

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Ekosistem mangrove di Indonesia dapat ditemukan di berbagai provinsi di sejumlah kepulauan. Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang paling produktif namun rentan terhadap perubahan lingkungan. Di Pantai Sigandu, Kabupaten Batang, ekosistem mangrove memegang peranan sebagai pelindung garis pantai dari abrasi dan sebagai habitat berbagai biota laut. Namun, seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia di sekitar pesisir Batang, seperti limbah domestik, kegiatan pariwisata, dan limpasan sisa pupuk dari aktivitas pertanian di hulu, tekanan terhadap kualitas air di kawasan ini semakin meningkat (Pratiwi, 2021). Ekosistem mangrove sebagai salah satu penyeimbang dalam ekosistem pesisir memiliki peran penting dalam aspek fisik, ekologi dan ekonomi. Fungsi fisik mangrove antara lain untuk menjaga stabilitas pantai dari abrasi dan erosi, sedangkan fungsi ekologi seperti menjaga keanekaragaman hayati di wilayah pesisir, menjadi tempat bersarang, memijah dan membesarkan anak berbagai jenis biota pesisir seperti ikan, udang, kepiting, dan fauna lain (Jitendra *et al.*, 2014).

Ekosistem mangrove Pantai Sigandu di Batang, Jawa Tengah, memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan ekologi pesisir. Mangrove berfungsi sebagai pelindung garis pantai dari erosi, habitat bagi berbagai spesies, serta penyaring polutan yang masuk ke perairan. Kualitas air di ekosistem mangrove bersifat sangat dinamis karena dipengaruhi oleh fluktuasi pasang surut dan masukan air tawar dari daratan. Penilaian kualitas air secara kimiawi dan fisik seringkali hanya memberikan gambaran kondisi sesaat. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan indikator biologis (bioindikator) untuk memberikan gambaran kualitas lingkungan secara lebih komprehensif dan berkelanjutan (Larasati, 2023).

Kondisi ekosistem mangrove di Pantai Sigandu saat ini menunjukkan adanya penurunan luas area mangrove akibat aktivitas manusia. Menurut penelitian oleh Kurniawan (2019), konversi lahan mangrove menjadi lahan pertanian dan pemukiman telah mengakibatkan hilangnya habitat penting bagi berbagai spesies. Selain itu, pencemaran dari limbah domestik dan industri juga berdampak negatif pada kesehatan ekosistem mangrove. Penurunan keanekaragaman hayati di kawasan ini dapat mengganggu fungsi ekosistem, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada sumber daya alam tersebut. Oleh karena itu, penting untuk melakukan penelitian yang lebih mendalam mengenai kondisi dan dinamika ekosistem mangrove di Pantai Sigandu.

Pentingnya penelitian struktur komunitas diatom sebagai bioindikator kualitas air di ekosistem mangrove Pantai Sigandu, Batang, Jawa Tengah terletak pada kemampuannya untuk mengidentifikasi bahwa diatom sensitif terhadap perubahan lingkungan dan berpotensi sebagai bioindikator kualitas air. Diatom merupakan kelompok mikroalga yang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, termasuk variasi dalam kualitas air, suhu, dan nutrisi. Hal ini menjadikan diatom sebagai bioindikator yang efektif untuk menilai kondisi ekosistem perairan. Perubahan komposisi diatom di Pantai Sigandu yang didominasi oleh beberapa spesies yang menunjukkan adanya pengaruh polusi atau eutrofikasi yang signifikan, sesuai dengan pernyataan Larasati *et al.* (2021), bahwa struktur komunitas diatom akan bergeser mengikuti gradien nutrisi di ekosistem mangrove. Diatom telah diakui sebagai bioindikator yang efektif untuk menilai kualitas air karena sensitivitasnya terhadap perubahan lingkungan. Penelitian oleh Kahlert (2023) menunjukkan bahwa komposisi spesies diatom dapat mencerminkan tingkat pencemaran di perairan tawar. Dalam studi tersebut, peneliti menemukan bahwa spesies diatom tertentu lebih umum di lokasi dengan kualitas air yang baik, sementara spesies lain mendominasi di area yang terkontaminasi. Selain itu, penelitian oleh Rott (2024) menekankan pentingnya diatom dalam program pemantauan kualitas air, di mana mereka dapat memberikan informasi yang berharga tentang

kondisi ekosistem secara keseluruhan. Penelitian ini menunjukkan bahwa diatom tidak hanya merespons perubahan kualitas air, tetapi juga dapat digunakan untuk memprediksi dampak jangka panjang dari aktivitas manusia terhadap ekosistem perairan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada ilmu pengetahuan, tetapi juga pada upaya pelestarian lingkungan di Pantai Sigandu, Batang, Jawa Tengah.

