

**TESIS**

**PEMETAAN PERIODE KRITIS DAN KEBUTUHAN PAKAN ALAMI  
BERBASIS DATA LAJU KONSUMSI OKSIGEN PADA LARVA  
BANDENG *Chanos chanos* (Forsskål, 1775) DENGAN  
MEMANFAATKAN KECERDASAN BUATAN**

**Mapping of Critical Period and Natural Feed Need Based on  
Oxygen Consumption Data on Milkfish Larvae *Chanos chanos*  
(Forsskål, 1775) Using Artificial Intelligence**

**ANDI NURFADILAH ASNUR  
L012211002**



**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**Mapping of Critical Period and Natural Feed Need Based on  
Oxygen Consumption Data on Milkfish Larvae *Chanos chanos*  
(Forsskål, 1775) Using Artificial Intelligence**

**Pemetaan Periode Kritis dan Kebutuhan Pakan Alami Berbasis  
Data Laju Konsumsi Oksigen Pada Larva bandeng  
*Chanos chanos* (Forsskål, 1775) Dengan Memanfaatkan  
Kecerdasan Buatan**

**ANDI NURFADILAH ASNUR  
L012211002**

**THESIS**

Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Magister of Science (M. Si)



**MAGISTER PROGRAM IN FISHERIES SCIENCE  
FACULTY OF MARINE SCIENCE AND FISHERIES  
HASANUDDIN UNIVERSITY  
MAKASSAR  
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN TESIS**

**PEMETAAN PERIODE KRITIS DAN KEBUTUHAN PAKAN ALAMI BERBASIS DATA LAJU KONSUMSI OKSIGEN PADA LARVA BANDENG *Chanos chanos* (Forsskål, 1775) DENGAN MEMANFAATKAN KECERDASAN BUATAN**

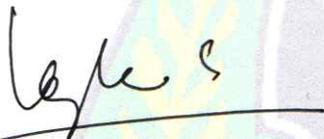
**Disusun dan diajukan oleh:**

**ANDI NURFADILAH ASNUR  
L012211002**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Pada tanggal 12 Juli 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

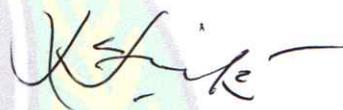
Menyetujui:

Pembimbing Utama,



**Ir. M. Iqbal Djawad, M.Sc., Ph.D.**  
NIP. 19670318 198903 1 002

Pembimbing Pendamping,



**Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si.**  
NIP. 19660120 199103 1 002

Dekan  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,



**Safruddin, S.Pi., M.P., Ph. D.**  
NIP. 19750611 200312 1 003

Ketua Program Studi S2  
Ilmu Perikanan,



**Dr. Ir. Badraeni, M.P.**  
NIP. 19651023 199103 2 001

Tanggal Lulus: 12 Juli 2023

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Nurfadilah Asnur  
NIM : L012211002  
Program Studi : Ilmu Perikanan  
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa Tesis berjudul

**Pemetaan Periode Kritis dan Kebutuhan Pakan Alami Berbasis Data Laju  
Konsumsi Oksigen Pada Larva bandeng *Chanos chanos* (Forsskål, 1775) Dengan  
Memanfaatkan Kecerdasan Buatan**

adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, tahun 2007).

Makassar, 12 Juli 2023



Andi Nurfadilah Asnur  
NIM. L012211002

## PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Nurfadilah Asnur  
NIM : L012211002  
Program Studi : Ilmu Perikanan  
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai pemilik tulisan (*author*) dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan tesis ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasinya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikuti.

Makassar, 12 Juli 2023

Mengetahui,  
Ketua Program Studi S2 Ilmu Perikanan



Dr. Ir. Badraeni, MP  
NIP. 19651023 199103 2 001

Penulis



Andi Nurfadilah Asnur  
NIM. L012211002

## ABSTRAK

ANDI NURFADILAH ASNUR. *Pemetaan Periode Kritis dan Kebutuhan Pakan Alami Berbasis Data Laju Konsumsi Oksigen pada Larva Bandeng *Chanos chanos* (Forsskål, 1775) dengan Memanfaatkan Kecerdasan Buatan* (dibimbing oleh M. Iqbal Djawad dan Syafiuddin).

Penelitian ini bertujuan mengukur perubahan konsumsi oksigen dalam hubungannya dengan jumlah kebutuhan pakan alami yang berbasis kecerdasan buatan; menganalisis hubungan konsumsi oksigen dengan penggunaan pakan alami yang dimonitor dengan kecerdasan buatan; dan menghitung kepadatan pakan alami *Brachionus plicatilis* yang tepat dalam memenuhi kebutuhan pakan alami harian pada pemeliharaan larva bandeng. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAK) dengan tiga perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah kepadatan *Brachionus plicatilis* 25, 50, dan 75 ind/mL. Jumlah larva bandeng hasil penetasan yang digunakan, yaitu 2.880 ekor larva dengan panjang tubuh rata-rata 0,376 mm  $\pm$ 0,02 dan dipelihara selama tujuh hari. Parameter konsumsi oksigen diukur menggunakan metode botol respirometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi oksigen cenderung meningkat hingga kepadatan 75 ind/mL dan menurun kembali pada kepadatan 50 ind/mL; kepadatan *Brachionus plicatilis* terbaik dalam penelitian adalah 50 ind/mL. Namun, secara spesifik hari kedua hingga kelima kepadatan 25 ind/mL cukup dan hari keenam dan ketujuh diberikan dengan kepadatan 50 ind/mL..

Kata kunci: *Brachionus plicatilis*, konsumsi oksigen, larva bandeng, kecerdasan buatan, pemantauan lingkungan, pertumbuhan, sintasan



## ABSTRACT

ANDI NURFADILAH ASNUR. *Mapping of Critical Period and Natural Feed Need Based on Oxygen Consumption Data on Milkfish Larvae *Chanos chanos* (Forsskål, 1775) Using Artificial Intelligence* (supervised by M. Iqbal Djawad and Syafiuddin)

This study aims to measure changes in oxygen consumption with the number of natural feed requirements based on artificial intelligence, analyze the relationship between oxygen consumption and the use of natural feeds monitored by artificial intelligence, and calculate the appropriate natural feed density for *Brachionus plicatilis* in meeting the requirements of daily natural feed in rearing milkfish larvae. This study used a completely randomized design (RBD) with three treatments and three replications. The treatments tried were *Brachionus plicatilis* densities of 25, 50 and 75 ind/mL. The number of hatched milkfish larvae used was 2880 larvae with an average body length of  $0.376 \text{ mm} \pm 0.02$  and reared for seven days. Oxygen consumption parameters were measured using the respiration bottle method. The results show that oxygen consumption tends to increase up to a density of 75 ind/mL and decrease again at a density of 50 ind/mL. The best density of *Brachionus plicatilis* in this study is 50 ind/mL. However, specifically from the second to the fifth days a density of 25 ind/mL is sufficient and the sixth and seventh days are given at a density of 50 ind/mL.

Keywords: *brachionus plicatilis*, oxygen consumption, milkfish larvae, artificial intelligence, environmental monitoring, growth, survival.



## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah ucapan rasa syukur yang terus mengalir dari lisan ini atas nikmat rahmat dan karunia-Nya yang tiada henti diberikan kepada hamba-Nya. Shalawat serta salam tak lupa kita kirimkan kepada Baginda Rasulullah SAW beserta para keluarga, sahabat dan para pengikutnya. Berkat rahmat-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis yang berjudul “Pemetaan Periode Kritis dan Kebutuhan Pakan Alami Berbasis Data Laju Konsumsi Oksigen Pada Larva Bandeng *Chanos chanos* (Forsskål, 1775) Dengan Memanfaatkan Kecerdasan Buatan”.

Terlaksananya Kegiatan Penelitian serta penyusunan tesis ini, penulis menyadari banyak hal yang telah dilalui yaitu berbagai tantangan dan kesulitan. Mulai dari awal perencanaan, persiapan, pelaksanaan penelitian, sampai akhir penyusunan tesis ini dan penulis menyadari sepenuhnya tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk tesis ini, penulis sangat membutuhkan dukungan dan sumbangsih pemikiran yang berisi kritik dan saran yang membangun. Selama penulisan tesis ini tentunya penyusun mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak yang telah mendukung dan membimbing penulis. Oleh karena itu pada kesempatan ini perkenalkan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya yang saya sangat sayangi, hormati, dan banggakan Ayahanda Andi Suransi Amir, S.T. dan ibunda Nurlaelah yang telah memberikan dukungan, kasih sayang dan sebagai penyemangat penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Bapak Ir. M. Iqbal Djawad, M.Sc., Ph. D. selaku dosen pembimbing utama dalam penelitian yang telah memberikan waktu dan pikiran kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini, serta pak Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu dan pikiran kepada penulis untuk memberikan bimbingan serta arahnya hingga proses akhir penyusunan tesis ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Yusri Karim, M.Si., Ibu Dr. Ir. Hasni Yulianti Azis, MP. serta Ibu Dr. Ir. Badraeni, M.P. selaku penguji yang telah memberikan pengetahuan baru, masukan, saran dan kritik yang sangat membangun.
4. Pusat Jasa Keuangan Pendidikan (Puslapdik) dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah mendukung segala kegiatan penulis semasa kuliah, baik bantuan biaya pendidikan maupun biaya lainnya.
5. Ibu Dr. Ir. Badraeni, M.P. selaku kepala program studi Magister Ilmu Perikanan yang telah membantu dalam pengurusan administrasi.

6. Bapak dan Ibu dosen, serta staf pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin yang telah berbagi ilmu dan pengalaman, serta membantu Penulis.
7. Teman-teman mahasiswa magister Ilmu Perikanan angkatan 2021, kerabat, keluarga, dan semua pihak yang telah membantu Penulis hingga ke jenjang ini.

