

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengklasteran adalah teknik dalam ilmu data yang digunakan untuk mengelompokkan data menjadi beberapa kelompok (*cluster*) berdasarkan kesamaan karakteristik. Dalam konteks tambak, yang merupakan kolam buatan untuk budidaya organisme akuatik seperti udang dan ikan, pengklasteran dapat diaplikasikan pada data kualitas air untuk mengidentifikasi pola-pola tersembunyi (Dede et al., 2014). Hal ini sangat mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan tambak. (Al et al., 2025) Dengan menganalisis parameter kualitas air seperti pH, suhu, kekeruhan, total dissolved solid (tds) dan oksigen terlarut yang merupakan faktor kunci keberhasilan budidaya tambak metode pengklasteran memungkinkan petambak mengidentifikasi kondisi optimal untuk pertumbuhan organisme budidaya dan merespons perubahan lingkungan dengan lebih cepat (Suwarsih et al., 2016).

Kompleksitas ekosistem akuakultur menuntut metode analisis data yang canggih untuk mengungkap pola-pola dalam data kualitas air. Salah satu metode yang menjanjikan adalah *Gaussian Mixture Model* (GMM), yang memungkinkan pengelompokan data menjadi kelompok-kelompok homogen berdasarkan karakteristik tertentu. GMM tidak hanya memberikan klasifikasi kondisi kualitas air tetapi juga memungkinkan prediksi probabilistik mengenai potensi masalah yang mungkin timbul, sehingga petambak dapat mengambil tindakan preventif (Nafiudin et al., 2021). Dengan menggunakan GMM, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik tentang dinamika lingkungan akuakultur dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam pengelolaan tambak (Muthahharah et al., 2022) .

Untuk memenuhi kebutuhan pangan dunia yang terus meningkat, sektor akuakultur menghadapi banyak tantangan. Salah satu isu utama adalah kualitas air, yang secara langsung memengaruhi kesehatan dan produktivitas organisme akuatik. Data dari FAO menunjukkan bahwa sektor akuakultur global diperkirakan tumbuh

sebesar 3% per tahun hingga 2030, dengan Indonesia sebagai salah satu kontributor utama (KKP, 2018). Namun, parameter kualitas air yang kompleks sering kali tidak dapat dianalisis secara manual karena keterbatasan metode konvensional. Oleh karena itu, metode analisis data yang lebih canggih menjadi penting dalam akuakultur modern (ZA., 2019).

Penelitian terdahulu menunjukkan beberapa pendekatan pengelompokan kualitas air tambak. (Ramadhan et al., 2017) menyatakan bahwa metode klusterisasi konvensional seperti *K-Means* hanya dapat menjelaskan sebagian variabel. Selain itu, teknologi sensor dan Internet of Things (IoT) telah meningkatkan kapasitas pengumpulan data kualitas air secara real-time (Yusri et al., 2024), namun kompleksitas data tersebut masih sulit dianalisis secara menyeluruh (Multazam & Hasanuddin, 2017). menunjukkan bahwa akurasi sistem monitoring kualitas air tambak dengan sensor pH meter mencapai 99%, namun proses ini membutuhkan waktu yang lama dan tidak memberikan pola eksplisit terhadap data. Penelitian lain menunjukkan bahwa penerapan GMM dapat meningkatkan akurasi prediksi kondisi kualitas air hingga 30% dibandingkan metode konvensional (Putra, B. C., & Afifah, 2018).

Penelitian lain oleh (Fitriansyah et al., 2024) dalam "*Water Quality Monitoring and Control System for Tilapia Cultivation Based on Internet of Things*" menunjukkan bahwa pemantauan kualitas air berbasis IoT pada budidaya ikan nila dapat membantu meningkatkan produktivitas tambak. Penelitian ini menggunakan berbagai sensor seperti sensor pH, kekeruhan, salinitas, dan amonia untuk mengumpulkan data kualitas air secara real-time. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem IoT dapat meminimalkan perubahan lingkungan yang merugikan dan membantu pengelolaan tambak yang lebih efektif. Namun, penelitian ini masih berfokus pada pemantauan, bukan pada pengklusteran data untuk memahami pola kondisi kualitas air secara mendalam. Oleh karena itu, diperlukan metode analisis yang lebih canggih seperti GMM untuk memberikan hasil yang lebih komprehensif.

