lele merupakan ikan konsumsi yang sangat banyak di budidayakan karena proses pembudidayaannya yang relatif sederhana. Kelebihan ikan lele diantaranya adalah pertumbuhannya cepat, pemeliharaannya relatif mudah, dapat dipelihara dalam lahan sempit dengan padat tebar tinggi dan tahan terhadap lingkungan yang kurang baik, selain itu ikan lele memiliki rasa yang enak serta kandungan gizi yang tinggi sehingga sangat banyak di minati dikalangan masyarakat (Banjarnahor, 2016). Namun, ikan lele juga memiliki kekurangan yakni apabila pemberian pakan terlalu sedikit menyebabkan perubahan perilaku pada ikan lele menjadi *canibalisme* terhadap yang lain.

Sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan produksi, budidaya ikan lele dilakukan secara intensif yang dicirikan dengan padat tebar tinggi dan pemberian pakan berprotein tinggi. Menurut Aquarista dkk. (2012) Budidaya ikan dengan padat tebar tinggi menyebabkan penurunan kualitas air karena adanya penumpukan bahan organik. Penumpukan bahan organik tersebut menyebabkan racun pada perairan karena terdapat amonia (NH_3) dan nitrit (NO_2) pada perairan. Amonia biasanya timbul akibat feses organisme dan aktifitas jasad renik dalam proses dekomposisi bahan organik. Keberadaan amonia mempengaruhi pertumbuhan ikan karena mengganggu proses osmoregulasi dan mengakibatkan kerusakan fisik pada jaringan. Kontrol kualitas air yang baik menjadi kunci keberhasilan budidaya secara intensif ini (Azhari dan Tomaso, 2018). Kualitas air harus terjaga karena tidak adanya suplay oksigen sehingga pergantian air harus rutin dilakukan agar pH air tidak terlalu asam ataupun basa. Untuk mengelola kualitas air agar media

pemeliharaan tetap dalam kondisi baik perlu dilakukan suatu upaya, salah satu upayanya adalah pendekatan biologis dengan memanfaatkan aktivitas bakteri untuk mempercepat proses dekomposisi limbah organik.

Seiring dengan perkembangan teknologi melalui pendekatan biologis, maka telah diterapkan teknologi bioflok untuk menjaga kualitas perairan budidaya. Teknologi bioflok merupakan teknologi penggunaan bakteri baik heterotrof maupun autotrof yang dapat mengkonversi limbah organik secara intensif menjadi kumpulan mikroorganisme yang berbentuk flok, kemudian dapat dimanfaatkan oleh ikan sebagai sumber makanan (de Schryver & Verstraete 2009; Avnimelech 2012). Budidaya ikan dengan menerapkan teknologi bioflok berarti memperbanyak bakteri/mikroba yang menguntungkan dalam media budidaya ikan, sehingga dapat memperbaiki dan menjaga kestabilan mutu air, menekan senyawa beracun seperti amoniak, menekan perkembangan bakteri yang merugikan (bersifat patogen) sehingga ikan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Suprpto, 2013). Dalam penelitian ini menggunakan bioflok ikan lele.

Konsep dari budidaya ikan menggunakan sistem bioflok ini adalah dengan memanfaatkan dan mendaur ulang limbah yang dihasilkan oleh ikan yang dibudidayakan menjadi pakan penunjang ikan dengan bantuan probiotik sehingga menciptakan budidaya ikan yang ramah lingkungan, berkelanjutan, efisien dalam penggunaan air maupun pakan. Dari sisi budidaya, lele relatif tidak memerlukan banyak perawatan dan memiliki masa tunggu panen yang singkat (Rahayu, 2013). Teknologi yang di gunakan untuk budidaya ikan lele tidaklah sulit, hanya diperlukan ketelatenan dalam pengontrolan segala perubahan kualitas air sebagai media pemeliharaan ikan lele. Salah satu penentu keberhasilan dalam kegiatan budidaya ikan adalah pakan.

Probiotik merupakan mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk memodifikasi komposisi populasi bakteri dalam saluran pencernaan, air, sedimen, serta dapat digunakan sebagai agen biokontrol dan bioremediasi. Aplikasi probiotik dapat dilakukan dengan cara dicampurkan dalam pakan atau ditambahkan ke dalam media pemeliharaan untuk meningkatkan pertumbuhan

dan respons imun pada ikan (Dewi dan Tahapari, 2017). Probiotik EM 4 berfungsi sebagai pengatur kondisi mikrobiologi di air atau sedimen, membantu atau mengatur memperbaiki kualitas air, meningkatkan keragaman mikroorganisme dalam air atau sedimen serta meningkatkan kesehatan ikan. Dalam penelitian ini digunakan probiotik yang berbeda yaitu Probiotik EM 4 dan ST (Sukses Tani). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lebih berkualitas mana diantara kedua probiotik tersebut dalam kualitas panjang dan bobot basah ikan lele pada Sistem Bioflok.

Modul ialah bahan belajar yang dirancang secara sistematis berdasarkan kurikulum tertentu dan dikemas dalam bentuk satuan pembelajaran terkecil dan memungkinkan dipelajari secara mandiri dalam satuan waktu tertentu. Tujuannya agar peserta dapat menguasai kompetensi yang diajarkan dalam diklat atau kegiatan pembelajaran dengan sebaik-baiknya. (Purwanto, 2007). Fungsinya sebagai bahan belajar yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran peserta didik. (Purwanto, 2007).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian yang melibatkan Sistem Bioflok dengan memberikan perlakuan probiotik untuk menunjang keberhasilan produksi ikan lele. Oleh karena itu penulis akan meneliti pengaruh fortifikasi probiotik EM 4 dan ST terhadap panjang dan bobot basah ikan lele pada sistem bioflok serta implementasinya pada pembelajaran biologi. Diharapkan Modul ini dapat menjadi media pembelajaran untuk siswa kelas XII IPA Biologi.

B. Permasalahan

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh fortifikasi probiotik EM 4 dan ST terhadap panjang ikan lele dalam sistem bioflok ?
2. Bagaimana pengaruh fortifikasi probiotik EM 4 dan ST terhadap bobot basah ikan lele dalam sistem bioflok ?
3. Bagaimana implementasi hasil penelitian pada pembelajaran Biologi ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan diatas, tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh fortifikasi probiotik EM 4 dan ST terhadap panjang ikan lele dalam sistem bioflok.
2. Mengetahui pengaruh fortifikasi probiotik EM 4 dan ST terhadap bobot basah ikan lele dalam sistem bioflok.
3. Sebagai implementasi hasil penelitian pada pembelajaran Biologi.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti:
 - a. Memberikan pengetahuan manfaat probiotik EM 4 dan ST terhadap panjang dan bobot basah ikan lele dalam sistem bioflok.
 - b. Memberikan pengetahuan implementasi hasil penelitian pada pembelajaran Biologi kelas XII pada KD 3.1 dan 4.1 Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Makhluk Hidup dalam Modul.
2. Bagi Pendidikan:
 - a. Digunakan sebagai referensi yang mendukung dalam pembelajaran Biologi SMA Kelas XII pada KD 3.1 dan 4.1 Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Makhluk Hidup.
 - b. Memberikan informasi dan wawasan bagi peserta didik terkait dengan pembelajaran biologi SMA kelas XII semester 1 untuk mengimplementasikan pembelajaran Biologi melalui buku petunjuk praktikum materi pertumbuhan dan perkembangan.
3. Bagi Masyarakat & Pemerintah

Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat memberi sumber informasi untuk masyarakat terutama bagi peternak lele agar membudidayakan menggunakan sistem bioflok dengan penambahan probiotik EM 4 dan ST dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas ikan lele.

E. Definisi Istilah

Untuk menghindari penafsiran yang berbeda terhadap istilah yang digunakan dalam tulisan ini dan untuk memperjelas pemahaman tentang istilah yang terdapat dalam tulisan ini, maka perlu adanya definisi istilah sebagai berikut:

1. Fortifikasi

Fortifikasi adalah sebuah upaya yang sengaja dilakukan untuk menambahkan mikronutrien yang penting, yaitu vitamin dan mineral ke dalam makanan, sehingga dapat meningkatkan kualitas nutrisi dari pasokan makanan dan bermanfaat bagi kesehatan masyarakat dengan risiko yang minimal untuk kesehatan (WHO, 2006). Dalam penelitian ini fortifikasi yang dilakukan adalah dengan penambahan mikronutrien berupa probiotik.

2. Probiotik

Probiotik merupakan suplemen tambahan berupa mikroba hidup menguntungkan yang diberikan kepada makhluk hidup, dengan tujuan untuk memperbaiki keseimbangan mikroba di dalam pencernaan induk inangnya (Afrianto dan Liviawati, 2005). Dalam penelitian ini probiotik yang digunakan adalah dari jenis probiotik EM 4 (*Effetive Microorganism-4*) dan ST (Sukses Tani).

3. Panjang Ikan

Pertumbuhan panjang adalah proses dimana tumbuhnya larva dari ukuran kecil sampai ukuran maksimal ikan tersebut. Untuk panjang diukur dengan cara mengukur panjang total yaitu ujung terdepan bagian kepala sampai ujung bagian ekor (Effendi, 2002). Dalam penelitian ini pengukuran pertumbuhan panjang ikan diukur dari ujung terdepan hingga ujung ekor ikan lele (*Clarias sp*).

4. Bobot Basah Ikan

Bobot ikan adalah hasil peningkatan atau penurunan semua jaringan yang ada pada tubuh (Soetjningsih, 2014). Dalam penelitian ini bobot ikan lele (*Clarias sp*) yang ditimbang adalah bobot basah total. Bobot basah total adalah bobot total jaringan tubuh ikan dan air yang terdapat di dalamnya.

5. Ikan Lele (*Clarias sp.*)

Ikan lele adalah sejenis ikan yang hidup di air tawar yang termasuk ke dalam ordo Siluriformes dan digolongkan ke dalam ikan bertulang sejati. Lele mudah dikenali karena tubuhnya yang licin, agak pipih memanjang, serta memiliki "kumis" yang panjang, yang mencuat dari sekitar bagian mulutnya. Dalam penelitian ini digunakan jenis ikan lele dari varietas ikan lele sangkuriang.

6. Sistem Bioflok

Bioflok sendiri berasal dari kata bios yang artinya "kehidupan" dan flok "gumpalan". Jadi bioflok adalah kumpulan dari berbagai organisme (bakteri, jamur, algae, protozoa, cacing dll), yang tergabung dalam gumpalan (*floc*) (Suprpto dan Legian, 2013). Dalam penelitian ini sistem bioflok digunakan untuk meningkatkan produksi ikan, meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, memperbaiki nilai konversi pakan, memperbaiki kualitas air serta meningkatkan angka kelangsungan hidup ikan.

7. Implementasi dalam Pembelajaran Biologi

Implementasi pembelajaran adalah menerapkan proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar yang meliputi guru dan siswa yang saling bertukar informasi (Hamzah, 2002). Pembelajaran biologi adalah suatu proses interaksi antara guru dan siswa serta sumber belajar yang bertujuan agar terjadi perubahan tingkah laku yang mencakup pengetahuan tentang struktur fisik dan fungsi alat tubuh manusia dan makhluk sekitarnya (Rustaman, 2005). Dalam penelitian ini implementasi dalam bidang pendidikannya yaitu sebagai Modul Pembelajaran Biologi kelas XII semester I materi Pertumbuhan dan Perkembangan Makhluk hidup.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR

A. Landasan Teori

1. Fortifikasi Probiotik

Fortifikasi adalah upaya yang sengaja dilakukan untuk menambahkan mikronutrien yang penting, yaitu vitamin dan mineral ke dalam makanan, sehingga dapat meningkatkan kualitas nutrisi dari pasokan makanan dan bermanfaat bagi kesehatan masyarakat dengan risiko yang minimal untuk kesehatan (WHO, 2006). Dalam penelitian ini fortifikasi yang dilakukan adalah dengan penambahan mikronutrien berupa probiotik.

Probiotik merupakan suplemen tambahan berupa tambahan mikroba hidup menguntungkan yang diberikan kepada makhluk hidup, dengan tujuan untuk memperbaiki keseimbangan mikroba di dalam pencernaan induk inangnya. Produk probiotik umumnya merupakan kompleks mikroba yang akan menghasilkan enzim tertentu yang akan menghasilkan karbohidrat, protein dan lemak (Afrianto dan Liviawati, 2005). Pemberian probiotik dalam pakan, berpengaruh terhadap kecepatan fermentasi pakan dalam saluran pencernaan, sehingga akan sangat membantu proses penyerapan makanan dalam pencernaan ikan. Fermentasi pakan mampu mengurai senyawa kompleks menjadi sederhana sehingga siap digunakan ikan, dan sejumlah mikroorganisme mampu mensintesa vitamin dan asam – asam amino yang dibutuhkan oleh larva hewan akuatik. Pada penelitian ini digunakan dua jenis probiotik yaitu EM 4 dan ST (Sukses Tani) yang difortifikasikan ke dalam sistem bioflok.

Dalam EM-4 terdapat berbagai mikroorganisme yang bermanfaat, yaitu *Laktobacillus sp.* yang bermanfaat untuk memfermentasi bahan organik menjadi senyawa asam laktat; bakteri *photosyntetic* yang berfungsi menyerap gas-gas beracun dan panas dari proses fermentasi; ragi yang mempunyai peran dalam memfermentasi bahan organik menjadi senyawa alkohol, gula dan asam amino dan *Actinomycetes* yang berfungsi untuk

menghasilkan senyawa antibiotik yang bersifat toksik terhadap bakteri patogen dan mampu melarutkan ion-ion fosfat dan ion-ion mikro lainnya (Wididana dan Higa, 1993).

Effective Microorganism-4 mengandung 90% bakteri *Lactobacillus sp.* (bakteri penghasil asam laktat), *Streptomyces sp.*, jamur pengurai selulosa dan ragi. *Effective Microorganism-4* merupakan suatu tambahan untuk mengoptimalkan pemanfaatan zat-zat makanan karena bakteri yang terdapat dalam EM-4 dapat mencerna selulose, pati, gula, protein, lemak (Surung, 2008).

Produk EM-4 merupakan kultur dalam medium cair berwarna coklat kekuning-kuningan yang menguntungkan untuk pertumbuhan dan produksi ternak dengan ciri-ciri berbau asam manis. EM4 peternakan mampu memperbaiki jasad renik didalam saluran pencernaan ternak sehingga kesehatan ternak akan meningkat, tidak mudah stres dan bau kotoran akan berkurang. Pemberian EM4 pada pakan dan air minum ternak akan meningkatkan nafsu makan ternak karena aroma asam manis yang ditimbulkan (Kukuh, 2010).

Probiotik ST (Sukses Tani) mengandung bahan alami seperti mikroba dengan penambahan nitrogen, mikroba asam laktat, mineral makro, mineral mikro, asam amino esensial, ZPT dan lain-lain. Manfaat penggunaan probiotik ST pada budidaya ikan air tawar dapat memelihara dan memperbaiki kualitas air sehingga akan meningkatkan kesehatan dan kualitas ikan yang dibudidayakan. Penambahan probiotik ST mampu membuat nutrisi makanan ikan terserap sempurna sehingga feses ikan tidak bau, selain itu mampu menambah nafsu makan ikan sehingga konsentrasi pada kualitas daging ikan dan menjaga kesehatan ikan.

Penggunaan probiotik sebagai bentuk pengendalian biologis (*biological control*) karena perannya dalam membatasi atau membunuh hama dan penyakit, juga berperan dalam peningkatan kualitas air media pemeliharaan ikan. Prinsip dasar kerja probiotik adalah pemanfaatan kemampuan mikroba dalam meningkatkan penyerapan pada saluran pencernaan ikan. Aplikasi

probiotik dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain melalui pencampuran pakan dan diaplikasikan langsung dalam kolam budidaya. Probiotik yang dicampurkan dalam pakan dapat merangsang sistem imun dalam saluran pencernaan dan keseimbangan mikroba saluran pencernaan (Nayak 2010).

2. Ikan Lele

Ikan lele merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Ikan jenis ini sudah dibudidayakan secara komersial oleh masyarakat Indonesia, dan merupakan salah satu sumber penghasilan yang potensial di kalangan pembudidaya ikan. Perkembangan pesat kegiatan budidaya lele di tanah air tidak terlepas dari penerimaan masyarakat secara luas terhadap jenis ikan ini (Khairuman & Amri, 2008).



Gambar 2.1 Ikan Lele Sangkuriang (*Claries glariepinus*)

Sumber : *dokumentasipribadi* (2021)

Klasifikasi ikan lele sangkuriang (Nidya, 2012) adalah sebagai berikut:

Class	: Actinopterygii
Ordo	: Siluriformes
Sub Ordo	: Siluroidea
Family	: Clariidae
Genus	: Clarias

Spesies	: <i>Clarias gariepinus</i>
Nama Umum	: Lele Sangkuriang
Nama Lokal	: Ikan Maut (Aceh); Ikan Kalang (Sumatera Barat); Ikan Keling (Makassar)

Ikan lele secara umum memiliki tubuh yang licin, tidak bersisik namun berlendir dan mempunyai sungut. Ikan lele mempunyai kepala yang panjang, 6 hampir mencapai seperempat panjang tubuhnya. Kepala bagian atas pipih ke bawah (*depressed*) dan kepala bagian bawah kepalanya tertutup oleh tulang pelat. Tulang pelat ini membentuk ruangan rongga diatas insang yang berisi alat bantu pernafasan yaitu arborescent organ dengan bentuk menyerupai dedaunan dan berwarna merah. Arborescent organ berfungsi untuk mengambil oksigen langsung dari udara, sehingga ikan lele mampu bertahan hidup dalam kondisi oksigen minimum (Supardi, 2003).

Habitat lele adalah perairan air tawar seperti sungai dengan arus tidak deras, kolam, danau atau rawa. Dengan organ pernafasan tambahan didepan insangnya, lele dapat memperoleh oksigen langsung dari udara. Karena itulah lele mampu hidup di perairan yang beroksigen rendah. Lele tidak cocok dengan daerah tinggi (700 mdpl) dan tumbuh lambat pada suhu dibawah 20°C. Ikan lele bisa hidup di dataran rendah maupun didaerah yang tingginya maksimal 700 mdpl. Elevasi tanah dari permukaan sumber air dan kolam adalah 5-10%. Tanah yang cocok untuk kolam pemeliharaan yaitu jenis tanah liat/lempung, tidak berporos, dan subur. Lahan yang cocok untuk digunakan budidaya ikan lele dapat berupa: sawah, pecamberan, kolam di pekarangan, dan blumbang. Ikan ini adalah ikan yang hidup di air tawar, ia bersifat nokturnal artinya ia aktif pada malam hari atau lebih menyukai tempat yang gelap. Siang hari, ikan lele ini lebih memilih berdiam di lubang-lubang atau tempat-tempat yang tenang (Suyanto, dalam Wibowo, 2011).

3. Pertumbuhan

Pertumbuhan diartikan sebagai bertambahnya panjang dan volume suatu hewan hidup dalam suatu waktu (Effendi, 1997 dalam Sutirno, 2006). Pertumbuhan merupakan perubahan ukuran baik panjang, berat, atau volume dalam jangka waktu tertentu. Pertumbuhan ini secara fisik dapat dilihat dengan adanya perubahan jumlah atau ukuran sel penyusun jaringan tubuh pada periode waktu tertentu. Secara energetik, pertumbuhan dapat dilihat dengan adanya perubahan kandungan total energi tubuh dan periode waktu tertentu. Pertumbuhan terjadi apabila ada kelebihan energi bebas setelah energi yang tersedia pada pakan untuk metabolisme standar, proses pencernaan dan aktivitas (Fujaya, 2004).

Pertumbuhan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor luar dan faktor dari dalam. Faktor dari luar berupa suhu, kimia perairan dan pakan. Sedangkan faktor dari dalam meliputi sifat, keturunan, umur, ketahanan terhadap penyakit dan kemampuan dalam pemanfaatan makanan (Yaakob & Zainoddin, 1992 dalam Sutirno, 2006). Sehingga, untuk pertumbuhan diperlukan pakan yang cukup, terutama pada ikan yang masih muda atau kecil yang sedang mengalami proses pertumbuhan yang cepat. Selain jumlah pakan, faktor frekuensi pemberian pakan setiap harinya juga harus dijaga dan diperhatikan (Fatmawati, 2002 dalam Widiyanti, 2012).

Pertumbuhan merupakan parameter utama yang diamati yang merupakan proses hayati yang terus menerus terjadi pada suatu organisme yang ditandai dengan penambahan bobot, panjang, dan volume. Pada umumnya, pertumbuhan erat hubungannya dengan ketersediaan pakan atau efisiensi pakan. Pertumbuhan ikan hanya terjadi bila makanan yang dikonsumsi ikan lebih banyak dari kebutuhan dasar yang digunakan untuk metabolisme penyediaan energi untuk menunjang aktivitasnya (Darson, 2002 dalam Priyono, 2013).

4. Sistem Bioflok

Media budidaya dengan menerapkan sistem bioflok merupakan teknologi yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme yang membentuk flok, yang tersusun atas beberapa komponen meliputi exopolisakarida, bakteri pembentuk flok dan bakteri siklus fungsional. Exopolisakarida merupakan polisakarida yang menyerupai *glue* atau lem yang dihasilkan oleh bakteri pembentuk flok yang menjadikan tempat penempelan bakteri menjadi satu kesatuan bioflok (Anonim, 2015).

Prinsip dari teknologi bioflok adalah menumbuhkan mikroorganisme terutama bakteri heterotrof di air media pemeliharaan yang dimaksudkan untuk menyerap komponen polutan, seperti amoniak yang ada di air dengan memanfaatkan perbandingan c-karbohidrat dan nitrogen. Sumber karbohidrat yang dapat digunakan diantaranya molase (Samocha et al., 2006), tepung tapioka (Hrai et al., 2004), glukosa dan gliserol (Ekasari, 2008), sukrosa (Kartika, 2008).

Beberapa jenis bakteri yang sering digunakan dalam bioflok diantaranya adalah *Bacillus sp.*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus* (Zao et al., 2012), *B. Cereus*, *Zooglea ramigera*, *Escherichia intermedia*, *Paracolobacterium aerogenoids*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas alcaligenes*, *Sphaerotillus natans*, *Tetrad*, dan *Tricoda sp.* (Anonim, 2009), *Achromobacter liquefaciens*, *Arthrobacter globiformis*, *Agrobacterium tumefaciens*, (Anonim, 2015).

Bacillus adalah golongan bakteri pengurai bahan organik (heterotrof) dan penghasil senyawa antimikroba serta hasil metabolisme yang membantu proses penguraian limbah (Anonim, 2012). Organisme heterotrofik adalah organisme yang mampu memanfaatkan bahan-bahan organik sebagai bahan makanannya. Bahan makanan itu disintesis dan disediakan oleh organisme lain (Riberu, 2002).

5. Implementasi Hasil Penelitian pada Pembelajaran Biologi

Hasil penelitian ini diimplementasikan dalam bentuk Modul. Modul pembelajaran adalah salah satu bentuk bahan ajar yang dikemas secara

sistematis dan menarik sehingga mudah untuk dipelajari secara mandiri. Modul yang baik harus disusun secara sistematis, menarik, dan jelas. Modul dapat digunakan kapanpun dan dimanapun sesuai dengan kebutuhan siswa.

Anwar (2010), menyatakan bahwa karakteristik modul pembelajaran sebagai berikut :

1. *Self instructional*, Siswa mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain.
2. *Self contained*, Seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi yang dipelajari terdapat didalam satu modul utuh.
3. *Stand alone*, Modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media lain.
4. *Adaptive*, Modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi.
5. *User friendly*, Modul hendaknya juga memenuhi kaidah akrab bersahabat/akrab dengan pemakainya.
6. *Consistency*, Konsisten dalam penggunaan font, spasi, dan tata letak.

Ciri-ciri modul sebagai berikut; didahului oleh pernyataan sasaran belajar, pengetahuan disusun sedemikian rupa, sehingga dapat menggiring partisipasi mahasiswa secara aktif, memuat sistem penilaian berdasarkan penguasaan, memuat semua unsur bahan pelajaran dan semua tugas pelajaran, memberi peluang bagi perbedaan antar individu mahasiswa dan mengarah pada suatu tujuan belajar tuntas (Parmin, 2009).

Terdapat lima kriteria dalam pengembangan modul, yaitu;

- 1) membantu mahasiswa menyiapkan belajar mandiri,
- 2) memiliki rencana kegiatan pembelajaran yang dapat direspon secara maksimal,
- 3) memuat isi pembelajaran yang lengkap dan mampu memberikan kesempatan belajar kepada mahasiswa,
- 4) dapat memonitor kegiatan belajar mahasiswa, dan
- 5) dapat memberikan saran dan petunjuk serta informasi balikan tingkat kemajuan belajar mahasiswa. Teori dan model rancangan pembelajaran

hendaknya memperlihatkan tiga komponen utama, yaitu; 1) kondisi belajar, 2) metode pembelajaran, dan 3) hasil pembelajaran.

Modul Pembelajaran Biologi berbasis PjBL (*Project Based Learning*) merupakan modul yang dikembangkan dalam proses pembelajaran praktikum materi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Modul Pembelajaran Biologi ini membimbing peserta didik untuk merancang proyek penelitian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup khususnya pada hewan mulai dari mendesain proyek, membuat jadwal penelitian, membuat proyek, mengidentifikasi hasil, membuat laporan, mempresentasikan hasil dan di akhir terdapat evaluasi untuk mengetahui pemahaman peserta didik keterkaitan antara materi dengan proyek yang dilakukan.

Menurut Thomas (2000) *Project Based Learning* adalah model pembelajaran yang mengorganisasi kelas dalam sebuah proyek. Pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang bertujuan untuk mendorong peserta didik dalam memecahkan masalah nyata dan mampu menghasilkan produk untuk menyelesaikan masalah tersebut. Seperti yang diungkapkan Mahendra (2016) bahwa sintaks *Project Based Learning* (PjBL) terdiri dari : Penentuan Pertanyaan Mendasar (*Start With Essential Question*), Mendesain Perencanaan Proyek (*Design a Plan for the Project*), Menyusun Jadwal (*Create a Schedule*), Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek (*Monitor the Students and the Progress of the Project*), Menguji Hasil (*Assess the Outcome*), Mengevaluasi Pengalaman (*Evaluate the Experience*).

