

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan patin merupakan salah satu komoditas unggulan dalam sektor perikanan Indonesia yang memiliki potensi besar untuk mendukung perekonomian nasional. Dengan kondisi lingkungan yang mendukung, Indonesia menjadi tempat yang ideal untuk budidaya ikan patin. Komoditas ini telah menunjukkan peningkatan produksi yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, baik untuk memenuhi kebutuhan pasar. Keunggulan ikan patin terletak pada nilai ekonomisnya yang tinggi, pertumbuhan yang cepat, dan adaptabilitas terhadap berbagai kondisi lingkungan, sehingga menjadikannya salah satu pilihan utama dalam pengembangan akuakultur modern[1]. Sektor perikanan secara keseluruhan merupakan salah satu pilar utama yang mendukung perekonomian Indonesia. Khususnya, ikan patin telah mencatat pertumbuhan produksi yang signifikan [2].

Budidaya ikan patin di Indonesia terus mengalami peningkatan yang signifikan, dengan rata-rata kenaikan produksi mencapai 30,73% per tahun dari tahun 2020 hingga 2024 [2]. Salah satu pendekatan inovatif yang berpotensi besar untuk pengembangan budidaya ikan patin adalah sistem budidaya dalam ember (Budikdamber). Metode ini memanfaatkan ember sebagai media budidaya yang hemat ruang dan mudah diterapkan, sehingga sangat cocok untuk masyarakat yang ingin memanfaatkan sumber daya air secara efisien tanpa memerlukan lahan luas.

Melalui metode Budikdamber, air dapat dimanfaatkan secara efektif untuk mendukung pertumbuhan ikan patin sekaligus menjadi solusi budidaya yang berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan produksi ikan patin tetapi juga memberdayakan masyarakat untuk mengoptimalkan sumber daya yang tersedia dengan lebih praktis. Potensi ini semakin relevan mengingat kebutuhan akan produksi perikanan yang terus meningkat [2].

Namun, keberhasilan dalam budidaya ikan patin tidak hanya bergantung pada pengelolaan perairan yang luas, tetapi juga pada pemantauan kualitas air secara terus-menerus. Kualitas air yang optimal merupakan syarat utama bagi kesehatan ikan, yang mencakup parameter fisik dan kimia seperti pH, salinitas, kekeruhan, oksigen terlarut, dan suhu[1]. Kualitas air yang tidak terjaga dengan baik dapat

menyebabkan stres pada ikan, mengurangi laju pertumbuhan, bahkan menyebabkan kematian. Oleh karena itu, pengelolaan kualitas air yang efektif sangat diperlukan untuk mencapai hasil yang maksimal dalam budidaya ikan patin [3].

Selain itu salah satu aspek penting dalam mendukung keberhasilan budidaya ikan patin adalah pemberian pakan yang berkualitas. Pakan yang diberikan harus memiliki kandungan protein yang memadai, yaitu sekitar 25–30%, untuk mendukung pertumbuhan optimal ikan patin. Pakan juga menjadi faktor produksi utama yang mempengaruhi keberhasilan dan keberlanjutan usaha[4]. Biaya pakan relatif tinggi, diperkirakan mencapai 70%–90% dari total biaya operasional budidaya. Oleh karena itu, diperlukan strategi penyediaan pakan yang tepat, baik dari segi kualitas maupun kuantitas, untuk menekan biaya operasional dan meningkatkan efisiensi usaha[4].

Selama ini, pemantauan kualitas air di banyak kolam budidaya ikan masih dilakukan secara konvensional, yang menghabiskan banyak waktu dan tenaga. Hal ini menjadi tidak efisien, mengingat pentingnya pemantauan secara terus-menerus untuk memastikan kondisi air tetap sesuai dengan kebutuhan ikan[5]. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah dengan merancang sistem kontrol otomatis untuk *monitoring* kualitas air dan suhu di kolam budidaya ikan patin. Sistem ini dapat mengurangi ketergantungan pada pemantauan manual dan memberikan kemudahan dalam pengelolaan perairan secara *real-time* dan jarak jauh, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya ikan patin[6].

Sistem ini bekerja dengan cara memasang berbagai sensor pada kolam budidaya untuk mengukur parameter-parameter kualitas air seperti pH, suhu, kadar zat padat terlarut, dan kekeruhan. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini kemudian dikirimkan secara berkala ke sebuah platform *cloud* melalui jaringan internet. Frekuensi pengambilan data setiap 1 kali sehari. Dengan demikian, perubahan kualitas air dapat dipantau secara *real-time* dan lebih cepat terdeteksi jika terjadi penyimpangan dari kondisi normal.

Data yang tersimpan di *cloud* kemudian diolah menggunakan algoritma *machine learning*, seperti *random forest*, untuk menganalisis pola dan tren perubahan kualitas air. Hasil analisis ini dapat digunakan untuk membuat prediksi

tentang kondisi air, sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih dini. Selain itu, data yang terkumpul juga dapat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas berbagai strategi pengelolaan kolam budidaya.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang baru dalam pengelolaan akuakultur. IoT memungkinkan pengumpulan data secara *real-time* terkait kualitas air parameter lingkungan seperti suhu, pH, kadar zat padat terlarut, dan kekeruhan, yang sangat penting untuk mendukung keberhasilan budidaya ikan patin [7]. Dengan adanya sistem kontrol otomatis yang berbasis IoT, pengelolaan kolam dapat dilakukan secara lebih presisi dan efisien, mengurangi risiko kesalahan manusia dan memperbaiki kondisi hidup ikan.

Saat ini, sistem *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan kemampuan pengolahan data dan pengambilan keputusan secara otomatis. Dengan adanya sistem IoT tidak hanya sekadar mengumpulkan data, tetapi juga mampu menganalisis dan membuat keputusan berdasarkan data yang diperoleh secara *real-time*[8]. Penggunaan AI, khususnya dalam bidang *machine learning*, terbukti efektif dalam mengolah data yang kompleks dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat dan tepat waktu, terutama pada sistem yang memerlukan analisis prediktif seperti dalam budidaya akuakultur[6].

Salah satu algoritma *machine learning* yang banyak digunakan dalam analisis data adalah *random forest*. *Random forest* merupakan algoritma *ensemble* yang terdiri dari sekumpulan pohon keputusan (*decision trees*) yang bekerja secara bersamaan untuk menghasilkan keputusan yang lebih stabil dan akurat [9]. Keunggulan utama dari *random forest* adalah kemampuannya dalam menangani *dataset* yang besar dan kompleks, mengurangi risiko *overfitting*, serta memberikan hasil yang lebih baik dalam tugas klasifikasi dan regresi. Selain itu, *random forest* dapat menangani *missing* data dengan baik serta memberikan informasi mengenai tingkat kepentingan setiap fitur dalam model, yang menjadikannya efektif untuk sistem yang melibatkan banyak variabel lingkungan, seperti dalam pengelolaan kualitas air pada budidaya ikan patin [6].

Dalam penelitian yang berjudul "*Random Forest vs. SVM vs. KNN in classifying Smartphone and Smartwatch sensor data using CRISP-DM*", dilakukan

perbandingan antara tiga algoritma *machine learning*, yaitu *Random Forest (RF)*, *Support Vector Machine (SVM)*, dan *K-Nearest Neighbors (KNN)*, dalam mengklasifikasikan data sensor dari perangkat pintar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *random forest* memiliki kinerja yang lebih unggul dibandingkan SVM dan KNN dalam hal akurasi dan efisiensi[10]. Keunggulan ini disebabkan oleh kemampuannya dalam menangani dataset dengan jumlah atribut yang besar, menghasilkan model klasifikasi yang lebih akurat. Selain itu, *random forest* mampu mengidentifikasi fitur-fitur paling berpengaruh dalam proses klasifikasi, yang sangat berguna dalam sistem *monitoring* kualitas air yang membutuhkan analisis terhadap berbagai parameter lingkungan[10].

Dalam sistem *monitoring* kualitas air pada budidaya ikan patin, data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor IoT seperti pH, suhu, kadar zat padat terlarut, dan kekeruhan perlu disimpan dalam sebuah *database* yang terstruktur dan efisien. *MySQL* digunakan untuk menyimpan dan menyinkronkan data tersebut secara *real-time*[5]. *Database* ini menyimpan informasi yang sangat berguna bagi pengelola kolam untuk memantau kondisi air setiap saat. Dengan algoritma *random forest*, sistem dapat mengklasifikasikan kondisi kolam, baik, normal, atau buruk berdasarkan data lingkungan yang diterima[5].

Random forest membantu dalam mengolah data historis untuk menghasilkan model yang dapat memprediksi kualitas air dengan lebih akurat, sehingga pengelola dapat mengambil langkah mitigasi yang lebih tepat dan cepat[2]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kontrol otomatis pada budidaya ikan patin dengan memanfaatkan teknologi IoT dan algoritma *random forest*. Sistem ini akan dibandingkan dengan metode pengelolaan konvensional untuk mengevaluasi dampaknya terhadap hasil produksi, terutama bobot ikan panen[11].

1.2. Penelitian terkait

Penelitian terkait akan mencakup teknologi dan pengetahuan terbaru yang relevan mengenai sistem kontrol otomatis akuakultur pada budidaya ikan patin menggunakan sensor kualitas air dan metode *random forest*. Pada langkah ini, peneliti akan uraikan secara singkat sebagai bentuk penguatan mengapa penelitian

itu dilakukan. Referensi *review* penelitian sejenis yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Referensi jurnal.

NO	NAMA PENELITI	TAHUN	JUDUL
1	Bagas Setiawan, dkk	2024	Implementasi Sistem IoT Pada Akuakultur dan <i>Hydroponik</i> (Akuaponik) Modern Untuk Pertumbuhan Ikan Nila
2	Fadhli Aulady. dkk	2023	Sistem Klasifikasi Kualitas Air dalam Akuakultur Budidaya Ikan Lele dengan Algoritma PCA dan KNN
3	Ilham Firman Ashari, dkk	2022	Sistem Pantau dan Kontrol Budidaya Ikan Nila Berbasis IoT dengan Bioflok (Studi kasus: Kelompok Budidaya Ikan Sadewa Mandiri, Pringsewu)
4	Sadiq Jaffer Saleh, dkk	2020	<i>Random Forest vs. SVM vs. KNN in classifying Smartphone and Smartwatch sensor data using CRISP-DM</i>
5	Muhammad Adeel Abid, dkk	2024	<i>IoT-Based Smart Biofloc Monitoring System for Fish Farming Using Machine Learning</i>

Pada penelitian yang dilakukan Bagas Setiawan, dkk [12] membahas Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sistem akuaponik modern, khususnya budidaya ikan nila, dapat merevolusi sektor pertanian dan perikanan. Dengan sensor terhubung internet, petani dapat memantau *real-time* suhu, pH, dan

kualitas air, mengoptimalkan pertumbuhan ikan dan tanaman, serta meningkatkan efisiensi produksi. Akuaponik berbasis IoT juga cocok untuk pertanian perkotaan yang terbatas lahan, menawarkan potensi besar untuk sistem pertanian berkelanjutan dan produktif.

Penelitian Fadhli Aulady, dkk[13] mengembangkan sistem klasifikasi kualitas air dalam akuakultur ikan lele menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Principal Component Analysis* (PCA). Pentingnya pengelolaan kualitas air ditonjolkan untuk meningkatkan efisiensi dan keberhasilan budidaya, dengan fokus pada parameter seperti pH, kekeruhan, suhu, dan kadar zat terlarut. Sistem ini mempermudah pembudidaya memantau kualitas air, menjaga kesehatan ikan, dan meningkatkan hasil produksi.

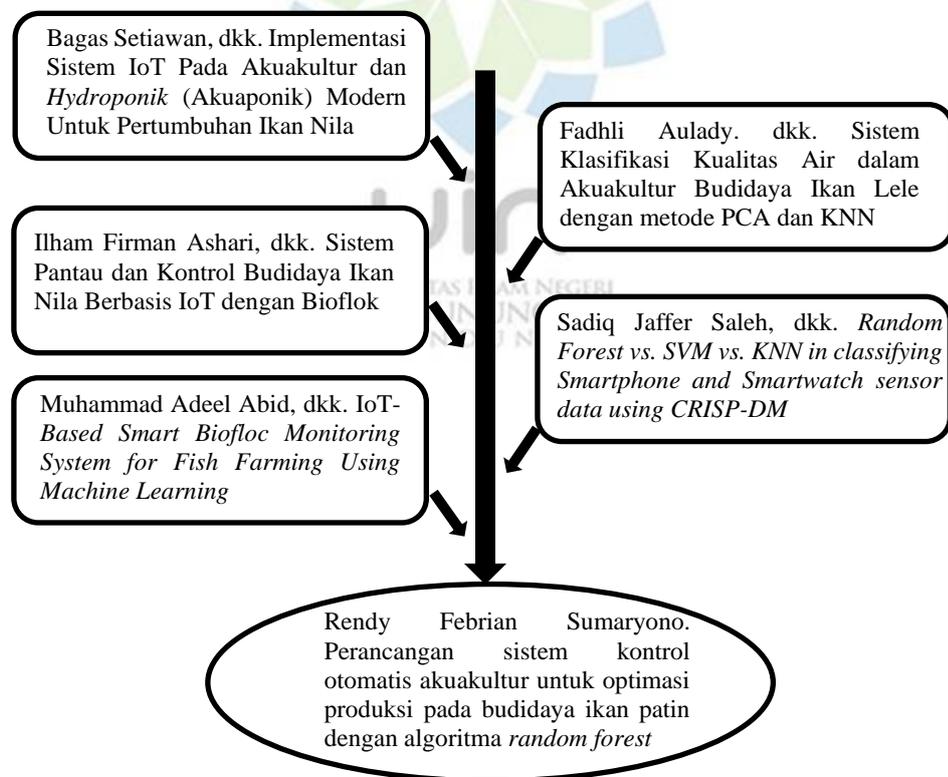
Penelitian Ilham Firman Ashari, dkk[14] membahas tentang pengembangan dan implementasi sistem pemantauan dan kontrol budidaya ikan nila berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan pendekatan *bioflok*. Sistem ini dirancang untuk mengatasi masalah kontrol kualitas air secara manual pada kolam budidaya. Data yang diperoleh kemudian dikirim ke basis data *Mysql*, sehingga pembudidaya dapat mengakses informasi ini kapan saja dan dimana saja. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi dan keberhasilan budidaya ikan nila dengan cara memberikan informasi yang akurat dan cepat mengenai kondisi kolam.

Penelitian Sadiq Jaffer Saleh, dkk. [14] membahas penggunaan algoritma Random Forest (RF), k-Nearest Neighbor (kNN), dan Support Vector Machine (SVM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa RF memiliki akurasi terbaik sebesar 95,68%, diikuti oleh kNN dengan 87,12%, dan SVM dengan 78,45%. Studi ini menyoroti keunggulan RF dalam menangani data berdimensi tinggi serta efektivitas metodologi CRISP-DM dalam proses klasifikasi aktivitas manusia berbasis data sensor.

Penelitian Muhammad Adeel Abid, dkk[14] membahas pengembangan sistem pemantauan pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk budidaya ikan menggunakan teknologi *biofloc* dan *machine learning*. Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi lingkungan yang penting bagi pertumbuhan ikan, seperti pH, Zat terlarut, suhu, dan tingkat amonia dalam air. Dengan memanfaatkan sensor yang

terhubung ke *platform cloud*, data dikumpulkan dan dianalisis untuk mengoptimalkan kondisi budidaya, mengurangi tingkat kematian ikan, dan meningkatkan efisiensi biaya.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, belum ditemukan studi yang menggunakan metode *random forest* untuk menilai kualitas air dengan mengontrol parameter seperti pH, suhu, zat terlarut, dan kekeruhan pada kolam ikan patin yang ditampilkan melalui *platform web*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol otomatis berbasis teknologi IoT yang didukung oleh algoritma *random forest* untuk budidaya ikan patin. Selain itu, penelitian ini juga akan membandingkan sistem kontrol otomatis tersebut dengan metode pengelolaan konvensional guna mengevaluasi dampaknya terhadap hasil produksi. penelitian ini menggunakan rujukan lima jurnal yang berhubungan dengan penelitian. Hubungan diperlihatkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Hubungan Penelitian

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, ada beberapa masalah yang perlu dirumuskan:

1. Bagaimana rancang bangun sistem kontrol otomatis untuk monitoring kualitas air pada budidaya ikan patin dengan algoritma *random forest*?
2. Bagaimana kinerja sistem kontrol otomatis untuk monitoring kualitas air pada budidaya ikan patin dengan algoritma *random forest*?

1.4. Tujuan dan Manfaat

1.4.1. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang dan mengimplentasikan sistem kontrol otomatis untuk *monitoring* dan *optimalisasi* kualitas air pada budidaya ikan patin dengan algoritma *random forest*
2. Menganalisis kinerja algoritma *random forest* untuk mengklasifikasikan kondisi kolam budidaya ikan patin (baik, buruk, atau normal) berdasarkan parameter kualitas air

1.4.2. Manfaat

1. Manfaat Akademik

Penelitian ini dapat memberikan wawasan ilmiah mengenai penerapan algoritma *random forest* dalam pengelolaan kualitas air untuk akuakultur, khususnya pada budidaya ikan patin. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang akuakultur dan teknologi kontrol otomatis berbasis *machine learning*, yang dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian lanjutan dan inovasi dalam pengelolaan budidaya perikanan.

2. Manfaat Aplikatif

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi praktis bagi pembudidaya ikan patin untuk meningkatkan hasil produksi melalui penerapan sistem kontrol otomatis yang terukur dan teruji. Selain itu, sistem ini juga bertujuan untuk mengurangi beban kerja manual pembudidaya dengan menyediakan pemantauan kualitas air secara *real-time*, sehingga operasional budidaya menjadi lebih efisien. Melalui penerapan teknologi modern di sektor perikanan, penelitian ini diharapkan dapat mendukung peningkatan produksi ikan patin secara berkelanjutan.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diharapkan mempunyai fokus penelitian yang jelas, sehingga perlu adanya batasan masalah untuk menghindari meluasnya topik. Batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

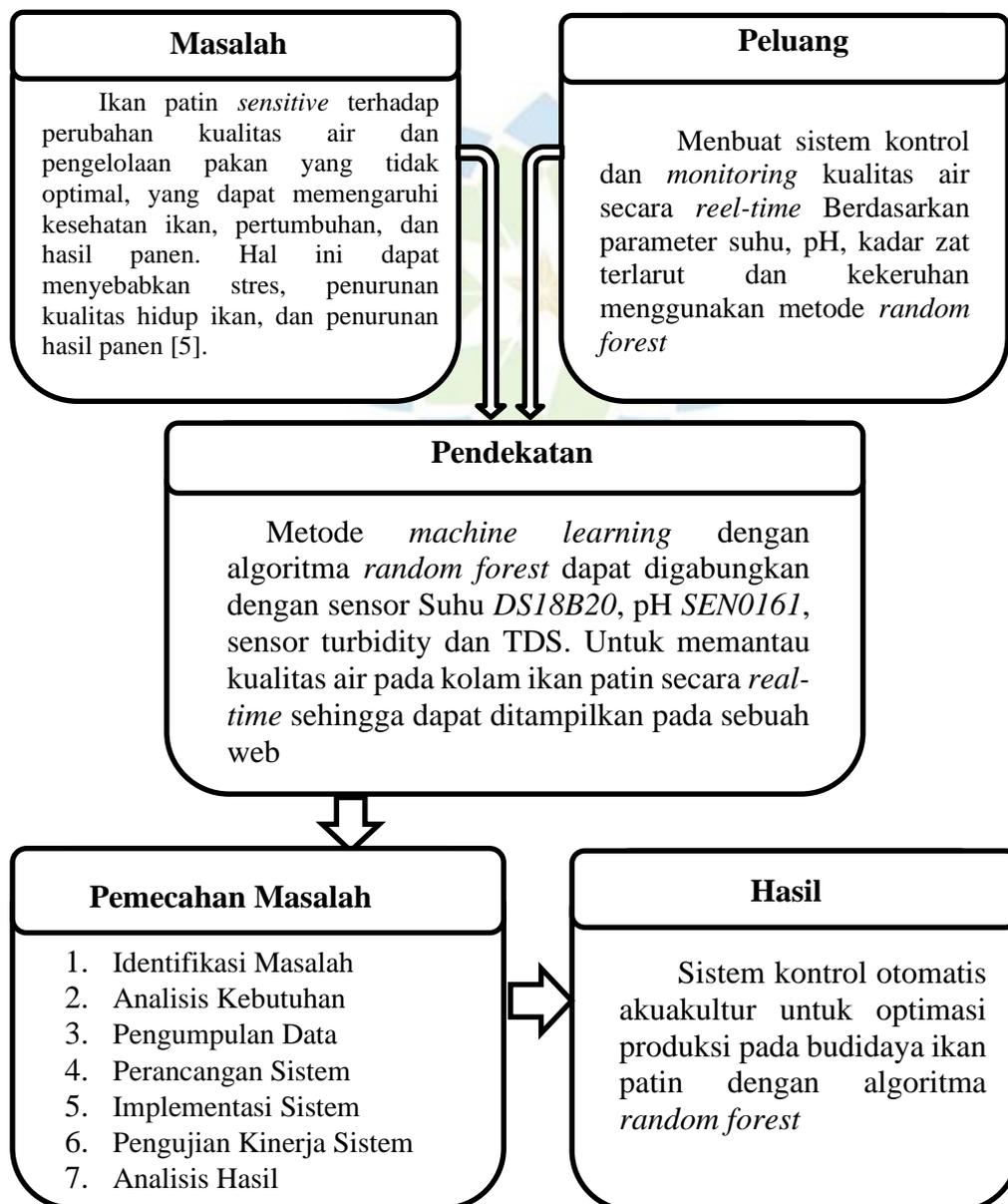
1. Penelitian ini hanya membahas sistem kontrol yang dirancang hanya mencakup pengaturan dan pemantauan kualitas air yang meliputi pH, suhu, oksigen terlarut, dan kekeruhan air, dilakukan secara *real-time* menggunakan sensor dan mikrokontroler yang terhubung ke sistem IoT.
2. Parameter yang dikontrol dalam sistem adalah pemberian pakan. Dimana hanya mengatur jumlah dan waktu pemberian pakan, tanpa mempertimbangkan jenis atau kandungan nutrisi pakan.
3. Sistem menggunakan *medium* berupa tong ember dengan ukuran 100 liter dengan dimensi 80 cm X 55 cm
4. Perbandingan hasil panen ikan patin hanya difokuskan pada bobot akhir ikan antara kolam yang dikelola dengan sistem otomatis dan kolam yang dikelola secara konvensional. Faktor lain seperti biaya operasional atau kualitas ikan tidak menjadi fokus penelitian.

1.6 Kerangka Berfikir

Kerangka berpikir penelitian berisi alur sistematis dari pemikiran yang dihasilkan dari identifikasi masalah penelitian, yang diperkirakan dapat

diselesaikan melalui metode pendekatan yang diperlukan untuk pengembangan sistem kontrol otomatis akuakultur dalam produksi budidaya ikan patin dengan algoritma *random forest*. dengan adanya kerangka berpikir, peneliti dapat memastikan bahwa penelitian berjalan secara sistematis dan fokus pada masalah yang telah dirumuskan. Hal ini menjadi landasan dalam melakukan penulisan ilmiah. Oleh karena itu, dalam menguraikan gagasan-gagasan penelitian, dikembangkan suatu kerangka berpikir. Kerangka berpikir penelitian ini pada

Gambar 1.2 Kerangka berpikir.



1.6. Sistematika Penulisan

Dalam mendapatkan struktur penulisan yang baik, laporan Tugas akhir ini memiliki kerangka dan sistematika yang mengikuti aturan yang telah ditentukan, sehingga diharapkan mendapat hasil penulisan dengan sistematika yang baik. Berikut sistematika penulisan Tugas akhir:

BAB 1: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian, dan batasan masalah, memberikan gambaran umum tentang dasar dan ruang lingkup penelitian.

BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang relevan, termasuk pengelolaan akuakultur ikan patin, parameter kualitas air, teknologi kontrol otomatis berbasis IoT, algoritma *random forest*, dan penelitian terkait lainnya, yang menjadi dasar ilmiah pengembangan sistem.

BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian, termasuk perancangan sistem kontrol otomatis untuk *monitoring* kualitas air, implementasi algoritma *random forest*, serta teknik pengumpulan dan analisis data untuk membandingkan produktivitas panen antara kolam otomatis dan manual.

BAB 4: PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan proses perancangan sistem secara detail, mulai dari desain kolam, pemilihan komponen sensor dan mikrokontroler, pengembangan sistem monitoring berbasis web, hingga integrasi sistem kontrol otomatis dengan algoritma *random forest*.

BAB 5: PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini memaparkan hasil pengujian setiap komponen sistem, validasi sensor, performa klasifikasi algoritma *forest*, serta analisis pertumbuhan ikan patin di kolam otomatis dibandingkan dengan kolam konvensional.

BAB 6: PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan lebih lanjut terkait sistem kontrol otomatis dalam budidaya ikan patin.