Penelitian lain oleh (Deofanny et al., 2022) dalam "*Model Gaussian Mixture pada Distribusi Kecepatan Angin dengan Algoritma EM*" menunjukkan bahwa

GMM memiliki keunggulan dalam memodelkan distribusi data yang kompleks. Penelitian ini mengimplementasikan GMM untuk memodelkan distribusi kecepatan angin di Padalarang, Jawa Barat, dengan hasil pemodelan Gaussian terbaik yang diperoleh melalui skor *Bayesian Information Criteria* (BIC). Hasil ini menegaskan bahwa GMM efektif dalam menangkap distribusi data dengan berbagai komponen Gaussian secara optimal. Meskipun fokus penelitian ini pada distribusi kecepatan angin, metode GMM yang digunakan dapat diadaptasi untuk analisis data kualitas air tambak guna mengidentifikasi pola-pola tersembunyi secara lebih akurat dan efisien.

Indonesia merupakan produsen akuakultur terbesar ketiga di dunia setelah Cina dan India, dengan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional. Produksi perikanan budidaya Indonesia mencapai 16,1 juta ton pada tahun 2017 dengan nilai Rp 187,2 triliun (KKP, 2018). Luas tambak Indonesia diperkirakan mencapai $\pm 1,2$ juta hektar, dengan kontribusi sektor perikanan sebesar 3,5% atau setara Rp 550 triliun dalam PDB nasional (Perikanan, 2020). Namun, sektor ini menghadapi tantangan signifikan seperti perubahan iklim, pencemaran lingkungan, keterbatasan infrastruktur, serta ketersediaan teknologi pemantauan yang memadai.

Secara geografis, Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi besar dalam pengembangan akuakultur. Sebagian besar penduduk pesisir bekerja sebagai nelayan atau petani tambak (ZA., 2019). Budidaya tambak memberikan kontribusi ekonomi signifikan dan peluang besar untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir. Penelitian menunjukkan bahwa menjaga kualitas air dapat meningkatkan produktivitas tambak sebesar 40%-50%, dengan potensi peningkatan pendapatan hingga 100-200 juta rupiah per hektar per siklus (Dede et al., 2014).

Pengelolaan kualitas air tambak di Indonesia masih menghadapi banyak tantangan yang serius. Kualitas air yang buruk sering kali berdampak langsung pada rendahnya produktivitas tambak, tingginya angka kematian ikan atau udang, dan kerugian ekonomi yang cukup besar bagi petambak (Suwarsih et al., 2016). Metode lama dalam menganalisis data kualitas air terbatas dalam mengenali pola-pola

kompleks yang sebenarnya sangat penting untuk pengambilan keputusan cepat dan tepat (Rafiqie, 2021) .

Karena itu, penelitian ini sangat penting untuk menemukan solusi yang lebih baik menggunakan *Gaussian Mixture Model* (GMM). GMM memiliki kemampuan menganalisis data kompleks secara akurat, termasuk mengenali pola tersembunyi yang sulit ditangkap oleh metode biasa. Dengan pendekatan ini, petambak bisa mengetahui kondisi tambak secara real-time, menghindari potensi masalah, dan meningkatkan produktivitas tambak secara signifikan.

Di samping itu juga, sektor akuakultur adalah pilar penting bagi ketahanan pangan Indonesia. Jika kualitas pengelolaan tambak bisa ditingkatkan melalui metode analisis yang lebih canggih seperti GMM, maka dampaknya tidak hanya meningkatkan produktivitas tambak tetapi juga kesejahteraan masyarakat pesisir dan kontribusi ekonomi nasional. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi dasar penting untuk mengetahui data rentang kualitas air tambak yang terbaik untuk mengetahui nilai yang berkualitas.