Model pembelajaran proyek peserta didik merancang sebuah masalah dan mencari penyelesaiannya (Kristiani, 2019). Salah satu keunggulan dari pembelajaran proyek yaitu melatih peserta didik merancang proses untuk menentukan sebuah hasil, melatih peserta didik dalam bertanggung jawab dan mengelola informasi yang dilakukan pada sebuah proyek dan berakhir pada peserta didik yang membuat produk nyata hasil kerja kelompoknya dan mempresentasikan di dalam kelas. Modul

Pembelajaran Biologi berbasis PjBL disusun untuk kelas XII semester ganjil pada materi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup khususnya pada hewan. Kompetensi yang diharapkan dapat dicapai oleh peserta didik mengacu pada kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) sebagai berikut:

Kompetensi Inti

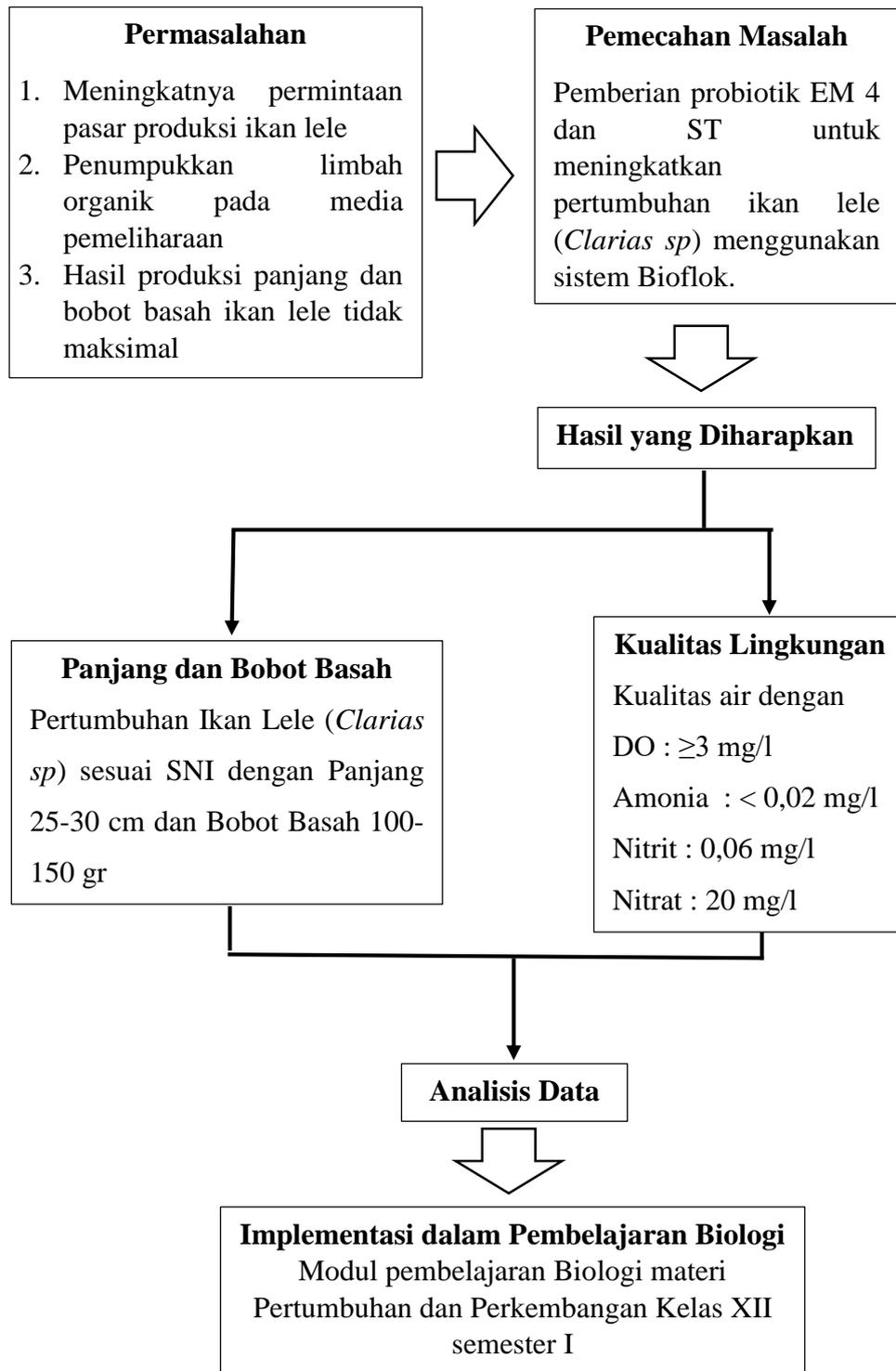
- KI 1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar:

- 3.1 Menganalisis hubungan antara faktor internal dan eksternal dengan proses pertumbuhan dan perkembangan pada Makhluk Hidup berdasarkan hasil percobaan.

4.1 Merencanakan dan melaksanakan percobaan tentang faktor luar yang memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan melaporkan secara tertulis dengan menggunakan tatacara penulisan ilmiah yang benar.

B. Kerangka Berpikir



Gambar 2.2 Bagan Kerangka Berpikir Penelitian

C. Hipotesis

Berdasarkan dari telaah pustaka dan kerangka berpikir maka hipotesis yang dapat diambil oleh penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hipotesis Penelitian

Pemberian fortifikasi probiotik EM4 (*Effective Microorganism*) dan ST berpengaruh terhadap Panjang dan Bobot Basah Ikan Lele (*Clarias sp*) pada sistem bioflok.

2. Hipotesis Statistik

H_0 : Tidak ada pengaruh yang signifikan antara pemberian fortifikasi Probiotik EM4 (*Effective Microorganism-4*) dan ST terhadap Panjang dan Bobot Basah Ikan Lele (*Clarias sp*) pada sistem bioflok.

H_1 : Terdapat pengaruh yang signifikan antara pemberian fortifikasi Probiotik EM4 (*Effective Microorganism-4*) dan ST terhadap Panjang dan Bobot Basah Ikan Lele (*Clarias sp*) pada sistem bioflok.

Dengan bentuk matematika sebagai berikut:

H_0 : $\mu_1 = \mu_n$ (tidak berbeda)

H_1 : $\mu_1 \neq \mu_n$ (berbeda)

- a. Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$: pengaruh yang diamati tidak signifikan, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.
- b. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$: pengaruh yang diamati signifikan, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Subjek, Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Subjek

Subjek penelitian ini adalah Fortifikasi Probiotik EM4 (*Effective Microorganism*) dan ST terhadap Panjang dan Bobot Basah Ikan Lele (*Clarias sp*) pada sistem bioflok.

2. Lokasi Penelitian

Dilakukan di Kampus 3 Universitas PGRI Semarang yang bertempat di Jaan Pawiatan Luhur III No.1, Bendan Duwur, Gajahmungkur, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Pengukuran kadar Oksigen terlarut, amonia, nitrit (NO₂) dan nitrat (NO₃) dilakukan di Laboratorium UKSW (Universitas Kristen Satya Wacana).

3. Waktu Penelitian

Waktu Penelitian akan dilaksanakan pada Bulan Agustus-Desember 2021.

B. Bahan Yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- | | |
|---|----------|
| 1. Ikan Lele (<i>Clarias sp</i>) ukuran 10 cm | 300 ekor |
| 2. Pelet Ikan | 90 kg |
| 3. Probiotik EM4 (<i>Effective Microorganism</i>) | 1 Liter |
| 4. Probiotik ST | 1 Liter |

C. Alat Yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- | | |
|---|--------|
| 1. Kolam terpal lingkaran diameter 200 cm | 3 buah |
| 2. Waterpump | 3 unit |
| 3. Selang aerator 3 meter | 6 buah |
| 4. Pipa saluran pembuangan air | 3 buah |
| 5. Ember plastik 16 liter | 3 buah |
| 6. pH meter | 1 buah |

7. Termometer	1 buah
8. Jaring ikan	3 buah
9. Pompa air	3 unit

D. Variabel Penelitian

Terdapat variabel utama yang diidentifikasi menurut fungsinya dan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu:

1. Variabel Bebas

Variabel Bebas dalam penelitian ini berupa fortifikasi Probiotik EM4 dan Probiotik ST

2. Variabel Terikat

Variabel Terikat dalam penelitian ini berupa Pertumbuhan Panjang dan Bobot Basah ikan lele.

3. Variabel Kontrol

Pemeliharaan, dan faktor lingkungan (air, kelembapan udara, cahaya, suhu, dan pH air).

E. Desain Eksperimen

Penelitian Kuantitatif dengan menggunakan metode *Experiment*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) 3x3 yang disusun menurut perlakuan pemberian probiotik EM4 dan ST:

P₀ : Tanpa Probiotik (Kontrol)

P₁ : Probiotik EM 4 (5 mL)

P₂ : Probiotik ST (5mL)

Tabel 3.1 Denah Penelitian

Perlakuan/Ulangan	U1	U2	U3
P0	P0U1	P0U2	P0U3
P1	P1U1	P1U2	P1U3
P2	P2U1	P2U2	P2U3

P : Perlakuan Ke- U : Ulangan Ke-

Terdapat dua data yang diukur pada penelitian ini yaitu data primer berupa hasil pengukuran pertumbuhan ikan serta data sekunder berupa hasil pengukuran kualitas air. Pengukuran pertumbuhan ikan meliputi panjang dan bobot basah

ikan dengan 3 perlakuan dan 3 kali ulangan sehingga menghasilkan 9 unit percobaan yang dilakukan pada 15, 30, 45, dan 60 hari. Adapun pertumbuhan ikan lele diamati dengan mengambil 30 sampel ikan tiap kolam yang berisi 100 ekor. Sedangkan pengukuran kualitas air kolam meliputi kadar amonia, kadar nitrit, kadar nitrat, dan DO yang dilakukan di Laboratorium Kimia FSM Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW).

F. Prosedur atau Cara Kerja

Prosedur atau cara kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

a. Persiapan Alat dan Bahan

Pada tahap ini peneliti menyiapkan alat bahan untuk digunakan dalam penelitian. Mensterilkan seluruh alat dan bahan. Menyiapkan kolam untuk pemeliharaan ikan, menyiapkan benih ikan lele sebanyak 300 ekor, membangun sistem bioflok yang dibagi menjadi 3 unit untuk perlakuan P₀, P₁, dan P₂.

b. Persiapan aklimatisasi benih ikan

Proses aklimatisasi dilakukan terhadap ikan yang akan digunakan dalam penelitian. Aklimatisasi dilakukan selama 1 minggu sebelum ikan diberi perlakuan. Aklimatisasi bertujuan agar ikan dapat beradaptasi dengan lingkungan barunya. Proses aklimatisasi dilakukan dalam beberapa tahap yaitu penyamaan lingkungan perairan, adaptasi suhu dan pH air dalam kolam.

- 1) Meletakkan wadah angkut benih (plastik atau blong) kedalam kolam pemeliharaan, lalu biarkan beberapa saat.
- 2) Membuka kemasan wadah dan biarkan udara di sekitar kolam masuk ke dalamnya.
- 3) Memasukan air kolam ke dalam wadah angkut secara perlahan sampai wadah tersebut penuh dengan air.
- 4) Mengeluarkan benih secara perlahan, lalu miringkan wadah sampai benih keluar semua.

2. Tahap Pemberian Perlakuan

Ikan lele yang berhasil atau telah dilakukan proses aklimatisasi selanjutnya diberi perlakuan sesuai dengan rancangan penelitian yaitu diberi perlakuan sebagai berikut :

P₀ : Tanpa Probiotik (Kontrol)

P₁ : Probiotik EM4 5 mL/3,14 m³

P₂ : Probiotik ST 5 mL/3,14 m³

3. Tahap Pemeliharaan

a. Pemberian Pakan

Pertumbuhan ikan lele yang merupakan jenis ikan karnivora ini juga tergantung pada pemberian pakannya. Pada sistem bioflok ini, ikan lele diberi tambahan pakan pelet selain itu tambahan pakan berupa probiotik EM4 dan ST. Dengan tujuan untuk menghasilkan kualitas panen ikan lele yang lebih sehat. Frekuensi pemberian pakan 2 kali dalam sehari yaitu pagi hari pada pukul 09.00 WIB dan sore hari pukul 16.00 WIB.

b. Pemeliharaan Ikan Lele dan Kualitas Air

Memeriksa populasi ikan lele dan mengontrol kualitas air pada kolam, apabila terdapat adanya kondisi ikan yang mengalami kematian dapat melakukan pembersihan atau pengambilan ikan yang mati agar tidak mempengaruhi kualitas air pada kolam dan mempengaruhi kondisi ikan di dalam lingkungan kolam.

G. Teknik Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data eksperimen dan pengamatan. Pengamatan dalam penelitian adalah suatu prosedur yang berencana, yang antara lain meliputi melihat dan mencatat sejumlah taraf aktivitas tertentu atau situasi tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti. Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi variabel pengamatan pertumbuhan ikan dan variabel kualitas air kolam. Variabel pengamatan pertumbuhan ikan meliputi panjang dan bobot basah ikan yang

diukur pada awal dan akhir penelitian. Variabel kualitas air kolam meliputi, oksigen terlarut (DO), nitrit (NO₂), nitrat (NO₃) dan kandungan amonia.

1. Data Primer

a. Panjang Ikan Lele (*Clarias sp*)

Parameter pertumbuhan berupa panjang ikan lele diukur dari moncong hingga ekor dengan pengambilan sampel 30 ikan/kolam dari populasi 100 ikan/kolam kemudian di rata rata. Data pengamatan yang diperoleh dimasukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Data Pengamatan Panjang Ikan Lele (*Clarias sp*)

Perlakuan	Ulangan ke-			Total	Rata-rata	Standar Baku (cm)
	1	2	3			
P0						
P1						25-30*
P2						

Sumber : *SNI 6484:2014

b. Bobot Basah Ikan Lele (*Clarias sp*)

Parameter pertumbuhan berupa bobot basah ikan lele diukur seluruhnya menggunakan timbangan gram dengan pengambilan sampel 30 ikan/kolam dari populasi 100 ikan/kolam kemudian di rata rata. Data pengamatan yang diperoleh dimasukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Data Pengamatan Bobot Basah Ikan Lele (*Clarias sp*)

Perlakuan	Ulangan ke-			Total	Rata-rata	Standar Baku (gram)
	1	2	3			
P0						
P1						100-150*
P2						

Sumber : *SNI 6484:2014

2. Data Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur meliputi kadar Oksigen Terlarut (DO), Amonia (NH₃), Nitrit (NO₂), dan Nitrat (NO₃). Data kondisi lingkungan kualitas air dimasukkan pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Data Pengamatan Kualitas Air pada Kolam Ikan Lele (*Clarias sp*)

Parameter Kualitas Air	Perlakuan			Standar Baku (mg/L)
	P0	P1	P2	
Amonia (NH ₃)				< 0,02 *
Nitrit (NO ₂)				0,06 **
Nitrat (NO ₃)				20 **
DO				3 **

Sumber : *SNI 7550:2009

**Baku Mutu PP No 82 Tahun 2001

H. Analisis dan Enterpretasi Data

Pengaruh Pengambilan sampel diambil dengan menggunakan perhitungan menurut Arikunto (2002) yaitu:

$$n = 15\% \times N$$

Keterangan :

n : besar sampel

N : besar populasi

Data laju pertumbuhan ikan lele (*Clarias sp*) diukur dengan rumus sebagai berikut :

1. Pertumbuhan bobot mutlak ikan lele yang dihitung dengan menggunakan perhitungan menurut Effendie (1979) yaitu :

$$W = W_t - W_0$$

Keterangan :

W = Pertumbuhan bobot mutlak (g)

W_t = Bobot akhir (g)

W₀ = Bobot awal (g)

2. Pertumbuhan panjang mutlak ikan lele yang dihitung dengan menggunakan perhitungan menurut Effendie (1979) yaitu :

$$L = L_t - L_0$$

Keterangan :

L = Pertumbuhan panjang (cm)

L_t = Panjang akhir ikan (cm)

L_0 = Panjang awal ikan (cm)

Data rata-rata pertumbuhan panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) dan kualitas air disajikan dalam bentuk tabel. Data penelitian dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA). Untuk melakukan uji Anova, perhitungan yang dibutuhkan untuk menganalisa data tersebut disajikan pada tabel 3.5:

Tabel 3.5 Perhitungan Analisis *One Way Anova*

SK	Db	Jk	KT	FH	F_{tabel} 5%
Perlakuan	$t-1 = V_1$	JKP	JKH/ V_1	KTH/ KTG	$F(V_1, V_2)$
Galat	$(rt-1)(t-1) = V_2$	JKG	JKG/ V_2		
Total	$rt-1$	JKP- JKG			

Jika $F_{hitung} > F_{tabel 0.05}$ tetapi $< F_{tabel 0.01}$ maka disimpulkan bahwa perlakuan jenis probiotik menunjukkan perbedaan nyata pada variabel yang diamati. Jika $F_{hitung} < F_{tabel 0.05}$ maka disimpulkan bahwa perlakuan jenis probiotik tidak menunjukkan perbedaan nyata dan dilanjutkan dengan uji lanjutan dengan menggunakan Uji Jarak Berganda BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$BNT (\alpha) = t (\alpha), (db \text{ galat}) \times \sqrt{2} : n$$

Uji Jarak Berganda BNT (Beda Nyata Terkecil) digunakan untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan yang satu dengan perlakuan yang lainnya. Perhitungan statistik menggunakan aplikasi SPSS versi 26.

I. Implementasi Hasil Penelitian pada Pembelajaran Biologi

Hasil penelitian ini dapat diimplementasikan pada pendidikan berupa Modul Pembelajaran biologi yang disesuaikan dengan KI dan KD dalam kurikulum 2013 pada materi pokok pertumbuhan dan perkembangan kelas XII semester 1 yang berkaitan dengan KD 3.1 yaitu Menganalisis hubungan

antara faktor internal dan eksternal dengan proses pertumbuhan dan perkembangan pada Mahluk Hidup berdasarkan hasil percobaan dan KD 4.1 Merencanakan dan melaksanakan percobaan tentang faktor luar yang memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan melaporkan secara tertulis dengan menggunakan tatacara penulisan ilmiah yang benar. Dalam hal ini peserta didik akan menganalisis berkaitan dengan hasil penelitian.

Tahap implementasi adalah tahap untuk menghasilkan produk perangkat pembelajaran yang sudah direvisi berdasarkan masukan dari para validator (Trianto, 2011). Validasi dilakukan oleh beberapa ahli pakar. Validasi yang dilakukan oleh ahli bertujuan untuk menguji kelayakan media pembelajaran untuk digunakan. Dalam proses ini menggunakan instrument validasi yang diisi oleh validator.

Penggunaan lembar validasi bertujuan untuk memperoleh masukan berupa kritik, saran, dan tanggapan terhadap kualitas media pembelajaran yang dikembangkan. Lembar validasi meliputi lembar validasi ahli media dan ahli materi. Media pembelajaran dinyatakan valid ditentukan oleh 4 kriteria skala penilaian yaitu, tidak valid (skor 1), kurang valid (skor 2), cukup valid 31 (skor 3), dan valid (skor 4). Instrument penilaian berupa lembar check list yang di dalamnya berisi kualitas media pembelajaran. Dalam pengisian lembar validasi, validator diminta untuk memberikan penilaiannya dengan cara memberikan tanda centang pada kolom yang telah disediakan, serta dapat menuliskan saran dan kritik pada naskah media pembelajaran.

Validitas merupakan suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan dan kesohihan suatu instrument (Arikunto, 2010). Hasil penilaian bahan yang diperoleh dari validator bersifat deskriptif yang berupa saran dan komentar serta data kuantitatif yang diperoleh dari aspek penilaian menggunakan 4 tingkatan penilaian dengan kriteria sebagai berikut :

Va = 1, tidak valid

Va = 2, kurang valid

Va = 3, cukup valid

Va = 4, valid

Data yang didapatkan dari hasil pengumpulan data kemudian dianalisis dengan menggunakan teknik analisis data persentase menggunakan rumus:

$$P = \frac{n}{N} \times 100$$

Keterangan :

P= Penilaian

n = jumlah skor yang diperoleh

N= jumlah skor maksimum (Arikunto, 2010)

Selanjutnya data hasil persentase penilaian yang diperoleh diubah menjadi data kuantitatif deskriptif dengan menggunakan kriteria validitas sesuai tabel 3.6

Tabel 3.6 Kriteria Validitas Data Kuantitatif Deskriptif Penilaian

Nilai (%)	Keterangan
86-100	Sangat baik (Layak digunakan tanpa revisi)
71-85	Baik (Layak digunakan dengan revisi 50%)
51-70	Kurang Baik (Layak digunakan dengan revisi 75%)
0-50	Tidak Baik (Tidak layak)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian pengaruh fortifikasi probiotik EM4 dan ST terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) pada sistem bioflok serta implementasinya pada pembelajaran biologi adalah berikut:

1. Data Panjang Ikan Lele (*Clarias sp*)

Pengaruh fortifikasi probiotik EM-4 dan ST terhadap panjang ikan lele (*Clarias sp*) pada sistem Bioflok dapat dilihat dalam tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Panjang Ikan Lele (*Clarias sp*)

Perlakuan	Ulangan ke-			Total	Rata-rata	Standar Baku (cm)
	1	2	3			
P0	11,3	12,4	13,5	37,2	12,4	25-30*
P1	14,1	14,3	15,2	43,6	14,53	
P2	14,1	14,3	15	43,4	14,46	

Sumber : *SNI 6484:2014

Keterangan :

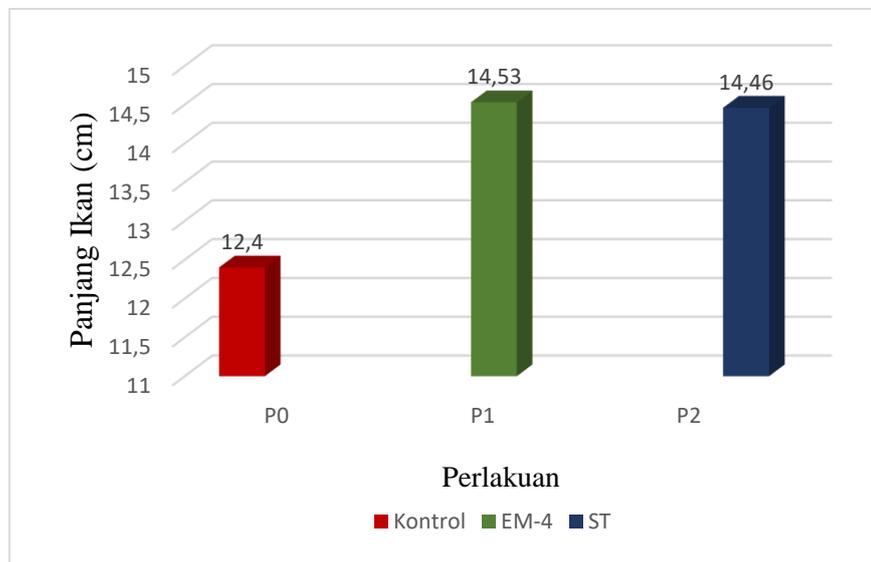
P0 = Tanpa Probiotik (Kontrol)

P1 = Probiotik EM-4 (5 mL)

P2 = Probiotik ST (5 mL)

Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat bahwa fortifikasi probiotik pada sistem bioflok mempengaruhi panjang ikan lele (*Clarias sp*). Hasil tabel di atas menunjukkan panjang ikan lele tertinggi pada perlakuan P1 dengan fortifikasi probiotik EM-4 yaitu 14,53 cm, kemudian diikuti perlakuan P2 dengan fortifikasi probiotik ST yaitu 14,46 cm. Sedangkan panjang ikan terendah terlihat pada perlakuan Kontrol P0 dengan rata-rata 12,4 cm.

Data tersebut dapat dibuat perbandingan dalam bentuk grafik panjang ikan lele (*Clarias sp*) yang dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik Panjang Ikan Lele (*Clarias sp*)

Berdasarkan gambar 4.1 menunjukkan bahwa perlakuan P1 memiliki efek yang paling besar terhadap panjang ikan dengan rata-rata 14,53 cm jika dibandingkan dengan perlakuan-perlakuan lainnya.

Berikut hasil uji yang telah dilakukan:

1) Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas dilakukan menggunakan uji homogeneity test of varian dengan software SPSS 26. Dapat dikatakan homogen apabila hasil menunjukkan sig. > 0,05. Hasil uji homogenitas disajikan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Test of Homogeneity of Variances Panjang Ikan Lele (*Clarias sp*)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,725	2	6	,522

Berdasarkan tabel 4.2 Dapat dilihat bahwa hasil homogenitas varians memiliki nilai statistic nilai sig 0,373 > 0,05 pada level probabilitas. Sehingga dapat diartikan varians ketiga kelompok data sampel sama atau homogen.

2) Analisis Variansi *One Way Anova*

Analisis variansi ANOVA menggunakan software SPSS 26 dengan hasil yang disajikan pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Analisis Variansi *One Way Anova* panjang ikan lele (*Clarias sp*)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8,827	2	4,413	7,452	,024
Within Groups	3,553	6	,592		
Total	12,380	8			

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui dari uji ANOVA untuk variabel panjang ikan diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 7,452 sedangkan hasil perhitungan F_{tabel} sebesar 5,14. Maka $F_{hitung} 7,452 > F_{tabel} 5,14$ yang artinya antara perlakuan menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan antara pemberian jenis probiotik yang berbeda (probiotik EM4 *Effective microorganism-4*) dan ST) terhadap panjang ikan lele (*Clarias sp*).

3) Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil)

Analisis dilanjutkan dengan Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) menggunakan software SPSS 26 disajikan pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Uji Lanjut BNT Panjang Ikan Lele (*Clarias sp*)

Perbandingan Perlakuan	Perbedaan Rata-Rata	Signifikasi
P0 (Kontrol)	-2,13333 ^a	0,015
P1 (EM-4)		
P1 (EM-4)	0,06667 ^b	0,919
P2 (ST)		
P2 (ST)		
P0 (Kontrol)	2,06667 ^c	0,017

^{a,b,c} : Perbedaan notasi huruf menyatakan bahwa adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan.

Pada uji lanjut BNT diketahui bahwa perlakuan berbeda nyata terhadap panjang ikan lele ($P > 5\%$) pada masing-masing perlakuan.

2. Data Bobot Basah Ikan Lele (*Clarias sp*)

Pengaruh fortifikasi probiotik EM-4 dan ST terhadap bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) pada sistem Bioflok dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Data Bobot Basah Ikan Lele (*Clarias sp*)

Perlakuan	Ulangan ke-			Total	Rata-rata	Standar Baku (gram)
	1	2	3			
P0	90,85	92,29	97,31	280,45	93,48	
P1	120,59	122,13	125,08	367,8	122,6	100-150*
P2	110,55	113,38	113,6	338,92	112,97	

Sumber : *SNI 6484:2014

Keterangan :

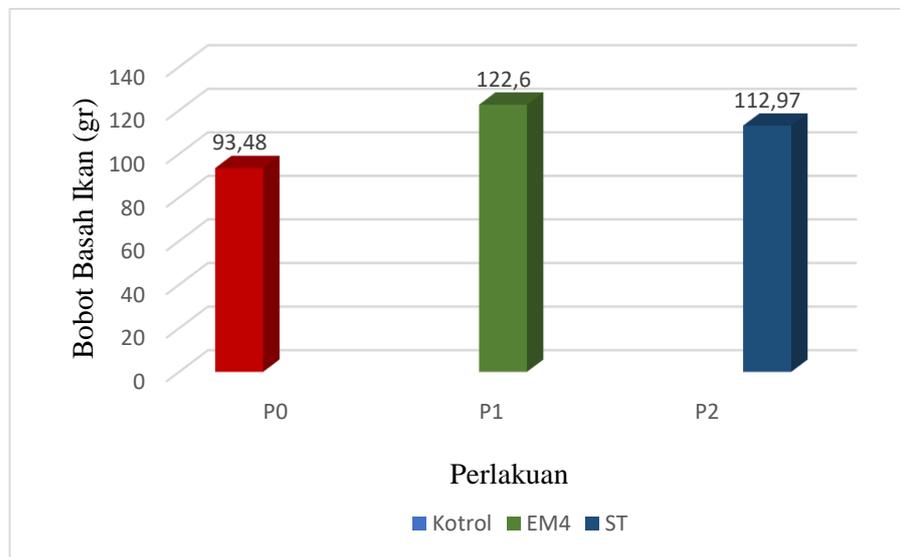
P0 = Tanpa Probiotik (Kontrol)

P1 = Probiotik EM-4 (5 mL)

P2 = Probiotik ST (5 mL)

Berdasarkan tabel 4.5 dapat dilihat bahwa fortifikasi probiotik pada sistem bioflok mempengaruhi bobot basah ikan lele (*Clarias sp*). Hasil tabel di atas menunjukkan bobot basah ikan lele tertinggi pada perlakuan P1 dengan fortifikasi Probiotik EM-4 yaitu 122,6 gram, kemudian diikuti perlakuan P2 dengan fortifikasi probiotik ST yaitu 112,97 gram. Sedangkan bobot basah terendah terlihat pada perlakuan Kontrol P0 dengan rata-rata 93,48 gram.

Data tersebut dapat dibuat perbandingan dalam bentuk grafik bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) yang dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Grafik Bobot Basah Ikan Lele (*Clarias sp*)

Berdasarkan gambar 4.2 menunjukkan bahwa perlakuan P1 memiliki efek yang paling besar terhadap bobot basah ikan dengan rata-rata 122,6 gr jika dibandingkan dengan perlakuan-perlakuan lainnya.

Berikut hasil uji yang telah dilakukan:

1) Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas dilakukan menggunakan uji homogeneity test of varian dengan software SPSS 26. Dapat dikatakan homogen apabila hasil menunjukkan sig. > 0,05. Hasil uji homogenitas disajikan pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Test of Homogeneity of Variances Bobot Basah Ikan Lele

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,169	2	6	,373

Berdasarkan tabel 4.6 Dapat dilihat bahwa hasil homogenitas varians memiliki nilai statistic nilai sig 0,373 > 0,05 pada level probabilitas. Sehingga dapat diartikan varians ketiga kelompok data sampel sama atau homogen.

