

BUKU MONOGRAF

DAMPAK AKTIVITAS

PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

TERHADAP KUALITAS AIR SUNGAI



Dr. Suratni Afrianti, S.T., M.Si.
Andry Admaja Tarigan, S.P., M.Agr.

DAMPAK AKTIVITAS PERKEBUNAN KELAPA SAWIT TERHADAP KUALITAS AIR SUNGAI

Penulis:

Dr. Suratni Afrianti, S.T., M.Si,

Andry Admaja Tarigan, S.P., M. Agr

Desain Isi:

Dr. Suratni Afrianti, S.T., M.Si

Desain Cover

Andry Admaja Tarigan, S.P., M. Agr

Diterbitkan Oleh:

UNPRI PRESS(Anggota IKAPI)

*Jl. Sampul No.3, Kel. Sei Putih Barat, Kec. Medan Petisah
Medan – Indonesia 20118*

ISBN:

Terbitan:

**UNIVERSITAS
PRIMA INDONESIA**



UNPRI PRESS

Hak Cipta Pada Penulis

Hak Cipta dilindungi Undang – Undang

*Dilarang Keras Memperbanyak Karya Tulis Ini Dalam Bentuk Dan Dengan
Cara Apapun Tanpa Seizin Dari Penerbit*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga monograf yang berjudul **“Dampak Aktivitas Perkebunan Kelapa Sawit terhadap Kualitas Air Sungai”** ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Monograf ini disusun sebagai bagian dari upaya akademik untuk memahami hubungan antara aktivitas pemanfaatan lahan, khususnya perkebunan kelapa sawit, dengan kondisi kualitas air sungai sebagai salah satu komponen penting dalam sistem lingkungan. Perkebunan kelapa sawit merupakan sektor strategis yang berkontribusi besar terhadap pembangunan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Namun, perkembangan aktivitas perkebunan yang pesat juga memerlukan perhatian terhadap aspek lingkungan, terutama yang berkaitan dengan keberlanjutan sumber daya air. Sungai sebagai bagian dari daerah aliran sungai (DAS) memiliki fungsi ekologis, sosial, dan ekonomi yang vital, sehingga perubahan kualitas air sungai dapat berdampak luas terhadap kehidupan masyarakat dan ekosistem di sekitarnya. Monograf ini membahas berbagai aspek yang berkaitan dengan sungai dan daerah aliran sungai, meliputi gambaran umum sungai, karakteristik DAS, aktivitas pemanfaatan lahan di sekitarnya, potensi sumber pencemaran, serta kerangka regulasi yang mengatur pengelolaan dan pengendalian pencemaran air. Kajian yang disajikan dalam monograf ini disusun berdasarkan hasil penelitian lapangan yang dilaksanakan pada tahun 2018 di Sungai Ular, yang kemudian diperkaya dengan telaah literatur ilmiah dan regulasi lingkungan yang relevan. Pembahasan disusun berdasarkan kajian literatur ilmiah, laporan resmi pemerintah, peraturan perundang-undangan yang berlaku, serta sumber informasi terpercaya lainnya. Dengan pendekatan tersebut, monograf ini diharapkan mampu menyajikan kajian yang objektif dan berimbang mengenai dampak aktivitas perkebunan kelapa sawit terhadap kualitas air sungai.

Penulis menyadari bahwa kajian mengenai dampak lingkungan merupakan isu yang kompleks dan dinamis, serta memerlukan data dan analisis yang berkelanjutan. Oleh karena itu, monograf ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi awal bagi akademisi, mahasiswa, peneliti, praktisi lingkungan, serta para pemangku kepentingan dalam memahami permasalahan kualitas air sungai dan mendorong upaya pengelolaan lingkungan yang lebih baik dan berkelanjutan.

Akhir kata, penulis berharap monograf ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan terkait pengelolaan kualitas air sungai di wilayah dengan aktivitas perkebunan kelapa sawit. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa yang akan datang.

Medan, 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	II
DAFTAR ISI.....	III
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. TUJUAN DAN SASARAN MONOGRAF.....	2
1.3. MANFAAT PENULISAN MONOGRAF.....	2
BAB II. KONDISI UMUM DAN KARAKTERISTIK SUNGAI ULAR.....	3
2.1. GAMBARAN UMUM SUNGAI ULAR.....	3
2.2. DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) SUNGAI ULAR.....	5
2.3. AKTIVITAS PEMANFAATAN LAHAN DI SEKITAR SUNGAI ULAR.....	6
2.4. POTENSI SUMBER PENCEMARAN DI SUNGAI ULAR.....	8
BAB III. KONSEP DAN STANDAR KUALITAS AIR SUNGAI.....	12
3.1 PENGERTIAN DAN KLASIFIKASI KUALITAS AIR.....	12
3.1.1 <i>Pengertian Sungai</i>	12
3.1.2 <i>Kualitas Sungai</i>	12
3.2 PARAMETER FISIKA DALAM PENILAIAN KUALITAS AIR.....	14
3.2.1 <i>Suhu</i>	14
3.2.2 <i>TDS (Total Disolved Solid)</i>	14
3.2.3 <i>TSS (Total Suspended Solid)</i>	15
3.3. PARAMETER KIMIA DALAM PENILAIAN KUALITAS AIR.....	15
3.3.1 <i>Potential of Hydrogen (pH)</i>	15
3.3.2 <i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	16
3.3.3 <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	17
3.3.4 <i>D. Dissolved Oxygen (DO)</i>	17
3.4 BAKU MUTU AIR SUNGAI BERDASARKAN PP No. 22 TAHUN 2021.....	18
BAB IV METODOLOGI KAJIAN KUALITAS AIR.....	23
4.1. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN.....	23
4.2. BAHAN DAN ALAT.....	23
4.3 METODE PENELITIAN.....	23
4.4. PARAMETER PENGAMATAN.....	24
4.5. PROSEDUR KERJA.....	24
4.5.1. <i>Prosedur Kerja pH (Potential Hydrogen)</i>	24
4.5.2. <i>Prosedur Kerja BOD (Biological Oxygen Demand)</i>	24

4.5.3. Prosedur Kerja COD (Chemical Oxygen Demand)	24
4.5.4. Prosedur Kerja DO (Dissolved Oxygen)	25
4.5.5. Prosedur Kerja Suhu	25
4.5.6. Prosedur Kerja TDS (Total Dissolved Solid)	25
4.5.7. Prosedur Kerja TSS (Total Suspended Solid)	26
BAB V HASIL PENGUKURAN KUALITAS AIR SUNGAI ULAR	27
5.1. DESKRIPSI RONA LINGKUNGAN DAN AKTIVITAS LAIN	27
5.2. PENGUKURAN KONSENTRASI TSS	27
5.3. PENGUKURAN SUHU	28
5.4. PENGUKURAN KONSENTRASI TDS	29
5.5. PENGUKURAN PH	29
5.6. PENGUKURAN KONSENTRASI BOD	30
5.7. PENGUKURAN KONSENTRASI COD	31
5.8. PENGUKURAN KONSENTRASI DO	31
BAB VI STRATEGI PENGELOLAAN DAN PENGENDALIAN KUALITAS AIR	33
6.1. UPAYA PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR SUNGAI	33
6.1.1. Pengelolaan Limbah Cair Perkebunan (POME)	33
6.1.2. Pengendalian Erosi dan Padatan Tersuspensi (TSS)	33
6.1.3 Pengelolaan Nutrien dan Pestisida	34
6.1.4 Rehabilitasi dan Perlindungan Daerah Aliran Sungai (DAS)	34
6.1.5 Partisipasi Masyarakat dan Pendidikan Lingkungan	34
6.1.6 Pemantauan Kualitas Air Sungai	34
6.1.7 Teknologi Bioremediasi dan Rekayasa Ekologi	35
6.2. PERAN PEMERINTAH, PERUSAHAAN, DAN MASYARAKAT	37
6.3 REKOMENDASI PENGELOLAAN SUNGAI BERKELANJUTAN	38
BAB VII KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	40
7.1. KESIMPULAN	40
7.2. REKOMENDASI	40
DAFTAR PUSTAKA	42
BIODATA PENULIS	45

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai merupakan sumber daya alam yang bermanfaat bagi makhluk hidup dalam segala aktivitas kehidupan. Saat ini sungai menjadi sumber air terpenting yang dimanfaatkan, namun tidak adanya penataan secara teratur, sehingga pemanfaatan sungai secara berkelanjutan penting untuk dilakukan agar dapat menjaga kualitas dan kuantitas air sungai sesuai dengan baku mutu air (Azwir, 2006). Menurut peraturan pemerintah nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, sungai yang berada di wilayah Sumatera Utara khususnya Kabupaten Serdang Berdagai memiliki sungai penting yaitu sungai ular sebagai sumber air yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar aliran sungai tersebut. Masalah umum yang berkaitan dengan sungai antara lain pencemaran yang disebabkan oleh limbah rumah tangga, industri pertanian, pertambangan serta peternakan.

Dampak yang ditimbulkan dari berbagai aktivitas tersebut menyebabkan penurunan kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu serta standar layak konsumsi ini dapat menimbulkan berbagai gangguan baik terhadap sungai sebagai sumber air maupun gangguan bagi makhluk hidup (Effendi, 2003).

Sungai ular merupakan sungai yang memiliki panjang 115 Km, dimana sungai tersebut menjadi sumber utama bagi kegiatan positif dan negatif makhluk hidup khususnya masyarakat yang berada disekitar aliran sungai ular. Salah satu kegiatan yang terdapat di daerah aliran sungai ular ini yaitu pabrik kelapa sawit dan perkebunan kelapa sawit masyarakat maupun perusahaan, sehingga limbah pertanian dan industri yang ditimbulkan mengalir ke sungai serta diduga memiliki dampak negatif. Adapun yang dapat ditimbulkan dari berbagai aktivitas tersebut antara lain adanya penurunan kualitas air.

Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia mengingat bahwa banyak penyakit yang dapat ditularkan melalui air limbah. Air limbah ini ada yang hanya berfungsi sebagai media pembawa saja. Selain sebagai pembawa dan kandungan penyakit maka air limbah juga dapat mengandung bahan-bahan beracun, penyebab iritasi, bau dan bahkan suhu yang tinggi serta bahan-bahan lainnya yang mudah terbakar (Santi, 2004).

Pengaruh limbah industri kelapa sawit terhadap kualitas air sungai, maka perlu diketahui dari tiap-tiap parameter yang dipengaruhi oleh industri kelapa sawit. Sifat-sifat air umumnya diuji dan dapat digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran air misalnya: *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan Kualitas Fisik air (Azwir, 2006), Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini penting untuk dilakukan. Adapun penelitian yang akan dilakukan yaitu mengenai kajian kualitas air sungai ular ditinjau dari dampak aktivitas perkebunan kelapa sawit.

1.2. Tujuan dan Sasaran Monograf

Monograf ini bertujuan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi kualitas air Sungai Ular berdasarkan parameter fisika dan kimia, serta menganalisis pengaruh aktivitas perkebunan kelapa sawit terhadap perubahan kualitas air dari hulu hingga hilir. Kajian ini disusun sebagai referensi ilmiah yang mengintegrasikan data lapangan, standar baku mutu air, dan implikasi lingkungan dalam pengelolaan sumber daya air sungai.

Sasaran penulisan monograf ini meliputi akademisi dan mahasiswa sebagai bahan rujukan dalam kajian kualitas lingkungan perairan, pemerintah daerah sebagai dasar pertimbangan dalam pengelolaan dan pengendalian pencemaran air sungai, serta pihak perusahaan dan masyarakat sebagai sumber informasi dalam upaya menjaga keberlanjutan fungsi Sungai Ular sesuai peruntukannya.

1.3. Manfaat Penulisan Monograf

Monograf ini diharapkan memberikan manfaat sebagai sumber referensi ilmiah mengenai kualitas air sungai, khususnya Sungai Ular, yang ditinjau dari parameter fisika dan kimia sesuai dengan ketentuan baku mutu perairan. Informasi yang disajikan dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran dan rujukan bagi akademisi serta mahasiswa dalam kajian pengelolaan kualitas lingkungan perairan.

Bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan terkait, monograf ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar pertimbangan dalam perencanaan pengelolaan, pengendalian, dan pemantauan kualitas air Sungai Ular secara berkelanjutan. Selain itu, monograf ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi pihak perusahaan dan masyarakat sekitar sungai mengenai pentingnya menjaga kualitas badan air guna mendukung kelestarian lingkungan dan keberlanjutan fungsi Sungai Ular sesuai peruntukannya.

BAB II. KONDISI UMUM DAN KARAKTERISTIK SUNGAI ULAR

2.1. Gambaran Umum Sungai Ular

Sungai Ular, yang dikenal juga dengan sebutan Sei Ular, merupakan salah satu sungai penting di Provinsi Sumatera Utara yang memiliki peran strategis dalam mendukung kehidupan sosial, ekonomi, dan lingkungan masyarakat di sekitarnya. Sungai ini secara administratif melintasi wilayah Kabupaten Serdang Bedagai dan sebagian wilayah Kabupaten Deli Serdang. Keberadaan Sungai Ular tidak hanya berfungsi sebagai sumber daya air permukaan, tetapi juga sebagai bagian dari sistem ekologi daerah aliran sungai yang menopang berbagai aktivitas manusia dan keberlanjutan lingkungan di kawasan tersebut.

Secara geografis, Sungai Ular berasal dari wilayah dataran tinggi yang merupakan bagian dari rangkaian Pegunungan Bukit Barisan. Dari daerah hulu, aliran sungai bergerak mengikuti kontur alami lahan menuju wilayah dataran rendah sebelum akhirnya bermuara ke kawasan pesisir. Pola aliran ini mencerminkan karakteristik sungai tropis yang dipengaruhi oleh kondisi topografi, curah hujan, serta dinamika penggunaan lahan di sepanjang daerah alirannya. Panjang alur sungai yang cukup signifikan menjadikan Sungai Ular sebagai salah satu sungai utama yang berkontribusi terhadap sistem hidrologi regional di Sumatera Utara.