Gaussian Mixture Model (GMM) menawarkan pendekatan yang lebih canggih dalam pengelompokan data kualitas air. Metode ini mampu menemukan distribusi data multidimensi yang kompleks dan telah terbukti lebih akurat dibandingkan metode konvensional. Dengan menggabungkan analisis berbasis probabilitas, GMM dapat mengidentifikasi pola tersembunyi dalam data, memprediksi kondisi kualitas air, serta memberikan rekomendasi preventif untuk meningkatkan produktivitas tambak. Penelitian ini berfokus pada pengklasteran data hasil kualitas air tambak menggunakan metode GMM untuk membantu petambak memahami dan mengelola kualitas air secara lebih efektif. Hasil klasterisasi GMM diharapkan mampu menunjukkan kondisi tambak ideal atau bermasalah serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data yang lebih akurat.

Penelitian ini memiliki kontribusi praktis dalam pengelolaan tambak, **"Pengklasteran Data Hasil Kualitas Air Tambak Menggunakan Metode Gaussian Mixture Model"**. Dengan memahami pola dan dinamika kualitas air tambak, petambak dapat mengambil langkah-langkah tepat waktu untuk

meningkatkan produktivitas tambak dan keberlanjutan usaha budidaya akuakultur di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk membantu petambak memahami dan mengelola kualitas air tambak secara lebih efektif melalui analisis data berbasis probabilitas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah bagaimana pengklasteran data kualitas air tambak menggunakan *Gaussian Mixture Model*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka tujuan penelitian yang akan dibahas adalah:

1. Menerapkan metode *Gaussian Mixture Model* untuk mengklaster data kualitas air tambak secara efektif.
2. Mengidentifikasi pola dan karakteristik dari kluster yang terbentuk berdasarkan data kualitas air.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka Batasan masalah yang akan dibahas adalah:

1. Parameter kualitas air yang akan dianalisis meliputi pH, suhu, kekeruhan, dan total dissolved solid (TDS).
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari pengukuran kualitas air tambak selama periode tertentu.
3. Analisis menggunakan metode *Gaussian Mixture Model* akan dilakukan tanpa membandingkan dengan metode lain secara mendalam, meskipun hasilnya akan disajikan untuk menunjukkan keunggulan GMM.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka manfaat penelitian yang akan dibahas adalah:

1. Memberikan informasi yang akurat mengenai kondisi kualitas air sehingga dapat meningkatkan hasil panen dan efisiensi budidaya.
2. Menjadi referensi dan dasar bagi penelitian selanjutnya terkait pengelolaan kualitas air tambak serta penerapan teknik analisis data modern.
3. Memberikan data dan rekomendasi yang berguna dalam perumusan kebijakan terkait budidaya perikanan berkelanjutan dan pengelolaan sumber daya perairan.
4. Menyediakan wawasan baru mengenai penerapan metode statistik canggih dalam analisis lingkungan, khususnya dalam konteks budidaya perikanan.

1.6 Ruang Lingkup

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka Ruang Lingkup yang akan dibahas adalah:

1. Penelitian difokuskan pada data kualitas air tambak ikan nila di Desa Kuala Kerto, Kecamatan Lapang, Kabupaten Aceh Utara.
2. Parameter kualitas air yang digunakan dalam penelitian ini meliputi suhu, pH, kekeruhan, Salinitas, Oksigen terlarut (DO), Total Dissolved Solids (TDS)
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari pengukuran kualitas air tambak selama periode tertentu. Penelitian tidak melibatkan pengumpulan data primer secara langsung ke lapangan.
4. Penelitian ini menggunakan metode *Gaussian Mixture Model* (GMM) sebagai teknik pengklasteran utama. Meskipun tidak dilakukan perbandingan secara mendalam dengan metode klasterisasi lain, hasil dari metode lain dapat ditampilkan secara terbatas sebagai gambaran pembanding untuk menunjukkan keunggulan GMM.

5. Fokus analisis adalah pada proses pengelompokan data berdasarkan parameter kualitas air. Evaluasi model dilakukan menggunakan *Bayesian Information Criterion (BIC)* dan *Silhouette Score*. Hasil klasterisasi akan dianalisis untuk mengidentifikasi karakteristik masing-masing kluster