2) Analisis Variansi (*One Way Anova*)

Analisis variansi Anova menggunakan software SPSS 26 disajikan pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil Analisis Variansi *One Way Anova* bobot basah ikan lele (*Clarias sp*)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1311,602	2	655,801	100,378	,000
Within Groups	39,200	6	6,533		
Total	1350,802	8			

Berdasarkan tabel 4.7 dapat diketahui dari uji ANOVA untuk variabel bobot basah ikan diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 100,378 sedangkan hasil perhitungan F_{tabel} sebesar 5,14. Maka $F_{hitung} 100,378 > F_{tabel} 5,14$ yang artinya antara perlakuan menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan antara pemberian jenis probiotik yang berbeda (probiotik EM4 *Effective microorganism-4*) dan ST) terhadap bobot basah ikan lele (*Clarias sp*).

3) Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil)

Analisis dilanjutkan dengan Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Analisis uji lanjut BNT menggunakan software SPSS 26 disajikan pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil Uji Lanjut BNT Bobot Basah Ikan Lele

Perbandingan Perlakuan	Perbedaan Rata-Rata	Signifikasi
P0 (Kontrol)		
P1 (EM-4)	-29,11667 ^a	0,000
P1 (EM-4)		
P2 (ST)	10,09000 ^b	0,003
P2 (ST)		
P0 (Kontrol)	19,02667 ^c	0,000

^{a,b,c} : Perbedaan notasi huruf menyatakan bahwa adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan.

Pada uji lanjut BNT diketahui bahwa perlakuan berbeda nyata terhadap panjang ikan lele ($P > 5\%$) pada masing-masing perlakuan.

3. Kondisi Lingkungan Air

Data kondisi lingkungan kualitas air dari pengaruh fortifikasi probiotik EM4 (*Effective microorganism-4*) dan ST dalam sistem bioflok ikan lele di uji berdasarkan dengan prosedur pada Laboratorium FSM Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW) yang meliputi Amonia, Nitrit, Nitrat dan DO. Hasil uji kondisi lingkungan kualitas air dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Kondisi Lingkungan Kualitas Air

Kondisi Lingkungan Kualitas Air	Perlakuan			Standar Baku (mg/L*)
	P0 (Kontrol)	P1 (EM-4)	P2 (ST)	
Amonia	22,08	23,76	15,42	< 0,02
Nitrit	0,060	0,057	0,117	0,06
Nitrat	8,7	6,6	4,8	20
DO	3,1	3	6,9	>3

(Sumber : *SNI 7550. 2009, ** BBP BAT 2005 dan ** Baku Mutu PP No 82 Tahun 2001)

Berdasarkan tabel 4.9 tentang kondisi lingkungan kualitas air bahwa kualitas air DO tertinggi pada perlakuan P2 dengan pemberian probiotik ST (Sukses Tani) yaitu 6,9 mg/L diikuti dengan perlakuan P0 pada perlakuan kontrol yaitu 3,1 mg/L dan kondisi lingkungan kualitas air DO terendah dengan pemberian probiotik EM4 yaitu 0,3 mg/L. Pada kolam P0 dan P2 menunjukkan kadar DO 3-6,9 sehingga dapat dikatakan bahwa kadar DO pada masing-masing kolam tersebut bersifat baik untuk ikan budidaya. Tingginya nilai oksigen terlarut pada setiap perlakuan ini dipengaruhi oleh suhu dan turbulensi air, dimana suhu yang diperoleh pada setiap perlakuan mencapai angka yang optimal hal ini mengakibatkan nilai oksigen terlarut berada pada level diatas 3 mg/L. Sedangkan untuk kadar DO EM4 menunjukkan kadar DO 0,3 sehingga dapat dikatakan rendah. Rendahnya konsentrasi oksigen terlarut diduga karena kepadatan ikan lele yang terlalu

tinggi pada perlakuan P1 sehingga adanya kompetisi dalam penggunaan oksigen terlarut.

Kemudian kondisi lingkungan kualitas air amonia (NH_3) tertinggi pada perlakuan P1 yaitu 23,76 mg/L, diikuti dengan perlakuan P0 yaitu 22,08 mg/L dan kondisi lingkungan kualitas air amonia (NH_3) terendah pada perlakuan P2 yaitu 15,42 mg/L. Untuk kualitas air nitrit (NO_2) tertinggi pada perlakuan P2 yaitu 0,117 mg/L diikuti dengan perlakuan P0 yaitu 0,060 mg/L dan kondisi lingkungan kualitas air nitrit (NO_2) terendah terdapat pada perlakuan P1 yaitu 0,057 mg/L. Kemudian untuk kualitas air nitrat (NO_3) tertinggi pada perlakuan P0 yaitu 8,7 mg/L diikuti dengan perlakuan P1 yaitu 6,6 mg/L dan kualitas air nitrat terendah pada perlakuan P2 yaitu 4,8 mg/L.

4. Implementasi Hasil Penelitian Pembelajaran Biologi

Validasi Modul pembelajaran biologi berbasis PjBL SMA XII materi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup meliputi validasi materi dan validasi media. Validasi tahap 1 diperoleh hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.10:

Tabel 4.10 Hasil Validasi Modul Pembelajaran Biologi berbasis PjBL Tahap 1

Validasi	Validasi Materi	Validasi Media	Rata-rata	Kategori
Validasi Tahap 1	89, 28 %	80, 35%	84, 82 %	Baik

Berdasarkan tabel 4.10 validasi Modul pembelajaran biologi berbasis PjBL diperoleh rerata penilaian 84, 82 %. Penilaian tersebut tergolong kategori baik. Namun, masih terdapat beberapa catatan dari validator untuk menyempurnakan validasi tahap 2 setelah perbaikan dan diperoleh hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.11:

Tabel 4.11 Hasil Validasi Modul Pembelajaran Biologi berbasis PjBL Tahap 2

Validasi	Validasi Materi	Validasi Media	Rata-rata	Kategori
Validasi Tahap 2	100 %	100%	100 %	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4.11 hasil validasi menunjukkan kenaikan penilaian dengan rerata 100 pada kategori sangat baik dan tanpa revisi sehingga tidak dilakukan validasi lanjut karena modul sudah dalam kategori “Sangat Baik” sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran. Adapun catatan validator pada saat validasi tahap 1 dan validasi tahap 2 dapat dilihat pada tabel 4.12:

Tabel 4.12 Validasi Modul Pembelajaran Biologi Berbasis PjBL Tahap 1 dan 2

Validasi	Validator 1 (Ahli Materi)	Validator 2 (Ahli Media)	Revisi
Validasi Tahap 1	Revisi untuk memperjelas rancangan tujuan pembelajaran untuk menghasilkan produk/project	Revisi untuk kesesuaian gambar dan tata letak gambar dengan materi	<ul style="list-style-type: none"> • Memperbaiki tujuan pembelajaran yang berorientasi pada produk yang dihasilkan • Menyesuaikan gambar dan tata letak gambar dengan materi
Validasi Tahap 2	Layak digunakan sebagai pembelajaran	Layak digunakan sebagai pembelajaran	Tidak ada revisi pada Modul Pembelajaran Biologi Berbasis PjBL

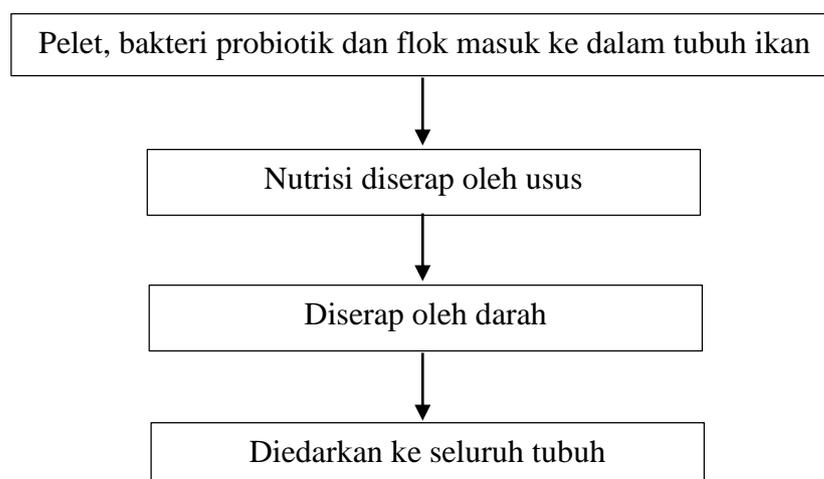
B. Pembahasan

Penelitian ini menggunakan penambahan probiotik dalam sistem bioflok. Probiotik dapat mengurai sisa metabolisme dan merangsang respon imun sehingga kesehatan ikan meningkat dan mempengaruhi pertumbuhan (Samule et al, 2017). Probiotik EM 4 (*Effective microorganism*) dan ST (Sukses Tani)

digunakan dalam sistem bioflok ini karena keduanya mengandung mikrobakteri yang bermanfaat bagi ikan. Penggunaan sumber probiotik dalam sistem bioflok berpengaruh terhadap peningkatan panjang dan bobot basah ikan lele. Di mana ikan dapat memanfaatkan pakan dengan optimal, baik itu pakan komersil maupun flok bakteri. Hal ini berarti bakteri heterotrof membentuk flok-flok bakteri yang kemudian dimakan oleh ikan sebagai pakan alami dengan kandungan protein yang tinggi sehingga dapat meningkatkan panjang dan bobot basah ikan lele. Menurut Salamah (2018) tingginya nilai flok menggambarkan kemampuan bakteri dalam membentuk bioflok.

Sementara bioflok sendiri tersusun dari beberapa komponen yaitu : *exopoliakarida*, bakteri pembentuk flok dan bakteri siklus fungsional. *Exopolisakarida* adalah senyawa polisakarida yang dihasilkan oleh bakteri pembentuk flok. *Exopolisakarida* ini bersifat seperti *glue* atau lem yang menjadi tempat penempelan bakteri menjadi satu kesatuan bioflok. Tidak semua bakteri mampu menghasilkan *exopolisakarida* ini, hanya bakteri tertentu saja yang mampu menghasilkan *exopolisakarida* ini. Bakteri penghasil *exopolisakarida* ini merupakan bakteri pembentuk inti flok, dan disebut sebagai *Floc Forming Bacteria* (bakteri pembentuk flok).

Adapun mekanisme penyerapan nutrisi di dalam tubuh ikan lele dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Mekanisme Penyerapan Nutrisi pada Ikan

Hasil penelitian mengenai pengaruh fortifikasi probiotik EM4 dan ST terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) pada sistem bioflok adalah sebagai berikut:

1. Panjang Ikan Lele (*Clarias sp*)

Data hasil panjang ikan lele (*Clarias sp*) yang diperoleh dari penelitian tentang pengaruh fortifikasi probiotik EM4 dan ST level berbeda terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) menunjukkan hasil rata-rata P0 (12,4 cm), P1 (14,53 cm), P2 (14,46 cm). Perlakuan P1 (Fortifikasi Probiotik EM4) menghasilkan panjang ikan paling panjang yaitu 43,6 cm. Sedangkan perlakuan P0 (Tanpa Fortifikasi Probiotik) menghasilkan panjang ikan terendah yaitu 37,2 cm.

Berdasarkan hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa $F_{hitung} 7,452 > F_{tabel} 5,14$. Hasil ini menunjukkan bahwa H_1 yang menyatakan ada pengaruh fortifikasi probiotik EM4 dan ST terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) pada sistem bioflok diterima, maka H_0 yang menyatakan tidak ada pengaruh fortifikasi EM4 dan ST terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) ditolak.

Hasil menunjukkan bahwa panjang ikan terendah terdapat pada perlakuan P0 (Tanpa Fortifikasi Probiotik) yaitu 12,4 cm. Jika dilihat dari kualitas air kolam pada perlakuan P0 menunjukkan hasil yang masih layak untuk pertumbuhan ikan dengan kadar nitrat yang paling optimal dari perlakuan lainnya yakni sebesar 8,7 mg/L. Hal tersebut berbanding terbalik dengan hasil uji kualitas air kolam tabel 4.9 pada perlakuan P1 (Fortifikasi EM4) yang memiliki panjang ikan tertinggi sebesar 14,53 cm di mana menunjukkan kadar DO, amonia dan nitrit yang rendah. Dari hasil tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor baik faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor eksternal dapat disebabkan karena cara pengambilan sampel uji kualitas air kolam yang kurang sempurna sehingga berpengaruh terhadap hasil kadar DO air kolam menjadi lebih rendah. Dari hasil uji kualitas air pada kolam perlakuan P1 (Fortifikasi EM4) menunjukkan kadar DO yang layak namun paling rendah di antara perlakuan yang lainnya yakni

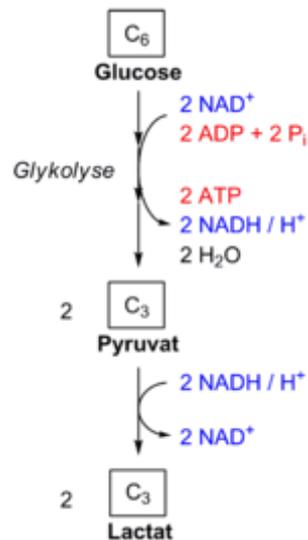
sebesar 3 mg/L. Kadar DO yang rendah di dalam air biasanya juga diikuti dengan meningkatnya kandungan amonia dan karbondioksida di dalam air sehingga kualitas air dalam kolam menurun. Sedangkan faktor internalnya disebabkan oleh kepadatan ikan atau kecilnya angka kematian pada kolam perlakuan P1 (Fortifikasi EM4), di mana kepadatan yang tinggi dapat menyebabkan feses yang dihasilkan oleh ikan akan semakin banyak sehingga endapan amonia pada dasar kolam akan meningkat. Meskipun hasil uji kualitas air pada kolam perlakuan P1 (Fortifikasi EM4) cenderung rendah namun ikan yang dihasilkan memiliki panjang yang tertinggi hal tersebut dapat disebabkan karena ikan pada kolam perlakuan P1 (Fortifikasi EM4) telah menyesuaikan dengan kondisi pada air kolam karena adanya penambahan dari probiotik EM4 itu sendiri.

Fortifikasi probiotik EM4 yang terdiri dari lima kelompok mikroorganisme yaitu bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp*), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp*), *Actinomyces sp*, *Streptomyces sp*, dan yeast (*Saccharomyces spp.*) dapat meningkatkan pertumbuhan panjang pada ikan. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Anis dan Hariani (2019) bahwa EM4 mampu meningkatkan laju pertumbuhan ikan lele.

Menurut Narges et al., (2012) dengan adanya bakteri probiotik dalam saluran pencernaan ikan akan sangat menguntungkan dikarenakan bakteri probiotik menghasilkan exogenous enzim seperti amilase, lipase dan protease pada sistem pencernaan ikan. Dengan adanya enzim-enzim tersebut dapat mengurangi pengeluaran energi (*expenditure energy*) untuk proses pencernaan sehingga energi yang ada dapat digunakan untuk pertumbuhan.

Peranan bakteri *Lactobacillus sp.* adalah menjaga keseimbangan mikroba pada saluran pencernaan sehingga meningkatkan daya cerna ikan. Kerja bakteri *Lactobacillus sp.* mengubah karbohidrat menjadi asam laktat, sehingga menghasilkan enzim endogenous untuk meningkatkan penyerapan nutrisi, konsumsi pakan, pertumbuhan, dan menghambat pertumbuhan organisme patogen (Arief dkk, 2008).

Adapun reaksi perubahan karbohidrat menjadi asam laktat disajikan pada gambar 4.4



Gambar 4.4 mekanisme perubahan karbohidrat menjadi asam laktat

Sumber: (Irawati, Eva. 2011. *Bakteri Homofermentatif*)

Diawali proses glikolisis yang mengkonversi glukosa menjadi 2 molekul asam piruvat dengan menghasilkan 2 ATP dan 2 NADH. Kemudian NADH diubah kembali menjadi NAD⁺ saat pembentukan asam laktat dari asam piruvat.

Kemudian ada juga kandungan *yeast* (*Saccharomyces sp.*) pada probiotik EM4 yang dapat membantu mempercepat pertumbuhan ikan. Menurut Wulandari (2008) *yeast* (*Saccharomyces sp.*) dapat mengikat berbagai macam zat toksik yang masuk bersama makanan ke dalam tubuh dan membuangnya melalui feses, sehingga ikan dapat tumbuh lebih baik karena toksik dalam tubuh larut dalam makanan yang terbuang pada feses.

2. Bobot Basah Ikan Lele (*Clarias sp*)

Data hasil bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) yang diperoleh dari penelitian tentang pengaruh fortifikasi probiotik EM4 dan ST level berbeda terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) menunjukkan hasil rata-rata P0 (93,48 gr), P1 (122,6 gr), P2 (112,97 gr). Perlakuan P1 (Fortifikasi Probiotik EM4) menghasilkan bobot basah tertinggi yaitu 122,6 gr.

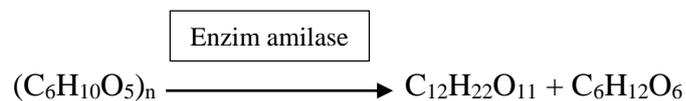
Sedangkan perlakuan P0 (Tanpa Fortifikasi Probiotik) menghasilkan bobot basah ikan terendah yaitu 93,48 gr.

Berdasarkan hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa F_{hitung} 100,378 > F_{tabel} 5,14. Hasil ini menunjukkan bahwa H_1 yang menyatakan ada pengaruh fortifikasi probiotik EM4 dan ST terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) pada sistem bioflok diterima, maka H_0 yang menyatakan tidak ada pengaruh fortifikasi EM4 dan ST terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) ditolak.

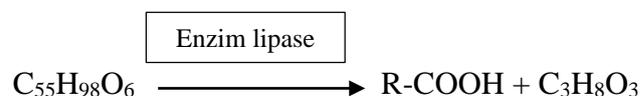
Hasil menunjukkan ikan pada perlakuan P1 (Fortifikasi EM4) menghasilkan bobot basah paling tinggi yakni 122,6 gr. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh penambahan probiotik EM4 di mana bakteri probiotik yang ada di dalam usus ikan lebih mendominasi daripada bakteri patogen sehingga mampu menyerap makanan lebih optimal karena bakteri patogen mampu diminimalisir sehingga bobot basah ikan pada perlakuan P1 (Fortifikasi EM4) memiliki hasil paling tinggi. Probiotik EM4 terdiri dari lima kelompok mikroorganisme yaitu bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp*), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp*), *Actinomycetes sp*, *Streptomyces sp*, dan yeast (*Saccharomyces spp.*) (Winnedar, 2006).

Jamur fermentasi dalam EM4 akan berkembang biak dan menghasilkan enzim yang digunakan untuk pemecahan senyawa di dalam pakan. Enzim-enzim tersebut diantaranya enzim amilase, lipase, pektinase dan protease (Anugraheni, 2016).

Enzim amilase berfungsi untuk mengubah amilum menjadi maltosa dan glukosa dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Enzim lipase berfungsi untuk memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Enzim pektinase berfungsi sebagai biokatalis untuk merombak senyawa pektin. Menurut Oyeleke (2012), pektinase dapat merusak pektin (substrat polisakarida) dengan cara memecah asam poligalakturonat menjadi asam monogalakturonat melalui pelepasan ikatan glikosidik. Enzim protease berfungsi untuk memecah protein menjadi molekul yang lebih sederhana seperti oligopeptida.

Melalui proses fermentasi, enzim-enzim yang dihasilkan membantu menghidrolisis senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga proses mencerna dan menyerap nutrisi dalam pencernaan akan menjadi lebih mudah (Putra,2010). Senyawa kompleks dari karbohidrat akan diubah menjadi molekul yang lebih sederhana yakni monosakarida, polisakarida dan oligosakarida. Monosakarida terdiri dari satu molekul gula sederhana seperti glukosa, galaktosa dan fruktosa. Polisakarida terdiri dari molekul gula yang terangkai menjadi rantai panjang dan bercabang-cabang misalnya glikogen, pati dan selulosa. Disakarida terdiri dari dua rangkaian monosakarida (maltosa, sukrosa dan laktosa) serta oligosakarida yang merupakan rangkaian dari beberapa monosakarida. Senyawa kompleks lemak akan diubah menjadi asam lemak dan gliserol sedangkan protein akan diubah menjadi asam amino. Molekul-molekul yang lebih sederhana dari karbohidrat, protein dan lemak dalam pakan tersebut akan lebih cepat dicerna dan diserap oleh usus ikan lele.

Enzim-enzim ini akan mendegradasi nutrisi kompleks yang menyusun pakan menjadi nutrisi yang lebih sederhana. Sehingga mampu memperlancar proses pencernaan ikan dan meningkatkan laju pertumbuhan ikan tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rachmawati dkk, (2006) bahwa Kultur mikroorganisme EM4 bekerja dalam tubuh ikan melalui aksi yang sinergis. Asam laktat dalam probiotik EM-4 juga berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Senyawa bioaktif dari rempah-rempah pada probiotik EM-4 mampu meningkatkan imunitas tubuh ikan dari penyakit, sehingga ikan lele dapat bertahan hidup sampai penelitian ini berakhir. Namun, dalam tabel 4.9 dapat dilihat bahwa kadar

DO (Dissolved Oxygen) terendah yaitu pada kolam perlakuan P1 (Fortifikasi EM4) tetapi menghasilkan bobot basah ikan yang tinggi. Kondisi kolam tersebut mampu disesuaikan oleh ikan karena hasil akhir menunjukkan pada kolam perlakuan P1 (Fortifikasi EM4) menghasilkan bobot basah ikan paling tinggi dengan angka kematian ikan yang rendah. Dengan kata lain kadar DO pada kolam perlakuan P1 (Fortifikasi EM4) sebesar 3 mg/L masih layak dan baik digunakan untuk budidaya ikan. Kadar DO dalam perlakuan P1 diduga karena adanya fortifikasi EM-4. Dimana EM4 mampu mempertahankan kualitas lingkungan dengan cara meningkatkan DO sehingga air menjadi bersih dan tidak diperlukan penggantian yang berulang-ulang karena kualitas air tetap terjaga.

Sedangkan pada perlakuan P0 (Tanpa Fortifikasi probiotik) memiliki hasil akhir dengan bobot basah terendah yakni 93,48 gr. Hal ini diduga karena dengan tanpa fortifikasi probiotik, bakteri yang mampu mengoksidasi bahan organik serta bakteri baik yang mampu membantu memperbaiki pencernaan ikan dan meningkatkan laju pertumbuhan hanya sedikit. Sehingga pertumbuhan ikan lele lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan fortifikasi probiotik.

3. Kondisi Lingkungan Kualitas Air

Faktor lingkungan dalam budidaya perikanan merupakan nilai kapasitas parameter fisika, kimia, dan biologi perairan atau yang disebut juga dengan parameter kualitas air. Parameter kualitas air dalam ekosistem kolam teknologi bioflok, memainkan peranan penting terhadap tingkat produktifitas budidaya. Teknologi bioflok merupakan teknologi penggunaan bakteri baik heterotrof maupun autotrof yang dapat mengonversi limbah organik secara intensif menjadi kumpulan mikroorganisme yang berbentuk flok, kemudian dapat dimanfaatkan oleh ikan sebagai sumber makanan (de Schryver & Verstraete 2009; Avnimelech 2012).

Warna air pada suatu sistim bioflok dapat berubah tergantung tahapan perkembangan awal bioflok, komposisi utama flok dan tingkat

kepadatan flok. Air medium bioflok dapat berwarna hijau jika flok didominasi oleh algae, sementara jika flok mulai didominasi oleh bakteri maka warna akan berubah menjadi kecoklatan. Kepadatan flok yang tinggi serta suspended solids yang padat menyebabkan medium air menjadi coklat gelap (Rostro et al. 2012; Taw, 2014). Adapun data kualitas air yang diamati adalah amonia, nitrit, nitrat dan oksigen terlarut (DO) yang kemudian dilakukan sampel air pengamatan analisa di Laboratorium Kimia-FSM Universitas Kristen Satya Wacana.

a. DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut atau DO adalah salah satu penunjang utama kehidupan di perairan. Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua makhluk hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Selain itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut.

Pada penelitian ini kualitas air kolam P0 dan P2 menunjukkan kadar DO 3-6,9 sehingga dapat dikatakan bahwa kadar DO pada masing-masing kolam tersebut bersifat baik untuk ikan budidaya. Tingginya nilai oksigen terlarut pada setiap perlakuan ini dipengaruhi oleh suhu dan turbulensi air, dimana suhu yang diperoleh pada setiap perlakuan mencapai angka yang optimal hal ini mengakibatkan nilai oksigen terlarut berada pada level diatas 3 mg/L. Hal ini sesuai dengan penelitian Haslam dalam Jumaidi et al., (2017) bahwa oksigen terlarut juga bergantung pada suhu, peningkatan suhu akan menyebabkan penurunan kelarutan gas O₂, CO₂, N dan sebagainya. Sedangkan untuk kadar DO dikolam P1 (Fortifikasi EM4) menunjukkan kadar DO 0,3 mg/L sehingga dapat dikatakan rendah. Rendahnya konsentrasi oksigen terlarut diduga

karena kepadatan ikan lele yang terlalu tinggi pada perlakuan P1 (Fortifikasi EM4) sehingga adanya kompetisi dalam penggunaan oksigen terlarut. Selain itu, kadar DO rendah juga disebabkan karena oksigen pada malam hari dan siang hari sebelum air diuji dilaboratorium dipakai oleh biota untuk proses respirasi dan penambahan probiotik secara umum tidak mempengaruhi suhu media, namun berpengaruh pada nilai DO. Nilai DO yang diberi probiotik lebih rendah daripada yang tidak diberi penambahan probiotik namun masih dalam kadar optimal untuk menunjang pertumbuhan ikan.

b. Nitrit (NO_2)

Dari data di atas dapat dilihat bahwa kandungan Nitrit tertinggi berada pada perlakuan P2 (Fortifikasi ST) yaitu 0,117 mg/L, kadar nitrit pada kolam P2 (Fortifikasi ST) ini melebihi baku mutu perairan yang ada. Tingginya konsentrasi nitrit pada kolam P2 ini jika dilihat dari faktor lingkungan diduga disebabkan oleh rendahnya konsentrasi oksigen terlarut pada kolam P2 (Fortifikasi ST) pengambilan sampel. Konsentrasi senyawa nitrit akan semakin meningkat dengan semakin rendahnya oksigen terlarut. Peningkatan kadar nitrit di kolam dapat dipengaruhi oleh kandungan oksigen terlarut, dimana saat kebutuhan oksigen tidak tercukupi maka proses nitrifikasi akan bergeser menjadi denitrifikasi yang menyebabkan perubahan nitrit menjadi nitrat lebih cepat dibandingkan amonia menjadi nitrit.

Konsentrasi nitrit pada perlakuan P2 (Fortifikasi ST) cenderung meningkat karena adanya pakan yang tidak dimakan oleh ikan. Hal ini menyebabkan proses nitrifikasi tidak berjalan optimal. Pada perlakuan P0 diperoleh hasil sebesar 0,060 mg/L dan pada perlakuan P1 sebesar 0,057 mg/L. Hasil ini masih memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan, yaitu 0.06 mg/L. Menurut Sawyer dan McCarty (1978) dalam Effendi (2000) kadar nitrit di perairan

jarang >1 mg/L. Kadar nitrit yang lebih dari 0,05 mg/L dapat bersifat toksik bagi organisme

c. Nitrat (NO_3)

Nitrat merupakan senyawa kimia yang berfungsi sebagai nutrisi dalam air kolam. Berdasarkan hasil analisis kandungan Nitrat (NO_3) yang dilakukan terhadap sampel air diperoleh hasil tertinggi pada perlakuan P0 (Tanpa Fortifikasi) yaitu 8,7 mg/L diikuti dengan perlakuan P1 (Fortifikasi EM4) yaitu 6,6 mg/L dan kualitas air nitrat terendah pada perlakuan P2 (Fortifikasi ST) yaitu 4,8 mg/L. Menurut Widyastuti (2003) menyatakan bahwa konsentrasi nitrat dalam air biasanya lebih rendah, tetapi dapat mencapai nilai yang tinggi akibat proses perembesan atau pengaliran dari lahan pertanian atau kontaminasi dari limbah manusia dan hewan.

