

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu ekosistem dimana unsur organisme dan lingkungan biofisik, serta unsur kimia, berinteraksi secara dinamis dan dalam terdapat keseimbangan antara masukan dan keluaran zat dan energi (Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumberdaya Air, 2016). DAS terbagi dalam tiga wilayah, yakni hulu, tengah dan hilir. Bagian hulu memiliki arti penting terutama dalam hal melindungi fungsi tata air, sehingga setiap kegiatan di daerah hulu akan berdampak pada daerah hilir berupa variasi aliran dan fluktuasi sedimen dan transportasi material terlarut di sungai.

Terdapat jenis DAS yang terbentuk sebagai penampung air hujan, sebagaimana pada Sungai Tuntang. DAS Tuntang merupakan salah satu dari 11 DAS prioritas di wilayah Balai Pengelolaan DAS Pemali Jratun dan merupakan salah satu dari 108 DAS prioritas yang tergolong kritis di Indonesia. Status ini sudah ditentukan sejak tahun 2007 dan hingga pada tahun 2018 masih berada di status yang sama, yakni cukup mengkhawatirkan (BPDASHL Pemali Jratun, 2018).

Sungai Tuntang berperan sebagai saluran tangkapan hujan di lima hutan hujan, yaitu Ambawara, Salatiga, Semarang, Grobogan, dan Demak. Sungai Tuntang mengalir dari danau alam Rawapening di Ambarawa dan mengalir ke timur melalui Grobogan kemudian berbelok di Saban menuju Demak sebelum akhirnya bermuara di Laut Jawa. Dilihat dari panjang sungainya, Sungai Tuntang merupakan salah satu sungai yang terpanjang di Kabupaten Semarang, yaitu 33,80 km (Dinas Lingkungan Hidup Semarang, 2017).

Bagian hilir Sungai Tuntang terletak di Kabupaten Demak, dan pada saat puncak musim hujan sungai-sungai di wilayah Kabupaten Demak sering meluap dan menyebabkan banjir (gambar 1.1a). Jika terjadi banjir, maka akan mengganggu kegiatan ekonomi kota. Selain kerusakan material, banjir juga menimbulkan kerusakan lingkungan. Di bagian hilir Sungai Tuntang, banjir sering disebabkan oleh perubahan tata guna lahan dan sedimentasi. Muara Tuntang rawan terhadap sedimentasi, bahkan sisi kiri muara telah mengalami sedimentasi oleh erosi garis pantai dan pengendapan partikel padat yang terbawa arus sungai (Mahardy & Julianto, 2007; Angelica *et al*, 2017).

Bagian hilir dari DAS Tuntang dimanfaatkan untuk pertanian, peternakan, perikanan, dan tambak (gambar 1.1b) maupun untuk kebutuhan air bersih bagi masyarakat secara keseluruhan. Perubahan fungsi lahan menyebabkan terjadinya perubahan struktur tanah dan mempengaruhi kemampuan penyerapan air tanah (Safitri *et al*, 2017; Maulana *et al*, 2017). Hal ini menyebabkan fungsi sungai menjadi terganggu. Sungai di beberapa belahan dunia telah mengalami degradasi akibat aktivitas oleh manusia (Maddock, 1999; Yang *et al*, 2017). Fenomena seperti modifikasi saluran, penyumbatan sungai, dan pencemaran air telah mengubah struktur dan fungsi ekosistem sungai (Wang *et al*, 2018).



Gambar 1. 1 a) Fenomena banjir dari Sungai Tuntang di Desa Tambakbulusan, b) Perahu milik masyarakat yang sedang melakukan kegiatan tambak udang

Bertambahnya jumlah penduduk di Kabupaten Demak membuat perubahan fungsi lahan menjadi pemukiman terus terjadi. Menurut data BPS Demak (2019-2022), lonjakan tertinggi terjadi pada tahun 2020 dimana pada Kecamatan Karang

Tengah dan Kecamatan Demak penduduk bertambah sekitar 7%. Konversi lahan meluas, baik ke hilir maupun ke hulu untuk mengakomodasi kebutuhan dan aktivitas penduduk perkotaan yang terus bertambah. Chin (2006) dan Deng *et al.* (2015) menegaskan bahwa urbanisasi merupakan kontributor yang signifikan terhadap perubahan sistem dan struktur sungai karena biasanya meningkatkan risiko banjir.

Peningkatan jumlah penduduk di Demak juga berkontribusi terhadap pencemaran air di Sungai Tuntang, hal ini didukung oleh data BBWS Pemali Juana pada tahun 2017-2022. Berdasarkan perhitungan di tahun tersebut, kondisi Sungai Tuntang berada pada status tercemar ringan hingga berat. Pencemaran tersebut berasal dari limbah industri, pencemaran dari pupuk anorganik pertanian, dan domestikasi limbah rumah tangga.

Data dari BBWS Pemali Juana menunjukkan bahwa kandungan N dan P sering melebihi ambang batas di stasiun pengamatan Glapan dan Rawapening. Kandungan tersebut sering masuk ke perairan karena berasal dari pupuk anorganik yang digunakan petani setempat. Unsur N dan P memang merupakan makronutrien bagi tumbuhan, namun penggunaan yang berlebihan, ditambah tidak adanya proses filtrasi limbah, membuat sungai dapat mengalami proses eutrofikasi (Ayyub *et al.*, 2018).

Proses eutrofikasi yang dipicu oleh tingginya rasio fosfor (P) dan nitrogen (N), sehingga dapat memberikan dampak fisika, kimia, maupun biologi perairan. Eutrofikasi dapat mempengaruhi dinamika dan komposisi kumpulan fitoplankton di Teluk Meksiko utara (Turner & Rabalais, 2013; Bargu *et al.*, 2019), *blooming* alga yang berbahaya, dan hilangnya vegetasi bentik di Laut Baltik (Artioli *et al.*, 2008; Windolf *et al.*, 2012).

Penelitian sebelumnya yang dilaksanakan oleh Prasetyo di hulu Sungai Tuntang (Danau Rawapening) menunjukkan bahwa kondisi perairan berada pada hipereutrofik berdasarkan pengukuran total N dan total P. Pencemaran di Danau Rawapening umumnya berasal dari kegiatan domestik, pupuk pertanian, perikanan, dan aliran sedimen halus yang memicu ledakan eceng gondok (Prasetyo, 2021).

Melihat permasalahan di atas yakni mengenai perubahan tata guna lahan, sedimentasi, banjir, dan pencemaran air, maka perlu adanya kajian mengenai kualitas perairan di bagian hilir DAS Tuntang, Kabupaten Demak. DAS bagian hilir didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang diindikasikan melalui kuantitas dan kualitas air, kemampuan menyalurkan air, ketinggian curah hujan, dan terkait untuk kebutuhan pertanian, air bersih, serta pengelolaan air limbah (Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumberdaya Air, 2016).

Kajian akan dilakukan dengan menggunakan bioindikator untuk membaca rekaman perubahan lingkungan di hilir Sungai Tuntang. Pollen, alga, zooplankton, chironomids, dan makrofit merupakan beberapa diantara dari bioindikator yang mampu menggambarkan kondisi perairan dari masa ke masa di ekosistem perairan (Ji Shen *et al.*, 2020). Diatom adalah organisme akuatik mikroskopis yang ditemukan tersebar di banyak lingkungan perairan yang berbeda. Diatom berperan penting sebagai penghasil oksigen primer dan menyediakan 20% oksigen (De Tommasi, 2016). Diatom dapat mengendap dan terawetkan di dalam sedimen karena dinding sel khusus mereka yang terbuat dari silika (Round *et al.*, 2007). Diatom sangat sensitif dengan perubahan lingkungan yang terjadi (Griffiths, 2015).

Indeks diatom digunakan untuk menilai kualitas perairan dengan menggunakan software OMNIDIA 6.1 (Gelis *et al.*, 2022). Penggunaan diatom indeks sebagai acuan perubahan lingkungan telah diterapkan di beberapa penelitian karena hasil yang didapatkan lebih spesifik untuk mengetahui kondisi lingkungan. Contohnya termasuk IPS (CEMAGREF, 1982), *Trophic Diatom Index* (TDI, Kelly and Whitton, 1995) dan *Diatom Biological Index* (IBD, Coste *et al.*, 2009). Indeks diatom yang dikembangkan di Eropa telah dikonfirmasi berhasil di wilayah beriklim sedang lainnya, namun, ada sedikit informasi mengenai kesesuaiannya untuk menilai kualitas air di zona subtropis atau tropis (Taylor *et al.*, 2007). Ada beberapa penelitian tentang pengembangan diatom indeks, khusus untuk menilai kebersihan/kesehatan lingkungan dalam ekosistem perairan di Ethiopia (Wondmagegn *et al.*, 2019), Turki (Solak *et al.*, 2020), Australia dan Cina (Chessman *et al.*, 2007; Tan *et al.*, 2013, 2014a, 2015).



Kajian mengenai diatom telah banyak dilakukan di Indonesia diantaranya, di Danau Rawapening (Soeprbowati *et al*, 2011, 2012, 2012a, 2012b, 2016) di Telaga Warna ( Soeprbowati *et al*, 2018), Telaga Pengilon (Soeprbowati *et al*, 2019), Telaga Cebong (Soeprbowati *et al*, 2022), dan di Danau Toba, (Soeprbowati & Suedy, 2017). Kajian ini juga akan mendukung *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang juga sedang dilakukan di Indonesia, yang relevan dengan poin nomor 6 “Memastikan ketersediaan dan manajemen air bersih yang berkelanjutan dan sanitasi bagi semua”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan bahwa sedimentasi sering terjadi karena banjir dan alih guna lahan yang terjadi di sepanjang Sungai Tuntang, maka perlu adanya penelitian mengenai kajian kualitas perairan mengingat Sungai Tuntang juga digunakan masyarakat sekitar dalam kehidupan sehari-harinya. Kajian mengenai diatom di Indonesia lebih banyak dilakukan di ekosistem lentik (danau), sedangkan untuk ekosistem lentik (sungai) terakhir dilakukan yang di Pulau Jawa, yakni pada tahun 2020, tepatnya di Malang, dengan objek Sungai Coban Tarzan (Prahardika & Styawan, 2020). Sedangkan untuk Jawa Tengah terakhir dilakukan pada tahun 2020 di Banjir Kanal Timur Semarang (Soeprbowati *et al*, 2020). Maka dari itu, penelitian ini akan kembali mengangkat permasalahan lingkungan di sungai Jawa Tengah dengan menggunakan diatom sebagai bioindikator.

Berdasarkan uraian tersebut maka muncul beberapa pertanyaan penelitian yang harus dijawab dengan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas perairan di hilir Sungai Tuntang?
2. Bagaimana struktur komunitas diatom dan distribusinya di hilir Sungai Tuntang?
3. Bagaimana kondisi hilir Sungai Tuntang berdasarkan stratigrafi diatom yang ditemukan?
4. Bagaimana strategi alternatif yang dapat dilakukan untuk menjadi “*early warning system*” di hilir Sungai Tuntang?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, dapat diketahui tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengkaji kualitas air di hilir Sungai Tuntang.
2. Mengkaji neo limnologi di hilir Sungai Tuntang berdasarkan diatom indeks.
3. Merekonstruksi kondisi masa lampau (paleolimnologi dan *paleoceanography*) berdasarkan kumpulan diatom pada perlapisan sedimen.
4. Mengembangkan strategi pengelolaan Sungai Tuntang khususnya di bagian hilir Kabupaten Demak.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat bagi sisi keilmuan, *stakeholder*, maupun masyarakat dengan sebagai berikut:

1. Manfaat untuk keilmuan

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan referensi kepada mahasiswa/aktivis lingkungan yang akan melakukan penelitian serupa di masa mendatang mengenai diatom yang mampu menjadikan cerminan terhadap kondisi perairan.

2. Manfaat untuk Pemerintah setempat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan masukan terhadap Pemerintah setempat mengenai pengelolaan ekosistem perairan di Hilir Sungai Tuntang yang paling tepat dengan pendekatan neo dan paleolimnologi.

3. Manfaat untuk masyarakat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi ke masyarakat mengenai manfaat atau kontribusi air sungai agar dapat dikelola menjadi salah satu sumber kehidupan masyarakat sekitar.