## **1.2 Rumusan Masalah**

- 1.2.1 Bagaimana indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks keseragaman, dan indeks dominansi pada struktur komunitas diatom sebagai bioindikator kualitas air di ekosistem mangrove Pantai Sigandu, Batang, Jawa Tengah?
- 1.2.2 Bagaimana kualitas perairan yang ada di lingkungan ekosistem mangrove Pantai Sigandu Batang, Jawa Tengah?

## **1.3 Tujuan**

- 1.3.1 Mengkaji indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks keseragaman, dan indeks dominansi pada struktur komunitas diatom sebagai bioindikator kualitas air di ekosistem mangrove Pantai Sigandu, Batang, Jawa Tengah
- 1.3.2 Mengkaji kualitas perairan yang ada di lingkungan ekosistem mangrove Pantai Sigandu Batang, Jawa Tengah

## **1.4 Manfaat**

- 1.4.1 Memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai struktur komunitas dan kualitas perairan ekosistem mangrove
- 1.4.2 Mendukung upaya konservasi dengan menyediakan data diatom sebagai bioindikator untuk menilai dampak aktivitas kualitas perairan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Diatom**

Diatom merupakan kelompok alga bersel tunggal yang dikenal dengan fitoplanton dari kelas Bacillariophyta yang termasuk produsen utama (Sheehan *et al.*, 2020). Oleh karena itu, maka diatom mudah dikoleksi dan disimpan., dan merekam perubahan yang terjadi dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Diatom dapat dibedakan menjadi diatom planktonik yang hidup bebas di kolom air dan diatom bentik yang menempel pada substrat. Keberadaan diatom dalam suatu ekosistem dapat memberikan informasi mengenai kondisi lingkungan, seperti tingkat polusi dan perubahan iklim. Diatom memberikan respon terhadap kondisi kualitas suatu perairan berupa kelimpahan, komposisi jumlah jenis dan pengelompokan taksa tertentu (Lee, 2008).

Secara taksonomis, diatom mudah dikenal karena mudah diidentifikasi dan responnya terhadap satu jenis polutan bersifat konsisten walaupun peristiwa pencemarannya terjadi pada wilayah geografis yang berbeda. Analisis populasi diatom dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi dampak dari pencemaran organik dan peningkatan zat anorganik. Keunggulan lainnya dari diatom sebagai bioindikator kualitas air adalah siklus hidup diatom pendek, cepat bereproduksi dan rendahnya biaya sampling (Soprobawati dkk., 2005).

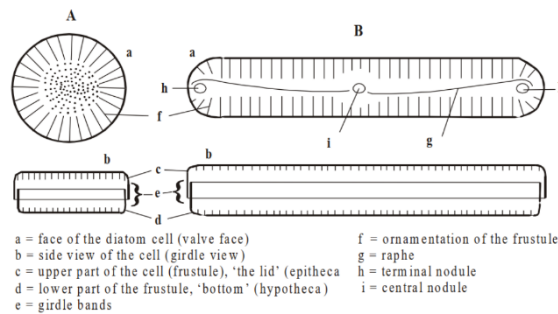
Diatom dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan yang akan menjadikan indikator dalam menilai kesehatan ekosistem. Diatom tidak hanya bertanggung jawab atas siklus karbon dan nitrogen, tetapi juga dapat memengaruhi rantai makanan yang berfungsi di perairan. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa perubahan iklim dapat mempengaruhi distribusi dan produktivitas diatom di perairan dunia (Nguyen, 2023). Selain itu, diatom juga berkontribusi pada produksi oksigen di atmosfer melalui proses fotosintesis (Kumar dan Patel, 2022).

### 2.1.1 Morfologi Diatom

Morfologi diatom ditandai dengan adanya dinding sel yang memiliki berbagai bentuk yang disebut frustule. Frustule ini terdiri dari dua bagian yang saling menutupi, mirip dengan kotak dan tutupnya, dan memiliki pola yang sangat beragam, yang dapat digunakan untuk identifikasi spesies. Diatom memiliki bentuk sel yang bervariasi, mulai dari bulat, oval, hingga berbentuk garis, yang mempengaruhi cara mereka beradaptasi dengan lingkungan. Keberagaman morfologi ini juga mencerminkan adaptasi diatom terhadap berbagai kondisi lingkungan, seperti salinitas dan kedalaman perairan (Nugroho, 2019).