Nitrifikasi dalam sistem distribusi dapat meningkatkan kadar nitrit, biasanya sampai 0,2 – 1,5 mg/L. Hal tersebut terjadi karena keberadaan nitrit dan nitrat yang dipengaruhi oleh proses nitrifikasi yang melibatkan bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Sampah organik seperti sisa pakan (yang mengandung protein) akan terdegradasi menjadi asam amino. Asam amino dan urea (dalam feses) berubah menjadi amonia dengan proses deaminasi. Amonia dari sampah organik akan dioksidasi menjadi nitrit oleh *Nitrosomonas sp.*, dan nitrit akan dioksidasi menjadi nitrat oleh *Nitrobacter sp.* Menurut Rostro et al., (2014) menyatakan bahwa konsentrasi $\text{NO}_3\text{-N}$ pada bioflok sebaiknya tidak melebihi 10,0 mg/L. Menurut Oktavia dkk (2012) batas maksimal yang dianjurkan yaitu 30 mg/L. Namun menurut Taw (2014) peningkatan kandungan nitrat sampai 40 mg/L tidak membahayakan bagi organisme kultur.

d. Amonia (NH_3)

Kondisi lingkungan kualitas air amonia (NH_3) tertinggi pada perlakuan P1 yaitu 23,76 mg/L, diikuti dengan perlakuan P0 yaitu 22,08 mg/L dan kondisi lingkungan kualitas air amonia (NH_3)

terendah pada perlakuan P2 yaitu 15,42 mg/L. Tingginya nilai amonia di semua perlakuan disebabkan masuknya bahan organik ke kolam yang bersumber dari aktivitas budidaya ikan. Menurut Tobing *dkk.*, (2014) pemberian pakan ikan memicu peningkatan konsentrasi amonia di perairan. Dalam penelitian Effendi (2003) menjelaskan, kadar amonia yang melebihi 0.5 mg/L menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang disebabkan oleh aktivitas manusia dan feses hewan.

Penelitian ini menggunakan fortifikasi probiotik EM4 (*Effective microorganism-4*) dan ST dengan sistem bioflok sehingga yang terjadi bioflok bekerja dengan cara mengubah kandungan amonia yang ada di kolam menjadi protein mikrobial yang dilakukan oleh mikroba. Amonia yang diubah menjadi protein mikrobial terbukti mampu mengurangi residu dari sisa pakan. Konsep kerja bioflok sangat sederhana, yakni mengubah limbah nitrogen yang berpotensi racun menjadi protein bakteri yang bisa dimanfaatkan oleh ikan. Protein mikroba merupakan *recycling* protein pakan yang tidak dimanfaatkan. Proses tersebut dapat memperbaiki kualitas air dan menyirkulasi limbah di dalam kolam.

4. Implementasi Hasil Penelitian pada Pembelajaran Biologi

Penelitian mengenai pengaruh fortifikasi probiotik EM-4 dan Sukses Tani terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) pada sistem bioflok dapat diaplikasikan dalam pembelajaran biologi kelas XII pada:

Kompetensi Inti:

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar:

- 3.1 Menganalisis hubungan antara faktor internal dan eksternal dengan proses pertumbuhan dan perkembangan pada Makhluk Hidup berdasarkan hasil percobaan.
- 1.1 Merencanakan dan melaksanakan percobaan tentang faktor luar yang memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan melaporkan secara tertulis dengan menggunakan tatacara penulisan ilmiah yang benar.

Indikator Pencapaian:

- 3.1.1 Mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dan hewan
- 3.1.2 Menjelaskan faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dan hewan
- 4.1.1 Membuat rancangan percobaan tentang pengaruh faktor luar terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan hewan
- 4.1.2 Melakukan percobaan tentang pengaruh faktor luar terhadap pengaruh proses pertumbuhan dan perkembangan hewan
- 4.1.3 Menganalisis data hasil percobaan sesuai kaidah keilmuan
- 4.1.4 Menyajikan laporan hasil percobaan

Modul pembelajaran mampu memberikan efektivitas dan efisiensi dalam mempelajari materi yang terkait. Menurut Suryaningsih (2010), terdapat beberapa keuntungan yang diperoleh dari pembelajaran dengan penerapan modul adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan motivasi siswa, karena setiap kali mengerjakan tugas pelajaran yang dibatasi dengan jelas dan sesuai dengan kemampuan.
2. Setelah dilakukan evaluasi, guru dan siswa mengetahui benar, pada modul yang mana siswa telah berhasil dan pada bagian modul yang mana siswa belum berhasil.
3. Bahan pelajaran terbagi lebih merata dalam satu semester.
4. Pendidikan lebih berdaya guna, karena bahan pelajaran disusun menurut jenjang akademik.

Dalam penelitian ini dilakukan uji validasi untuk menentukan kelayakan modul pembelajaran yang dikembangkan. Modul pembelajaran ini di validasi oleh 2 validator yang ahli dalam bidangnya yaitu validator 1 oleh ahli media dan validator 2 oleh ahli materi, validasi dilakukan dengan 2 tahap. Adapun aspek aspek yang diperhatikan oleh validator 1 (ahli media) yaitu ukuran modul, desain sampul modul, dan desain isi modul. Kemudian untuk validator 2 (ahli materi) akan memperhatikan kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan penilaian bahasa yang digunakan dalam modul pembelajaran.

Hasil penelitian diimplementasikan pada modul pembelajaran biologi kelas XII materi Pertumbuhan dan Perkembangan Makhluk Hidup. Khususnya pada isi materi serta pada pelaksanaan proyek siswa. Pembelajaran dilakukan dengan pendekatan *scientific* menggunakan model pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*). Adapun sintak dari model pembelajaran PjBL yaitu : Penentuan proyek, Mendesain perencanaan proyek, Menyusun jadwal penelitian, Memonitor keaktifan dan perkembangan proyek, Menguji hasil dan Evaluasi pengalaman belajar.

Peserta didik diarahkan untuk melakukan sebuah proyek pembuktian dalam bentuk praktikum untuk membuktikan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan. Proyek pembuktian dilakukan

secara berkelompok sesuai desain percobaan yang sudah dibuat oleh peserta didik. Desain percobaan dibuat oleh peserta didik dengan mengacu pada prosedur yang ada pada modul pembelajaran biologi berbasis PjBL. Proyek berupa miniriset budidaya bioflok sederhana untuk mengukur panjang dan bobot basah ikan. Ikan yang digunakan dalam proyek ini adalah ikan lele (*Clarias sp*).

Selama kegiatan proyek peserta didik dimonitoring oleh guru untuk mengetahui perkembangan proyek percobaan. Hasil data yang diperoleh peserta didik, selanjutnya diproses dalam laporan hasil kegiatan proyek yang disusun sesuai petunjuk penulisan yang ada pada modul pembelajaran biologi berbasis PjBL. Evaluasi pembelajaran berupa pelaporan hasil proyek percobaan yang dipresentasikan tiap kelompok kepada kelompok lain secara bergantian. Kemudian peserta didik menyimpulkan hasil proyek pembuktian bersama dengan guru. Modul pembelajaran biologi berbasis PjBL dilengkapi dengan evaluasi kognitif berupa soal pilihan ganda dan essay yang dikerjakan oleh peserta didik untuk mengetahui perkembangan pemahaman setelah dilakukan proyek percobaan secara langsung. Dengan adanya modul pembelajaran biologi berbasis PjBL ini dapat membantu guru dalam menyampaikan materi pembelajaran. Peserta didik diarahkan untuk memecahkan permasalahan dengan melakukan proyek penelitian secara langsung melalui kegiatan praktikum.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai pengaruh fortifikasi probiotik EM4 dan ST (Sukses Tani) terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) pada sistem bioflok ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil penelitian pemberian fortifikasi probiotik EM-4 dan Sukses Tani berpengaruh pada panjang ikan lele (*Clarias sp*), dengan perlakuan paling optimal untuk pada perlakuan P1 yaitu perlakuan pemberian fortifikasi probiotik EM4 (*Effective microorganism-4*) dapat memberikan hasil terbaik terhadap panjang ikan lele yaitu 14,53 cm.
2. Hasil penelitian pemberian fortifikasi probiotik EM-4 dan Sukses Tani berpengaruh pada bobot basah ikan lele (*Clarias sp*), dengan perlakuan paling optimal pada perlakuan P1 yaitu perlakuan pemberian fortifikasi probiotik EM4 (*Effective microorganism-4*) dapat memberikan hasil terbaik terhadap bobot basah ikan lele yaitu 122,6 gram.
3. Hasil penelitian dapat diimplementasikan dalam pembelajaran biologi di SMA kelas XII semester I pada materi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dalam Modul Pembelajaran Biologi berbasis *Project Based Learning* (PjBL) dengan rata-rata penilaian 84,82 % pada tahap 1 dan rata-rata penilaian 100% pada tahap 2 sehingga dinyatakan sangat baik dan layak digunakan dalam pembelajaran tanpa revisi.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka direkomendasikan untuk para pembudidaya menggunakan probiotik yang mengandung *Lactobacillus* dalam budidaya ikan lele (*Clarias sp*) dengan sistem bioflok. Serta menerapkan implementasi hasil penelitian dalam pembelajaran Biologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifi, Id'ham Muhtar. 2014. Pemanfaatan Bioflok pada Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) dengan Padat Tebar Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan dan Survival Rate. Bojonegoro: Universitas Airlangga
- Afrianto, E., dan E. Liviawaty. 2005. Pakan Ikan. Kanisius : Yogyakarta. Hal 977.
- Augusta, T.S. 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik EM4 terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* Var.) yang Dipelihara di Kolam Terpal. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 6 (2): 69-72.
- Aiyushirota. 2009. Konsep Budidaya Udang Sistem Heterotroph Dengan Bioflok. *Biotechnology Consulting and Trading*. Komp. Bandung. Jawa Tengah
- Aji, Kendali wongso. 2015. Pengaruh Penambahan EM4 (Effective Microorganism-4) pada Pembuatan Biogas dari Eceng Gondok dan Rumen Sapi. Tugas Akhir
- 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): 1-8.
- Anwar, Ilham. 2010. Pengembangan Bahan Ajar. Bahan Kuliah Online. Direktori UPI: Bandung
- Aquarista, F., Iskandar dan U. Subhan. 2012. Pemberian probiotik dengan carrier zeolite pada pembesaran ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(4).

- Arief M, Fitriani N, Subekti S. 2014. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda Pada Pakan Komersial Terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias sp.*). Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan (VI).
- Arief, dkk. 2008. Pengaruh Penambahan Probiotik Pada Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan dan Rasio Konversi Pakan Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*). Berkala Ilmiah Perikanan. Vol.3 No.2.
- Arikunto, Suharsini. 2010. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Avnimelech Y, Kochba M. 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks , using 15 N tracing. *Aquaculture*. Avnimelech Y. 2012. *Biofloc Technology - a Practical Guide Book*, 2nd edition. United States (US): The World Aquaculture Society.
- Azim, M.E, Little, D.C & North, B. 2007. Growth and Welfare of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Cultured Indoor Tank using BioFloc Technology (BFT). *Presentation in Aquaculture 2007*
- Badan Standarisasi Nasional. 2000.. SNI 01-0648. 1-2000, Induk Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* x *C. fuscus*) Kelas Induk Pokok (*Parent Stock*)
- Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT). 2005. Petunjuk Pembenihan Ikan Lele (*Clarias sp.*). Sukabumi
- Buwono, I. D. 2000. *Kebutuhan Asam Amino Essensial Dalam Ransum Ikan*. Penerbit Kanasius:Jakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bag; Proses Pengelolaan Sumberdayadan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Effendi, H. 2000. *Telaah Kualitas Air Bag; Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Bogor: Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB.

- Effendie, M. I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta
- Fuller, R. 1992. *History and Development of Probiotics. In Probiotics the Scientific basis. Edited by Fuller. Chapman and hall.* London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras. Pp.1 – 7.
- Karel, M., Hilyana, S., Lestari, D.P. 2019. Pengaruh Penambahan Probiotik EM4 (*Effective Microorganism*) dengan Dosis yang Berbeda pada Pakan terhadap Hubungan Panjang dan Berat Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan.* 9. (2):125- 129.
- Khairuman, dan Amri, K., 2002. Budidaya Ikan Lele Dumbo Secara Intensif. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Khalil RH, Saad TT, Elabd YM. 2011. Evaluation of immunomodulatory effect of some probiotics on cultured *Oreochromis niloticus*. *Journal of the Arabian Aquaculture Society.* 6(2): 135-154.
- Kordi, K.M.G.H. 2007. Meramu Pakan untuk Ikan Karnivor. CV Aneka Ilmu. Semarang.
- Kordi, M.G.H. dan A.B. Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air.* PT Rineka Cipta, Jakarta
- Lisna dan Insulistyowati. 2015. Potensi Mikroba Probiotik_FM dalam Meningkatkan Kualitas Air Kolam dan Laju Pertumbuhan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Fakultas Peternakan. Universitas Jambi. Mendalo.
- Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161). Sekretariat Negara. Jakarta.
- Rohmana, D. 2009. Konversi Limbah Budidaya Ikan Lele, *Clarias sp.* Menjadi Biomassa Bakteri Heterotroof untuk Perbaikan Kualitas Air dan Makanan Udang Galah, *Macrobrachium rosenbergii*. *Tesis.* Institut Pertanian Bogor.

- Rustaman, A. 2005. *Pengembangan Kompetensi (Pengetahuan, keterampilan, Sikap, dan Nilai) Melalui Kegiatan Praktikum Biologi*. Penelitian Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI Bandung.
- Suryaningrum, F. M. (2014). Aplikasi Teknologi Bioflok pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan*, 1 (1).
- Muchtadi D. 2010. *Teknik Evaluasi Nilai Gizi Protein*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Nayak SK. 2010. Probiotics and immunity: A fish perspective. *Fish & Shellfish Immunology*, 29: 2-14.
- Noviana, Putri, Subandiyono, 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* Volume 3, Nomor 4, Tahun 2014, Halaman 183-190.
- Prastowo, Andi. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif: Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. Yogyakarta : Diva Press.
- Prastowo, A. (2012). Pengembangan LKPD IPA Materi “Tekananku, Perhatianmu” berpendekatan Autentic Inquiry Learning untuk menumbuhkan Kemampuan Problem Solving dan Sikap Ingin Tahu Peserta Didik SMP. Tersedia di <https://123dok.com/document/yngv53pzpengembangan-tekananku-perhatianmuberpendingkatan-authenticlearning-menumbuhkan-kemampuan.html#fulltextcontent>. Diakses Pada 18 Juli 2021.
- Prastowo, Andi. (2014). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: Diva Press.
- Rahardjo, M.F. dan Muniarti. 1984. *Anatomi Beberapa Jenis Ikan Ekonomis Penting Di Indonesia*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Reneshwary C, Rajalakshmi M, Marimuthu K, Xavier R. 2011. Dietary administration of *Bacillus thuringiensis* on the cellular innate immune

- response of African catfish (*Clarias gariepinus*) against *A. hydrophila*. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 15: 53-60.
- Rukmana, Rahmat, Dan Herdi Yudirachman. Sukses Budidaya Ikan Lele Secara Intensif. Yogyakarta : Penerbit Andi, 2017.
- Saanin, 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan Volume I dan II. Bina Rupa Aksara. Jakarta
- Sugih, F. H. 2005. Pengaruh Penambahan Probiotik dalam Pakan Komersil terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Gurami. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran. Jatinangor.
- Suprpto, N. S dan Samtamsir, L. S., 2013. Rahasia Sukses Teknologi Budidaya Lele Hemat Lahan, Hemat Air, Hemat Pakan, Lebih Bersih, dan Nonresidu Serta Kualitas Daging Lebih Enak. *Agromedia* 165. Depok.
- Suprpto, Samtamsir SL, (2013), Bioflok-165 Rahasia Sukses Teknologi Budidaya Lele, Depok (ID): AGRO 165.
- Susanti, Diana, Vivi Fitriani, and Liza Yulia Sari. "PRAKTIKALITAS MODUL MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS PROJECT BASED LEARNING (PjBL)." *Jurnal Pelita Pendidikan* 7.4 (2019).
- Suyanto, S.R. 1992. Budidaya Ikan Lele. Penebar Swadaya
- Umar, Muhammad Agus. "Penerapan Pendekatan Saintifik dengan Metode Pembelajaran Berbasis Proyek (Project-Based Learning) dalam Materi Ekologi." *Bionatural: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi* 4.2 (2018).
- Wijaya, A. 2011. Pengaruh Pemberian Bakteri Probiotik (*Bacillus* sp.) pada Media Pemeliharaan Terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Terinfeksi *Streptococcus agalactiae*. *Skripsi*. Fakultas Ilmu Kelautan UNPAD. Jatinangor.
- Wijaya, Cece, dkk. 1988. *Upaya Pembaharuan Dalam Pendidikan dan Pengajaran*. Bandung: Remadja Karya
- Winnedar, 2006, Daya Cerna Protein Pakan, Daging, dan Pertambahan Berat Badan Ayam Broiler Setelah Pemberian Pakan yang Difermentasi dengan *Effective Microorganisms-4* (EM4), *Bioteknologi*, 3(1).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Panjang Rata-Rata (cm) Ikan Lele Selama Pemeliharaan

Perlakuan	Ulangan	Hari ke- (cm)					ΔP
		0	15	30	45	60	
P0	1	11,5	13,5	15,2	20,1	22,8	11,3
	2	11	13,15	16,4	18,8	23,4	12,4
	3	10,5	13,4	15,45	21,5	24	13,5
	Total	33	40,5	47,05	60,4	70,2	37,2
	Rataan	11	13,35	15,68	20,13	23,4	12,4
P1	1	10,9	15,35	16,5	19,6	25	14,1
	2	12	14,95	16,95	21,3	26,3	14,3
	3	11,2	14,85	18,25	21,5	26,4	15,2
	Total	34,1	45,15	51,7	62,4	77,7	43,6
	Rataan	11,36	15,05	17,23	20,8	25,9	14,53
P2	1	11	14,75	16	22,4	25,1	14,1
	2	10,8	14,7	15,85	22,9	25,1	14,3
	3	10,2	14,75	16,85	22,6	25,2	15
	Total	32	44,2	48,7	67,9	75,4	43,3
	Rataan	10,6	14,73	16,23	22,63	25,13	14,46

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
P0	11,3	12,4	13,5	37,2	12,4
P1	14,1	14,3	15,2	43,6	14,53
P2	14,1	14,3	15	43,4	14,46

Lampiran 2. Uji Homogenitas dan ANOVA terhadap Panjang (cm) Ikan Lele Menggunakan SPSS 26

A. Uji Homogenitas

1. Menentukan Hipotesis
 - H_0 : Varians ketiga kelompok sampel homogen
 - H_1 : Varians ketiga kelompok sampel tidak homogen
2. Menentukan Nilai Signifikasi, yaitu $\alpha = 0,05$
3. Dasar Pengambilan Keputusan
 - Berdasarkan nilai signifikasi
 - H_0 diterima, jika nilai sig. $> 0,05$
 - H_0 ditolak, jika nilai sig. $< 0,05$
4. Menghitung nilai signifikasi menggunakan SPSS

Test of Homogeneity of Variances

Panjang Ikan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,725	2	6	,522

5. Keputusan Uji
 - Dari tabel *Test of Homogeneity of Variances* diperoleh nilai signifikasi yaitu sig. = 0,522, karena nilai signifikasi $> 0,05$ maka H_0 diterima
6. Kesimpulan
 - Varians ketiga kelompok data sampel sama atau homogen

B. Uji ANOVA

1. Menentukan Hipotesis
 - H_0 : Tidak ada pengaruh yang signifikan antara pemberian jenis probiotik yang berbeda (probiotik EM4 (*Effective microorganism-4*) dan ST) terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*)

H_1 : Ada pengaruh yang signifikan antara pemberian jenis probiotik yang berbeda (probiotik EM4 (*Effective microorganism-4*) dan ST) terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*)

2. Kriteria Pengujian

Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$: pengaruh yang diamati tidak signifikan, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$: pengaruh yang diamati signifikan, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

3. Menghitung F_{hitung} menggunakan SPSS

ANOVA

Panjang Ikan Lele

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8,827	2	4,413	7,452	,024
Within Groups	3,553	6	,592		
Total	12,380	8			

4. Menentukan F_{tabel}

Nilai F_{tabel} didapatkan dengan $f_1 = d, b$, perlakuan = $(t-1)$ dan $f_2 = d, b$, galat = $t(r-1)$, Tabel distribusi F dengan $f_1 = (3-1) = 2$ dan $f_2 = 3(3-1) = 6$, diperoleh $F_{tabel} = 5,14$ untuk $\alpha = 0,05$

5. Keputusan Uji

$F_{hitung} 7,452 > F_{tabel} 5,14$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

6. Kesimpulan

Ada pengaruh yang signifikan antara pemberian jenis probiotik yang berbeda (probiotik EM4 (*Effective microorganism-4*) dan ST) terhadap panjang ikan lele (*Clarias sp*)

Lampiran 3. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) terhadap Bobot Basah (gr) Ikan Lele Menggunakan SPSS

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Panjang Ikan Lele

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	EM4	-2,13333*	,62834	,015	-3,6708	-,5958
	ST	-2,06667*	,62834	,017	-3,6042	-,5292
EM4	Kontrol	2,13333*	,62834	,015	,5958	3,6708
	ST	,06667	,62834	,919	-1,4708	1,6042
ST	Kontrol	2,06667*	,62834	,017	,5292	3,6042
	EM4	-,06667	,62834	,919	-1,6042	1,4708

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 4. Data Bobot Basah Rata-Rata (gr) Ikan Lele Selama Pemeliharaan

Perlakuan	Ulangan	Hari ke- (gr)					ΔP
		0	15	30	45	60	
P0	1	3,35	11,4	27,3	74,6	94,2	90,85
	2	3,31	19,1	34,8	83,5	95,6	92,29
	3	3,29	23,3	31,8	72,4	100,6	97,31
	Total	9,95	53,8	93,9	230,5	290,4	280,45
	Rataan	3,316	17,93	31,3	76,83	96,8	93,48
P1	1	3,31	27,4	31,5	81,2	102,9	99,59
	2	3,27	24,5	32,4	80,4	112,4	109,13
	3	3,32	25,5	38,2	87,5	135,4	132,08
	Total	9,9	77,4	102,1	249,1	350,7	340,8
	Rataan	7,69	25,8	81,1	194,9	282,1	122,6
P2	1	3,42	24,2	32,85	103	116,8	113,38
	2	3,45	26,5	33	100,3	114	110,55
	3	3,51	29,2	38,4	103,4	118,5	114,99
	Total	10,38	79,9	104,25	306,7	349,3	338,92
	Rataan	3,46	63,76	34,75	102,23	116,43	112,97

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
P0	90,85	92,29	97,31	280,45	93,48
P1	120,59	122,13	125,08	367,8	122,6
P2	113,38	110,55	113,6	338,92	112,97

Lampiran 5. Uji Homogenitas dan ANOVA terhadap Bobot Basah (gr) Ikan Lele Menggunakan SPSS

A. Uji Homogenitas

1. Menentukan Hipotesis
 - H_0 : Varians ketiga kelompok sampel homogen
 - H_1 : Varians ketiga kelompok sampel tidak homogen
2. Menentukan Nilai Signifikasi, yaitu $\alpha = 0,05$
3. Dasar Pengambilan Keputusan
 - Berdasarkan nilai signifikasi
 - H_0 diterima, jika nilai sig. $> 0,05$
 - H_0 ditolak, jika nilai sig. $< 0,05$
4. Menghitung nilai signifikasi menggunakan SPSS

Test of Homogeneity of Variances

Panjang Ikan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.699	2	6	,373

5. Keputusan Uji
 - Dari tabel *Test of Homogeneity of Variances* diperoleh nilai signifikasi yaitu sig. = 0, 373, karena nilai signifikasi $> 0,05$ maka H_0 diterima
6. Kesimpulan
 - Varians ketiga kelompok data sampel sama atau homogen

B. Uji ANOVA

1. Menentukan Hipotesis
 - H_0 : Tidak ada pengaruh yang signifikan antara pemberian jenis probiotik yang berbeda (probiotik EM4 (*Effective microorganism-4*) dan ST) terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*)

H_1 : Ada pengaruh yang signifikan antara pemberian jenis probiotik yang berbeda (probiotik EM4 (*Effective microorganism-4*) dan ST) terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*)

2. Kriteria Pengujian

Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$: pengaruh yang diamati tidak signifikan, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$: pengaruh yang diamati signifikan, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

3. Menghitung F_{hitung} menggunakan SPSS

ANOVA

Panjang Ikan Lele

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1311,602	2	655,801	100,378	,000
Within Groups	39,200	6	6,533		
Total	1350,802	8			

4. Menentukan F_{tabel}

Nilai F_{tabel} didapatkan dengan $f_1 = d, b$, perlakuan = $(t-1)$ dan $f_2 = d, b$, galat = $t(r-1)$, Tabel distribusi F dengan $f_1 = (3-1) = 2$ dan $f_2 = 3(3-1) = 6$, diperoleh $F_{tabel} = 5,14$ untuk $\alpha = 0,05$

5. Keputusan Uji

$F_{hitung} 100,378 > F_{tabel} 5,14$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

6. Kesimpulan

Ada pengaruh yang signifikan antara pemberian jenis probiotik yang berbeda (probiotik EM4 (*Effective microorganism-4*) dan ST) terhadap panjang ikan lele (*Clarias sp*)

Lampiran 6. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) terhadap Bobot Basah Ikan Lele Menggunakan SPSS

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Bobot Basah Ikan Lele

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	EM4	-29,11667*	2,08699	,000	-34,2234	-24,0100
	ST	-19,02667*	2,08699	,000	-24,1334	-13,9200
EM4	Kontrol	29,11667*	2,08699	,000	24,0100	34,2234
	ST	10,09000*	2,08699	,003	4,9833	15,1967
ST	Kontrol	19,02667*	2,08699	,000	13,9200	24,1334
	EM4	-10,09000*	2,08699	,003	-15,1967	-4,9833

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 7. Data Hasil Kondisi Lingkungan Kualitas Air

REPORT OF ANALYSIS

Laboratorium Kimia-FSM
 Universitas Kristen Satya Wacana
 Jl. Diponegoro 52-60
 SALATIGA 50711
 Telp. 0298 321212; Fax 0298 321433



No. 2022/01/05/001/LAB-KIM/FSM/UKSW
 Tanggal Terima : 05 Januari 2022
 Jenis Sampel : Air Kolam
 Analisis : DO, NH₃, NO₃ dan NO₂
 Analis : Stefanus Agung W.W, A.Md
 Kurs : Rp

Nama Pelanggan : Fitri Rahmawati (Universitas PGRI Semarang)

Sampel	DO (mg/L)	NH ₃ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)
Kontrol	3,1	22,08	8,7	0,060
ST	6,9	15,42	4,8	0,117
EM4	0,3	23,76	6,6	0,057

Hasil sesuai dengan sampel yang dikirim

Salatiga, 07 Januari 2022

Kepala Laboratorium


 Cucun Alep Riyanto, S.Pd., M.Sc

Lampiran 8. Validasi Modul Pembelajaran Biologi

Validasi 1

Lembar Validasi Ahli Media

Modul Pembelajaran Biologi PjBL SMA XII Materi Pertumbuhan dan
Perkembangan Makhluk Hidup

Nama Validator : *Dr. Maria Ulfah, S.Sr, M.Pd*
Asal Lembaga : Universitas PGRI Semarang

Petunjuk Penilaian

- Berilah tanda centang (✓) pada kolom skor sesuai dengan pendapat validator dengan berdasarkan point indikator yang dicantumkan pada kolom persyaratan dan indikator
- Kriteria skor :

Skor 4 : Sangat Baik
Skor 3 : Baik
Skor 2 : Kurang Baik
Skor 1 : Sangat Kurang

- Berikan komentar atau saran pada tempat yang telah disediakan

No.	Aspek	Aspek yang diamati	Skor			
			4	3	2	1
A.	Fisik Modul Berbasis PjBL	1. Komponen-komponen Modul Berbasis PjBL lengkap	✓			
		2. Modul Berbasis PjBL sesuai dengan materi yang dibuat	✓			
		3. Ukuran Modul Berbasis PjBL sesuai dengan kebutuhan kegiatan peserta didik	✓			
		4. Komposisi warna sesuai sehingga menarik peserta didik untuk menggunakan Modul Berbasis PjBL		✓		
		5. Komposisi antara gambar dan tulisan tidak terlalu besar atau terlalu kecil		✓		

		6. Modul Berbasis PjBL mudah digunakan untuk belajar	✓		
		7. Ukuran huruf yang digunakan sesuai dengan kebutuhan	✓		
B.	Penggunaan Tulisan	8. Jenis huruf yang digunakan mudah dibaca siswa	✓		
		9. Kejelasan tulisan yang digunakan	✓		
		10. Ketersediaan ruang untuk menuliskan jawaban	✓		
		11. Kesesuaian penggunaan gambar dengan materi	✓		
C.	Penggunaan Gambar	12. Kualitas gambar yang digunakan	✓		
		13. Kesesuaian gambar dengan perkembangan peserta didik	✓		
		14. Ketepatan tata letak gambar	✓		
Jumlah		: 45			
Presentase		: 80,35 %			
Kategoeri		: Baik			

Saran

Revisi modul untuk kesesuaian gambar, tata letak gambar dengan materi

$$P = \frac{n}{N} \times 100$$

Keterangan :

P= Penilaian

n = jumlah skor yang diperoleh

N= jumlah skor maksimum

Semarang, 17 Juni 2022

Validator



Dr. Maria Ulfah, S.Si, M.Pd

Nilai (%)	Keterangan
86-100	Sangat baik (Layak digunakan tanpa revisi)
71-85	Baik (Layak digunakan dengan revisi 50%)
51-70	Kurang Baik (Layak digunakan dengan revisi 75%)
0-50	Tidak Baik (Tidak layak)

Validasi 2

Lembar Validasi Ahli Media

Modul Pembelajaran Biologi PjBL SMA XII Materi Pertumbuhan dan
Perkembangan Makhluk Hidup

Nama Validator : *Dr. Maria Ulfah, S.Si, M.Pd*
Asal Lembaga : Universitas PGRI Semarang

Petunjuk Penilaian

- Berilah tanda centang (✓) pada kolom skor sesuai dengan pendapat validator dengan berdasarkan point indikator yang dicantumkan pada kolom persyaratan dan indikator
- Kriteria skor :

Skor 4 : Sangat Baik
Skor 3 : Baik
Skor 2 : Kurang Baik
Skor 1 : Sangat Kurang

- Berikan komentar atau saran pada tempat yang telah disediakan

No.	Aspek	Aspek yang diamati	Skor			
			4	3	2	1
A.	Fisik Modul Berbasis PjBL	1. Komponen-komponen Modul Berbasis PjBL lengkap	✓			
		2. Modul Berbasis PjBL sesuai dengan materi yang dibuat	✓			
		3. Ukuran Modul Berbasis PjBL sesuai dengan kebutuhan kegiatan peserta didik	✓			
		4. Komposisi warna sesuai sehingga menarik peserta didik untuk menggunakan Modul Berbasis PjBL	✓			
		5. Komposisi antara gambar dan tulisan tidak terlalu besar atau terlalu kecil	✓			

		6. Modul Berbasis PjBL mudah digunakan untuk belajar	✓		
		7. Ukuran huruf yang digunakan sesuai dengan kebutuhan	✓		
B.	Penggunaan Tulisan	8. Jenis huruf yang digunakan mudah dibaca siswa	✓		
		9. Kejelasan tulisan yang digunakan	✓		
		10. Ketersediaan ruang untuk menuliskan jawaban	✓		
		11. Kesesuaian penggunaan gambar dengan materi	✓		
C.	Penggunaan Gambar	12. Kualitas gambar yang digunakan	✓		
		13. Kesesuaian gambar dengan perkembangan peserta didik	✓		
		14. Ketepatan tata letak gambar	✓		
Jumlah		: 56			
Presentase		: 100 %			
Kategori		: Sangat baik			

Saran:

Layak digunakan untuk pembelajaran

.....