Makassar, Juli 2023

Andi Nurfadilah Asnur

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Andi Nurfadilah Asnur, lahir di Parepare, 09 Oktober 1999, Merupakan anak dari pasangan Andi Suransi, S.T. dan Nurlaelah, sebagai anak ke-2 dari 2 bersaudara. Penulis menamatkan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 73 Parepare pada tahun 2011, SMPN 12 Parepare pada tahun 2014, dan SMAN 3 Parepare pada tahun 2017. Pada tahun 2017, penulis melanjutkan pendidikan ke tingkat perguruan tinggi yakni di Universitas Hasanuddin, Program Studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan melalui jalur tes Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Nasional (SBMPTN). Pada tahun 2019, penulis memperoleh beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA). Penulis aktif dalam unit kegiatan mahasiswa atau organisasi eksternal kampus Aquatic Study Club Of Makassar (ASCM) serta sebagai Tutor di lembaga bimbingan belajar Amsterdam Institute. Penulis menyelesaikan studi dan memperoleh gelar S1 sarjana perikanan di Universitas Hasanuddin pada tahun 2021.

Pada tahun 2021, penulis melanjutkan pendidikan pascasarjana di Universitas Hasanuddin, Program Magister Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan serta sebagai Awardee Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI) untuk periode 2021-2023. Dalam rangka menyelesaikan pendidikan dan merupakan syarat untuk memperoleh gelar Magister Perikanan penulis melakukan penelitian dengan judul "Pemetaan Periode Kritis dan Kebutuhan Pakan Alami Berbasis Data Laju Konsumsi Oksigen Pada Larva Bandeng *Chanos chanos* (Forsskål, 1775) Dengan Memanfaatkan Kecerdasan Buatan" yang dibimbing oleh bapak Ir. M. Iqbal Djawad, M.Sc., Ph. D. selaku dosen pembimbing utama dan bapak Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si. selaku dosen pembimbing anggota.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan dan Kegunaan .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
A. Ikan Bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ) .....	4
1. Klasifikasi dan Morfologi.....	4
2. Siklus Hidup .....	4
3. Pakan dan Kebiasaan Makan.....	5
4. Pengelolaan Larva Bandeng ( <i>C. chanos</i> ).....	7
B. Pakan Alami .....	7
1. <i>Chlorella</i> sp. ....	9
2. <i>Brachionus plicatilis</i> .....	10
C. Laju Konsumsi Oksigen .....	12
D. Pertumbuhan.....	13
E. Sintasan .....	14
F. Hubungan Pertumbuhan dan Laju konsumsi oksigen .....	15
G. Kecerdasan Buatan ( <i>Artificial intelligence</i> ).....	16
H. Kualitas Air .....	17
I. Kerangka Pikir .....	19
J. Hipotesis .....	21
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
A. Waktu dan Tempat .....	22
B. Alat dan Bahan.....	22
C. Hewan Uji.....	24
D. Wadah Penelitian .....	24
E. Pakan Uji.....	24
F. Desain Kecerdasan Buatan .....	25
G. Prosedur Penelitian .....	25
H. Rancangan Percobaan.....	30
I. Parameter yang Diamati.....	30

1. Laju konsumsi oksigen .....	30
2. Konsumsi Pakan Alami Harian .....	32
3. Pertumbuhan .....	33
4. Sintasan .....	34
5. Kualitas Air .....	34
J. Analisis Data .....	34
<b>IV. HASIL .....</b>	<b>35</b>
A. Laju Konsumsi Oksigen .....	35
B. Pertumbuhan .....	40
C. Sintasan .....	43
D. Kualitas Air .....	44
<b>V. PEMBAHASAN .....</b>	<b>46</b>
A. Laju Konsumsi Oksigen .....	46
B. Konsumsi Pakan Alami .....	48
C. Pertumbuhan .....	49
D. Sintasan .....	51
E. Kualitas Air .....	53
<b>VI. PENUTUP .....</b>	<b>55</b>
A. Kesimpulan .....	55
B. Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>65</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Nama, spesifikasi, dan fungsi alat yang digunakan pada penelitian .....	22
2	Nama, satuan, dan fungsi bahan yang digunakan pada penelitian.....	23
3	Pola pemberian pakan alami dan sistem pergantian air selama pemeliharaan .....	29
4	Laju konsumsi oksigen dan jumlah konsumsi pakan alami rata-rata larva bandeng yang dipelihara pada setiap perlakuan.....	35
5	Rata-rata pertumbuhan bobot mutlak dan spesifik larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) pada setiap perlakuan .....	41
6	Rata-rata pertumbuhan panjang mutlak dan spesifik larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) pada setiap perlakuan .....	42
7	Rata-rata sintasan larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) pada setiap perlakuan .....	43
8	Rata-rata Kualitas Air media pemeliharaan larva bandeng ( <i>C.chanos</i> ) pada setiap hari pengamatan.....	45

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Larva bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ).....	4
2	Siklus hidup pada ikan bandeng ( <i>C. chanos</i> ) (dimodifikasi dari Lee, 1995 dalam Jaikumar et al., 2013).....	5
3	<i>Chlorella</i> sp.....	9
4	Rotifer <i>B. plicatilis</i> .....	11
5	Kerangka pikir penelitian.....	20
6	Wadah Akuarium yang Digunakan dalam Penelitian.....	24
7	Aplikasi image J untuk pengolahan Gambar digital berbasis Java .....	25
8	Perangkat Kecerdasan Buatan dengan Sensor: (a) Arduino Uno R3, (b) Raspberry Pi 4 model B, (c) Mini Fan, (d) TDS Sensor (SEN0244), (e) Waterproof Temperature (KIT0021), (f) pH Sensor (SEN0161-V2), (g) DO Sensor (SEN0237-A) .....	25
9	Mekanisme Kecerdasan Buatan (Water Quality Digital): (a) TDS Sensor, (b) DO Sensor, (c) Temperature Sensor, (d) pH Sensor, (e) Arduino Uno, (f) Raspberry Pi .....	26
10	Desain tata letak wadah percobaan .....	30
11	Metode botol respirometer yang digunakan dalam pengukuran konsumsi oksigen .....	31
12	Laju konsumsi oksigen harian rata-rata larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) pada setiap hari pengamatan .....	35
13	Laju konsumsi oksigen harian rata-rata larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) spesifik pada setiap hari pengamatan .....	37
14	Persentase konsumsi pakan harian pada larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) pada setiap hari pengamatan .....	39
15	Analisis regresi laju konsumsi oksigen dengan jumlah kepadatan <i>B. plicatilis</i> yang berbeda .....	40
16	Pertambahan bobot larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) pada setiap hari pengamatan.....	40
17	Pertambahan panjang tubuh larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) pada setiap hari pengamatan.....	41
18	Analisis regresi jumlah kepadatan <i>B. plicatilis</i> yang berbeda dengan perubahan bobot larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) .....	42
19	Analisis regresi jumlah kepadatan <i>B. plicatilis</i> yang berbeda dengan perubahan panjang larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) .....	43
20	Rata-rata sintasan larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) pada setiap perlakuan .....	44
21	Penyakit Larva bandeng .....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Rata-rata Laju Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Pakan Alami Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan pakan jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda.....	66
2	Hasil Analisis Ragam (Anova) Laju konsumsi Oksigen Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda.....	66
3	Hasil Uji Lanjut (W-Tuckey) Laju konsumsi Oksigen Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda.....	66
4	Hasil analisis ragam (Anova) konsumsi pakan larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan pakan jenis <i>B. plicatilis</i> dengan kepadatan yang berbeda .....	67
5	Perbandingan jumlah sisa pakan alami pada SRC dan Image J .....	67
6	Rata-rata Pertumbuhan Bobot Harian Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda .....	67
7	Rata-rata Pertumbuhan Bobot mutlak dan laju pertumbuhan spesifik Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda .....	68
8	Rata-Rata Bobot Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda .....	68
9	Hasil Analisis Ragam (Anova) Pertumbuhan Bobot Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda.....	68
10	Uji Lanjut (W-Tuckey) Pertumbuhan Bobot Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda .....	69
11	Rata-rata Pertumbuhan Panjang Harian Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda .....	70
12	Rata-rata Pertumbuhan Panjang Mutlak dan Spesifik Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda.....	70
13	Rata-rata Panjang Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda.....	70
14	Hasil Analisis Ragam (Anova) Pertumbuhan Panjang Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda.....	71
15	Rata-rata Sintasan Harian Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan Berbeda .....	71
16	Rata-Rata Sintasan Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda.....	71
17	Hasil Analisis Ragam (Anova) Sintasan Larva bandeng ( <i>C. chanos</i> ) yang diberikan Pakan Jenis <i>B. plicatilis</i> dengan Kepadatan yang Berbeda .....	72

18	Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) Secara <i>Realtime</i> .....	72
19	Hasil Pengukuran Suhu Secara <i>Realtime</i> .....	74
20	Hasil Pengukuran pH Secara <i>Realtime</i> .....	76
21	Hasil Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) Secara <i>Realtime</i> .....	78
22	Prosedur Perhitungan Kepadatan Pakan Alami Pada Aplikasi Image J .....	81
23	Perkembangan Larva Bandeng ( <i>C. chanos</i> ) Setiap Hari Pengamatan.....	80
24	Dokumentasi Penelitian .....	81

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) merupakan pilihan yang cocok untuk dibudidayakan karena memiliki pertumbuhan yang cepat dan efisien dalam pemanfaatan pakan alami, kebiasaan makan herbivora, ketahanan terhadap penyakit, dan toleransi terhadap berbagai faktor ekologi (Hussain *et al.*, 2021). Namun, pada kegiatan pembenihan cenderung menjadi masalah dalam proses produksi ikan bandeng yakni terkait dengan efisiensi produksinya.