Diatom dari Ordo Centrales mempunyai bentuk simetri radial serta lingkaran, sedangkan diatom Ordo Pennales memiliki bentuk velve yang memanjang (simetri bilateral) (Basmi, 1999). Diatom saat dilihat dari sisi mikroskopis memiliki warna kuning hingga coklat muda (Vuuren dkk., 2006). Diatom juga mengandung organel penting, seperti kloroplas, yang mengandung pigmen fotosintetik seperti klorofil a dan c, yang memungkinkan mereka melakukan fotosintesis. Kloroplas diatom memiliki struktur yang berbeda dibandingkan dengan alga lainnya, yang memungkinkan mereka untuk beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan (Thompson *et al.*, 2020). Morfologi diatom yang beragam tidak hanya penting untuk identifikasi spesies, tetapi juga berperan dalam ekosistem perairan sebagai produsen primer (Green *et al.*, 2022).

Morfologi diatom tidak hanya penting untuk identifikasi taksonomi, tetapi juga memberikan informasi tentang kondisi lingkungan tempat mereka hidup. Penelitian mengenai morfologi diatom dapat membantu dalam memahami keanekaragaman hayati dan dampak perubahan lingkungan terhadap spesies ini, serta aplikasinya dalam studi paleoekologi dan pemantauan kualitas air (Halim, 2021).



Gambar 2.1 Struktur sel diatom A. tipe badan sentrik (centric) dan B. penat (pennate) (Sorvari, 2001).

### 2.1.2 Klasifikasi Diatom

Diatom dapat diklasifikasikan menjadi dua ordo utama, yaitu Centrales dan Pennales, yang masing-masing memiliki karakteristik morfologi dan ekologi yang berbeda. Ordo Centrales, yang dikenal dengan diatom berbentuk radial, umumnya memiliki frustule yang simetris dan sering ditemukan di perairan terbuka. Diatom dalam ordo ini, seperti genus *Coscinodiscus* dan *Thalassiosira*, memiliki ciri khas berupa pola silika yang rumit dan sering kali berukuran besar. Mereka biasanya berperan penting dalam produktivitas primer di lautan dan dapat beradaptasi dengan baik terhadap kondisi lingkungan yang bervariasi (Round *et al.*, 1990).

Ordo Pennales terdiri dari diatom yang memiliki frustule berbentuk lonjong dan simetris bilateral. Diatom dalam ordo ini, seperti genus *Navicula* dan *Fragilaria*, sering ditemukan di lingkungan bentik, seperti dasar sungai dan danau. Mereka memiliki adaptasi morfologi yang memungkinkan mereka untuk menempel pada substrat dan berinteraksi dengan mikroorganisme lain di sekitarnya. Ordo Pennales juga dikenal memiliki keragaman spesies yang tinggi, yang menjadikannya indikator penting untuk kualitas air dan perubahan lingkungan (Cox, 2010).

### 2.1.3 Peran Diatom

Diatom adalah kelompok alga mikroskopis yang memiliki peran penting dalam ekosistem perairan. Diatom berfungsi sebagai produsen primer, menghasilkan oksigen melalui fotosintesis dan menjadi sumber makanan bagi berbagai organisme akuatik. Menurut Round (1991), diatom berkontribusi signifikan terhadap produktivitas primer di lautan, yang mendukung rantai makanan di ekosistem perairan. Diatom juga memiliki peran penting dalam ekosistem mangrove untuk mendukung rantai makanan akuatik. Selain itu, diatom juga berfungsi sebagai indikator kualitas air, karena keberadaan dan keberagaman spesies diatom dapat mencerminkan kondisi lingkungan dan tingkat polusi (Wang *et al.*, 2023).

Diatom menyerap karbon dioksida dari atmosfer dan mengubahnya menjadi biomassa, yang dapat terakumulasi di dasar laut setelah kematian. Hal ini berkontribusi pada pengurangan konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer, yang penting untuk mitigasi perubahan iklim (Falkowski *et al.*, 2004). Diatom juga digunakan dalam penelitian lingkungan dan pemantauan kualitas air. Keberadaan dan keragaman spesies diatom dapat berfungsi sebagai indikator kesehatan ekosistem perairan. Menurut Smol dan Cumming (2000), analisis diatom dalam sedimen memberikan wawasan tentang perubahan lingkungan. Dengan demikian, diatom tidak hanya penting untuk rantai makanan, tetapi juga untuk pemantauan lingkungan.

Pada ekosistem mangrove, diatom dapat ditemukan di permukaan substrat, seperti lumpur dan akar mangrove, di mana diatom beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang unik, termasuk salinitas yang bervariasi dan ketersediaan nutrisi. Penelitian menunjukkan bahwa perubahan dalam komunitas diatom dapat memberikan informasi berharga tentang dampak perubahan iklim dan aktivitas manusia terhadap ekosistem perairan (Martinez dan Chen, 2023).