.....

.....

$$P = \frac{n}{N} \times 100$$

Keterangan :

P= Penilaian

n = jumlah skor yang diperoleh

N= jumlah skor maksimum

Semarang, 24 Juni 2022

Validator



Dr. Maria Ulfah, S.Sr, M. Pd

Nilai (%)	Keterangan
86-100	Sangat baik (Layak digunakan tanpa revisi)
71-85	Baik (Layak digunakan dengan revisi 50%)
51-70	Kurang Baik (Layak digunakan dengan revisi 75%)
0-50	Tidak Baik (Tidak layak)

Validasi 1

Lembar Validasi Ahli Materi

Modul Pembelajaran Biologi PjBL SMA XII Materi Pertumbuhan dan
Perkembangan Makhluk Hidup

Nama Validator : *Dr. Endah Rita S. Dewi, S.Si. M.Si*

Asal Lembaga : Universitas PGRI Semarang

Petunjuk Penilaian

- Beriilah tanda centang (✓) pada kolom skor sesuai dengan pendapat validator dengan berdasarkan point indikator yang dicantumkan pada kolom persyaratan dan indikator
- Kriteria skor :

Skor 4 : Sangat Baik
Skor 3 : Baik
Skor 2 : Kurang Baik
Skor 1 : Sangat Kurang

- Berikan komentar atau saran pada tempat yang telah disediakan

No.	Aspek	Aspek yang diamati	Skor			
			4	3	2	1
A.	Ketepatan Materi	1. Keseuaian materi dengan kompetensi dasar		✓		
		2. Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran		✓		
		3. Kebenaran materi yang disajikan		✓		
		4. Keterhubungan materi dengan tema		✓		
		5. Kemudahan peserta didik memahami materi	✓			
B.	Penggunaan Modul berbasis PjBL dalam pembelajaran	6. Interaktivitas peserta didik pada Modul berbasis PjBL		✓		
		7. Kemampuan Modul berbasis PjBL memberikan pengalaman proses pada		✓		

		siswa untuk menemukan konsep	✓		
		8. Kejelasan petunjuk penggunaan Modul berbasis PjBL	✓		
		9. Kemandirian peserta didik menggunakan Modul berbasis PjBL	✓		
C.	Bahasa dan tulisan	10. Kesesuaian penggunaan bahasa dengan tingkat pemahaman peserta didik	✓		
		11. Keefektifan dan keefisienan bahasa	✓		
		12. Komunikatif dan mudah dipahami	✓		
		13. Keterbacaan tulisan oleh siswa	✓		
		14. Kejelasan struktur kalimat	✓		
Jumlah		: 50			
Presentase		: 89,78 %			
Kategori		: Sangat Baik			

Saran :

Perbaiki sesuai saran

.....

.....

.....

$$P = \frac{n}{N} \times 100$$

Keterangan :

P= Penilaian

n = jumlah skor yang diperoleh

N= jumlah skor maksimum

Semarang, 8 Juli 2022

Validator



Dr. Endah Rita S. Dewi

Nilai (%)	Keterangan
86-100	Sangat baik (Layak digunakan tanpa revisi)
71-85	Baik (Layak digunakan dengan revisi 50%)
51-70	Kurang Baik (Layak digunakan dengan revisi 75%)
0-50	Tidak Baik (Tidak layak)

Validasi 2

Lembar Validasi Ahli Materi

Modul Pembelajaran Biologi PjBL SMA XII Materi Pertumbuhan dan
Perkembangan Makhluk Hidup

Nama Validator : *Dr. Endah Rita S. Dewi, M.Si*

Asal Lembaga : Universitas PGRI Semarang

Petunjuk Penilaian

4. Berilah tanda centang (✓) pada kolom skor sesuai dengan pendapat validator dengan berdasarkan point indikator yang dicantumkan pada kolom persyaratan dan indikator

5. Kriteria skor :

Skor 4 : Sangat Baik
Skor 3 : Baik
Skor 2 : Kurang Baik
Skor 1 : Sangat Kurang

6. Berikan komentar atau saran pada tempat yang telah disediakan

No.	Aspek	Aspek yang diamati	Skor			
			4	3	2	1
A.	Ketepatan Materi	1. Keseuaian materi dengan kompetensi dasar	✓			
		2. Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	✓			
		3. Kebenaran materi yang disajikan	✓			
		4. Keterhubungan materi dengan tema	✓			
		5. Kemudahan peserta didik memahami materi	✓			
B.	Penggunaan Modul berbasis PjBL dalam pembelajaran	6. Interaktivitas peserta didik pada Modul berbasis PjBL	✓			
		7. Kemampuan Modul berbasis PjBL memberikan pengalaman proses pada	✓			

		siswa untuk menemukan konsep				
		8. Kejelasan petunjuk penggunaan Modul berbasis PjBL	✓			
		9. Kemandirian peserta didik menggunakan Modul berbasis PjBL	✓			
C.	Bahasa dan tulisan	10. Kesesuaian penggunaan bahasa dengan tingkat pemahaman peserta didik	✓			
		11. Keefektifan dan keefisienan bahasa	✓			
		12. Komunikatif dan mudah dipahami	✓			
		13. Keterbacaan tulisan oleh siswa	✓			
		14. Kejelasan struktur kalimat	✓			
Jumlah		: 56				
Presentase		: 100%				
Kategori		: Sangat Baik				

Saran :

Layak digunakan sbg pembelajaran

.....

.....

.....

Semarang, 8 Juli 2022

Validator

Dr. Endah Rita S. Dewi, MS.

$$P = \frac{n}{N} \times 100$$

Keterangan :

P= Penilaian

n = jumlah skor yang diperoleh

N= jumlah skor maksimum

Nilai (%)	Keterangan
86-100	Sangat baik (Layak digunakan tanpa revisi)
71-85	Baik (Layak digunakan dengan revisi 50%)
51-70	Kurang Baik (Layak digunakan dengan revisi 75%)
0-50	Tidak Baik (Tidak layak)

Hasil Validasi Modul Pembelajaran Biologi Berbasis PjBL

a. Validasi Ahli Media (Tahap 1)

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

$$P = \frac{45}{56} \times 100 \%$$

$$P = 80,35 \% \text{ (Kategori Baik)}$$

Keterangan : Dalam kategori baik dan layak digunakan dalam pembelajaran dengan revisi 50%

b. Validasi Ahli Media (Tahap 2)

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

$$P = \frac{56}{56} \times 100 \%$$

$$P = 100 \% \text{ (Kategori Sangat Baik)}$$

Keterangan : Dalam kategori sangat baik dan layak digunakan dalam pembelajaran tanpa revisi

c. Validasi Ahli Materi (Tahap 1)

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

$$P = \frac{50}{56} \times 100 \%$$

$$P = 89,28 \% \text{ (Kategori Sangat Baik)}$$

Keterangan : Dalam kategori sangat baik dan layak digunakan dalam pembelajaran dengan revisi

d. Validasi Ahli Materi (Tahap 2)

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

$$P = \frac{56}{56} \times 100 \%$$

$$P = 100 \% \text{ (Kategori Sangat Baik)}$$

Keterangan : Dalam kategori sangat baik dan layak digunakan dalam pembelajaran tanpa revisi

Lampiran 9. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

1. Tahap Persiapan



Gambar 1. Persiapan kolam



Gambar 2. Pengisian air kolam

2. Pemberian Probiotik



Gambar 3. Pemberian probiotik ST (Sukses Tani)



Gambar 4. Pemberian probiotik EM4



Gambar 5. Pembuatan cairan gula merah



Gambar 6. Pemberian cairan gula



Gambar 7. Proses aklimatisasi



Gambar 8. Penebaran bibit ikan lele ke dalam kolam

3. Pemeliharaan



Gambar 9. Pemberian pakan 2x sehari



Gambar 10. Proses pengurasan kolam



Gambar 11. Pengecekan suhu kolam

4. Pengambilan Data



Gambar 12. Pengambilan data panjang dan bobot basah ikan lele



Gambar 13. Pengambilan data uji kualitas air



Gambar 14. Sampel flok untuk uji kualitas air kolam

5. Lain – lain



Gambar 15. Probiotik EM4



Gambar 16. Probiotik ST



Gambar 17. Pakan ikan lele (pelet)



Gambar 18. Aerator



Gambar 19. Jaringan ikan

Lampiran 10. Lembar Pembimbingan Skripsi



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
 FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI INFORMASI
 Kampus : Jl. Dr. Cipto – Sidedadi 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 : Mellantiya Suryaningtyas
 NPM : 18320007
 Prodi : Pendidikan Biologi
 Judul Skripsi : PENGARUH FORTIFIKASI PROBIOTIK EM4 DAN ST LEVEL BERBEDA TERHADAP PANJANG DAN BOBOT BASAH IKAN LELE (*Clarias sp*) PADA SISTEM BIOFLOK SERTA IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI

Dosen Pembimbing I : Dr. Endah Rita S.D., S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing II : Dr. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd.

No	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	Rabu, 9 Juni 2021	Bimbingan judul	
2.	Jumat, 13 Agustus 2021	Acc judul	
3.	Kamis, 9 September 2021	Revisi proposal	
4.	Jumat, 17 September 2021	Revisi	
5.	Kamis, 30 September 2021	Revisi	
6.	Jumat, 1 Oktober 2021	Acc	
7.	Senin, 4 Oktober 2021	Revisi 1 - 3	
8.	Kamis, 7 Oktober 2021	Revisi 1 - 3	

Dosen Pembimbing I.

Dr. Endah Rita S.D. S.Si., M.Si.
 NPP. 937001100

Mahasiswa

Mellantiya Suryaningtyas
 NPM. 18320007



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 : Mellantiya Suryaningtyas
 NPM : 18320007
 Prodi : Pendidikan Biologi
 Judul Skripsi : PENGARUH FORTIFIKASI PROBIOTIK EM4 DAN ST LEVEL BERBEDA TERHADAP PANJANG DAN BOBOT BASAH IKAN LELE (*Clarias sp*) PADA SISTEM BIOFLOK SERTA IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI

Dosen Pembimbing I : Dr. Endah Rita S.D, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing II : Dr. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd.

No	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	Jumat, 13 Agustus 2021	Acc Judul	
2.	Senin, 13 September 2021	Revisi draft proposal	
3.	Selasa, 21 September 2021	Revisi draft proposal	
4.	Kamis, 30 September 2021	Revisi draft proposal	
5.	Jumat, 1 Oktober 2021	Acc Proposal	

Dosen Pembimbing II,

Dr. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd.
 NPP. 108001296

Mahasiswa,

Mellantiya Suryaningtyas
 NPM. 18320007



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 : Mellantiya Suryaningtyas
 NPM : 18320007
 Prodi : Pendidikan Biologi
 Judul Skripsi : PENGARUH FORTIFIKASI PROBIOTIK EM 4 DAN ST LEVEL BERBEDA
 TERHADAP PANJANG DAN BOBOT BASAH IKAN LELE PADA
 PEMBELAJARAN BIOLOGI

Dosen Pembimbing I : Dr. Endah Rita A.D. S.Si., S.Si.

Dosen Pembimbing II : Dr. Ling. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd

No	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	22 Juni 2022	Revisi 1-5	
2.	4 Juli 2022.	Revisi 1-5	
3.	Kamis, 7 Juli 2022	Revisi 1-5	
4.	Jumat, 8 Juli 2022	Acc	
5.	Jumat, 8 Juli 2022	Siap diujikan	

Dosen Pembimbing I,

Dr. Endah Rita A.D. S.Si., S.Si.
 NPP. 937001100

Mahasiswa,

Mellantiya Suryaningtyas
 NPM. 18320007



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 : Mellantiya Suryaningtyas
 NPM : 18320007
 Prodi : Pendidikan Biologi
 Judul Skripsi : PENGARUH FORTIFIKASI PROBIOTIK EM 4 DAN ST LEVEL BERBEDA
 TERHADAP PANJANG DAN BOBOT BASAH IKAN LELE PADA
 PEMBELAJARAN BIOLOGI
 Dosen Pembimbing I : Dr. Endah Rita A.D. S.Si., S.Si.
 Dosen Pembimbing II : Dr. Ling. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd

No	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	Jumat, 17 Juni 2022	Revisi 1-5 draft Skripsi	
2.	Jumat, 24 Juni 2022	Revisi 1-5 draft Skripsi	
3.	Senin, 4 Juli 2022	Revisi 1-5 draft Skripsi	
4.	Rabu, 6 Juli 2022	ACC	

Dosen Pembimbing II,

Dr. Ling. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd.
 NPP. 108001296

Mahasiswa,

Mellantiya Suryaningtyas
 NPM. 18320007

**RENCANA PELAKSANAAN
PEMBELAJARAN
PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN
MAKHLUK HIDUP (HEWAN)**

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP)**

Sekolah	: SMA / MA
Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas/Semester	: XII / Ganjil
Materi Pokok	: Pertumbuhan dan Perkembangan Hewan
Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit (2JP)

A. Kompetensi Inti:

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
- KI 3 : Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
- KI 4 : Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar:

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
KD 3.1 Menganalisis hubungan antara faktor internal dan eksternal dengan proses pertumbuhan dan perkembangan pada Mahluk Hidup berdasarkan hasil percobaan	3.11 Mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dan hewan 3.1.2 Menjelaskan faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dan hewan
KD 4.1 Merencanakan dan melaksanakan percobaan tentang faktor luar yang memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan melaporkan secara tertulis dengan menggunakan tatacara penulisan ilmiah yang benar.	4.1.1 Membuat rancangan percobaan tentang pengaruh faktor luar terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan hewan 4.1.2 Melakukan percobaan tentang pengaruh faktor luar terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan hewan 4.1.3 Menganalisis data hasil percobaan sesuai kaidah keilmuan 4.1.4 Menyajikan laporan hasil percobaan

C. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan pembelajaran dengan pendekatan saintifik menggunakan metode diskusi, tanya jawab dan eksperimen, serta model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) siswa dapat merencanakan dan melaksanakan percobaan tentang faktor luar yang mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan hewan. Sehingga siswa dapat membangun kesadaran akan kebesaran Tuhan YME, menumbuhkan perilaku aktif, disiplin, jujur, bertanggungjawab, komunikatif, kolaboratif, dan analisis.

D. Materi Pembelajaran

a) Faktual

Dari hasil eksperimen pertumbuhan dan perkembangan *Clarias sp.* yang difortifikasikan probiotik EM4 dan ST dalam sistem bioflok.

b) Konseptual

1. Konsep pengertian pertumbuhan dan perkembangan
2. Konsep faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan
3. Konsep tahapan pertumbuhan dan perkembangan pada hewan

E. Model dan Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : Saintifik
2. Model : *Project Based Learning* (PjBL)
3. Metode : Diskusi, tanya jawab, eksperimen

F. Alat, Media

Alat : Laptop dan LCD Proyektor

Media : Powerpoint

G. Sumber Belajar

1. Campbell, Neil A., Jane B. Reece, & Lawrence G. Mitchell. 2022. *Biologi Edisi Kelima Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
2. Modul Praktikum Berbasis PjBL SMA XII Materi Pertumbuhan Perkembangan Hewan

H. Kegiatan Pembelajaran

Sintaks Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
PENDAHULUAN		
Salam Pembuka	a. Guru mengucapkan salam, menanyakan kabar dan berdoa sebelum dilaksanakan pembelajaran. b. Guru menanyakan kehadiran peserta didik.	
Apersepsi, Motivasi, penyampaian Tujuan Pembelajaran	a. Guru memberikan apersepsi dan motivasi kepada peserta didik dengan mengingatkan kembali pada tugas proyek yang telah dilaksanakan 2 minggu. b. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dipelajari pada pertemuan ini yang masih berhubungan dengan pertemuan sebelumnya mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan, serta dilakukan kegiatan presentasi hasil praktikum.	10 menit
KEGIATAN INTI		60 menit
Pertanyaan Mendasar	<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan topik dan mengajukan pertanyaan bagaimana cara memecahkan masalah. 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengajukan pertanyaan mendasar apa yang harus dilakukan peserta didik terhadap topik/ pemecahan masalah. 	
Mendesai Perencanaan Produk	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memastikan setiap peserta didik dalam berkelompok memilih dan mengetahui prosedur pembuatan proyek/produk yang akan dihasilkan. • Peserta didik berdiskusi menyusun rencana pembuatan proyek pemecahan masalah meliputi pembagian tugas, persiapan alat, bahan, media, sumber yang dibutuhkan. 	
Memonitor Keaktifan dan Perkembangan Proyek	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memantau keaktifan peserta didik selama melaksanakan proyek, memantau realisasi perkembangan dan membimbing jika mengalami kesulitan. • Peserta didik melakukan pembuatan proyek sesuai jadwal, mencatat setiap tahapan, mendiskusikan masalah yang muncul selama penyelesaian proyek dengan guru. 	
Menguji Hasil	<ul style="list-style-type: none"> • Guru berdiskusi tentang prototipe proyek, memantau keterlibatan 	

	<p>peserta didik, mengukur ketercapaian standar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membahas kelayakan proyek yang telah dibuat dan membuat laporan produk/ karya untuk dipaparkan kepada orang lain. 	
Evaluasi Pengalaman Belajar	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing proses pemaparan proyek, menanggapi hasil, selanjutnya guru dan peserta didik merefleksi/ kesimpulan. 	
PENUTUP	<p>Guru dan peserta didik mereview hasil kegiatan pembelajaran dan memberikan penjelasan.</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Guru memberikan penghargaan (misalnya pujian atau bentuk penghargaan lain yang relevan) kepada kelompok yang berkinerja baik. b. Guru memberikan feedback (umpan balik) berupa penugasan untuk mempelajari materi selanjutnya. c. Mengucapkan salam. 	15 menit

I. Penilaian

1. Teknik Penilaian

- ❖ Observasi terhadap proyek eksperimen, diskusi dan tanya jawab
- ❖ Penugasan

2. Instrumen Penilaian

Bentuk instrumen penugasan berupa tugas proyek eksperimen yang dilakukan secara berkelompok tentang pengaruh faktor eksternal terhadap pertumbuhan dan perkembangan hewan.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

J. Lembar Penilaian Kognitif

❖ **Pilihan Ganda**

No..	Nama Siswa	Kelompok	Butir Soal										Jumlah Skor	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.														
2.														
3.														
4.														
5.														

❖ **Essay**

No.	Nama Siswa	Kelompok	Butir Soal					Jumlah Skor
			1	2	3	4	5	
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

Diisi dengan rentan angka

Skor 20 = Apabila peserta didik menjawab soal dengan lengkap dan benar sesuai dengan teori.

Skor 15 = Apabila peserta didik menjawab soal kurang lengkap dan mendekati jawaban yang tepat sesuai teori.

Skor 10 = Apabila peserta didik hanya menjawab setengah dari jawaban yang lengkap dan mendekati jawaban sesuai teori

Skor 5 = Apabila peserta didik menjawab kurang dari setengah dari jawaban.

Skor 0 = Apabila peserta didik tidak menjawab.

$$\text{Penilaian} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Keterangan : Jumlah skor maksimal 100

K. Lembar Penilaian Sikap

No.	Nama Siswa	Aspek yang dinilai					Total Skor
		Jujur	Percaya diri	Disiplin	Kerjasama	Bertanggung jawab	
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

Diisi dengan rentang angka 1-3

Skor 3 = Baik

Skor 2 = Cukup

Skor 1 = Kurang

$$\text{Penilaian} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Keterangan :

Jumlah skor maksimal 15

Nilai	Kategori
91-100	Sangat Baik
81-90	Baik
71-80	Cukup
60-70	Kurang
0-60	Sangat Kurang

L. Lembar Penilaian Keterampilan

No.	Kelompok	Aspek yang dinilai			Total
		Kemampuan merancang desain penelitian	Kemampuan menyusun jadwal yang efektif	Kemampuan mengkreasi inovatif penelitian	
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Diisi dengan rentang angka 1-3

Skor 3 = Baik

Skor 2 = Cukup

Skor 1 = Kurang

$$\text{Penilaian} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Keterangan :

Jumlah skor maksimal 12

Nilai	Kategori
91-100	Sangat Baik
81-90	Baik
71-80	Cukup
60-70	Kurang
0-60	Sangat Kurang

Lampiran 11. Modul Pembelajaran Biologi

MODUL Pembelajaran Biologi
Berbasis PjBL



Pendidikan Biologi
Universitas PGRI Semarang

Mellantiya Suryaningtyas
Dr. Endah Rita S.D, S.Si., M.Si.
Dr. Ling. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd.

MODUL PEMBELAJARAN

Berbasis PjBL (Project Based Learning)

BIOLOGI

MODUL PEMBELAJARAN BIOLOGI

PERTUMBUHAN

&

PERKEMBANGAN



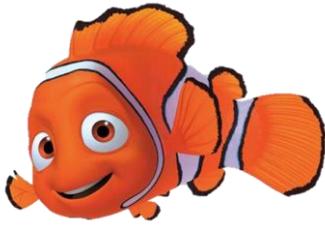
Nama :

No. :

Kelas :

XII

SMA/MA



KATA PENGANTAR

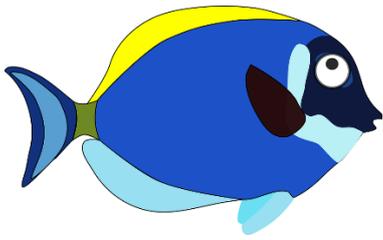
Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga kami dapat menyelesaikan Modul Pembelajaran Biologi berbasis PjBL ini. Modul ini bertujuan untuk membantu peserta didik dalam memahami materi Biologi. Kami berharap bahwa modul ini juga dapat menambah referensi bagi peserta didik dalam pembelajaran Biologi.

Dalam modul ini memuat tentang uraian materi-materi yang berkaitan dengan “PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN HEWAN”. Kami berusaha menyusun modul pembelajaran Biologi ini sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan guru sehingga dapat terjadi kegiatan belajar mengajar yang lebih komunikatif dan optimal.

Akhirnya, kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan modul ini, semoga dapat memberikan andil dalam kemajuan siswa untuk mempelajari materi Biologi. Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan modul ini. Untuk itu, kritik dan saran bagi kesempurnaan modul ini sangat kami harapkan. Semoga modul ini dapat memberikan manfaat bagi pembentukan ketrampilan generik dan hasil belajar siswa dalam penerapan ilmu Biologi di kehidupan sehari-hari.

Semarang, 11 Juni 2022

Penyusun



DAFTAR ISI

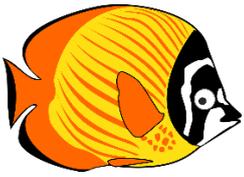
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
MODUL PEMBELAJARAN BIOLOGI	1
A. JUDUL	1
B. PETUNJUK BELAJAR	1
C. KI & KD	2
D. ISI MATERI	3
E. TUGAS & LANGKAH KERJA	26
F. EVALUASI & PENGALAMAN BELAJAR	39
DAFTAR PUSTAKA	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pertumbuhan Tanaman	4
Gambar 2. Perkembangan Manusia.....	4
Gambar 3. Hormon Pada Ikan	6
Gambar 4. Ayam Boiler	9
Gambar 5. Sapi Perah	9
Gambar 6. Pertumbuhan Dan Perkembangan Embrionik	13
Gambar 7. Tahap Pembelahan Sel Menjadi Morula	14
Gambar 8. Terbentuknya Blastula	14
Gambar 9. Tahapan Inavigasi	15
Gambar 10. Ametabola Pada Ekor Gunting Serangga	17
Gambar 11. Metamorfosis Kupu-Kupu	18
Gambar 12. Metamorfosis Belalang	19
Gambar 13. Metamorfosis Katak	19
Gambar 14. Perkembangan Embrio Ikan	21
Gambar 15. Pertambahan Panjang Ikan Lele	23
Gambar 16. Pertambahan Bobot Basah Ikan Lele	23

MODUL PEMBELAJARAN BIOLOGI



A. JUDUL

Pengaruh Fortifikasi Probiotik EM4 dan ST Level Berbeda terhadap Panjang dan Bobot Basah Ikan Lele (*Clarias sp*)



B. PETUNJUK BELAJAR

- Modul ini terdiri dari kegiatan praktikum.
- Lakukan kegiatan sesuai langkah-langkah yang sudah tersedia.
- Bacalah dengan cermat petunjuk pada setiap kegiatan.
- Bacalah terlebih dahulu pendalaman materi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan serta faktor yang mempengaruhinya.
- Gunakan buku penunjang lain untuk mengerjakan latihan dalam kegiatan.
- Manfaatkan alokasi waktu yang tersedia dengan baik.
- Berdoa ketika sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran.