Periode larva pada kegiatan pembenihan merupakan salah satu fase yang kritis dalam periode pertumbuhan yakni ketika kuning telur (*yolk*) sudah habis dan mulai mengonsumsi pakan dari luar (*exogenous feeding*). Larva sangat bergantung pada pakan alami yang cocok (sesuai ukuran atau bukaan mulut larva), mudah dicerna serta dapat memenuhi kebutuhan nutrisinya sehingga menghasilkan pertumbuhan dan sintasan yang baik (Pangkey *et al.*, 2019) serta ketersediaan jumlah pakan alami yang tepat terutama pada tahap perkembangan awal larva. Adapun jenis pakan alami yang digunakan dalam pemeliharaan larva bandeng yakni *Chlorella* sp. dan *Brachionus plicatilis*.

Pakan yang telah dikonsumsi atau *Intake of Energy* (IE) pada larva akan melakukan proses pencernaan, penyerapan, pengangkutan dan metabolisme. Kebutuhan energi yang digunakan untuk metabolisme terlebih dahulu harus terpenuhi, apabila energi yang digunakan berlebih maka akan digunakan untuk pertumbuhan (Putra, 2015). Oleh sebab itu, pakan alami yang diberikan harus tersedia dan tepat untuk memenuhi kebutuhan energi dari larva.

Terkait dengan pemanfaatan pakan alami, laju konsumsi oksigen pada larva sangat penting untuk diperhatikan. Tingkat laju konsumsi oksigen (TKO) pada larva merupakan laju konsumsi oksigen yang dilakukan dalam satuan  $\text{mgO}_2/\text{jam/g}$  berat basah (Rudiansyah & Wahidin, 2021). Laju konsumsi oksigen pada larva merupakan salah satu indikator fisiologis yang menggambarkan status metabolisme pada larva terkait dengan penggunaan energi, sehingga dengan mengetahui ritme laju konsumsi oksigen pada larva maka dapat ditentukan kebutuhan pakan alami untuk larva dengan tepat.

Secara umum, menghitung kepadatan plankton dilakukan dengan cara metode subsample. Pada fitoplankton dihitung secara manual menggunakan *Haemocytometer* (Taylor *et al.*, 1997 dalam Nasukha & Aslianti, 2019) dan

zooplankton dihitung menggunakan *Sedgewick Rafter Counting Chamber* (APHA, 2005 dalam Nasukha & Aslianti, 2019) yang diamati dimikroskop. Selain itu, dalam pengukuran kualitas air juga menggunakan alat dan metode yang berbeda sehingga kurang efisien untuk monitoring secara *real time*. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu inovasi yakni dengan menggunakan kecerdasan buatan (*Artificial intelligence*).

Kecerdasan buatan (*Artificial intelligence*) adalah suatu bidang ilmu komputer untuk memecahkan masalah dengan menafsirkan tugas cerdas otomatis (Mustapha *et al.*, 2021). *Artificial intelligence* telah digunakan dalam kegiatan akuakultur. Selain itu, pemantauan lingkungan (*environmental monitoring*) penting dilakukan karena terdapat variabilitas tinggi yang dapat menimbulkan ancaman bagi kegiatan akuakultur. Secara umum, sulit dan memakan waktu dan dapat mengambil risiko spesies yang dibudidayakan (Mustapha *et al.*, 2021).

Penelitian sebelumnya mengenai kepadatan *B. plicatilis* yakni Slamet *et al.*, (1996) menyatakan bahwa pada larva kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) akan mengkonsumsi rotifer pada hari ke-3 di sore hari (70 jam setelah menetas) dengan jumlah rotifer dalam lambung meningkat seiring dengan meningkatnya umur larva dan stabil 24 ind/larva. Prijono *et al.*, (1996) pada pakan awal eksogen Bandeng (*C. chanos*) Pemberian rotifer SS menghasilkan sintasan sebesar 46,85% dengan metode larva umur 2-5 hari diberikan kepadatan 3-5 ind/mL, umur 5-10 kepadatan 5-15 ind/mL, umur 11-15 hari kepadatan 15-20 ind/mL dan umur 16 hari sampai panen kepadatan 25-30 ind/mL. Rosario *et al.*, (2005) *feeding regime* larva bandeng kepadatan 5-10 ind/mL dari D2 sampai D10 dan kepadatan 10-20 ind/mL dari D11 sampai D20, naupli artemia dari D18 sampai D25. Samidjan, (2022) pada larva Baronang diberi pakan *B. plicatilis* Muller sebanyak 24.000 (individu/liter/ekorikan baronang/hari) menghasilkan sintasan 80%.

Kisaran jumlah pakan alami pada pemeliharaan larva ikan bandeng sangat penting guna meminimalisir kekurangan penggunaan pakan alami. Namun, informasi tentang kebutuhan harian pakan alami khususnya *B. plicatilis* pada pemeliharaan larva bandeng masih kurang, sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk menganalisis kebutuhan pakan alami harian pada larva bandeng yang tepat berbasis data laju konsumsi oksigen untuk melihat pemakaian energi pada larva. Selain itu, pengukuran kualitas air secara *real time* dengan memanfaatkan kecerdasan buatan akan disinergikan dan memperoleh suatu *big data* untuk melihat pemanfaatan pakan alami pada larva bandeng.

## **B. Rumusan Masalah**

Kebutuhan pakan alami harian pada larva bandeng merupakan suatu masalah yang menjadi faktor pembatas dalam kegiatan pembenihan. Salah satu upaya dalam mengetahui kebutuhan harian pakan alami pada larva yakni dengan memerhatikan hubungan laju konsumsi oksigen pada larva dan jumlah pakan alami yang dimanfaatkan pada larva. Berdasarkan hal tersebut maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana data laju konsumsi oksigen yang disinergikan dengan jumlah kebutuhan pada larva bandeng dapat dimonitor menggunakan kecerdasan buatan?
2. Bagaimana perubahan laju konsumsi oksigen dapat menjadi alat prediksi untuk pemberian jumlah dan kepadatan *B. plicatilis*?
3. Berapakah kepadatan pakan alami *B. plicatilis* yang tepat dalam memenuhi kebutuhan pakan alami harian pada pemeliharaan larva bandeng?

## **C. Tujuan dan Kegunaan**

Adapun tujuan dan kegunaan penelitian ini untuk:

1. Untuk menganalisis hubungan laju konsumsi oksigen dengan jumlah pakan alami yang dimonitor dengan kecerdasan buatan.
2. Menganalisis jumlah dan kebutuhan *B. plicatilis* pada larva bandeng yang tepat berdasarkan perubahan laju konsumsi oksigen.
3. Untuk menentukan kepadatan pakan alami *B. plicatilis* yang tepat dalam memenuhi kebutuhan harian pada pemeliharaan larva bandeng.

Adapun hasil dari penelitian ini akan dijadikan prediksi pemberian jumlah dan frekuensi pakan alami yang berbasis kecerdasan buatan pada pemeliharaan larva bandeng.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

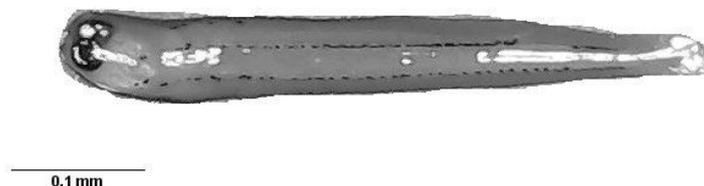
### A. Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) merupakan satu diantara spesies akuakultur terpenting di negara Asia (FAO, 2017) yang menjadi sumber protein hewani. Memiliki rasa yang enak serta kandungan gizi yang cukup tinggi dan kolestrol yang rendah (Ilmani & Handayani, 2020).

#### 1. Klasifikasi dan Morfologi

Secara bahasa, Ikan bandeng dalam klasifikasi disebut dengan *Chanos chanos* dan dalam bahasa Inggris disebut dengan *Milkfish*, ditemukan pertama kali oleh *Dane Forsskal* pada Tahun 1925 di laut merah. Secara taksonomi ikan bandeng diklasifikasikan dalam Phylum: Chordata, Class: Actinopterygii, Order: Gonorynchiformes, Family: Chanidae, Genus: *Chanos*, Species: *Chanos chanos* (Bhakta *et al.*, 2021).

Adapun ciri-ciri utama pada nener atau benih ikan Bandeng yakni berukuran 14 mm–17 mm berasal dari alam ataupun dari hasil pembenihan. Adapun warna nener dari alam memiliki bintik hitam di kepala dan tubuh transparan sedangkan nener hasil pembenihan bewarna keabu-abuan, transparan dan sedikit cerah pada bagian perut. Bentuk tubuh memanjang dan lurus. Gerakan pada nener cenderung aktif bergerak atau berenang melawan arus, dan mengitari dinding atau tepi wadah. Berdasarkan daya tahan tubuhnya nener yang kuat akan berada di permukaan air jika tanpa aerasi dan yang lemah akan berada di dasar (Gambar 1) (SNI, 2013).

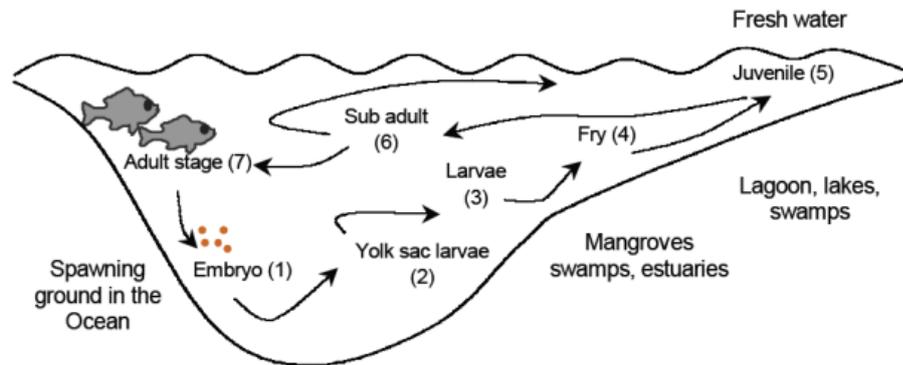


Gambar 1. Larva bandeng (*Chanos chanos*)

#### 2. Siklus Hidup

Ikan bandeng merupakan ikan pangan berkualitas tinggi dengan tingkat pertumbuhan yang cepat dan tahan terhadap penyakit. Diketahui bandeng bertelur

setiap tahun atau dua kali setahun diperairan pantai dengan kedalaman 25 meter. Setiap betina mampu melepaskan hingga lima juta telur pelagis yang menetas dalam waktu sekitar 24 jam. Larva mencari perairan pantai dan muara yang jernih dan membutuhkan suhu sekitar 23°C, salinitas 10-32 ppt dan fitoplankton yang berlimpah (Jaikumar *et al.*, 2013).



Gambar 2. Siklus hidup pada ikan bandeng (*C. chanos*) (dimodifikasi dari Lee, 1995 dalam Jaikumar *et al.*, 2013)

Pembelahan telur dimulai satu jam setelahnya dan penetasan terjadi pada 35-36 jam setelah pemijahan, adapun telur bandeng dengan diameter 1,1 – 1,2 mm dan larva 3,5 mm (saat menetas). Di alam, telur akan dilepaskan ke perairan laut yang lebih dalam dan di wilayah terumbu karang. Larva yang lebih tua akan bermigrasi ke wilayah pesisir (bakau, muara) atau terkadang masuk ke danau air tawar (Gambar 2) (Jaikumar *et al.*, 2013).

Setelah kira-kira satu tahun hidup di pantai atau telah mencapai panjang sekitar 20 cm dan bobot 200 g maka selanjutnya akan pindah ke laut hingga mencapai bandeng dewasa. Ikan bandeng akan berkembang, bermigrasi dan tumbuh hingga (1,5 m dan 20 kg) dan matang secara seksual dalam lima tahun. Bandeng cenderung bertelur di perairan yang asin atau di laut (Gambar 2). Secara alami, pemijahan akan dilakukan dekat dengan terumbu karang atau di dekat wilayah khatulistiwa bertelur sepanjang tahun (Jaikumar *et al.*, 2013).

### 3. Pakan dan Kebiasaan Makan

Pada umumnya pertumbuhan suatu ikan dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas bahan makanan yang tersedia dan dikonsumsi. Dengan demikian, setiap variasi kualitas dan kuantitas bahan makanan akan mempengaruhi laju pertumbuhan ikan. Variasi kualitatif dan kuantitatif bahan makanan alami di badan air dipengaruhi oleh beberapa faktor abiotik dan biotik. Studi tentang makanan dan kebiasaan makan ikan membantu untuk mengetahui apa yang dimakan ikan,

bagaimana ia tumbuh di habitatnya dan dapat digunakan untuk memberi makan ikan selama budidayanya. Kebiasaan makan ikan juga membantu untuk mengetahui hubungan interspesifik dan produktivitas badan air. Dengan mempelajari makanan dan kebiasaan makan, seseorang dapat memahami Pengetahuan tentang biologi pakan membantu untuk mendapatkan hasil yang optimal dengan memanfaatkan semua potensi makanan yang tersedia di air dengan baik tanpa persaingan. Jumlah pakan yang akan diberikan pada berbagai tahap perkembangan dan pertumbuhan juga dapat ditentukan berdasarkan studi ini (Joseph, 2018).

Ikan bandeng merupakan jenis ikan herbivora cenderung sebagai omnivora, yang memakan plankton, alga berfilamen dan beberapa jenis detritus seperti cacing dan krustasea sebagai makanannya. Ikan bandeng memangsa fitoplankton dari kelompok *Chlorella* sp., dan *Bacillariophyceae* (diatom). Selain fitoplankton dari kelompok diatom, bandeng juga memakan organisme bentik sebagai makanannya. Keberadaan dan ketersediaan fitoplankton sebagai pakan alami pada ikan bandeng sangat penting untuk dipelajari karena fitoplankton berfungsi memberikan nutrisi yang baik bagi pertumbuhan ikan bandeng (A'Yun & Takarina, 2019). Selain itu, jenis zooplankton yang digunakan pada pembenihan ikan bandeng yakni Rotifer (*B. plicatilis*).

Ikan bandeng akan aktif mencari makan pada siang hari sehingga digolongkan sebagai ikan Diurnal atau ikan yang aktif mencari makan pada siang hari, Menurut Fujaya (2004) ikan diurnal adalah ikan yang cenderung aktif pada siang hari atau peka terhadap cahaya terang. Mata adalah salah satu organ yang berperan dalam perubahan tingkah laku ikan terhadap lingkungan. Ritme kebiasaan makan pada ikan bandeng akan semakin menurun pada malam hari karena pada saat itu ikan sudah tidak melakukan aktivitas makan dan akan melakukan proses pencernaan makanan (Ilmani & Handayani, 2020). Pada hasil penelitian Ilmani & Handayani (2020), diperoleh kesimpulan bahwa ikan bandeng akan mencari makan pada pagi hari yaitu pada jam 06:00 hingga jam 14:00 dengan puncak pada jam 12:00 dengan isi pada lambung rata-rata sebanyak 75%. Sedangkan pada jam 24:00 hingga jam 04:00 tidak mengkonsumsi makanan (Ilmani & Handayani, 2020).

Pada hasil penelitian Bera *et al.*, (2019) telah diamati bahwa pemeliharaan larva bandeng berhasil dalam tangki berlatar belakang kuning yang diterangi oleh sinar matahari atau lampu neon buatan. Tangki atau wadah latar belakang kuning

melakukan hamburan cahaya maksimum dari dindingnya yang pada gilirannya membantu meningkatkan visibilitas dan kontras mangsa dengan latar belakang kuning untuk larva bandeng. Metode pemeliharaan tangki kuning untuk produksi benih bandeng masal memberikan hasil yang jauh lebih baik daripada warna tangki lainnya.

#### **4. Pengelolaan Larva Bandeng (*C. chanos*)**

Dalam pengelolaan larva bandeng meliputi pengelolaan telur hingga pemeliharaan nener. Dalam pengelolaan telur meliputi pemanenan telur indukan bandeng hasil pemijahan pada bak penampungan telur. Selain itu, dilakukan pembersihan pada telur bandeng untuk memisahkan dari kotoran. Sebelum penebaran dilakukan desinfeksi pada telur agar telur dapat terhindar dari patogen yang menghambat daya tetas. Selanjutnya, setelah telur menetas dilakukan pengambilan sampel untuk menghitung jumlah telur yang menetas (Ramadhani *et al.*, 2019).

Pada pemeliharaan larva atau nener bandeng diberikan pakan alami jenis *Chlorella sp.* dan *B. plicatillis* sedangkan pakan buatan yang diberikan yakni pakan bubuk dengan kandungan nutrisi protein min 37%, lemak min 3%, serat kasar max 3%, dan kadar air max 12%. Pada umur D1-D17 (panen) larva atau nener bandeng akan diberikan pakan alami *Chlorella sp.* dan *B. plicatillis* kepadatan 10-25 ind/mL dengan frekuensi 2 kali sehari yaitu pagi dan siang hari. Pada D7-D17 (panen) frekuensi 4 kali sehari menggunakan metode *ad libitum* atau hingga kenyang sesuai dengan umur, pertumbuhan dan bukaan mulutnya dengan (Ramadhani *et al.*, 2019).

#### **B. Pakan Alami**

Pakan alami merupakan jenis pakan yang diberikan pada tahap awal pemeliharaan larva, hal ini dikarenakan penggunaan pakan buatan tidak menunjukkan perkembangan dan kelangsungan hidup larva sebaik yang diberi pakan alami. Salah satu faktor yang menyebabkan karena belum lengkapnya organ pencernaan pada stadia awal pertumbuhan larva (Lauff & Hofer, 1984; Haryati *et al.*, 2018). Plankton adalah suatu organisme yang dapat mengapung atau bergerak mengikuti arus (Pagoray & Udayana, 2018). Plankton merupakan komunitas biota perairan yang mampu beradaptasi dan berfungsi sebagai makanan alami untuk ikan. Kelimpahan dan keanekaragaman hayatinya menentukan jaring-jaring makanan bagi ikan dan penyumbang utama produksi

oksigen (Yunandar *et al.*, 2020). Secara umum, plankton terbagi atas dua yaitu fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton membentuk dasar jaring makanan akuatik dan sangat beragam. Melalui fotosintesis, fitoplankton bertanggung jawab untuk memproduksi hingga setengah dari oksigen di bumi dan sangat penting dalam mendukung jaring makanan laut maupun air tawar. Sedangkan zooplankton memakan fitoplankton sehingga memainkan peran dalam mentransfer energi dari produsen primer ke konsumen tingkat atas di suatu ekosistem perairan (Titocci *et al.*, 2022).

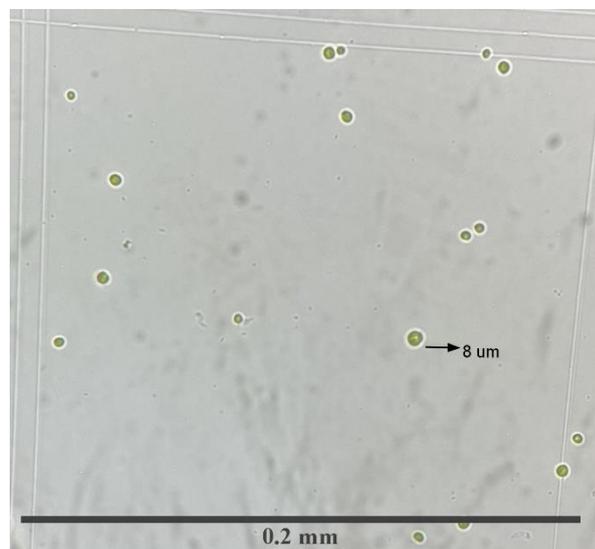
Ikan bandeng (*C. chanos* Forsskal) terkenal sebagai spesies herbivora, sehingga memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap plankton sebagai makanan utamanya, terutama pada stadium larva (Yap *et al.*, 2007). Oleh karena itu, ketersediaan plankton dalam air pemeliharaan larva menjadi pendukung untuk memenuhi kebutuhan larva ikan bandeng dalam kuantitas dan kualitas nutrisi agar dapat mengalami perubahan morfologi, pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva bandeng. Dilaporkan bahwa *Nannokloropsis* sp., *Chlorella*, sp., dan *B. plicatilis* merupakan plankton yang paling cocok dikonsumsi oleh sebagian besar larva laut karena mudah dibudidayakan, kandungan gizinya yang tinggi dan kesesuaiannya dengan ukuran mulut larva (Nasukha & Aslianti, 2019).

Larva dari banyak spesies air memiliki ketergantungan penuh pada makanan hidup zooplankton sebagai makanan dasar, atau mereka memiliki kinerja yang jauh lebih baik ketika dimulai pada makanan hidup (Sontakke *et al.*, 2019). Makanan hidup umumnya dianggap sebagai "kapsul nutrisi hidup", kaya akan protein, vitamin, karbohidrat, mineral, asam amino, dan asam lemak (Simhachalam *et al.*, 2015). Sebagai mangsa nutrisi yang unggul, zooplankton mengandung enzim pencernaan tingkat tinggi (Zeng *et al.*, 2018) dan mampu menghasilkan efek perangsang nafsu makan pada larva (Olivotto *et al.*, 2011). Organisme makanan hidup dapat berenang bebas di kolom air, sehingga selalu dapat diakses oleh larva ikan dan krustasea (Mondal *et al.*, 2018). Adanya gerakan cenderung merangsang respon makan larva. Sebaliknya, pakan yang diformulasikan sering terakumulasi di permukaan air atau beberapa perlahan tenggelam ke dasar, sehingga menjadi kurang dapat diakses oleh larva. Zooplankton seperti rotifera dan artemia sejauh ini merupakan makanan hidup yang paling umum digunakan dalam budidaya ikan bersirip dan krustasea (Das *et al.*, 2014).

## 1. *Chlorella* sp.

Pada larva penggunaan pakan alami sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya karena berfungsi sebagai pemasok energi pada tahap awal pertumbuhan. Pada larva akan membutuhkan pakan dengan kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan ikan besar. Pada pakan alami jenis *Chlorella* sp. memiliki kandungan protein yang tinggi sehingga banyak dikonsumsi pada larva bandeng (Napitupulu *et al.*, 2019).

*Chlorella* adalah mikroalga hijau yang pertama kali diisolasi oleh Beijerinck pada tahun 1980-1893 dan selanjutnya dia mengisolasi simbiosis alga hijau zooChlorellae (Preisig&Andersen, 2005; Ahmad *et al.*, 2018). Salah satu spesies *Chlorella* yang umumnya digunakan pada larva bandeng salah satunya yaitu *Chlorella vulgaris*. *Chlorella vulgaris* termasuk dalam klasifikasi taksonomi berikut: Domain: Eukaryotic, Kingdom: Protista, Divisi: Chlorophyta, Kelas: Trebouxiophyceae, Ordo: Chlorellales, Famili: Chlorellaceae, Genus: *Chlorella*, Spesies: *Chlorella vulgaris*, di mana “chloro” berarti hijau sedangkan “ella” berarti ukuran kecil (Safi *et al.*, 2014). *Chlorella vulgaris* adalah sel bulat atau elips dengan ukuran diameter mulai dari 2 hingga 10  $\mu\text{m}$  (Gambar 3) (Borowitzka, 2013).



Gambar 3. *Chlorella* sp.

*Chlorella* sp. merupakan kelompok mikroalga hijau eukariotik dengan kapasitas fotosintesis, yang mampu bereproduksi dalam beberapa jam dan hanya membutuhkan sinar matahari, karbon dioksida, air dan nutrisi (Mata *et al.*, 2010). Mikroalga ini mudah tumbuh, memiliki siklus hidup yang sederhana dan jalur

metabolisme yang mirip dengan tumbuhan tingkat tinggi. Selain itu, kandungan protein yang tinggi dan kaya akan karotenoid, vitamin dan mineral.

Pertumbuhan *Chlorella* sp. dan komposisi nutrisi terdekatnya dipengaruhi oleh kualitas air seperti tingkat pH, salinitas, suhu dan intensitas cahaya (Sharma *et al.*, 2012). Hasil penelitian El-Sheekh *et al.*, (2020) *Chlorella* sp. pada salinitas 40 ppt mengandung 39,85% dari berat kering, 23,7% karbohidrat dan 14,13% lemak, serta vitamin (B-kompleks, tiamin, C, D, E dan K). Dinding selnya terdiri dari sekitar 20% dari total protein, lebih dari 50% berada di dalam matriks sel dan 30% bermigrasi masuk dan keluar dari sel. Profil asam amino *Chlorella vulgaris* garis cukup baik, karena mensintesis semua asam amino esensial. Selain itu, berperan dalam peningkatan kinerja pertumbuhan, pemanfaatan pakan, kelangsungan hidup, ketahanan terhadap penyakit, penghambatan pengindraan kuorum bakteri, kekebalan, toleransi stress, mikrobiota usus dan bioremediasi perairan (Ahmad *et al.*, 2018).

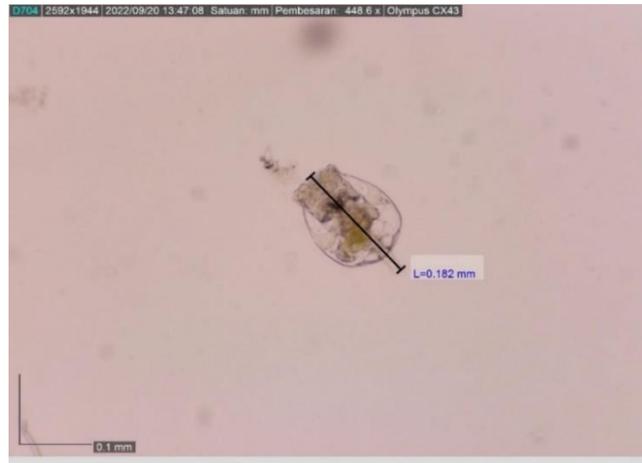
Dalam pemeliharaan larva bandeng secara umum berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya menggunakan pakan alami *Chlorella* sp. dengan kepadatan  $1-5 \times 10^4$  sel/ml (Sriharti, 1997; Rosady *et al.*, 2013).

## **2. *Brachionus plicatilis***

Rotifera adalah kelompok organisme makanan hidup yang penting untuk digunakan dalam pembenihan. Secara global telah dilaporkan pada air tawar, air payau, dan air laut terdapat 2.500 spesies rotifera. Spesies *B. plicatilis* adalah bentuk paling terkenal dari semua rotifera dan berfungsi sebagai makanan awal yang ideal untuk tahap larva awal banyak spesies ikan dan udang di laut maupun air tawar. *B. plicatilis* adalah spesies yang paling umum digunakan untuk memberi makan larva ikan di tempat pembenihan di seluruh dunia (Altaff., 2020).

Muller (1786) dalam Wullur (2017) pada ilustrasinya mendeskripsikan bahwa spesies *B. plicatilis* memiliki kaki dengan 2 buah jari serta lorika yang memiliki 6 buah duri pada bagian anterior dorsal serta 4 buah duri tumpul pada bagian anterior ventral. Adanya karakter morfologi lorika tersebut menjadi kunci pembeda antara rotifer *B. plicatilis* dengan spesies rotifer lain. Saat ini dilaporkan bahwa Rotifer terdiri atas 15 spesies salah satunya yaitu *B. plicatilis* komplek. Adapun beberapa jenis rotifer yang dikelompokkan berdasarkan perbedaan ukuran lorikanya yaitu rotifer tipe-L, tipe-S (atau tipe-SM), dan tipe-SS. Secara umum ukuran lorika ketiga tipe rotifer ini yakni antara 100 – 450  $\mu\text{m}$  (Wullur, 2017). Hagiwara *et al.*, (2001) melakukan pengukuran panjang lorika pada ketiga jenis

rotifer tersebut masing-masing berukuran sekitar untuk tipe L 130- 340  $\mu\text{m}$ , untuk tipe-S 100-210  $\mu\text{m}$  dan untuk tipe SS 90-150  $\mu\text{m}$ .



Gambar 4. Rotifer *B. plicatilis*

Rotifer (*B. plicatilis*) adalah spesies euryhaline, kecil dan berenang lambat, dengan nilai gizi yang baik. Ini sangat cocok untuk budidaya massa karena perkembangan partenogenik dan toleransi terhadap berbagai kondisi lingkungan. Adapun alasan mengapa rotifer sangat banyak digunakan diantaranya memiliki pertumbuhan populasi yang cepat, dapat dikultur dengan kepadatan tinggi, dan kandungan nutrisinya dapat dimanipulasi sehingga cocok dengan kebutuhan nutrisi larva (Wullur, 2017). Rotifer menjadi pilihan ideal sebagai pakan alami bagi larva ikan pada pembenihan ikan laut karena adanya karakter-karakter tersebut yang sulit didapatkan pada jenis zooplankton lainnya seperti kopepoda, daphnia dan lainnya. Selain itu, rotifer sebagai pakan alami memiliki pergerakan renang yang lemah dibandingkan dengan jenis zooplankton lain (Wullur, 2017). Strain yang berbeda dari spesies *B. plicatilis* menunjukkan variasi dalam ukuran mereka. Nilai gizi rotifera untuk larva ikan tergantung pada sumber makanan rotifera. Asam lemak tak jenuh tinggi (HUFA) sangat penting untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan bersirip. Pakan rotifer yang mengandung DHA (asam docosahexaenoic, 22: 6n-3), dan EPA (asam eicosapentaenoic, 20: 5n-3) dapat bermanfaat bagi larva ikan laut. Tergantung pada sumber makanannya, rotifera terdiri dari sekitar 52 hingga 59% protein, hingga 13% lemak dan 3,1% n-3 HUFA. Nilai gizi tinggi rotifera sangat penting untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan (Altaff K., 2020).

Sifat larva cenderung sangat aktif dan bergerombol di permukaan saat akan diberi makan. Untuk itu diperlukan pola penanganan, penyimpanan yang lebih

spesifik melalui pengelolaan pangan dan lingkungan (Dharma *et al.*, 2020). Larva memerlukan pakan alami plankton dan rotifer yang cukup tersedia di dalam bak, karena pada masa pertumbuhan juvenil masih memerlukan jenis pakan alami.

### **C. Laju Konsumsi Oksigen**

Laju konsumsi oksigen merupakan jumlah atau banyaknya oksigen yang dikonsumsi oleh ikan dalam waktu tertentu dan berkaitan dengan ukuran dan berhubungan dengan kadar oksigen yang terdapat pada suatu perairan. Selain itu, konsumsi oksigen juga menunjukkan tingkat metabolisme pada suatu organisme (Ezraneti *et al.*, 2019). Tingkat laju konsumsi oksigen (TKO) merupakan laju konsumsi oksigen yang dilakukan oleh ikan dalam satuan  $\text{mgO}_2/\text{jam/g}$  (Rudiansyah & Wahidin, 2021). Tingkat laju konsumsi oksigen merupakan salah satu aspek penting yang sangat berpengaruh pada kehidupan dan juga pertumbuhan ikan (Ezraneti *et al.*, 2019). Laju konsumsi oksigen pada ikan merupakan salah satu indikator fisiologis yang menggambarkan status metabolisme basal dari ikan. Metabolisme basal adalah tingkat pembelanjaan energi minimal untuk mempertahankan struktur dan fungsi jaringan tubuh (agar tetap hidup) (Putra, 2015). Selain itu, laju konsumsi oksigen merupakan indikator fisiologis yang digunakan untuk mengetahui status kesehatan pada ikan (White *et al.*, 2013). Laju konsumsi oksigen sangat erat kaitannya dengan proses metabolisme. Metabolisme adalah proses fisiologis pada organisme hidup yang mendeskripsikan pengeluaran energi pada organisme tersebut (Prakoso *et al.*, 2018). Sebagian besar metabolisme pada ikan diatur oleh ritme harian (endogen) dan siklus diurnal (eksogen) (Prakoso *et al.*, 2018), sehingga secara ilmiah pengetahuan mengenai ritme laju konsumsi oksigen sehari-hari dan dampak dari kondisi lingkungan sangat penting dalam bidang akuakultur. Prakoso *et al.*, (2018) melaporkan bahwa laju konsumsi oksigen pada ikan akan mencerminkan aktivitas ikan itu sendiri.

Oksigen merupakan bahan utama atau sebagai bahan bakar dalam melakukan proses pemecahan energi (Rudiansyah & Wahidin, 2021). Tingkat laju konsumsi oksigen pada ikan sangat bervariasi yang dapat dipengaruhi oleh suhu, konsentrasi oksigen terlarut, ukuran, tingkat aktivitas, waktu setelah pemberian pakan dan lain-lain.

Nielsen (1990) menyatakan bahwa meningkatnya ukuran tubuh pada ikan akan menurunkan nilai konsumsi oksigen per gram bobot tubuh. Ikan kecil membutuhkan lebih banyak energi dibandingkan dengan ikan besar karena akan

cenderung lebih aktif bergerak. Sehingga ikan kecil akan memiliki konsumsi oksigen lebih besar dibandingkan ikan besar. Oksigen terlarut merupakan oksigen yang terlarut dalam air hal ini dikarenakan sebagian ikan tidak dapat mengambil oksigen secara difusi langsung dari udara (Nugroho *et al.*, 2019). Oksigen terlarut merupakan salah satu unsur penting yang dibutuhkan oleh semua organisme hidup untuk pernapasan dan proses metabolisme yang menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan reproduksi. Selain itu, oksigen terlarut juga dibutuhkan untuk proses oksidasi bahan-bahan organik (Badole *et al.*, 2020). Nilai oksigen terlarut yang optimum akan mengakibatkan nafsu makan pada ikan akan meningkat sehingga penyerapan pakan akan semakin banyak dan pertumbuhan benih pada ikan akan semakin tinggi (Nuraeni *et al.*, 2018). Apabila bobot ikan semakin besar maka semakin banyak pula laju konsumsi oksigen yang digunakan begitupun sebaliknya. Semakin banyak laju konsumsi oksigen, semakin besar laju metabolismenya (Kifly *et al.*, 2020).

Yurisma *et al.*, (2013) menyatakan bahwa apabila oksigen yang dikonsumsi tinggi maka metabolisme tinggi pula, sehingga energi yang diperoleh juga tinggi. Oksigen pada tubuh ikan memiliki peran penting dalam proses pembentukan energi yakni pemecahan glukosa menjadi energi berupa ATP pada respirasi aerob melalui bantuan oksigen (Djauhari *et al.*, 2019).

Seperti yang diketahui ikan bandeng hidup pada kondisi fotoperiode yang alami, dan dapat digolongkan sebagai ikan Diurnal atau ikan yang aktif mencari makan pada siang hari. Sehingga laju konsumsi oksigennya lebih besar pada siang hari dibandingkan malam hari (Prakoso *et al.*, 2018).

#### **D. Pertumbuhan**

Pertumbuhan merupakan perubahan bentuk secara individual pada suatu organisme meliputi penambahan panjang, berat, dan volume dalam periode waktu tertentu. Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh pemberian pakan, dimana peningkatan tingkat pemberian pakan ikan juga akan meningkatkan tersedianya sumber energi (seperti asam amino, struktur lipid, energi) yang dapat menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik (Mohammed *et al.*, 2017).

Pada ikan, pakan yang diberikan harus memiliki nutrisi yang cukup untuk kebutuhan. Jika jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan tidak memenuhi kebutuhan, maka akan terjadi proses pembongkaran energi di dalam tubuh (katabolisme) (Yustiati *et al.*, 2019).

Dari hasil penelitian Ismi *et al.*, (2021) menyatakan bahwa Copepod sebagai zooplankton merupakan pakan alami dengan nutrisi yang baik untuk larva tetapi mempunyai siklus hidup yang lama yaitu sekitar 12 hari dan kepadatan yang digunakan untuk kultur masal rendah sehingga tidak dapat mencukupi untuk pakan utama larva. Dari hasil penelitian ini maka copepod dari genus *Acartia* hanya bisa dipakai sebagai campuran pakan larva bersamaan dengan rotifer. Kepadatan rotifer yang diberikan pada media pemeliharaan sebagai pakan awal akan naik jumlahnya seiring dengan perkembangan larva. Rotifer yang diberi pakan *Chlorella* sp. mempunyai kandungan 20:5n3 sebesar 24,1% dan 22:6n3 sebesar 0,9% (Ismi *et al.*, 2021). Oleh sebab itu, untuk menunjang pertumbuhan larva pada ikan Bandeng disarankan diberikan pakan alami dari jenis *Chlorella* sp. dan Rotifer (*B. plicatilis*).

#### **E. Sintasan**

Sintasan merupakan suatu perbandingan antara jumlah ikan yang hidup dari awal sampai akhir pemeliharaan. Kelangsungan hidup merupakan suatu parameter yang digunakan sebagai tolak ukur untuk melihat toleransi ikan terhadap lingkungan. Semakin besar nilai persentase yang diperoleh maka semakin tinggi pula kemampuan ikan untuk bertahan hidup (Yustiati *et al.*, 2019).

Secara umum, tingkat kelangsungan hidup yang rendah cenderung terjadi pada fase transisi pada larva. Menurut Muhardisah (2020) larva ikan yang belum mendapatkan pakan dari luar akan mengandalkan kandungan pada kuning telur sebagai energi utama untuk kelangsungan hidup larva. Selain itu, faktor lingkungan seperti ketersediaan pakan bagi larva juga mempengaruhi kelangsungan hidup (Muhardisah, 2020). Pada awalnya, larva akan melakukan penyerapan nutrisi pada kuning telur sebagai nutrisi endogen, menjelang habisnya kuning telur maka larva akan mulai mencerna makanan dari luar untuk memperoleh energi (Muhardisah, 2020). Larva yang tidak mampu beradaptasi dengan perubahan ini maka akan mengalami kematian (Muhardisah, 2020).

Faktor-faktor lingkungan kualitas air seperti suhu, oksigen terlarut, intensitas cahaya dan salinitas serta cara pemeliharaan juga sangat berperan dalam proses produksi dalam pembenihan sehingga dapat menghasilkan benih yang berkualitas (Dharma, 2015). Selain itu, faktor stress juga dapat menjadi pemicu yang disebabkan ketika dilakukan proses pengukuran panjang dan bobot, karena pada saat ikan stress akan menurunkan daya tahan tubuh sehingga menurunkan nafsu makan hingga terjadinya mortalitas (Ayuzar *et al.*, 2021).

## F. Hubungan Pertumbuhan dan Laju konsumsi oksigen

Keterbatasan oksigen menyebabkan pengurangan pertumbuhan (Jutfelt *et al.*, 2021). Keterbatasan oksigen dan ketidakseimbangan diet adalah aspek kunci yang mempengaruhi *feed intake* atau asupan pakan (FI) dan kinerja pertumbuhan pada ikan budidaya. *Feed intake* (FI) merupakan penentu utama pertumbuhan. Pada ikan, FI dipengaruhi oleh faktor makanan, lingkungan dan/atau fisiologis. Dampak tingkat oksigen terlarut (DO) pada FI telah banyak dilakukan pada spesies ikan yang berbeda. Secara umum, FI menurun dengan penurunan DO, karena sifat fisiologis ini dibatasi oleh kapasitas pengambilan oksigen (Magnoni *et al.*, 2018). Faktor nutrisi juga mempengaruhi penggunaan energi dan ketersediaan oksigen sehingga dapat menimbulkan kendala pada FI, meskipun ikan mungkin memiliki mekanisme yang efektif untuk mengkompensasi perubahan asupan energi untuk mencapai keseimbangan energi. Keseimbangan elektrolit makanan (misalnya kandungan mineral) dan tingkat DO penting terhadap keseimbangan energi dan kinerja pertumbuhan saat ikan diberi makan sampai kenyang. Memahami faktor-faktor yang mempengaruhi FI dapat membantu meningkatkan pengelolaan dan kondisi praktis budidaya ikan (Magnoni *et al.*, 2018).

Makanan harus tersedia pada tingkat yang sesuai segera setelah nafsu makan ikan kembali untuk memastikan asupan pakan maksimum dan efisien (Rønnestad *et al.*, 2013). Sebagian besar aktivitas metabolisme pada ikan terkait dengan laju konsumsi oksigen (Das *et al.*, 2018). *Oxygen consumption rate* atau Tingkat laju konsumsi oksigen (OCR) merupakan aspek fisiologis penting dan juga dipengaruhi oleh perubahan parameter lingkungan, termasuk suhu, pH, salinitas, Oksigen terlarut dan CO<sub>2</sub> dalam air, nutrisi, musim, dan tingkat aktivitas, jenis kelamin, dan berat badan ikan (Pörtner, 2010). Status metabolisme oksigen pada ikan dapat dibagi menjadi metabolisme standar, aktif, dan rutin (Das *et al.*, 2018). Metabolisme standar mengacu pada OCR tanpa aktivitas spontan, aktivitas metabolisme rutin mengacu pada OCR dengan aktivitas spontan, dan metabolisme aktif mengacu pada OCR dengan aktivitas paksa atau perlakuan. Metabolisme standar dan aktif terutama dipelajari di laboratorium, sedangkan metabolisme rutin dipelajari di tangki atau kolam (Das *et al.*, 2018).

Ketika makan, tingkat metabolisme awalnya meningkat tajam sebagai bagian dari respon pencernaan dan tetap meningkat untuk waktu yang lama, sebelum akhirnya kembali ke tingkat dasar (Jutfelt *et al.*, 2021).

## G. Kecerdasan Buatan (*Artificial intelligence*)

Kecerdasan buatan (*Artificial intelligence*) adalah ilmu teknologi yang mempelajari dan mengembangkan teori baru, metode baru, teknologi baru, dan sistem aplikasi baru untuk mensimulasikan dan memperluas kecerdasan manusia (Wang *et al.*, 2021). Paradigma utama AI yang diakui adalah memecahkan masalah dengan menafsirkan tugas cerdas otomatis (Mustapha *et al.*, 2021). *Artificial intelligence* telah digunakan secara menyeluruh untuk identifikasi ikan hidup, klasifikasi spesies, analisis perilaku, keputusan makan, estimasi ukuran atau biomassa, dan prediksi kualitas air, yang menghasilkan hasil akurasi tinggi daripada metode tradisional (Mustapha *et al.*, 2021). Inti dari kecerdasan buatan yakni penggunaan alat yang dapat dipelajari tanpa pemrograman yang ketat, dan merupakan teknologi utama untuk mewujudkan sistem keputusan yang cerdas (Zhao *et al.*, 2021) karena jika dilakukan secara tradisional, sulit dan memakan waktu dan kadang-kadang mengambil risiko spesies yang dibudidayakan (Mustapha *et al.*, 2021).

Kecerdasan buatan telah banyak digunakan pada bidang akuakultur *salah satunya* dalam penentuan plankton di perairan. Untuk plankton kecil dan mikro menggunakan Imaging FlowCytobot untuk pemantauan jangka panjang mikrozooplankton dan fitoplankton dari 10 hingga 100MM (Li *et al.*, 2020). Dalam penelitian Li *et al.*, (2020) memperkenalkan dataset Gambar mikroskopis fitoplankton baru, yang berisi 10.819 Gambar mikroskopis fitoplankton dari 24 kelas yang berbeda yaitu dataset PMID2019.

Akuakultur cerdas (*Intelligent aquaculture*) adalah mode produksi yang cerdas yang menggunakan IoT (*internet of things*). IoT adalah dasar dari akuakultur cerdas. Peralatan cerdas yang digerakkan oleh IoT adalah dasar akuakultur cerdas, yang dapat mengatasi keterbatasan tenaga kerja dan mengurangi masalah lingkungan dan sumber daya yang disebabkan oleh akuakultur. Akuakultur cerdas melibatkan aspek-aspek berikut: Mengumpulkan informasi melalui berbagai sensor suhu dan kelembaban, CO<sup>2</sup> sensor, sensor cahaya, sensor oksigen terlarut, berbagai sensor lainnya untuk parameter kualitas air, kamera, dan peralatan akuisisi data citra digital lainnya; Mengirimkan data yang dikumpulkan ke pusat kendali melalui node komunikasi. Informasi ini dapat mencakup pertumbuhan ikan, parameter lingkungan, operasi, dan alokasi sumber daya; Pemrosesan data dan pengambilan keputusan dilakukan di platform cloud (Li & Li, 2020).

Salah satu penggunaan kecerdasan buatan (*Artificial intelligence*) yakni dalam pemantauan kualitas air secara *real time*. Dalam Fakhriyah *et al.*, (2022) melakukan pengembangan alat PTS dengan sensor (pH, TDS, dan Salinitas) dalam menentukan kualitas air budidaya Ikan bandeng (*C. chanos*). Sistem kerja sensor pH yakni setiap larutan akan memberikan tegangan yang berbeda berdasarkan kandungan ion dalam larutan. Sensor akan menerimanya untuk menghasilkan sinyal analog (Fakhriyah *et al.*, 2022). Fungsi elektroda pada pH meter yakni memantau perbedaan tegangan yang disebabkan oleh aktivitas ion positif hidrogen (H<sup>+</sup>) dalam larutan (Fakhriyah *et al.*, 2022). Dan penggunaan sensor TDS adalah sensor konduktivitas, padatan terlarut dan sensor salinitas yang sensitif terhadap bahan konduktif dengan kedalaman 5,5 cm dari ujung sensor. Sensor tersebut terhubung langsung ke Arduiono pin analog (Fakhriyah *et al.*, 2022).

#### **H. Kualitas Air**

Kualitas air merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk diperhatikan karena akan sangat berpengaruh terhadap kualitas, kelangsungan hidup serta pertumbuhan pada larva bandeng selama pemeliharaan. Sebagai media pada hidup ikan, maka kondisi kualitas air harus sesuai dengan kelayakan hidup pada ikan secara optimal.

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan fisik utama yang mempengaruhi fisiologi ikan melalui efek pada metabolisme secara keseluruhan dan keseimbangan energi. Sebagian besar ikan diklasifikasikan sebagai *ektoterm*, yaitu fisiologi yang sangat dipengaruhi oleh suhu. Suhu akan mempengaruhi laju metabolisme pada ikan sehingga akan mempengaruhi keseimbangan energi dan tingkah laku. Performa maksimal pada ikan terjadi pada kisaran suhu optimal, dan menurun ketika diluar kisaran optimal dan menjadi nol pada suhu kritis atas dan bawah (Volkoff & Rønnestad, 2020). Ikan yang terkena perubahan suhu sedang biasanya dapat mempertahankan kinerja yang mendekati optimal dengan mengubah perilaku mereka atau fisiologinya dengan aklimatisasi (Volkoff & Rønnestad, 2020). Suhu dapat mempengaruhi kinerja lokomotor ikan dan kemampuan untuk menangkap makanan dan juga untuk melarikan diri dari predator dengan peningkatan suhu optimal dan penurunan suhu optimal dengan cepat. Perubahan suhu juga menyebabkan variasi dalam sifat fisik air yang dapat mempengaruhi pergerakan ikan.

Suhu optimum untuk budidaya bandeng adalah 20-43°C (Ganesh *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian (Ganesh *et al.*, 2020) suhu mematikan untuk bandeng remaja adalah > 42,7 °C dan <8,5°C. Suhu rendah (<23°C) menurunkan aktivitas, daya tanggap, asupan makanan, pertumbuhan, dan perkembangan benur dan juvenil bandeng; suhu tinggi memiliki efek sebaliknya (Ganesh *et al.*, 2020). Dari hasil penelitian Haser *et al.*, (2018), melakukan pengujian suhu 25, 28, 31 dan 33 °C terhadap sintasan larva ikan bandeng dan diperoleh bahwa suhu 31 °C dapat meningkatkan derajat sintasan larva ikan bandeng dan suhu dibawah 28°C dapat mengakibatkan larva ikan bandeng diserang jamur dan tidak dapat berkembang secara baik. Adapun berdasarkan SNI (2013) suhu optimum untuk produksi telur dan nener Bandeng yakni berkisar antara 28°C - 32 °C.

pH merupakan indeks konsentrasi ion hidrogen (H<sup>+</sup>) yang merupakan master variabel dalam parameter kualitas air karena ion hidrogen mempengaruhi banyak reaksi. Adapun kisaran pH optimal untuk sebagian besar organisme akuatik adalah 6.5-8.5, dan titik kematian asam dan basa sekitar pH 4 dan pH 11 (Boyd, 2014).