## 2.2 Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem yang sangat penting di daerah pesisir, yang terletak di antara daratan dan lautan. Mangrove memiliki kemampuan unik untuk tumbuh di lingkungan yang terpengaruh oleh pasang surut air laut, sehingga mereka beradaptasi dengan kondisi salinitas yang tinggi. Menurut Alongi (2008), hutan mangrove berfungsi sebagai pelindung garis pantai dari erosi dan intrusi air laut, serta menyediakan habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna. Selain itu, mangrove juga berperan dalam penyimpanan karbon, yang membantu mitigasi perubahan iklim dengan menyerap karbon dioksida dari atmosfer. Ekosistem ini juga berfungsi sebagai tempat pembiakan dan tempat asuhan bagi banyak spesies ikan dan invertebrata, yang penting untuk keberlanjutan perikanan lokal (Mumby *et al.*, 2004).

Ekosistem mangrove memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan pesisir. Hutan mangrove tidak hanya berfungsi sebagai pelindung dari abrasi dan intrusi air laut, tetapi juga sebagai penyaring alami yang membantu menjaga kualitas air. Menurut Spalding *et al.* (2010), mangrove berkontribusi dalam mengurangi dampak perubahan iklim dengan menyimpan karbon dalam jumlah besar, sehingga berfungsi sebagai penyerap karbon yang efektif. Selain itu, ekosistem ini menyediakan habitat yang kaya bagi berbagai spesies, termasuk burung, ikan, dan invertebrata, yang semuanya berkontribusi pada keanekaragaman hayati.

## 2.3 Struktur Komunitas

Struktur komunitas adalah konsep yang menggambarkan cara spesies dalam suatu ekosistem berinteraksi dengan mencakup komposisi spesies, distribusi, dan hubungan antar spesies yang dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan interaksi biotik (Hillebrand, 2020). Komposisi spesies mencakup jumlah dan jenis spesies yang ada, sedangkan distribusi individu menggambarkan cara individu tersebar di dalam habitat. Interaksi antar spesies, seperti kompetisi, predasi, dan simbiosis, juga berkontribusi pada dinamika struktur komunitas. Struktur komunitas juga dapat dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik yang berinteraksi dalam ekosistem (Odum, 1993). Faktor biotik mencakup interaksi

antar spesies, seperti predasi, kompetisi, dan mutualisme, yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup dan reproduksi spesies. Sementara itu, faktor abiotik seperti suhu, kelembapan, dan pH tanah juga memainkan peran penting dalam menentukan jenis spesies yang dapat bertahan di suatu habitat (Grime, 1973).

Keanekaragaman spesies dapat meningkatkan stabilitas ekosistem, sehingga penting untuk menjaga keseimbangan dalam struktur komunitas. Selain itu, perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia, seperti deforestasi dan perubahan iklim, dapat mengganggu struktur komunitas dan mengancam keanekaragaman hayati (Tilman, 1982). Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang struktur komunitas sangat penting untuk pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi dampak perubahan lingkungan terhadap struktur komunitas. Dengan demikian, upaya konservasi harus mempertimbangkan interaksi kompleks dalam struktur komunitas.

#### 2.3.1 Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener

Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener adalah salah satu alat statistik yang digunakan untuk mengukur keanekaragaman spesies dalam suatu komunitas. Menurut Magurran (2021), indeks ini mempertimbangkan jumlah spesies dan distribusi relatif dari individu dalam spesies tersebut. Indeks ini dapat dihitung menggunakan rumus yang menggabungkan bagian individu dari setiap spesies sehingga mendapatkan kualitas keanekaragaman yang lebih tinggi. Penggunaan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener juga dapat memberikan wawasan tentang stabilitas ekosistem. Menurut Chen dan Liu (2024), komunitas dengan nilai indeks yang lebih tinggi cenderung lebih stabil dan tahan terhadap gangguan lingkungan. Indeks ini juga sering digunakan dalam studi perbandingan antara berbagai habitat untuk menilai keanekaragaman spesies.

### 2.3.2 Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman adalah ukuran yang digunakan untuk menilai distribusi relatif individu di antara spesies dalam suatu komunitas. Menurut McGill et al. (2020), indeks ini memberikan informasi tentang seberapa merata individu tersebar di antara spesies yang ada. Indeks pemerataan yang tinggi menunjukkan bahwa individu tersebar secara merata di antara spesies, sedangkan indeks yang rendah menunjukkan dominasi oleh beberapa spesies. Semakin kecil nilai indeks keseragaman organisme, maka penyebaran individu tiap jenis tidak sama, ada kecenderungan didominasi oleh jenis tertentu.