C. KI & KD

KOMPETENSI INTI

- KI 1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI 2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
- KI 3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
- KI 4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

KOMPETENSI DASAR

- 3.1 Menganalisis hubungan antara faktor internal dan eksternal dengan proses pertumbuhan dan perkembangan pada Mahluk Hidup berdasarkan hasil percobaan.
- 4.1 Merencanakan dan melaksanakan percobaan tentang faktor luar yang memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan melaporkan secara tertulis dengan menggunakan tatacara penulisan ilmiah yang benar



D. ISI MATERI

A. PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN

Kata Kunci →
Pertumbuhan,

Setiap makhluk hidup mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Pertumbuhan dan perkembangan merupakan dua proses yang berjalan beriringan. Dengan demikian, proses pertumbuhan dan perkembangan tidak dapat dipisahkan satu sama lainnya.

Pertumbuhan pada hewan ditandai dari bertambahnya ukuran, seperti tinggi, berat, panjang serta bentuk tubuh yang sifatnya tetap dan *irreversible* (tidak dapat balik ke kondisi semula). Sedangkan perkembangan yaitu proses perubahan menuju kedewasaan melalui proses pertumbuhan dan diferensiasi. Perkembangan tidak dapat diukur (Salis Burry & Ross, 1995).

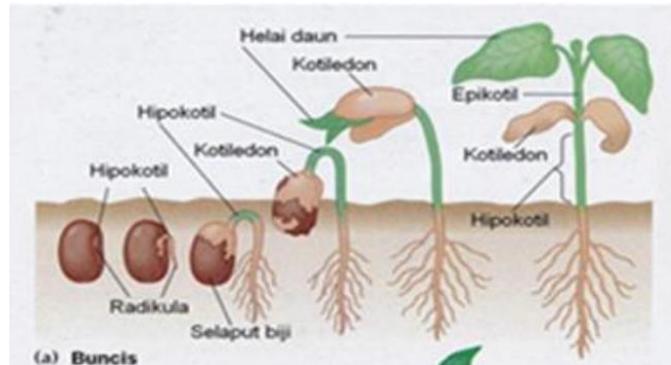
Beberapa contoh proses perkembangan sebagai berikut :

- a. Pada manusia yaitu kemampuan bayi untuk tengkurap, merangkak, kemudian berdiri.
- b. Pada hewan yaitu anak burung semua belum dapat terbang, beberapa hari kemudian sudah mampu terbang.
- c. Pada tumbuhan yaitu mulai muncul bunga sebagai alat perkembangbiakan.

Pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup berlangsung secara beriringan. Namun, pada beberapa kasus ada juga pertumbuhan yang tidak diikuti perkembangan, contoh pada anak-anak yang cacat mental. Tubuh mereka mengalami penambahan tinggi dan berat badan, tetapi mentalnya tidak berkembang sehingga berperilaku seperti anak kecil meskipun usianya sudah dewasa.

Sebaliknya pada orang cebol atau pendek tidak mengalami pertumbuhan, tetapi mengalami perkembangan. Meskipun tubuh mereka tidak bertambah tinggi, tetapi cara berpikirnya tetap berkembang seperti manusia normal.

Dari uraian yang sudah kamu baca apakah kamu dapat membedakan proses pertumbuhan dengan perkembangan?



Gambar 1 Pertumbuhan Tanaman

Sumber: (Campbell et al., 2000: 365. Perkecambah epikotil)



Gambar 2 Perkembangan Manusia

Sumber: (Berk, L.E. 2009. Child Development)

Disajikan tabel perbedaan antara pertumbuhan dan perkembangan.

Tabel 1. Perbedaan Pertumbuhan dan Perkembangan

No.	Pertumbuhan	Perkembangan
1.	Dapat diukur	Tidak dapat diukur
2.	Kuantitatif	Kualitatif
3.	Memiliki batasan usia	Tidak memiliki batasan usia
4.	Berlangsung secara cepat pada awal usia hingga remaja	Berlangsung di setiap fase kehidupan

B. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN PADA HEWAN

Kata Kunci → *Gen, Hormon, Nutrisi, Suhu, Kelenjar*

Seperti halnya pada tumbuhan, faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan dibedakan menjadi dua, yaitu faktor dalam (internal) dan faktor luar (eksternal).

Faktor Dalam (Internal)

Faktor dalam yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan meliputi:

a. Gen

Gen merupakan substansi/ materi pembawa sifat yang diturunkan dari induk kepada anaknya. Gen mempengaruhi ciri dan sifat, misalnya bentuk tubuh, tinggi tubuh, warna kulit, warna rambut, warna bulu dan sebagainya. Peningkatan mutu gen dilakukan dengan berbagai cara antara lain melalui kawin silang antar bangsa, seleksi terhadap ketahanan penyakit, kecepatan produksi telur dan daging, efisiensi penggunaan pakan dll, peningkatan gen dimaksudkan untuk meningkatkan faktor ekonomi

b. Hormon

Hormon adalah zat yang dihasilkan makhluk hidup, berfungsi untuk mengendalikan berbagai fungsi di dalam tubuh. Meskipun kadarnya sedikit, hormon memberikan pengaruh yang nyata dalam pengaturan berbagai proses dalam tubuh. Secara umum, fungsi hormon adalah sebagai berikut:

- Mengontrol pertumbuhan tubuh,
- Mengatur reproduksi, yang meliputi perkembangan sifat kelamin sekunder pada hewan jantan dan betina,
- Mempertahankan homeostasis (keseimbangan keadaan tubuh dengan lingkungan sekitar),
- Mengintegrasikan dan mengoordinasikan kegiatan antara sistem hormon dan saraf.

1) Hormon Pada Hewan

Beberapa hormon pertumbuhan dan perkembangan pada hewan adalah sebagai berikut:

a) Jenis Hormon Pada Hewan Berdasarkan Fungsinya :

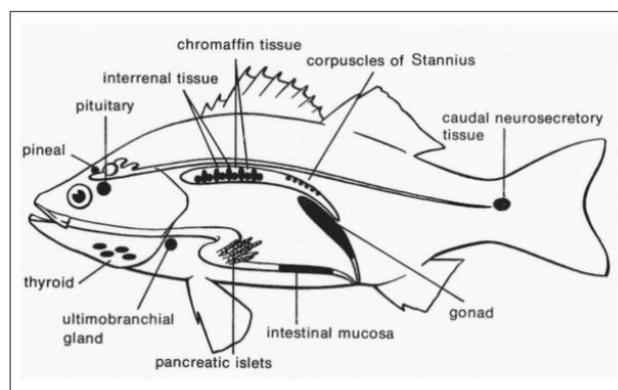
- *Hormone Ekdison*. Merupakan salah satu hormone yang memiliki fungsi untuk mengontrol dan membantu proses pergantian kulit atau ekdisis.
- *Hormone Juvenile*. Hormone ini merupakan hormone yang bekerja untuk menghambat proses metamorphosis tubuh.
- *Hormone GH (growth hormone)*. Merupakan salah satu hormone yang mampu merangsang pertumbuhan tinggi hewan.
- *Hormone neuropeptida*. Hormone ini bisa di temukan pada hewan hewan yang berada pada takson rendah.

b) Jenis Hormon Pada Hewan Berdasarkan Lokasi Produksinya :

- *Hormone Steroid*. Hormon ini berasal dari kolestrol tubuh hewan. Beberapa sub golongan yang termasuk dalam hormone steroid adalah hormone seks dan beberapa hormone korteks adrenal. Selain itu, terdapat pula hormone glukokortikoid serta mineral kortikoid. Segala bentuk hormone seks mampu di control dari *hormone adenohipophysis*.
- *Hormone Lipid*. Merupakan hormone yang berasal dari salah satu makro molekul tubuh, yakni lemak. Pada hormone ini mampu mengirimkan sinyal sinyal elektrik atau impuls pada organ organ dan sel yang ada di sekitarnya yang berpotensi membuat hormone lipid.

2) Hormon pada Ikan

Kelenjar endokrin ikan mencakup suatu sistim yang mirip dengan vertebrae yang lebih tinggi tingkatannya. Namun, ikan memiliki beberapa jaringan endokrin yang tidak didapatkan pada vertebrata yang lebih tinggi, misalnya Badan Stanius yang memiliki fungsi sebagai kelenjar endokrin yang membantu dalam proses osmoregulasi.



Gambar 3 Hormon pada ikan

Sumber:(Bond, 1979. Schematic of typical endocrine system in teleost fish.)

a) Kelenjar Pituitary

Kelenjar ini disebut pula hypophysis terletak dibawah diencephalon. Suatu tangkai yang menghubungkan antara kelenjar ini dengan diencephalon disebut Infundibulum.

b) Kelenjar Thyroid

Semua vertebrata mempunyai kelenjar thyroid. Sebagian besar ikan bertulang sejati dan Cyclostomata terdiri dari folikel-folikel yang relatif menyebar di dekat aorta ventral, arteri branchialis affarent, jantung, insang, kepala ginjal, limpa, otak, mata.

c) Kelenjar Parathyroid

Bagian sekresi dari kelenjar parathyroid berdiferensiasi dari epitel kantong farings ketiga dan keempat. Hormon parathyroid adalah polipeptida yang dinamakan parathormon yang berfungsi mengatur kadar kalsium, dan sedikit menentukan kadar fosfor di dalam darah (Hildenbran, 1974).

d) Jaringan Internal (Adrenal Cortex)

Pada ikan Osteichthyes, jaringan yang ekuivalen atau homolog dengan adrenal cortex atau pada vertebrata tingkat tinggi. Strukturnya sama dengan gonad dalam hal produksi hormonnya yang mengandung steroid, dan asal-usul embriologinya.

e) Jaringan Chromaffin (Suprarenal)

Jaringan ini banyak tersebar di dalam badan beberapa vertebrata. Sel-sel chromaffin pada ikan bertulang sejati tersebar di sepanjang vena cardinalis dan dimungkinkan perluasannya bercampur dengan sel interrenal.

f) Kelenjar Ultimobranchial

Kelenjar ini homolog dengan kelenjar parathyroid pada mammalia. Pada ikan bertulang sejati kelenjar ini terletak di bawah esophagus dekat sinus venosus. Kelenjar ini mensekresikan hormon calcitonin, yang berperan dalam metabolisme kalsium.

g) Gonad

Dari struktur dan pertumbuhannya, gonad merupakan kelenjar endokrin. Kelenjar seks ikut dalam sekresi steroid, hal ini sangat penting dalam pemijahan, pembuatan sarang, dan aspek aspek tingkah laku reproduksi lainnya.

h) Pulau-pulau Langerhans

Pada ikan bertulang sejati biasanya jaringan ini terdapat di pyloric caeca, usus kecil, limpa dan empedu. Jaringan ini menghasilkan insulin yang berperan penting dalam

metabolism karbohidrat, perubahan glukosa menjadi glycogen oksidasi glukosa dan pembuatan lemak.

i) Badan Pineal

Organ pineal pada puncak otak atau pada bagian atas diencephalon merupakan fotoreseptor. Sekresi yang dihasilkan oleh badan pineal adalah melatonin yang mengumpulkan melanin. Bila jaringan ini dihilangkan maka akan membawa perubahan dalam pertumbuhan.

j) Badan Stanus

Kelenjar ini memiliki fungsi sebagai kelenjar endokrin yang sekresi sekresinya diduga ikut dalam proses penyesuaian tekanan osmotik lingkungan dengan tekanan osmotik cairan tubuh pada ikan (osmo regulasi).

Faktor Luar (Eksternal)

Faktor luar yang memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan hewan berasal dari faktor lingkungan. Beberapa faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan sebagai berikut:

a. Nutrisi (makanan)

Makanan merupakan bahan baku dan sumber energi yang digunakan untuk aktivitas, pertumbuhan, serta perkembangan hewan. Kualitas dan kuantitas makanan akan memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia. Zat gizi yang diperlukan hewan adalah karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral.

Karbohidrat memiliki beberapa peran penting bagi pertumbuhan dan perkembangan hewan. Dimana fungsi utama karbohidrat yaitu menyediakan energi bagi tubuh. Selain itu, karbohidrat berperan dalam memberi rasa manis pada makanan, mengatur metabolisme lemak, serta dapat membantu pengeluaran feses. Karbohidrat merupakan sumber kalori bagi organisme heterotrof. Protein juga memiliki peran yang tidak kalah penting dengan karbohidrat. Dimana selain sebagai sumber energi, protein juga transporter dan sebagai katalis biokimia dalam tubuh. Sumber protein dapat diperoleh dari pakan ternak, diantaranya: bungkil kedelai, tepung daging, bungkil sawit, tepung ikan dll.

Dalam pertumbuhan dan perkembangan hewan, juga diperlukan lemak yang merupakan satu dari sekian zat makro yang berfungsi sebagai penyimpan energy yang berlebih dari makanan. Vitamin juga sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan dan perkembangan hewan sebab memiliki peranan penting dalam mengatur proses metabolisme

tubuh. kekurangan salah satu jenis vitamin dapat menyebabkan suatu penyakit. Tubuh hanya membutuhkan Vitamin dalam jumlah yang sedikit, tetapi jika kebutuhan vitamin ini diabaikan maka proses metabolisme tubuh akan terganggu karena kebutuhan vitamin ini tidak dapat di gantikan oleh senyawa lain.

b. Suhu

Semua makhluk hidup membutuhkan suhu yang sesuai untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya. Begitu pula dengan hewan dan manusia. Jenis hewan yang hidup di daerah dingin, ketika dipindahkan ke daerah yang panas, pertumbuhannya menjadi lambat, bahkan dapat menimbulkan kematian pada hewan tersebut.

Contoh binatang yang perlu suhu sejuk adalah sapi perah, jika dipelihara di daerah yang panas maka pertumbuhan dan produksi susunya tidak optimal. Sebaliknya ayam broiler yang memerlukan temperatur 28 sd 30^o C, jika dipelihara di daerah dingin maka konsumsi pakannya menjadi lebih banyak, dan tidak efisien. Sebaliknya ayam yang dipelihara di daerah panas maka akan menaikkan air minum dan menurunkan pakan.



Gambar 4 Ayam Boiler

Sumber: (Banamtuan, A. N. 2019. Strain dan karakteristik ayam broiler di Indonesia)



Gambar 5 Sapi Perah

Sumber: (Akoso, B. T. 2012. Budi daya sapi perah jilid 1)

c. Cahaya

Cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia. Cahaya yang diperlukan ayam antara 20 sd 40 lux, dengan ketinggian sumber cahaya 2 meter dari lantai kandang.

d. Air

Air merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan. Air sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Air merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia di dalam tubuh. Secara fisiologis, air berperan untuk keberlangsungan proses biologis dan kimiawi dalam tubuh. Selain itu, air juga berperan untuk mengangkut nutrisi maupun sisa-sisa metabolisme yang bersifat racun bagi tubuh. Fungsi lainnya dari air adalah berperan pada proses pernapasan pengaturan suhu tubuh, jalannya sistem syaraf.

Beberapa Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Pada Ikan:

1. Kualitas Air

Untuk Pembesaran Ikan Kualitas air ditentukan oleh indikator keasaman, suhu, kekerasan, salinitas ph, CO₂, dan O₂. Masing-masing dijelaskan sbb:

a) Keasaman (pH)

Nilai keasaman (pH) merupakan indikasi atau tanda kalau air bersifat asam, basa (alkali) atau netral. Ikan air tawar kebanyakan akan hidup baik pada kisaran pH sedikit asam sampai netral, yaitu 6,5 – 7,5. Sementara keasaman air untuk reproduksi atau perkembangbiakan biasanya akan baik pada pH 6,4-7,0 sesuai jenis ikan. Oleh karena itu, dalam pemeliharaan ikan sebaiknya kondisi air dijaga agar berada pada kisaran nilai tersebut.

b) Suhu

Ikan merupakan hewan berdarah dingin (poikilothermal) sehingga metabolisme dalam tubuh tergantung pada suhu lingkungannya, termasuk kekebalan tubuhnya. Suhu luar atau eksternal yang berfluktuasi besar akan berpengaruh pada sistem metabolisme. Suhu yang terlalu rendah akan mengurangi imunitas (kekebalan tubuh) ikan, sedangkan suhu yang terlalu tinggi akan mempercepat ikan terkena infeksi bakteri. Suhu yang optimal untuk usaha budidaya ikan adalah 22°C – 27°C.

c) Salinitas

Salinitas atau kadar garam merupakan jumlah total material terlarut dalam air. Pengukuran salinitas dapat dilakukan dengan menggunakan alat salinometer atau refraktometer. Ikan

air tawar tidak toleran dengan salinitas. Akibat perubahan fisiologi osmose sel-sel tubuh maka ikan akan mengalami stress. Toleransi terhadap salinitas oleh ikan dari daerah air payau umumnya tinggi atau lebih lebar dibanding ikan air tawar atau ikan air laut.

d) CO₂ terlarut

Gas karbondioksida/asam arang merupakan hasil buangan oleh semua makhluk hidup melalui proses pernafasan. Karbondioksida ini di dalam air dapat berada dalam bentuk CO₂ bebas terlarut dan karbonat terikat. Dalam jumlah atau kadar tertentu, karbondioksida ini dapat merupakan racun. Dengan kadar CO₂ mencapai lebih dari 10 mg/l sudah bersifat racun bagi ikan karena ikatan atau kelarutan oksigen dalam darah terhambat. Tanda visual pada ikan budidaya yang kadar CO₂ nya tinggi adalah berkumpulnya ikan dengan kondisi susah bernafas.

e) O₂ terlarut

Gas oksigen larut dalam air, tetapi tidak bereaksi dengan air. Kebutuhan oksigen untuk setiap jenis ikan sangat berbeda karena perbedaan sel darahnya. Ikan yang gesit umumnya lebih banyak membutuhkan oksigen. Sementara sejenis ikan lele, catfish dan gurame yang dapat mengambil oksigen langsung dari udara tentunya kadar oksigen dalam air tidak terlalu berpengaruh pada kehidupannya. Secara teori, kadar oksigen terendah agar ikan bisa hidup dengan baik adalah lebih dari 5 mg/l.

2. Ketersediaan Pakan

Kualitas dan kuantitas pakan sangat penting dalam budidaya ikan, karena hanya dengan pakan yang baik ikan dapat tumbuh dan berkembang sesuai dengan yang kita inginkan. Kualitas pakan yang baik adalah pakan yang mempunyai gizi yang seimbang baik protein, karbohidrat maupun lemak serta vitamin dan mineral. Komposisi makanan yang diberikan harus disesuaikan dengan jenis ikan contohnya untuk Ikan Nila selain makanan alami dapat diberikan makanan tambahan. yang diusahakan secara intensif, yaitu berupa dedak, ampas kelapa, pellet atau sisa-sisa makanan dapur. Pada dasarnya pemberian pakan terdiri dari: Protein 20-30%; Lemak 70% (maksimal.); Karbohidrat 63 - 73%.

3. Serangan Penyakit

Penyakit adalah terganggunya kesehatan ikan yang diakibatkan oleh berbagai sebab yang dapat mematikan ikan. Secara garis besar penyakit yang menyerang ikan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu penyakit infeksi (penyakit menular) dan non infeksi (penyakit tidak menular). Penyakit menular adalah penyakit yang timbul disebabkan oleh masuknya makhluk lain kedalam tubuh ikan, baik pada bagian tubuh dalam maupun bagian

tubuh luar. Makhluk tersebut antara lain adalah virus, bakteri, jamur dan parasit. Penyakit tidak menular adalah penyakit yang disebabkan antar lain oleh keracunan makanan, kekurangan makanan atau kelebihan makanan dan mutu air yang buruk.

Penyakit yang muncul pada ikan selain di pengaruhi kondisi ikan yang lemah juga cara penyerangan dari organisme yang menyebabkan penyakit tersebut. Faktor-faktor yang menyebabkan penyakit pada ikan antara lain :

- a) Adanya serangan organisme parasit, virus, bakteri dan jamur.
- b) Lingkungan yang tercemar (amonia, sulfida atau bahanbahan kimia beracun).
- c) Lingkungan dengan fluktuasi ; suhu, pH, salinitas, dan kekeruhan yang besar.
- d) Pakan yang tidak sesuai atau gizi yang tidak sesuai dengan kebutuhan ikan.
- e) Kondisi tubuh ikan sendiri yang lemah, karena faktor genetik (kurang kuat menghadapi perubahan lingkungan).

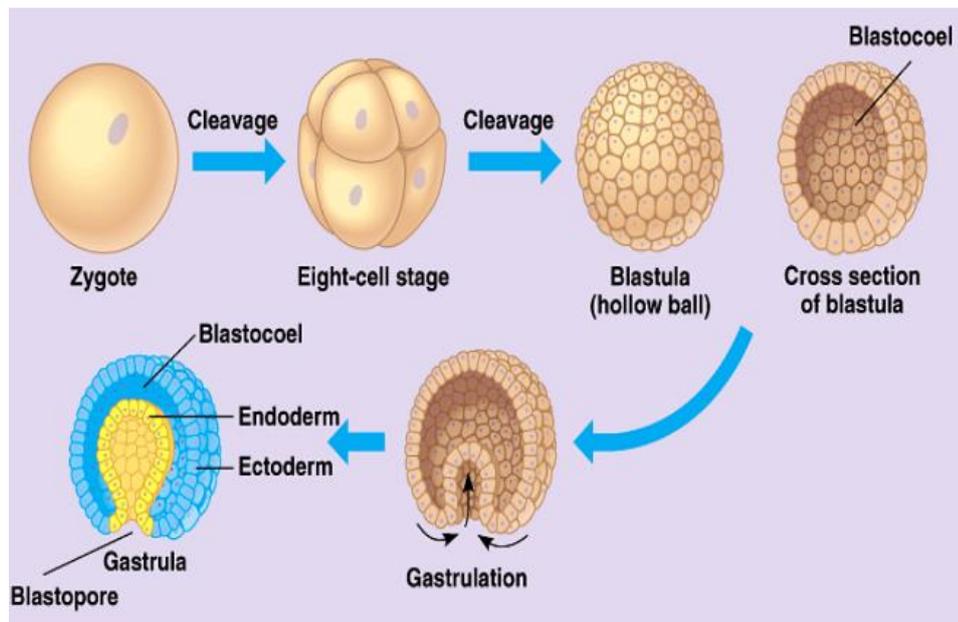
C. TAHAP TAHAP PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN PADA HEWAN

Kata Kunci → Embrionik, Pasca embrionik, Holometabola, Hemimetabola,

Pertumbuhan dan perkembangan pada hewan terjadi di seluruh bagian tubuhnya. Pertumbuhan dimulai dengan peleburan ovum dengan spermatozoa, dan dihasilkan zigot. Zigot akan bermitosis terus-menerus. Pertumbuhan dan perkembangan pada hewan termasuk manusia dapat dibedakan menjadi dua fase utama, yaitu pertumbuhan dan perkembangan embrionik serta pertumbuhan dan perkembangan pasca embrionik.

Pertumbuhan dan Perkembangan Embrionik

Pertumbuhan dan perkembangan embrionik adalah fase pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup selama masa embrio yang diawali dengan peristiwa fertilisasi sampai dengan terbentuknya janin di dalam tubuh induk betina. Fase fertilisasi yaitu pertemuan antara sel sperma dengan sel ovum dan akan menghasilkan *zygote*. *Zygote* akan melakukan pembelahan sel. Zigot mengalami pertumbuhan dan perkembangan melalui tahap-tahap yaitu pembelahan, gastrulasi, dan organogenesis.



Gambar 6 Pertumbuhan dan Perkembangan Embrionik

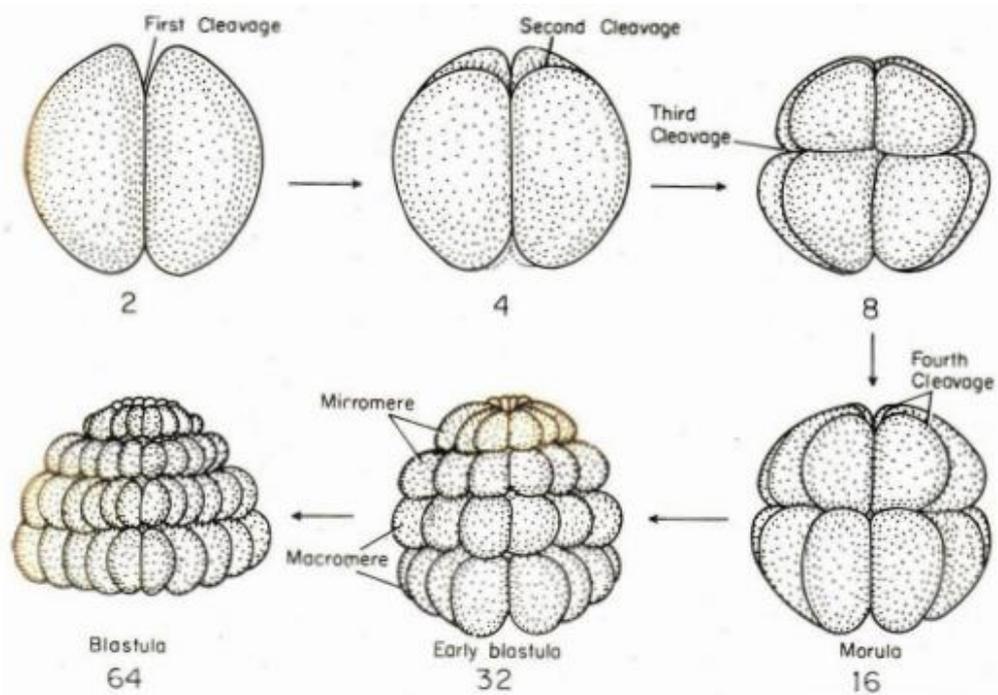
Sumber: (Reece, J. B. et al 2012. *Campbell biology: concepts & connections* (p. 779).
San Francisco, CA: Benjamin Cummings.)

Pembelahan (*cleavage*). Zigot akan mengalami pembelahan secara mitosis, yaitu dari satu sel menjadi dua sel, dua sel menjadi empat sel, empat sel menjadi delapan sel, dan seterusnya. Pembelahan sel berlangsung cepat dan akan menghasilkan sel-sel anak yang tetap terkumpul menjadi satu kesatuan yang menyerupai buah anggur yang disebut morula. Dalam pertumbuhan selanjutnya, morula akan menjadi blastula yang memiliki suatu rongga.

Proses pembentukan morula menjadi blastula disebut blastulasi. Berikut adalah penjelasan tahap morula, tahap blastula, tahap gastrula, tahap diferensiasi dan tahap organogenesis.

a. Tahap Morula

Pada tahap ini zigot mengalami pembelahan berkali-kali. Pembelahan sel dimulai dari satu menjadi dua, dua menjadi empat, dan seterusnya. Pada saat pembelahan sel terjadi pembelahan yang tidak bersamaan. Pembelahan yang cepat terjadi pada bagian vertikal yang memiliki kutub fungsional atau kutub hewan (*animal pole*) dan kutub vegetatif (*vegetal pole*). Antara dua kutub ini dibatasi oleh daerah sabit kelabu. Lihat Gambar 7. Setelah pembelahan terjadi pada bagian vertikal, kemudian dilanjutkan dengan bagian horizontal yang membelah secara aktif sampai terbentuk 8 sel. Pembelahan sel berlanjut sampai terbentuk 16-64 sel. Embrio yang terdiri dari 16-64 sel inilah yang disebut **morula**.

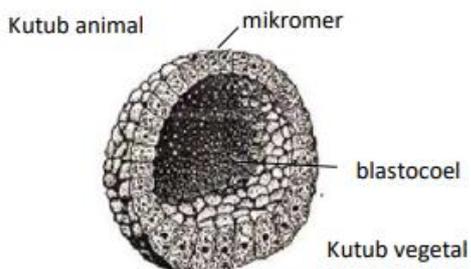


Gambar 7 Tahap Pembelahan Sel Menjadi Morula

Sumber: (Majumdar, N.N. 1985. *Textbook of Vertebrate Embryology*. New Delhi: Tata McGraw Hill)

b. Tahap Blastula

Pada tahap blastula terjadi pembagian sitoplasma ke dalam dua kutub yang dibentuk pada fase morula. Konsentrasi sitoplasma pada kedua kutub tersebut berbeda. Pada kutub fungsional terdapat sitoplasma yang lebih sedikit dibandingkan dengan kutub vegetatif.