## 1.5 Penelitian Terdahulu dan Keaslian Penelitian

Table 1.1 Penelitian Terdahulu dan Keaslian Penelitian

No	Penulis, Tahun	Judul	Ringkasan
1	Kenanga Sari, Tri Retnaningsih Soeprbowati , Jumari Jumari, Riche Hariyati and Jerry R. Miller (2021)	Trace Metals and Diatom Stratigraphy along the Sill between Lakes Telaga Warna and Telaga Pengilon, Dieng, Central Java, Indonesia	Penelitian ini membahas mengenai variasi spatiotemporal diatom dan dipilih konsentrasi logam (Pb, Cr, Cd, Al, dan Zn) di sedimen dasar danau Telaga Pengilon dan Telaga Warna di Dieng, Indonesia untuk mendokumentasikan perubahan alami dan/atau antropogenik di lingkungan perairan dan darat setempat.
2	Maria Helena Novais, Alexandra Marchã Penha, Eduardo A. Morales, Miguel Potes, Rui Salgado, Manuela Morais (2019)	Vertical distribution of benthic diatoms in a large reservoir (Alqueva, Southern Portugal) during thermal stratification	Data dikumpulkan dalam kerangka Eksperimen meteorologi hidro ALqueva (ALEX 2014), kampanye lapangan terintegrasi dengan pengukuran parameter kimia, fisik, dan biologis di berbagai lokasi percobaan di reservoir dan di sekitarnya, dari Juni hingga September 2014, dengan tujuan utama mempelajari interaksi atmosfer danau.

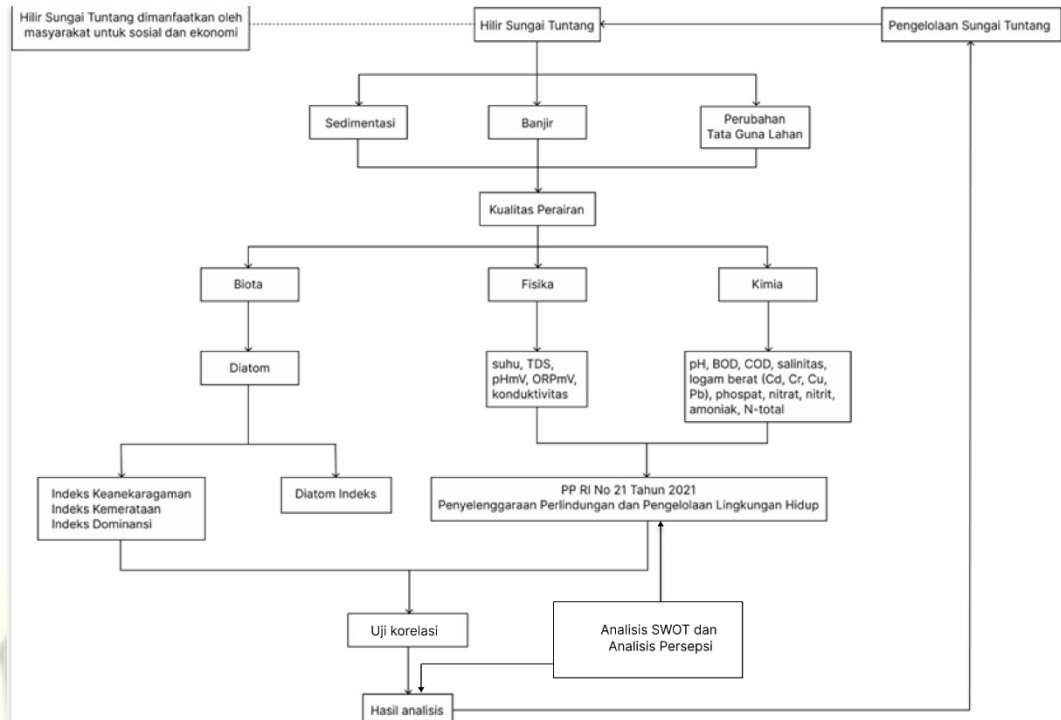
No	Penulis, Tahun	Judul	Ringkasan
3	Tri Retnaningsih Soeprbowati, Jumari, Riche Hariyati, and Fini Wulandari (2019)	Epipellic Diatom Communities in Pengilon Lake Dieng, Central Java	Penelitian ini membahas mengenai diatom epipelik di Telaga Pengilon, Dieng dengan 4 titik sampling dan sedimen permukaan. Hasil diatom dihitung dengan menggunakan indeks diversitas untuk menggambarkan kondisi lingkungan yang terjadi.
4	Tri Retnaningsih Soeprbowati, Sri Widodo Agung Suedy, Hadiyanto, Ali Arman Lubis, Peter Gell (2018)	Diatom assemblage in the 24 cm upper sediment associated with human activities in Lake Warna Dieng Plateau Indonesia	Penelitian ini membahas mengenai struktur komunitas diatom dengan <i>coring</i> sedalam 24 cm dan didukung dengan perhitungan umur sedimen. Hasilnya didapatkan bahwa sedimen berusia hingga 124 tahun. Diatom dihitung dengan menggunakan indeks diversitas dan menggambarkan kondisi lingkungan di masa tersebut.
5	Tri Retnaningsih Soeprbowati , Hartuti Purnaweni, Jumari Jumari, Kenanga Sari (2022)	The Relationship of Water Quality to Epipellic Diatom Assemblages in Cebong Lake, Dieng Indonesia	Penelitian ini dilakukan di Telaga Cebong, Dieng, dengan menggunakan sedimen permukaan dari 4 titik lokasi. Diatom yang memiliki kelimpahan di atas



No	Penulis, Tahun	Judul	Ringkasan
			70% dianalisis menggunakan OMNIDIA dengan menggunakan indeks IDG, IPS, TDI, IBD. Berdasarkan hasil diatom indeks, status Telaga Cebong adalah $\beta$ mesosaprobic.
6	Tinotenda Mangadze, Jonathan C. Taylor, William P. Froneman, Tatenda Dalu (2019)	Water quality assessment in a small austral river system (Bloukrans River system, South Africa): Application of multivariate analysis and diatom indices	Penelitian dilakukan di Sungai Bloukrans, Afrika Selatan dengan pengambilan sampel sedimen permukaan di 9 titik sepanjang sungai. Analisis data menggunakan OMNIDIA dengan diatom indeks yang digunakan diantaranya South African Diatom Indices (SADI), TDI, BDI. Hasilnya SADI menunjukkan bahwa Sungai Bloukrans terkena dampak dan memiliki korelasi yang signifikan dengan variabel kualitas air.
7	Csilla Stenger-Kovács, Kitti Körmendi, Edina Lengyel, András Abonyi, Éva Hajnal,	Expanding the trait-based concept of benthic diatoms: Development of trait and species-based indices for	Penelitian dilakukan di Caparthian Basin, sedimen diatom yang digunakan interval 5-10 cm. Sedangkan untuk diatom epifitik menggunakan sikat gigi.

No	Penulis, Tahun	Judul	Ringkasan
	Beáta Szabó, Krisztina Buczkó, Judit Padisák (2018)	conductivity as the master variable of ecological status in continental saline lakes	Analisis diatom menggunakan Diatom Index for Soda Pans (DISP). Diatom bentik memberikan dasar yang andal untuk penilaian status ekologis di danau soda.
8	Xiang Tan, Quanfa Zhang, Michele A. Burford, Fran Sheldon and Stuart E. Bunn (2017)	Benthic Diatom Based Indices for Water Quality Assessment in Two Subtropical Streams	Penelitian ini dilakukan dengan cara komparasi diatom di Sungai South East Queensland (SEQ), Australia dan Sungai Han Basin, China. Analisis menggunakan OMNIDIA untuk menghitung diatom indeks. Sebagian besar diatom indeks memiliki hasil yang baik, seperti yang diperkirakan, di hulu Sungai Han di mana polusi nutrisi dan bahan organik relatif tinggi, dan variasi pH rendah. Namun, nilai rendah terjadi di SEQ di mana gradien kualitas air rendah dan sebaliknya sebagian besar merespons variasi spasial dalam pH.

## 1.6 Kerangka Pemikiran Penelitian



Gambar 1. 2 Kerangka penelitian tesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang disajikan, penelitian ini bermula dari permasalahan sedimentasi, banjir, dan perubahan tata guna lahan akibat aktivitas manusia. Penelitian ini dilakukan di hilir Sungai Tuntang di Kabupaten Demak. Karena bagian hilir memiliki fungsi sebagai manfaat sosial dan ekonomi untuk masyarakat maka perlu adanya *monitoring* kualitas perairan, dalam hal ini menggunakan diatom. Hasil dari diatom nanti dihitung menggunakan indeks diversitas, yakni: Indeks diversitas *Shannon-Wiener*, Indeks *Evenness*, Indeks Dominansi Simpson dan indeks biotik diatom. Pendekatan neolimnologi dan paleolimnologi dilakukan dalam penelitian ini dengan melihat kondisi terbaru sungai dan kondisi pada masa lampau. Data perubahan lingkungan akan didukung dengan data sosial yang didapatkan dengan melalui pendekatan persepsi masyarakat dan instansi yang kemudian dilakukan analisis SWOT untuk mengetahui model strategi pengelolaan yang tepat.