### 2.3.3 Indeks Dominansi

Indeks dominansi adalah ukuran yang digunakan untuk menilai sejauh mana satu atau beberapa spesies mendominasi dalam suatu komunitas. Menurut Simpson (2020), indeks ini memberikan gambaran tentang proporsi individu dari spesies dominan dibandingkan dengan spesies lainnya dalam ekosistem. Indeks dominansi dihitung dengan menggunakan rumus indeks dominansi dari Simpson (Odum, 1993) dalam Latuconsina *et al.* (2012). Menurut Zhang dan Wang (2023), komunitas dengan dominansi yang tinggi cenderung lebih rentan terhadap gangguan dan perubahan lingkungan. Selain itu, penelitian oleh Patel et al. (2024) menunjukkan bahwa indeks ini dapat digunakan untuk menilai efektivitas strategi konservasi dalam menjaga keanekaragaman hayati.

## 2.4 Bioindikator Kualitas Air

Bioindikator kualitas air adalah organisme yang digunakan untuk menilai kondisi lingkungan perairan dan memberikan informasi tentang tingkat pencemaran serta kesehatan ekosistem. Organisme yang dapat menilai kondisi lingkungan perairan seperti ikan, invertebrata, dan tumbuhan air sering digunakan sebagai indikator. Penelitian menunjukkan bahwa keberadaan spesies tertentu dapat mencerminkan kualitas air yang baik atau buruk (Karr,

1981). Parameter kualitas air seperti pH, suhu, salinitas, dan oksigen terlarut (DO) memiliki pengaruh signifikan terhadap komunitas diatom dalam ekosistem perairan. pH adalah faktor penting yang mempengaruhi kelarutan nutrisi dan metabolisme diatom. Menurut penelitian oleh Kahlert (2021), diatom menunjukkan preferensi spesies yang berbeda terhadap rentang pH tertentu, yang dapat mempengaruhi distribusi dan keberagaman mereka. Suhu juga berperan penting, karena mempengaruhi laju fotosintesis dan pertumbuhan diatom. Penelitian oleh Rott (2022) menunjukkan bahwa suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan produktivitas diatom.

Variasi salinitas dapat mempengaruhi komposisi spesies diatom, dengan spesies tertentu lebih toleran terhadap kondisi salinitas yang tinggi. Oksigen terlarut (DO) juga merupakan indikator penting dari kesehatan ekosistem perairan, di mana kadar DO yang rendah dapat mengakibatkan kematian diatom dan spesies lainnya (Gollner 2024). Penggunaan bioindikator dalam pemantauan kualitas air memiliki banyak keuntungan, termasuk kemudahan identifikasi dan kemampuan untuk mengindikasikan dampak pencemaran. Dengan mempelajari komunitas organisme, peneliti dapat mengidentifikasi sumber pencemaran dan dampaknya terhadap ekosistem (Rosenberg & Resh, 1993). Bioindikator juga berperan penting dalam pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan metode yang lebih efektif dalam menggunakan bioindikator untuk pemantauan kualitas air (Gaufin, 1973). Diatom merupakan indikator kuat perubahan lingkungan dan kemunculannya sebagai indikator pilihan dalam studi pemantauan. Kriteria untuk memilih bioindikator yaitu tersedia sepanjang tahun, mudah dibudidayakan, memiliki distribusi yang luas, dan hemat biaya. (Dixit *et al.* 1992).

## **2.5 Pantai Sigandu Batang Jawa Tengah**

Keadaan ekosistem di Pantai Sigandu, yang terletak di Desa Klidang Lor, Kecamatan Batang, Kabupaten Batang, Jawa Tengah menunjukkan keragaman hayati yang signifikan, terutama dalam hal flora dan fauna pesisir. Penelitian oleh Sari & Hidayati (2022) menunjukkan bahwa keberadaan mangrove di

Pantai Sigandu berperan penting dalam melindungi garis pantai dari erosi dan menyediakan habitat bagi spesies yang terancam punah. Selain itu, ekosistem ini juga berfungsi sebagai sumber mata pencaharian bagi masyarakat lokal melalui kegiatan perikanan dan pariwisata. Meskipun Pantai Sigandu memiliki potensi ekosistem yang kaya, tantangan lingkungan yang dihadapi perlu diperhatikan. Penelitian oleh Lestari & Santoso (2023) menunjukkan bahwa upaya konservasi, seperti rehabilitasi mangrove dan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan, sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem.