

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam industri budidaya perikanan, termasuk budidaya ikan lele (*Clarias sp*), telah menjadi sektor penting dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani di banyak negara. Pada tahun 2022, Kementerian Kelautan dan Perikanan menetapkan target produksi perikanan budidaya sebesar 18,77 juta ton untuk mencapai target pada program terobosan perikanan budidaya ekspor. Target ini menunjukkan pentingnya peran budidaya ikan, termasuk ikan lele, dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional maupun internasional [1].

Budidaya ikan lele memiliki potensi besar sebagai sumber pangan yang bergizi, karena kandungan proteinnya yang tinggi dan nutrisi lainnya yang penting bagi kesehatan manusia. Ikan lele (*Clarias sp*) mengandung nutrisi seperti protein dengan kadar tinggi, yaitu 17,7% hingga 26,7%, serta kandungan lemak yang relatif rendah, berkisar antara 0,95% hingga 11,5%. Selain itu, ikan lele juga termasuk makanan kaya protein rendah lemak yang mengandung berbagai vitamin dan mineral, seperti vitamin A, fosfor, vitamin B1, kalsium, vitamin B6, karoten, vitamin B12, zat besi, dan asam amino [1].

Keunggulan nutrisi ini, ditambah dengan kemampuan ikan lele untuk beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan, menjadikannya salah satu komoditas unggulan dalam sektor perikanan budidaya. Hal ini mendukung upaya untuk memenuhi kebutuhan pangan yang berkelanjutan sekaligus memberikan peluang besar bagi inovasi teknologi dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya ikan lele.

Meskipun demikian, budidaya ikan lele juga dihadapkan pada sejumlah tantangan yang perlu diatasi untuk memastikan keberhasilannya. Salah satu permasalahan utama yang sering terjadi di kolam ikan lele

adalah perubahan parameter kritis tingkat amonia di dalam air yang bersifat toksik [2]. Perubahan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti cuaca yang ekstrem dan pemberian pakan ikan berlebih. Tingginya tingkat amonia dalam air dapat menyebabkan stres pada ikan, menyebabkan penurunan imunitas dan bahkan kematian. Toksisitas akut amonia pada ikan, terutama disebabkan oleh dampaknya terhadap sistem saraf pusat, menghasilkan serangkaian reaksi yang dimulai dari kejang-kejang hingga akhirnya kematian [2]. Proses ini terjadi ketika konsentrasi amonia di lingkungan perairan meningkat, mengganggu kemampuan ikan untuk mengeluarkan amonia dari tubuh atau bahkan mengakibatkan penyerapan amonia dari lingkungan sekitarnya. Dalam akhirnya, peningkatan konsentrasi amonia di dalam tubuh ikan menyebabkan gangguan pada sistem saraf pusat, yang menghasilkan gejala kejang dan mengakibatkan kematian [2]. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif yang mampu memantau dan mengelola parameter kualitas air secara *real-time*, sehingga dapat mencegah dampak fatal yang diakibatkan oleh peningkatan konsentrasi amonia dalam kolam ikan.

Table 1.1. Data Kematian Ikan Akibat Amonia

Tanggal	Lokasi	Jumlah Ikan Mati (Ton)	Total Kerugian (Rp)	Terdampak (Orang)
Januari 2023	Boyolali	100	2.700.000.000	31
Desember 2021	Danau Maninjau Padang	200	3.500.000.000	150

Tabel 1.1 memperlihatkan rangkuman jumlah kematian ikan akibat amonia, yang terjadi pada dua lokasi berbeda, yaitu Boyolali dan Danau Maninjau. Data ini merinci jumlah ikan yang mati, total kerugian ekonomi,

dan jumlah orang yang terdampak oleh kejadian tersebut. Data di bawah ini diambil dari situs berita daring kompas.id yang berjudul “Lagi, Ratusan Ton Ikan Mati Di Danau Maninjau” yang diunggah pada tanggal 12 Desember 2021 [3], dan situs semarang.bisnis.com yang berjudul “Ribuan Ikan Mati Di Boyolali Karena Fenomena *Upwelling*, Apa Itu?” yang diunggah pada tanggal 4 Januari 2023 [4].

Pemantauan kondisi kolam ikan lele saat ini umumnya dilakukan dengan cara manual oleh para pembudidaya. Metode ini rentan terhadap *human error* dan tidak mampu memberikan informasi secara *real-time* tentang kondisi air di dalam kolam. Selain itu, frekuensi pengambilan sampel dan pengukuran parameter air juga terbatas oleh keterbatasan waktu dan sumber daya manusia. Hal ini berpotensi mengakibatkan penundaan dalam deteksi masalah yang dapat berdampak negatif pada kesehatan dan pertumbuhan ikan lele.

Sebagai gambaran, penelitian yang penulis lakukan terhadap permasalahan yang dihadapi oleh pembudidaya ikan lele di lokasi penelitian Karangreja, Purwokerto Kidul, Kecamatan Purwokerto Selatan, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah yang telah dilakukan observasi langsung dan wawancara dengan narasumber (Bapak Rahmat), dokumentasi wawancara dapat dilihat pada daftar lampiran. Hasil observasi dan wawancara dengan narasumber tersebut, didapat masalah yang sering ditemui pada kolam ikan adalah bau tidak sedap yang muncul dari kolam ikan. Pembudidaya beranggapan bahwa peningkatan volume air saat cuaca ekstrem dan jenis pakan yang diberikan menjadi penyebab bau tidak sedap ini muncul. Bau air yang tidak sedap dan peningkatan suhu air yang tidak terduga mengindikasikan adanya masalah kualitas air, yang kemungkinan disebabkan oleh peningkatan konsentrasi amonia [2]. Kasus ini menunjukkan pentingnya pemantauan terhadap kualitas air secara *real-time* untuk mendeteksi masalah sejak dini dan mencegah dampak negatifnya pada pertumbuhan dan kesehatan ikan lele.

Ketidakstabilan kualitas air, seperti perubahan parameter amonia, suhu, dan pH, dapat berdampak negatif pada kesehatan dan pertumbuhan ikan lele. Kondisi ini tidak hanya meningkatkan risiko stres dan kematian ikan, tetapi juga mengakibatkan kerugian ekonomi yang signifikan bagi para peternak. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif yang mampu mengatasi permasalahan tersebut dengan pendekatan yang efisien dan berbasis teknologi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah solusi inovatif berupa sistem *live monitoring* berbasis *Android* yang memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan algoritma *machine learning K-Modes* untuk klasifikasi kualitas air. Sistem ini dirancang untuk mengintegrasikan perangkat IoT seperti sensor suhu, pH, dan amonia yang terhubung dengan platform *Android*, memungkinkan pemantauan kondisi air kolam secara *real-time*. Algoritma *K-Modes* digunakan dalam sistem ini karena kemampuannya dalam mengelompokkan data kategorikal berdasarkan parameter yang telah ditentukan, seperti "aman" dan "tidak aman," untuk memberikan klasifikasi kualitas air secara akurat.

Aplikasi *Android* yang dikembangkan tidak hanya menyediakan antarmuka pengguna yang mudah digunakan untuk memantau data, tetapi juga dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis. Fitur ini akan memberi peringatan kepada pembudidaya apabila parameter kualitas air mendekati atau melewati ambang batas kritis. Selain itu, sistem dapat memberikan rekomendasi tindakan berdasarkan klasifikasi yang dihasilkan oleh algoritma, sehingga meminimalkan waktu respons dalam menangani kondisi air yang tidak ideal. Dengan adanya solusi ini, pembudidaya ikan lele dapat menjaga kualitas air secara lebih efektif, mengurangi risiko kerugian, dan meningkatkan efisiensi dalam proses budidaya secara keseluruhan.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini berfokus pada penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan *machine learning* untuk memantau kualitas air kolam ikan secara

real-time serta penerapannya di kalangan pembudidaya ikan lele di Karangreja, Purwokerto Kidul, Kabupaten Banyumas. Sistem yang dirancang akan mengintegrasikan sensor untuk mendeteksi parameter penting seperti suhu, pH, dan kadar amonia, serta menggunakan algoritma *K-Modes* untuk mengklasifikasikan kualitas air secara cepat dan akurat. Melalui aplikasi *Android*, sistem ini akan memberikan notifikasi otomatis kepada pengguna, memungkinkan mereka untuk segera mengambil tindakan preventif maupun korektif guna menjaga kualitas air dan mengurangi risiko kerugian. Dengan penerapan teknologi ini, penelitian ini bertujuan memberikan solusi praktis dan inovatif guna meningkatkan efisiensi budidaya ikan lele di daerah tersebut.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang, maka pertanyaan penelitian yang dapat diambil adalah:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan model *machine learning* untuk klasifikasi kualitas air berdasarkan parameter suhu, pH, dan kadar amonia? Pertanyaan ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengembangan algoritma *K-Modes* yang mampu mengklasifikasikan data parameter air ke dalam kategori kualitas air seperti "aman" atau "tidak aman," sehingga dapat memberikan hasil yang akurat dan aplikatif.
2. Bagaimana merancang aplikasi berbasis Android yang dapat mengintegrasikan model *machine learning* *K-Modes* dengan perangkat IoT untuk memantau kualitas air secara *real-time*? Fokusnya adalah pada pengembangan aplikasi yang mampu menerima data dari sensor IoT, memproses data tersebut menggunakan model *machine learning* *K-Modes*, dan memberikan notifikasi kepada pengguna secara efisien dan responsif.

1.4. Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan dan pengembangan aplikasi dan model *machine learning*:

- a. Perancangan dan pengembangan aplikasi menggunakan bahasa pemrograman *Dart* dengan menggunakan *framework Flutter* karena dalam prosesnya yang memudahkan pengembang untuk meningkatkan efisiensi dan performa. Pilihan ini memastikan aplikasi dapat diakses lebih luas, mendukung tujuan penelitian untuk memberikan solusi praktis kepada peternak ikan lele.
- b. Algoritma yang digunakan untuk membuat model *machine learning* adalah K-Modes. K-Modes digunakan untuk mengelompokkan data kategorikal seperti "aman" atau "tidak aman" berdasarkan parameter kualitas air (amonia, suhu, pH). Algoritma ini cocok karena data penelitian bersifat kategorikal (label kualitas air) dan tidak memerlukan model prediktif melainkan klasifikasi. Algoritma ini juga mendukung klasifikasi kualitas air dengan mudah, mempermudah peternak memahami kondisi air kolam.
- c. Integrasi antara aplikasi dan sistem IoT dibatasi untuk pengambilan data dari sensor-sensor yang terhubung dengan perangkat IoT.
- d. Penelitian ini akan fokus pada pengembangan perangkat lunak aplikasi dan model *machine learning* tetapi tidak membahas secara mendalam mengenai aspek perangkat keras dari sistem IoT.

2. Variabel dan Alat Penelitian:

- a. Variabel yang dijadikan objek penelitian adalah amonia, suhu, dan pH air.
- b. Alat yang dirancang hanya untuk memantau tingkat amonia, suhu, dan pH air.

3. Sistem *Live Monitoring*:

- a. Sistem live monitoring pada kolam ikan lele hanya akan menerima dan mengirimkan data dalam format tertentu yang telah ditentukan sebelumnya.
4. Fokus Model Machine learning:
- a. Pembuatan model machine learning akan difokuskan pada klasifikasi kualitas air berdasarkan variabel yang telah ditetapkan, seperti suhu, pH, dan kadar amonia. Model akan menentukan apakah air termasuk kategori "aman" atau "tidak aman" yang bertujuan memberikan informasi langsung yang relevan bagi peternak tanpa melibatkan proses interpretasi data yang rumit. Hal ini diterapkan untuk mempermudah pengguna dalam memahami perubahan kualitas air.
 - b. Batasan sumber data untuk melatih dan menguji model machine learning hanya akan memanfaatkan data yang tersedia secara public atau data yang diperoleh dari kolam ikan lele tertentu yang telah mendapat izin dari pemilik lokasi penelitian.
5. Evaluasi Performa Model *Machine learning*:
- a. Evaluasi performa model machine learning akan dilakukan dengan menggunakan Silhouette Score. Metode ini digunakan untuk mengukur sejauh mana data dalam suatu cluster mirip satu sama lain dibandingkan dengan data di cluster lain. Metode ini umum digunakan untuk mengevaluasi model clustering tanpa label ground-truth.

1.5. Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan penelitian yang akan dicapai adalah sebagai berikut:

1. Membuat model machine learning K-Modes untuk klasifikasi kualitas air berdasarkan data yang diperoleh dari sensor IoT.

2. Membuat aplikasi yang dapat mengintegrasikan model machine learning dengan sistem IoT untuk memberikan data pantauan secara langsung dan peringatan dini terkait kualitas air kolam ikan lele.

1.6. Manfaat Penelitian

Berikut uraian dari manfaat-manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah:

1. Meminimalisir *Human Error*: Pemantauan kondisi kolam ikan lele secara manual rentan terhadap human error. Dengan adanya sistem *live monitoring* yang otomatis, kesalahan manusia dapat diminimalisir, sehingga data yang diperoleh lebih akurat dan reliabel.
2. Mendorong Inovasi dalam Budidaya Perikanan: Penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam budidaya ikan lele merupakan langkah inovatif yang dapat mendorong perkembangan teknologi dalam sektor perikanan. Penelitian ini dapat menjadi contoh dan inspirasi bagi pembudidaya lainnya untuk mengadopsi teknologi serupa dalam usaha budidaya mereka.
3. Memberikan pengetahuan tentang *Internet of Things* (IoT).
4. Memberikan pengetahuan tentang *machine learning*.