Daerah aliran Sungai Ular mencakup kawasan dengan variasi tutupan lahan yang beragam, mulai dari vegetasi alami di bagian hulu hingga kawasan pertanian, permukiman, dan perkebunan di bagian tengah dan hilir. Perbedaan karakter penggunaan lahan ini menyebabkan adanya variasi kondisi lingkungan dan kualitas air sepanjang aliran sungai. Pada bagian hulu, kondisi lingkungan relatif lebih alami dengan pengaruh aktivitas manusia yang masih terbatas, sehingga proses filtrasi alami oleh vegetasi dan tanah masih berjalan dengan baik. Kondisi ini berperan dalam menjaga kualitas air sungai pada bagian hulu agar tetap berada dalam kondisi yang relatif baik.

Seiring dengan aliran sungai menuju bagian tengah dan hilir, Sungai Ular melewati kawasan yang intensitas aktivitas manusianya semakin tinggi. Salah satu aktivitas dominan di wilayah ini adalah kegiatan pertanian dan perkebunan kelapa sawit, baik yang dikelola oleh masyarakat maupun oleh perusahaan. Aktivitas tersebut memberikan kontribusi besar terhadap perekonomian daerah, namun pada saat yang sama berpotensi memberikan tekanan terhadap lingkungan perairan sungai. Limpasan air hujan dari lahan perkebunan dapat membawa sedimen, unsur hara, dan residu bahan kimia ke dalam badan sungai, yang selanjutnya mempengaruhi kondisi fisik dan kimia air.

Selain sebagai sistem alami, Sungai Ular juga memiliki peran penting dalam kehidupan sosial masyarakat. Sungai ini dimanfaatkan sebagai sumber air untuk berbagai kebutuhan, seperti irigasi pertanian, kegiatan rumah tangga, serta aktivitas ekonomi berskala kecil. Di beberapa wilayah, Sungai Ular menjadi tumpuan utama bagi penyediaan air bagi lahan pertanian, khususnya pada musim kemarau ketika ketersediaan air menjadi terbatas.

Ketergantungan masyarakat terhadap sungai menunjukkan bahwa keberlanjutan fungsi Sungai Ular sangat berkaitan erat dengan kesejahteraan masyarakat di sekitarnya.

Dari sudut pandang historis dan budaya, Sungai Ular memiliki nilai yang cukup kuat bagi masyarakat lokal. Sungai ini tidak hanya dipandang sebagai aliran air semata, tetapi juga sebagai bagian dari identitas dan sejarah kawasan. Dalam tradisi lisan dan cerita masyarakat, Sungai Ular sering dikaitkan dengan berbagai peristiwa masa lalu yang membentuk hubungan emosional antara manusia dan lingkungan sungai. Nilai historis dan budaya tersebut memperkuat pentingnya Sungai Ular untuk dipahami dan dikelola secara bijaksana, tidak hanya dari aspek teknis, tetapi juga dari perspektif sosial dan budaya.

Kondisi fisik Sungai Ular dipengaruhi oleh faktor alamiah seperti curah hujan, suhu lingkungan, dan karakteristik geologi wilayah sekitarnya. Fluktuasi debit air sungai terjadi secara musiman, dengan peningkatan debit pada musim hujan dan penurunan debit pada musim kemarau. Perubahan debit ini berpengaruh terhadap proses erosi, transport sedimen, serta dinamika kualitas air. Pada saat debit meningkat, partikel tersuspensi dari daerah tangkapan air dapat terbawa ke dalam aliran sungai, sedangkan pada kondisi debit rendah, konsentrasi zat terlarut dapat meningkat akibat berkurangnya volume air.

Dalam konteks lingkungan, Sungai Ular merupakan habitat bagi berbagai organisme akuatik yang bergantung pada kondisi kualitas air yang stabil. Perubahan kualitas air akibat aktivitas manusia dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem perairan, termasuk keberadaan ikan dan organisme air lainnya. Oleh karena itu, kondisi Sungai Ular perlu dipahami secara menyeluruh sebagai satu kesatuan sistem yang saling terkait antara aspek fisik, kimia, biologi, dan sosial.

Keberadaan aktivitas perkebunan kelapa sawit di sepanjang daerah aliran Sungai Ular menjadikan sungai ini relevan untuk dikaji dalam perspektif pengelolaan lingkungan. Perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu sektor unggulan yang berkontribusi besar terhadap pembangunan ekonomi daerah, namun juga memerlukan pengelolaan lingkungan yang baik agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas air sungai. Interaksi antara aktivitas perkebunan dan sistem perairan Sungai Ular menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi status mutu air sungai dan keberlanjutan fungsi sungai di masa mendatang.

Dengan mempertimbangkan berbagai aspek tersebut, Sungai Ular dapat dipahami sebagai sistem perairan yang memiliki fungsi ekologis, sosial, dan ekonomi yang saling berkaitan. Pemahaman yang komprehensif mengenai gambaran umum Sungai Ular menjadi landasan penting dalam melakukan kajian kualitas air serta merumuskan strategi pengelolaan sungai yang berkelanjutan. Oleh sebab itu, kajian terhadap Sungai Ular tidak hanya bertujuan untuk menilai kondisi lingkungan saat ini, tetapi juga sebagai upaya untuk menjaga keberlanjutan fungsi sungai bagi generasi yang akan datang.

2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Ular

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah daratan yang membentuk satu kesatuan dengan sungai utama dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menerima, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya menuju sungai utama hingga akhirnya bermuara ke danau atau laut. Secara topografis, batas DAS ditentukan oleh punggung-punggung bukit atau punggung topografi lainnya yang memisahkan aliran air dari satu sungai ke sungai lain. Konsep DAS ini penting dalam pengelolaan sumber daya air karena mencerminkan unit alami tempat terjadinya proses hidrologi, geomorfologi, dan interaksi lingkungan yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas air sungai.

Dalam konteks Sungai Ular, DAS Sungai Ular merupakan bagian dari sistem pengelolaan yang lebih luas yang dikenal sebagai **SWP DAS Wampu-Sei Ular** — sebuah satuan wilayah pengelolaan DAS yang mencakup beberapa sub-DAS termasuk DAS Ular sendiri di Provinsi Sumatera Utara. Berdasarkan pemetaan data pengelolaan DAS nasional, luas DAS Ular diperkirakan mencapai sekitar **130.929,01 hektar**, sebagai salah satu bagian dari total luas SWP DAS Wampu-Sei Ular yang mencapai lebih dari tiga juta hektar.

Secara fisiografis, DAS Sungai Ular mencakup wilayah yang sangat variatif mulai dari daerah hulu yang berbukit dan bergelombang hingga daerah hilir yang lebih datar. Wilayah hulu DAS, yang umumnya berada di ketinggian lebih tinggi, berperan sebagai daerah tangkapan air hujan yang kemudian mengalir melalui anak-anak sungai menuju alur Sungai Ular sebagai sungai utama. Kondisi vegetasi di bagian hulu biasanya mendukung proses infiltrasi air ke dalam tanah serta perpanjangan aliran dasar sungai, sehingga kualitas air relatif lebih baik dan debit lebih stabil. Kondisi ini penting dalam menjaga fungsi ekologis DAS sebagai penyangga air dan pengendali erosi.

Berbeda dengan bagian hulu, wilayah tengah dan hilir DAS Sungai Ular menunjukkan dinamika penggunaan lahan yang lebih intensif, termasuk pertanian, permukiman, dan secara khusus perkebunan kelapa sawit — yang menjadi salah satu sektor ekonomi dominan di kawasan ini. Perubahan penggunaan lahan ini membawa berbagai tekanan lingkungan yang nyata. Salah satu tekanan yang dilaporkan dalam berita lokal adalah aktivitas galian C ilegal yang merusak kawasan DAS Sungai Ular di Kabupaten Deli Serdang. Aktivitas penambangan tanah ilegal tersebut telah menyebabkan kerusakan signifikan pada struktur tanah DAS, meningkatkan risiko erosi, sedimentasi sungai, dan potensi banjir serta penurunan kualitas air sungai. Fenomena ini menunjukkan betapa rapuhnya kestabilan DAS ketika fungsi ekologisnya terganggu oleh aktivitas manusia yang tidak terkontrol.

Kerusakan fisik DAS Sungai Ular akibat aktivitas ekstrem seperti galian C ilegal juga berimplikasi terhadap penurunan kapasitas DAS dalam menyerap dan mengatur aliran air hujan. Tanah yang digali secara masif akan kehilangan struktur alami yang mendukung proses infiltrasi, sehingga aliran permukaan meningkat dan air dengan cepat masuk ke sungai utama tanpa

melalui proses penyangga vegetasi. Akibatnya, risiko banjir di wilayah hilir meningkat karena kapasitas daya tampung sungai berkurang sementara volume air yang masuk meningkat. Selain itu, sedimentasi yang dihasilkan dari aktivitas tersebut akan mengendap di dasar sungai, menurunkan kedalaman sungai dan mempercepat proses pendangkalan.

Dalam pengertian ekosistem, DAS merupakan unit ekologis yang mempengaruhi kualitas dan keberlanjutan sumber daya air dan kehidupan yang bergantung padanya. Di banyak DAS di Indonesia, termasuk DAS Ular, perubahan tata guna lahan telah mengubah struktur ekologis alami, yang berdampak langsung pada fungsi hidrologi dan kualitas air. Sungai Ular, sebagai alur utama di dalam DAS, mencerminkan keadaan lingkungan sekitarnya. Kondisi ini mempengaruhi tidak hanya kualitas air, tetapi juga dinamika biota air, sifat sedimen, serta stabilitas bentang alam di sekitarnya.

Upaya pengelolaan DAS Sungai Ular mencakup kerja sama antara berbagai pihak, termasuk masyarakat lokal, pemerintah, dan lembaga pengelola DAS. Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Wampu-Sei Ular adalah salah satu instansi yang bertugas mengelola dan memantau kondisi DAS serta membantu koordinasi perbaikan fungsi ekologis kawasan aliran sungai tersebut. Eksistensi lembaga ini menandakan pentingnya pendekatan berbasis wilayah sungai atau DAS dalam pengelolaan sumber daya air yang terintegrasi, yang tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis, tetapi juga sosial dan lingkungan.

Selain itu, pemahaman tentang DAS juga berkaitan erat dengan kegiatan mitigasi bencana, terutama banjir dan longsor. Penelitian yang pernah dilakukan menunjukkan bahwa wilayah DAS seperti Ular memiliki tingkat kerawanan banjir tertentu akibat interaksi antara karakteristik fisik topografi, curah hujan, serta tekanan penggunaan lahan. Pemetaan kerawanan ini menjadi bagian dari strategi mitigasi untuk mengurangi dampak bencana yang terus berulang di beberapa bagian wilayah DAS. Hal ini menekankan pentingnya pengelolaan DAS yang tidak hanya berfokus pada aliran sungai, tetapi juga pada pengendalian sumber daya alam di seluruh wilayah alirannya.

Secara keseluruhan, DAS Sungai Ular merupakan wilayah yang kompleks dan dinamis secara ekologis dan sosial. Wilayah ini memainkan peran strategis dalam mengatur air, menyokong kehidupan masyarakat, serta menjadi bagian dari sistem ekosistem yang lebih luas. Tantangan dalam pengelolaan DAS Sungai Ular mencakup perlunya keseimbangan antara pemanfaatan ekonomi dan konservasi lingkungan, serta upaya untuk memperbaiki dan melestarikan fungsi alami DAS agar tetap dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat dan lingkungan di sekitar aliran sungai.

2.3. Aktivitas Pemanfaatan Lahan di Sekitar Sungai Ular

Aktivitas pemanfaatan lahan di sekitar Sungai Ular mencerminkan hubungan kompleks antara manusia, sumber daya alam, dan dinamika ekonomi di wilayah provinsi Sumatera Utara (Sumut). Sungai Ular tidak

hanya merupakan elemen fisik dari sistem perairan, tetapi juga menjadi fokus pemanfaatan lahan yang beragam, dari kegiatan agraris hingga industri kecil, yang secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi kondisi lingkungan di sekitarnya.

Wilayah di sekitar Sungai Ular secara historis berkembang sebagai kawasan *agraris* dengan dominasi pertanian dan perkebunan. Lahan di daerah hilir dan dataran rendah dimanfaatkan secara intensif oleh masyarakat untuk usaha **pertanian padi dan komoditas tanaman pangan lainnya**, yang bertumpu pada suplai air dari Sungai Ular melalui jaringan irigasi. Sungai ini menjadi sumber utama untuk irigasi sawah yang tersebar di beberapa kecamatan di Kabupaten Serdang Bedagai dan Deli Serdang, termasuk Galang, Pagar Merbau, Lubuk Pakam, Pantai Cermin, dan Teluk Mengkudu. Total luas lahan pertanian yang mendapat suplai air dari jaringan irigasi Sungai Ular secara signifikan mencapai puluhan ribu hektar, menjadikannya tumpuan utama produksi padi di wilayah ini. Sistem irigasi ini menunjukkan bagaimana sungai dimanfaatkan secara langsung untuk meningkatkan produktivitas lahan pertanian lokal.

Selain pertanian pangan, perkebunan **kelapa sawit (oil palm)** merupakan salah satu bentuk pemanfaatan lahan yang dominan di sekitar kawasan Sungai Ular. Provinsi Sumatera Utara dikenal sebagai salah satu pusat perkebunan sawit terbesar di Indonesia, dengan lokasi perkebunan yang tersebar di berbagai kabupaten termasuk Deli Serdang dan Serdang Bedagai. Perkebunan sawit ini dikelola oleh berbagai pihak, baik oleh perusahaan besar maupun *smallholder* lokal sebagai usaha tani skala kecil hingga menengah. Komoditas kelapa sawit menjadi sumber pendapatan penting karena kontribusinya pada ekonomi regional dan nasional selain komoditas lain seperti karet, kopi, dan coklat.

Namun, perlu dicatat bahwa ekspansi lahan perkebunan, khususnya sawit, seringkali berkaitan dengan perubahan tutupan lahan alami, seperti hutan dan semak belukar, menjadi lahan budidaya produktif. Perubahan ini tercermin dalam banyak analisis tentang dinamika penggunaan lahan di Sumatra, di mana ekspansi tanaman sawit dan perkebunan lainnya menjadi salah satu *driver* utama perubahan lahan dari hutan ke budidaya pertanian. Penelitian lain menunjukkan bahwa konversi lahan alami menjadi lahan budidaya seperti sawit memiliki dampak signifikan terhadap lanskap ekologis dan potensi emisi gas rumah kaca, menandakan pergeseran fungsi lahan yang besar.

Selain pertanian dan perkebunan sawit, aktivitas **penambangan pasir dan Galian C ilegal** juga merupakan bentuk pemanfaatan lahan yang nyata di kawasan Sungai Ular dan sekitarnya. Praktik Galian C ini melibatkan pengambilan material pasir dan kerikil di tepi sungai untuk kebutuhan konstruksi dan proyek pembangunan lainnya. Aktivitas semacam ini telah mendapat sorotan dari kelompok lingkungan karena berdampak besar pada struktur morfologi sungai dan kondisi lahan riparian. Penambangan yang tidak teratur menyebabkan erosi tebing sungai, pendangkalan dasar sungai, serta kerusakan vegetasi di sempadan sungai, yang pada akhirnya juga dapat mempengaruhi kualitas air dan stabilitas lahan di sekitar sungai. Kasus

Galian C ilegal yang terjadi di bantaran Sungai Ular di Kabupaten Deli Serdang menjadi contoh nyata aktivitas pemanfaatan lahan yang tidak berkelanjutan dan menimbulkan tekanan lingkungan signifikan.

Selain kegiatan agraris besar dan ekstraktif, kawasan sekitar Sungai Ular juga dimanfaatkan untuk kegiatan **perikanan air tawar dan budidaya ikan skala kecil** oleh masyarakat lokal. Wilayah tertentu yang memiliki kondisi perairan lebih tenang dimanfaatkan untuk memelihara ikan seperti nila atau mas, yang menjadi sumber protein dan juga memberi tambahan pendapatan bagi keluarga petani. Pengembangan budidaya ikan ini biasanya bersifat *subsisten* atau komplementer terhadap usaha pertanian lain, dan memanfaatkan kondisi air sungai yang masih relatif mendorong keberlanjutan usaha lokal.

Aktivitas pemanfaatan lahan juga mencakup permukiman penduduk dan infrastruktur pendukung kehidupan sosial masyarakat. Pertumbuhan penduduk di desa-desa sekitar Sungai Ular mendorong perluasan permukiman, pembangunan jalan desa, fasilitas umum, dan akses transportasi yang juga memanfaatkan lahan di sepanjang sungai. Perubahan semacam ini, meskipun skala relatif kecil dibandingkan kegiatan perkebunan besar, tetap memberikan kontribusi terhadap tekanan pada sistem tata guna lahan di kawasan DAS Sungai Ular.

Dinamik penggunaan lahan di sekitar Sungai Ular menunjukkan interaksi kompleks antara kebutuhan ekonomi dan tekanan lingkungan. Pemanfaatan lahan untuk sawah, perkebunan, penambangan material, dan permukiman meningkatkan produktivitas ekonomi masyarakat, namun pada saat yang sama berpotensi menurunkan fungsi ekologis alami dari DAS Sungai Ular jika tidak dikelola dengan prinsip keberlanjutan. Perubahan tutupan lahan yang cepat dapat memengaruhi proses hidrologi alami, seperti infiltrasi air tanah, aliran permukaan, serta kualitas air yang masuk ke dalam sungai, sehingga kajian lebih mendalam tentang pola penggunaan lahan menjadi sangat penting untuk mendukung strategi pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan di wilayah ini

2.4. Potensi Sumber Pencemaran di Sungai Ular

Potensi sumber pencemaran di Sungai Ular berkaitan dengan berbagai aktivitas manusia dan proses lingkungan yang terjadi di daerah aliran sungai (DAS) di wilayah Provinsi Sumatera Utara. Sungai Ular, sebagai satu dari sistem sungai penting di wilayah ini, mengalami berbagai tekanan dari aktivitas antropogenik dan perubahan penggunaan lahan yang dapat memengaruhi kualitas air dan fungsi ekologis sungai tersebut. Identifikasi potensi sumber pencemaran merupakan langkah penting dalam memahami faktor-faktor yang memengaruhi kualitas air Sungai Ular secara menyeluruh.

Salah satu sumber pencemaran utama yang identik dengan wilayah sekitar Sungai Ular adalah **aktivitas pertanian dan perkebunan kelapa sawit**. Perkebunan sawit merupakan salah satu bentuk penggunaan lahan dominan di Sumatera Utara, termasuk di sekitar DAS dan bantaran Sungai Ular. Praktik pertanian intensif, terutama pada lahan sawit, biasanya

melibatkan penggunaan pupuk dan pestisida dalam jumlah besar untuk memastikan produktivitas tanaman. Bahan kimia tersebut mudah larut dalam air dan dapat terbawa oleh aliran limpasan permukaan ketika hujan turun, lalu masuk ke badan sungai. Penelitian di wilayah lain menunjukkan bahwa sungai yang berada dekat dengan perkebunan sawit memiliki peningkatan dalam tingkat nitrogen dan fosfor akibat limpasan pupuk, yang pada beberapa kasus mencapai level yang berpotensi membahayakan kesehatan jika dikonsumsi secara langsung. Perubahan nutrisi tersebut juga bisa memicu eutrofikasi di badan air, mengakibatkan pertumbuhan alga berlebih yang dapat mengurangi kadar oksigen terlarut dalam air.

Selain nutrisi dari pupuk, penggunaan pestisida dan bahan pengendali hama lainnya juga berkontribusi terhadap pencemaran air. Dalam studi kasus di Sungai Hantu (Sumatera Selatan) yang berada dekat dengan perkebunan sawit, kontaminasi logam berat seperti kadmium (Cd) dan timbal (Pb) di permukaan air dilaporkan melebihi standar kualitas air minum akibat aplikasi pestisida dan herbisida secara intensif. Kondisi ini menunjukkan keterkaitan langsung antara praktik agrikultur yang intensif dengan peningkatan polutan berbahaya di badan air sungai. Meskipun data spesifik untuk Sungai Ular masih perlu dikaji lebih jauh, pola ini memberikan gambaran potensi pencemaran yang mungkin terjadi di sungai yang berada di daerah dengan dominasi perkebunan sawit.

Aktivitas lain yang berkontribusi terhadap pencemaran sungai adalah **limbah domestik dan permukiman**. Wilayah sekitar sungai yang semakin berkembang seiring pertumbuhan penduduk dapat menghasilkan limbah rumah tangga yang jika tidak dikelola dengan benar akan masuk ke sungai melalui sistem pembuangan, saluran drainase, atau bahkan langsung dibuang ke badan sungai. Limbah rumah tangga ini biasanya mengandung bahan organik, deterjen, dan zat nutrisi yang dapat meningkatkan beban bahan organik dalam air sungai. Kelebihan bahan organik yang dibuang ke sungai menyebabkan peningkatan permintaan oksigen biologis (BOD), yang berdampak pada penurunan kadar oksigen terlarut (DO) di dalam air, sehingga dapat mengancam biota air dan merusak keseimbangan ekosistem akuatik. Di banyak sungai di Indonesia, fenomena pencemaran akibat limbah domestik merupakan masalah umum yang memengaruhi kualitas air sungai yang menjadi sumber air bagi masyarakat.

Sumber pencemaran berikutnya yang penting diidentifikasi adalah **aktivitas penambangan material atau Galian C ilegal** di sepanjang bantaran sungai. Di beberapa bagian wilayah sekitar Sungai Ular, seperti di Kabupaten Deli Serdang, terjadi aktivitas penambangan pasir dan kerikil yang tidak terkontrol yang telah menimbulkan kerusakan pada struktur tanah dan bantaran sungai. Aktivitas ini berpotensi meningkatkan sedimentasi di alur sungai karena erosi tanah yang terjadi akibat penggalian lahan yang tidak terkendali. Sedimentasi adalah salah satu komponen pencemaran fisik yang dapat mengurangi kualitas air dengan meningkatkan kekeruhan, mengganggu habitat dasar sungai, dan menurunkan penetrasi cahaya ke dalam air. Selain itu, sedimentasi yang berlebihan dapat mempercepat pendangkalan alur sungai dan meningkatkan risiko banjir pada

musim hujan. Aktivitas pertambangan yang tidak sesuai dengan kaidah lingkungan juga seringkali berkontribusi terhadap pelepasan material tercemar ke dalam sungai jika tanah yang digali mengandung unsur-unsur polutan.

Selain itu, **lumpur, sedimen, dan material padat lainnya** yang masuk ke aliran sungai dapat berasal dari erosi tanah akibat perubahan tutupan lahan, terutama pada area yang telah mengalami deforestasi atau konversi hutan menjadi perkebunan dan lahan pertanian. Hilangnya tutupan vegetatif membuat tanah lebih rentan terhadap erosi oleh hujan, sehingga partikel tanah mudah terbawa aliran air permukaan ke sungai. Erosi ini tidak hanya mempengaruhi kualitas fisik air, tetapi juga membawa bahan nutrisi dan polutan lain yang terikat dalam partikel tanah, berdampak pada kualitas kimia dan biologis air sungai. Data pemetaan DAS di wilayah Belawan-Ular menunjukkan adanya luas lahan kritis yang signifikan, yang menunjukkan adanya risiko tinggi terhadap sedimentasi dan degradasi lahan di sepanjang DAS termasuk kawasan sekitar Sungai Ular.

Sumber pencemaran lain yang perlu diperhatikan di wilayah sungai tropis seperti Sungai Ular adalah **limbah industri dan aktivitas pengolahan komoditas**. Walaupun Sungai Ular mungkin tidak berada dekat dengan kawasan industri besar seperti sungai-sungai di kota metropolitan, aktivitas pengolahan komoditas pertanian atau perkebunan skala kecil dapat menghasilkan limbah cair yang jika tidak diolah dengan baik akan masuk ke badan sungai. Misalnya, limbah dari pengolahan buah kelapa sawit atau sisa bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan tanaman bisa berkontribusi terhadap pencemaran kimia air. Di banyak sungai di Indonesia, limbah industri skala kecil ini telah terbukti menjadi sumber pencemaran penting selain aktivitas rumah tangga dan pertanian.

Seiring dengan perubahan iklim global dan variabilitas cuaca, **perubahan pola curah hujan dan intensitas badai** juga dapat memperburuk potensi pencemaran sungai. Curah hujan yang ekstrem meningkatkan limpasan permukaan yang membawa polutan lebih cepat dan dalam jumlah yang lebih besar ke sungai, sekaligus memicu erosi tanah yang lebih kuat. Kondisi hujan ekstrem dapat memperburuk masuknya nutrisi, sedimen, dan zat berbahaya dari lahan pertanian dan perkebunan ke aliran sungai, sekaligus menurunkan kapasitas penyangga lingkungan DAS terhadap polutan tersebut.

Selain itu, **sampah plastik dan material padat non-organik** yang dibuang sembarangan di sekitar bantaran sungai juga menjadi sumber pencemaran yang signifikan. Di banyak wilayah Sumatera, termasuk di Sumatera Utara, tumpukan sampah plastik telah dilaporkan mencemari sungai dan kanal, terutama di dekat permukiman atau pusat populasi manusia. Sampah plastik dan limbah padat ini tidak hanya mengurangi estetika lingkungan, tetapi juga dapat mengganggu aliran air, merusak habitat akuatik, serta menjadi media bagi mikroplastik yang berbahaya bagi biota dan kesehatan manusia ketika terurai menjadi partikel halus di dalam air.

Secara keseluruhan, potensi sumber pencemaran di Sungai Ular merupakan hasil dari interaksi antara berbagai aktivitas manusia dan proses lingkungan alami di dalam DAS. Pertanian intensif dan perkebunan sawit, limbah domestik, aktivitas penambangan material, sedimentasi akibat erosi, limbah industri skala kecil, serta sampah padat semuanya berkontribusi terhadap beban pencemaran yang dihadapi oleh sungai ini. Pemahaman terhadap sumber-sumber pencemaran ini menjadi dasar penting untuk merancang strategi pengelolaan kualitas air yang efektif, termasuk pendekatan mitigasi di tingkat DAS, peningkatan kesadaran masyarakat, pengelolaan limbah yang lebih baik, dan perbaikan praktik agrikultur dan industri agar dampak terhadap lingkungan dapat diminimalkan secara berkelanjutan.

BAB III. KONSEP DAN STANDAR KUALITAS AIR SUNGAI

3.1 Pengertian dan Klasifikasi Kualitas Air

3.1.1 Pengertian Sungai

Pengertian sungai menurut peraturan pemerintah republik indonesia nomor 38 tahun 2011. Sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan.

Menurut peraturan menteri nomor 28 tahun 2015. Garis sempadan sungai adalah garis maya antara di kiri dan di kanan palung sungai yang di tetapkan sebagai batas pelindung sungai.

Garis sempadan pada sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan ditentukan :

- a. Paling sedikit berjarak 10 (sepuluh) meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari 3 (tiga) meter.
- b. Paling sedikit berjarak 15 (lima belas) meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari 3 (tiga) meter sampai 20 (dua puluh) meter.
- c. Paling sedikit berjarak 30 (tiga puluh) meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai lebih dari 20 (dua puluh) meter.

3.1.2 Kualitas Sungai

Kualitas Air Sungai harus dijaga dari pencemaran, antara lain melalui upaya pembagian kelas air, pengurangan beban limbah yang masuk kedalam sungai dengan memperketat aturan baku mutu limbah, dan penegak hukum yang konsisten, serta peningkatan partisipasi masyarakat. Pembagian peruntukan air berdasarkan kelas telah diatur dalam pasal 8 Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

Klasifikasi dan kriteria kualitas air di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, kualitas air diklasifikasikan menjadi empat kelas yaitu:

- a. Kelas satu : Air yang peruntukannya dapat di gunakan untuk air baku air minum, dan atau di peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas dua : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengaliri pertanaman, dan atau di peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Kelas tiga : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengaliri

pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- d. Kelas empat : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Tabel 1. Kualitas Air menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KET
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi temperat ur dari alamiahn ya
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolah an air minum secara konvensia l, residu tersuspen si < 5000 mg/L
KIMIA ORGANIK						
pH	mg/L	6 s.d. 9	6 s.d. 9	6 s.d. 9	5 s.d. 9	
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum

Sumber: Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001

Pengertian kualitas lingkungan (perairan) adalah sebagai faktor biofisika kimia yang mempengaruhi kehidupan organisme perairan dalam ekosistem. dalam perairan yang ideal adalah perairan yang dapat mendukung organisme dalam menyelesaikan daur hidupnya, kualitas lingkungan perairan adalah suatu kelayakan lingkungan perairan untuk menunjang kehidupan dan pertumbuhan organisme air yang nilainya dinyatakan dalam suatu kisaran tertentu (Bapedalda, 2003).

Masuknya bahan pencemar dalam perairan dapat mempengaruhi kualitas air dan terkait dengan kapasitas asimilasinya. Apabila kapasitas

asimilasi terlampaui, selanjutnya akan menurunkan daya dukung, nilai guna dan fungsi perairan bagi peruntukan lainnya. (Efendi, 2003)

Kualitas perairan ditentukan oleh nilai kisaran parameter yang terukur di lingkungan perairan. Nilai kisaran parameter tersebut secara langsung atau tidak langsung ditentukan oleh proses hidrodinamika suatu perairan. Selain itu juga tergantung beberapa faktor seperti intensitas bahan pencemar, iklim, ke dalam arus, topografi dan geografi, sehingga terjadi proses perubahan sifat fisik, kimia dan biologi yang saling berinteraksi. Apabila salah satu faktor terganggu atau mengalami perubahan akan berdampak pada sistem ekologi (Bapedalda, 2003).

3.2 Parameter Fisika dalam Penilaian Kualitas Air

3.2.1. Suhu

Suhu adalah suatu badan air dipengaruhi oleh musim, waktu dalam hari, ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), lintang (*latitude*), sirkulasi udara, penutupan awan (mendung atau cerah), aliran air dan kedalaman air. Perubahan suhu sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air, selain itu suhu berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Peningkatan suhu dapat mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, volatisasi dan penurunan kelarutan gas dalam air (Effendi, 2003).

3.2.2. TDS (Total Dissolved Solid)

Kelarutan zat padat dalam air atau disebut sebagai total Dissolved solid (TDS) adalah terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa, koloid didalam air. Sebagai contoh adalah air permukaan apabila diamati setelah turun hujan akan mengakibatkan air sungai maupun kolam kelihatan keruh yang disebabkan oleh larutnya partikel tersuspensi didalam air, sedangkan pada musim kemarau air kelihatan berwarna hijau karena adanya ganggang didalam air. Konsentrasi kelarutan zat padat ini dalam keadaan normal sangat rendah, sehingga tidak kelihatan oleh mata telanjang (Situmorang, 2007).

Residu dianggap sebagai kandungan total bahan terlarut dan tersuspensi dalam air. Selama penentuan residu ini, sebagian besar bikarbonat yang merupakan ion utama diperairan telah mengalami transformasi menjadi karbondioksida, sehingga karbondioksida dan gas-gas lain yang menghilang pada saat pemanasan tidak tercakup dalam nilai padatan total (Boyd, 1982). Padatan yang terdapat dalam perairan diklasifikasikan berdasarkan ukuran diameter partikel, seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Klasifikasi Padatan di Perairan Berdasarkan Ukuran Diameter

No.	Klasifikasi Padatan	Ukuran Diameter(μm)	Ukuran Diameter(mm)
1	Padatan Terlarut	$<10^{-7}$	$<10^{-7}$
2	Koloid	10^{-3} –	10^{-6} – 10^{-3}

3	Padatan Tersuspensi	> 1	>10 ⁻²
---	---------------------	-----	-------------------

Sumber: Effendi, 2003.

Padatan Terlarut Total (*Total Dissolved Solid* atau TDS) adalah bahan-bahan terlarut (diameter $<10^{-6}$ mm) dan koloid (diameter 10^{-6} - 10^{-3} mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45 μ m.

TDS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion-ion yang biasanya ditemukan di perairan. Total padatan terlarut merupakan konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) di dalam air. Oleh karena itu, analisa total padatan terlarut menyediakan pengukuran kualitatif dari jumlah ion terlarut, tetapi tidak menjelaskan pada sifat atau hubungan ion. Selain itu, pengujian tidak memberikan wawasan dalam masalah kualitas air yang spesifik. Oleh karena itu, analisa total padatan terlarut digunakan sebagai uji indikator untuk menentukan kualitas umum dari air. Sumber padatan terlarut total dapat mencakup semua kation dan anion terlarut (Oram, 2010).

3.2.3 TSS (Total Suspended Solid)

TSS (Total Suspended Solid) atau total padatan tersuspensi adalah segala macam zat padat dari padatan total yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel maksimum 2,0 μ m dan dapat mengendap (Widyaningsih, 2011). Kekeruhan air erat sekali hubungannya dengan nilai TSS karena kekeruhan pada air salah satunya memang disebabkan oleh adanya kandungan zat padat tersuspensi. Zat tersuspensi yang ada di dalam air terdiri dari berbagai macam zat, misalnya pasir halus, tanah liat, dan lumpur alami yang merupakan bahan-bahan anorganik atau dapat pula berupa bahan-bahan organik yang melayang-layang di dalam air (Alaerts dan Santika, 1987).

3.3. Parameter Kimia dalam Penilaian Kualitas Air

3.3.1. Potential of Hydrogen (pH)

Potential of Hydrogen atau Derajat keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam perairan. Derajat keasaman menunjukkan suasana air tersebut apakah masih asam atau basa. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai pH = 7 adalah netral, pH < 7 dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan pH > 7 dikatakan kondisi perairan bersifat basa (Effendi, 2003). Adanya karbonat, bikarbonat dan hidroksida akan menaikkan kebasaan air, sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat yang menaikkan keasaman suatu perairan. Pada aliran air (sungai), pembentukan pH dalam aliran air tersebut sangat ditentukan oleh reaksi karbon dioksida. Besarnya angka pH dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator adanya keseimbangan unsur-unsur kimia dan dapat mempengaruhi ketersediaan unsur-unsur kimia dan unsur-unsur

hara yang bermanfaat bagi kehidupan vegetasi akuatik. pH air juga mempunyai peranan penting bagi kehidupan ikan dan fauna lain yang hidup di perairan tersebut (Asdak, 2010).

3.3.2 Biological Oxygen Demand (BOD)

Kebutuhan BOD merupakan salah satu parameter paling penting yang diukur untuk menentukan kekuatan, atau daya cemar air limbah, sampah industri, selokan, sungai yang telah tercemar. Pemantauan BOD adalah mengukur jumlah zat organik yang kemungkinan akan dioksidasi oleh kegiatan-kegiatan bakteri aerobik (Alaerts dan Santika, 1987).

BOD adalah jumlah miligram oksigen yang dibutuhkan bakteri aerob untuk mengoksidasi bahan kimia organik terlarut dan tersuspensi yang terdapat dalam 1 (satu) liter air. Kebanyakan bahan-bahan organik yang larut dalam air berasal dari sumber-sumber alam dan aktivitas manusia. Bahan-bahan organik ini digolongkan menjadi dua kelompok yaitu dapat diuraikan dan tak dapat diuraikan (Alaerts dan Santika, 1987).

Bahan-bahan organik teruraikan dapat dimanfaatkan mikroorganisme sebagai makanan untuk kehidupannya. Pati, protein, alkohol, aldehid dan ester merupakan senyawa-senyawa organik terlarut. Beberapa bahan-bahan ini dapat menyebabkan air berwarna, berbau dan berasa (Ashari, 2008). Proses penguraian yang terjadi berupa oksidasi (penambahan oksigen atau pengurangan hidrogen) atau reduksi (penambahan hidrogen atau pengurangan oksigen) dari elemen-elemen molekul organik. Kedua proses ini dapat terjadi secara bersamaan, akan tetapi proses oksidasi jauh lebih efisien bila tersedia oksigen. Peristiwa penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dengan adanya oksigen disebut peristiwa aerob. Sebaliknya, peristiwa penguraian bahan organik oleh mikroorganisme tanpa oksigen disebut anaerob. Produk akhir aerob adalah senyawa-senyawa stabil dan tidak berbau seperti NO_2 (nitrit), NO_3 (Nitrat), SO_3 (sulfat), SO_4 (sulfat), CO_2 (Carbon dioksida) dan H_2O (air). Produk akhir proses anaerob berupa senyawa yang tidak stabil dan berbau seperti gas NH_3 (amoniak), gas H_2S (asam sulfida) keduanya berbau dan gas CH_4 (metana) yang disebut juga sebagai gas rawa karena banyak terdapat di rawa-rawa. Produk-produk proses anaerob ini oleh adanya oksigen diubah menjadi senyawa-senyawa aerob yang stabil. Kebutuhan oksigen terlarut untuk menguraikan zat-zat organik dengan bantuan mikroorganisme sangat penting dalam sistem air. Bila penggunaan oksigen yang terjadi lebih cepat dari oksigen udara yang masuk ke dalam air akan terjadi kondisi septic (busuk) dalam air (Mahida, 1984).

Jika bahan-bahan organik dalam sistem air dapat diuraikan oleh mikroorganisme, maka kandungan BOD dalam air akan berkurang, sebaliknya jika bahan-bahan organik tersebut tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme maka kandungan BOD dalam air meningkat. Hal ini dapat terlihat jelas pada kriteria mutu air PPRI No. 82/2001 Kadar BOD untuk air kelas I adalah 2 mg/l sedangkan untuk kelas II kadar BOD adalah 3 mg/l.

Jadi BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menyeimbangkan zat-zat organik yang dapat di busukkan di bawah keadaan-

keadaan aerobik. Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 batas maksimumnya 2 mg/L untuk kelas I dan 12 mg/L untuk kelas IV.

3.3.3. Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) Parameter ini digunakan secara umum untuk mengukur kekuatan air dari limbah domestik maupun sampah industri. Adapun unsur kimia yang diukur adalah jumlah oksigen untuk mengoksidasi zat-zat organik. Pengamatan COD ini cukup bermanfaat untuk penyusunan rencana pengelolaan pengendalian dan pemulihan kualitas air sungai (Alaerts dan Santika, 1987).

3.3.4. Dissolved Oxygen (DO)

Dissolved Oxygen atau Oksigen terlarut (DO) Parameter ini penting untuk menjamin keadaan-keadaan aerobik dalam daerah perairan yang menampung zat-zat pencemar dalam bentuk air limbah, sampah-sampah industri, termasuk limbah domestik. Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen) merupakan banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan diukur dalam satuan milligram perliter. Oksigen terlarut ini digunakan sebagai tanda derajat pengotoran limbah yang ada. Semakin besar oksigen terlarut, maka menunjukkan derajat pengotoran yang relative kecil (Mulia, 2005).

Dissolved Oxygen (DO) atau oksigen terlarut adalah banyaknya oksigen yang terkandung dalam air dan diukur dalam satuan mg/l. Oksigen terlarut merupakan kebutuhan dasar untuk kehidupan tanaman maupun hewan dalam air. Kehidupan makhluk hidup di dalam air tersebut tergantung dari kemampuan air untuk mempertahankan konsentrasi oksigen minimal yang dibutuhkan untuk kehidupannya. Gas oksigen terlarut adalah salah satu faktor yang paling penting dalam sistem air. Sumber utama oksigen terlarut ini berasal dari atmosfer dan proses fotosintesa tumbuhan hijau. Proses absorbsi oksigen oleh air melalui difusi langsung dan agitasi (gejolak) permukaan air akibat angin dan arus. Jumlah oksigen terlarut dalam air tergantung luas permukaan air yang berkontak langsung dengan atmosfer (Azhar, 2002).

Menurut Azhar (2002), bahwa oksigen terlarut berkurang atau hilang dari dalam air oleh karena digunakan tumbuhan air untuk proses pernafasannya, penguraian bahan organik, adanya logam besi dan naiknya temperatur. Gelembung-gelembung gas lain yang memasuki air akan mendesak oksigen terlarut keluar dari air. Penurunan yang serius dapat terjadi bila penyebab-penyebab tersebut bekerja secara bersamaan. Parameter oksigen terlarut merupakan salah satu indikator untuk persyaratan kualitas air. Air dengan pencemaran organik yang banyak mempunyai nilai oksigen terlarut yang sedikit.

Batas minimum Kandungan Oksigen terlarut untuk air Kelas I peruntukan air minum adalah 6 mg/l sedangkan untuk kelas II batas minimum adalah 4 mg/l (PPRI-82, 2001).

Dalam kajian kualitas air sungai di Indonesia, regulasi mengenai baku mutu air mengalami perkembangan seiring dengan dinamika pengelolaan lingkungan dan kebutuhan perlindungan sumber daya air yang berkelanjutan.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air digunakan dalam monograf ini sebagai referensi historis dan pembandingan, mengingat peraturan tersebut telah lama menjadi dasar klasifikasi mutu air sungai di Indonesia. Namun demikian, seiring dengan diberlakukannya Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, ketentuan baku mutu air sungai yang digunakan saat ini mengacu pada regulasi terbaru tersebut. Oleh karena itu, pembahasan baku mutu air dalam monograf ini disesuaikan dengan PP No. 22 Tahun 2021 sebagai peraturan yang berlaku, tanpa mengabaikan peran PP No. 82 Tahun 2001 sebagai landasan konseptual dan acuan perbandingan dalam analisis kualitas air Sungai Ular.

3.4 Baku Mutu Air Sungai Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 (VI PP Nomor 22 Tahun 2021)

Baku Mutu Air Nasional

Tabel 3. Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air
2	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1.000	1.000	1.000	2.000	Tidak berlaku untuk muara
3	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	40	50	100	400	
4	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100		Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
5	Derajat keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
6	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD) No Parameter	mg/L	2	3	6	12	
7	Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	mg/L	10	25	40	80	
8	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	1	Batas minimal

9	Sulfat (SO_4^{2-})	mg/L	300	300	300	400
10	Klorida (Cl^-)	mg/L	300	300	300	600
11	Nitrat (sebagai N)	mg/L	10	10	20	20
12	Nitrit (sebagai N)	mg/L	0,06	0,06	0,06	
13	Amoniak (sebagai N)	mg/L	0,1	0,2	0 5	
14	Total Nitrogen	mg/L	15	15	25	
15	Total Fosfat (sebagai P)	mg/L	0,2	0,2	1,0	
16	Fluorida (F^-)	mg/L	1	1,5	1,5	
17	Belerang sebagai H_2S	mg/L	0,002	0,002	0,002	
18	Sianida (CN^-)	mg/L	0,02	0,02	0,02	
19	Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	
20	Barium (Ba) terlarut	mg/L	1,0			
21	Boron (B) terlarut	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0
22	Merkuri (Hg) terlarut	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005
23	Arsen (As) terlarut	mg/L	0,05	0 05	0,05	0,10
24	Selenium (Se) terlarut	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05
25	Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,3			
26	Kadmium (Cd)	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01
27	Kobalt (Co) terlarut	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2
28	Mangan (Mn) terlarut	mg/L	0,1			
29	Nikel (Ni) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
30	Seng (Zn) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	2
31	Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2
32	Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,03	0 03	0,03	0,5
33	Kromium heksavalen (Cr- (VI))	mg/L	0,05	0,05	0,05	1
34	Minyak dan lemak	mg/L	1	1	1	10
35	Deterjen total	mg/L	0,2	0,2	0,2	
36	Fenol	mg/L	0,002	0,005	0,01	0,02
37	Aldrin/ Dieldrin	$\mu\text{g/L}$	17			
38	BHC	$\mu\text{g/L}$	210	210	210	

Bagi air baku air
minum tidak
dipersyaratkan

39	Chlordane	µg/L	3			
40	DDT	µg/L	2	2	2	2
41	Endrin	µg/L	1	4	4	
42	Heptachlor	µg/L	18			
43	Lindane	µg/L	56			
44	Methoxychlor	µg/L	35			
45	Toxapan	µg/L	5			
46	Fecal Coliform	MPN/100 mL	100	1.000	2.000	2.000
47	Total Coliform	MPN/100 mL	1.000	5.000	10.000	10.000
48	Sampah		nihil	nihil	nihil	nihil
49	Radioaktivitas					
	Gross-A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1
	Gross-B	Bq/L	1	1	1	1

Tabel 4. Baku Mutu Air Danau dan Sejenisnya

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air
2	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1.000	1.000	1.000	1.000	
3	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	25	50	100	400	
4	Transparansi	m	10	4	2,5		
5	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100		
6	Derajat keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
7	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	
8	Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	mg/L	10	25	40	80	
9	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	1	Batas minimal
10	Sulfat (SO_4^{2-})	mg/L	300	300	300	400	
11	Klorida (Cl^-)	mg/L	300	300	300	600	
12	Total Nitrogen	mg/L	0,65	0,75	1,90		
13	Total Fosfat	mg/L	0,01	0,03	0,1		

14	(sebagai P) Fluorida (F ⁻)	mg/L	1	1,5	1,5	
15	Belérang sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	
16	Sianida (CN ⁻)	mg/L	0,02	0,02	0,02	
17	Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	
18	Barium (Ba) terlarut	mg/L	1,0			
19	Boron (B) terlarut	mg/L	1,0	0 1 ,	0 1	1,0
20	Merkuri (Hg)terlarut	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005
21	Arsen (As) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
22	Selenium (Se) terlarut	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05
23	Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,3			
24	Kadmium (Cd) terlarut	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01
25	Kobalt (Co)terlarut	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2,
26	Mangan (Mn) terlarut	mg/L	0,4	0,4	0,5	1,0
27	Nikel (Ni) terlarut	mg/L	0,05	0 5 o ,	0,05	0,1
28	Seng (zn) terlarut	mg/L	0,05	0,05,	0,05	2,0
29	Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2
30	Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,5
31	Kromium heksavalen (Cr-(VI))	mg/L	0,05	0,05	0,05	1
32	Minyak dan lemak	mg/L	1	1	1	10
33	Deteden total	mg/L	0,2	0,2	0,2	
34	Fenol	mg/L	0,002	0,005	0,01	0,02
35	Aldrin/ Dieldrin	µg/L	17			
36	BHC	µg/L	210	210	210	
37	Chlordane	µg/L	3			
38	DDT	µg/L	2	2	2	2
39	Endrin	µg/L	1	4	4	
40	Heptachlor	µg/L	18			
41	Lindane	µg/L	56			
42	Methoxychlor	µg/L	35			
43	Toxapan	µg/L	5			
44	Fecal Coliform	MPN/ 100 mL	100	1.000	2.000	2.000
45	Total Coliform	MPN/ 100 mL	1.000	5.000	10.000	10.000
46	Klorofil-a	mg/m ³	10	50	100	200

Bagi air baku air
minum tidak
dipersyaratkan

47	Sampah		nihil	nihil	nihil	nihil
48	Radioaktivitas					
	Gross-A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1
	Gross-B	Bq/L	1	1	1	1

Keterangan:

Kelas satu merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas dua merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas tiga merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas empat merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

BAB IV METODOLOGI KAJIAN KUALITAS AIR

4.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Sungai Ular yang berada pada Kabupaten Serdang Berdagai. Pada Juli 2018 dan dilanjutkan di Laboratorium Kimia Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Pengendalian Penyakit Kelas I (BTKLPP) Medan.

4.2. Bahan dan Alat

Bahan yang di gunakan, yaitu sampel air sungai

Alat-alat yang digunakan, yaitu: pH meter dan thermometer sebagai alat untuk mengukur pH dan suhu air di lokasi penelitian, DO Meter sebagai alat untuk mengukur oksigen terlarut, Gelas ukur 250 ml, Wadah sampel sebagai tempat sampel, *Ice box*, sebagai tempat pengawetan sampel, GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan titik koordinat lokasi pengambilan sampel, Alat tulis, digunakan untuk mencatat hasil pengamatan.

4.3 Metode Penelitian

Penentuan titik pengambilan sampel air berdasarkan SNI 6989[1]57-2008 untuk menentukan kualitas air pada umumnya dilakukan pada:

- a) Sumber air alamiah, yaitu pada lokasi yang belum atau sedikit terjadi pencemaran.
- b) Sumber air tercemar, yaitu pada lokasi yang telah menerima limbah
- c) Sumber air yang dimanfaatkan, yaitu pada lokasi tempat penyadapan sumber air tersebut.
- d) Lokasi masuknya air ke air waduk atau danau

Berikut ini merupakan 3 (tiga) titik lokasi pengambilan sampel air sungai di Sungai Ular yang dibagi menjadi stasiun-stasiun dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode observasi yaitu merupakan teknik pengumpulan data, dimana peneliti melakukan pengamatan secara langsung ke objek penelitian untuk melihat dari dekat kegiatan yang dilakukan dan teknik random sampling dimana peneliti menentukan pengambilan sampel secara purposive sampling yaitu salah satu teknik sampling non sampel dengan cara menetapkan ciri-ciri khusus yang sesuai dengan tujuan penelitian sehingga diharapkan dapat menjawab permasalahan penelitian, di bagi menjadi 3 titik pengambilan sampel :

- Stasiun A: Hulu
- Stasiun B: Tengah Sungai
- Stasiun C: Hilir

Pengambilan sampel pada air sungai diambil dengan cara pengambilan sampel sesaat (*grab sample*). Sampel sesaat atau *grab sample* yaitu sampel yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang dipantau, sampel ini hanya menggambarkan karakteristik air pada saat pengambilan sampel (Effendi, 2003).

Proses pengambilan sampel air pada setiap stasiun, kemudian dilakukan pengujian di laboratorium, maka perlu adanya penanganan sampel sesuai standar yang ditetapkan. Penanganan sampel air berupa pengambilan sampel di lapangan (pemberian label pada setiap wadah sampel), pengawetan sampel (pendinginan dan penambahan bahan kimia) dan transportasi sampel (dari lokasi pengambilan sampel ke laboratorium). Pengawetan sampel berguna untuk menjaga kondisi air sungai, supaya tidak terjadi perubahan secara fisika dan kimia.

4.4. Parameter Pengamatan

Pengujian kualitas air sungai dalam penelitian ini untuk parameter pH dan suhu pengujian dilakukan langsung di lapangan dengan menggunakan alat ukur pH dan suhu air. Data yang diperlukan antara lain data kualitas air Sungai Ular berupaparameterfisik yaitu Total Padatan Tersuspensi (TSS), *Total Dissolved Solid* (TDS), Suhu, dan parameter kimia yaitu, Warna, pH, BOD, COD dan DO. Data primer didapatkan dengan melakukan pengamatan dan pengambilan sampel secara langsung kemudian dilanjutkan dengan analisis di laboratorium.

4.5. Prosedur Kerja

4.5.1. Prosedur Kerja pH (*Potential Hydrogen*)

1. pH meter dibilas dengan air suling.
 2. pH meter dibilas dengan sampel.
 3. Hidupkan pH meter dan celupkan ke dalam gelas ukur yang telah berisi sampel. Pastikan bagian elektroda dari pH meter terendam sampel.
 4. Tunggu sampai pembacaan pada pH meter menunjukkan angka yang stabil.
 5. Catat hasil pembacaan, matikan alat pH meter.
 6. Bilas pH meter dengan air suling dan keringkan dengan kertas tisu.
- Sumber: (Instruksi Kerja Analisa di Laboratorium Kimia BTKL PP Medan)

4.5.2. Prosedur Kerja BOD (*Biological Oxygen Demand*)

1. 25 mL contoh uji ditambahkan ke dalam larutan pengencer (2x) jenuh oksigen yang telah ditambah larutan nutrisi dan bibit mikroba.
2. Kemudian diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari.
3. Nilai BOD dihitung berdasarkan selisih konsentrasi oksigen terlarut 0 (nol) hari dan 5 (lima) hari.
4. Bahan kontrol standar dalam uji BOD ini, digunakan larutan glukosa-asam glutamat (SNI 6989.72:2009).

4.5.3. Prosedur Kerja COD (*Chemical Oxygen Demand*)

1. Ke dalam tabung reaksi (kuvet) dicampurkan 0,3 mL reagent COD A dan 2,3 mL reagent COD B. Biarkan bercampur sempurna.

2. Tambahkan 3 mL sampel
3. Panaskan di COD reaktor selama 2 jam pada suhu 140°C
4. Setelah 2 jam, keluarkan dan biarkan sampai mencapai suhu kamar
Tempatkan kuvet ke dalam ruang sel, dan konsentrasi COD akan terbaca di layar. Sumber: (Instruksi Kerja Analisa di Laboratorium Kimia BTKL PP Medan)

4.5.4. Prosedur Kerja DO (*Dissolved Oxygen*)

1. Diambil sampel sebanyak 300mL, kemudian dimasukkan kedalam botol winkler sampai tidak ada gelembung udara.
2. Tambahkan 1 mL MnSO₄ dan 1 mL alkali iodide azida dengan ujung pipet tepat diatas permukaan larutan.
3. Tutup segera dan homogenkan hingga terbentuk gumpalan sempurna.
4. Biarkan gumpalan mengendap 5 menit sampai dengan 10 menit.
5. Tambahkan 1 mL H₂SO₄ pekat, Tutup dan homogenkan hingga endapan larut sempurna.
6. Pipet 50 mL masukkan ke dalam Erlenmeyer 150 mL.
7. Titrasi dengan Na₂S₂O₃ dengan indicator amilum/kanji sampai warna biru tepat hilang.

Perhitungan :

$$\text{Oksigen Terlarut (mg/L)} = \frac{V \times N \times 8.000 \times f}{50}$$

Keterangan:

- V : mL Na₂S₂O₃
 N : normalitas Na₂S₂O₃
 F : faktor (volume botol dibagi volume botol dikurangi volume pereaksi MnSO₄ dan alkali Iodida azida). Sumber : (Instruksi Kerja Analisa di Laboratorium Kimia BTKL PP Medan)

4.5.5. Prosedur Kerja Suhu

1. Termometer dicelupkan ke dalam sampel.
2. Tunggu 2 – 5 menit, sampai pembacaan suhu pada termometer stabil.
3. Catat hasil tanpa mengangkat termometer dari permukaan sampel.
Sumber : (Instruksi Kerja Analisa di Laboratorium Kimia BTKL PP Medan)

4.5.6. Prosedur Kerja TDS (*Total Dissolved Solid*)

1. Hidupkan alat TDS meter yang sudah dibilas dengan air suling dan sampel.
2. TDS meter dicelupkan ke dalam gelas ukur yang berisi sampel.
3. Tunggu 2 – 5 menit, sampai pembacaan pada alat stabil.
4. Catat hasil tanpa mengangkat TDS meter dari permukaan sampel.
5. Matikan TDS meter.
6. Bilas dengan air suling dan keringkan dengan kertas tisu. Sumber (Instruksi Kerja Analisa di Laboratorium Kimia BTKL PP Medan)

4.5.7. Prosedur Kerja TSS (*Total Suspended Solid*)

1. Kertas saring dipanaskan di dalam oven pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam.
2. Selanjutnya didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang segera dengan neraca analitik hingga didapatkan berat konstan (B).
3. Sampel dikocok hingga homogen dan dipipet sebanyak 100 mL dan dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring kemudian disedot dengan vakum.
4. Kertas saring diambil dengan hati-hati dan diletakkan di atas cawan untuk dipanaskan di dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam.
5. Selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang segera dengan neraca analitik hingga diperoleh berat konstan (A).
6. Selanjutnya dihitung berat padatan tersuspensi yang didapat (Devi *et al.*, 2013).

Perhitungan:

$$\text{mg/L TSS} = \frac{(A-B) \times 1.000}{\text{mL sampel}}$$

Keterangan :

A = Berat kertas saring berisi zat tersuspensi (mg)

B = Berat kertas saring kosong (mg)

BAB V HASIL PENGUKURAN KUALITAS AIR SUNGAI ULAR

5.1. Deskripsi Rona Lingkungan dan Aktivitas Lain

Adapun beberapa aktivitas yang terjadi di sungai ular pada saat penelitian ini di lakukan yaitu perkebunan kelapa sawit dan Penambangan pasir, disekitar sungai ular pada titik hulu dari pengambilan sampel penelitian ini ditemukan adanya penambangan pasir liar yang berlangsung pada titik koordinat $3^{\circ} 33' 27,81893''$ N, $98^{\circ} 55' 56,46214''$ E.

Penelitian di ambil pada 3 titik sampel yaitu hulu, tengah, dan hilir yang di ambil pada koordinat sebagai berikut :

- Hulu : $3^{\circ} 33' 27,81893''$ N, $98^{\circ} 55' 56,46214''$ E
- Tengah : $3^{\circ} 34' 36,7906''$ N, $98^{\circ} 55' 23,83432''$ E
- Hilir : $3^{\circ} 35' 7,62473''$ N, $98^{\circ} 55' 10,1368''$ E

5.2. Pengukuran Konsentrasi TSS

Tabel 5. Hasil Pengukuran Konsentrasi TSS

Parameter	Satuan	Baku Mutu				Hasil Uji Lab		
		I	II	III	IV	Hulu	Tengah	Hilir
FISIKA								
TSS	mg/L	50	50	400	400	18	17	22

Hasil konsentrasi TSS yang diperoleh pada titik pengambilan sampel di sungai Ular dari tiga titik sampel, pertama bagian hulu diperoleh hasil 18 mg/L, titik kedua bagian tengah diperoleh hasil 17 mg/L dan titik ketiga bagian hilir diperoleh hasil 22 mg/L. Dari data di atas dapat diketahui bahwa pada bagian hilir konsentrasi cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan hulu dan tengah, namun secara umum hasil yang didapat belum melewati baku mutu pada kelas I s.d. IV, sehingga belum memiliki dampak yang mengganggu proses aktivitas fotosintesis didalam air sungai.

Kenaikan dan penurunan konsentrasi pada titik pengambilan sampling menunjukkan adanya kecepatan arus yang tinggi menyebabkan terjadi pengikisan padatan-padatan (erosi) sehingga terbawa saat air mengalir. Padatan tersuspensi yang tinggi pada hilir tersebut juga mengandung banyak bahan-bahan anorganik seperti batuan – batuan dan padatan yang tidak larut dalam air (Bapedalda, 2013).

Pada saat pengambilan air sungai laju aliran air cukup deras sehingga dapat mengakibatkan pengikisan padatan – padatan yang terbawa air saat tersebut mengalir kedaerah hilir. *Total suspended solid* yakni semua zat padat atau partikel – partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik). Total suspensi solid merupakan tempat berlangsungnya reaksi – reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan. Penentrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung

efektif akibat terhalang oleh TSS, sehingga fotosintesis tidak berlangsung sempurna. Sebaran TSS di sungai antara lain dipengaruhi oleh masuknya yang berasal dari darat melalui aliran sungai, ataupun dari udara dan perpindahan karena tersuspensi endapan akibat pengikisan (Tarigan, 2003).

5.3. Pengukuran Suhu

Tabel 6. Hasil Pengukuran Suhu

Parameter	Satuan	Baku Mutu				Hasil Uji Lab		
		I	II	III	IV	Hulu	Tengah	Hilir
FISIKA								
Suhu	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	29,5	29,7	28,7

Hasil pengukuran suhu dilapangan yang diperoleh pada titik pengambilan sampel di sungai Ular dari tiga titik sampel, pertama bagian hulu diperoleh hasil 29,5°C, titik kedua bagian tengah diperoleh hasil 29,75 °C dan titik ketiga bagian hilir diperoleh hasil 28,7°C.

Kenaikan dan penurunan parameter suhu pada tabel 4. Menunjukkan bahwa suhu pada titik hulu lebih tinggi dibandingkan hilir, temperatur air yang berkisar antara 28,7°C s.d. 29,7 °C masih cukup baik bagi kehidupan akuatik dengan demikian maka dari segi parameter temperatur air sungai ular dari hulu ke hilir masih cukup baik untuk kehidupan akuatik karena memiliki rata-rata temperatur sebesar 29,3°C (Jamiah, 2012).

Penurunan suhu pada titik sampel hilir dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang masuk kedalam perairan suhu selain berpengaruh terhadap berat jenis, viskositas, dan densitas air, berpengaruh juga terhadap kelarutan gas dan unsur-unsur dalam air. Cahaya yang masuk ke perairan akan mengalami penyerapan dan mengalami perubahan menjadi energi panas (Warman, 2015).

Suhu badan air juga dipengaruhi oleh musim lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan air laut, sirkulasi udara, penutupan awan, aliran air dan kedalaman air (Kordi, 2009). Suhu di dalam air dapat menjadi faktor penentu atau pengendali kehidupan akuatik, terutama suhu di dalam air yang telah melampaui ambang batas (terlalu hangat atau terlalu dingin) bagi kehidupan flora dan fauna akuatis. Jenis, jumlah dan keberadaan flora dan fauna akuatis sering kali berubah dengan adanya perubahan suhu air, terutama oleh adanya kenaikan suhu di dalam air. Secara umum, kenaikan suhu perairan akan mengakibatkan kenaikan aktivitas biologi dan, pada gilirannya memerlukan lebih banyak oksigen di dalam perairan tersebut. Hubungan antara suhu air dan oksigen biasanya berkorelasi negatif, yaitu kenaikan suhu di dalam air akan menurunkan tingkat solubilitas oksigen dan dengan demikian, akan menurunkan kemampuan organisme akuatis dalam memanfaatkan oksigen yang tersedia untuk berlangsungnya proses-proses biologi di dalam air (Asdak, 2010).

5.4. Pengukuran Konsentrasi TDS

Tabel 7. Hasil Pengukuran Konsentrasi TDS

Parameter	Satuan	Baku Mutu				Hasil Uji Lab		
		I	II	III	IV	Hulu	Tengah	Hilir
FISIKA								
TDS	mg/L	1000	1000	1000	2000	53,9	53,9	53,9

Hasil konsentrasi TDS yang diperoleh pada titik pengambilan sampel di sungai Ular dari tiga titik sampel, pertama bagian hulu diperoleh hasil 53,9 mg/L, titik kedua bagian tengah diperoleh hasil 53,9 mg/L dan titik ketiga bagian hilir diperoleh hasil 53,9 mg/L.

Konsentrasi TDS dari hasil penelitian pada tiga titik sampel didapatkan nilai konsentrasi TDS yang sama dapat dilihat dari tabel 5. Hal ini terlihat pada hasil konsentrasi TDS yang diperoleh titik pengambilan sampel di sungai Ular dari tiga titik sampel, pertama bagian hulu diperoleh 53,9 mg/L, titik kedua bagian tengah diperoleh hasil 53,9 mg/L dan titik ketiga bagian hilir diperoleh hasil 53,9 mg/L. Pemeriksaan konsentrasi dilakukan pada saat pengambilan sampel di lokasi air sungai, sehingga konsentrasi TDS akan relatif sama pada ketiga titik sampel. Persamaan hasil konsentrasi pada titik sampling dapat disebabkan adanya kandungan mineral yang terlarut sama pada bagian hulu, hilir, dan tengah. Partikel yang terlarut pada perairan dapat menghambat cahaya yang datang, sehingga dapat menurunkan intensitas cahaya yang tersedia bagi organisme fotosintetis seperti alga, fitoplankton dan lainnya, sehingga mempengaruhi kadar oksigen terlarut di dalam air (Jamiah, 2012).

5.5. Pengukuran pH

Tabel 8. Hasil Pengukuran pH

Parameter	Satuan	Baku Mutu				Hasil Uji Lab		
		I	II	III	IV	Hulu	Tengah	Hilir
KIMIA								
Ph	mg/L	6 s.d 9	6 s.d 9	6 s.d 9	6 s.d 9	7,4	7,3	7,3

Hasil pengukuran pH yang diperoleh pada titik pengambilan sampel di sungai Ular dari tiga titik sampel, pertama bagian hulu diperoleh hasil 7,4, titik kedua bagian tengah diperoleh hasil 7,2 dan titik ketiga bagian hilir diperoleh hasil 7,3 mg/L. pH dari hasil penelitian pada tiga titik sampel didapatkan variasi pengukuran pH pada sungai Ular. Secara umum pengukuran pH yang diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium telah memenuhi syarat, karena jumlah kadar pH pada sungai ular normal maka kehidupan yang ada didalamnya masih terjaga dengan baik dan makhluk air seperti ikan dan sejenisnya masih dapat berkembang. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain aktivitas biologi, suhu, kandungan oksigen dan ion - ion. Dari aktivitas biologi dihasilkan gas CO₂ yang

merupakan hasil respirasi. Semakin banyak CO₂ yang dihasilkan dari respirasi, reaksi bergerak dan melepaskan ion H⁺ yang menyebabkan pH air turun. Namun sebaliknya dengan aktifitas fotosintesis yang membutuhkan banyak CO₂ menyebabkan pH air naik. Nilai pH pada perairan alami berkisar antara 7,27 s.d. 7,43. pH air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan asam akan kurang produktif, malahan dapat membunuh hewan budidaya. Pada pH rendah, kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sebagai akibatnya konsumsi oksigen menurun (Warman, 2015).

Hasil pengukuran pH yang dilakukan pada tiap stasiun didapatkan kisaran nilai 7,27 s.d. 7,43. Nilai pH dalam perairan dapat berfluktuasi karena dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis, respirasi organisme akuatik, suhu dan keberadaan ion-ion di perairan tersebut. Keberadaan senyawa karbonat, bikarbonat dan hidroksida dalam air akan menaikkan keasaman air, sementara keberadaan asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan keasaman suatu perairan (Effendi, 2003).

5.6. Pengukuran Konsentrasi BOD

Tabel 9. Hasil Pengukuran Konsentrasi BOD

Parameter	Satuan	Baku Mutu				Hasil Uji Lab		
		I	II	III	IV	Hulu	Tengah	Hilir
BOD	mg/L	2	3	6	12	2,4	3,4	6,4

Hasil konsentrasi BOD yang diperoleh pada titik pengambilan sampel di sungai Ular dari tiga titik sampel, pertama bagian hulu diperoleh 2,4 mg/L, titik kedua bagian tengah diperoleh hasil 3,4 mg/L dan titik ketiga bagian hilir diperoleh hasil 6,4 mg/L.

Kenaikan konsentrasi BOD pada titik pengambilan tengah dan hilir yang didapat dari tabel 7. Diketahui bahwa hasil pengukuran tingkat pencemaran air ditinjau dari konsentrasi BOD diperoleh hasil konsentrasi BOD yang meningkat dari titik hulu ke titik hilir. Meningkatnya konsentrasi BOD pada bagian tengah hingga hilir pada sungai ular tersebut mengakibatkan pencemaran kadar BOD semakin tinggi.

Secara umum konsentrasi BOD yang diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium tidak memenuhi syarat. Bila kandungan BOD dalam air lebih besar dari 3 mg/L akan mengakibatkan berkembangnya kandungan senyawa organik tinggi yang telah ditumbuhi bakteri seperti bakteri patogen beserta hasil metabolismenya yang menimbulkan bau menyengat serta menyebabkan gangguan pada kesehatan manusia maupun hewan yang ada disekitar perairan tersebut. Apabila nilai BOD suatu perairan tinggi, berarti kandungan bahan pencemar organik terlarut dan kebutuhan oksigen untuk proses oksidasi oleh mikroorganisme juga tinggi (Jamiah, 2012).

5.7. Pengukuran Konsentrasi COD

Tabel 10. Hasil Pengukuran Konsentrasi COD

Parameter	Satuan	Baku Mutu				Hasil Uji Lab		
		I	II	III	IV	Hulu	Tengah	Hilir
COD	mg/L	10	25	50	100	4,1	7,5	19,2

Hasil konsentrasi COD yang diperoleh pada titik pengambilan sampel di sungai ular dari tiga titik sampel, pertama bagian hulu diperoleh hasil 4,1 mg/L, titik kedua bagian tengah diperoleh hasil 7,5 mg/L dan titik ketiga bagian hilir diperoleh hasil 19,2 mg/L. Kenaikan konsentrasi pada tiga titik sampling di sungai ular dapat dilihat pada tabel 8.

Meningkatnya konsentrasi COD pada titik sampling hulu hingga hilir pada sungai ular tersebut dapat mengakibatkan adanya potensi pencemaran pada air sungai Ular. Secara umum konsentrasi COD yang diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium memenuhi syarat, jika digolongkan pada kualitas air kelas II, namun jika dimasukkan kedalam kategori kelas I hasil tidak memenuhi baku mutu. Dampak yang ditimbulkan bila konsentrasi COD terus meningkat menyebabkan terganggunya ekosistem air sungai baik flora dan fauna akuatik. Kandungan COD dalam air telah melewati baku mutu 25 mg/L akan mengakibatkan berkembangnya kandungan senyawa organik tinggi yang telah ditumbuhi bakteri anaerob. Terjadinya kenaikan konsentrasi COD pada tengah dan hilir disebabkan area tersebut masih berada di sekitar area perkebunan kelapa sawit, karena adanya intensitas aktifitas perkebunan, maka sedikit mempengaruhi kualitas badan air disekitar perkebunan tersebut. Adanya kenaikan konsentrasi COD tersebut menandakan semakin banyaknya senyawa organik yang terlarut dalam air, sehingga menyebabkan kualitas badan air menurun. Terjadinya kenaikan konsentrasi COD pada tengah dan hilir disebabkan karena area tersebut masih berada di sekitar area perkebunan kelapa sawit, karena adanya aktifitas perkebunan, maka sedikit mempengaruhi kualitas badan air di sekitar perkebunan tersebut (Jamiah, 2012).

5.8. Pengukuran Konsentrasi DO

Tabel 11. Hasil Pengukuran Konsentrasi DO

Parameter	Satuan	Baku Mutu				Hasil Uji Lab		
		I	II	III	IV	Hulu	Tengah	Hilir
DO	mg/L	6	4	3	0	7,53	7,57	7,58

Hasil kadar DO yang diperoleh pada titik pengambilan sampel di sungai ular dari tiga titik sampel, pertama bagian hulu diperoleh hasil 7,53 mg/L, titik kedua bagian tengah diperoleh hasil 7,57 mg/L dan titik ketiga bagian hilir diperoleh hasil 7,57 mg/L. Kenaikan dan penurunan konsentrasi

pada titik hulu ke titik hilir dapat dilihat pada tabel 9. Meningkatnya konsentrasi DO pada bagian tengah dan hilir pada sungai ular tersebut mengakibatkan ikan dapat hidup, karena air harus mengandung oksigen paling sedikit 4 mg/L atau 4 ppm (*part per million*). Berdasarkan penjelasan diatas, jika kadar oksigen kurang dari 4 ppm, ikan akan mati, tetapi bakteri yang kebutuhan oksigen terlarutnya lebih rendah dari 4 ppm akan berkembang. Semakin tinggi oksigen terlarut dalam air maka bagus untuk makhluk hidup didalam air (Agustiningsih, 2012).

Oksigen terlarut (DO) dipengaruhi oleh temperatur, tekanan atmosfer, padatan tersuspensi, dan salinitas serta turbulensi air. Kadar oksigen juga berfluktuasi secara harian (*diurnal*) dan musiman, tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan air (*turbulence*) massa air, aktifitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air (Warman, 2015).

BAB VI STRATEGI PENGELOLAAN DAN PENGENDALIAN KUALITAS AIR

6.1. Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai

Aktivitas perkebunan kelapa sawit memberikan dampak signifikan terhadap kualitas air Sungai Ular. Limbah dari pengolahan buah kelapa sawit, penggunaan pupuk dan pestisida, serta sedimentasi tanah dari area perkebunan yang tererosi, dapat meningkatkan konsentrasi BOD, COD, dan TSS. Untuk itu, diperlukan upaya pengelolaan yang komprehensif agar kualitas air tetap terjaga, ekosistem sungai terpelihara, dan masyarakat sekitar tetap dapat memanfaatkan sungai secara berkelanjutan.

6.1.1. Pengelolaan Limbah Cair Perkebunan (POME)

Perkebunan kelapa sawit menghasilkan limbah cair yang kaya bahan organik, yang jika dibuang langsung ke sungai dapat meningkatkan BOD dan COD. Beberapa strategi pengelolaan meliputi:

1. **Biodigester untuk POME:** Lakukan proses anaerobik untuk mengubah limbah menjadi biogas dan mengurangi BOD/COD. Sistem ini dapat diterapkan di perkebunan skala besar maupun kecil.
2. **Kolam pengendapan (settling pond):** Limbah dialirkan ke kolam sedimentasi agar padatan tersuspensi mengendap sebelum limbah dialirkan ke sungai.
3. **Pemanfaatan limbah sebagai pupuk organik cair (POC):** Limbah yang telah diolah dapat dimanfaatkan untuk pemupukan lahan perkebunan, sehingga mengurangi pencemaran dan memberikan nilai ekonomi.

Studi menunjukkan bahwa pengolahan POME dengan biodigester dapat menurunkan BOD hingga 70%–80% sebelum limbah dilepas ke badan air. ([Rajendran et al., 2014](#))

6.1.2. Pengendalian Erosi dan Padatan Tersuspensi (TSS)

Perkebunan yang tidak dilengkapi vegetasi penahan dan saluran drainase yang baik akan menyebabkan erosi tanah, meningkatkan TSS di sungai. Upaya pengendalian:

- a. **Penanaman vegetasi riparian** sepanjang sungai untuk menahan tanah dan mengurangi sedimentasi.
- b. **Pembuatan terasering dan tanggul** pada lahan miring untuk menahan aliran permukaan yang membawa tanah ke sungai.
- c. **Kolam sedimentasi** di titik aliran utama untuk mengendapkan partikel padat sebelum air masuk ke sungai.

Erosi tanah dapat meningkatkan TSS dan menghalangi penetrasi cahaya, yang mengganggu fotosintesis fitoplankton dan mengurangi kadar oksigen terlarut.

6.1.3 Pengelolaan Nutrien dan Pestisida

Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan dapat menyebabkan pencemaran nutrien (N dan P) di sungai. Strategi pengelolaan meliputi:

- a. **Pemupukan berimbang (precision farming)**: Memberikan pupuk sesuai kebutuhan tanaman untuk mengurangi limpasan nutrien.
- b. **Buffer strip (jalur vegetasi penyangga)**: Menahan sebagian nutrien dan pestisida sebelum masuk ke sungai.
- c. **Pelatihan petani/perkebunan**: Memberikan edukasi mengenai penggunaan pupuk dan pestisida yang ramah lingkungan.

Pendekatan ini terbukti menurunkan pencemaran nutrien hingga 30–50% dalam badan air perkebunan.

6.1.4 Rehabilitasi dan Perlindungan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai yang terdegradasi akibat konversi lahan menjadi perkebunan harus direhabilitasi:

- a. **Penanaman pohon dan vegetasi riparian** untuk memperkuat tebing sungai dan menyerap kelebihan nutrien.
- b. **Pengaturan aliran air permukaan** melalui saluran drainase yang terstruktur agar air hujan tidak membawa sedimen langsung ke sungai.
- c. **Pemantauan titik kritis DAS** untuk mendeteksi sumber pencemar dari lahan perkebunan.

Rehabilitasi DAS terbukti menurunkan erosi tanah dan menjaga stabilitas kualitas air jangka panjang.

6.1.5 Partisipasi Masyarakat dan Pendidikan Lingkungan

Masyarakat di sekitar sungai harus dilibatkan dalam pengelolaan sungai, karena mereka merupakan pengguna langsung sumber daya air:

- a. **Program edukasi lingkungan** mengenai dampak limbah perkebunan terhadap air dan ekosistem.
- b. **Kegiatan bersih sungai** untuk mengurangi sampah dan mendorong perilaku sadar lingkungan.
- c. **Monitoring berbasis masyarakat** untuk melaporkan pencemaran atau aktivitas ilegal seperti penambangan liar.

6.1.6 Pemantauan Kualitas Air Sungai

Pemantauan rutin diperlukan untuk mengetahui efektivitas pengelolaan:

- a. Mengukur **parameter fisika, kimia, dan biologi** seperti TSS, BOD, COD, DO, pH, suhu, dan nutrien (N, P).
- b. Menetapkan **titik pemantauan di hulu, tengah, dan hilir** agar tren pencemaran dapat terdeteksi.
- c. Menggunakan **sensor atau monitoring real-time** untuk mempermudah deteksi perubahan kualitas air.

Hasil pemantauan ini menjadi dasar untuk perbaikan strategi pengendalian yang adaptif dan berkelanjutan.

6.1.7 Teknologi Bioremediasi dan Rekayasa Ekologi

- a. **Wetlands buatan (constructed wetlands)** dapat digunakan untuk menguraikan bahan organik dan nutrisi melalui interaksi tanaman, mikroorganisme, dan substrat.
- b. **Biofilter atau eco-floating bed** di sungai dapat menurunkan BOD dan COD secara alami.
- c. **Biodigester skala komunitas** dapat diterapkan untuk mengolah limbah organik dari perkebunan yang lebih kecil.

Strategi berbasis teknologi ini efektif menurunkan pencemar dan meningkatkan kualitas ekosistem sungai.

Tabel 12. Aktivitas Perkebunan dan Pabrik Kelapa Sawit serta Dampaknya terhadap Kualitas Air Sungai

Tahap / Aktivitas	Kegiatan Utama	Potensi Dampak terhadap Kualitas Air Sungai	Upaya Pengelolaan / Mitigasi
Pembukaan Lahan	Penebangan hutan/vegetasi, pembersihan lahan	Erosi tanah, peningkatan TSS, sedimentasi di sungai	a. Terasering dan saluran drainase b. Penanaman vegetasi penahan tanah (cover crop) c. Buffer zone di tepi sungai
Penanaman Pohon Sawit	Penanaman bibit, pengolahan tanah	Pengikisan tanah akibat pengolahan lahan, TSS meningkat	a. Penanaman jalur vegetasi riparian b. Penggunaan metode konservasi tanah (kontur, terasering)
Pemeliharaan Perkebunan	Penyulaman, pemupukan, penyemprotan pestisida, pemangkasan	Nutrien berlebih (N, P), pestisida, limbah organik	a. Pemupukan berimbang (precision farming) b. Buffer strip vegetasi c. Pelatihan petani terkait

Tahap / Aktivitas	Kegiatan Utama	Potensi Dampak terhadap Kualitas Air Sungai	Upaya Pengelolaan / Mitigasi
Panen Buah Sawit	Pemotongan tandan buah, transportasi ke pabrik	Limbah organik (sisa tandan, daun), sedimentasi dari jalan tanah	dosis pupuk/pestisida a. Pengelolaan limbah organik menjadi pupuk kompos/POC b. Penanganan jalan tanah agar tidak erosi
Pengolahan di Pabrik Kelapa Sawit (PKS)	Pencucian, pemerasan minyak, pembuangan limbah cair (POME), limbah padat (TKKS)	BOD, COD, TSS, bau menyengat, nutrisi berlebih	a. Biodigester untuk POME b. Kolam sedimentasi c. Pemanfaatan TKKS dan limbah cair sebagai pupuk/biogas
Pengolahan Limbah Cair (POME)	Pengolahan anaerobik, aerobik pond, kolam pengendapan	Tingginya BOD/COD jika dibuang langsung ke sungai	a. Biodigester dan aerobik pond b. Pemanfaatan sebagai pupuk organik cair c. Monitoring kualitas air keluar limbah
Pengelolaan Limbah Padat	TKKS, cangkang, serabut, limbah padat lainnya	Sedimentasi, TSS meningkat, penumpukan di sungai	a. Pemanfaatan sebagai bahan bakar boiler, pupuk kompos, atau bahan biogas b. Penimbunan di tempat aman jauh dari sungai
Drainase dan Air Hujan di Area Perkebunan	Aliran permukaan dari lahan, pembuangan air hujan	Erosi, TSS, nutrisi terbawa ke sungai	a. Saluran drainase terstruktur b. Terasering,

Tahap / Aktivitas	Kegiatan Utama	Potensi Dampak terhadap Kualitas Air Sungai	Upaya Pengelolaan / Mitigasi
Aktivitas Penunjang (Transportasi, Gudang)	Mobilisasi kendaraan, perawatan gudang	Sedimentasi, tumpahan oli/BBM	kolam sedimentasi
			c. Vegetasi penahan aliran
Monitoring Lingkungan	Pengukuran kualitas air, tanah, udara	Tidak langsung, tapi jika tidak ada monitoring → pencemaran tidak terdeteksi	a. Pengelolaan limbah BBM
			b. Drainase dan vegetasi buffer
			a. Pemantauan rutin parameter fisik, kimia, biologi
			b. Sensor real-time untuk deteksi perubahan kualitas air

6.2. Peran Pemerintah, Perusahaan, dan Masyarakat

Pengelolaan kualitas air Sungai Ular yang terdampak aktivitas perkebunan kelapa sawit memerlukan keterlibatan sinergis antara pemerintah, perusahaan, dan masyarakat. Pemerintah memiliki peran sebagai pengatur, pengawas, dan fasilitator. Pemerintah menetapkan regulasi dan baku mutu air sungai sesuai klasifikasi peruntukan, mengawasi pembuangan limbah cair perkebunan dan penggunaan pupuk/pestisida, serta menegakkan hukum terhadap pelanggaran lingkungan. Selain itu, pemerintah juga mendukung program rehabilitasi daerah aliran sungai (DAS) melalui penanaman vegetasi riparian, penyediaan kolam sedimentasi atau wetland buatan, dan melakukan monitoring kualitas air secara berkala.

Perusahaan perkebunan kelapa sawit memiliki peran utama dalam mencegah pencemaran karena merupakan pelaku langsung dalam pengelolaan limbah dan aktivitas lahan. Perusahaan bertanggung jawab mengolah limbah cair POME melalui biodigester, aerobik pond, atau kolam pengendapan sebelum dibuang ke sungai, serta memanfaatkan limbah padat seperti TKKS, serabut, dan cangkang sebagai pupuk, biogas, atau bahan bakar boiler. Perusahaan juga perlu mengendalikan erosi dengan vegetasi penahan di tepi sungai, terasering, dan drainase terstruktur, serta mengaplikasikan pupuk secara tepat dan meminimalkan penggunaan pestisida berbahaya. Pemantauan internal dan audit lingkungan secara berkala menjadi bagian

dari tanggung jawab sosial perusahaan dalam menjaga kualitas air dan ekosistem.

Masyarakat sekitar sungai memiliki peran aktif sebagai pengawas dan pelaku perubahan perilaku lingkungan. Mereka dapat berpartisipasi dalam kegiatan bersih sungai, menjadi bagian dari monitoring berbasis masyarakat, dan melaporkan aktivitas ilegal atau potensi pencemaran. Masyarakat juga dapat meningkatkan kesadaran lingkungan melalui praktik ramah lingkungan di rumah tangga dan lahan pertanian, serta memanfaatkan limbah organik rumah tangga atau pertanian menjadi pupuk kompos. Selain itu, partisipasi masyarakat dalam program pemanfaatan limbah perkebunan, seperti POC, dapat memberikan manfaat ekonomi sekaligus menjaga kualitas lingkungan.

Kolaborasi antara pemerintah, perusahaan, dan masyarakat merupakan kunci keberhasilan pengelolaan kualitas air sungai. Pemerintah menyediakan regulasi, monitoring, dan fasilitasi teknologi, perusahaan melaksanakan pengelolaan limbah dan konservasi DAS sesuai standar, sementara masyarakat berperan aktif dalam pemantauan, edukasi, dan pemanfaatan limbah secara berkelanjutan. Sinergi ini memastikan pengelolaan lingkungan yang komprehensif, adaptif, dan berkelanjutan, sehingga kualitas air sungai tetap terjaga, ekosistem akuatik terlindungi, dan dampak negatif dari aktivitas perkebunan kelapa sawit dapat diminimalkan.

6.3 Rekomendasi Pengelolaan Sungai Berkelanjutan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai dampak aktivitas perkebunan kelapa sawit terhadap kualitas air Sungai Ular, pengelolaan sungai yang berkelanjutan memerlukan pendekatan terpadu antara aspek fisik, kimia, biologis, serta partisipasi semua pemangku kepentingan. Pertama, pengolahan limbah cair dan padat perkebunan harus dilakukan secara efektif, misalnya melalui biodigester untuk POME, aerobik pond, kolam sedimentasi, dan pemanfaatan limbah padat seperti TKKS, serabut, dan cangkang sebagai pupuk, biogas, atau bahan bakar boiler. Hal ini bertujuan menurunkan BOD, COD, dan TSS sebelum limbah memasuki badan air, sekaligus memberikan nilai ekonomi tambahan bagi perkebunan.

Kedua, pengendalian erosi dan sedimentasi tanah perlu diterapkan melalui terasering, saluran drainase terstruktur, dan penanaman vegetasi riparian di sepanjang tepi sungai. Upaya ini akan menahan padatan tersuspensi dari lahan perkebunan agar tidak terbawa ke sungai, menjaga penetrasi cahaya ke dalam air, dan mendukung fotosintesis organisme akuatik. Penggunaan buffer strip atau jalur vegetasi di tepi sungai juga direkomendasikan untuk menahan limpasan nutrisi dan pestisida, sehingga mengurangi risiko eutrofikasi dan pencemaran kimia.

Ketiga, pemantauan kualitas air secara berkala harus dilakukan untuk semua parameter fisika, kimia, dan biologis, termasuk BOD, COD, TSS, DO, pH, suhu, dan nutrisi seperti N dan P. Monitoring ini dapat dilakukan oleh pemerintah, perusahaan, maupun masyarakat secara kolaboratif, dengan memanfaatkan teknologi sensor real-time atau laboratorium sederhana untuk mendeteksi perubahan kualitas air secara dini.

Keempat, rehabilitasi daerah aliran sungai (DAS) menjadi prioritas untuk menjaga ekosistem jangka panjang. Kegiatan penanaman pohon, vegetasi riparian, dan rehabilitasi tebing sungai perlu dilakukan secara berkelanjutan, terutama di wilayah hulu dan sepanjang sungai yang mengalami degradasi akibat aktivitas perkebunan. Selain itu, pengelolaan air hujan dan drainase lahan perlu diatur agar limpasan permukaan tidak membawa sedimen langsung ke sungai.

Kelima, partisipasi masyarakat harus ditingkatkan melalui edukasi lingkungan, program bersih sungai, dan pemanfaatan limbah organik secara berkelanjutan. Keterlibatan masyarakat tidak hanya meningkatkan kesadaran lingkungan, tetapi juga menciptakan sistem pengawasan tambahan untuk memastikan aktivitas perkebunan tetap mematuhi standar lingkungan.

Dengan penerapan strategi-strategi tersebut secara terpadu, kualitas air Sungai Ular dapat dipertahankan atau ditingkatkan, ekosistem akuatik tetap sehat, dan dampak negatif aktivitas perkebunan kelapa sawit terhadap lingkungan dapat diminimalkan. Pendekatan ini menjadikan pengelolaan sungai tidak hanya bertujuan mengurangi pencemaran, tetapi juga mendukung keberlanjutan ekologis, sosial, dan ekonomi di wilayah sekitar sungai.

BAB VII KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

7.1. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas perkebunan kelapa sawit, mulai dari pembukaan lahan, pemeliharaan, panen, hingga pengolahan di pabrik kelapa sawit, memberikan pengaruh nyata terhadap kualitas air Sungai Ular. Parameter fisika seperti total suspended solid (TSS) cenderung meningkat di bagian hilir akibat erosi dan sedimentasi, sedangkan suhu dan total dissolved solid (TDS) relatif stabil. Parameter kimia seperti pH berada dalam batas normal, namun nilai BOD dan COD meningkat dari hulu ke hilir, menunjukkan adanya pencemaran organik yang bersumber dari limbah perkebunan dan pabrik. Oksigen terlarut (DO) masih berada di atas ambang batas aman bagi organisme akuatik, meskipun peningkatan BOD dan COD berpotensi mengganggu ekosistem jangka panjang jika tidak dikelola dengan baik. Pengelolaan kualitas air yang efektif memerlukan keterlibatan semua pihak, di mana pemerintah berperan dalam regulasi, pengawasan, dan fasilitasi teknologi, perusahaan bertanggung jawab mengelola limbah cair dan padat serta mengendalikan erosi, dan masyarakat berperan dalam pemantauan berbasis komunitas, edukasi lingkungan, serta pemanfaatan limbah secara berkelanjutan. Penerapan strategi pengelolaan sungai yang terpadu, termasuk pengolahan limbah, pengendalian erosi, rehabilitasi daerah aliran sungai, pemantauan kualitas air, dan peningkatan partisipasi masyarakat, dapat meminimalkan dampak negatif aktivitas perkebunan kelapa sawit, menjaga ekosistem akuatik, serta mendukung keberlanjutan sosial dan ekonomi di wilayah sekitar Sungai Ular.

7.2. Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa rekomendasi disusun untuk mendukung pengelolaan Sungai Ular secara berkelanjutan dan meminimalkan dampak negatif aktivitas perkebunan kelapa sawit. Pertama, perusahaan perkebunan kelapa sawit sebaiknya menerapkan pengelolaan limbah cair dan padat secara efektif, misalnya melalui biodigester, kolam pengendapan, aerobik pond, serta pemanfaatan limbah padat seperti TKKS, serabut, dan cangkang sebagai pupuk organik, biogas, atau bahan bakar boiler. Kedua, perlu dilakukan pengendalian erosi dan sedimentasi di lahan perkebunan dengan terasering, drainase terstruktur, dan penanaman vegetasi riparian di sepanjang tepi sungai untuk menahan padatan tersuspensi dan nutrisi agar tidak terbawa ke badan air. Ketiga, pemantauan kualitas air secara berkala menjadi penting, mencakup parameter fisik, kimia, dan biologis seperti TSS, BOD, COD, DO, pH, suhu, dan nutrisi, yang dapat dilakukan oleh pemerintah, perusahaan, maupun masyarakat melalui sistem monitoring berbasis komunitas atau teknologi sensor real-time. Keempat, rehabilitasi daerah aliran sungai (DAS) harus dilakukan secara berkelanjutan melalui penanaman pohon, vegetasi penahan tebing, dan pengaturan aliran

permukaan agar sedimentasi berkurang dan ekosistem akuatik tetap terjaga. Kelima, partisipasi masyarakat perlu ditingkatkan melalui program edukasi lingkungan, kegiatan bersih sungai, serta pemanfaatan limbah organik rumah tangga dan pertanian secara berkelanjutan, sehingga tercipta kesadaran kolektif dan pengawasan tambahan terhadap pencemaran sungai. Dengan penerapan rekomendasi tersebut secara terpadu, diharapkan kualitas air Sungai Ular dapat terjaga, ekosistem akuatik tetap sehat, dan aktivitas perkebunan kelapa sawit dapat berjalan tanpa menimbulkan dampak negatif yang signifikan bagi lingkungan sekitar

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, D. (2012). *Kajian kualitas air Sungai Blukar Kabupaten Kendal dalam upaya pengendalian pencemaran air sungai* (Tesis). Universitas Diponegoro, Semarang.
- Alaerts, G., & Santika, S. S. (1987). *Metode penelitian air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Ashari. (2008). *Dampak pembangunan pengolahan air bersih oleh PDAM Tirtanadi Medan atas pemanfaatan air Sei Belumai terhadap sosial ekonomi masyarakat* (Skripsi). Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai* (Cetakan ke-5). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Azhar, A. (2002). *Media pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Azwir. (2006). *Analisis pencemaran air Sungai Tapung Kiri oleh limbah industri kelapa sawit PT Peputra Masterindo di Kabupaten Kampar Provinsi Riau* (Skripsi).
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (BAPEDALDA) Kabupaten Serdang Bedagai. (2013). *Status lingkungan hidup daerah*. Perbaungan: BAPEDALDA Serdang Bedagai.
- Boyd, C. E. (1982). *Water quality management in aquaculture and fisheries science*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Devi, L., Dharma Putra, K. G., & Bawa Putra, A. A. (2013). Efektivitas pengolahan air effluent menjadi air reklamasi di Instalasi Pengolahan Air Limbah Suwung Denpasar ditinjau dari kekeruhan, total zat terlarut (TDS), dan total zat tersuspensi (TSS). *Jurnal Kimia*, 7(1), 1–8.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Jamiah. (2012). Analisis status mutu air Sungai Sei Belumai di Kecamatan Tanjung Morawa dengan metode STORET. *Jurnal Universitas Medan Area*, 10(1), 25–34.

- Kordi, M. G. H. K. (2009). *Budidaya perairan*. Bandung: Citra Aditya Bakti.
- Mahida, U. N. (1984). *Pencemaran air dan pemanfaatan limbah industri*. Jakarta: CV Rajawali.
- Mulia, R. M. (2005). *Kesehatan lingkungan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Oram, B. (2010). *Total dissolved solids*. Retrieved from <http://www.water-research.net>
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 01 Tahun 2007 tentang baku mutu air limbah.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2015 tentang penetapan garis sempadan sungai dan garis sempadan danau.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang sungai.
- Rajendran, K., Aslanzadeh, S., & Taherzadeh, M. J. (2014). *Anaerobic digestion of palm oil mill effluent (POME): A review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 472–481. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.03.002>
- Santi, N. D. (2004). *Pengelolaan limbah cair pada industri penyamakan kulit, industri pulp dan kertas, serta industri kelapa sawit*. Retrieved from <http://library.usu.ac.id>
- Situmorang, M. (2007). *Kimia lingkungan*. Medan: Universitas Negeri Medan.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2004). **SNI 06-6989.11-2004**: Air dan air limbah – Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan pH meter. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2008). **SNI 6989.57:2008**: Air dan air limbah – Bagian 57: Metode pengambilan contoh air permukaan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia (SNI). (2009). **SNI 6989.72:2009**: Air dan air limbah – Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dengan refluks tertutup secara titrimetri. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Tarigan, M. S., & Edward. (2003). Kandungan total zat padat tersuspensi (TSS) di perairan Raha. *Jurnal Makara*, 7(2), 73–80.

Widyaningsih, V. (2011). *Pengolahan limbah cair kantin Yogma FISIP UI* (Skripsi). Universitas Indonesia, Depok.

Warman, I. (2015). Uji kualitas air muara Sungai Lais untuk perikanan di Bengkulu Utara. *Jurnal Agroqua*, 13(2), 1–10.

Biodata Penulis



Dr. Suratni Afrianti, S.T., M.Si. adalah seorang akademisi dan peneliti Indonesia di bidang lingkungan hidup, pengelolaan sumber daya alam, serta teknologi pengolahan limbah berbasis pertanian dan agroindustri. Saat ini, beliau menjabat sebagai Dosen Fungsional Lektor Kepala pada Fakultas Agroteknologi, Universitas Prima Indonesia (UNPRI), Medan, Sumatera Utara. Suratni Afrianti menyelesaikan pendidikan Sarjana Teknik Kimia (S.T.) di Universitas Bung Hatta pada tahun 2010, kemudian meraih Magister Ilmu Lingkungan (M.Si.) dari Universitas Andalas pada tahun 2016,

Memperkuat dasar keilmuannya dalam bidang lingkungan dan pengelolaan sumber daya alam. Puncak pendidikannya adalah gelar Doktor (Dr.) dalam bidang Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan yang diselesaikan pada 19 Oktober 2023 di Universitas Sumatera Utara, mempertegas kompetensinya dalam penelitian dan pengembangan ilmu lingkungan.

Di ranah akademik, Dr. Afrianti aktif terdaftar dalam profil peneliti internasional seperti ORCID (0000-0002-0759-4513), Google Scholar, Scopus (ID 57977223700), SINTA (ID 6005685), dan Garuda (ID 2562587), yang mencerminkan kiprah risetnya dalam komunitas ilmiah nasional dan global. Menurut data SINTA, ia memiliki skor produktivitas penelitian yang terus berkembang, dengan jumlah sitasi yang menandakan dampak penelitian yang telah diterbitkan dan dikutip oleh peneliti lain.

Publikasi ilmiah Dr. Afrianti mencerminkan fokusnya pada isu-isu penting di persimpangan pertanian berkelanjutan, pemanfaatan limbah pertanian, dan kualitas lingkungan. Beberapa karya yang telah diterbitkan atau dikolaborasikan dengan rekan peneliti mencakup penelitian tentang pengaruh pupuk organik cair (POC) dari limbah tandan kosong kelapa sawit terhadap biomassa tanaman, model pengolahan sampah organik menjadi biogas dan kompos menggunakan biodigester dan komposter, serta studi tentang sifat fisik tanah gambut di area perkebunan kelapa sawit dan pemanfaatan cangkang telur dan pupuk mikoriza untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit di tanah masam.

Sebagai pendidik, Dr. Afrianti dikenal atas komitmennya dalam mengintegrasikan hasil penelitian dengan pembelajaran dan pengabdian kepada masyarakat, terutama dalam mengadvokasi praktik pertanian yang ramah lingkungan, pengelolaan limbah berbasis sumber daya bio, serta pemantauan kualitas lingkungan hidup. Kepakarannya tidak hanya diakui oleh lingkungan akademik UNPRI, tetapi juga oleh para praktisi dan mitra industri, menjadikannya salah satu akademisi muda yang berpengaruh dalam pengembangan ilmu pertanian berkelanjutan dan manajemen lingkungan di Indonesia.

Biodata Penulis



Andry Admaja Tarigan, S.P., M.Si. adalah akademisi dan peneliti Indonesia di bidang agroteknologi, pertanian berkelanjutan, serta pengelolaan lingkungan dan sumber daya alam. Saat ini, beliau menjabat sebagai Dosen Tetap Fungsional Asisten Ahli di Universitas Prima Indonesia (UNPRI). Bidang minat penelitiannya meliputi fisiologi dan ekologi tanaman, toleransi cekaman lingkungan (khususnya kekeringan), pemanfaatan limbah pertanian sebagai input organik, mikroorganisme fungsional, serta pembangunan pertanian dan pedesaan berkelanjutan.

Beliau merupakan lulusan Magister (S2) Agroteknologi Universitas Sumatera Utara (USU). Pendidikan tersebut memperkuatkan kompetensinya dalam bidang budidaya tanaman, ilmu tanah, dan sistem pertanian berkelanjutan, yang menjadi dasar dalam pengembangan riset dan pembelajaran di perguruan tinggi. Rekam jejak publikasi ilmiah Andry Admaja Tarigan menunjukkan pendekatan riset yang multidisipliner dan aplikatif. Karya-karyanya mencakup penelitian tentang pemanfaatan limbah pertanian, seperti limbah kulit kopi dan tandan kosong kelapa sawit sebagai pupuk organik alternatif, serta kajian biomassa tanaman penutup tanah *Mucuna bracteata* DC. Di bidang fisiologi tanaman, beliau meneliti toleransi kekeringan pada padi gogo (*Oryza sativa* L.), termasuk peran *Bacillus subtilis* dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman air. Selain itu, beliau juga berkontribusi dalam penelitian keanekaragaman tumbuhan asing invasif di kawasan arboretum Universitas Sumatera Utara, serta terlibat dalam studi Data Desa Presisi sebagai pendekatan berbasis data untuk mendukung pembangunan berkelanjutan di tingkat desa. Pada ranah pengabdian kepada masyarakat, beliau aktif dalam program peningkatan kesejahteraan kelompok tani dan karang taruna, produksi pupuk organik, serta penguatan kapasitas kewirausahaan melalui pelatihan pemasaran digital. Dalam aktivitas akademiknya, Andry Admaja Tarigan aktif mempublikasikan hasil penelitiannya pada jurnal nasional dan internasional serta prosiding ilmiah. Profil ilmiahnya terindeks pada Google Scholar, ORCID (0009-0005-8860-8495), dan Science and Technology Index (SINTA) dengan ID 6938096, yang mencerminkan produktivitas dan kontribusi riset yang terus berkembang.