Derajat keasaman (pH) akan menunjukkan apakah air tersebut bersifat asam atau basa. Apabila pH *suboptimal* akan berakibat buruk pada spesies yang dipelihara dan menyebabkan ikan stres, mudah terserang penyakit, produktivitas serta pertumbuhan menjadi rendah. pH air menjadi rendah atau bersifat asam salah satunya dapat disebabkan oleh tingginya jumlah kepadatan pada ikan yang dipelihara sehingga sisa metabolisme yang dihasilkan pada ikan pun banyak (Nugroho *et al.*, 2019). Menurut Chiste *et al.*, (2020), pH dapat mempengaruhi beberapa reaksi kimia yang terjadi secara alami di lingkungan perairan. Parameter ini juga mengganggu permeabilitas membran sel dan mengubah transpor ionik (Chiste *et al.*, 2020).

Berdasarkan (Ganesh *et al.*, 2020) kisaran pH yang cocok untuk budidaya ikan adalah antara 6,7 dan 9,5 dan tingkat pH Ideal antara 7,5 dan 8,5 dan di atas dan di bawah ini membuat ikan stres. Adapun berdasarkan SNI (2013) pH air yang optimum untuk produksi telur dan nener bandeng yaitu berkisar antara 7,00 – 8,5.

Salinitas yakni total konsentrasi ion dalam air. Salinitas dapat ditentukan dari analisis lengkap air dengan menjumlahkan konsentrasi semua ion (Boyd, 2014). Salinitas mempengaruhi tingkat proses osmotik dan penyerapan air (Fariedah *et al.*, 2021). Semakin tinggi salinitas maka semakin besar energi yang dibutuhkan untuk proses osmoregulasi, sehingga energi yang seharusnya dibutuhkan untuk

pertumbuhan dan mempertahankan kelangsungan hidupnya berkurang. Karena jika salinitas yang tinggi tidak dibarengi dengan kemampuan osmoregulasi maka akan mengakibatkan kematian (Fariedah *et al.*, 2021).

Ikan bandeng merupakan ikan teleost dengan sifat euryhaline sehingga telah menyebabkan berbagai sistem budidaya yang berbeda di daerah tawar, payau maupun laut (Hanke *et al.*, 2018). Ayuzar *et al.*, (2021) menyatakan pada salinitas 15-35 ppt ikan Bandeng dapat tumbuh dengan baik. Sedangkan berdasarkan SNI (2013) salinitas yang optimum untuk produksi telur dan nener bandeng yaitu berkisar antara 30 ppt – 35 ppt .

Oksigen terlarut merupakan oksigen dalam bentuk terlarut didalam air hal ini dikarenakan tidak semua ikan dapat mengambil oksigen secara difusi langsung dari udara (Nugroho *et al.*, 2019). Keterbatasan oksigen adalah merupakan faktor yang dapat membatasi kinerja pertumbuhan di awal kehidupan. Selanjutnya, perubahan suplai oksigen lingkungan, jika di luar kemampuan organisme untuk mengkompensasi melalui mekanisme kompensasi pasif atau aktif, akan menyebabkan lingkup aerobik yang lebih rendah secara keseluruhan dan menyebabkan timbulnya pembatasan oksigen lebih awal (Neubauer & Andersen, 2019).

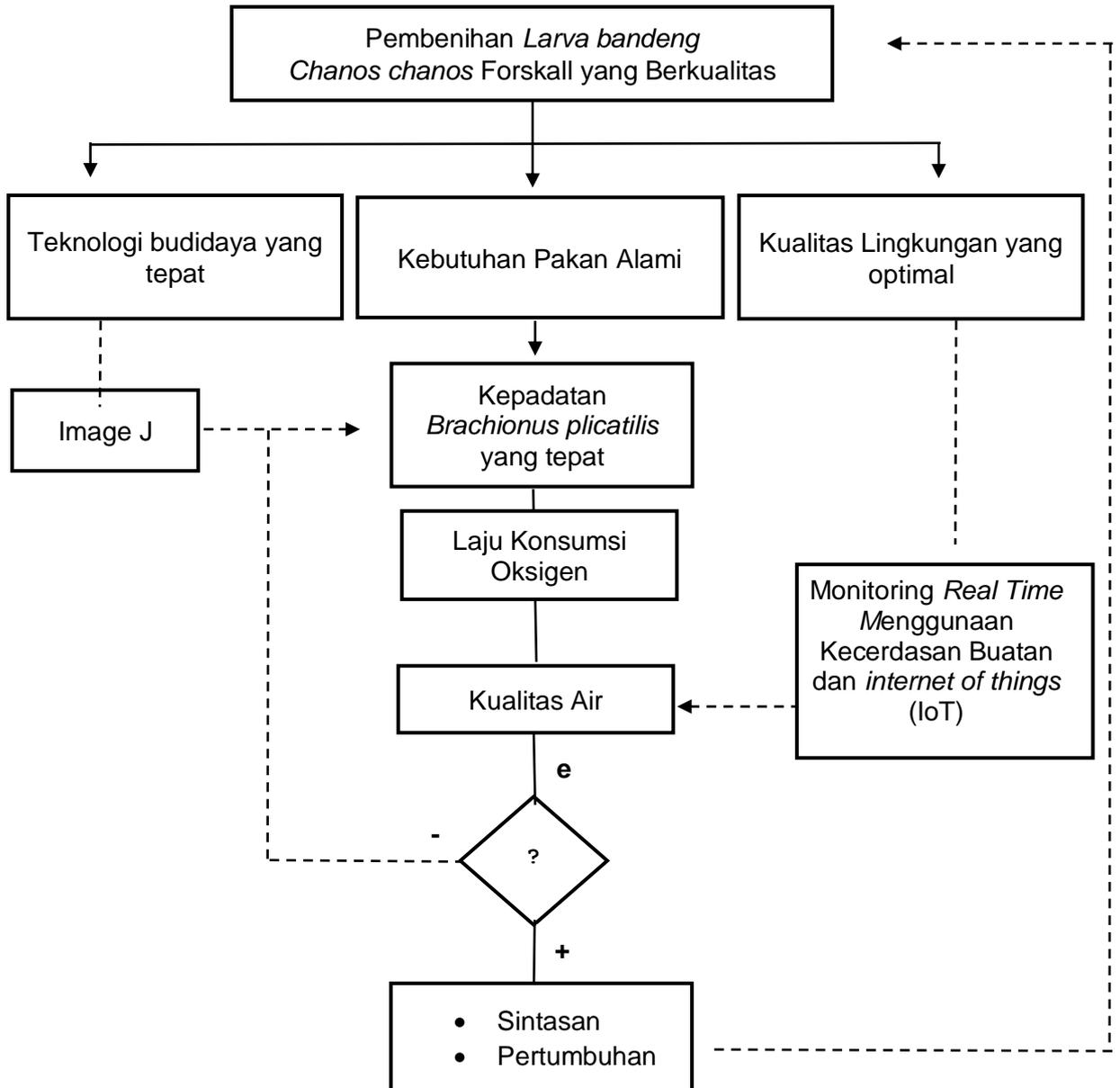
Berdasarkan (Ganesh *et al.*, 2020) untuk bandeng juvenil kadar oksigen minimal yang mematikan adalah 0,1-0,3 mg/L. Tingkat DO >5ppm sangat penting untuk mendukung produksi ikan yang baik. Hal ini sesuai dengan penetapan oksigen terlarut optimum untuk produksi telur dan nener bandeng berdasarkan SNI (2013) yaitu minimal 5 ppm.

*Total Dissolved Solid* (TDS) dalam air berasal dari suspensi mineral dan bahan organik serta makhluk hidup seperti mikroorganisme air. Berdasarkan baku mutu air PP No. 82 (2001) (kelas II dan III), kisaran TDS untuk budidaya ikan adalah 1000 mg/L. Sukmawantara *et al.*, (2021) ditafsirkan dalam penelitiannya bahwa semakin kecil konsentrasi padatan terlarut di perairan ini semakin baik untuk pemeliharaan ikan. Tingginya kadar TDS dapat disebabkan oleh banyaknya senyawa organik dan anorganik yang larut dalam air, mineral dan garam (Sukmawantara *et al.*, 2021).

## **I. Kerangka Pikir**

Pada kegiatan pembenihan larva bandeng, periode larva merupakan suatu fase yang kritis yakni fase peralihan dari *endogenous feeding* ke *exogenous feeding*. Dalam pemeliharaan larva sangat bergantung pada ketersediaan pakan

dengan jumlah yang tepat dan cocok bagi larva serta lingkungan pemeliharaan yang sesuai. Sehingga untuk memperoleh larva bandeng yang berkualitas dibutuhkan suatu upaya agar ketersediaan pakan beserta lingkungan pemeliharaan dapat di kontrol secara *real time* dengan suatu alat kecerdasan buatan. Adapun kerangka pikir dari penelitian dapat dilihat pada (Gambar 5).



Gambar 5. Kerangka pikir penelitian

## **J. Hipotesis**

Berdasarkan tujuan penelitian, maka hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data hasil laju konsumsi oksigen pada larva bandeng dapat dihubungkan dengan data hasil konsumsi pakan alami selama pemeliharaan
2. Hasil laju konsumsi oksigen pada larva bandeng dapat digunakan sebagai acuan untuk memprediksi jumlah dan frekuensi pakan alami yang tepat
3. Terdapat kepadatan pakan alami *B. plicatilis* yang tepat untuk memenuhi kebutuhan harian larva bandeng.