

EMPOWERMENT DAN SUSTAINABILITY

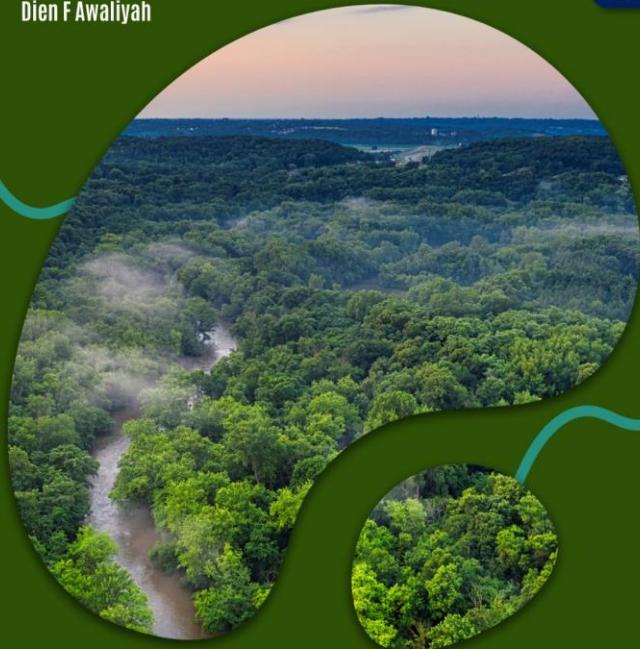
Pemantauan Kesehatan Sungai Berbasis Masyarakat

Buku ini hadir untuk mengangkat peran penting pemberdayaan masyarakat, keberlanjutan (sustainability), dan pemantauan kualitas air dalam menciptakan solusi yang lebih holistik dan berkelanjutan bagi tantangan lingkungan dan sosial yang kita hadapi saat ini. Di tengah dinamika perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan ketidaksetaraan sosial yang semakin nyata, kita membutuhkan pendekatan yang lebih inklusif, berbasis komunitas, dan berbasis ilmu pengetahuan untuk menjaga kelangsungan hidup planet ini dan meningkatkan kesejahteraan manusia.

Buku ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai keterkaitan antara pemberdayaan masyarakat, keberlanjutan, dan pemantauan kualitas air, serta menggugah kesadaran akan pentingnya kolaborasi antara berbagai pihak, baik itu pemerintah, masyarakat, maupun sektor swasta, dalam mencapai tujuan bersama. Kami berharap buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi para praktisi, peneliti, mahasiswa, dan semua pihak yang peduli terhadap masa depan bumi dan kesejahteraan manusia.

EMPOWERMENT DAN SUSTAINABILITY: Pemantauan Kesehatan Sungai Berbasis Masyarakat

Eka Sulistiyowati
Dien F Awaliyah



EMPOWERMENT DAN SUSTAINABILITY:

Pemantauan Kesehatan Sungai Berbasis Masyarakat

Penerbit Mafy (PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA)
Tanah Garam, Kota Solok, Sumatera Barat 27312

Anggota IAKPI 041/SBA/2023

penerbitmafym@gmail.com

penerbitmafym.com

Penerbit Mafy
Mafy Media Literasi



EMPOWERMENT DAN SUSTAINABILITY:

Pemantauan Kesehatan Sungai Berbasis Masyarakat

NOMOR 28 TAHUN 2014 TENTANG HAK CIPTA

PASAL 113 KETENTUAN PIDANA

SANKSI PELANGGARAN

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

EMPOWERMENT DAN SUSTAINABILITY:

Pemantauan Kesehatan Sungai Berbasis Masyarakat

**Eka Sulistiyowati
Dien F Awaliyah**



EMPOWERMENT DAN SUSTAINABILITY: Pemantauan Kesehatan Sungai Berbasis Masyarakat

Penulis :

Eka Sulistiyowati
Dien F Awaliyah

Layouter :

Husnuddinayah

Sumber Gambar Cover :

www.freepik.com

Ukuran :

iv, 70 hlm, 15,5 cm x 23 cm

ISBN :

978-634-220-342-2

Cetakan Pertama : Maret 2025

Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang. Dilarang menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA
ANGGOTA IKAPI 041/SBA/2023**

Kota Solok, Sumatera Barat, Kode Pos 27312

Kontak: 081374311814

Website: www.penerbitmafyl.com

E-mail: penerbitmafyl@gmail.com

Kata Pengantar

Buku ini hadir untuk mengangkat peran penting pemberdayaan masyarakat, keberlanjutan (*sustainability*), dan pemantauan kualitas air dalam menciptakan solusi yang lebih holistik dan berkelanjutan bagi tantangan lingkungan dan sosial yang kita hadapi saat ini. Di tengah dinamika perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan ketidaksetaraan sosial yang semakin nyata, kita membutuhkan pendekatan yang lebih inklusif, berbasis komunitas, dan berbasis ilmu pengetahuan untuk menjaga kelangsungan hidup planet ini dan meningkatkan kesejahteraan manusia.

Pemberdayaan masyarakat, yang menjadi salah satu tema utama buku ini, merupakan kunci untuk menciptakan perubahan yang berkelanjutan. Ketika masyarakat dilibatkan secara aktif dalam merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi program-program pembangunan dan konservasi, mereka tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga agen perubahan yang memiliki rasa tanggung jawab terhadap masa depan lingkungan dan sosial mereka. Pemberdayaan yang didasarkan pada keterlibatan aktif ini memperkuat kohesi sosial dan meningkatkan kapasitas masyarakat untuk mengatasi tantangan yang ada, sehingga menciptakan solusi yang lebih relevan dan berkelanjutan.

Keberlanjutan, sebagai prinsip yang mendasari seluruh upaya kita, berfokus pada keseimbangan antara aspek

lingkungan, sosial, dan ekonomi. Dalam konteks pembangunan, keberlanjutan berarti merancang strategi yang tidak hanya memadai untuk memenuhi kebutuhan generasi sekarang, tetapi juga memastikan bahwa generasi mendatang dapat memenuhi kebutuhan mereka tanpa mengorbankan sumber daya yang ada. Buku ini menekankan pentingnya integrasi prinsip keberlanjutan dalam setiap aspek kehidupan, terutama dalam pengelolaan sumber daya alam dan kualitas lingkungan yang menjadi landasan kehidupan kita bersama.

Salah satu isu utama yang menjadi fokus buku ini adalah kualitas air, yang merupakan elemen esensial dalam keberlanjutan hidup. Kualitas air yang buruk dapat mengancam kesehatan manusia, ekosistem, dan keberlanjutan ekonomi suatu wilayah. Oleh karena itu, penting untuk memiliki sistem pemantauan kualitas air yang efektif dan efisien, yang tidak hanya melibatkan pemerintah dan lembaga terkait, tetapi juga masyarakat sebagai mitra utama dalam pemantauan dan pelaporan. Pemantauan kualitas air berbasis partisipasi masyarakat dapat memberikan data yang lebih akurat dan mencerminkan kondisi sesungguhnya di lapangan, serta memperkuat rasa memiliki masyarakat terhadap kualitas lingkungan mereka.

Buku ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai keterkaitan antara pemberdayaan masyarakat, keberlanjutan, dan pemantauan kualitas air, serta menggugah kesadaran akan pentingnya kolaborasi antara berbagai pihak, baik itu pemerintah, masyarakat, maupun sektor swasta, dalam mencapai tujuan bersama. Kami berharap buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi para praktisi, peneliti, mahasiswa, dan semua pihak yang peduli terhadap masa depan bumi dan kesejahteraan manusia.

Akhir kata, semoga buku ini dapat menginspirasi dan memberikan kontribusi positif dalam upaya mewujudkan dunia yang lebih berkelanjutan, inklusif, dan responsif terhadap tantangan lingkungan.

Penulis

Daftar Isi

| | |
|--|-----------|
| KATA PENGANTAR..... | i |
| DAFTAR ISI..... | iv |
| | |
| PENDAHULUAN | 1 |
| Latar Belakang..... | 2 |
| Tujuan Buku | 7 |
| EKOSISTEM SUNGAI: PENOPANG KEHIDUPAN | 9 |
| Gambaran Umum Sungai..... | 10 |
| Permasalahan Utama..... | 13 |
| Fungsi Ekosistem Sungai..... | 16 |
| Rendahnya Kesadaran Masyarakat tentang Kesehatan Sungai. | 19 |
| PEMANTAUAN KESEHATAN SUNGAI..... | 23 |
| Konsep Program | 24 |
| Penggunaan Alat dan Teknologi | 26 |
| BIOMONITORING KUALITAS AIR SUNGAI..... | 31 |
| Biomonitoring..... | 33 |
| Biotilik | 38 |
| PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DALAM PROGRAM PEMANTAUAN..... | 49 |
| Mengapa Pemberdayaan Masyarakat Penting? | 50 |
| Empowerment dan Sustainability | 52 |
| Keterlibatan Masyarakat | 54 |

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Keuntungan Jangka Panjang | 54 |
| Strategi Pemberdayaan | 57 |
| KESIMPULAN | 61 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 63 |
| BIOGRAFI PENULIS | 69 |



BAB 1

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai adalah salah satu bentuk ekosistem yang paling penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya (Maryono, 2020). Sebagai bagian integral dari siklus hidrologi, sungai tidak hanya mengalirkan air tetapi juga menyediakan berbagai fungsi ekologis, sosial, dan ekonomi yang tak tergantikan. Di tengah ancaman urbanisasi, polusi, dan perubahan iklim, memahami peran sungai sebagai sumber daya ekosistem dan kehidupan menjadi semakin krusial. Air sungai yang bersih dan melimpah merupakan fondasi dari kesehatan masyarakat. Namun, tantangan berupa pencemaran, perubahan aliran air, dan eksplorasi berlebihan dapat mengancam ketersediaan air sungai, yang pada akhirnya memengaruhi kualitas hidup manusia dan stabilitas ekosistem (Malmqvist & Rundle, 2002; Vörösmarty dkk., 2010).

Sungai adalah habitat utama bagi berbagai spesies tumbuhan dan hewan. Air yang mengalir di sungai menyediakan kebutuhan dasar bagi kehidupan tumbuhan air, ikan, burung, dan satwa lainnya yang bergantung pada ekosistem air tawar. Keanekaragaman hayati di sungai memainkan peran penting dalam menyediakan jasa lingkungan (Myers, 1996). Salah satu jasanya adalah menjaga keseimbangan ekologis, siklus biogeokimian, fungsi hidrologi, melindungi tanah, membantu

penyerbutkan, bahkan mengontrol hama penyakit. Selain itu, mikroorganisme yang hidup di air membantu mengurai bahan organik, menciptakan siklus nutrisi alami yang menopang kehidupan di dalam dan di sekitar sungai.

Ekosistem air tawar merupakan sumber kehidupan utama manusia dan makhluk hidup daratan. Sistem ini dibentuk oleh presipitasi, baik dari air hujan maupun salju. Sistem ini mencakup berbagai jenis habitat, termasuk sungai, danau, dan lahan basah, serta zona riparian yang terkait dengannya. Batas-batasnya terus berubah seiring dengan siklus hidrologi musiman (Myers, 1996).

Sungai adalah salah satu sumber utama air tawar bagi manusia. Air sungai digunakan untuk kebutuhan domestik, seperti minum, memasak, mandi, dan mencuci. Selain itu, sungai menjadi sumber utama untuk irigasi pertanian, yang mendukung produksi pangan. Di banyak negara, sungai juga menjadi sumber air baku bagi industri, pembangkit listrik tenaga air, dan aktivitas ekonomi lainnya (Baron dkk., 2002).

Sungai memainkan peran penting dalam siklus hidrologi dengan mengalirkan air dari hulu ke hilir, akhirnya bermuara ke laut. Proses ini membantu mengatur distribusi air di permukaan bumi dan mengisi kembali cadangan air tanah. Ketika sungai mengalir melalui lahan basah, air diserap ke dalam tanah,

mengurangi risiko banjir, dan menyediakan sumber air selama musim kering.

Namun, pengelolaan sungai yang buruk dapat menyebabkan bencana, seperti banjir besar atau kekeringan ekstrem. Sungai yang sehat dengan pengelolaan yang bijak dapat membantu mengurangi dampak bencana ini melalui fungsi alaminya dalam mengatur aliran air.

Selain fungsi ekologisnya, sungai memiliki makna sosial dan budaya yang mendalam bagi masyarakat. Dalam sejarah, banyak peradaban besar berkembang di sekitar sungai besar, seperti Sungai Nil di Mesir, Sungai Gangga di India, dan Sungai Mekong di Asia Tenggara. Sungai menjadi saksi perkembangan budaya, perdagangan, dan teknologi masyarakat di sekitarnya.

Di Indonesia, sungai juga memiliki nilai spiritual dan adat. Banyak masyarakat adat memandang sungai sebagai sumber kehidupan yang harus dijaga dengan penuh penghormatan. Upacara adat, tradisi lokal, dan kisah-kisah turun-temurun sering kali berpusat pada sungai sebagai simbol kelimpahan dan keseimbangan.

Sungai juga berfungsi sebagai koridor ekologi, menghubungkan berbagai habitat dan memungkinkan spesies berpindah untuk berkembang biak, mencari makanan, atau menghindari ancaman. Ekosistem sungai yang sehat

mendukung rantai makanan yang beragam, dari produsen primer seperti alga hingga predator puncak seperti burung air.

Meskipun peran sungai sangat penting, banyak sungai di dunia, termasuk di Indonesia, menghadapi ancaman serius. Urbanisasi yang pesat, pembuangan limbah tanpa pengolahan, dan deforestasi di daerah aliran sungai telah merusak kualitas air dan habitatnya. Sungai yang tercemar tidak hanya kehilangan fungsi ekologisnya, tetapi juga menjadi ancaman bagi kesehatan manusia (Baron dkk., 2002).

Perubahan iklim semakin memperburuk kondisi sungai. Intensitas hujan yang ekstrem dapat menyebabkan banjir bandang, sementara periode kering yang berkepanjangan membuat sungai mengering. Akibatnya, masyarakat yang bergantung pada sungai untuk air minum, irigasi, dan kebutuhan lainnya terancam (Vörösmarty dkk., 2010).

Dengan melihat berbagai manfaat, potensi, dan ancaman ekosistem sungai di masa kini, maka program pemantauan kesehatan sungai perlu dilakukan sebagai upaya bersama antara pemerintah dan masyarakat. Lazimnya, pemerintah mengampu amanah pemantauan kesehatan sungai yang ditegaskan oleh Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Undang-undang ini mengatur tentang pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan dan pemantauan kualitas lingkungan. Undang-undang ini

kemudian diterjemahkan dalam bentuk peraturan yang lebih teknis seperti Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air: Memberikan standar kualitas air dan parameter kesehatan sungai yang harus dipenuhi.

Namun, upaya pemantauan kesehatan sungai di masa modern ini tidak hanya dibebankan kepada pemerintah. Masyarakat perlu ikut bertanggungjawab terhadap pemantauan kesehatan sungai secara partisipatoris. Dalam perkembangannya, pemantauan partisipatoris yang dilakukan oleh masyarakat memerlukan pendampingan dan pemberdayaan agar masyarakat dapat menggunakan *citizen science* dan *community science* dengan baik. Dengan demikian, diperlukan adanya keterlibatan masyarakat dan pemberdayaan bagi komunitas untuk dapat memantau kesehatan sungai agar tercipta tanggungjawab yang setara antara masyarakat dan pemerintah dalam menjaga lingkungan. Komponen kesadaran masyarakat akan dibangun dalam kerangka kerja pemantauan kesehatan sungai secara partisipatoris.

Dengan melihat pentingnya pemantauan kesehatan sungai secara partisipatoris, maka buku ini berfungsi sebagai alat edukasi tentang pentingnya sungai sebagai ekosistem vital. Instrumen-instrumen pemantauan yang ada dalam buku ini ditujukan untuk pemakaian khalayak luas sehingga membantu pemantauan kualitas air partisipatoris.

Tujuan Buku

Buku ini ditulis untuk menjelaskan konsep dan implementasi program pemantauan kualitas sungai secara partisipatoris, yang melibatkan masyarakat dalam upaya menjaga kesehatan ekosistem air. Keterlibatan masyarakat dalam upaya menjaga ekosistem ini menjadi implementasi sebuah bentuk pemberdayaan (*empowerment*). Pemberdayaan dalam pemantauan ekosistem merupakan sebuah isu yang sering terlupakan, karena sebagian besar menilai bahwa pemantauan lingkungan adalah tugas pemerintah. Sehingga, masyarakat seringkali tidak mengetahui bahwa dengan ikut berperan serta dalam pemantauan kualitas air juga meningkatkan level pengetahuan dan kemampuan masyarakat dalam menentukan keputusan-keputusan pengelolaan lingkungan pada level komunitas.

Selain itu, tulisan ini menguraikan bagaimana pemberdayaan masyarakat dapat menjadi kunci dalam mendukung keberlanjutan lingkungan, dengan memberikan ruang bagi komunitas lokal untuk berperan aktif dalam pelestarian sumber daya alam. Dengan pemahaman ini, diharapkan pembaca terinspirasi untuk turut berkontribusi dalam upaya konservasi lingkungan, baik melalui aksi nyata di tingkat individu maupun kolaborasi dalam kegiatan komunitas.



BAB 2

EKOSISTEM SUNGAI: PENOPANG KEHIDUPAN

Gambaran Umum Sungai

Sungai merupakan elemen penting dalam ekosistem perairan yang memberikan berbagai manfaat ekologis, sosial, dan ekonomi. Sungai adalah aliran air tawar yang secara alami mengalir dari mata air atau curah hujan, sementara estuari adalah wilayah peralihan antara sungai dan laut. Kedua ekosistem ini tidak hanya menopang kehidupan makhluk hidup, tetapi juga memiliki peran besar dalam menjaga keseimbangan lingkungan (Baron dkk., 2002).

Sungai adalah massa air tawar yang mengalir mengikuti alur lembah, yang biasanya bermuara di danau atau laut (Asdak, 2023; Maryono, 2020). Berdasarkan sumber airnya, sungai dapat dikategorikan sebagai:

- ❖ Sungai Mata Air: Berasal dari mata air alami.
- ❖ Sungai Hujan: Dipasok oleh air hujan.
- ❖ Sungai Glasial: Terbentuk dari pencairan gletser.
- ❖ Sungai Campuran: Kombinasi dari berbagai sumber air.

Selain itu, sungai juga dapat diklasifikasikan berdasarkan letak alirannya (permukaan atau bawah tanah), debit airnya (permanen, periodik, episodik, atau epemeral), serta aliran air terhadap morfologi tanah (konsekuensi, subsekuensi, resekuensi, dan lainnya). Pola aliran sungai seperti dendritik, trellis,

rektangular, hingga radial mencerminkan topografi daerah aliran sungai (DAS).

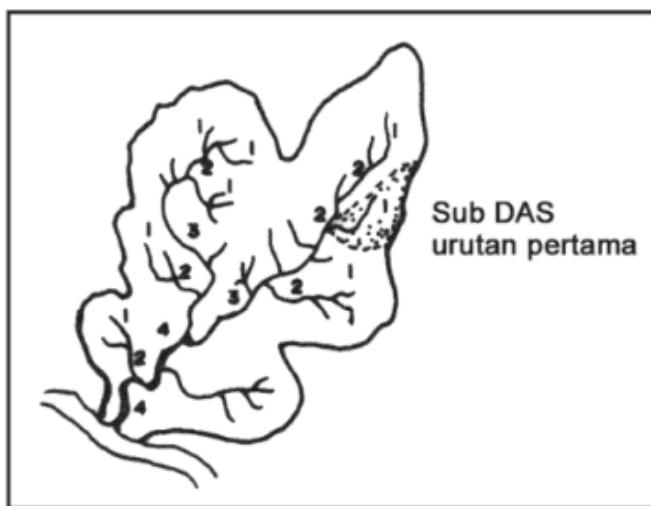
DAS adalah wilayah yang menangkap air hujan dan mengalirkannya ke sungai utama. Bentuk DAS yang bervariasi, seperti bulu burung, radial, dan paralel, mencerminkan karakteristik geologi dan topografi wilayah tersebut. Pengelolaan DAS sangat penting untuk mencegah erosi, banjir, dan degradasi lahan (Asdak, 2023).

Secara horizontal, aliran sungai dibagi menjadi beberapa zona:

- ❖ Zona Krenal: Mata air dengan berbagai bentuk seperti air terjun (reokrenal), genangan (limnokrenal), dan rawa-rawa (helokrenal).
- ❖ Zona Rithral: Aliran di daerah pegunungan, meliputi epiretral (hulu), metarithral (tengah), dan hyporithral (akhir).
- ❖ Zona Potamal: Aliran di topografi landai, mencakup epipotamal, metapotamal, dan hypopotamal.

Menurut klasifikasi Horton (Asdak, 2023), aliran sungai di dalam DAS dapat diklasifikasikan secara sistematis. Klasifikasinya dimulai dengan anak sungai paling kecil/sumber mata air paling awal yang diberikan notasi 1. Kemudian anak sungai ini akan bertemu dengan anak sungai lain yang diberikan notasi 2, dan seterusnya. Dengan demikian semakin banyak

cabang dan anak sungai maka ukuran DAS semakin luas (Gambar 1).



Gambar 1. Sistem klasifikasi aliran sungai menurut Horton

Sungai memiliki banyak potensi, seperti irigasi pertanian, pembangkit listrik tenaga air (PLTA), transportasi, budidaya perikanan, hingga sebagai sumber bahan galian (pasir dan batuan).

Pengelolaan berkelanjutan mencakup pendekatan berbasis ekosistem, rehabilitasi DAS, dan pemberdayaan masyarakat dalam pelestarian sungai. Kolaborasi antara pemerintah, komunitas lokal, dan sektor swasta menjadi kunci dalam menjaga keberlanjutan ekosistem ini.

Permasalahan Utama

Degradasi ekosistem sungai sering terjadi akibat aktivitas manusia seperti urbanisasi, polusi, dan eksploitasi berlebihan. Tantangan lain termasuk perubahan iklim yang memengaruhi aliran air dan kualitas lingkungan. Pencemaran juga merupakan salah satu ancaman bagi kesehatan sungai yang dapat berasal dari berbagai sumber.

Pertama, pencemaran limbah rumah tangga yang cukup memberikan dampak signifikan terhadap kesehatan sungai namun sering diabaikan. Setiap harinya, jutaan rumah tangga di Indonesia menghasilkan limbah cair dan padat yang sebagian besar berakhir di sungai. Air cucian, sisa makanan, minyak goreng, hingga deterjen menjadi kontaminan yang mengalir tanpa proses pengolahan. Limbah organik yang tampak sepele ini menjadi sumber utama bahan organik berlebih di sungai, menyebabkan eutrofikasi atau pertumbuhan alga yang tidak terkendali. Di Yogyakarta, aktivitas penduduk yang tinggal di tepi sungai memberikan dampak yang signifikan terhadap kualitas air sungai (Yogafanny, 2015). Hal ini terjadi juga di kota-kota besar lain di Indonesia, seperti yang dilaporkan oleh beberapa penelitian, sebagai contoh, perilaku membuang sampah di Sungai Sekanak, Palembang berkontribusi secara langsung terhadap pencemaran (Kospa & Rahmadi, 2019). Di Ciliwung, aktivitas masyarakat dan sanitasi yang buruk meningkatkan

kadar coliform dan mikroorganisme yang berbahaya bagi kesehatan (Ariani dkk., 2018).

Limbah organik yang berasal dari rumah tangga biasanya mengandung unsur N yang berwujud nitrit atau nitrat. Di perairan, N ini merupakan senyawa yang dapat menutrisi tumbuhan air sehingga apabila jumlah N berlebih dapat mengakibatkan terjadinya pertumbuhan yang berlebih. Pertumbuhan tanaman air yang berlebihan disebut sebagai blooming. Pada tingkat keparahan tertentu, blooming dapat menyebabkan eutrofikasi, yakni roses peningkatan nutrisi, terutama nitrogen (N) dan fosfor (P), dalam badan air seperti danau, sungai, atau waduk, yang menyebabkan pertumbuhan berlebihan organisme seperti alga dan tumbuhan air lainnya. Dengan demikian, eutrofikasi mengurangi kadar oksigen di air, sehingga banyak organisme air, seperti ikan dan invertebrata, kesulitan untuk bertahan hidup.

Selain itu, limbah domestik berkontribusi terhadap masuknya sampah plastik sekali pakai yang dibuang sembarangan sering kali menyumbat aliran sungai, menciptakan genangan air yang menjadi sarang nyamuk dan berpotensi menyebabkan banjir. Bahaya sampah plastik adalah apabila sampah tersebut berubah menjadi fraksi sangat kecil, yakni mikroplastik. Dalam bentuk mikroplastik, partikel ini dapat menimbulkan berbagai gangguan bagi kesehatan manusia.

Kedua, pencemaran oleh limbah industri merupakan ancaman langsung bagi manusia dan ekosistem sungai secara keseluruhan. Limbah industri yang tidak diolah secara benar sering kali mengandung zat-zat berbahaya yang merusak ekosistem sungai, menurunkan kualitas air, dan memengaruhi kehidupan masyarakat yang bergantung pada sungai. Secara fisik, limbah industri mengubah air menjadi keruh, berwarna, atau berbau tidak sedap. Limbah ini secara kimia juga mengandung bahan kimia seperti fosfat, amonia, atau logam berat melampaui ambang batas aman. Selanjutnya, limbah organik dan bahan kimia dapat mengurangi oksigen dalam air, menyebabkan hipoksia yang mematikan bagi organisme air.

Pencemaran dari berbagai sumber memberikan dampak langsung dan tidak langsung pada keanekaragaman hayati. Secara langsung, pencemaran sungai mengubah kondisi fisik dan kimia air, membuatnya tidak lagi layak sebagai habitat bagi banyak spesies. Hal ini memberikan dampak berupa hilangnya vegetasi air karena eutrofikasi mengurangi tempat berlindung dan sumber makanan bagi ikan dan invertebrata. Mikroorganisme yang berperan dalam siklus nutrisi juga mati karena perubahan lingkungan sehingga rantai makanan menjadi rusak dan keseimbangan ekosistem terganggu.

Kemudian, secara tidak langsung, spesies yang tidak mampu beradaptasi dengan perubahan kualitas air akan mengalami penurunan populasi drastis atau punah. Beberapa

ikan endemik sungai tropis, seperti ikan hias air tawar, sangat rentan terhadap polusi. Amfibi, yang bergantung pada kualitas air yang baik untuk berkembang biak, juga berada di ambang kepunahan akibat pencemaran.

Fungsi Ekosistem Sungai

Sungai adalah sumber utama air untuk keperluan domestik, pertanian, dan industri. Kualitas air sungai yang baik sangat penting untuk kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Sungai mengalirkan air tawar yang sering kali menjadi satu-satunya sumber air bagi komunitas yang tinggal di sepanjang alirannya. Banyak kota besar, termasuk yang ada di Indonesia, bergantung pada sungai untuk memasok air bersih ke rumah-rumah, pabrik, pertanian, dan sektor-sektor lain yang membutuhkan air. Sungai seperti Sungai Ciliwung, Sungai Brantas, atau Sungai Mahakam bukan hanya sebagai jalur transportasi atau sumber daya alam lainnya, tetapi juga sebagai penyedia air yang sangat penting bagi kehidupan sehari-hari.

Sungai berperan dalam mengatur aliran air, membawa air hujan menuju laut, serta mengisi kembali sumber daya air tanah. Fungsi ini penting untuk keberlanjutan sumber daya air. Sungai memainkan peran vital dalam siklus hidrologi, yaitu proses alami yang mengatur pergerakan air di bumi melalui berbagai tahap, mulai dari penguapan, kondensasi, presipitasi, hingga

aliran kembali ke laut. Sebagai pengatur utama dalam sistem ini, sungai tidak hanya berfungsi sebagai saluran air yang mengalir dari hulu ke hilir, tetapi juga berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan memastikan ketersediaan air bagi berbagai makhluk hidup, termasuk manusia. Siklus hidrologi adalah proses berkelanjutan yang menggambarkan perjalanan air di bumi, yang melibatkan berbagai tahap sebagai berikut:

- ❖ Evaporasi (Penguapan): Air dari permukaan laut, sungai, dan danau menguap ke atmosfer akibat pemanasan matahari.
- ❖ Kondensasi: Uap air yang mengalir ke atmosfer kemudian mendingin dan membentuk awan.
- ❖ Presipitasi: Awan yang terbentuk kemudian mengembun dan menghasilkan hujan, salju, atau bentuk presipitasi lainnya yang jatuh ke bumi.
- ❖ Infiltrasi dan Perkolasi: Air yang jatuh ke tanah sebagian meresap ke dalam tanah untuk mengisi cadangan air tanah (reservoir bawah tanah).
- ❖ Aliran Permukaan: Air yang tidak meresap langsung ke tanah mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya kembali ke laut.

Fungsi selanjutnya dari sungai adalah untuk menyimpan air, yang dapat mengurangi dampak perubahan iklim dan menyeimbangkan pola cuaca lokal. Sungai berperan sebagai penyimpan air yang sangat penting, terutama dalam mengatur pasokan air selama musim hujan dan kemarau. Selama Musim Hujan: Ketika curah hujan tinggi, sungai menyerap sejumlah

besar air dari limpasan permukaan dan hujan. Air hujan yang tidak meresap ke tanah atau menguap akan mengalir ke sungai dan menambah volume aliran air. Selama musim kemarau, sungai berfungsi sebagai cadangan air yang terus mengalir meskipun tidak ada hujan yang cukup. Meskipun pasokan air dari hujan berkurang, air yang tersimpan di sungai dari musim hujan sebelumnya akan terus mengalir dan memenuhi kebutuhan air bagi manusia, hewan, dan tanaman di sekitarnya.

Sebagai pengatur iklim, sungai memiliki peran penting dalam mempengaruhi pola curah hujan dan kelembapan udara di wilayah sekitarnya. Proses penguapan yang terjadi di permukaan sungai menghasilkan uap air yang terangkat ke atmosfer, yang kemudian akan terkondensasi menjadi awan. Awan-awan ini dapat menghasilkan hujan yang bermanfaat bagi ekosistem dan kehidupan di sekitar sungai.

Pembentukan awan dan hujan dimulai dari sungai yang mengalir luas, seperti sungai besar dan danau, dapat menghasilkan cukup banyak uap air untuk membentuk awan yang akhirnya menghasilkan hujan. Sungai berperan sebagai “mesin cuaca” alami, terutama di daerah yang kekurangan hujan.

Dampak pada musim dan kelembaban di daerah tropis dan subtropis dikendalikan oleh sungai, dimana sungai di daerah tropis dan subtropis, sungai membantu menjaga kelembapan tanah dan udara, sehingga mempengaruhi musim dan

keberagaman hayati. Tanpa sungai, banyak daerah akan mengalami musim kemarau yang lebih panjang dan panas yang lebih ekstrem.

Rendahnya Kesadaran Masyarakat tentang Kesehatan Sungai

Kesehatan sungai merupakan sebuah pekerjaan bersama yang seharusnya tidak hanya dibebankan kepada pemerintah dan otoritas terkait. Permasalahan yang berkontribusi terhadap penurunan kualitas sungai sangat bervariasi, dari kegiatan pertanian sampai kegiatan industri. Sebagian besar dari kegiatan tersebut merupakan proses antropogenik yang melibatkan manusia, sehingga manusia seharusnya memiliki kewajiban dalam ikut serta memelihara kesehatan sungai.

Meskipun masalah kesehatan sungai semakin kronis dan berdampak langsung terhadap kehidupan, kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kesehatan sungai masih sangat terbatas. Keterbatasan dan rendahnya kesadaran tersebut tidak hanya terjadi pada tingkat individu, melainkan mencakup berbagai lapisan masyarakat.

Rendahnya kesadaran tersebut merupakan dampak dari berbagai peristiwa sosial, ekonomi, dan budaya yang telah berlangsung terus-menerus. Pertama, umumnya rendahnya kesadaran lingkungan dikaitkan dengan kurangnya pendidikan

dan sosialisasi mengenai pentingnya menjaga kebersihan dan kelestarian sungai. Banyak masyarakat yang tidak memahami bagaimana pencemaran sungai dapat mempengaruhi kesehatan mereka secara langsung. Pada umumnya, kesehatan terpengaruh karena adanya pencemaran air minum atau peningkatan risiko penyakit yang berasosiasi dengan sanitasi yang buruk (Bostoen dkk., 2007). Selain itu, pengetahuan tentang cara-cara yang benar dalam menjaga kebersihan sungai, seperti pengelolaan sampah dan limbah, juga masih minim dan tidak didukung dengan dukungan teknologi yang memadai (Lathifah dkk., 2023).

Kedua, rendahnya kesadaran berkaitan dengan anggapan bahwa sungai adalah sumber daya milik bersama yang tak terbatas dan dapat dimanfaatkan secara bebas tanpa memikirkan keberlanjutannya. Secara teoritis, pola pikir seperti ini dapat dijelaskan dengan teori *tragedy of the common* (Ostrom, 2008). Menurut teori ini, apabila suatu sumber daya dimiliki bersama dan tidak ada pengelolaan serta pertanggungjawaban terhadap sumber daya tersebut, maka sumber daya alam akan rusak dan tidak berkelanjutan.

Sebagai contoh, kebiasaan membuang sampah sembarangan ke sungai, baik sampah rumah tangga, limbah industri, maupun limbah pertanian menunjukkan bahwa tidak ada rasa tanggungjawab masyarakat terhadap sumber daya sungai. Kesadaran bahwa sungai adalah bagian dari ekosistem

yang harus dijaga kelestariannya untuk generasi mendatang belum sepenuhnya tertanam dalam benak masyarakat.



BAB 3

PEMANTAUAN KESEHATAN SUNGAI

Konsep Program

Sungai mendukung berbagai fungsi ekologis, seperti habitat makhluk hidup, siklus nutrisi, dan pengaturan iklim lokal. Degradasi ekosistem sungai, seperti pencemaran dan sedimentasi, dapat mengganggu keseimbangan alam, menyebabkan hilangnya spesies, dan menurunkan kualitas ekosistem secara keseluruhan. Dengan pemantauan berkala, perubahan parameter lingkungan, seperti kadar oksigen terlarut, suhu, dan tingkat polutan, dapat diidentifikasi sehingga tindakan mitigasi dapat segera dilakukan.

Selain itu pemantauan kesehatan sungai diperlukan karena sungai adalah sumber utama air bersih bagi kebutuhan domestik, pertanian, dan industri. Namun, pencemaran yang berasal dari limbah domestik, industri, dan pertanian dapat menyebabkan kerusakan kualitas air hingga tidak layak digunakan. Pemantauan kesehatan sungai memungkinkan pendekatan dini terhadap pencemaran dan membantu menjaga standar kualitas air sesuai regulasi, seperti yang diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Resiko banjir dan kekeringan dapat dikaitkan dengan perubahan pola aliran air akibat sedimentasi, penyempitan sungai, atau perubahan iklim. Sehingga, pemantauan rutin

terhadap debit air, morfologi sungai, dan stabilitas tebing sungai dapat membantu memitigasi risiko ini dengan memberikan data yang dapat digunakan untuk perencanaan mitigasi bencana. Oleh karena itu, program pemantauan terhadap kondisi fisik sungai perlu dilakukan dalam rangka melakukan mitigasi terhadap perubahan sungai yang mengarah kepada bencana.

Sebagai program pemantauan yang berdasarkan prinsip biomonitoring, maka pemantauan kesehatan sungai diperlukan untuk menjaga keanekaragaman hayati di sungai. Sungai merupakan habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna yang berperan penting dalam rantai makanan dan keseimbangan ekosistem. Namun, pencemaran air dan perubahan fisik habitat sungai dapat mengancam keanekaragaman hayati ini. Pemantauan menggunakan teknik biomonitoring, seperti biotilik, dapat memberikan gambaran tentang status kesehatan ekosistem sungai melalui kehadiran spesies bioindikator.

Lebih lanjut, program pemantauan kesehatan sungai tidak hanya bertujuan untuk melindungi lingkungan tetapi juga untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga sungai. Dengan melibatkan masyarakat dalam kegiatan seperti biomonitoring, pengumpulan data, dan pelaporan pencemaran, kesadaran dan tanggung jawab kolektif dapat ditingkatkan.

Prinsip pemantauan pada program ini adalah

1. Biomonitoring dengan teknik biotilik (dijelaskan pada bab selanjutnya)

Metode ini menggunakan organisme seperti makroinvertebrata air sebagai bioindikator untuk menilai kualitas air. Keberadaan atau ketiadaan spesies tertentu dapat memberikan gambaran kondisi ekosistem secara keseluruhan. Biomonitoring mudah diterapkan oleh masyarakat dengan alat sederhana dan memiliki biaya operasional yang rendah.

2. Pengaplikasian dilakukan dengan kolaborasi lintas sektor

Pemantauan yang efektif memerlukan kolaborasi antara pemerintah, komunitas lokal, dunia usaha, dan lembaga akademik. Pemerintah dapat menetapkan kebijakan, sementara komunitas lokal menjadi pelaksana utama di lapangan. Dunia usaha melalui program tanggung jawab sosial (CSR) dapat mendukung inisiatif ini secara finansial atau teknis.

Penggunaan Alat dan Teknologi

Biomonitoring berbasis teknologi memanfaatkan perangkat digital dan sistem informasi untuk mendukung pemantauan kualitas air sungai. Inovasi ini memungkinkan pengumpulan data secara efisien, pelaporan pencemaran secara real-time, dan kolaborasi antar pemangku kepentingan melalui

basis data interaktif. Berikut adalah rincian pendekatan tersebut:

1. Pemantauan Parameter Air

Pemantauan parameter air berbasis teknologi melibatkan penggunaan alat pengukur otomatis yang dapat mendeteksi perubahan kondisi lingkungan perairan dengan presisi tinggi. Parameter yang umum dipantau meliputi:

- ❖ pH: Menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan air.
- ❖ Kekeruhan: Mengukur jumlah partikel tersuspensi dalam air, yang dapat mempengaruhi penetrasi cahaya dan fotosintesis.
- ❖ Suhu: Faktor penting yang memengaruhi metabolisme organisme air dan kelarutan oksigen.
- ❖ DO (*Dissolved Oxygen*): Oksigen terlarut yang diperlukan oleh makhluk hidup dalam air.
- ❖ Kandungan kimia spesifik: Nitrat, fosfat, atau logam berat, yang merupakan indikator utama pencemaran.

2. Teknologi yang digunakan

Sekarang ini telah berkembang berbagai macam teknologi untuk pemantauan kualitas sungai. Secara umum, teknologi yang ada dibagi menjadi dua yakni sensor *in situ* dan *eks situ*.

- ❖ Sensor *in situ*: Perangkat ini dipasang langsung di lokasi sungai dan dapat memberikan pembacaan parameter air secara *real-time*.

Selanjutnya terdapat juga jenis-jenis teknologi *unmanned vehicle* yang dapat memberikan gambaran terhadap kualitas sungai dan perairan. Seperti drone air yang terintegrasi oleh *internet of things* (IOT).

- ❖ Drone air: Alat ini digunakan untuk mengukur parameter di area yang sulit dijangkau.
- ❖ IoT (*Internet of Things*): Sensor yang terhubung melalui IoT dapat mentransmisikan data ke server pusat untuk dianalisis lebih lanjut.

3. Mekanisme Pelaporan Pencemaran Secara *Real-Time*

Pelaporan *real-time* memberikan keuntungan signifikan dalam mendekksi dan menangani pencemaran dengan cepat. Mekanisme ini melibatkan langkah-langkah, diantaranya deteksi otomatis, integrasi dengan aplikasi, dan sistem peringatan dini.

Teknologi memungkinkan dilakukannya deteksi otomatis. Menggunakan cara ini data dari sensor yang mendekksi anomali (misalnya pH yang tiba-tiba rendah atau tingkat DO yang menurun drastis) akan langsung ditandai oleh sistem. Selanjutnya informasi dari sensor dikirim ke aplikasi berbasis

web atau perangkat seluler. Aplikasi ini memungkinkan petugas atau masyarakat untuk memonitor kualitas air secara langsung. Berdasarkan data real time kemudian dikeluarkan sistem peringatan dini (*Early Warning System/EWS*). Jika ada indikasi pencemaran, sistem akan mengirimkan notifikasi melalui SMS, email, atau pemberitahuan aplikasi kepada pihak berwenang, komunitas lokal, atau pengelola sungai.

Dengan adanya EWS yang terintegrasi pada sistem informasi terpadu maka data yang diterima secara real-time memungkinkan tim respons untuk segera turun ke lokasi guna memverifikasi kondisi dan mengambil tindakan mitigasi secepatnya.

Kondisi-kondisi di atas merupakan kondisi ideal pemanfaatan teknologi mulai dari konsep sampai aplikasinya dalam mitigasi kondisi kesehatan sungai yang sebenarnya. Namun, di lapangan, teknologi tersebut belum sepenuhnya sempurna, sehingga masyarakat dan komunitas sungai masih perlu untuk terlibat dalam melakukan pemantauan kualitas sungai dan membangun basis data interaktif. Basis data interaktif memungkinkan berbagai pihak, termasuk pemerintah, peneliti, dan masyarakat, untuk bekerja sama dalam mengelola kualitas air sungai. Basis data ini dibangun secara bersama-sama dalam bentuk citizen science (Aura dkk., 2021).



BAB 4

BIOMONITORING KUALITAS AIR SUNGAI

Sungai merupakan sumber air yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan sehari-hari masyarakat. Sungai dibagi menjadi 3 bagian yaitu, hulu, tengah dan hilir. Kualitas perairan di bagian hulu menentukan kualitas perairan di bagian tengah dan hilir. Sehingga apabila terjadi pencemaran air di bagian hulu maka bagian tengah dan hilir sungai juga akan ikut tercemar (Salsabila dkk., 2023).

Sebelum melakukan pemantauan kualitas air sungai, masyarakat perlu memahami bahwa kesehatan sungai dibagi menurut kelas-kelasnya. Semakin kecil angka kelas, menunjukkan kebutuhan akan air bersih yang semakin meningkat kualitasnya. Menurut Peraturan Pemerintah No 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup ditetapkan mengenai klasifikasi kriteria mutu air yang kemudian diklasifikasikan menjadi empat kelas, yaitu.

- ❖ Kelas I, air yang pertukarannya dapat digunakan sebagai air baku air minum, dan atau digunakan untuk kebutuhan lain yang memiliki persyaratan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- ❖ Kelas II, air yang peruntukannya dapat digunakan sebagai prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau digunakan untuk kegiatan lain yang memiliki persyaratan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- ❖ Kelas III, air yang peruntukannya dapat digunakan sebagai pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau digunakan untuk kegiatan lain yang memiliki persyaratan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- ❖ Kelas IV air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau digunakan untuk kegiatan lain yang memiliki persyaratan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Sungai -sungai di Indonesia sebagian besar dimanfaakan sebagai sumber air baku ini dikelola oleh PDAM setempat, sehingga dikategorikan sebagai kelas satu. Sedangkan sungai lainnya merupakan perairan kelas dua dimanfaatkan sebagai sumber irigasi, peternakan, budidaya ikan air tawar, dan tempat wisata air.

Biomonitoring

Biomonitoring merupakan teknik dalam mencari informasi untuk evaluasi kualitas lingkungan perairan dengan mendata polutan tertentu yang ditemukan di perairan baik pada matriks lingkungannya atau organisme tertentu pada perairan tersebut.

Sejak pertengahan tahun 1990-an, biomonitoring dikembangkan untuk mengevaluasi status ekosistem perairan

(Cairns & Pratt, 1993). Biomonitoring adalah kegiatan menggunakan makhluk hidup sebagai indikator perubahan ekosistem. Hal tersebut dikarenakan makhluk hidup memiliki respon tertentu jika ekosistem tempat tinggalnya berubah. Perubahan ekosistem dapat berupa adanya polutan dan ketersediaan nutrisi. Makhluk yang bisa digunakan adalah hewan (makroinvertebrata, ikan, dll), tumbuhan, jamur, dan mikroorganisme. Terdapat berbagai prinsip biomonitoring, diantaranya yaitu:

- ❖ Analisis jaringan makhluk hidup : untuk mengetahui jumlah konsentrasi senyawa tertentu pada makhluk hidup.
- ❖ Morfologi makhluk hidup : untuk mengetahui perubahan sel maupun struktur pada makhluk hidup.
- ❖ Pengaturan lingkungan : pengukuran dampak yang bermanfaat maupun beracun pada makhluk hidup di bawah kondisi yang diatur di alam atau laboratorium.
- ❖ Metode ekologi : berdasarkan keberadaan dan keberagaman makhluk hidup.
- ❖ Metode fisiologi dan kimiawi : berdasarkan metabolisme atau dampak biokimia pada setiap individu.

Metode ekologi berdasarkan keberagaman dan keberadaan makhluk hidup merupakan prinsip biomonitoring yang paling banyak dilakukan. Berikut adalah beberapa metode biomonitoring yang dapat dilakukan.

1. Indeks Biotik

Metode ini menggunakan nilai yang menggambarkan tingkat toleransi organisme terhadap polutan (Zakaria & Mohamed, 2019). Setiap organisme memiliki ketahanan masing-masing terhadap polutan. Makhluk hidup yang memiliki sensitifitas tinggi terhadap polutan akan memiliki nilai yang semakin tinggi. Nilai tersebut dapat menggambarkan keadaan suatu lingkungan yang baik atau tercemar. Metode biotilik merupakan perpaduan dari metode indeks biotik dan indeks keberagaman. Biotilik melihat keberagaman, kelimpahan, serta indeks biotik dari setiap individunya.

2. Indeks Keberagaman

Ekosistem yang ideal cenderung memiliki keberagaman spesies yang tinggi. Indeks keberagaman dapat mencakup individu total, persebaran individu yang merata, dan jumlah suatu individu (Miguel dkk., 2017). Akan tetapi, metode indeks keberagaman pada zaman sekarang pelaksanaannya selalu dikombinasikan dengan metode lain. Hal ini dilakukan untuk memperoleh hasil penilaian yang akurat.

Biomonitoring dapat dikatakan memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan penggunaan indikator fisik dan kimia. Hal ini disebabkan organisme yang digunakan sebagai indikator dalam biomonitoring merespon kondisi jangka

panjang ekosistem sehingga berbeda dengan indikator fisik dan kimia yang hanya merespon kondisi sesaat.

Biomonitoring juga dapat dilakukan berdasarkan tingkat akumulasi, toksitas, dan ekosistem (Woodward dkk., 2013). Dalam hal ini dikenal adanya studi bioassesmen, toxicity bioassay, behavioral biassay, dan studi bioakumulasi.

Studi bioasesmen dilakukan untuk mempelajari fungsi, biodiversitas, dan tingkat toleransi komunitas organisme terhadap bahan pencemar yang ada di dalam lingkungan mereka. Dalam studi ini, peneliti berfokus pada pemahaman bagaimana organisme berinteraksi dengan faktor-faktor abiotik di sekitar mereka, serta seberapa baik mereka dapat bertahan terhadap perubahan kondisi lingkungan yang disebabkan oleh pencemaran (Bae & Park, 2019). Salah satu contoh yang sering digunakan dalam penelitian ini adalah mempelajari hubungan antara habitat dan faktor abiotik, seperti hubungan antara presipitasi (curah hujan) dengan komunitas organisme yang ada di perairan tersebut. Penelitian semacam ini memberikan gambaran tentang bagaimana perubahan iklim atau aktivitas manusia dapat mempengaruhi ekosistem perairan dan keseimbangan biodiversitasnya.

Toxicity bioassays merupakan salah satu metode yang dilakukan di laboratorium untuk menguji dampak yang ditimbulkan oleh suatu pencemar terhadap organisme tertentu

(Herkimer et al., 1998). Dalam pengujian ini, peneliti berfokus pada potensi bahaya bahan pencemar yang dapat mempengaruhi organisme. Tujuan dilakukannya bioassay ini adalah untuk melakukan penilaian terhadap tingkat keparahan yang ditimbulkan oleh zat-zat pencemar.

Behavioral bioassays adalah pendekatan yang didasarkan pada kemampuan suatu organisme untuk merespons perubahan lingkungan sekitar melalui berbagai bentuk perilaku. Salah satu contoh penerapan dari metode ini adalah perubahan pola perilaku ikan yang dapat diamati di perairan yang tercemar. Scott & Sloman (2004) menyebutkan bahwa perairan yang tercemar berhubungan dengan perubahan perilaku ikan, terutama dalam hal mencari makan (foraging), menghindari predator, reproduksi, dan interaksi dalam hierarki sosial mereka. Perubahan-perubahan ini memberikan gambaran penting tentang bagaimana pencemaran dapat memengaruhi keseimbangan ekologis dan interaksi antarorganisme di dalam ekosistem perairan didasarkan pada kemampuan suatu organisme untuk merespon perubahan lingkungan disekitarnya dalam berbagai bentuk perilaku. Contohnya yaitu perubahan pola perilaku ikan dalam perairan yang tercemar.

Selanjutnya, biomonitoring dilakukan untuk mempelajari akumulasi zat pencemar dalam tubuh organisme yang hidup di lingkungan tercemar. Organisme ini mengumpulkan zat-zat berbahaya melalui konsumsi makanan atau kontak langsung

dengan lingkungan yang terkontaminasi. Studi ini bertujuan untuk memahami bagaimana bahan pencemar dapat terakumulasi dalam tubuh organisme dan bagaimana dampak akumulasi tersebut dapat mempengaruhi rantai makanan secara keseluruhan. Efek bioakumulasi ini berpotensi merambat ke organisme lain yang berada lebih tinggi dalam rantai makanan, meningkatkan risiko dampak kesehatan bagi spesies yang lebih besar, termasuk manusia.

Dalam naskah ini, biomonitoring yang dimaksud adalah bagian dari studi bioasesmen, yakni melakukan kajian terhadap komposisi biodiversitas sungai yang dapat merespon pencemaran lingkungan, serta faktor abiotik dan biotik lainnya. Secara lebih khusus, program ini mengadopsi penggunaan makroinvertebrata tidak bertulang belakang yang dapat menunjukkan toleransi terhadap pencemar.

Biotilik

Terkait dengan hal ini, biomonitoring dengan makroinvertebrata atau biotilik (Rini, 2011), digunakan secara luas untuk memantau kesehatan sungai karena keunggulannya, seperti di bahas di atas. Biotilik merupakan metode sederhana, sehingga dapat diadopsi oleh masyarakat tanpa memerlukan training intensif dan background keilmuan tertentu. Selain itu,

biotilik hanya menggunakan alat yang murah dan mudah ditemui.

Secara teknis, biotilik merupakan istilah yang berasal dari kata “Bio” yang memiliki makna biota, dan “Tilik” yang berarti mengamati dengan teliti, sehingga dapat diartikan biotilik adalah monitoring kondisi lingkungan dengan menggunakan indikator biota. Biotilik juga merupakan singkatan dari BIota TIdak bertuLang belakang Indikator Kualitas air. Biota tidak bertulang belakang yang dimaksud adalah makroinvertebrata bentos seperti serangga air, kepiting, udang, siput, dan cacing (Trisnaini dkk., 2018).

Prinsip utama dari biotilik adalah bahwa setiap jenis makroinvertebrata memiliki toleransi dan preferensi tertentu terhadap pencemar. Organisme ini cukup sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga mampu memberikan respon yang memadai untuk menggambarkan kesehatan sungai.

Biotilik mempertimbangkan empat parameter berupa jenis famili, keragaman jenis Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (EPT), persentase kelimpahan EPT, dan indeks biotilik. Makroinvertebrata yang termasuk dalam EPT sangat berperan dalam ekologi lingkungan sungai (Blakely dkk., 2014). Makroinvertebrata pada metode biotilik diidentifikasi pada level famili dan dibedakan menjadi 4 kelompok dengan skor-skor tertentu dan warna-warna tertentu untuk memudahkan

pengumpulan data sesuai dengan sensitivitasnya terhadap pencemaran perairan (Santoso dkk., 2021).

Tabel 1. Pengelompokan jenis makroinvertebrata biotilik berdasarkan sensitifitasnya.

| Nama | Kategori | Warna | Skor Toleransi |
|---------|-----------------|---------|----------------|
| Group A | Sangat sensitif | Biru | 4 |
| Group B | Sensitif | Hijau | 3 |
| Group C | Tahan | Merah | 2 |
| Group D | Sangat tahan | Abu-abu | 1 |

Pengambilan data dilakukan dengan mencantumkan nama famili makroinvertebrata dan dikalikan dengan skor biotiliknya, kemudian dihitung jumlah jenis masing-masing group dikalikan dengan skor toleransinya.

Jumlah Jenis grup A = x 4 =

Jumlah Jenis grup B = x 3 =

Jumlah Jenis grup C = x 2 =

Jumlah Jenis grup D = x 1 =

Setelah dilakukan penentuan nama famili, skor toleransi, dan jumlah individu, maka dilakukan tabulasi sebagai berikut. Dalam tabulasi tersebut dibedakan antara serangga EPT dan non-EPT.

Tabel 2. Pemeriksaan biotilik

| | | | | |
|--|---------------------------------------|-----|-----|--|
| | JUMLAH | N = | X = | |
| | Persentase Kelimpahan EPT (n EPT / N) | | | |
| | INDEKS BIOTILIK (X/N) | | | |

Kemudian, dilakukan scoring terhadap jumlah famili EPT, kelimpaha EPT, dan indeks biotilik dengan menggunakan tabel berikut.

Tabel 3. Rentang skor untuk parameter jumlah famili, jumlah famili EPT, kelimpahan EPT, dan indeks biotilik.

| Parameter | Skor | | | |
|---------------------|---------|---------|---------|-------|
| | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Jumlah famili | >13 | 10-13 | 7-9 | <7 |
| Jumlah famili EPT | >7 | 3-7 | 1-2 | 0 |
| Kelimpahan EPT | >40% | 15-40% | 0-15% | 0 |
| Indeks sensitivitas | 3,3-4,0 | 2,6-3,2 | 2,5-1,8 | 0-1,7 |

Skoring di atas dilanjutkan dengan mengintepretasikan hasil skor, yakni dihitung rata-ratanya kemudian dibandingkan dengan kriteria kualitas air pada tabel berikut.

Tabel 4. Penilaian kualitas perairan dengan metode biotilik

| Skor rata-rata | Kriteria kualitas air |
|-----------------------|------------------------------|
| 3,3-4,0 | Tidak tercemar |
| 2,6-3,2 | Tercemar ringan |
| 1,8-2,5 | Tercemar sedang |
| 1,0-1,5 | Tercemar berat |

Tabel 5. Pemeriksaan Kesehatan Habitat Sungai

| No | Parameter | Skor | | | SKOR |
|----|--|--|--|---|------|
| | | 3 | 2 | 1 | |
| 1. | Komposisi substrat di tepi sungai | Lebih dari 50% substrat terdiri dari kombinasi pasir dan batuan beragam ukuran, sesuai untuk koloni invertebrata dan diatom; terdapat potongan kayu yang lapuk di dalam air dengan campuran substrat batuan stabil | 10-50% substrat terdiri dari kombinasi batu dan batu beragam ukuran; beberapa bagian substrat terganggu, tergerus atau dipindahkan dari sungai | >90% substrat didominasi oleh padas, pasir, atau lumpur; sebagian besar substrat tergerus atau dipindahkan dari sungai, habitat untuk koloni invertebrata dan diatom sangat sedikit | |
| 2. | Substrat tepi sungai yang terpendam lumpur | <25% batuan terpendam atau tertutupi lumpur halus; batuan dapat | 25-75% substrat terpendam dalam lumpur halus; batuan harus ditarik untuk | lebih dari 75% substrat terpendam dalam lumpur halus; batuan harus dicongkel untuk | |

| No | Parameter | Skor | | | SKOR |
|----|---|--|---|--|------|
| | | 3 | 2 | 1 | |
| | sedimentasi | diangkat dengan mudah dari dasar sungai | mengangkatnya dari dasar sungai | mengangkatnya dari dasar sungai | |
| 3. | Fluktuasi debit air sungai? | Di bagian hulu tidak ada bendungan atau penyudetan aliran sungai, kalaupun ada skalanya kecil; perbedaan lebar penampang sungai teraliri air dan ketinggian muka air sungai saat musim hujan dan kemarau $\leq 25\%$ | perbedaan lebar penampang sungai teraliri air dan ketinggian muka air sungai saat musim hujan dan kemarau $> 25\%-75$ | perbedaan lebar penampang sungai teraliri air dan ketinggian muka air sungai saat musim hujan dan kemarau $> 75\%$, saat musim kemarau sungai mengering meninggalkan cekungan genangan air di beberapa bagian | |
| 4. | Apakah ada perubahan aliran karena pengeringan atau | Tidak ada pelurusan atau pengeringan batu dan pasir dari dasar sungai | Pelurusan cukup luas, 20-50% sungai diplengseng; atau pengeringan material | Tebing sungai dibatasi plengsengan beton, lebih dari 50% bagian sungai diplengseng; atau | |

| No | Parameter | Skor | | | SKOR |
|----|--|---|--|---|------|
| | | 3 | 2 | 1 | |
| | pelurusan? | | dasar sungai mengganggu 10% habitat dasar sungai | pengerukan material dasar sungai mengganggu lebih dari 10% habitat dasar sungai | |
| 5. | Bagaimana stabilitas tebing sungai sebelah KIRI ? | Tebing sungai stabil; tidak ada atau terdapat sedikit bekas erosi atau tebing longsor di tepi sungai; kurang dari 30% tebing sungai mengalami erosi | Kurang stabil; terdapat 30-60% bagian tebing sungai mengalami erosi, kemungkinan terjadi erosi tinggi pada musim hujan | Tidak stabil; banyak bagian tebing sungai mengalami erosi, tebing yang terkikis terlihat pada bagian sungai yang lurus dan berkelok, bekas gerusan membentuk cekungan pada tebing, > 60% tebing sungai memiliki bekas erosi | |
| 6. | Bagaimana stabilitas tebing sungai sebelah KANAN ? | Lihat no.5 | Lihat no.5 | Lihat no.5 | |
| 7. | Berapa lebar | lebar sempadan | lebar sempadan sungai | lebar sempadan sungai < | |

| No | Parameter | Skor | | | SKOR |
|----|---------------------------------------|--|--|---|------|
| | | 3 | 2 | 1 | |
| | vegetasi sempadan sungai sebelah KIRI | sungai >15 meter; aktivitas manusia tidak berdampak nyata pada sempadan sungai alami | 6-15 meter; aktivitas manusia berdampak pada sempadan sungai | 6 meter, tidak ada atau sedikit sekali tumbuhan alami di sempadan sungai karena tingginya aktivitas manusia | |



BAB 5

PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DALAM PROGRAM PEMANTAUAN

Mengapa Pemberdayaan Masyarakat Penting?

Pemberdayaan masyarakat merupakan salah satu pendekatan utama dalam menciptakan perubahan sosial, lingkungan, dan ekonomi yang berkelanjutan. Melibatkan masyarakat sebagai aktor utama dalam perubahan memberikan keuntungan jangka panjang yang signifikan.

Konsep pemberdayaan berpusat pada gagasan tentang kekuasaan (*power*). Pemberdayaan hanya mungkin terjadi jika memenuhi dua syarat utama. Pertama, kekuasaan harus dapat berubah. Jika kekuasaan bersifat tetap atau melekat secara permanen pada posisi atau individu, maka pemberdayaan menjadi mustahil. Dengan kata lain, jika kekuasaan dapat berubah, maka pemberdayaan menjadi hal yang mungkin. Kedua, pemberdayaan memerlukan pemahaman bahwa kekuasaan dapat berkembang (Page & Czuba, 1999).

Kekuasaan (*power*) sering kali dipahami sebagai kemampuan seseorang untuk memengaruhi orang lain agar melakukan sesuatu yang diinginkan, meskipun itu bertentangan dengan kehendak atau kepentingan mereka (Perkins & Zimmerman, 1995).

Pendekatan tradisional dalam ilmu sosial menyoroti kekuasaan (*power*) sebagai alat pengaruh dan kontrol, sering kali memperlakukannya sebagai sesuatu yang statis atau

terpisah dari tindakan manusia. Dalam pandangan ini, kekuasaan dianggap tidak dapat berubah. Namun, Max Weber (1946) mengajukan pandangan yang lebih luas, menyatakan bahwa kekuasaan tidak berdiri sendiri tetapi selalu ada dalam hubungan antara individu atau kelompok. Karena kekuasaan lahir dari hubungan, maka kekuasaan dan hubungan kekuasaan dapat berubah. Dengan demikian, pemberdayaan sebagai proses perubahan menjadi relevan dan bermakna.

Berdasarkan teori relasi kekuasaan di atas, maka *empowerment/pemberdayaan* adalah proses di mana individu, kelompok, atau komunitas memperoleh kekuatan, kendali, dan kapasitas untuk membuat keputusan, mengambil tindakan, dan memengaruhi kehidupan mereka serta lingkungan mereka secara positif. Proses ini melibatkan peningkatan kesadaran, pengetahuan, keterampilan, dan akses terhadap sumber daya yang memungkinkan mereka untuk bertindak secara mandiri dan mencapai tujuan yang bermakna.

Page & Czuba (1999) mengusulkan pemberdayaan bersifat multidimensi, sosial, dan merupakan sebuah proses.

1. Multidimensi

Pemberdayaan mencakup berbagai dimensi, termasuk sosiologis, psikologis, ekonomi, dan dimensi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pemberdayaan tidak hanya terjadi dalam satu aspek kehidupan, tetapi melibatkan berbagai bidang yang

saling terkait. Selain itu, pemberdayaan dapat terjadi pada berbagai tingkat, seperti individu, kelompok, hingga komunitas.

2. Sosial

Secara definisi, pemberdayaan adalah proses sosial karena terjadi dalam hubungan dengan orang lain. Interaksi sosial menjadi inti dari pemberdayaan, di mana individu atau kelompok bekerja sama untuk mencapai tujuan yang lebih besar.

3. Proses

Pemberdayaan adalah sebuah proses yang menyerupai jalan atau perjalanan. Ini berarti pemberdayaan berkembang secara bertahap seiring dengan waktu dan usaha. Proses ini memungkinkan individu atau kelompok untuk terus belajar, tumbuh, dan mengembangkan kapasitas mereka.

Empowerment dan Sustainability

Empowerment telah dilakukan di berbagai level. Di tingkat global, berbagai upaya pemberdayaan telah dilakukan untuk mengatasi tantangan sosial, meningkatkan kualitas hidup masyarakat, dan memulihkan ekosistem planet melalui program keberlanjutan.

Program-program ini umumnya diinisiasi oleh pemerintah, sektor swasta, dan lembaga keuangan. Namun,

pendekatan ini sering kali kurang melibatkan proses pemberdayaan yang memungkinkan komunitas lokal berpartisipasi secara aktif dalam merancang dan mengimplementasikan program tersebut (Dushkova & Ivlieva, 2024).

Dalam hal ini, *empowerment* tidak hanya mampu menciptakan *social change*, melainkan juga sebuah proses yang dapat mendukung keberlanjutan (Perkins & Zimmerman, 1995).

Namun, tantangan utama untuk mewujudkan *empowerment* dan *sustainability* dari sebuah program adalah minimnya partisipasi lokal. Hal ini menjadi kendala dalam memastikan program-program keberlanjutan mampu menciptakan perubahan jangka panjang yang signifikan (Dushkova & Ivlieva, 2024).

Pendekatan kolaboratif diperlukan antara pemangku kepentingan global dan lokal untuk menciptakan solusi keberlanjutan yang inklusif. Dengan melibatkan komunitas lokal, program pemberdayaan lingkungan tidak hanya menjadi lebih relevan dengan kebutuhan mereka tetapi juga membangun kapasitas masyarakat untuk menjadi agen perubahan dalam pengelolaan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan.

Keterlibatan Masyarakat

Perubahan yang bertahan lama hanya dapat tercapai apabila masyarakat secara aktif terlibat dalam prosesnya. Masyarakat tidak hanya berperan sebagai penerima manfaat, tetapi juga sebagai inisiator dan pelaku utama yang memahami konteks lokal mereka. Misalnya, dalam upaya menjaga kebersihan lingkungan, penduduk setempat memiliki pengetahuan mendalam tentang kondisi ekosistem di sekitar mereka, termasuk permasalahan dan potensi yang ada. Dengan menjadikan mereka sebagai aktor utama, solusi yang dihasilkan akan lebih relevan dan dapat diterapkan dalam jangka panjang.

Keuntungan Jangka Panjang

Pendekatan berbasis komunitas menjadi salah satu strategi penting dalam pengelolaan lingkungan. Komunitas dapat menciptakan solusi yang lebih berkelanjutan dan tidak hanya berfokus pada penyelesaian masalah yang ada, tetapi juga pada pembangunan kapasitas dan kekuatan kolektif dalam masyarakat untuk menangani tantangan di masa depan (Perkins & Zimmerman, 1995).

Ketika masyarakat dilibatkan secara aktif sejak tahap awal dalam perencanaan dan pelaksanaan suatu program atau inisiatif, mereka akan merasa lebih terikat dengan tujuan yang ingin dicapai. Rasa memiliki ini menjadi landasan yang kokoh

bagi keberlanjutan suatu program, karena masyarakat yang merasa dilibatkan akan lebih bertanggung jawab terhadap keberhasilan dan kelanjutan proyek tersebut.

Selain itu, pemberdayaan masyarakat memiliki dampak positif terhadap penguatan kohesi sosial (Child, 1976). Ketika individu dan kelompok dalam masyarakat bekerja bersama untuk mencapai tujuan bersama, mereka tidak hanya berbagi tugas dan tanggung jawab, tetapi juga mempererat hubungan sosial antarwarga. Solidaritas yang kuat antar anggota masyarakat dapat tercapai apabila kohesi sosial terbentuk yang pada gilirannya tecipta sebuah lingkungan yang supportif dan kooperatif.

Dalam menyelesaikan persoalan lingkungan, khususnya dalam hal ini terkait dengan pemantauan kualitas air, kohesi sosial sangat penting. Banyak masalah sosial dan lingkungan membutuhkan lintas sektor dan disiplin ilmu yang bekerja bersama secara lebih terikat (kohesif) dalam rangka menjalankan sebuah program dan mencapai keberlanjutan.

Pemberdayaan masyarakat melalui pendekatan berbasis komunitas juga dapat memicu inovasi lokal yang kreatif. Ketika masyarakat diberi ruang untuk mengembangkan ide-ide mereka, mereka dapat menyumbangkan pengetahuan lokal yang sering kali tidak terlihat oleh pihak luar. Pengetahuan ini dapat berupa pemahaman tentang kondisi lingkungan setempat,

kebiasaan dan budaya yang ada, serta cara-cara tradisional yang sudah lama diterapkan untuk menyelesaikan masalah. Inovasi yang muncul dari dalam komunitas ini cenderung lebih relevan dan mudah diterima oleh masyarakat karena didasarkan pada kebutuhan nyata mereka. Selain itu, inovasi lokal juga memungkinkan solusi yang lebih kontekstual dan dapat disesuaikan dengan kondisi lokal, sehingga meningkatkan efektivitas program.

Mengintegrasikan pendekatan berbasis komunitas dalam proyek-proyek pembangunan atau konservasi juga memberikan dampak positif pada keberlanjutan jangka panjang. Ketika masyarakat dilibatkan dalam setiap tahapan—mulai dari perencanaan, implementasi, hingga evaluasi—mereka memperoleh pemahaman yang lebih dalam mengenai pentingnya keberlanjutan lingkungan dan sosial. Hal ini memperkuat komitmen mereka untuk terus menjaga dan melanjutkan inisiatif tersebut setelah dukungan eksternal berakhir. Dengan adanya rasa tanggung jawab bersama, masyarakat akan lebih termotivasi untuk menjaga agar solusi yang telah dicapai tetap relevan dan dapat terus berkembang sesuai dengan dinamika yang ada.

Di samping itu, pendekatan berbasis komunitas juga memberikan kesempatan untuk memperkuat kapasitas masyarakat dalam mengelola sumber daya mereka secara mandiri. Mereka dapat belajar tentang pengelolaan sumber daya

alam yang berkelanjutan, pengembangan ekonomi lokal, serta cara-cara mengatasi tantangan sosial yang mereka hadapi. Proses pembelajaran ini memungkinkan masyarakat untuk tidak hanya bergantung pada bantuan luar, tetapi juga untuk membangun ketahanan yang lebih besar dalam menghadapi perubahan dan tantangan yang mungkin muncul di masa depan.

Dalam kesimpulannya, pendekatan berbasis komunitas memberikan banyak manfaat yang tidak hanya terbatas pada solusi keberlanjutan, tetapi juga pada penguatan ikatan sosial dan pengembangan kapasitas lokal. Dengan melibatkan masyarakat dalam setiap langkah proses, kita dapat menciptakan solusi yang lebih inovatif, relevan, dan berkelanjutan. Pemberdayaan masyarakat yang dilakukan secara sistematis akan menghasilkan masyarakat yang lebih mandiri, bertanggung jawab, dan siap menghadapi tantangan di masa depan dengan penuh rasa memiliki dan solidaritas yang tinggi.

Strategi Pemberdayaan

Untuk mencapai pemberdayaan masyarakat yang efektif, diperlukan strategi yang beragam, terencana, dan adaptif terhadap kebutuhan komunitas.

1. Edukasi Lingkungan

Salah satu langkah awal yang penting adalah memberikan edukasi yang tepat melalui workshop dan pelatihan. Program ini bertujuan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang isu-isu lingkungan, seperti pengelolaan limbah, pentingnya menjaga kebersihan sungai, serta metode daur ulang yang praktis. Edukasi berbasis praktik memberikan dampak yang lebih besar dibandingkan hanya sekadar penyampaian teori, karena memungkinkan masyarakat untuk langsung menerapkan ilmu yang mereka peroleh.

2. Jaringan Relawan Sungai

Pembentukan jaringan relawan sungai merupakan langkah konkret dalam menggerakkan masyarakat secara kolektif. Relawan ini bertugas menjaga kebersihan sungai, memonitor kualitas air, dan mengedukasi komunitas sekitar tentang pentingnya ekosistem perairan. Dengan adanya jaringan relawan di berbagai wilayah, inisiatif ini dapat diperluas secara nasional dan menciptakan dampak yang signifikan.

3. Insentif dan Penghargaan

Insentif dan penghargaan dapat menjadi motivator penting untuk mendorong partisipasi aktif masyarakat. Bentuk insentif dapat berupa penghargaan simbolis, seperti piagam, hingga bantuan material, seperti alat kebersihan atau dukungan

finansial untuk komunitas yang aktif berkontribusi. Dengan memberikan apresiasi, masyarakat merasa usaha mereka dihargai, sehingga semangat untuk berpartisipasi semakin meningkat.

4. Kolaborasi Lintas Sektor

Pemberdayaan masyarakat tidak dapat berdiri sendiri tanpa dukungan dari berbagai pihak. Kolaborasi lintas sektor merupakan kunci untuk menciptakan dampak yang lebih besar dan menyeluruh.

Komunitas berperan sebagai penggerak utama yang memahami kebutuhan lokal, sedangkan pemerintah bertugas menyediakan regulasi, kebijakan, dan sumber daya yang mendukung. Dunia usaha, melalui program tanggung jawab sosial perusahaan (CSR), dapat memberikan dukungan finansial, teknis, maupun logistik untuk mewujudkan program pemberdayaan. Kolaborasi yang sinergis ini akan memastikan keberlanjutan inisiatif dan memaksimalkan dampak program.

Salah satu contoh kolaborasi lintas sektor yang berhasil adalah program “Gerakan Peduli Sungai” di Yogyakarta. Program ini melibatkan komunitas lokal, pemerintah daerah, dan beberapa perusahaan swasta dalam menjaga kebersihan sungai dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya ekosistem sungai. Melalui kerja sama ini, sungai-

sungai yang sebelumnya tercemar mulai kembali bersih, dan kualitas hidup masyarakat di sekitarnya meningkat.

Pemberdayaan masyarakat bukan hanya tentang memberikan bantuan, tetapi juga tentang membangun kapasitas mereka untuk menjadi agen perubahan yang mandiri. Dengan strategi yang tepat dan kolaborasi yang kuat, pemberdayaan masyarakat dapat menciptakan masa depan yang lebih cerah dan berkelanjutan.



KESIMPULAN

Pemberdayaan masyarakat dalam pemantauan kesehatan sungai merupakan langkah strategis untuk melibatkan berbagai pihak dalam menjaga keberlanjutan ekosistem lingkungan. Melalui pendekatan berbasis komunitas, masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat tetapi juga aktor utama dalam perubahan. Hal ini memberikan keuntungan jangka panjang berupa kesadaran lingkungan yang meningkat, kohesi sosial yang lebih kuat, dan solusi lokal yang relevan.

Strategi pemberdayaan seperti edukasi lingkungan, pembentukan jaringan relawan, serta pemberian insentif telah menunjukkan efektivitasnya dalam mendorong partisipasi masyarakat. Selain itu, kolaborasi lintas sektor antara komunitas, pemerintah, dan dunia usaha menjadi elemen kunci keberhasilan inisiatif ini, sebagaimana terlihat pada program-program kolaboratif yang telah diterapkan di berbagai wilayah, termasuk Yogyakarta.

Daftar Pustaka

- Anastasia, S., Munfarida, I., & Suprayogi, D. (2022). *Penilaian kualitas air menggunakan indeks makroinvertebrata fbi dan biotilik di sungai Buntung Sidoarjo*. 7.
- Ariani, F., Puspitasari, R. L., & Priambodo, T. W. (2018). Pencemaran coliform pada air sumur di sekitar sungai ciliwung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia seri sains dan teknologi*, 4(3), 149–155.
- Asdak, C. (2023). *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*. UGM Press.
- Aura, C. M., Nyamweya, C. S., Owiti, H., Odoli, C., Musa, S., Njiru, J. M., ... Masese, F. O. (2021). Citizen science for bio-indication: Development of a community-based index of ecosystem integrity for assessing the status of afrotropical riverine ecosystems. *Frontiers in Water*, 2, 609215. doi: 10.3389/frwa.2020.609215
- Bae, M.-J., & Park, Y.-S. (2019). Evaluation of precipitation impacts on benthic macroinvertebrate communities at three different stream types. *Ecological Indicators*, 102, 446–456. doi: 10.1016/j.ecolind.2019.02.060

- Baron, J. S., Poff, N. L., Angermeier, P. L., Dahm, C. N., Gleick, P. H., Hairston, N. G., ... Steinman, A. D. (2002). Meeting ecological and societal needs for freshwater. *Ecological Applications*, 12(5), 1247–1260. doi: 10.1890/1051-0761(2002)012[1247:MEASNF]2.0.CO;2
- Blakely, T. J., Eikaas, H. S., & Harding, J. S. (2014). The Singscore: A macroinvertebrate biotic index for assessing the health of Singapore's streams and canals. *Raffles Bulletin of Zoology*, (62), 540–548.
- Bostoen, K., Kolsky, P., & Hunt, C. (2007). Improving water and sanitation services: Health, access, and boundaries. Dalam P. J. Marcotulio & G. McGranahan (Ed.), *Scaling Urban Environmental Challenges from Local to Global and Back*. UK: Routledge.
- Cairns, J., & Pratt, J. R. (1993). *A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*, 10, 27.
- Child, J. (1976). Participation, organization, and social cohesion. *Human Relations*, 29(5), 429–451. doi: 10.1177/001872677602900504
- Dushkova, D., & Ivlieva, O. (2024). Empowering communities to act for a change: A review of the community empowerment programs towards sustainability and resilience. *Sustainability*, 16(19), 8700. doi: 10.3390/su16198700

- Herkimer, M., Kinnear, D., Krauth, P., Loader, K., Okey, R., Rawlings, L., & Reynolds, F. (1998). Biomonitoring. *Water environment research*, 70(4), 954–962.
- Kospa, H. S. D., & Rahmadi, R. (2019). Pengaruh perilaku masyarakat terhadap kualitas air di Sungai Sekanak Kota Palembang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 212–221.
- Lathifah, A. N., Emeraldine, A. C., Fatika, S. A., Yulianto, A., & Isnikarita, R. (2023). Effectiveness of communal wastewater treatment plant in peri-urban Yogyakarta, Indonesia, for *Escherichia coli* removal. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1263(1), 12055–12061. doi: 10.1088/1755-1315/1263/1/012055
- Malmqvist, B., & Rundle, S. (2002). Threats to the running water ecosystems of the world. *Environmental conservation*, 29(2), 134–153.
- Maryono, A. (2020). *Pengelolaan kawasan sempadan sungai*. Ugm Press.
- Miguel, T. B., Oliveira-Junior, J. M. B., Ligeiro, R., & Juen, L. (2017). Odonata (Insecta) as a tool for the biomonitoring of environmental quality. *Ecological Indicators*, 81, 555–566.
- Myers, N. (1996). *Environmental services of biodiversity*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 93(7), 2764–2769. doi: 10.1073/pnas.93.7.2764
- Ostrom, E. (2008). Tragedy of the commons. *The new palgrave dictionary of economics*, 2, 1–4.

- Page, N., & Czuba, C. E. (1999). Empowerment: What is it. *Journal of extension*, 37(5), 1–5.
- Perkins, D. D., & Zimmerman, M. A. (1995). Empowerment theory, research, and application. *American journal of community psychology*, 23, 569–579.
- Rini, D. (2011). *Ayo cintai sungai: Panduan penilaian kesehatan sungai melalui pemeriksaan habitat sungai dan biotilik*. Ecoton. Gresik. Gresik, Jawa Timur: Ecoton.
- Salsabila, N. F., Raharjo, M., & Joko, T. (2023). Indeks Pencemaran air sungai dan persebaran penyakit yang ditularkan air (waterborne diseases): suatu kajian sistematis. *Environmental Occupational Health and Safety Journal*, 4(1), 24. doi: 10.24853/eohjs.4.1.24-34
- Scott, G. R., & Sloman, K. A. (2004). The effects of environmental pollutants on complex fish behaviour: Integrating behavioural and physiological indicators of toxicity. *Aquatic toxicology*, 68(4), 369–392.
- Vörösmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., ... Liermann, C. R. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *nature*, 467(7315), 555–561.
- Woodward, G., Gray, C., & Baird, D. J. (2013). Biomonitoring for the 21st Century: New perspectives in an age of globalisation and emerging environmental threats. *Limnetica*, 32(2), 159–174.

- Yogafanny, E. (2015). Pengaruh aktifitas warga di sempadan sungai terhadap kualitas air Sungai Winongo. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 7(1), 29–40.
- Zulhusni Zakaria, M., & Mohamed, M. (2019). Comparative analysis of Biotic Indices in water quality assessment: Case study at Sg. Bantang, Johor. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 269(1), 012047. doi: 10.1088/1755-1315/269/1/012047

Biografi Penulis

Penulis 1.

Dr. Eka Sulistiyowati adalah seorang akademisi dan peneliti berdedikasi yang lahir di Gunungkidul pada tanggal 5 Juli 1981. Saat ini, beliau menjabat sebagai dosen di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga, di Program Studi Biologi.

Dr. Eka meraih gelar Doktor di bidang Ilmu Lingkungan dari Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, pada tahun 2023, setelah menyelesaikan studi sebelumnya yang fokus pada sains dan lingkungan. Beliau memiliki latar belakang pendidikan yang kuat dan terus mengembangkan keahliannya melalui berbagai pelatihan, termasuk Mosaic Leadership Program (2013), Teaching English for Science (2021), dan Pelatihan Pengelolaan International Office (2021). Dr. Eka aktif dalam pengabdian masyarakat, seperti evaluasi situs web untuk program pemantauan kualitas air sungai secara partisipatoris di Indonesia.

Penulis 2.

Dien F. Awaliyah, M.T., adalah seorang akademisi muda yang berdedikasi dalam bidang teknik dan pengabdian masyarakat. Lahir di Pare-pare pada 13 Mei 1990, beliau saat ini menjabat sebagai Asisten Ahli di Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga.

Dien meraih gelar Magister Teknik (M.T.) dari Institut Teknologi Bandung (ITB), salah satu institusi pendidikan terbaik di Indonesia. Beliau terus mengembangkan kompetensinya dengan mengikuti pelatihan, seperti Workshop dan Coaching Klinik Penulisan Artikel Ilmiah Hasil Riset dalam Kegiatan Pengabdian Masyarakat, yang mendukung keahliannya dalam menyampaikan hasil penelitian secara ilmiah.

Sebagai seorang profesional, Dien menunjukkan komitmen tinggi terhadap pengembangan teknik yang berkelanjutan dan pemberdayaan masyarakat. Karya-karyanya mencerminkan visi untuk memadukan inovasi teknologi dengan manfaat sosial, memberikan dampak positif yang nyata bagi lingkungan dan masyarakat luas.