Gambar 8 Terbentuknya Blastula

Sumber : (Balinsky, B.I. 1985. *An Introduction to Embryology*. Philadelphia) Saunders College)

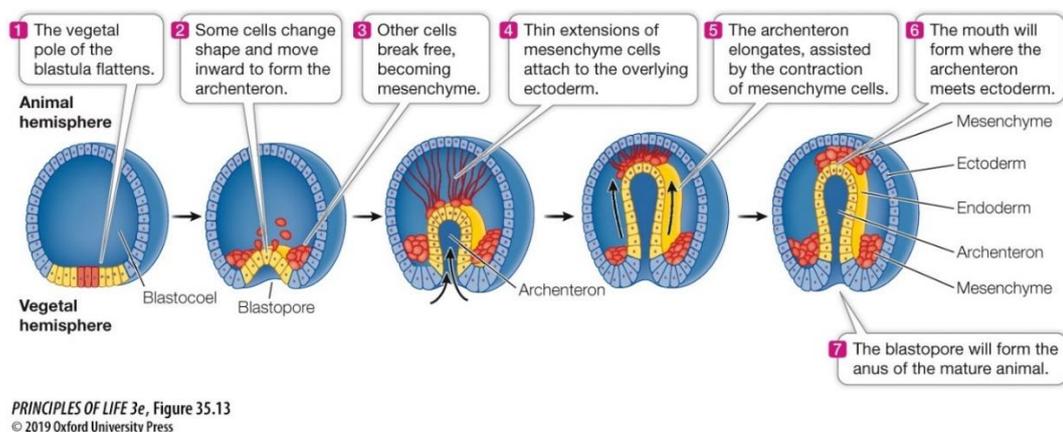
Konsentrasi sitoplasma yang berbeda menentukan arah pertumbuhan dan perkembangan hewan selanjutnya. Pada fase ini kutub fungsional dan kutub vegetatif telah selesai dibentuknya rongga di antara kedua kutub yang berisi cairan dan disebut blastosol / blastocoel (Gambar8) Embrio yang memiliki blastosol disebut blastula. Proses pembentukan blastosol disebut blastulasi. Setelah fase blastula selesai dilanjutkan dengan fase gastrula.

c. Tahap Gastrula

Pada tahap gastrula, embrio mengalami proses diferensiasi dengan mulai menghilangkan blastosol. Sel-sel pada kutub fungsional akan membelah dengan cepat. Akibatnya, sel-sel pada kutub vegetatif membentuk lekukan ke arah dalam (invaginasi).

Invaginasi akan membentuk dua formasi, yaitu lapisan luar (**ektoderm**) dan lapisan dalam (**endoderm**).

Bagian ektoderm akan menjadi kulit dan bagian endoderm akan menjadi berbagai macam saluran. Bagian tengah gastrula disebut dengan arkenteron. Pada perkembangan selanjutnya, arkenteron akan menjadi saluran pencernaan pada hewan vertebrata dan beberapa invertebrata. Bagian luar yang terbuka pada gas menuju arkenteron disebut dengan blastopor. Bagian ini dipersiapkan menjadi anus dan pada bagian ujung akan membuka dan menjadi mulut. Pada fase ini akan terjadi lanjutan diferensiasi sebagian endoderm menjadi bagian mesoderm. Pada akhir dan gastrula telah terbentuk bagian endoderm, mesoderm, ektoderm (Gambar 9).



Gambar 9 Tahapan Inavigasi

Sumber: *(Principle of Life. 2019)*

Berdasarkan jumlah lapisan embrionalnya, hewan dikelompokkan menjadi dua, yaitu hewan diploblastik dan hewan triploblastik. Hewan diploblastik memiliki dua lapisan embrional, yaitu ektoderm dan endoderm. Contoh hewan diploblastik adalah Coelenterata (hewan berongga). Hewan triploblastik memiliki tiga lapisan embrional, yaitu ektoderm, endoderm, dan mesoderm. Mesoderm selalu terletak di antara ektoderm dan endoderm.

Hewan triploblastik dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan ada tidaknya selom (berasal dari kata coelom = ruangan yang berongga) dan bagaimana selom tersebut dibentuk selama embriogenesis. Kelompok hewan tersebut yaitu aselomata, pseudoselomata, dan selomata (euselomata). Hewan aselomata tidak memiliki pseudoselomata memiliki selom semu, contohnya cacing tanah. Hewan selomata yang memiliki selom sesungguhnya, misalnya manusia.

d. Tahap Diferensiasi

Pada tahapan ini, tiga lapisan jaringan embrional akan berubah menjadi organ-organ. Masing-masing bagian endoderm, mesoderm, dan ektoderm akan mengalami diferensiasi menjadi organ-organ sebagai berikut:

- 1) **Ektoderm** akan mengalami diferensiasi menjadi epidermis, rambut, kelenjar minyak, kelenjar keringat, email gigi, sistem saraf, dan saraf reseptor.
- 2) **Mesoderm** akan mengalami diferensiasi menjadi tulang, jaringan ikat, otot, sistem peredaran darah, sistem ekskresi misalnya duktus deferens, dan sistem reproduksi.
- 3) **Endoderm** akan mengalami diferensiasi menjadi jaringan epitel pencernaan, sistem pernapasan, pankreas dan hati serta kelenjar gondok.

e. Tahap Organogenesis

Organogenesis merupakan proses pembentukan alat-alat tubuh atau organ seperti otak, jantung, paru-paru, ginjal, hati, dan sebagainya. Organ terbentuk dari dua atau lebih jaringan yang saling berinteraksi, berawal dari jaringan embrional yang mengalami pertumbuhan, pembelahan, migrasi dan kematian sel-sel tertentu. Pada kelompok hewan yang melahirkan (vivipar), proses pertumbuhan diawali dari zigot berkembang menjadi embrio, akhirnya berkembang menjadi janin. Proses pertumbuhan dan perkembangan tersebut berlangsung di dalam rahim (uterus) induk betina. Selama masa pertumbuhan janin tersebut dinamakan dengan masa gestasi (masa kehamilan).

Pertumbuhan dan Perkembangan Pasca Embrionik

Pada tahap pasca embrio, terjadi pertumbuhan dan perkembangan menjadi individu dewasa. Individu dewasa, artinya siap menghasilkan keturunan atau bereproduksi. Beberapa hewan invertebrata mengalami regenerasi atau metamorfosis selama pertumbuhan dan perkembangannya. Sedangkan hewan vertebrata mengalami pertumbuhan dan perkembangan dari hewan muda (anak) menjadi hewan dewasa.

Regenerasi

Regenerasi adalah proses perbaikan tubuh yang luka atau rusak. Proses ini ditentukan oleh sel-sel batang dalam tubuh hewan yang belum mengalami diferensiasi. Pada organisme yang berkembang biak secara aseksual, regenerasi berarti juga sebagai proses reproduksi atau berkembang biak. Contohnya cacing pipih, Cacing pipih memiliki kemampuan regenerasi yang sangat tinggi. Apabila tubuhnya dipotong, potongan akan menjadi individu baru dan lengkap.

Metamorfosis pada Hewan

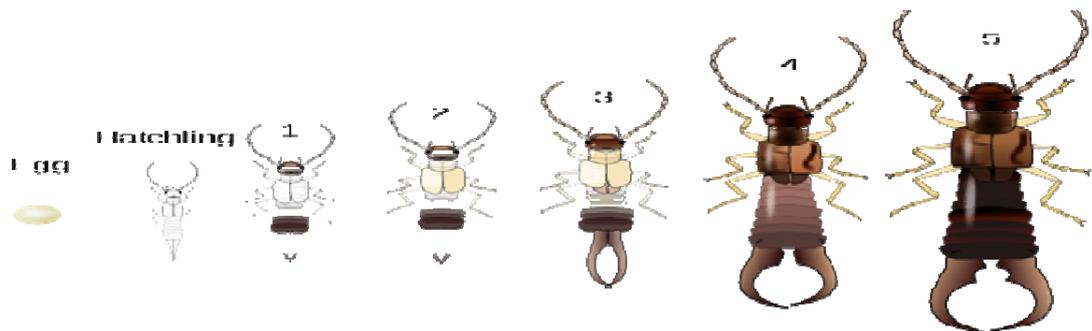
Metamorfosis adalah perubahan ukuran, bentuk, dan bagian-bagian tubuh hewan dari suatu stadium ke stadium berikutnya. Metamorfosis merupakan proses pertumbuhan dan perkembangan hewan khususnya serangga dan amfibi menuju dewasa. Dalam siklus hidupnya, hewan memiliki truktur dan fungsi tubuh yang berbeda pada setiap stadium. Metamorfosis dikendalikan oleh hormon. Di bawah pengaruh hormon, ukuran tubuh hewan bertambah, jaringan terorganisasi, dan bagian-bagian tubuh kembali dibentuk.

1) Metamorfosis serangga (insekta)

Berdasarkan tidak terjadinya atau terjadinya tahap metamorfosis yang dialami, serangga dibedakan menjadi kelompok serangga ametabola, holometabola, dan hemimetabola.

a) Ametabola

Ametabola merupakan organisme yang tidak mengalami proses metamorfosis. Stadium yang dimiliki adalah stadium telur dan stadium imago (dewasa). Contohnya serangga ekor gunting yang bertelur kemudian berkembang menjadi dewasa tanpa melakukan metamorfosis.



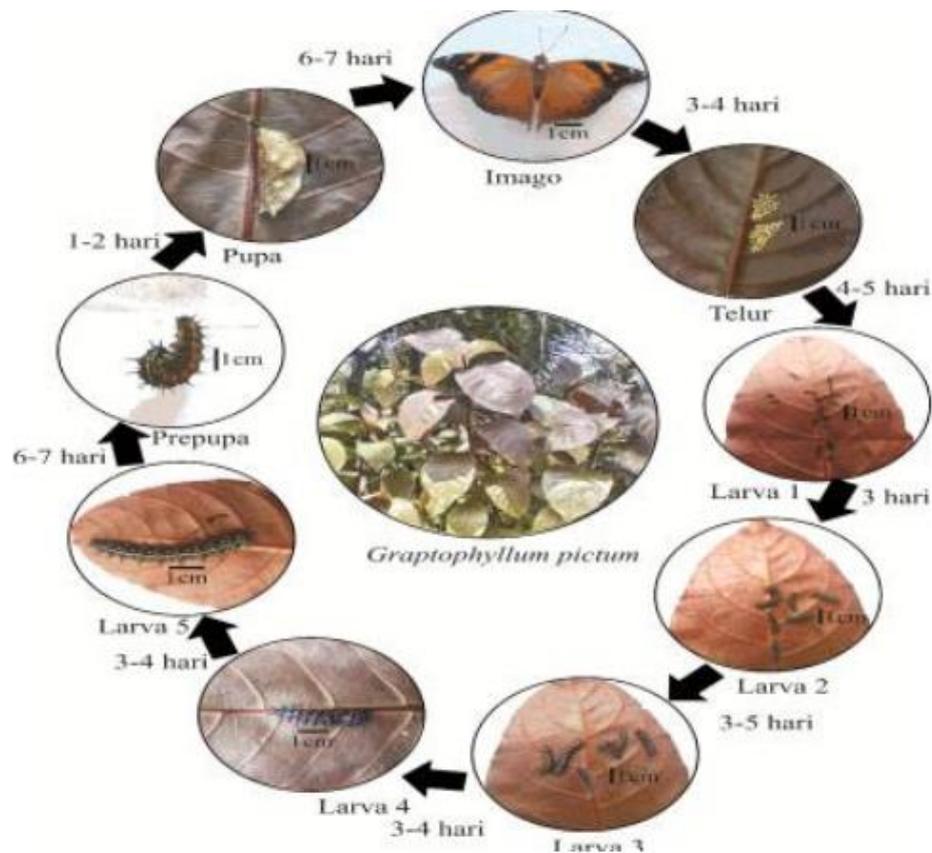
Gambar 10 Ametabola pada Ekor Gunting Serangga

Sumber: (Kusi, T. 2015. *Correlation between Body Parts in Holometabolous and Hemimetabolous Insects*)

b) Holometabola

Holometabola merupakan organisme yang mengalami metamorfosis sempurna. Hewan ini memiliki stadium telur, larva (ulat), pupa (kepompong), dan imago (dewasa). Contoh hewan yang mengalami metamorfosis sempurna adalah kupu-kupu. Stadium telurnya dapat kita amati pada daun, Telur menjadi larva yang sangat aktif mencari makan dengan cara memakan daun. Stadium larva terjadi beberapa kali pergantian kulit yang disebut dengan ecdisis. Setelah itu larva akan berubah menjadi pupa (kepompong). Fase pupa merupakan fase istirahat. Kemudian, pupa berkembang menjadi kupu-kupu yang mampu terbang dan berkembang biak kembali untuk

menghasilkan telur. Contoh lain holometabola adalah kupu-kupu, lalat, nyamuk, lebah, dan kumbang.

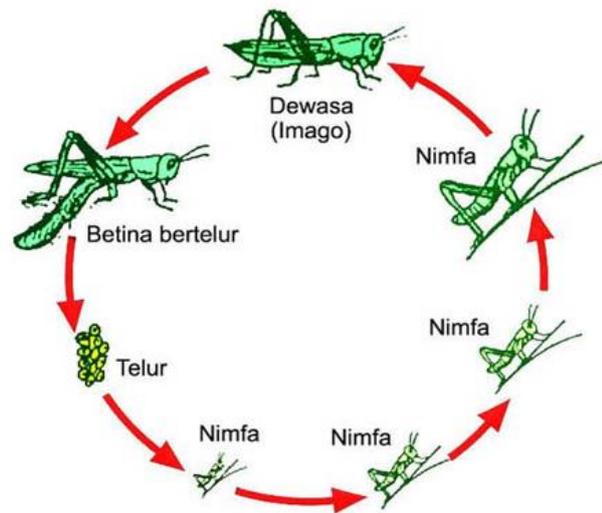


Gambar 11 Metamorfosis Kupu-Kupu

Sumber: (Handayani, V. 2019. Siklus Hidup Kupu-Kupu *Doleschallia Bisaltide* (Lepidoptera: Nymphalidae)

c) Hemimetabola

Hemimetabola merupakan organisme yang mengalami metamorfosis tidak sempurna. Stadium yang dimiliki oleh hewan ini adalah telur, larva atau nimfa, semiimago, dan imago (dewasa). Contoh hewan kelompok ini adalah kumbang. Stadium telur dapat kita amati pada pasir sebagai medium peletakan telur. Setelah telur menetas, terbentuk stadium larva. Setelah itu akan terbentuk stadium semi-imago. Stadium ini memiliki bentuk morfologi yang sama dengan kumbang imago, tetapi belum memiliki kemampuan untuk bereproduksi, karena organ reproduksinya belum tumbuh sempurna. Setelah itu kumbang memasuki stadium imago yang mampu bereproduksi atau berkembang biak menghasilkan. Contoh lain hemimetabola adalah belalang dan walang sangit.



Gambar 12 Metamorfosis Belalang

Sumber: (Sinuraya, L. S. B. 2020. *Perkembangbiakan Hewan Dan Tumbuhan*)

2) Metamorfosis Katak (amfibi)

Tahap metamorfosis katak pada umumnya dibagi menjadi 3 stadium, yaitu **premetamorfosis**, **prometamorfosis**, dan **metamorfosis klimaks**. Selama stadium premetamorfosis, telur yang telah dibuahi tumbuh menjadi berudu (kecebong). Berudu bertambah ukurannya dengan sedikit perubahan bentuk tubuh. Pada stadium prometamorfosis, kaki bagian belakang muncul dan pertumbuhan tubuh terjadi secara lambat. Selama metamorfosis klimaks, kaki bagian depan muncul dan ekor mulai menghilang.



Gambar 13 Metamorfosis Katak

Sumber: (Sinuraya, L. S. B. 2020. *Perkembangbiakan Hewan Dan Tumbuhan*)

Metagenesis pada Hewan

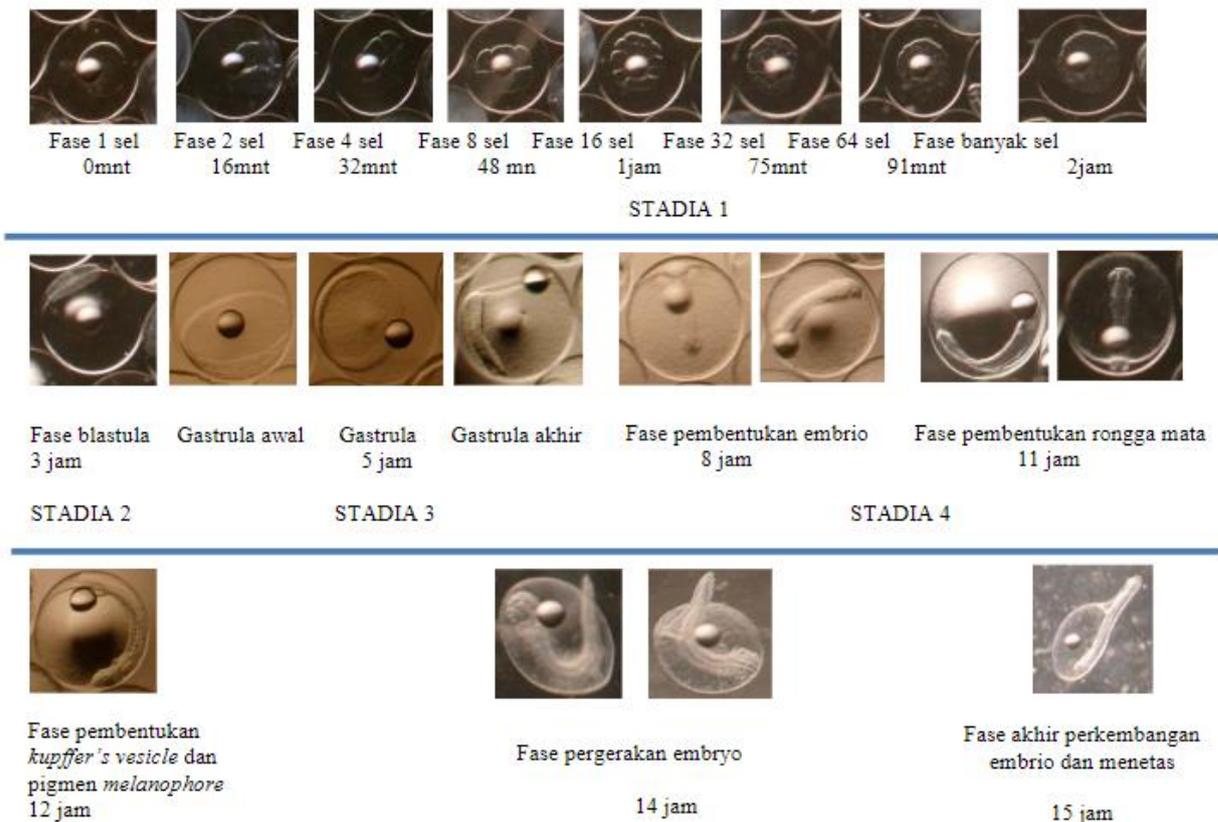
Metagenesis pada hewan pada dasarnya sama dengan metagenesis pada tumbuhan. Hewan mengalami pergiliran generasi, yaitu fase generatif (seksual) dan fase vegetatif (aseksual) secara bergantian. Hewan yang mengalami metagenesis misalnya golongan Cnidaria. Contoh hewannya yaitu Hydra dan Ubur-ubur.

Proses Perkembangan pada Ikan

Proses perkembangan berlangsung dari gametogenesis sampai dengan membentuk zygot disebut progenesis. Proses selanjutnya disebut embriogenesis (blastogene) yang mencakup pembelahan sel zygot (cleavage), blastulasi, gastrulasi, dan neurulasi. Proses selanjutnya adalah organogenesis, yaitu pembentukan alat-alat (organ) tubuh. Embriologi mencakup proses perkembangan setelah fertilisasi sampai dengan organogenesis sebelum menetas atau lahir.

a) Perkembangan Embrio

Sesaat setelah terjadinya pembuahan, sel zigot akan melakukan pembelahan mitosis terus menerus secara cepat, sehingga terbentuk blastomer yang berbentuk morula. Pembelahan sel zigot pada ikan umumnya adalah tipe meroblastik (partial), walaupun ada juga holoblastik (total). Kedua tipe tersebut ditentukan oleh banyaknya kuning telur dan penyebarannya. Pada pembelahan holoblastik ada dua tipe pembelahan yaitu pembelahan sempurna (equal) dan pembelahan yang tidak sempurna (unequal).



Gambar 14 Perkembangan Embrio Ikan

Sumber:(Andriyanto, W., Slamet, B., & Ariawan, I. M. D. J. (2013). *Perkembangan Embrio Dan Rasio Penetasan Telur Ikan Kerapu Raja Sunu*)

b) Blastulasi

Proses pembentukan blastula disebut blastulasi, dimana kelompok sel-sel anak hasil pembelahan benrbentuk benda yang relatif bulat dan ditengahnya terdapat rongga. Pada blastula sudah terdapat daerah yang akan berdiferensiasi membentuk organorgan tertentu seperti sel-sel saluran pencernaan, notochorda, syaraf, epidem, ektoderm, mesoderm, dan endoderm.

c) Gastrulasi

Gastrulasi adalah proses pembentukan tiga daun kecambah yaitu ectoderm, mesoderm, dan endoderm. Proses ini umumnya sama bagi ikan yang pembelahan telurnya meroblastik. Gastrulasi ini erat hubungannya dengan pembentukan system sayaraf (neurolasi) sehingga merupakan periode kritis. Selama proses ini beberapa jaringan mesoderm yang berada sepanjang kedua sisi notokorda disusun menjadi segmen-segmen yang disebut somit sampai akhirnya terbentuk badan hewan bertulang punggung yang primitif.

d) Organogenesis

Organogenesis adalah proses pembentukan alat-alat tubuh makhluk yang sedang berkembang. System organ tubuh berasal dari ektoderm yang akan membentuk system saraf dan epidermis kulit, entoderm akan terbentuk saluran pencernaan beserta kelenjar-kelenjar pencernaan dan alat pernafasan sedangkan dari mesoderm akan terbentuk rangka, otot, system peredaran darah, ekskresi, alat reproduksi dan korium kulit.

e) Penetasan

Mekanisme penetasan ini secara umum terbagi dua tipe yaitu secara mekanik dan enzimatik. Pada hewan-hewan akuatik, selain melalui proses mekanik yaitu melalui gerakan ekor embrio, juga dibantu oleh adanya partisipasi enzim yang berfungsi melunakkan karion. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya penetasan yaitu keberadaan oksigen, temperatur dan cahaya.

D. PENGARUH FORTIFIKASI PROBIOTIK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN HEWAN

Kata Kunci → *Pertumbuhan Ikan, DO, Amonia, Nitrit, Nitrat*

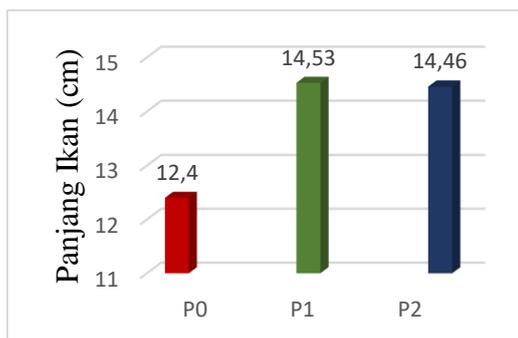
Fortifikasi (penambahan) memiliki makna yaitu suatu upaya meningkatkan mutu gizi bahan pangan, dengan menambahkan zat gizi mikro yang disengaja contohnya seperti vitamin, mineral dan lain-lain. Penggunaan probiotik saat ini merupakan salah satu alternatif untuk permasalahan yang dialami oleh para petani. Probiotik yaitu suatu zat mikroorganisme yang dapat difungsikan sebagai suplemen tambahan dengan kelebihan utama, yaitu dapat memperbaiki keseimbangan mikroflora saluran pencernaan inang. Oleh karena itu penggunaan probiotik merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mempercepat pertumbuhan ikan lele (*Clarias sp*). Probiotik adalah suatu produk yang mengandung mikroorganisme hidup dan non patogen, yang diberikan pada organisme untuk memperbaiki pertumbuhan, efisiensi/konversi pakan dan kesehatan organisme.

Dalam penelitian yang telah dilakukan terkait pengaruh fortifikasi probiotik EM4 dan ST level berbeda terhadap panjang dan bobot basah ikan lele (*Clarias sp*) membuktikan bahwa adanya probiotik mampu mempengaruhi panjang dan bobot basah ikan. Adapun ikan uji yang digunakan adalah ikan lele (*Clarias sp*) dengan ukuran 20 – 25 cm. Perlakuan yang diberikan yaitu dengan fortifikasi probiotik EM4 dan ST (Sukses Tani) serta parameter yang diamati yakni

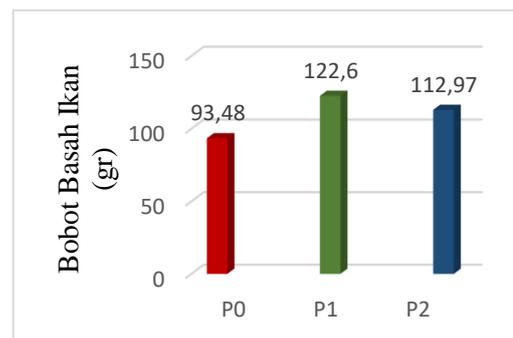
panjang dan bobot basah ikan. Fortifikasi probiotik memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan perkembangan ikan. Fortifikasi probiotik mampu memperbaiki kualitas air pada kolam budidaya. Dimana air merupakan elemen yang sangat penting bagi ikan. Sebagian besar ikan sangat peka terhadap perubahan lingkungan perairan, sehingga kualitas dari air yang digunakan sebagai habitatnya sangat penting. Kualitas air diartikan sebagai kesesuaian air untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan (Ahmad, 2004). Selain mampu memperbaiki kualitas air, fortifikasi probiotik juga mampu memperbaiki pencernaan ikan.

Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan produk probiotik dalam meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan pada ikan adalah adanya aktivitas bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, *Actinomyces sp.*, *Streptomyces sp.*, dan ragi (*yeast*) yang terkandung dalam probiotik. Seperti menghasilkan enzim-enzim pencernaan dan senyawa-senyawa yang dapat mendesak pertumbuhan ikan lele (*Clarias sp*). Hal ini sesuai dengan pernyataan Irianto (2003) bahwa probiotik dapat mengatur lingkungan mikroba pada usus, menghalangi mikroorganisme patogen dalam usus dengan melepas enzim enzim yang membantu proses pencernaan makanan.

Ikan lele (*Clarias sp*) memiliki toleransi yang tinggi terhadap lingkungan hidupnya. Walaupun demikian, kualitas air kolam dari ikan lele tersebut harus diperhatikan karena berpengaruh untuk pertumbuhannya. Untuk menjaga dan memperbaiki kualitas air tersebut, dapat dilakukan dengan fortifikasi probiotik. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan, dimana pertumbuhan ikan pada kolam yang diberi fortifikasi probiotik memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan kolam yang tidak diberi probiotik.



Gambar 14. Pertambahan Panjang Ikan Lele



Gambar 15. Pertambahan Bobot Basah Ikan Lele

Keterangan :

P0 = Tanpa fortifikasi probiotik (kontrol)

P1 = Fortifikasi probiotik EM4

P3 = Fortifikasi probiotik ST

Dapat dilihat pada gambar 15 dan gambar 16 bahwa penambahan panjang dan bobot basah ikan lele mengalami perbedaan pada masing-masing perlakuan. Di mana panjang ikan lele tertinggi pada perlakuan P1 (dengan fortifikasi probiotik EM4) dengan panjang akhir 14,53 cm dan bobot basah akhir 122,6 gr, diikuti perlakuan P2 (dengan fortifikasi probiotik ST) dengan panjang akhir 14,46 cm dan bobot basah akhir sebesar 112,97 gr, sedangkan di posisi terendah yaitu pada perlakuan P0 (tanpa fortifikasi probiotik) dengan panjang akhir 12,4 cm dan bobot basah akhir sebesar 93,48 gr selama 60 hari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa fortifikasi probiotik mampu meningkatkan panjang dan bobot basah pada ikan lele (*Clarias sp*).

Fortifikasi probiotik mampu memperbaiki kualitas air pada kolam sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan ikan budidaya. Beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu faktor kimia dalam air tersebut, meliputi:

1) DO (*Dissolved Oxygen*)

DO (*Dissolved Oxygen*) adalah jumlah oksigen dalam air yang berasal dari proses fotosintesis dan difusi udara. Oksigen terlarut di perairan digunakan untuk proses respirasi, degradasi bahan organik maupun anorganik, proses metabolisme dan pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan. Ketersediaan oksigen bagi biota air menentukan lingkaran aktivitasnya, konversi pakan, demikian juga pertumbuhan bergantung pada oksigen. Semakin banyak jumlah oksigen terlarut maka kualitas air akan semakin baik. Upaya yang dilakukan untuk mengontrol kadar oksigen yang masuk ke dalam kolam dapat dilakukan dengan penambahan aerator.

2) Amonia (NH₃)

Batas maksimum kadar NH₃ untuk kegiatan budidaya ikan yaitu sebesar < 0,02 mg/L. Apabila amonia di biarkan menumpuk maka akan menjadi racun bagi ikan. Hal yang dapat mempengaruhi tingkat racun pada ammonia terhadap ikan biasanya dari pH dan suhu air kolam. Apabila pH atau suhu air semakin tinggi, dapat mengakibatkan daya racun ammonia semakin tinggi juga. Semakin tinggi kadar amonia dalam air maka semakin buruk kualitas air tersebut. Kadar amonia yang tinggi dapat membuat ikan budidaya stress dan bersifat letal (mematikan). Sehingga dibutuhkan probiotik guna menstabilkan kadar amonia di dalam kolam budidaya.

3) Nitrit (NO_2)

Nitrit merupakan bentuk lain dari nitrogen anorganik. Pemberian pakan dan fortifikasi probiotik pada kolam budidaya dapat mengubah kondisi normal senyawa nitrogen di alam. Sumber utama amoniak sebagai salah satu bentuk nitrogen anorganik dalam kolam adalah hasil perombakan bahan organik, sedangkan sumber bahan organik utama dalam kolam adalah degradasi sisa pakan dan sisa metabolisme ikan budidaya.

4) Nitrat (NO_3)

Pengubahan bentuk nitrogen anorganik yang berbahaya bagi ikan (ammonia dan nitrit) menjadi bentuk yang tidak berbahaya (nitrat) pada sistem resirkulasi terutama terjadi pada filter biologis. Baku Mutu PP No 82 Tahun 2001 menyatakan bahwa kualitas air kolam yang baik yaitu memiliki senyawa nitrat sebesar 20 mg/l. Salah satu upaya memperbaiki kualitas nitrat yaitu dengan fortifikasi probiotik. Dimana bakteri baik dalam probiotik tersebut mampu membantu memperlancar proses nitrifikasi sehingga kualitas air membaik dan mampu meningkatkan laju pertumbuhan ikan budidaya.



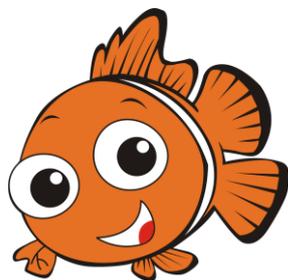
E. TUGAS DAN LANGKAH KERJA

TUGAS

Setelah membaca informasi pendukung diatas, kalian dapat mengetahui tentang pertumbuhan dan perkembangan serta faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan.

Pertanyaan Dasar

Dunia peternakan sudah tidak asing lagi dengan probiotik yang difortifikasikan (menambah zat gizi) pada hewan budidaya dengan maksud mempercepat pertumbuhan ataupun perkembangan hewan tersebut. Dengan berbagai macam jenis probiotik berpengaruh berbeda-beda terhadap hasil pertumbuhan dan perkembangan hewan.



Mengapa Demikian ?

Apakah fortifikasi probiotik termasuk faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan ?



Untuk menjawab pertanyaan diatas, mari buktikan bersama dengan melakukan kegiatan berikut ini.

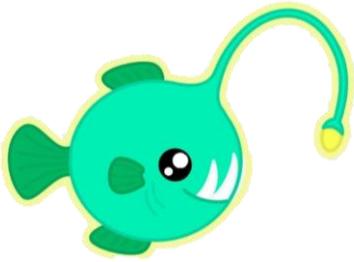
MENDESAIN PERENCANAAN PRODUK

Agar dapat membuktikannya, buatlah desain perencanaan produk pada tempat yang sudah disediakan dengan mengacu pada petunjuk praktikum yang terlampir!



MENYUSUN JADWAL PEMBUATAN

Setelah mendesain perencanaan produk, agar pelaksanaan berjalan sesuai dengan rencana. Maka buatlah jadwal pada tempat yang tersedia!



PEMBUATAN PROYEK

Pembuatan proyek dilakukan sesuai dengan desain dan jadwal yang sudah tersusun. Sebagai penuntun pembuatan proyek, ikutilah petunjuk praktikum dibawah ini!

PETUNJUK PRAKTIKUM

Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan praktikum seperti dibawah ini:

ALAT

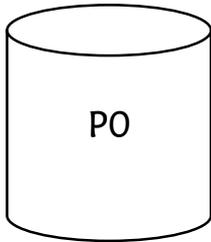
- | | |
|---------------------|----------|
| 1. Ember (60 liter) | : 3 buah |
| 2. Aerator kecil | : 3 buah |

BAHAN

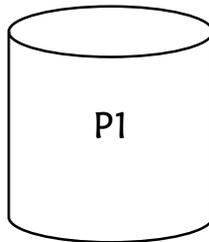
- | | |
|--------------------|-----------|
| 1. Ikan Lele 15 cm | : 30 ekor |
| 2. Probiotik EM4 | : 10 ml |
| 3. Probiotik ST | : 10 ml |
| 4. Larutan Gula | : 10 ml |

LANGKAH KERJA

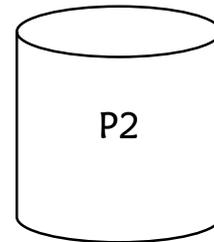
1. Menyiapkan media pemeliharaan



P0 : Kontrol



P1 : Fortifikasi Probiotik EM4



P2 : Fortifikasi Probiotik ST

- 1) Menyiapkan alat dan bahan
- 2) Mengisi ketiga ember dengan air bersih sampai dengan 40 liter
- 3) Melakukan pembuatan bioflok pada ember P1 dan P2 dengan cara:
 - a. Ember P1 + Probiotik EM4 10 ml + larutan gula 5 ml
 - b. Ember P2 + Probiotik ST (Sukses Tani) 10 ml + larutan gula 5 ml
- 4) Mendinginkan selama 5 hari agar bioflok terbentuk pada ember. Larutan gula berfungsi sebagai molase pemicu pertumbuhan mikroorganisme pembentuk bioflok
- 5) Memasukkan 10 ikan lele pada tiap ember

2. Pemeliharaan

- 1) Mengamati kondisi ikan dan kondisi air setiap hari
- 2) Memeriksa populasi ikan lele dan mengontrol kualitas air
- 3) Memberi pakan pada ikan setiap hari secukupnya

3. Pengambilan Data

- 1) Data Panjang Ikan

Panjang ikan lele diukur dari moncong hingga ekor menggunakan penggaris kemudian di rata rata.

Tabel 1. Data Panjang Ikan Lele (*Clarias sp*)

Perlakuan	Ulangan ke-			Total	Rata-rata	Standar Baku (cm)
	1	2	3			
P0						
P1						25-30*
P2						

2) Data Bobot Basah Ikan

Bobot basah ikan lele diukur seluruhnya menggunakan timbangan gram kemudian dirata-rata.

Perlakuan	Ulangan ke-			Total	Rata-rata	Standar Baku (gram)
	1	2	3			
P0						
P1						100-150*
P2						



MENGUJI HASIL

Setelah melakukan proyek, langkah selanjutnya adalah menguji hasil. Buatlah laporan praktikum dengan sistematika dan aturan penulisan seperti dibawah ini!

PETUNJUK PENULISAN LAPORAN

- **SISTEMATIKA PENULISAN LAPORAN**
 - HALAMAN SAMPUL
 - KATA PENGANTAR
 - DAFTAR ISI
 - DAFTAR TABEL
 - DAFTAR LAMPIRAN
 - BAB I. PENDAHULUAN
 - A. Latar Belakang
 - B. Permasalahan
 - C. Tujuan Penelitian
 - D. Manfaat Penelitian
 - BAB II. LANDASAN TEORI
 - A. Landasan Teori
 - B. Hipotesis Penelitian
 - BAB III. METODE PENELITIAN
 - A. Subjek
 - B. Alat dan Bahan
 - C. Variabel Penelitian
 - D. Prosedur Penelitian
 - E. Teknik Pengumpulan Data

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

B. Pembahasan

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

B. Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- HALAMAN SAMPUL

LAPORAN PRAKTIKUM JUDUL

LOGO SEKOLAH

Disusun oleh :

Kelompok

Nama

No. Absen

Nama Sekolah

Kota

Tahun

❖ ATURAN PENULISAN

A. Halaman sampul

Halaman sampul depan memuat: kata laporan praktikum, judul praktikum, logo sekolah, kelompok, nama, dan no.absen, nama sekolah, nama kota, dan tahun.

B. Kata Pengantar

Kata pengantar memuat informasi mengenai hal-hal yang mendahului pelaksanaan praktikum yang akan dilakukan. Kata pengantar dapat juga berisi penjelasan penulismengapa penelitian itu dilakukan, gagasan yang melatarbelakangi penelitian, dan harapan penulis mengenai manfaat atau kegunaan laporan yang ditulis.

C. Daftar Isi

Daftar isi adalah kerangka garis besar laporan praktikum beserta nomer halamannya. Komponen yang dimasukkan ke dalam daftar isi adalah sub judul yang memperlihatkan seluruh isi laporan.

D. Daftar Tabel

Daftar tabel memuat judul tabel beserta nomor halamannya.

E. Daftar Lampiran

Daftar lampiran memuat jenis lampiran dan nomor halamannya.

F. Pendahuluan (BAB I)

Bagian-bagian penting yang terdapat di dalam pendahuluan adalah:

- 1) Latar Belakang
- 2) Permasalahan
- 3) Tujuan Penelitian
- 4) Manfaat Penelitian

G. Landasan Teori (BAB II)

Landasan teori berisi telaah pustaka dan hipotesis penelitian. Telaah pustaka memuat teori-teori atau informasi pendukung dari hasil penelaahan terhadap pustaka-pustaka yang relevan, dan pustaka-pustaka yang memuat hasil penelitian terdahulu/mutakhir yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Hipotesis penelitian merupakan dugaan sementara hasil penelitian yang diharapkan.

H. Metode Penelitian (BAB III)

Metode penelitian memuat: material, teknik dan prosedur. Material berkaitan dengan subjek, bahan, dan alat yang digunakan; teknik berkaitan dengan penggunaan alat atau instrumen; dan prosedur merupakan langkahlangkah atau cara kerja penelitian.

I. Hasil Penelitian dan Pembahasan (BAB IV)

1) Hasil Penelitian

Penyajian hasil penelitian di mulai dengan pandangan umum mengenai apa yang diteliti. Kalimat pertama atau kedua dari deskripsi hasil hendaknya seperti teras berita (lead) pada surat kabar ringkas, jelas hanya berisi pokok peristiwa, fakta paling penting, paling menarik di mana titik utama hasil hcepat dikemukakan. Kemudian diikuti paragraf berikutnya secara rinci, dalam rangkaian data yang secara logis mendukung hipotesis, dan menjawab pertanyaan penelitian yang ditanyakan dalam pendahuluan. Data dan informasi hasil penelitian selain disajikan dalam bentuk uraian/ narasi, dapat juga disajikan dalam bentuk tabel dan ilustrasi foto, gambar/ gambar garis, grafik, diagram, bagan yang diurutkan sesuai dengan permasalahan atau tujuan penelitian yang akan dicapai.

2) Pembahasan

Dalam pembahasan pembaca dituntun melalui suatu penalaran yang logis, untuk sampai pada kesimpulan. Informasi utama yang perlu dikemukakan dalam pembahasan antara lain sebagai berikut.

1. Interpretasi pendapat atau pandangan teoritis dan evaluasi peneliti terhadap hasil penelitiannya, dengan menjelaskan mengapa atau apa sebabnya.
2. Penjelasan apakah berdasarkan hasil penelitian, permasalahan penelitian telah terjawab atau terpecahkan.
3. Penjelasan apakah hipotesis yang dikemukakan dalam pendahuluan telah dapat dibuktikan.
4. Penjelasan apakah tujuan penelitian telah dapat tercapai.

5. Apakah hasil penelitian telah menjawab pertanyaan yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian.
6. Penjelasan mengenai hubungan antara hasil penelitian dengan hasil penelitian terdahulu, apakah sesuai atau tidak.
7. Alasan yang kuat apabila terdapat ketidaksesuaian atau perbedaan antara hasil penelitian dengan hasil penelitian terdahulu.

J. Kesimpulan dan Saran

1) Kesimpulan

Kesimpulan adalah pernyataan pendapat yang dibuat berdasarkan fakta hasil penelitian melalui penarikan kesimpulan.

2) Saran

Saran atau rekomendasi adalah advis penulis mengenai apa yang perlu atau harus dikerjakan, yang didasarkan atas data yang disajikan dan kesimpulan yang diperoleh, yang dinyatakan dalam laporan praktikum.

K. Daftar Pustaka

Sumber rujukan sedapat mungkin merupakan pustaka-pustaka terbitan 10 tahun terakhir. Rujukan yang diutamakan adalah sumber-sumber primer berupa laporan penelitian artikel-artikel penelitian dalam jurnal atau majalah ilmiah. Perujukan dan pengutipan menggunakan teknik rujukan berkurung (nama, tahun). Contoh untuk penulisan rujukan dari jurnal yaitu.... (Mellantiya, 2022). Pencantuman sumber pada kutipan langsung (dari buku) hendaknya disertai keterangan tentang nomor halaman tempat asal kutipan. Contoh (Satria, 2010:28). Daftar pustaka disusun dengan tata cara seperti contoh berikut ini dan diurutkan secara alfabetis dan kronologis.

L. Lampiran

Lampiran menyajikan informasi-informasi yang dianggap terlalu panjang atau terlalu sulit jika dimasukkan kedalam tubuh laporan. Dengan demikian, informasi-informasi yang penting dan

relevan dengan bagian-bagian dalam laporan, tetapi tidak dapat dimasukkan ke dalam teks dan dapat dimasukkan ke dalam lampiran. Selain itu dokumentasi foto penelitian juga dapat ditambahkan dalam lampiran.

M. Aturan Penulisan Laporan Praktikum

1) Tipe Huruf

Laporan praktikum ditulis dengan huruf romawi (Times New Roman) dengan ukuran (*font size*) 12 pt.

2) Kertas

Laporan praktikum ditulis diatas kertas HVS berukuran kuarto (A4) dan hanya pada satu sisi halaman (tidak bolak-balik). Sampul laporan dibuat dari kertas bufalo (warna biru tua).

3) Batas Tepi

1. Batas atas 4 cm dari tepi kertas
2. Batas bawah 3 cm dari tepi bawah kertas
3. Batas kiri 4 cm dari tepi kiri kertas
4. Batas kanan 3 cm dari tepi kanan kertas

4) Jarak Antar Baris

Naskah laporan ditulis dengan jarak satu setengah (1,5) spasi vertikal.

5) Jarak Antar Kata

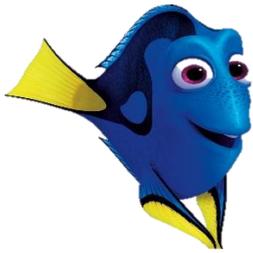
Jarak antar kata dalam baris tidak boleh terlalu renggang. Jarak yang diperbolehkan adalah satu spasi horizontal atau setara dengan satu karakter. Penulisan naskah laporan menggunakan *format justify*.

6) Nomor Halaman

Nomor halaman ditulis pada tepi kanan atas kertas (header), dengan jarak 2,0 dari tepi atas kertas, dan 3 cm dari tepi kanan kertas dengan angka arab (*arabic numeral*).

Penomoran dimulai dari halaman pendahuluan sebagai halaman satu (1), dan untuk halaman-halaman sebelum pendahuluan mulai dari halaman sampul sampai dengan halaman

daftar diberi nomor dengan angka romawi kecil (i, ii, iii, iv) pada kaki halaman dengan posisi tengah (*center footer*).



F. EVALUASI PENGALAMAN BELAJAR

EVALUASI I

Paparkanlah hasil penelitian dengan mempresentasikan didepan kelompok lain. Kemudian mempersilakan kelompok lain untuk bertanya dan diskusikan bersamasama. Selanjutnya menarik kesimpulan bersama guru dan tuliskan catatan dalam kolom dibawah ini!

Judul Praktikum		
Pokok pembahasan yang dipaparkan		
Penanya : 1. Penanya 1 2. Penanya 2 3. Penanya 3	Pertanyaan : 1. Pertanyaan 1 2. Pertanyaan 2 3. Pertanyaan 3	Jawaban : 1. Jawaban 1 2. Jawaban 2 3. Jawaban 3
Kesimpulan		

Evaluasi II

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat dengan memberikan tanda silang (X) pada pilihan A,B,C,D atau E !

1. Pengertian pertumbuhan yang terjadi pada makhluk hidup adalah....
 - a. Perubahan jumlah dan bentuk yang berlangsung terus menerus
 - b. Pertambahan yang dapat diukur secara kuantitatif
 - c. Proses menuju tercapainya kedewasaan
 - d. Tersebar nya populasi secara meluas
 - e. Kenaikan volume yang dapat diukur dengan auksanometer
2. Pengertian perkembangan yang terjadi pada makhluk hidup adalah....
 - a. Perubahan jumlah dan bentuk yang berlangsung terus menerus
 - b. Pertambahan yang dapat diukur secara kuantitatif
 - c. Proses menuju tercapainya kedewasaan
 - d. Tersebar nya populasi secara meluas
 - e. Kenaikan volume yang dapat diukur dengan auksanometer
3. Peristiwa perubahan biologis yang terjadi pada makhluk hidup berikut ini yang tidak menunjukkan proses pertumbuhan adalah...
 - a. Pertambahan jumlah sel
 - b. Pertambahan volume sel
 - c. Pertambahan jumlah deposisi (persediaan) zat antar sel
 - d. Pertambahan massa sel
 - e. Bersifat reversibel (dapat balik)
4. Pertumbuhan pada hewan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan pada hewan adalah....
 - a. Karbon dioksida, air dan suhu
 - b. Air, suhu dan nutrisi
 - c. Cahaya, suhu dan karbon dioksida
 - d. Nutrisi, oksigen, dan karbon dioksida
 - e. Air, karbon dioksida dan cahaya matahari

5. Hormon merupakan salah satu faktor dalam yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ikan. Berikut jenis hormon yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ikan, kecuali....
 - a. Hormon thyroid
 - b. Hormon parathyroid
 - c. Hormon calcitonin
 - d. Hormon neuropeptida
 - e. Hormon adrenocortico steroid
6. Salah satu hal yang harus diperhatikan untuk memperoleh hasil yang optimal dalam budidaya ikan yaitu suhu. Jika suhu eksternal dalam budidaya sekitar 5-7 °C dapat mengakibatkan ikan...
 - a. Stress
 - b. Kurang imunitas
 - c. Susah bernafas
 - d. Mudah terkena infeksi bakteri
 - e. Terkena penyakit
7. Berikut ini proses metamorfosis pada katak secara berurutan adalah....
 - a. Telur-berudu-katak muda- katak dewasa
 - b. Telur- kecebong- berudu katak dewasa
 - c. Telur- katak muda – katak dewasa
 - d. Berudu- Telur – kecebong- katak muda
 - e. Berudu- kecebong- katak dewasa
8. Metagenesis pada hewan pada dasarnya sama dengan metagenesis pada tumbuhan. Hewan mengalami pergiliran generasi....
 - a. Fase generatif (seksual) dan fase vegetatif (aseksual) secara bergantian.
 - b. Fase generatif (seksual)saja
 - c. Fase vegetatif(aseksual)
 - d. Pembelahan mitosis dan miosis secara bergantian
 - e. Pembelahan mitosis dan meiosis
9. Tahapan embrionik yang benar adalah ...
 - a. Zigot-Morula-Gastrula-Embrio-Blastula
 - b. Zigot-Embrio-Morula-Gastrula-Blastula
 - c. Zigot-Embrio-Morula-Blastula-Gastrula

- d. Embrio-Zigot-Morula-Gastrula-Blastula
 - e. Embrio-Zigot-Morula-Blastula-Gastrula
10. Berikut faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya penetasan ikan, kecuali...
- a. Oksigen, temperatur dan cahaya
 - b. Cahaya, suhu , pH
 - c. Salinitas, Oksigen, suhu
 - d. Oksigen,O2 terlarut, cahaya
 - e. e. Makanan, suhu, cahaya

B. Jawablah soal-soal berikut dengan singkat dan jelas !

1. Jelaskan pengertian pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup!
 Jawab :

2. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup!
 Jawab :

3. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada ikan!
 Jawab :

4. Jelaskan secara singkat tahapan perkembangan dan pertumbuhan yang terjadi pada hewan?
 Jawab :

5. Bagaimana peran penting fortifikasi probiotik dalam pertumbuhan dan perkembangan ikan?
 Jawab :



DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanto, W., Slamet, B., & Ariawan, I. M. D. J. (2013). Perkembangan Embrio Dan Rasio Penetasan Telur Ikan Kerapu Raja Sunu (*Plectropoma Laevis*) Pada Suhu Media Berbeda Embryonic Development And Hatching Eggs Ratio Of Blacksaddled Coral Grouper (*Plectropoma Laevis*) At Different Temperature Media. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1), 193.
- Akoso, B. T. (2012). *Budi Daya Sapi Perah Jilid 1*. Airlangga University Press.
- Balinsky, B.I. 1985. *An Introduction to Embryology*. Philadelphia: Saunders College.
- Banamtuan, A. N. (2019). *Strain dan karakteristik ayam broiler di Indonesia*. Laporan Akhir.
- Berk, L.E. (2009). *Child Development*. 8th ed. New York: Pearson.
- Bond, C.E. 1979. *Biology of Fishes*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, PA. 514pp.
- Campbell, A Neil. 2003. *Biologi Jilid II*. Jakarta: Erlangga
- Effendi, I. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*.
- Handayani, V. (2019). Siklus Hidup Kupu-Kupu *Doleschallia Bisaltide* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Jurnal Education and Development*, 7(3), 301-301.
- Hepper, B. dan Y. Prugnin. 1990. *Nutrition of Pond Fishes*. University Press. Cambrige
- Kusi, T. (2015). *Correlation between Body Parts in Holometabolous and Hemimetabolous Insects*.
- Majumdar, N.N. 1985. *Textbook of Vertebrate Embryology*. New Delhi: Tata McGraw Hill.

- Prawihartono, Slamet. 2004. Sains Biologi. Bumi Aksara: Jakarta.
- Reece, J. B., Taylor, M. R., Simon, E. J., & Dickey, J. L. (2012). Campbell biology: concepts & connections (p. 779). San Francisco, CA: Benjamin Cummings.
- Sinuraya, L. S. B. (2020). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Dengan Menggunakan model Picture And Picture Tema 1 Perkembangbiakan Hewan Dan Tumbuhan Sub Tema Daur Hidup Hewan Di Kelas Iii Sekolah Dasar Negeri 044833 Narigunung li Tahun Pelajaran 2019/2020 (Doctoral Dissertation, Universitas Quality).
- Subardi, Nuryani, dan Shidiq. 2008. Biologi 3. Departemen Pendidikan Nasional: Jakarta
- Trewavas, F. 1986. Taxonomi and Speciation. In R.S.V. Dullin and R.H. Low Mc.Connell (Eds.), The Biology and Culture of Tilapias. ICLARM Convergence, Mamalia.
- Wisnuwati, dkk. 2018. Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan dan Hewan. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.



UMPAN BALIK

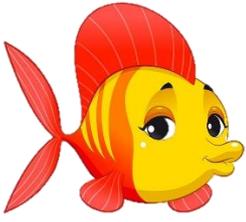
Cocokkanlah jawaban dengan kunci jawaban yang telah tersedia. Hitunglah jumlah jawaban yang benar kemudian gunakan rumus dibawa ini untuk mengetahui tingkat penguasaan saudara terhadap materi pada kegiatan pembelajaran pertumbuhan tanaman. Jika telah mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih maka saudara dapat melanjutkan kemateri selanjutnya.

Rumus:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Keterangan :

Nilai	Kategori
91-100	Sangat Baik
81-90	Baik
71-80	Cukup
60-70	Kurang
0-60	Sangat Kurang



PENILAIAN

M. Penilaian

1. Teknik Penilaian

- ❖ Observasi terhadap proyek eksperimen, diskusi dan tanya jawab
- ❖ Penugasan

2. Instrumen Penilaian

Bentuk instrumen penugasan berupa tugas proyek eksperimen yang dilakukan secara berkelompok tentang pengaruh faktor eksternal terhadap pertumbuhan dan perkembangan hewan.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

N. Lembar Penilaian Kognitif

❖ Pilihan Ganda

No..	Nama Siswa	Kelompok	Butir Soal										Jumlah Skor
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													

❖ Essay

No.	Nama Siswa	Kelompok	Butir Soal					Jumlah Skor
			1	2	3	4	5	
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

Diisi dengan rentan angka

Skor 20 = Apabila peserta didik menjawab soal dengan lengkap dan benar sesuai dengan teori.

Skor 15 = Apabila peserta didik menjawab soal kurang lengkap dan mendekati jawaban yang tepat sesuai teori.

Skor 10 = Apabila peserta didik hanya menjawab setengah dari jawaban yang lengkap dan mendekati jawaban sesuai teori

Skor 5 = Apabila peserta didik menjawab kurang dari setengah dari jawaban.

Skor 0 = Apabila peserta didik tidak menjawab.

$$\text{Penilaian} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Keterangan : Jumlah skor maksimal 100

O. Lembar Penilaian Sikap

No.	Nama Siswa	Aspek yang dinilai					Total Skor
		Jujur	Percaya diri	Disiplin	Kerjasama	Bertanggung jawab	
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

Diisi dengan rentang angka 1-3

Skor 3 = Baik

Skor 2 = Cukup

Skor 1 = Kurang

$$\text{Penilaian} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Keterangan :

Jumlah skor maksimal 15

Nilai	Kategori
91-100	Sangat Baik
81-90	Baik
71-80	Cukup
60-70	Kurang
0-60	Sangat Kurang

P. Lembar Penilaian Ketrampilan

No.	Kelompok	Aspek yang dinilai			Total
		Kemampuan merancang desain penelitian	Kemampuan menyusun jadwal yang efektif	Kemampuan mengkreasi inovatif penelitian	
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Diisi dengan rentang angka 1-3

Skor 3 = Baik

Skor 2 = Cukup

Skor 1 = Kurang

$$\text{Penilaian} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Keterangan :

Jumlah skor maksimal 12

Nilai	Kategori
91-100	Sangat Baik
81-90	Baik
71-80	Cukup
60-70	Kurang
0-60	Sangat Kurang



KUNCI JAWABAN

B. Pilihan Ganda

1. B
2. A
3. E
4. B
5. D
6. B
7. A
8. C
9. C
10. A

C. Essay

1. Pertumbuhan adalah proses penambahan ukuran (volume, massa, tinggi, atau panjang) yang bersifat kuantitatif, artinya dapat dinyatakan dengan bilangan dan *irreversible*. Sedangkan perkembangan yaitu proses perubahan menuju kedewasaan melalui proses pertumbuhan dan diferensiasi.
2. Faktor dalam (internal) meliputi gen & hormon dan faktor luar (eksternal) meliputi nutrisi, suhu, cahaya dan air.
3. Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal yang meliputi genetik dan kondisi fisiologis ikan serta faktor eksternal yang berhubungan dengan lingkungan. Faktor

eksternal tersebut yaitu komposisi kualitas kimia dan fisika air, bahan buangan metabolic, ketersediaan pakan, dan penyakit.

4. Pertumbuhan dimulai dengan peleburan ovum dengan spermatozoa, dan dihasilkan zigot. Zigot akan bermitosis terus-menerus. Pertumbuhan dan perkembangan pada hewan termasuk manusia dapat dibedakan menjadi dua fase utama, yaitu pertumbuhan dan perkembangan embrionik serta pertumbuhan dan perkembangan pasca embrionik.
5. Fortifikasi probiotik mampu memperbaiki kualitas air pada kolam budidaya. Dimana air merupakan elemen yang sangat penting bagi ikan. Sebagian besar ikan sangat peka terhadap perubahan lingkungan perairan, sehingga kualitas dari air yang digunakan sebagai habitatnya sangat penting. Kualitas air diartikan sebagai kesesuaian air untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan