

**MONITORING KUALITAS AIR SECARA REAL TIME
PADA BERBAGAI KEPADATAN BUDIDAYA
BENIH IKAN KAKAP PUTIH (*Lates calcarifer*)**



**SALWA AL MUNAWWARA
L031201023**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**MONITORING KUALITAS AIR SECARA REAL TIME
PADA BERBAGAI KEPADATAN BUDIDAYA
BENIH IKAN KAKAP PUTIH (*Lates calcarifer*)**

**SALWA AL MUNAWWARA
L031201023**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**MONITORING KUALITAS AIR SECARA REAL TIME
PADA BERBAGAI KEPADATAN BUDIDAYA
BENIH IKAN KAKAP PUTIH (*Lates calcarifer*)**

**SALWA AL MUNAWWARA
L031201023**

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Budidaya Perairan

pada

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI
MONITORING KUALITAS AIR SECARA REAL TIME
PADA BERBAGAI KEPADATAN BUDIDAYA
BENIH IKAN KAKAP PUTIH (*Lates calcarifer*)

SALWA AL MUNAWWARA
L031201023

Skripsi,
telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada
23 April 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

Program Studi Budidaya Perairan
Departemen Perikanan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,


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

Pembimbing Pendamping,


Dr. Ir. Hasni Yulianti Azis, MP.
NIP. 19640727 199103 2 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi


Dr. Andri Alif Hidayani, S.Pi., M.Si.
NIP. 19800502 200501 2 002



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Monitoring Kualitas Air Secara Real Time Pada Berbagai Kepadatan Budidaya Benih Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Ir. Muh. Iqbal Djawad, M.Sc., Ph.D dan Dr. Ir. Hasni Yulianti Azis, MP. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 23 April 2024



Salwa Al Munawwara
L031201023

Ucapan Terima Kasih

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan skripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Bapak Ir. Muh. Iqbal Djawad, M.Sc., Ph.D. sebagai pembimbing utama dan Ibu Dr. Ir. Hasni Yuliati Azis, MP. sebagai pembimbing pendamping. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada beliau. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada Bapak Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si. yang telah mengizinkan kami untuk melaksanakan penelitian dan kesempatan menggunakan fasilitas dan peralatan di Laboratorium Penangkaran dan Rehabilitasi Ekosistem Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Terima kasih juga saya sampaikan kepada Ikhsan Humaerah Fatta Basri atas bantuan selama penelitian berlangsung.

Kepada Bapak Dr. Ir. Dody Dharmawan Trijuno, M.App.,Sc. selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen penguji dan Ibu Dr. Ir. Badraeni, MP. selaku dosen penguji yang telah memberikan pengetahuan dan masukan berupa kritik dan saran yang membangun selama proses penyusunan skripsi berlangsung. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada seluruh civitas akademika Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang telah membantu dan memfasilitasi saya menempuh program sarjana. Ucapan terima kasih kepada teman-teman seperjuangan penelitian Wilka dan Wulan yang senantiasa memberikan dukungan serta semangat untuk penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.

Akhirnya, segala perjuangan saya hingga titik ini saya persembahkan kepada kedua orang tua tercinta saya Ayahanda Sawaluddin S.Pd dan Ibunda St. Patimasang atas segala doa dan motivasinya. Hidup menjadi begitu mudah ketika kita memiliki orang tua yang lebih memahami kita daripada diri kita sendiri. Kepada adik-adik tercinta saya Muh. Sakwan Al Musakkar dan Saitun Ayatul Husna yang selalu memberikan kekuatan dan hiburan selama saya menempuh pendidikan. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kepada teman-teman tercinta seperjuangan semasa kuliah Adinda, Caca, Meisya, Nasyatul, Novi, Siska dan Zalsa atas motivasi dan dukungan yang tak ternilai serta teman-teman Aquaculture 2020. Terimakasih tak terhingga kepada sahabat saya Iis, Pipi, Nisa, Dila, Affandi, Faiz yang selalu memberikan doa dan dukungannya.

Penulis,



Salwa Al Munawwara

ABSTRAK

SALWA AL MUNAWWARA. **Monitoring Kualitas Air Secara Real Time Pada Berbagai Kepadatan Budidaya Benih Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*)** (dibimbing oleh Muhammad Iqbal Djawad dan Hasni Yulianti Azis).

Latar belakang. Budidaya ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) memiliki potensi yang besar untuk dibudidayakan karena pertumbuhannya yang relative cepat. Namun, tingkat produksi yang rendah seringkali disebabkan oleh kepadatan pemeliharaan yang mempengaruhi kualitas air. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kepadatan yang optimal dengan memantau perubahan kualitas air harian terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan kakap putih menggunakan *Internet of Things* (IoT). **Metode.** Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari tiga perlakuan kepadatan (1 ind/L, 3 ind/L, 5 ind/L) dengan masing-masing tiga kali ulangan. Parameter kualitas air yang dimonitoring menggunakan *Internet of Things* adalah suhu, oksigen terlarut, pH dan *Total Dissolved Solid* (TDS) selama 20 hari. **Hasil.** Pola perubahan setiap parameter kualitas air berbeda-beda sesuai dengan perlakuan. Suhu berkisar antara 27,0-27,8°C untuk semua perlakuan. Kadar oksigen terlarut (DO) menunjukkan kestabilan dimana perlakuan A 5,0-5,9 mg/L, perlakuan B 5,0-6,3 mg/L dan perlakuan C 4,8-6,1 mg/L. Variasi nilai pH antar perlakuan dimana perlakuan A 6,7-7,5, perlakuan B 6-7,7 dan perlakuan C 6-7,8. Nilai TDS antar perlakuan berbeda selama periode pemeliharaan. TDS perlakuan A berada pada kisaran yang paling rendah yaitu 848-1051 mg/L, perlakuan B 883-1296 mg/L dan perlakuan C berada pada kisaran yang paling tinggi yaitu 1188-1318 mg/L. **Kesimpulan.** Tingkat kepadatan yang berbeda memiliki dampak terhadap perubahan kualitas air harian. Monitoring menggunakan *Internet of Things* (IoT) dapat membantu menentukan tingkat kepadatan terbaik untuk pemeliharaan benih ikan kakap putih.

Kata kunci: Benih kakap putih; monitoring; kualitas air; kepadatan

ABSTRACT

SALWA AL MUNAWWARA. **Real-time monitoring of Water Quality at Various Cultivation Densities of Asian Seabass (*Lates calcarifer*)** (supervised by Muhammad Iqbal Djawad and Hasni Yulianti Azis)

Background. Asian sea bass (*Lates calcarifer*) aquaculture has great potential for development due to its fast growth. However, low production levels are often caused by overcrowding which affects water quality. **Aim.** This research aims to map the optimal density level by monitoring daily water quality changes on the growth and survival of sea bass using the *Internet of Things* (IoT). **Method.** This study used a completely randomized design (CRD) consisting of three density treatments (1 ind/L, 3 ind/L, 5 ind/L) with three replications each. Water quality parameters monitored using artificial intelligence were temperature, dissolved oxygen, pH, and Total Dissolved Solid (TDS) for 20 days. **Results.** The pattern of change of each water quality parameter varied according to the treatment. Temperature ranged from 27.0-27.8°C for all treatments. Dissolved oxygen (DO) levels showed stability where treatment A 5.0-5.9 mg/L, treatment B 5.0-6.3 mg/L, and treatment C 4.8-6.1 mg/L. Variations in pH values between treatments where treatment A 6.7-7.5, treatment B 6-7.7, and treatment C 6-7.8. TDS values between treatments differed during the rearing period. TDS of treatment A was in the lowest range of 848-1051 mg/L, treatment B 883-1296 mg/L and treatment C was in the highest range of 1188-1318 mg/L. **Conclusion.** Different density levels have an impact on daily water quality changes. Monitoring using the *Internet of Things* (IoT) can help determine the best density level for rearing sea bass cultivation.

Keywords: Asian seabass larvae; monitoring; water quality; density

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
<i>CURRICULUM VITAE</i>	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.3 Kajian Teori.....	2
BAB II. METODE PENELITIAN.....	6
2.1 Tempat dan Waktu.....	6
2.2 Bahan dan Alat	6
2.3 Metode Penelitian	7
2.4 Pelaksanaan Penelitian	7
2.5 Pengamatan dan Pengukuran.....	10
2.6 Analisis Data	10
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	11
3.1 Kualitas Air	11
3.2 Laju Pertumbuhan Harian	26
3.3 Sintasan	27
BAB IV. KESIMPULAN	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Bahan yang digunakan selama penelitian	6
2. Alat yang digunakan selama penelitian	6
3. Rerata Laju Pertumbuhan Harian Benih Ikan Kakap Putih.....	26

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Desain tata letak satuan percobaan	7
2. Wadah penelitian yang digunakan.....	7
3. Mekanisme <i>Internet of Things</i>	9
4. Perubahan kualitas air perlakuan A (D1) sampai (D5)	11
5. Perubahan kualitas air perlakuan A (D6) sampai (D10).....	12
6. Perubahan kualitas air perlakuan A (D11) sampai (D15).....	13
7. Perubahan kualitas air perlakuan A (D16) sampai (D20).....	14
8. Perubahan kualitas air perlakuan B (D1) sampai (D5)	16
9. Perubahan kualitas air perlakuan B (D6) sampai (D10)	17
10. Perubahan kualitas air perlakuan B (D11) sampai (D15).....	18
11. Perubahan kualitas air perlakuan B (D16) sampai (D20).....	19
12. Perubahan kualitas air perlakuan C (D1) sampai (D5)	21
13. Perubahan kualitas air perlakuan C (D6) sampai (D10).....	22
14. Perubahan kualitas air perlakuan C (D11) sampai (D15)	23
15. Perubahan kualitas air perlakuan C (D16) sampai (D20)	24
16. Laju pertumbuhan harian benih ikan kakap putih.....	26
17. Tingkat kelangsungan hidup benih ikan kakap putih	27

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Halaman
1. Rata-rata kualitas air harian pemeliharaan benih ikan kakap putih.....	34
2. Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)	35
3. Hasil analisis ragam laju pertumbuhan harian benih ikan kakap putih.....	35
4. Deskripsi analisis ragam laju pertumbuhan harian benih ikan kakap putih ..	35
5. Sintasan benih ikan kakap putih.....	36
6. Hasil analisis ragam sintasan benih ikan kakap putih	36
7. Deskripsi analisis ragam sintasan benih ikan kakap putih.....	36
8. Dokumentasi Penelitian	37

CURRICULUM VITAE

A. Data Pribadi

1. Nama : Salwa Al Munawwara
2. Tempat, Tanggal Lahir : Kanreapia, 11 Mei 2003
3. Alamat : Jl. Kr. Pado' No.17 Malino
4. Kewarganegaraan : Warga Negara Indonesia

B. Riwayat Pendidikan

1. Tamat SD Tahun 2014 di SD Negeri Centre Malino
2. Tamat SMP Tahun 2017 di SMP Negeri 1 Tinggimoncong
3. Tamat SMA Tahun 2020 di SMA Negeri 4 Gowa

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budidaya ikan kakap putih (*L. calcarifer*) merupakan salah satu komoditas perikanan air payau yang memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan karena memiliki pertumbuhan yang relatif cepat. Menurut (Prajayanti *et al.*, 2023) salah satu ikan ekonomis penting yang berpotensi untuk dibudidayakan adalah ikan kakap putih (*L. calcarifer*), dikarenakan pertumbuhannya relatif cepat, mudah menyesuaikan diri dengan lingkungan dan memiliki pangsa pasar yang cukup besar baik dalam negeri ataupun luar negeri.

Saat ini, budidaya ikan kakap putih (*L. calcarifer*) di Indonesia masih belum banyak berkembang. Salah satu faktor yang menghambat kegiatan budidaya ikan kakap putih adalah rendahnya tingkat produksi karena kepadatan pemeliharaan yang berpengaruh terhadap kualitas air (Cahyani *et al.*, 2022). Kendala tersebut disebabkan karena pemantauan perubahan kualitas air setiap waktu yang belum mampu dilakukan secara *real time*. Kualitas air merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam menunjang keberlangsungan hidup dan pertumbuhan organisme budidaya, karena kualitas air yang buruk dapat mempengaruhi keberlangsungan hidup biota yang dipelihara (Telaumbanua *et al.*, 2023). Para pembudidaya ikan di Indonesia saat ini masih melakukan monitoring kualitas air secara manual menggunakan alat pengecekan suhu, pH, oksigen terlarut dan TDS (Prasetya *et al.*, 2022).

Selain kualitas air kepadatan juga dapat mempengaruhi keberlangsungan hidup ikan karena dapat terjadi persaingan ruang gerak. Penelitian (Noval *et al.*, 2019) perbedaan kepadatan ikan kakap putih fase juvenil dengan kepadatan 2 ind/2L menunjukkan kepadatan berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan kakap putih. Tingkat kepadatan yang ideal yang mampu menyebabkan tingkat pemanfaatan makanan oleh ikan dapat berjalan lebih optimal karena energi yang didapatkan melalui makanan dapat dimanfaatkan secara penuh untuk proses pertumbuhan, bukan untuk bertahan hidup (Maiyana *et al.*, 2023). Hasil penelitian dari (Alfia *et al.*, 2013) juga ditemukan bahwa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipelihara dengan kepadatan berbeda menunjukkan bahwa jumlah kepadatan yang tinggi dapat menyebabkan kematian. Penelitian ini membuktikan apabila ruang gerak ikan menjadi terbatas maka akan menghambat ikan dalam mendapatkan makanan yang dapat menurunkan daya tahan tubuh ikan dan kualitas air pada media pemeliharaan. Dalam (Diansari *et al.*, 2013) juga dijelaskan bahwa peningkatan kepadatan akan diikuti dengan penurunan pertumbuhan sehingga pada kepadatan tertentu pertumbuhan akan terhenti karena telah mencapai titik *carrying capacity* (daya dukung lingkungan). Oleh sebab itu, kepadatan yang

tinggi mengakibatkan naiknya konsentrasi amoniak yang terakumulasi dari pakan dan menurunnya kualitas air.

Penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam memonitoring perubahan kualitas air harian perlu diterapkan dan dioptimalkan dengan memanfaatkan teknologi masa kini. *Internet of Things* (IoT) untuk sistem monitoring kualitas air merupakan sebuah konsep perangkat yang mampu melakukan transfer data yang tidak memerlukan manusia sebagai perantaranya, melainkan menggunakan internet sebagai perantara (Prasetya *et al.*, 2022). Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai pemetaan kepadatan terbaik berdasarkan perubahan kualitas air harian yang dimana tidak menghadirkan pembudidaya ikan secara rutin disekitar kolam budidaya. Dengan kemajuan saat ini dalam hal kecerdasan buatan yang diintegrasikan dengan *Internet of Things* (IoT), dapat diterapkan untuk pemantauan dan penanganan kualitas air secara *real-time* melalui sensor dan teknologi analisis data yang canggih dan memberikan informasi perubahan kualitas air yang akurat (Wang *et al.*, 2022).

1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kepadatan terbaik dengan memonitoring perubahan kualitas air harian terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan kakap putih dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT).

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan pengetahuan mengenai tingkat kepadatan terbaik yang dapat meningkatkan produksi, pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan kakap putih dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT).

1.3 Kajian Teori

1.3.1 Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor utama dalam kegiatan budidaya ikan. Kualitas air harus berkesesuaian dengan lingkungan yang dibutuhkan oleh ikan budidaya karena menjadi faktor paling penting dalam keberhasilan kegiatan budidaya ikan. Menurut (Permana, 2018), kualitas air dapat dilihat dari parameter kimia maupun parameter fisik. Parameter kimia tersebut meliputi kadar pH, salinitas, kesadahan dan kandungan senyawa kimia. Sedangkan, parameter fisika meliputi suhu, kecerahan, kekeruhan (TDS), warna air, kedalaman air dan lain sebagainya.

1.3.1.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter kualitas air yang sangat berpengaruh dalam pemeliharaan ikan. Hampir setiap organisme yang hidup memiliki suhu optimum untuk kehidupannya (Cahyani *et al.*, 2022). Suhu dapat mempengaruhi beberapa aspek kehidupan ikan seperti metabolisme, pertumbuhan, reproduksi hingga perilaku ikan. Semakin tinggi suhu pemeliharaan, maka semakin cepat laju metabolisme ikan yang juga akan

berpengaruh terhadap kemampuan ikan dalam mencari makanan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Juharni *et al.*, 2022; Windarto *et al.*, 2019) menyatakan bahwa suhu optimal pemeliharaan ikan kakap putih berkisar antara 26-30°C. Hal tersebut juga dijelaskan oleh (Riadhi *et al.*, 2017) bahwa suhu air sangat berpengaruh terhadap perkembangan dan pertumbuhan ikan. Suhu air yang tidak sesuai, baik terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan ikan tidak dapat bertumbuh dengan baik.

1.3.1.2 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* merupakan parameter kimia kualitas air yang dibutuhkan oleh organisme akuatik untuk proses metabolisme yang terjadi didalam tubuh. Dalam (Windarto *et al.*, 2019) dijelaskan bahwa nilai DO yang baik untuk budidaya air laut berada pada kisaran 5 mg/L. Hal ini diperkuat oleh (Shubhi *et al.*, 2017) yang menyatakan bahwa konsumsi oksigen tiap jenis ikan berbeda-beda, ikan pelagis seperti kakap putih memerlukan DO yang lebih tinggi dibandingkan ikan demersal. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Juharni *et al.*, 2022) kandungan oksigen terlarut yang relatif stabil untuk pemeliharaan ikan kakap putih fase larva adalah 4-6,5 mg/L. Secara umum kandungan oksigen yang terlalu rendah (<3 mg/L) akan menyebabkan nafsu makan organisme dan tingkat pernapasannya rendah, berpengaruh pada tingkah laku dan proses fisiologi seperti tingkat kelangsungan hidup, pernafasan, sirkulasi, makanan, metabolisme dan pertumbuhan. Bila kondisi ini berlanjut untuk waktu yang relatif lama maka konsumsi pakan akan terhenti.

1.3.1.3 Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan parameter kimia kualitas air yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan. Nilai pH menjadi aspek yang penting untuk diperhatikan dalam kelangsungan hidup ikan yang harus sesuai dengan kisaran hidupnya (Irawan *et al.*, 2019). Berdasarkan penelitian (Bond, 2011; Sahputra *et al.*, 2017) menyatakan bahwa pH optimal untuk pemeliharaan benih ikan kakap putih berkisar pada 6-8. Dalam (Irawan *et al.*, 2019) dijelaskan bahwa nilai pH yang sesuai mampu menghasilkan kelangsungan hidup yang optimal. Nilai pH yang tinggi akan menyebabkan keseimbangan antara amonium dan amoniak akan terganggu sehingga dapat menyebabkan meningkatnya konsentrasi amoniak yang bersifat toksik bagi organisme. Hal tersebut didukung oleh pernyataan (Diansari *et al.*, 2013) bahwa persentase ammonia (NH₃) dalam perairan berbanding lurus dengan meningkatnya pH air. Pada saat pH tinggi, ammonia (NH₃) yang terbentuk tidak terionisasi dan akan bersifat toksik bagi ikan.

1.3.1.4 *Total Dissolved Solid (TDS)*

Total Dissolved Solid merupakan parameter kimia air berupa sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipencarkan oleh bahan-bahan organik dan anorganik, baik tersuspensi maupun terlarut yang terdapat dalam air. Dalam (Sumarno *et al.*, 2015) menjelaskan bahwa TDS yang tinggi menyebabkan terganggunya sistem osmoregulasi ikan yaitu pernafasan dan daya lihat dan menghambat penetrasi cahaya masuk ke perairan. Ketika TDS semakin tinggi menyebabkan kemampuan insang untuk mengambil oksigen terlarut menjadi menurun dan bahkan menyebabkan insang tidak dapat berfungsi (Sumarno *et al.*, 2015). Berdasarkan baku mutu air PP No. 28 (2001) (kelas II dan III), kisaran TDS untuk budidaya ikan adalah 1000 mg/L.

1.3.2 *Sistem Monitoring Kualitas Air dan Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) telah berkontribusi pada inovasi praktik akuakultur konvensional selama beberapa tahun terakhir. Tenaga kerja yang dibutuhkan oleh teknik budidaya ikan konvensional meningkatkan biaya produksi karena pekerja dibutuhkan untuk mengawasi tambak. Produksi akuakultur akan mengalami perlambatan karena kekurangan tenaga kerja. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan perubahan besar berupa suatu sistem akuakultur pintar yang bisa dikelola dari jarak jauh. Dengan *Internet of Things*, biaya tenaga kerja dapat dikurangi dan produktivitas dapat ditingkatkan. Teknologi tersebut akan berdampak signifikan pada pemantauan dan analitik di masa depan (Chiu *et al.*, 2022). Saat ini, terdapat beberapa solusi yang mempermudah para pembudidaya dalam memonitoring kualitas air kolam budidayanya. Namun, masih sedikit yang menyajikan solusi dalam memonitor dan mengontrol kualitas air budidaya di waktu yang bersamaan dikalangan masyarakat Indonesia. Pada penelitian sebelumnya, yang telah dilakukan oleh (Prasetya *et al.*, 2022) dengan penerapan IoT pada kolam ikan gurami berbasis website. Pemantauan dan pengontrolan kualitas air dilakukan secara *real time*. Sistem akuakultur yang berbasis IoT dapat dilakukan secara bersamaan memantau kualitas air dan memberikan fungsi peringatan untuk meningkatkan peringatan dini dan waktu respons. Selain itu, data yang dikumpulkan dari sistem IoT tersebut dapat berkontribusi pada akuakultur yang lebih akurat dan cerdas melalui penggunaan sensor. Dengan demikian, penghematan energi dan kualitas air yang stabil dapat diterapkan.

Penggunaan sistem *Internet of Things (IoT)* dalam memonitoring perubahan kualitas air harian memberikan banyak keuntungan bagi para pembudidaya. Keuntungan yang dapat diperoleh dari penerapan IoT adalah data yang diterima setiap sensor kualitas air dikendalikan oleh alat mikrokontroler arduino yang mengatur penyimpanan, komparasi dan transmisi data. Unit komputer yang telah terhubung dengan arduino melalui jaringan wifi akan secara langsung (*real time*) menerima nilai parameter yang terdeteksi.

1.3.3 Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Kakap Putih

Pertumbuhan ikan merupakan perubahan bentuk atau ukuran tubuh ikan yang dapat dilihat dari pertambahan ukuran panjang dan berat dalam satuan waktu (Christin *et al.*, 2020). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup dapat dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik seperti kemampuan ikan dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan dan kualitas air budidaya. Adapun faktor abiotik antara lain ketersediaan pakan dan kualitas media hidup yang sesuai dengan kebutuhan ikan (Sanjaya *et al.*, 2021). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Sahputra *et al.*, 2017) dijelaskan bahwa pertumbuhan ikan secara fisik diekspresikan dengan adanya perubahan jumlah atau ukuran sel penyusun jaringan tubuh pada periode waktu tertentu. Dalam akuakultur berkelanjutan, ikan yang dibudidayakan mampu tumbuh dan hidup dengan baik karena adanya pengelolaan nutrisi berupa pakan yang sesuai dan kualitas air yang optimal (Ul Hassan *et al.*, 2021).

Kelangsungan hidup ikan dapat didefinisikan sebagai nilai persentase jumlah ikan yang hidup selama pemeliharaan. Kelangsungan hidup ikan kakap putih ditentukan oleh kondisi lingkungan sekitar dan pakan (Iskandar & Elrifadah, 2015). Kualitas air yang buruk akan memberikan dampak yang sangat besar terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan kakap putih (Kevin *et al.*, 2022). Lingkungan yang sesuai dan ketersediaan pakan yang cukup akan mendukung pertumbuhan yang optimal. Menurut (Haque *et al.*, 2021) ikan kakap putih memiliki pertumbuhan yang relatif cepat baik di air tawar maupun air laut sehingga pangsa pasar dan nilai ekonomisnya sangat tinggi. Kelangsungan hidup ikan sangat ditentukan oleh pakan dan kualitas air. Pemberian pakan yang cukup dan kualitas air yang sesuai akan meningkatkan kelangsungan hidup ikan yang dipelihara, sebaliknya kekurangan pakan dan kualitas air yang buruk akan berdampak terhadap kesehatan ikan dan akan menurunkan kelangsungan hidup ikan yang dipelihara (Akbar, 2012). Menurut (Irawan *et al.*, 2019), kelangsungan hidup yang dicapai suatu populasi merupakan gambaran hal interaksi dari daya dukung lingkungan dengan respon populasi yang ada diantara faktor-faktor yang mempengaruhi sintasan yang utama adalah kepadatan dan jumlah ikan.