

ILMU LINGKUNGAN

**Daawia
James Sinurat
Sanny Edinov
Erit Rovendra
I Wayan Budiarsa Suyasa
Bambang Suhartawan
Waode Azfari Azis
Siti Azizah
Supriadi
Santje Magdalena Iriyanto
Rivandi Pranandita Putra
Sudiro**



GET PRESS INDONESIA

ILMU LINGKUNGAN

Penulis :

Daawia
James Sinurat
Sanny Edinov
Erit Rovendra
I Wayan Budiarsa Suyasa
Bambang Suhartawan
Waode Azfari Azis
Siti Azizah
Supriadi
Santje Magdalena Iriyanto
Rivandi Pranandita Putra
Sudiro

ISBN :

Editor : Mila Sari., S.St., M.Si

Penyunting : Rantika Maida Sahara., S.Tr.Kes

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Juli 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Ilmu Lingkungan ini.

Buku Ini Membahas Konsep Ilmu Lingkungan, Ekologi Dan Lingkungan, Manusia Dan Lingkungan, Prinsip - Prinsip Lingkungan, Sumber Daya Alam, Pencemaran Lingkungan, Etika Lingkungan, Pembangunan Berwawasan Lingkungan, Analisa Mengenai Dampak Lingkungan, Pembangunan Berkelanjutan, Pemanasan Global, Kajian Lingkungan Hidup Strategis.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB 1 KONSEP ILMU LINGKUNGAN	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Konsep Utama Lingkungan	1
DAFTAR PUSTAKA.....	15
BAB 2 EKOLOGI DAN LINGKUNGAN	17
2.1 Pendahuluan.....	17
2.2 Ekologi	18
2.2.1 Pengertian Ekologi.....	18
2.2.2 Ruang Lingkup Ekologi.....	19
2.3 Lingkungan.....	23
2.3.1 Pengertian Lingkungan	23
2.3.2 Pengelolaan Lingkungan.....	25
2.4 Lingkungan dan Pembangunan.....	27
2.4.1 Pembangunan	27
2.4.2 Pembangunan Berwawasan Lingkungan	27
2.4.3 Pelaku Pembangunan.....	28
2.5 Penutup	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
BAB 3 MANUSIA DAN LINGKUNGAN	33
3.1 Pendahuluan.....	33
3.2 Pentingnya Memahami Hubungan Manusia dan Lingkungan	34
3.3 Pengaruh Manusia terhadap Lingkungan	35
3.4 Dampak Lingkungan terhadap Kehidupan Manusia.....	37
3.5 Upaya Pelestarian dan Konservasi Lingkungan	39
3.6 Masa Depan Hubungan Manusia dan Lingkungan	43
3.7 Penutup	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46

BAB 4 PRINSIP-PRINSIP LINGKUNGAN	51
4.1 Pendahuluan.....	51
4.2 Prinsip-prinsip lingkungan.....	52
4.3 Hubungan kita dengan alam.....	57
4.4 Dampak.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	62
BAB 5 SUMBERDAYA ALAM	63
5.1 Katagori Sumberdaya Alam	63
5.2 Energi Terbarukan: Biomassa sebagai Biofuel dan Biogas.....	64
5.3 Sumber tak terbarukan:	79
DAFTAR PUSTAKA.....	87
BAB 6 PENCEMARAN LINGKUNGAN	89
6.1 Pendahuluan.....	89
6.2 Jenis-jenis Pencemaran Lingkungan	89
DAFTAR PUSTAKA.....	104
BAB 7 ETIKA LINGKUNGAN	105
7.1 Pendahuluan.....	105
7.2 Pengertian Etika Lingkungan.....	107
7.3 Prinsip-Prinsip Etika Lingkungan	111
7.4 Peran Etika Lingkungan Dalam Menghadapi Krisis Lingkungan	112
7.5 Teori-Teori Etika Lingkungan.....	114
DAFTAR PUSTAKA.....	123
BAB 8 PEMBANGUNAN BERWAWASAN LINGKUNGAN	127
8.1 Pengertian dan Konsep Dasar.....	127
8.2 Pembangunan dan Lingkungan Hidup	129
8.3 Prinsip Pembangunan Berwawasan Lingkungan ..	134
8.4 Tantangan dan Strategi	136
DAFTAR PUSTAKA.....	141
BAB 9 ANALISA MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN .	143
9.1 Pendahuluan.....	143
9.2 Konsep Analis Dampak Lingkungan.....	147
9.3 Tujuan Analisis Dampak Lingkungan	148

9.3.1 Manfaat Analisis Lingkungan	149
9.3.2 Tahapan Analisis dampak Lingkungan	151
9.3.3 Permasalahan dalam Penerapan Analisis Dampak Lingkungan.....	152
9.3.4 Solusi permasalahan dalam Penerapan Analisis Dampak Lingkungan.....	153
DAFTAR PUSTAKA.....	156
BAB 10 PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN	159
10.1 Pengertian pembangunan.....	159
10.2 Elemen penting pembangunan berkelanjutan	159
DAFTAR PUSTAKA.....	172
BAB 11 PEMANASAN GLOBAL	173
11.1 Pendahuluan	173
11.2 Penyebab Pemanasan Global.....	175
11.3 Proses Terjadinya Pemanasan Global.....	177
11.4 Dampak Pemanasan Global.....	180
11.4.1 Kenaikan suhu udara global.....	180
11.4.2 Lautan menjadi lebih hangat/panas	180
11.4.3 Pemutihan terumbu karang (<i>coral</i> <i>bleaching</i>).....	181
11.4.4 Lautan menjadi lebih asam	181
11.4.5 Kenaikan permukaan air laut.....	181
11.4.6 Pola cuaca yang semakin tidak menentu	182
11.4.7 Penurunan kualitas tanah.....	182
11.4.8 Mengganggu kesehatan manusia	183
11.4.9 Perubahan pada spesies tumbuhan dan hewan	184
11.5 Hubungan Pemanasan Global dengan Pertanian	184
11.5.1 Pengaruh pemanasan global terhadap pertanian	185
11.5.2 Pengaruh pertanian terhadap pemanasan global	187
11.6 Strategi Mitigasi dan Adaptasi Pemanasan Global	188

11.7 Kebijakan untuk Meminimalkan Dampak	
Pemanasan Global	191
11.8 Kesimpulan.....	193
DAFTAR PUSTAKA.....	195
BAB 12 KAJIAN LINGKUNGAN HIDUP STRATEGIS.....	201
12.1 Pendahuluan	201
12.2 Tujuan dan Manfaat Penyelenggaraan KLHS	
di Indonesia	204
12.3 Kewajiban KLHS Berdasarkan Peraturan	
Perundangan	210
12.4 Peran KLHS untuk Perlindungan dan	
Pelestarian Fungsi Lingkungan Hidup	214
DAFTAR PUSTAKA.....	217
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Sepuluh Negara Penyumbang Emisi Karbon Dioksida (CO ₂) Tertinggi di Tahun 2023	38
Tabel 8.1. Keterkaitan antara Lingkungan dengan <i>Millennium Development Goals</i>	129

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lingkungan Hidup	24
Gambar 5.1. Biodigester :pembangkit energi ramah lingkungan dan berkelanjutan	69
Gambar 5.2. Pembangkit Listrik tenaga air mikrohidro di pedesaan.....	72
Gambar 5.3. Perubahan bentang lahan akibat penambangan	82
Gambar 8.1. Mengapa Strategi Konservasi dibutuhkan: menipisnya sumber daya hayati	132
Gambar 11.1. Tren kenaikan suhu udara global dari waktu ke waktu.....	171
Gambar 11.2. Ilustrasi terjadinya efek rumah kaca yang mengakibatkan kenaikan suhu di permukaan bumi	177
Gambar 12.1. Sungai sebagai salah satu sumber daya air	215
Gambar 12.2. Timbulan sampah permukiman.....	215
Gambar 12.3. Lahan sawah sebagai komponen daya dukung pangan.	216

BAB 1

KONSEP ILMU LINGKUNGAN

Oleh Daawia

1.1 Pandahuluan

Lingkungan adalah segala sesuatu yang ada di sekitar suatu entitas, baik itu makhluk hidup maupun benda mati, serta interaksi kompleks antara keduanya. Secara umum, lingkungan mencakup udara, air, tanah, flora, fauna, manusia, dan segala interaksi yang terjadi di antara mereka. Lingkungan juga mencakup kondisi fisik, kimia, biologi, sosial, dan budaya yang memengaruhi keberadaan dan perkembangan makhluk hidup serta aktivitas manusia. Penting untuk memahami bahwa lingkungan adalah suatu sistem yang kompleks dan terintegrasi, di mana perubahan pada satu bagian dapat memiliki dampak yang luas pada bagian lainnya.

Ilmu Lingkungan adalah cabang ilmu interdisipliner yang mempelajari interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan fisiknya. Ini melibatkan pemahaman tentang bagaimana manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme berinteraksi dengan faktor-faktor lingkungan seperti udara, air, tanah, sinar matahari, dan elemen-elemen lainnya. Tujuan utama ilmu lingkungan adalah untuk memahami sistem-sistem lingkungan dan memprediksi dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan serta mencari solusi untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Ilmu Lingkungan mencakup berbagai bidang seperti ilmu biologi, kimia, fisika, geologi, ekologi, teknik lingkungan, kebijakan publik, dan sosial.

1.2 Konsep Utama Lingkungan

Konsep utama yang mendasari ilmu lingkungan mencakup pemahaman tentang interaksi kompleks antara

manusia, makhluk hidup lainnya, dan lingkungan fisiknya. Beberapa konsep utama dalam ilmu lingkungan meliputi:

1. **Keseimbangan Ekologi:**

Keseimbangan ekologi adalah konsep yang mencerminkan keadaan alam di mana berbagai komponen dalam suatu ekosistem berinteraksi secara dinamis untuk menjaga stabilitas dan kelangsungan hidup semua makhluk hidup di dalamnya. Pemahaman akan keseimbangan ekologi adalah kunci dalam ilmu lingkungan karena menjaga keseimbangan ini penting untuk menjaga keberlangsungan ekosistem dan kehidupan manusia.

Contoh dari keseimbangan ekologi adalah:

- a. **Hubungan predator-mangsa:** Dalam ekosistem yang seimbang, jumlah predator dan mangsa saling berinteraksi dalam cara yang seimbang. Misalnya, dalam suatu hutan, populasi rusa dapat dikendalikan oleh populasi singa. Jika jumlah singa meningkat, maka jumlah rusa yang dimangsa juga akan menurun. Namun, jika populasi singa turun karena kurangnya makanan, populasi rusa mungkin menjadi berlebihan dan mengakibatkan kerusakan pada vegetasi.
- b. **Siklus nutrisi:** Nutrien seperti karbon, nitrogen, dan fosfor berperan penting dalam ekosistem. Dalam ekosistem yang seimbang, siklus nutrisi dijaga dengan baik. Misalnya, tumbuhan menggunakan karbon dioksida dalam proses fotosintesis, dan saat hewan memakan tumbuhan, karbon dioksida dilepaskan kembali ke atmosfer melalui proses respirasi.
- c. **Keseimbangan populasi:** Keseimbangan antara laju pertumbuhan populasi dan ketersediaan sumber daya di lingkungan adalah penting dalam menjaga keseimbangan ekologi. Misalnya, populasi kelinci dapat mengalami peningkatan secara dramatis jika tidak ada predator alami yang mengendalikan populasi mereka. Ini dapat mengakibatkan degradasi habitat dan kekurangan sumber daya makanan, yang pada gilirannya dapat mengancam kelangsungan hidup spesies lain yang berbagi ekosistem yang sama.

d. Keanekaragaman Hayati: Ekosistem yang seimbang memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi. Keanekaragaman hayati memungkinkan adanya saling ketergantungan antara berbagai spesies, yang pada gilirannya menjaga stabilitas ekosistem. Misalnya, dalam suatu hutan yang sehat, banyaknya spesies tumbuhan dan hewan memberikan jaring makanan yang kompleks dan menyediakan berbagai fungsi ekologis, seperti penyerapan karbon dan penyediaan habitat.

Dalam semua contoh ini, menjaga keseimbangan ekologi memerlukan pemahaman yang mendalam tentang interaksi antara berbagai komponen ekosistem dan tindakan untuk mencegah gangguan yang dapat mengganggu keseimbangan alami tersebut.

2. Pemanfaatan Sumber Daya:

Pemanfaatan sumber daya adalah proses penggunaan sumber daya alam oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka. Konsep ini menekankan pentingnya penggunaan yang bijaksana dan berkelanjutan dari sumber daya alam yang terbatas untuk memastikan bahwa kebutuhan saat ini terpenuhi tanpa mengorbankan kemampuan generasi masa depan untuk memenuhi kebutuhan mereka. Artinya, pemanfaatan sumber daya harus dilakukan dengan mempertimbangkan efek jangka panjangnya terhadap ekosistem dan masyarakat.

Berikut adalah uraian detail tentang pemanfaatan sumber daya dan contoh-contohnya:

- a. Konservasi Sumber Daya:** Langkah-langkah untuk melindungi, mengelola, dan memperbarui sumber daya alam agar tetap berkelanjutan. Contoh: Perlindungan hutan hujan tropis untuk menjaga keanekaragaman hayati dan menghindari deforestasi yang berlebihan.
- b. Pengembangan Energi Terbarukan:** Mengalihkan fokus dari sumber daya energi fosil yang terbatas dan merusak lingkungan ke sumber daya energi terbarukan seperti matahari, angin, dan air. Contoh: Pembangunan

turbin angin untuk menghasilkan energi listrik tanpa emisi karbon yang tinggi.

- c. **Pertanian Berkelanjutan:** Praktik-praktik pertanian yang mempertahankan produktivitas tanah dan kualitas lingkungan alamnya. Contoh: Rotasi tanaman untuk menghindari degradasi tanah dan meminimalkan penggunaan pestisida dan pupuk kimia.
- d. **Pengelolaan Air Bersih:** Upaya untuk melindungi, membersihkan, dan mengelola air bersih secara efisien. Contoh: Program pengolahan air limbah dan penggunaan teknologi hijau untuk mengurangi polusi air.
- e. **Pengelolaan Hutan yang Berkelanjutan:** Praktik pengelolaan hutan yang mempertimbangkan keberlanjutan ekologis, ekonomi, dan sosial. Contoh: Sertifikasi hutan dari badan-badan seperti FSC (Forest Stewardship Council) untuk memastikan bahwa kayu diperoleh dari hutan yang dikelola secara berkelanjutan.
- f. **Recycling dan Pengurangan Limbah:** Pengurangan jumlah limbah yang dihasilkan serta daur ulang sumber daya yang digunakan. Contoh: Program daur ulang kertas, plastik, dan logam untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan memperpanjang umur sumber daya alam.
- g. **Pengembangan Teknologi Ramah Lingkungan:** Inovasi teknologi untuk mengurangi dampak lingkungan dari kegiatan manusia. Contoh: Mobil listrik untuk mengurangi emisi gas buang dan penurunan ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Pemanfaatan sumber daya yang bijaksana melibatkan kesadaran akan keterbatasan sumber daya alam, serta komitmen untuk mengurangi dampak negatif aktivitas manusia terhadap lingkungan, sehingga memastikan keberlangsungan sumber daya bagi generasi mendatang.

3. **Pencemaran Lingkungan:**

Pencemaran lingkungan adalah kondisi di mana lingkungan alam terganggu oleh masuknya zat-zat asing atau polutan yang dihasilkan oleh aktivitas manusia atau alam, yang dapat menyebabkan dampak negatif terhadap organisme hidup dan ekosistem. Pencemaran dapat terjadi di udara, air, atau tanah, dan memerlukan upaya untuk mengurangi atau mencegah dampak negatifnya. Berikut adalah uraian detail tentang pencemaran lingkungan dan contoh-contohnya:

- a. **Pencemaran Udara:** Pencemaran udara terjadi ketika udara terkontaminasi oleh polutan seperti gas buang kendaraan bermotor, asap industri, debu, dan partikel lainnya. Polutan ini dapat menyebabkan masalah kesehatan manusia, termasuk gangguan pernapasan dan penyakit pernapasan kronis. Contoh: Peningkatan kadar ozon troposferik di perkotaan yang disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor dan pabrik.
- b. **Pencemaran Air:** Pencemaran air terjadi ketika sumber air seperti sungai, danau, atau laut terkontaminasi oleh limbah industri, pertanian, domestik, atau aktivitas lainnya. Polutan air dapat berupa zat kimia seperti pestisida dan logam berat, maupun bahan organik seperti limbah domestik dan limbah ternak. Pencemaran air dapat mengancam kesehatan manusia dan menyebabkan kerusakan pada ekosistem air. Contoh: Pencemaran Sungai Citarum di Indonesia oleh limbah industri dan domestik.
- c. **Pencemaran Tanah:** Pencemaran tanah terjadi ketika tanah terkontaminasi oleh limbah industri, pertanian, limbah domestik, atau tumpahan minyak. Polutan ini dapat mencemari tanah dan mengurangi produktivitas pertanian, serta meracuni organisme tanah dan air tanah. Contoh: Tumpahan minyak di lahan pertanian yang menyebabkan kerusakan pada kualitas tanah dan kehilangan produktivitas pertanian.

Upaya untuk mengurangi atau mencegah dampak negatif pencemaran lingkungan meliputi:

- 1) Penggunaan teknologi bersih dan ramah lingkungan dalam proses industri.
- 2) Penerapan regulasi dan kebijakan yang ketat terkait pengelolaan limbah.
- 3) Penggunaan energi terbarukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.
- 4) Kampanye kesadaran lingkungan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang dampak pencemaran lingkungan dan pentingnya tindakan pencegahan.
- 5) Penelitian dan pengembangan solusi inovatif untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan.

Melalui langkah-langkah ini, kita dapat bekerja sama untuk mengurangi dampak negatif pencemaran lingkungan dan melindungi keberlanjutan lingkungan hidup bagi generasi mendatang.

4. Keberlanjutan:

Keberlanjutan lingkungan adalah konsep yang mendorong praktik-praktik yang memastikan bahwa aktivitas manusia tidak merusak kapasitas lingkungan untuk mendukung kehidupan di masa depan. Hal ini mencakup pengelolaan sumber daya alam, perlindungan biodiversitas, pengurangan emisi gas rumah kaca, dan peningkatan kualitas lingkungan secara keseluruhan. Berikut adalah uraian detail tentang keberlanjutan dan contoh-contohnya:

- a. **Pengelolaan Sumber Daya:** Praktik-praktik yang memastikan penggunaan yang bijaksana dan berkelanjutan dari sumber daya alam seperti hutan, air, dan tanah. Contoh: Penebangan hutan yang terencana dan pengelolaan hutan yang berkelanjutan untuk menjaga keseimbangan ekologi dan keberlangsungan sumber daya kayu.
- b. **Pengembangan Energi Terbarukan:** Pemanfaatan sumber daya energi yang terbarukan seperti matahari, angin, dan air untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang terbatas dan merusak lingkungan. Contoh: Pembangunan farmasi angin laut

untuk menghasilkan energi listrik tanpa emisi karbon yang tinggi.

- c. **Pertanian Berkelanjutan:** Praktik-praktik pertanian yang mempertahankan produktivitas tanah dan kualitas lingkungan alaminya serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Contoh: Praktik pertanian organik yang mengurangi penggunaan pestisida dan pupuk kimia serta memperhatikan keseimbangan ekosistem.
- d. **Pengelolaan Limbah:** Praktik-praktik pengelolaan limbah yang meminimalkan pencemaran lingkungan dan memungkinkan daur ulang material yang digunakan. Contoh: Program daur ulang dan pengelolaan limbah yang efektif untuk mengurangi timbulan sampah dan meminimalkan pencemaran tanah, air, dan udara.
- e. **Pendidikan dan Kesadaran Lingkungan:** Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya keberlanjutan lingkungan dan mendorong perilaku yang ramah lingkungan. Contoh: Kampanye pendidikan lingkungan di sekolah-sekolah dan komunitas untuk mempromosikan praktik-praktik yang berkelanjutan.
- f. **Kebijakan Perlindungan Lingkungan:** Implementasi kebijakan lingkungan yang ketat untuk melindungi sumber daya alam dan memperkuat upaya-upaya keberlanjutan. Contoh: Kebijakan larangan penggunaan plastik sekali pakai untuk mengurangi polusi plastik di lingkungan.
- g. **Konservasi Keanekaragaman Hayati:** Upaya untuk mempertahankan keanekaragaman hayati dan ekosistem alami sebagai aset penting untuk keberlanjutan lingkungan. Contoh: Pembentukan kawasan konservasi dan taman nasional untuk melindungi habitat dan spesies-spesies yang terancam punah.

Melalui penerapan praktik-praktik yang mendukung keberlanjutan, kita dapat memastikan bahwa kita tidak melebihi batas daya dukung lingkungan dan meninggalkan

lingkungan yang sehat dan produktif bagi generasi mendatang.

5. Kerentanan dan Adaptasi:

Kerentanan dan adaptasi merupakan konsep penting dalam ilmu lingkungan yang mengakui bahwa lingkungan alam dan manusia rentan terhadap perubahan, baik alami maupun buatan manusia. Kerentanan merujuk pada tingkat sensitivitas suatu sistem terhadap perubahan, sedangkan adaptasi merujuk pada kemampuan sistem untuk menyesuaikan diri dengan perubahan tersebut. Berikut adalah uraian detail tentang kerentanan dan adaptasi beserta contoh-contohnya:

- a. **Kerentanan Lingkungan:** Kerentanan lingkungan mencerminkan tingkat sensitivitas lingkungan terhadap tekanan atau gangguan dari faktor-faktor eksternal. Faktor-faktor ini dapat berupa perubahan iklim, polusi, kehilangan habitat, atau kegiatan manusia lainnya. Contoh: Kenaikan permukaan air laut akibat pemanasan global meningkatkan risiko banjir bandang di wilayah pesisir yang rendah.
- b. **Kerentanan Manusia:** Kerentanan manusia mengacu pada tingkat sensitivitas dan keterpaparan manusia terhadap ancaman atau risiko lingkungan tertentu. Hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti tingkat kemiskinan, kesehatan, akses terhadap sumber daya, dan infrastruktur. Contoh: Masyarakat yang tinggal di daerah yang rentan terhadap bencana alam seperti gempa bumi atau badai tropis memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi.
- c. **Adaptasi Lingkungan:** Adaptasi lingkungan mengacu pada kemampuan lingkungan alam untuk menyesuaikan diri dengan perubahan yang terjadi di dalamnya, seperti perubahan iklim atau perubahan dalam struktur ekosistem. Contoh: Penyesuaian tanaman dan hewan terhadap perubahan suhu atau curah hujan dalam lingkungan mereka.

- d. **Adaptasi Manusia:** Adaptasi manusia mencakup berbagai strategi dan tindakan yang diambil oleh manusia untuk mengurangi kerentanan terhadap ancaman lingkungan dan menyesuaikan diri dengan perubahan yang terjadi. Contoh: Pembangunan tanggul atau sistem peringatan dini untuk mengurangi risiko banjir, atau beralih ke pertanian yang lebih tahan terhadap perubahan iklim.
- e. **Strategi Adaptasi:** Strategi adaptasi adalah langkah-langkah konkret yang diambil untuk meningkatkan kapasitas adaptasi dan mengurangi kerentanan terhadap perubahan lingkungan. Ini dapat mencakup infrastruktur tangguh terhadap bencana, kebijakan pengelolaan sumber daya alam yang adaptif, atau program pelatihan dan pendidikan untuk meningkatkan kesadaran tentang risiko lingkungan. Contoh: Pemerintah lokal mengadopsi rencana tata ruang kota yang mengintegrasikan pertimbangan perubahan iklim untuk meminimalkan dampak banjir dan erosi tanah.

Melalui pemahaman tentang kerentanan dan adaptasi, kita dapat mengembangkan strategi yang lebih efektif untuk mengurangi risiko lingkungan dan meningkatkan ketahanan ekosistem dan masyarakat terhadap perubahan yang terjadi.

6. **Kepemimpinan dan Kepartisipasian:**

Kepemimpinan dan kepartisipasian adalah konsep yang mengakui peran penting individu, komunitas, dan pemerintah dalam menjaga dan memulihkan lingkungan, serta mendorong partisipasi aktif dalam upaya pelestarian lingkungan. Berikut adalah uraian detail tentang kepemimpinan dan kepartisipasian beserta contoh-contohnya:

- a. **Peran Individu:** Individu memiliki peran penting dalam menjaga lingkungan sekitarnya dengan mengadopsi perilaku yang ramah lingkungan, seperti pengurangan penggunaan plastik sekali pakai, daur ulang, atau penggunaan transportasi yang ramah

lingkungan. Contoh: Seorang individu yang mengurangi penggunaan kantong plastik dan membawa tas belanja kain sendiri saat berbelanja.

- b. **Peran Komunitas:** Komunitas lokal dapat berperan dalam memelihara lingkungan melalui kegiatan seperti membersihkan pantai, penanaman pohon, atau mengadakan program pendidikan lingkungan. Contoh: Kelompok sukarelawan yang rutin melakukan kegiatan pembersihan pantai untuk mengurangi pencemaran plastik.
- c. **Peran Pemerintah:** Pemerintah memiliki tanggung jawab untuk mengembangkan kebijakan lingkungan yang efektif, mendorong praktik-praktik berkelanjutan, dan menegakkan hukum lingkungan. Contoh: Pemerintah yang melarang penggunaan kantong plastik sekali pakai atau memberlakukan pajak karbon untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.
- d. **Partisipasi Aktif:** Partisipasi aktif dari semua pihak, termasuk individu, kelompok masyarakat, dan lembaga pemerintah, penting dalam upaya pelestarian lingkungan. Contoh: Program partisipatif di mana masyarakat lokal terlibat dalam pengelolaan hutan atau pengembangan rencana tata ruang kota yang berkelanjutan.
- e. **Pendidikan Lingkungan:** Pendidikan lingkungan memainkan peran penting dalam meningkatkan kesadaran dan pengetahuan tentang isu-isu lingkungan, serta mendorong tindakan yang berkelanjutan. Contoh: Program pendidikan lingkungan di sekolah yang mengajarkan tentang pentingnya pelestarian sumber daya alam dan praktik-praktik berkelanjutan.
- f. **Kerjasama antar Sektor:** Kolaborasi antara sektor publik, swasta, dan masyarakat sipil dapat menghasilkan solusi yang lebih efektif dalam menjaga dan memulihkan lingkungan. Contoh: Kemitraan antara perusahaan swasta dan organisasi non-pemerintah dalam program restorasi habitat atau program pengurangan emisi.

Melalui kepemimpinan yang kuat dan partisipasi aktif dari berbagai pihak, kita dapat menciptakan perubahan positif dalam pelestarian lingkungan dan mencapai tujuan keberlanjutan bagi generasi mendatang.

7. **Interdisiplineritas:**

Interdisiplineritas adalah pendekatan yang menekankan pentingnya kerja sama antara berbagai disiplin ilmu untuk memahami dan menyelesaikan masalah lingkungan yang kompleks. Karena tantangan lingkungan sering melibatkan berbagai aspek yang beragam, pendekatan interdisipliner menjadi kunci untuk merumuskan solusi yang holistik dan efektif. Berikut adalah uraian detail tentang interdisiplineritas beserta contoh-contohnya:

- a. **Kolaborasi Disiplin Ilmu:** Pendekatan interdisipliner mengharuskan kolaborasi antara ilmuwan, insinyur, ahli kebijakan, ekonom, dan pakar lainnya dari berbagai bidang untuk menganalisis dan memecahkan masalah lingkungan. Contoh: Kolaborasi antara ilmuwan lingkungan, ahli hukum, dan ekonom untuk mengembangkan kebijakan perlindungan habitat yang holistik.
- b. **Penggabungan Pengetahuan:** Pendekatan interdisipliner melibatkan penggabungan pengetahuan dari berbagai bidang ilmu untuk menyediakan pemahaman yang lebih lengkap tentang masalah lingkungan yang dihadapi. Contoh: Menggabungkan pengetahuan biologi, kimia, dan geologi untuk memahami dampak pencemaran air tanah oleh limbah industri.
- c. **Analisis Sistem:** Pendekatan interdisipliner memperlakukan lingkungan sebagai sistem yang kompleks, dan menganalisis interaksi antara berbagai komponen sistem tersebut. Contoh: Menggunakan pendekatan sistem untuk memahami dampak perubahan iklim terhadap ekosistem laut, termasuk

perubahan suhu air laut, migrasi spesies, dan pola aliran laut.

- d. **Solusi Holistik:** Pendekatan interdisipliner mencari solusi yang holistik untuk masalah lingkungan dengan mempertimbangkan dampak jangka panjang dari tindakan tersebut terhadap aspek-aspek ekologi, sosial, ekonomi, dan budaya. Contoh: Pengembangan rencana tata ruang kota yang berkelanjutan yang mempertimbangkan aspek transportasi, penggunaan lahan, dan ketersediaan sumber daya alam.
- e. **Pendidikan dan Pelatihan:** Pendekatan interdisipliner juga diterapkan dalam pendidikan dan pelatihan para profesional lingkungan untuk memastikan bahwa mereka memiliki pengetahuan dan keterampilan yang luas dalam berbagai disiplin ilmu. Contoh: Program sarjana atau magister interdisipliner dalam ilmu lingkungan yang mencakup mata kuliah dari berbagai bidang ilmu, seperti biologi, kimia, ekonomi, dan sosiologi.

Melalui pendekatan interdisipliner, kita dapat meningkatkan pemahaman kita tentang masalah lingkungan yang kompleks dan merumuskan solusi yang lebih efektif dan berkelanjutan.

8. Keadilan Lingkungan:

Keadilan lingkungan adalah konsep yang memastikan bahwa kebijakan dan praktik lingkungan mencakup aspek-aspek keadilan sosial, sehingga tidak ada kelompok yang lebih terpapar risiko lingkungan atau diabaikan dalam upaya pelestarian lingkungan. Ini memperhatikan bahwa dampak lingkungan tidak merata dan bisa memberatkan kelompok-kelompok tertentu, seperti komunitas miskin, minoritas etnis, atau wilayah pedesaan. Berikut adalah uraian detail tentang keadilan lingkungan beserta contoh-contohnya:

- a. **Distribusi Rendah:** Keadilan lingkungan mengacu pada distribusi yang adil dari beban dan manfaat lingkungan, sehingga tidak ada kelompok yang lebih terpapar risiko

lingkungan daripada yang lain. Contoh: Pabrik-pabrik atau tempat pembuangan limbah yang sering kali ditempatkan di dekat komunitas miskin atau minoritas, meningkatkan risiko terhadap kesehatan dan lingkungan mereka.

- b. **Partisipasi Sosial:** Keadilan lingkungan memastikan bahwa semua kelompok memiliki akses yang sama terhadap proses pengambilan keputusan lingkungan dan kesempatan untuk berpartisipasi dalam pembuatan kebijakan yang memengaruhi lingkungan mereka. Contoh: Masyarakat lokal yang terpengaruh oleh proyek pembangunan besar di wilayah mereka memiliki kesempatan untuk memberikan masukan dan mempengaruhi proses keputusan.
- c. **Akses terhadap Sumber Daya:** Keadilan lingkungan berupaya memastikan bahwa semua kelompok memiliki akses yang sama terhadap sumber daya alam dan lingkungan, serta kesempatan untuk menikmati manfaatnya. Contoh: Program-program pengembangan berkelanjutan yang memberdayakan masyarakat lokal untuk memanfaatkan sumber daya alam secara berkelanjutan, seperti hutan atau air tanah.
- d. **Responsif terhadap Kerentanan:** Keadilan lingkungan memperhatikan bahwa beberapa kelompok masyarakat lebih rentan terhadap dampak lingkungan dan memerlukan perlindungan khusus. Contoh: Program-program bantuan darurat dan rehabilitasi yang ditujukan untuk membantu komunitas yang terkena dampak bencana alam atau pencemaran lingkungan.
- e. **Pemulihan dan Restorasi:** Keadilan lingkungan mencakup upaya pemulihan dan restorasi lingkungan yang adil, termasuk mengutamakan wilayah-wilayah yang paling terkena dampak dan melibatkan partisipasi aktif dari komunitas setempat. Contoh: Program restorasi habitat yang melibatkan reboisasi dan penanaman kembali vegetasi asli di wilayah yang terdegradasi secara lingkungan.

Melalui penerapan konsep keadilan lingkungan, kita dapat memastikan bahwa semua kelompok masyarakat memiliki akses yang sama terhadap lingkungan yang sehat dan berkelanjutan, serta terlindungi dari dampak lingkungan yang merugikan.

Melalui pemahaman dan penerapan konsep-konsep ini, ilmu lingkungan bertujuan untuk menghasilkan solusi yang berkelanjutan bagi tantangan lingkungan yang dihadapi oleh manusia dan ekosistem di seluruh dunia.

DAFTAR PUSTAKA

- Barrow, C. J. (2006). Environmental management for sustainable development (2nd Ed.). London: Routledge Taylor & Francis Group.
- Botkin, D.B. and E.A. Keller. 2007. Environmental Science. Earth as a Living Planet. Sixth Edition. John Wiley & Sons, Inc. U.S.A.
- Bradshaw, A.D. 1997. The importance of soil ecology in restoration science. Pages 3364 in Urabanska et al., 1997.
- Cunningham, W., Cunningham, M. (2012). Environmental science: A global concern. New York: McGraw Hill Companies.
- Dewobroto, K.K, Kartiko, K.Kadarsin, M.Soekarno dan Soemarsono. 1995. Kamus konservasi sumberdaya alam. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta
- Effendi, H. (2003). Telaah kualitas air: Bagi pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- EPA. 2011. Module 6: Air Pollutants and Control Techniques Particulate Matter Control Techniques. enworthy, J.R. 2006. The eco-city: ten key transport and planning dimensions for sustainable city development. Environment and Urbanization
- Khanna, et al., (2009). Environmental management system. J.Comp. Toxicol.Physiol. Vol.6 (I) 010-017.
- Miller, G. T., Spoolman, S. E. (2016). Environmental science. Boston: Cengage Learning.
- Stapleton, et al. (2001). Environmental management systems: An implementation guide for small and medium-sized organizations. NSF International.
- Suparmoko, M., & Suparmoko, M. R. (2000). Ekonomika lingkungan. Yogyakarta: BPFE.
- UU No. 32 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

BAB 2

EKOLOGI DAN LINGKUNGAN

Oleh James Sinurat

2.1 Pendahuluan

Dalam ekologi dipelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Dari sini dapat dilihat adanya keterkaitan antara ekologi dengan lingkungan. Makhluk hidup dan perikehidupan lainnya melangsungkan kehidupannya di atas lingkungan yang memiliki keterbatasan. Dalam menopang keberlangsungan hidup organisme secara berkelanjutan, daya dukung harus dalam keadaan terpelihara dengan baik. Itulah sebabnya, upaya menjaga daya dukung lingkungan agar lestari harus dilakukan agar setiap makhluk hidup dapat melangsungkan hidupnya

Lingkungan atau lingkungan hidup adalah tempat manusia melangsungkan berbagai kegiatan untuk menopang kelangsungan hidupnya. Manusia bertempat tinggal dan bekerja di atas lingkungan hidup yang harus dijaga kelestariannya. Kompleks-kompleks perumahan dan perkantoran dibangun di atas lingkungan hidup, dalam hal ini permukaan tanah. Berbagai sarana dan prasarana pendidikan dibangun di atas tanah yang adalah lingkungan hidup. Kegiatan pembangunan seperti industri besar dan kecil, pembangunan infrastruktur dilaksanakan, dan perumahan di atas tanah yang merupakan lingkungan hidup.

Kemampuan lingkungan dalam menopang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya dikenal dengan daya dukung lingkungan (*carrying capacity*). Daya dukung lingkungan adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menopang kehidupan. Karena daya dukung lingkungan terbatas maka setiap pemangku kepentingan (*stakeholders*) pembanguna harus menerapkan pambangunan yang berwawasan lingkungan. Pembangunan dapat dilaksanakan tetapi daya dukung

lingkungan harus dijaga. Kelestarian lingkungan harus dijaga secara berkelanjutan.

Faktor-faktor lingkungan yang membatasi ukuran populasi spesies terdiri dari makanan yang memadai, tempat tinggal, air, dan pasangan. Jika faktor-faktor lingkungan ini tidak terpenuhi maka populasi akan berkurang sampai sumber daya pulih.

Keseimbangan lingkungan yang terganggu memengaruhi daya dukung lingkungan. Karena itu keseimbangan lingkungan harus dijaga oleh semua pemangku kepentingan pembangunan. Keseimbangan lingkungan terdampak jika terjadi perubahan penggunaan tanah (*land use change*) seperti pengurangan fungsi dari komponen atau hilangnya sebagian komponen yang dapat menyebabkan putusnya rantai makanan dalam ekosistem.

Daktor-faktor yang menyebabkan terganggunya keseimbangan lingkungan adalah faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam terdiri dari banjir, dan gempa bumi. Faktor alam ini tidak dapat dihindarioleh manusia. Sementara itu, faktor manusia adalah tindakan manusia yang membuah sembarangan, limbah indutri yang dibuang sembarangan dan penebangan hutan secara liar. Tindakan manusia yang merusak lingkungan harus dihindari. Manusia harus didorong untuk tidak melakukan tindakan yang merusak lingkungan hidup dimana mereka melangsungkan kehidupannya.

2.2 Ekologi

2.2.1 Pengertian Ekologi

Dalam ekologi dipelajari hubungan timbal balik antara mahluk hidup dengan lingkungannya (Soemarwoto, 2004, p. 22). Seorang ahli ilmu hayat bernama Haeckel adalah orang yang pertama sekali menggunakan istilah ekologi pada tahun 1860-an (Soerjani *et al*, 2007, p. 27). Istilah ekologi barasal dari bahasa Yunani, yang terdiri dari dua suku kata yaitu *oikos* yang berarti rumah dan *logos* yang berarti ilmu. Secara harfiah, ekologi adalah ilmu yang mempelajari mahluk hidup dalam rumahnya, atau dapat juga diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang rumah tangga mahluk hidup.

Odum (1971, p. 3) mendefinisikan ekologi sebagai “studi tentang hubungan organisme atau kelompok organisme dengan lingkungannya, atau ilmu tentang keterkaitan organisme hidup dan lingkungannya.” Ekologi berkaitan dengan biologi kelompok organisme dan dengan proses fungsional di darat, di lautan, di dalam air tawar, itu lebih sesuai dengan penekanan modern untuk mendefinisikan ekologi sebagai “studi tentang struktur dan fungsi di alam, itu dipahami bahwa manusia adalah bagian dari alam.” Ekologi merupakan suatu studi tentang struktur dan fungsi ekosistem atau alam dan manusia sebagai bagiannya. Struktur dan ekosistem menunjukkan suatu keadaan dari sistem ekologi pada waktu dan tempat tertentu termasuk densitas organisme, biomassa, penyebaran materi, energi serta faktor-faktor fisik dan kimia lainnya yang menciptakan keadaan sistem tersebut.

Ekologi merupakan kajian hubungan antara organisma atau makhluk hidup dan lingkungan, atau “*the study of relationship between organisms and the environment.*” (Molles Jr (2005, p. 2). Ahli ekologi dapat mempelajari makhluk hidup tertentu (*individual organisms*), keseluruhan hutan, atau danau, dan bahkan seluruh bumi. Demikian luasnya cakupan pelajaran tentang ekologi. Molles juga menyatakan, berbagai ukuran yang dibuat oleh ahli ekologi mencakup penghutungan individu makhluk hidup, tingkat reproduksi, tingkat proses seperti fotosintesis dan penguraian (*decomposition*).

2.2.2 Ruang Lingkup Ekologi

Ruang lingkup ekologi meliputi lima elemen, yaitu individu atau organisme, populasi, komunitas, ekosistem, dan ekosfer. Kelima elemen tersebut masuk dalam ruang lingkup ekologi manusia (Soerjani *et al*, 20027). Uraian yang lebih jelas tentang ruang lingkup ekologi disajikan berikut ini.

1. Individu

Individu adalah ciri utama makhluk hidup yang tercipta masing-masing secara individu. Terciptanya individu secara berbeda-beda yang memiliki ciri-cirinya sendiri secara khusus adalah karunia Tuhan Yang Maha Esa. Setiap individu diciptakan oleh Sang Pencipta dengan ciri,

sifat, karakteristik. Masing-masing individu memiliki keindahannya sendiri, dan ini adalah karunia Tuhan Yang Kuasa. Tidak ada individu makhluk yang sama. Setiap individu berbeda antara yang satu dengan yang lain (Soerjani *et al*, 2007).

2. Populasi

Asal kata populasi adalah *populus* dari bahasa Yunani. Populasi adalah sekelompok organisme dari spesies yang sama dan menempati tempat atau ruang tertentu. Populasi memiliki beragam karakteristik yang unik dalam suatu kelompok dan bukan ciri-ciri masing-masing individu dalam kelompok (Odum, 1971, p. 162). Menurut paham *Darwinian*, populasi adalah kesatuan individu yang jumlahnya bisa berubah melalui kelahiran dan kematian.

Populasi juga memiliki ciri-ciri genetik yang berhubungan langsung dengan ekeloginya yang dikenali sebagai penyesuaian dengan lingkungan (*adaptiveness*), kelanjutan perkembangbiakan (*reproductive fitness*), dan kemungkinan meninggalkan keturunan untuk waktu yang lama (*persistence*) (Dobzhansky dalam Odum (1971). *Reproductive fitness* adalah relatif sukses dari organisme tertentu atau genotipe dalam menghasilkan keturunan yang layak, yang ditentukan oleh seleksi alam.

3. Komunitas

Menurut Smith (1992, 296), komunitas ditandai oleh atribut yang berhubungan dengan pola-pola ruang dan waktu. Semua komunitas menunjukkan beberapa bentuk susunan spasial baik secara vertikal maupun horizontal, dan dipengaruhi oleh bentuk pertumbuhan dan struktur vegetasi dari pohon hingga lumut.

Komunitas (*community*) adalah kumpulan anggota masyarakat yang terdapat dalam suatu sistem kehidupan. Para anggota masyarakat memiliki perasaan yang sama dalam memahami hubungan dan wilayah kepentingan bersama. Komunitas terbentuk karena terdapat kesamaan dalam aspek geografis masyarakat, seperti lingkungan

perumahan atau tempat tinggal, kesamaan aspek sosial seperti etnis tertentu, pendidikan, umur, tujuan, dan kesamaan minat (Sinurat, 2024).

Komunitas lokal (*local community*) memiliki peran strategis dalam memelihara lingkungan setempat. Peran serta atau keikutsertaan komunitas lokal sangat penting dalam menjaga sumberdaya alam dan lingkungan yang sumber penghasilan masyarakat setempat (Sinurat, 2024). Contoh komunitas adalah manusia, kelompok hewan sejenis, dan komunitas padang rumput. Pada komunitas padang rumput terdapat populasi rumput, populasi belalang, populasi burung, populasi ular, dan populasi lainnya.

4. Ekosistem

Ekosistem adalah sistem yang terdiri dari komunitas berbagai jenis organisme hidup dan lingkungan tidak hidup yang saling berhubungan dan berinteraksi satu sama lain. Interaksi berbagai komunitas organisme hidup dan lingkungan tidak hidup berlangsung dalam bentuk aliran materi dan energi dalam keseimbangan (*equilibrium*). Pada proses perpindahan energi selalu terjadi pengurangan jumlah di setiap tingkat trofik makan memakan. Manusia, tumbuhan, dan hewan memerlukan energi agar dapat mempertahankan hidupnya (Soerjani *et al*, 2007).

Sesuai Pasa1 1 ayat 5 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, ekosistem adalah tatanan unsur lingkungan hidup yang merupakan kesatuan utuh-menyeluruh dan saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas lingkungan hidup. Lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain (Pasal 1 ayat 1).

Menurut Odum (1971, p.8-9), ekosistem adalah sistem ekologi yang di dalamnya makhluk hidup dan lingkungannya yang *abiotic* dan *biotic* saling berhubungan serta saling berinteraksi satu dsama lain. Setiap satuan yang termasuk semua organisme atau makhluk hidup di daerah tertentu berinteraksi dengan lingkungan fisik agar aliran tenaga (*energy*) secara jelas terhadap dan berkaitan dengan struktur tropik (*trophic structure*), keragaman biotik (*biotic diversity*), dan siklus materi (*material cycles*). Dunia alam (*natural world*) diatur dalam satuan-satuan yang saling berhubungan yang dikenal sebagai ekosistem (Enger dan Smith, 2008,p. 2). Ekosistem adalah suatu daerah (*region*) yang di dalamnya makhluk hidup dan lingkungan fisiknya membentuk suatu kesatuan yang saling berhubungan. Di dalam ekosistem terdapat jaringan antar hubungan yang kompleks dalam satu kesatuan.

Soemarwoto (2004) menyebutkan bahwa ekosistem adalah unsur sentral ekologi. Ekosistem adalah suatu sistem yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Suatu sistem terdiri atas komponen-komponen yang bekerja secara teratur sebagai suatu kesatuan. Setiap komponen dalam ekosistem, baik komponen hidup maupun komponen tak hidup, di suatu tempat berinteraksi dan membentuk suatu kesatuan yang teratur. Setiap komponen mempunyai fungsinya masing-masing yang berada dalam keseimbangan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa secara sederhana semua ekosistem, baik perairan (*aquatic*) maupun daratan (*terrestrial*) memiliki tiga komponen dasar, yang terdiri dari penghasil (*producers*), pengguna (*consumers*) dan benda-benda mati. Faktor pendorong dalam sistem adalah energi matahari, yang membagikan energi lainnya ke dalam ekosistem (Smith, 1992, p. 359).

5. Ekosfer

Menurut Soerjani *et al* (2007) ekosfer meliputi bumi, planet, bintang, galaksi dan jagad raya, yang termasuk supermakro atau alam kosmik dari kosmologi. Pada ekosfer

berada semua tingkatan organisasi biologi yang paling besar dan di dalamnya terdapat semua kehidupan yang ada di bumi. Di dalam biosfer berlangsung interaksi antara lingkungan fisik secara keseluruhan.

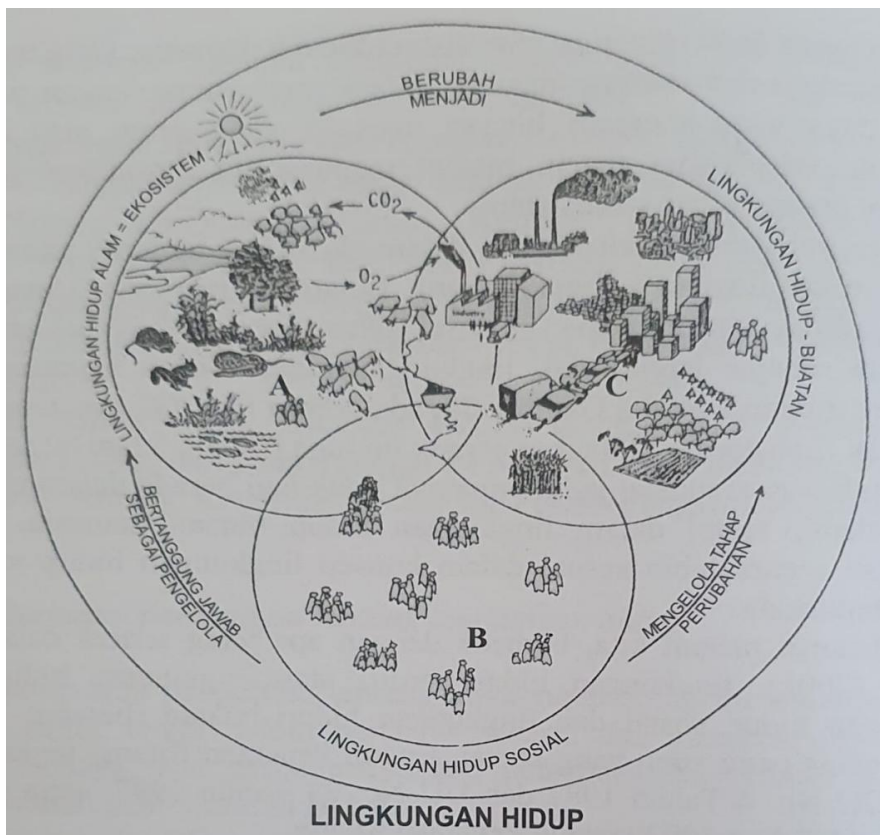
2.3 Lingkungan

2.3.1 Pengertian Lingkungan

Menurut Soerjani *et al* (2007), secara garis besar lingkungan terdiri dari tiga komponen, yaitu lingkungan hidup alam atau disebut juga ekosistem, lingkungan hidup sosial, dan lingkungan hidup buatan, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini, yang merupakan penjabaran dari Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Undang-Undang Nomor 24 Tahun 1992 tentang Penataan Ruang.

Secara garis besar, lingkungan hidup terdiri dari tiga komponen yaitu lingkungan hidup alami atau ekosistem, lingkungan hidup buatan, dan lingkungan hidup sosial (Soerjani *et al*, 2007). Dalam ketiga komponen dimaksud, manusia berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem.

Lingkungan hidup buatan adalah lingkungan hidup alami yang dirubah oleh manusia. Dalam hal ini terjadi alih fungsi penggunaan lahan. Contoh lingkungan buatan: (1) kawasan lahan pertanian dirubah menjadi kompleks perumahan, kompleks industri, dan bendungan; (2) kawasan hutan alam yang memiliki keragaman hayati yang banyak dirubah menjadi perkebunan kelapa sawit yang merupakan tanaman sejenis.



Gambar 2.1. Lingkungan Hidup
Sumber: Soerjani *et al.*, 2007, p. 114

Pasal 1 ayat (1) Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup memuat bahwa “Lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.” Menurut Soerjani *at al.*, (2007), permasalahan

Lingkungan hidup manusia sering kali disebut lingkungan hidup atau lebih singkat lingkungan saja, sebenarnya berakar dan berarti penerapan dari ekologi dan kosmologi. Lingkungan hidup merupakan penelaahan terhadap sikap dan

perilaku manusia dengan segenap tanggung jawab dan kewajiban maupun haknya untuk mencermati tatanan lingkungan dengan sebaik-baiknya (Soerjani *et al.*, 2007).

Lingkungan hidup terdiri dua jenis sebagaimana dikemukakan oleh Cunningham dan Cunningham (2011). Jenis **pertama** adalah lingkungan hidup alami dari pohon-pohonan, hewan, lahan, dan air, dan jenis **kedua** adalah lingkungan sosial dan buatan yang diciptakan manusia untuk keperluannya dengan menggunakan ilmu pengetahuan, teknologi, budaya, dan organisasi politik. Lingkungan hidup alami dan lingkungan sosial dan buatan menyempurnakan lingkungan hidup kita. Pengertian yang sama dikemukakan oleh White, Mottershead dan Harrison (1984) dengan mengatakan bahwa manusia menempati suatu habitat menurut ruang dan waktu yang membentuk lingkungan hidup.

Berdasarkan studi tentang hubungan antara manusia dengan lingkungannya, lingkungan hidup terdiri dari lingkungan hidup alami dan lingkungan budaya. Selanjutnya dikatakan bahwa lingkungan hidup terdiri dari lingkungan fisik, kimia, dan biologi, dan juga lingkungan budaya dengan dimensi sosial, politik, ekonomi dan teknologi. Pengertian yang sama juga dikemukakan oleh Smith (1992) yang mengatakan bahwa lingkungan hidup tidak hanya lingkungan fisik tetapi juga lingkungan biologi dimana makhluk hidup berada; dan hubungan-hubungan termasuk interaksi dengan dunia fisik seperti halnya dengan anggota spesies yang lain dan dengan spesies yang sama.

2.3.2 Pengelolaan Lingkungan

Dalam Pasal 2 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup disebutkan bahwa perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum.

Amanat Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 harus dijadikan sebagai pedoman oleh semua elemen bangsa dan semua pelaku pembangunan agar fungsi lingkungan hidup terpelihara secara berkesinambungan. Hal ini sejalan dengan upaya yang harus dilakukan untuk menghindari kerusakan lingkungan. Karena itu, dalam pengelolaan lingkungan harus dilengkapi dengan dokumen perencanaan tentang pemanfaatan lingkungan yang diikuti dengan pengawasan terhadap pelaksanaan pembangunan. Dalam rangka keberhasilan pengelolaan lingkungan harus diimbangi dengan penegakan hukum yang berkeadilan demi terpeliharanya lingkungan hidup tempat manusia melangsungkan kehidupannya.

Pada dasarnya, pengelolaan lingkungan telah dilakukan sejak adanya manusia. Hal ini dapat dibuktikan dari hal-hal yang dilakukan manusia dalam membuat dan memelihara padang perumputan sebagai sumber makanan bagi hewan peliharaan. Selain itu, manusia juga melindungi ternak peliharaannya dari serangan hewan buas (jenis karnovora). Pada sektor pertanian dalam arti luas, manusia melakukan “domestikasi” yaitu penjinakan dan pemeliharaan tumbuhan dan hewan liar sebagai upaya pengelolaan lingkungan yang sudah dilaksanakan sejak awal kehidupan dan kebudayaan manusia (Soemarjoto, 2004, p. 76-77). Domestikasi hewan liar adalah bagian dari upaya manusia untuk memenuhi konsumsi daging hewan dengan cara pengembangbiakan hewan liar menjadi jinak, yang sekaligus juga merupakan upaya mengelola lingkungan tempat manusia melangsungkan hidupnya. Pengelolaan lingkungan adalah dalam rangka keberlangsungan kehidupan.

Lingkungan tempat manusia melangsungkan kehidupannya memiliki daya dukung yang ada batasnya yaitu kemampuan lingkungan untuk mendukung kehidupan manusia dan organisme lain dan interaksi antara manusia dan lingkungannya. Daya dukung lingkungan harus dijaga agar agar kesinambungan kehidupan dapat terpelihara. Lingkungan harus dijaga kelestariannya demi kelangsungan peri kehidupan. Upaya menjaga kelestarian kelestarian lingkungan harus menjadi perhatian semua pemangku kepentingan dalam pembangunan.

2.4 Lingkungan dan Pembangunan

2.4.1 Pembangunan

Soemarwoto (2004) menyatakan bahwa pembangunan mempengaruhi dan dipengaruhi oleh lingkungan hidup. Pembangunan dilakukan di atas lingkungan hidup yang kelestariannya harus dijaga. Pembangunan tidak boleh hanya dilihat dari aspek ekonomi tetapi juga harus dilihat dari aspek daya dukung lingkungan (*carrying capacity*). Keterkaitan antara pembangunan fisik dan lingkungan hidup membentuk sistem ekologi, yang dikenal sebagai ekologi pembangunan.

Pembangunan adalah kenyataan fisik sekaligus mental (*state of mind*) dari suatu masyarakat telah melalui proses sosial, ekonomi dan lembaga, memiliki cara untuk mewujudkan kehidupan yang lebih baik. Pembangunan fisik dilaksanakan bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup masyarakat. Dengan perkataan lain, pembangunan adalah upaya untuk meningkatkan mutu kehidupan penduduk secara luas (Todaro dan Smith, 2011).

Pembangunan tidak hanya menghasilkan manfaat bagi masyarakat, tetapi juga menghasilkan resiko akibat pembangunan bagi manusia (Sumarwoto, 1971 p.158-159). Karena itu, pembangunan yang dilaksanakan harus dengan memperhatikan kelestarian lingkungan hidup sebagai lokus pembangunan. Kerusakan pada lingkungan hidup pasti berdampak negatif bagi pembangunan itu sendiri dan juga terhadap keberlangsungan hidup manusia.

2.4.2 Pembangunan Berwawasan Lingkungan

Dalam alinea keempat Pembukaan Undang-Undang Dasar 1945 tercantum bahwa hakikat pembangunan nasional adalah: mencerdaskan kehidupan bangsa, menciptakan kesejahteraan umum, melindungi seluruh tumpah darah Indonesia, dan membantu melaksanakan ketertiban dunia dan perdamaian abadi.

Pembangunan adalah kegiatan atau usaha secara sadar, terencana dan berkelanjutan untuk mengubah kondisi suatu masyarakat menjadi lebih baik. Pembangunan menyangkut

semua aspek kehidupan baik fisik maupun nonfisik, material spiritual, meliputi berbagai bidang kehidupan masyarakat. Pembangunan dilaksanakan dengan melibatkan seluruh lapisan masyarakat (Rohiani, 2021).

Berbagai aspek kehidupan yang terlibat dalam pembangunan memperlihatkan betapa kompleksnya permasalahan yang timbul sebagai akibat dari pelaksanaan pembangunan. Aspek politik misalnya, melibatkan berbagai kepentingan politik baik dari Pemerintah maupun pemangku kepentingan lainnya. Perlu dicatat di sini bahwa pembangunan yang dilaksanakan adalah untuk kesejahteraan seluruh lapisan masyarakat dengan memperhatikan keberlangsungan lingkungan. Hal ini tentu saja demi tercapainya kehidupan yang lebih baik dan lebih maju dari waktu ke waktu.

Rustiadi, Saefulhakim dan Panuju (2011) menyatakan bahwa secara filosofis suatu proses pembangunan dapat diartikan sebagai “upaya yang sistematis dan berkesinambungan untuk menciptakan keadaan yang dapat menyediakan berbagai alternatif yang sah bagi pencapaian aspirasi warga yang paling humanistik”. Proses pembangunan merupakan proses memanusiakan manusia yang dilaksanakan secara berkesinambungan.

2.4.3 Pelaku Pembangunan

Pelaku pembangunan terdiri dari beberapa pihak, yakni: Pemerintah (Pusat dan Daerah), Unit Kerja Kementerian Lingkungan Hidup, swasta atau pengusaha, lembaga kependidikan, lembaga swadaya masyarakat (LSM) yang bergerak di bidang lingkungan hidup dan pembangunan, dan media massa (Soerjani *et al*, 2007).

Pemerintah adalah pihak yang memegang tanggung jawab kebijakan pembangunan dan pengelola lingkungan hidup. Dengan dukungan pihak swasta dan lembaga pendidikan, *stakeholders* pembangunan bersinergi mewujudkan pembangunan yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan. Karena itu, pembangunan berkelanjutan harus diterapkan sebagaimana diamanatkan Brundtland yang menyatakan proses pembangunan dengan prinsip “memenuhi kebutuhan

sekarang tanpa mengorbankan pemenuhan kebutuhan generasi masa depan” (Laporan Brundtland dari PBB, 1987). Pentingnya pemenuhan kebutuhan generasi yang akan datang memperlihatkan bahwa pembangunan yang dilaksanakan harus mempertimbangkan kelestarian lingkungan. Dalam pelaksanaannya melibatkan lintas generasi.

2.5 Penutup

Hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya merupakan aspek yang keterkaitan dengan ekologi dengan lingkungan. Dalam menopang keberlangsungan hidup organisme secara berkelanjutan, daya dukung harus terpelihara dengan baik secara berkesinambungan.

Lingkungan atau lingkungan hidup adalah tempat manusia melaksanakan berbagai kegiatan untuk menopang kelangsungan hidupnya. Untuk itu perlu memahami ruang lingkup ekologi meliputi lima elemen, yaitu individu atau organisme, populasi, komunitas, ekosistem, dan ekosfer.

Berbagai aspek kehidupan yang terlibat dalam pembangunan memperlihatkan betapa kompleksnya permasalahan yang timbul sebagai akibat dari pelaksanaan pembangunan. Aspek politik misalnya, melibatkan berbagai kepentingan politik baik dari Pemerintah maupun pemangku kepentingan lainnya. Pembangunan yang dilaksanakan adalah untuk kesejahteraan seluruh lapisan masyarakat dengan memperhatikan keberlangsungan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Enger, Eldon D., Bradley F. Smith. 2008. *Environmental Science: A Study of Interrelationships*. Eleventh Edition. McGraw - Hill International Edition. Boston.
- Molles Jr, Manuel C. 2005. *Ecology: Concepts and Applications*. Third Edition. McGrawHill Higher Education. New York.
- Odum, Eugene P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. Third Edition. Saunders' International Student Edition. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- Rohiani, A. 2021. Perencanaan Penataan Ruang Desa Berbasis Potensi Desa sebagai Kendali Pembangunan Desa yang Terarah dan Berkelanjutan. *Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan*. Februari 2021. ISSN 2549-3922
- Rustiadi, E., Sunsun Saefulhakim, dan Dyah R. Panuju. 2011. *Perencanaan dan Pengembangan Wilayah*. Crestpent Press dan Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Anggota IKAPI. ISBN: 978-979-461-687-1.
- Sinurat, J. 2004. *Ekowisata Perairan*. Cetakan Pertama Mei 2024. Penerbit Widina Media Utama, Bandung. ISBN 978-623-500-185-2.
- Todaro, M.P dan Stephen C. Smith, 2011, *Pembangunan Ekonomi*. Edisi Kesebelas. Jilid 2. Penerbit Erlangga Jakarta.
- Smith, Robert L. 1992. *Elements of Ecology*. Third Edition. HarperCollins Publishers. New York.
- Soemarwoto, O. 2004. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Cetakan Kesepuluh. Penerbit Djambatan. Jakarta. Cetakan kesepuluh.
- Soerjani, M., Arief Yuwono & Dedi Faerdiaz. 2007. *Lingkungan Hidup (The Living Environment)*: Pendidikan, Pengelolaan Lingkungan dan Kelangsungan Pembangunan. Penerbit: Yayasan Institut Pendidikan dan Pengembangan Lingkungan (IPPL). Jakarta.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup.

- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 1992
tentang Penataan Ruang.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor No. 32 Tahun 2009
tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan
Hidup.
- White, I. D., D.N. Mottershead and S.J. Harrison. 1984.
Environmental Systems: An Introductory Text. London:
Unwin Hyman.
- William P. Cunningham and Mary Ann Cunningham. 2011.
Pricnciples of Environmental Science: Inquiry & Appllication.
Sixth Edition. New York: Mc Graw Hill.

BAB 3

MANUSIA DAN LINGKUNGAN

Oleh Sanny Edinov

3.1 Pendahuluan

Interaksi yang selalu berubah dan kompleks antara manusia dan komponen fisik, biologis, dan sosial lingkungan mereka dikenal sebagai hubungan manusia-lingkungan. Orang bergantung pada lingkungan untuk memenuhi kebutuhan mereka yang paling penting, seperti udara, air, makanan, dan tempat tinggal yang bersih dan baik. Fakta bahwa manusia dan lingkungan saling membutuhkan, menunjukkan hubungan antara keduanya. Lingkungan hidup terdiri dari makhluk hidup lainnya, benda mati, dan manusia; manusia hanyalah bagian darinya. Keutuhan lingkungan di mana manusia hidup, serta komponen lingkungan lainnya, sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia. Agar manusia dapat bertahan hidup secara berkelanjutan, dibutuhkan sumber daya alam di lingkungan. Oleh karena itu, lingkungan tidak hanya penting untuk pemanfaatan dan eksplorasi manusia, tetapi juga memastikan hubungan yang stabil antara manusia dan lingkungannya (Safitri et al., 2020).

Namun demikian, aktivitas manusia seringkali mempengaruhi lingkungan, baik secara positif maupun negatif. Aktivitas manusia seperti pertanian, industri, kota, dan transportasi dapat mengakibatkan perubahan lingkungan yang signifikan, seperti polusi, penggundulan hutan, dan perubahan iklim. Masyarakat mempunyai hak sama untuk memperoleh lingkungan hidup yang baik dan sehat. Selain hak, setiap orang juga wajib untuk menjaga, mencegah, dan mengatasi kerusakan dan pencemaran yang terjadi di lingkungan hidup (UULH, 2009). Semua orang berhak dan harus berpartisipasi dalam pengelolaan lingkungan hidup. Perilaku endogen diperlukan karena peran penting manusia dalam biosfer. Namun, karena

memiliki tanggung jawab yang lebih besar daripada makhluk hidup lainnya, manusia bertindak untuk mendukung aspek lain (biotik dan abiotik) hidup.

3.2 Pentingnya Memahami Hubungan Manusia dan Lingkungan

Karena berbagai alasan, seperti dari sudut pandang ekologi, ekonomi, sosial, dan kesehatan, memahami hubungan antara manusia dan lingkungan sangat penting. Orang hidup dalam lingkungan mereka dan menjalin hubungan dengan komponen-komponennya. Faktor biotik dan abiotik serta faktor sosiokultural dapat menyebabkan hubungan ini. Pada awalnya, hubungan manusia dengan lingkungannya terlihat seimbang, harmonis, dan selaras. Rasio tersebut telah menurun belakangan ini. Manusia lebih mengeksploitasi alam dengan ilmu pengetahuan dan teknologi, yang menyebabkan berbagai masalah lingkungan.

Unsur penyusun kehidupan yang terdapat di perkotaan, seperti jalan, jembatan, pemukiman, perkantoran, dan asrama membentuk lingkungan perkotaan. Lingkungan buatan atau buatan telah menggantikan atau mengubah lingkungan alam secara drastis. Meskipun lingkungan mempengaruhi manusia, kita juga memiliki kemampuan untuk mengubahnya. Karakteristik hubungan ini berbeda dari masyarakat ke masyarakat. Di tempat-tempat di mana peradaban telah berkembang, manusia cenderung lebih unggul, dan lingkungan telah mengalami transformasi yang signifikan dari lingkungan alami ke lingkungan yang dibuat oleh manusia.

Sambil berinteraksi dengan lingkungannya, manusia telah menghasilkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan kemajuan teknologi saat ini, beberapa orang dapat membuat segala sesuatunya dengan menggunakan teknologi. Teknologi dianggap mampu menjamin kehidupan dan penghidupan masyarakat, membuatnya bukan lagi sebuah alternatif.

3.3 Pengaruh Manusia terhadap Lingkungan

Menumbang pohon dan membuang sampah membahayakan flora dan fauna, tetapi melindungi spesies yang terancam punah dan membersihkan danau dan lautan membantu lingkungan. Dampak manusia terhadap lingkungan mengacu pada perubahan biofisik, ekosistem, keanekaragaman hayati, dan sumber daya alam yang disebabkan langsung atau tidak langsung oleh manusia; kerusakan ini disebabkan oleh manusia karena manusia lebih membutuhkan lingkungan alam daripada alam membutuhkan manusia.

Menurut beberapa orang, Hutan Indonesia adalah salah satu paru-paru dunia. Mereka mampu menghasilkan gas oksigen yang diperlukan manusia karena mereka selain menyerap karbon dioksida, yang merupakan karbon berbahaya, juga menyediakan oksigen untuk kelangsungan hidup organisme (Shafitri, Prasetyo, & Haniah, 2018). Sumber daya alam, hutan mempengaruhi kehidupan ekonomi, sosial, budaya, dan ekologi (Widodo & Sidik, 2020). Berkurangnya luas hutan alami menyebabkan kepunahan berbagai spesies dan menimbulkan konsekuensi yang beragam, salah satunya adalah gas rumah kaca (Novalia, 2017).

Deforestasi adalah istilah yang mengacu pada pengurangan luas hutan yang terjadi sebagai akibat dari perjanjian lahan untuk infrastruktur, pemukiman, pertanian, pertambangan, dan perkebunan (Addinul Yakin, 2017). Pembalakan liar dan pembalakan liar adalah dua bentuk deforestasi yang mengancam seluruh makhluk hidup (Rimbakita, 2020). Urbanisasi adalah faktor yang menyebabkan perjanjian pertanahan. Urbanisasi adalah peningkatan populasi dan jumlah pemukiman industri, yang mencakup peningkatan jumlah dan ukuran kota, dan merupakan representasi pergerakan masyarakat dari pedesaan ke kota. Peningkatan luas dan kepadatan area perkotaan dikenal sebagai urbanisasi. Misalnya, urbanisasi yang tidak terkendali di India menyebabkan degradasi lingkungan yang cepat, yang menyebabkan ketidakstabilan lahan, kualitas air yang buruk,

polusi udara yang berlebihan, kebisingan, masalah pembuangan limbah, dan sejumlah masalah lainnya.

Studi kasus tentang urbanisasi di India dan kota-kota metropolitan telah dilakukan. Studi ini mencapai kesimpulan tentang faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan lingkungan saat ini dan solusi untuk mencegahnya. Meskipun membatasi urbanisasi tidak mungkin, harus dipastikan bahwa urbanisasi berkembang dengan cara yang paling ramah lingkungan. Karena kebakaran hutan yang sering terjadi, lahan hutan berubah menjadi lahan non-hutan, yang menyebabkan pemanasan global (Syah, 2017).

Menurut Prakoso, Ardita, dan Murtyantoro (2019), pemanasan global merupakan masalah besar yang disebabkan oleh aktivitas perekonomian yang tidak mempertimbangkan efeknya terhadap lingkungan. Deforestasi Indonesia terus meningkat, dan hutan Indonesia berkurang setiap tahunnya, yang berdampak negatif pada Indonesia dan dunia secara keseluruhan (Arif, 2016). Greenpeace menyatakan bahwa Indonesia menyumbang emisi karbon dioksida terbesar ketiga setelah Amerika Serikat, Tiongkok, dan Amerika Serikat. Sekitar 80% di antaranya adalah akibat kebakaran hutan. Selain itu, kebakaran hutan membahayakan kesehatan manusia dengan menyebabkan sesak napas yang berkepanjangan (Han, Goleman, Boyatzis & McKee, 2019).

Semua orang di seluruh dunia semakin menyadari masalah pemanasan global. Suhu yang meningkat menunjukkan hal ini. Salah satu tanda pemanasan global adalah cuaca yang tidak stabil. Pemanasan global disebabkan oleh banyak tindakan manusia, termasuk pembakaran bahan bakar fosil, industri, dan penggundulan hutan yang massif. Semua tindakan ini menimbulkan emisi karbon dan dampak rumah kaca, yang merupakan istilah umum untuk efek rumah kaca. Efek rumah kaca juga berdampak jangka panjang terhadap kehidupan manusia, karena mereka mengurangi aktivitas yang dapat merusak hutan dan menghasilkan emisi (Isti Prabandari, 2020). Pemanasan global dan kenaikan suhu yang terjadi hampir di seluruh dunia mempengaruhi indeks kelestarian lingkungan (Dewa & Sejati, 2019).

3.4 Dampak Lingkungan terhadap Kehidupan Manusia

Teknologi canggih telah muncul sebagai hasil dari globalisasi, yang telah memperbaiki kehidupan masyarakat, tetapi kemajuan ini juga memiliki efek pada lingkungan. Dampaknya adalah pencemaran lingkungan karena limbah dan sisa produksi. Kota Denpasar mengalami pencemaran sampah dan sampah, salah satunya adalah Sungai Badung. Banyak sampah menumpuk di bantaran sungai, membuat air keruh dan berbau amis. Pencemaran lingkungan hidup, menurut Pasal 1 angka 14 Undang-Undang No 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui standar lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Sampah memiliki potensi pencemaran lingkungan yang signifikan karena dapat menurunkan kualitas lingkungan hidup dan merusak ekosistem. Sudah jelas bahwa penurunan kualitas lingkungan hidup yang disebabkan oleh pencemaran dan kerusakan sumber daya alam akan menyebabkan munculnya ancaman atau dampak negatif terhadap kesehatan, kehilangan nilai estetika, kerugian ekonomi, dan kerusakan sistem alam (Rahmadi, 2011). Ini akan berdampak buruk pada kesehatan masyarakat dalam jangka panjang. Limbah dan sampah mencemari lingkungan sehingga terlihat kotor dan tidak dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari. Pencemaran lingkungan juga merusak sistem alami lingkungan hidup dan bagian-bagiannya.



Sumber: Laporan Ekspedisi Mapala UNUSB(2024)

Studi baru menunjukkan bahwa sepuluh negara akan mengeluarkan jumlah karbon dioksida (CO₂) tertinggi pada tahun 2023 dan akan menjadi negara yang paling rentan terhadap perubahan iklim. Tingkat deforestasi yang signifikan berdampak pada kehidupan sosial masyarakat selain merusak alam. Tabel 3.1 berikut menunjukkan data emisi yang diperjelas.

Tabel 3.1. Sepuluh Negara Penyumbang Emisi Karbon Dioksida (CO₂) Tertinggi di Tahun 2023

No.	Negara	Persentase Emisi CO ₂ (%)
1.	Cina	32,88
2.	Amerika Serikat	12,6
3.	India	6,99
4.	Rusia	4,96
5.	Jepang	2,81

No.	Negara	Persentase Emisi CO ₂ (%)
6.	Indonesia	1,80
7.	Iran	1,78
8.	Jerman	1,75
9.	Korea Selatan	1,65
10.	Arab Saudi	1,58

Sumber: Geeksforgeeks.org (2024)

3.5 Upaya Pelestarian dan Konservasi Lingkungan

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 25 tentang Kekuasaan Negara Sebagai Daerah Otonom dan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah, Pendelegasian wewenang dari pemerintah pusat kepada daerah meliputi:

1. Memberi daerah peran penting dalam pengelolaan lingkungan hidup,
2. Memungkinkan inisiatif daerah dalam pengambilan kebijakan,
3. Meningkatkan hubungan antar daerah, dan
4. Mengambil pendekatan untuk membangun hubungan regional.

Karena Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 dan Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 diterapkan, fokus pengelolaan lingkungan hidup sekarang terbatas pada daerah dan kebijakan lingkungan hidup nasional menjadi lebih jelas. Pembangunan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup disebut dalam Rencana Propenas (Rencana Pembangunan Nasional).

Selain itu, pemerintah memerangi pencemaran lingkungan melalui pencegahan dan perlindungan. Pemerintah memiliki Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Perlindungan Lingkungan Hidup. Dengan

memperkuat penegakan hukum yang berlaku di setiap daerah, upaya hukum dapat dilakukan. Hal ini dapat dilakukan di luar pengadilan dengan menghubungi dan mengajukan banding.

Pemerintah daerah akan bekerja sama dengan organisasi lain seperti Pemberdayaan Kesejahteraan Keluarga (PKK), tokoh masyarakat, organisasi kepemudaan terkait, dan lainnya untuk mengendalikan pencemaran dan perusakan lingkungan hidup serta meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya perlindungan lingkungan hidup. Selain itu, masyarakat diminta untuk berpartisipasi dalam mencegah dan mengurangi limbah dan sampah, termasuk membersihkan sungai.

Pemerintah Indonesia juga mengambil inisiatif lain, seperti menandatangani perjanjian bilateral dengan pemerintah Norwegia pada tahun 2010 mengenai REDD+ (Pengurangan Emisi dari Deforestasi dan Degradasi Hutan). Perjanjian ini mencakup program pemantauan dan inisiatif penggunaan lahan baru untuk mengurangi emisi. Penerapan hukum yang ketat untuk pengelolaan hutan Pemerintah Norwegia dapat membayar pemerintah Indonesia \$1 miliar. Data satelit menunjukkan peningkatan deforestasi di Indonesia setelah perjanjian, yaitu pada tahun 2011 hingga 2012 (Angkawidjaja, 2020). Masyarakat Indonesia menerima pembayaran pertama mereka dalam proses panjang yang bisa memakan waktu hingga sepuluh tahun setelah kerja sama untuk mengurangi deforestasi mulai berhasil pada tahun 2019. Jumlah waktu yang lama ini disebabkan oleh banyaknya keterlambatan dalam pelaksanaan yang disebabkan oleh penggabungan Badan Pengelola REDD+ dan penggabungan Kementerian Kehutanan dan Kementerian Lingkungan Hidup selama pemerintahan Joko Widodo (Angkawidjaja, 2020). Sejak tahun 2017 hingga 2018, luas kawasan hutan Indonesia telah dideforestasi sebanyak 223.323,9 hektar per tahun, turun dari 297.183,2 hektar pada tahun 2016-2017 dan lebih rendah dari 431.266,3 hektar pada tahun 2015-2016. Terlepas dari fakta bahwa data menunjukkan penurunan deforestasi, tingkat deforestasi tetap tinggi dan mungkin akan meningkat di tahun-tahun mendatang.

Untuk mencapai implementasi REDD+ yang efektif di Indonesia, diperlukan keterlibatan mekanisme. Mekanisme ini

membutuhkan komitmen dan inisiatif terhadap REED+ serta keterlibatan pemangku kepentingan (Salminah & Wibowo, 2017). Membentuk REDD+ bersama daerah-daerah anggota memungkinkan inisiatif yang melibatkan berbagai lembaga untuk menurunkan emisi (Syafri & Endrizal, 2019). Kesuksesan REED+ dapat dikaitkan dengan tindakan pemerintah yang konsisten untuk menyelesaikan masalah masyarakat, menghentikan perpanjangan izin, dan penyelamatan hutan yang semakin terancam (Ekawati dkk., 2019).

Paradigma ramah lingkungan, juga dikenal sebagai "lingkungan hijau", telah dengan cepat diadopsi oleh organisasi di negara maju, yang merupakan salah satu faktor penting yang memberikan mereka keunggulan dalam persaingan. Kebijakan organisasi yang cepat dan tepat diperlukan untuk menyesuaikan diri dengan perubahan paradigma ini. Untuk menanggapi tuntutan lingkungan dari sumber luar, organisasi melakukan perubahan ini (Handoko, 2021; Handoko dkk, 2018; Paula dkk, 2016; Handayani, 2016; Widyantoro dkk, 2016). Kebijakan ini telah terbukti dapat mempertahankan dan meningkatkan keunggulan bersaing perusahaan di negara maju. Hal ini menunjukkan bahwa jika seseorang ingin mempertahankan keunggulan dan persaingan, mereka harus melakukan perubahan organisasi yang tepat untuk mendukung ide-ide hijau baru (Bergmiller dan McRight, 2009).

Kebijakan organisasi menentukan kemampuan organisasi untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan luar. Dengan melakukan perbaikan terus-menerus dan didukung oleh arah kebijakan organisasi yang jelas dan tepat berdasarkan paradigma lingkungan yang ramah lingkungan, diharapkan dapat mencapai keunggulan bersaing yang berkelanjutan. Namun, jelas bahwa keberhasilan kebijakan tersebut sangat dipengaruhi oleh karakteristik dan motivasi setiap organisasi. Kesuksesan program lingkungan hijau dapat dipengaruhi oleh berbagai sifat dan motivasi organisasi. Oleh karena itu, sangat penting untuk memahami sifat dan motivasi organisasi sehubungan dengan keberhasilan program lingkungan hijau (Weingarten et al., 2012). Oleh karena itu,

program peningkatan berkelanjutan harus diimplementasikan secara berkelanjutan.

Diprioritaskan untuk memprioritaskan lingkungan hijau dan energi, serta organisasi, aplikasi, kebijakan, dan transfer dan difusi terkait. Pengetahuan tentang lingkungan hijau dan energi, serta hal-hal yang berkaitan, sangat penting. Pendekatan yang telah digunakan dimaksudkan untuk menjawab perubahan yang terjadi dari sumber eksternal yang membutuhkan pemahaman, adaptasi, inovasi, dan penerapan pengetahuan untuk keberhasilan lingkungan hijau yang berkelanjutan. Teori dan model kebijakan lingkungan hijau dapat dibuat. Faktor-faktor penting yang menyebabkan distorsi kebijakan dicari dan diteliti secara menyeluruh. Pihak berwenang seperti pemerintah, universitas, bisnis, media, dan komunitas mempelajari fungsi mereka masing-masing. Hasilnya dapat menunjukkan hasil tentang bagaimana organisasi, aplikasi, kebijakan, dan transfer atau alih teknologi lingkungan berkaitan dengan lingkungan hijau dan energi. untuk dapat menyediakan hasil penelitian dan pengetahuan di bidang lingkungan hijau dan energi.

Pendidikan lingkungan hidup adalah tempat yang paling tepat untuk menyebarkan pengetahuan (knowledge), keterampilan, dan perspektif tentang konsep lingkungan hijau. Pendidikan lingkungan hidup harus dapat mendidik orang yang responsif terhadap perkembangan teknologi, memahami masalah yang ada di biosfer, dan memperoleh kemampuan untuk menjaga dan mempertahankan kelestarian alam secara produktif (Barlia, 2008: 3). Hal ini juga sesuai dengan gagasan bahwa proses pendidikan diharapkan dapat membantu setiap siswa menjadi anggota masyarakat yang lebih sadar dan sadar akan masalah lingkungan (Afandi, 2013: 100). Oleh karena itu, salah satu cara untuk meningkatkan kesadaran rakyat akan tanggung jawab mereka dalam kehidupan mereka sendiri adalah melalui pendidikan. Pengetahuan warga tentang lingkungan memengaruhi cara mereka menjaganya. Pendidikan lingkungan pada anak usia dini biasanya berbasis topik dan berfokus pada keterampilan dasar, seperti berhitung, memecahkan masalah, dan berbicara. Pada tingkat ini, biasanya digunakan pendidikan luar ruang untuk meningkatkan semua

bidang kurikulum. Edinov (2017) menyatakan bahwa pendidikan lingkungan di sekolah menengah sebagian besar berpusat pada sains dan geografi. Beberapa elemen dapat telah terjadi sebelumnya.

Dengan jadwal dan kurikulum yang terbatas di sekolah menengah, peluang lintas-kurikuler lebih terbatas. Namun demikian, sekolah dan pendidik masih dapat memberikan kesempatan untuk belajar di luar kurikulum formal. Di sekolah tingkat tinggi, sebagian besar pendidikan lingkungan diajarkan dalam geografi dan ilmu pengetahuan alam. Namun, ada beberapa bagian yang mencakup bidang lain seperti hukum, politik, sastra, bisnis, dan studi kesehatan. Selain itu, sekolah, institusi pendidikan, dan universitas dapat berfungsi sebagai media dan model untuk mengadvokasi topik seperti daur ulang, konservasi energi, dan promosi keanekaragaman hayati. Kunjungan ke museum, suaka margasatwa, dan organisasi yang bergerak di bidang lingkungan adalah cara untuk mendapatkan pengetahuan informal tentang lingkungan. Pendidikan lingkungan hidup adalah usaha menyeluruh untuk membantu orang memahami dan menangani masalah lingkungan (NAAEE, 2001). Pendidikan adalah upaya sadar dan terencana untuk mewujudkan lingkungan belajar dan proses pembelajaran sehingga siswa dapat secara aktif mengembangkan kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, dan keterampilan yang diperlukan untuk diri mereka sendiri, masyarakat, bangsa, dan negara (UU Sisdiknas, 2003)..

3.6 Masa Depan Hubungan Manusia dan Lingkungan

James Robertson menggunakan futurology, sejenis studi masa depan, untuk menawarkan skenario sehat, humanistik, dan ekologis (SHE) sebagai salah satu pilihan masa depan dalam *The Sane Alternative: A Choice of Future*. Situasi ini menunjukkan betapa pentingnya menjaga keseimbangan antara manusia dan alam, serta antara manusia dan orang lain. Ini menunjukkan bahwa ekologi, secara ilmiah maupun empiris,

adalah kehidupan di mana manusia seimbang dengan elemen-elemen kehidupan kosmologisnya. Ini harus menjadi titik tolak dan orientasi bagi kehidupan sepanjang masa.

Kerugian lingkungan yang disebabkan oleh manusia terbagi menjadi dua kategori: kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh pembangunan infrastruktur dan kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh kepadatan penduduk. Peningkatan kepadatan penduduk akan menyebabkan peningkatan masalah lingkungan hidup golongan pertama. Proses pembangunan itu sendiri dapat menyebabkan pencemaran dan kerusakan lingkungan, dan kerusakan ini akan membutuhkan waktu yang lama untuk diperbaiki. Oleh karena itu, kerusakan lingkungan hidup manusia menunjukkan masalah dan solusi. Oleh karena itu, prinsip utama dalam membantu manusia memecahkan masalah adalah pelestarian budaya dan pendidikan yang berpusat pada kesadaran diri. Menurut penulis, hal yang paling penting adalah bahwa pembangunan lingkungan hidup tidak terletak pada pembangunan mall-mall yang hanya membuat kerusakan atau pembangunan banyak gedung bertingkat. Tujuan utamanya adalah untuk memasukkan nilai-nilai dasar, nilai-nilai instrumental, dan nilai-nilai praktis ke dalam kehidupan setiap orang. Pada akhirnya, ini akan memungkinkan manusia untuk berkembang secara mandiri dan memperbaiki lingkungan hidupnya sendiri. Jangan sampai pembangunan malah memengaruhi kelompok tertentu.

Sejak dimulai pada tahun 1990-an, pembangunan infrastruktur berkelanjutan telah membantu perencanaan dan pembangunan kota. Ini karena banyaknya peluang yang telah dieksplorasi dan manfaat besar yang telah diperoleh dari model perkotaan yang berkelanjutan. Pembangunan infrastruktur berkelanjutan harus dipantau, dipahami, dianalisis, dan direncanakan untuk meningkatkan, memajukan, dan mempertahankan kontribusi mereka terhadap keberlanjutan dan dengan demikian mengatasi masalah-masalah buruk, masalah-masalah yang belum terselesaikan, dan tantangan-tantangan kompleks yang ditimbulkan, dengan harapan mencapai tingkat keberlanjutan yang optimal. Sementara itu, proses perencanaan dan pembangunan kota sedang

berlangsung. Dalam situasi seperti ini, kota-kota berkelanjutan di seluruh dunia telah menetapkan tujuan cerdas yang berani untuk mencapai tujuan masa depan. Pada dasarnya, ada berbagai cara dan visi untuk mencapai kota cerdas berkelanjutan, tergantung pada bagaimana kota tersebut dirancang dan dijalankan. Meskipun demikian, Albert Schweitzer menyatakan bahwa "manusia sudah kehilangan kesanggupan untuk menatap masa depannya." Ia kehilangan kemampuan untuk meramalkan dan mencegah. Dunia akan hancur akibatnya.

3.7 Penutup

Seringkali, kegiatan manusia memberikan pengaruh terhadap lingkungan, baik secara positif maupun negatif. Ada dua jenis kerusakan lingkungan yang mempengaruhi manusia, yaitu kerusakan yang terjadi di lingkungan disebabkan oleh pembangunan infrastruktur dan kerusakan yang terjadi di lingkungan disebabkan oleh kepadatan penduduk. Untuk menjaga dan melestarikan lingkungan, pengelolaan lingkungan harus memperhatikan dan melestarikan. Ini termasuk menghindari perilaku, seperti membuang sampah sembarangan, membakar sampah di pekarangan sekitar, melakukan penghematan energi, menggunakan produk dari hasil daur ulang, melakukan penanaman pohon, dan melakukan pengurangan sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- Addinul Yakin. (2017). Prospek Dan Tantangan Implementasi Pasar Karbon Bagi.
- Afandi, M., dan Jupriyanto. (2013). Paedagogik Guru dalam Merencanakan Pembelajaran di Sekolah Dasar. Semarang: Sultan Agung Press.
- Angkawidjaja, M. (2020). Lika-Liku Pelaksanaan REDD+ Di Indonesia: Efektifkah Atasi Deforestasi?
- Arif, A. (2016). Analisis Yuridis Pengerusakan Hutan (Deforestasi) dan Degradasi Hutan Terhadap Lingkungan. *Jurisprudentie*, 3.
- Barlia, Lily. 2008. Teori Pembelajaran Lingkungan Hidup di Sekolah Dasar. Subang: Royyan Press.
- Bergmiller, G.G., dan McCright, P.R. (2009), *Lean Manufacturers" Transcendence to Green Manufacturing*, Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference.
- Dewa, D. D., & Sejati, A. W. (2019). Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Emisi GRK pada Wilayah Cepat Tumbuh di Kota Semarang. *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 1(1).
- Edinov, S. (2017). Kontribusi Disiplin dan Pengetahuan Lingkungan terhadap Perilaku Bersih Siswa pada Sekolah Dasar Negeri 19 Kampung Baru Kota Pariaman (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Padang)
- Ekawati, S., Dharmawan, I. W. S., Wardoyo, W., Rusolono, T., Anwar, S., & Sabarudi. (2019). Membumikan Program REDD+ di Kalimantan Timur.
- Han, E. S., & goleman, daniel; boyatzis, Richard; Mckee, A. (2019). Lahan dan Hutan Dalam Skala Besar. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699
- Handayani, S., Nursanti, E., Handoko, F. (2016). "Perencanaan Perbaikan Berkelanjutan (CIPDCA) untuk Mewujudkan Efisiensi Energi pada Sistem Perkantoran", Proceedings Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri (SENIATI). ISSN.2085- 4218.

- Handoko, F., Nursanti, E., Gatot, Tjahjadi, M.E., Hutabarat, J., Mulyadi, L., and Kustamar. (2018) "Green Industrial System in Indonesia", MATEC 74 Web Conf., 164 (2018) 01010, DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201816401010>.
- Handoko, F., Paula, C., Hidayat, S., Rastini, E K., Wijayaningtyas, M., Vitasari, P. (2021) "A green-based manufacturing system to solve pallet shortage problems". Heliyon. Vol 7, No. 4. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06823>.
- https://www-geeksforgeeks-org.translate.goog/countries-by-carbon-dioxide-emissions/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=wa. Diakses: Juni, 2024.
- <https://www.kompasiana.com/ikhsan.bawa/552ff7d46ea834d8778b4589/lingkungan-dan-masa-depan-manusia>. Diakses: Juni, 2024.
- L., D., Shafitri, Y. Prasetyo, and H. haniah. (2018). Analisis Deforestasi Hutan di Provinsi Riau dengan Metode Polarimetrik dalam Penginderaan Jauh," Jurnal Geodesi Undip, Vol. 7, no. 1, pp. 212-222.
- Mahasiswa Pencinta Alam (Mapala) UNUSB. Laporan Ekspedisi Mapala UNUSB 2024. Padang: Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat.
- North American Association for Environmental Education (NAAEE). (2001). NAAEE Thirty years of History 1971 to 2001.
- Novalia, T. (2017). NERACA LAHAN INDONESIA Penyusunan Neraca Lahan Indonesia untuk Mendukung Implementasi Sustainable Development Goals. 245–254
- Paula, C., Handoko, F. (2016). "Implementasi Reduce, Reuse, Recycle (3R) untuk memenuhi Kebutuhan Palet pada PT.X", Proceedings Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri (SENIATI). ISSN.2085-4218
- Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Propinsi sebagai Daerah Otonom

- Prabandari, Isti. (2020). Pengertian Pemanasan Global dan Dampaknya, Timbulkan Berbagai Gangguan Cuaca Ekstrem.
- Prakoso, S. G., Ardita, N. D., & Murtyantoro, A. P. (2019). Analisis Diplomasi Soft Power Denmark Terhadap Indonesia (Studi Tentang Kerja Sama Pengelolaan Lingkungan di Indonesia) [An Analysis of Denmark's Soft Power Diplomacy in Indonesia (A Study on Environmental Management Cooperation in Indonesia)]. *Jurnal Politica Dinamika Masalah Politik Dalam Negeri Dan Hubungan Internasional*, 10(1), 57-76. <https://doi.org/10.22212/jp.v10i1.1317>
- Rahmadi, Takdir. 2011. *Hukum Lingkungan Di Indonesia*. Jakarta: Rajawali Press.
- Rimbakita. (2020). Deforestasi erat kaitannya dengan penebangan liar atau pembalakan liar. Jika dibiarkan, maka dapat mengancam kehidupan seluruh makhluk hidup, baik ancaman bagi tumbuhan, hewan maupun manusia. Deforestasi umumnya disebabkan oleh kebakaran hutan yang diseng. <https://rimbakita.com/deforestasi/>
- Safitri, Desi., dkk. (2020). *Ekolabel dan Pendidikan Lingkungan Hidup*. Jakarta: PT Pustaka Mandiri.
- Salminah, M., & Wibowo, A. (2017). Synchronization Of Redd+ National Policy With Stakeholders'interest In Subnational Level. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 14(2), 105-120.
- Syafri, E., & Endrizal, N. (2019). Arti Penting Pelaksanaan REDD + Bagi Indonesia: Tantangan dan Hambatan yang Akan Dihadapi. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).
- Syah, R. F. (2017). Analisa kebijakan sektor lingkungan: Permasalahan implementasi kebijakan pengelolaan kawasan hutan di Indonesia. *Journal of Governance*, 2 (1)(1).
- Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.

- Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah
- Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009. Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Widodo, P., & Sidik, A. J. (2020). Perubahan Tutupan Lahan Hutan Lindung Gunung Guntur Tahun 2014 Sampai Dengan Tahun 2017. *Wanamukti: Jurnal Penelitian Kehutanan*, 21(1), 30.
<https://doi.org/10.35138/wanamukti.v21i1.153>
- Widyantoro, H., Handoko, F., Nursanti, E. (2016). "Pengendalian Biaya Manufaktur Berbasis Environment Oriented Cost Management (EOCM)", *Proceedings Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri (SENIATI)*. ISSN.2085-421.
- Wiengarten, F., Pagell, M., Fynes, (2012);" ISO 14000 certification and investments in environmental supply chain management practices: identifying differences in motivation and adoption levels between Western European and North American companies". *Journal of Cleaner Production*.

BAB 4

PRINSIP-PRINSIP LINGKUNGAN

Oleh Erit Rovendra

4.1 Pendahuluan

Prinsip atau asas hukum adalah konsepsi yang bersifat umum dan abstrak, yang menjadi landasan berpikir dan dasar bagi penyusunan norma. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) online, prinsip adalah asas (kebenaran yang menjadi pokok dasar berpikir, bertindak, dan sebagainya) atau dasar. Sementara itu, norma hukum adalah peraturan nyata yang merupakan penjabaran konsepsi dan dapat memiliki sanksi. Asas hukum merupakan “jantungnya” peraturan hukum yang merupakan alasan bagi lahirnya peraturan hukum (*ratio legis*) dari suatu peraturan hukum. (Rahadjo, Satjipto. 2014)

Pengakuan terhadap suatu prinsip hukum lingkungan dapat ditemukan dalam sumber-sumber hukum lingkungan, yaitu peraturan perundang-undangan, perjanjian internasional, putusan pengadilan, kebiasaan dan doktrin. Prinsip-prinsip hukum lingkungan dapat dibedakan ke dalam prinsip-prinsip hukum yang bersifat substantif (*substantive principle*) dan prinsip-prinsip hukum yang bersifat prosedural (*procedural principle*). Prinsip-prinsip hukum substantif adalah prinsip hukum yang menentukan, menjabarkan dan mengatur tentang hak (*rights*), kewajiban (*obligations*) dan tanggung jawab (*liabilities*). Sedangkan prinsip hukum prosedural berkaitan dengan tata cara untuk menegakan hak-hak atau memulihkan hak-hak yang dilanggar. *The Oxford Pocket Dictionary of Current English* yang diterbitkan *Oxford University Press*, 2008, menyebutkan

“Substantive (of law) defining rights and duties as opposed to giving the rules by which such things are established”.

4.2 Prinsip-prinsip lingkungan

- 1. Semua energi yang masuk ke dalam tubuh organisme, populasi, atau ekosistem dapat dianggap sebagai energi yang tersimpan atau yang terlepas.**

Energi dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk lainnya, tetapi tidak mungkin hilang, atau dihancurkan, atau diciptakan. Energi yang masuk ke dalam tubuh organisme, populasi, atau ekosistem dapat diperlakukan sebagai energi yang tersimpan atau energi yang dilepaskan. Ini berarti energi yang masuk ke dalam suatu sistem ekologis dapat digunakan oleh organisme untuk berbagai tujuan, seperti pertumbuhan, reproduksi, dan aktivitas sehari-hari mereka, atau dilepaskan kembali ke lingkungan sebagai panas atau aktivitas biologis lainnya. Energi tidak bisa hilang, dihancurkan, atau diciptakan dalam proses biologis. Ini sesuai dengan prinsip kekekalan energi dalam termodinamika, yang menyatakan bahwa energi tidak bisa diciptakan atau dimusnahkan, hanya dapat berubah bentuk.

Hukum Termodinamika I (Hukum Kekekalan Energi): Hukum ini menyatakan bahwa energi dalam suatu sistem tertutup tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan; hanya dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Ini berarti total energi dalam sistem tertutup tetap konstan seiring waktu. (Siahaan, N.H.T. 2004)

- 2. Tak ada sistem pengubahan energi yang betul-betul cermat.**

Tidak ada sistem yang dapat mengubah energi dengan sempurna atau tanpa kehilangan sebagian energinya. Ini merujuk pada konsep termodinamika tentang efisiensi sistem dalam mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Dalam prakteknya, setiap kali energi dialihkan dari satu bentuk ke bentuk lainnya, sebagian energi akan hilang dalam bentuk panas atau energi yang tidak dapat digunakan lagi. Misalnya, dalam mesin atau perangkat elektronik, sebagian energi listrik yang dimasukkan akan diubah menjadi energi mekanik atau

energi lainnya, tetapi sebagian kecil energi akan hilang dalam bentuk panas karena gesekan atau resistensi dalam komponen. Hal ini mengakibatkan efisiensi sistem yang kurang dari 100%.

Hukum Termodinamika II, juga dikenal sebagai Hukum Entropi, menyatakan bahwa entropi alam semesta cenderung meningkat seiring waktu. Entropi adalah ukuran ketidakteraturan atau ketidakberaturan dalam suatu sistem, dan hukum ini menyatakan bahwa dalam proses alamiah, sistem cenderung menuju keadaan yang lebih acak atau berantakan. Prinsip lingkungan mempertimbangkan pentingnya menjaga keseimbangan dan keberlanjutan dalam ekosistem dan aktivitas manusia terhadap lingkungan. (Angga, 2014)

3. Materi, Energi, Ruang, Waktu, dan Keanekaragaman adalah kategori sumberdaya

Secara keseluruhan, materi, energi, ruang, waktu, dan keanekaragaman adalah komponen penting dari sumber daya alam dan lingkungan kita. Pengelolaan yang bijaksana dari sumber daya ini sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekologi, memastikan keberlanjutan, dan memenuhi kebutuhan manusia saat ini dan di masa depan.

Untuk semua katogori sumberdaya, kalau pengadaannya sudah cukup tinggi, pengaruh unit kenaikannya sering menurun dengan penambahan sumber daya itu sampai ke suatu tingkat maksimum.

Melampaui batas maksimum ini, takkan ada pengaruh yang menguntungkan.

Pengelolaan sumber daya harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti pengurangan marginal, titik optimum, dan prinsip keberlanjutan untuk memastikan pemanfaatan yang berkelanjutan dan efisien dari sumber daya tersebut.

Dua jenis sumberdaya dasar yaitu sumberdaya yang pengadaannya dapat merangsang penggunaan seterusnya dan ada pula sumberdaya yang tidak mempunyai daya rangsang penggunaan lebih lanjut. Sumber daya yang pengadaannya dapat merangsang penggunaan seterusnya

adalah sumber daya yang ketika ketersediaannya meningkat, menghasilkan peningkatan dalam penggunaan sumber daya tersebut.

- 4. Sumber daya yang tidak memiliki daya rangsang penggunaan lebih lanjut adalah sumber daya yang ketika ketersediaannya meningkat, tidak secara signifikan mendorong peningkatan penggunaan sumber daya tersebut.**

Dalam banyak kasus, sumber daya yang tidak memiliki daya rangsang penggunaan lebih lanjut sering kali terkait dengan keterbatasan intrinsik dari sumber daya tersebut, seperti ketersediaan terbatas, kerentanan lingkungan, atau ketidakmampuan untuk diperbaharui. Oleh karena itu, penting untuk memahami sifat-sifat sumber daya ini dalam perencanaan pengelolaan yang berkelanjutan.

- 5. Individu dan spesies yang mempunyai lebih banyak keturunan daripada saingannya, cenderung berhasil mengalahkan saingannya itu.**

Konsep ini merujuk pada prinsip seleksi alam yang dikenal sebagai "teori seleksi alami" yang diajukan oleh Charles Darwin. Dalam konteks ini, individu atau spesies yang memiliki lebih banyak keturunan daripada saingannya cenderung berhasil mengalahkan mereka.

- 6. Kemantapan keanekaragaman suatu komunitas lebih tinggi di alam lingkungan yang mudah diramal.**

Kemantapan keanekaragaman suatu komunitas merujuk pada kemampuan komunitas tersebut untuk tetap stabil dan berfungsi dengan baik dalam menghadapi perubahan lingkungan. Dalam konteks di mana lingkungan mudah diramalkan, kemantapan keanekaragaman cenderung lebih tinggi.

Namun, perlu diingat bahwa prediktabilitas lingkungan bukanlah jaminan mutlak untuk kemantapan keanekaragaman. Terdapat faktor-faktor lain yang juga memengaruhi stabilitas komunitas, seperti tekanan dari

spesies invasif, aktivitas manusia, atau perubahan lingkungan yang mendadak. Oleh karena itu, meskipun lingkungan yang mudah diramalkan dapat meningkatkan kemantapan keanekaragaman, perlindungan dan pengelolaan yang baik tetap diperlukan untuk menjaga keberlanjutan ekosistem.

7. Sebuah habitat (Lingkungan hidup) itu dapat jenuh atau tidak oleh keanekaragaman takson. Hal itu bergantung pada bagaimana niche dalam lingkungan hidup itu dapat memisahkan takson tersebut.

Pemahaman tentang keanekaragaman takson dan bagaimana habitat mempengaruhi keberadaannya adalah kunci dalam ekologi dan konservasi. Mengetahui apakah suatu habitat jenuh atau tidak dengan keanekaragaman takson membantu para ilmuwan dan pengelola lingkungan untuk merencanakan strategi perlindungan yang tepat dan memahami bagaimana perubahan lingkungan dapat mempengaruhi keberagaman hayati.

8. Keaneka-ragaman komunitas apa saja sebanding dengan biomassa dibagi produktivitasnya.

Keanekaragaman komunitas dapat diukur dalam berbagai cara, salah satunya adalah dengan membandingkan biomassa dengan produktivitasnya. Ini merujuk pada

hubungan antara jumlah total materi organik yang dihasilkan oleh suatu komunitas (biomassa) dengan tingkat produksi materi organik baru dalam komunitas tersebut (produktivitas). Ini menunjukkan bahwa komunitas tersebut memiliki banyak spesies yang berbeda dan aktif dalam proses produksi organik baru, sehingga dapat mendukung populasi yang besar dan beragam.

Analisis biomassa dibagi dengan produktivitas membantu ilmuwan dan pengelola lingkungan untuk memahami kondisi komunitas dan ekosistem, serta merencanakan strategi untuk memelihara atau memulihkan kesehatan dan keberlanjutan lingkungan.

9. Perbandingan (rasio) antara biomassa dengan produktivitas (B/P) naik dalam perjalanan waktu pada lingkungan yang stabil hingga mencapai sebuah asimptot.

Perjalanan waktu pada lingkungan yang stabil hingga mencapai sebuah asimptot (nilai tetap atau batas yang stabil) dapat memiliki efek yang berbeda terhadap perbandingan (rasio) antara biomassa dengan produktivitas (B/P). Perjalanan waktu pada lingkungan yang stabil hingga mencapai sebuah asimptot memengaruhi perbandingan B/P dengan cara yang kompleks, tetapi secara umum, perubahan dalam perbandingan ini mencerminkan dinamika kompleks antara produksi dan penggunaan materi organik dalam komunitas ekologis.

10. Sistem yang sudah mantap (dewasa) mengeksploitasi sistem yang belum mantap (belum dewasa).

Deskripsi ini mencerminkan konsep yang dikenal sebagai "parasitisme" atau "eksploitasi" dalam ekologi, di mana satu organisme atau sistem (parasit) memanfaatkan organisme atau sistem lainnya (inang) untuk keuntungannya sendiri. Dalam konteks ini, sistem yang sudah mantap atau dewasa mengeksploitasi sistem yang belum mantap atau belum dewasa.

Dengan demikian, konsep ini mencerminkan dinamika kompleks dalam hubungan antara sistem ekologis atau organisme, dan menyoroti pentingnya memahami interaksi antara berbagai bagian dari ekosistem dalam konteks evolusi dan keberlanjutan.

11. Kesempurnaan adaptasi suatu sifat atau tabiat bergantung kepada kepentingan relatifnya dalam keadaan suatu lingkungan.

Deskripsi ini mencerminkan konsep yang dikenal sebagai "relativisme adaptasi" dalam biologi evolusioner. Konsep ini menyatakan bahwa kesempurnaan adaptasi suatu sifat atau tabiat suatu organisme tidak absolut, tetapi

bergantung pada kepentingan relatifnya dalam konteks lingkungan tertentu. Konsep relativisme adaptasi menyoroti kompleksitas dalam hubungan antara organisme dan lingkungannya, serta pentingnya memahami konteks lingkungan dalam mengevaluasi kesempurnaan adaptasi suatu sifat atau tabiat organisme.

12. Lingkungan yang secara fisik stabil memungkinkan berlakunya penimbunan keanekaragaman biologi dalam ekosistem yang mantap (dewasa), yang kemudian dapat menggalakkan kestabilan kepada populasi

Lingkungan yang secara fisik stabil menyediakan kondisi yang konsisten dan tidak berubah secara signifikan dalam jangka waktu tertentu. Ketika lingkungan stabil secara fisik, ini dapat memfasilitasi penimbunan keanekaragaman biologi dalam ekosistem yang sudah mantap atau dewasa.

13. Derajat pola keteraturan naik turun populasi bergantung kepada jumlah keturunan dalam sejarah populasi sebelumnya yang nanti akan mempengaruhi populasi itu

Derajat pola keteraturan naik turun populasi bergantung pada jumlah keturunan dalam sejarah populasi sebelumnya karena pengaruh genetik dan lingkungan dari keturunan sebelumnya dapat memengaruhi sifat-sifat yang dimiliki oleh individu dalam populasi saat ini.

4.3 Hubungan kita dengan alam

Prinsip-prinsip lingkungan adalah seperangkat nilai atau konsep yang membimbing tindakan individu dan masyarakat dalam menjaga dan melestarikan lingkungan alam. Tindakan kita yang sesuai dengan keberlanjutan lingkungan dan memperbaiki hubungan kita dengan alam melibatkan sejumlah prinsip dan praktik yang berkelanjutan serta berwawasan

lingkungan. Ini mencakup perilaku individual, keputusan bisnis, kebijakan pemerintah, dan kerjasama internasional.

1. **Kesadaran dan Pendidikan Lingkungan:** Langkah pertama yang penting adalah meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang masalah lingkungan di kalangan masyarakat.

Pendidikan lingkungan yang efektif dapat membantu individu memahami pentingnya keberlanjutan, menjaga sumber daya alam, dan menghargai keanekaragaman hayati.

2. **Konservasi Sumber Daya:** Melindungi sumber daya alam seperti air, tanah, hutan, dan keanekaragaman hayati adalah langkah penting dalam menjaga keberlanjutan lingkungan. Ini bisa dilakukan melalui praktik-praktik seperti pengelolaan hutan yang berkelanjutan, praktik pertanian organik, penghematan air, dan perlindungan habitat satwa liar.

3. **Efisiensi Energi dan Penggunaan Sumber Daya:** Mengurangi konsumsi energi dan menggunakan sumber daya secara efisien merupakan cara penting untuk mengurangi dampak lingkungan kita. Hal ini dapat mencakup beralih ke energi terbarukan, menggunakan teknologi yang ramah lingkungan, dan mendukung inisiatif daur ulang dan penggunaan kembali.

4. **Pengurangan Limbah dan Polusi:** Mengurangi limbah dan polusi merupakan aspek penting dalam menjaga kualitas lingkungan. Hal ini bisa dicapai melalui penggunaan teknologi yang lebih bersih, praktik manufaktur yang berkelanjutan, pengelolaan limbah yang lebih baik, dan penggunaan bahan-bahan ramah lingkungan.

5. **Mengembangkan Ekonomi Hijau:** Beralih ke ekonomi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan adalah langkah penting dalam mendukung keberlanjutan lingkungan. Ini termasuk investasi dalam industri hijau, mendukung bisnis-bisnis yang berkomitmen pada praktik ramah lingkungan, dan mengadopsi kebijakan ekonomi yang memperhitungkan nilai ekologis.

6. **Kerjasama Internasional:** Tantangan lingkungan sering kali melintasi batas negara, oleh karena itu kerjasama

internasional sangatlah penting. Negara-negara dapat bekerja sama untuk mengatasi perubahan iklim, melindungi sumber daya alam bersama, dan memperkuat kelembagaan internasional untuk lingkungan.

7. **Partisipasi Masyarakat:** Melibatkan masyarakat dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan lingkungan mereka adalah kunci untuk kesuksesan keberlanjutan. Partisipasi masyarakat dalam perencanaan lingkungan, pengelolaan sumber daya alam, dan pelaksanaan kebijakan dapat memastikan bahwa kepentingan mereka dipertimbangkan dengan baik.
8. **Inovasi dan Teknologi:** Pengembangan dan adopsi teknologi yang ramah lingkungan dapat membantu meningkatkan efisiensi, mengurangi limbah, dan mengurangi dampak lingkungan. Investasi dalam inovasi teknologi hijau, seperti energi terbarukan dan transportasi berkelanjutan, dapat membantu mempercepat transisi menuju masyarakat yang lebih berkelanjutan.

Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini dalam tindakan sehari-hari kita serta dalam keputusan yang diambil oleh perusahaan, pemerintah, dan komunitas internasional, kita dapat bergerak menuju masa depan yang lebih berkelanjutan dan memperbaiki hubungan kita dengan alam. Ini bukan hanya tentang menjaga lingkungan untuk generasi saat ini, tetapi juga memastikan bahwa warisan alam kita dilestarikan untuk generasi mendatang.

4.4 Dampak

Tidak menjalankan prinsip-prinsip lingkungan dapat memiliki berbagai dampak negatif yang dapat merugikan lingkungan, masyarakat, dan ekosistem secara keseluruhan. Berikut adalah beberapa dampak yang mungkin terjadi jika prinsip-prinsip lingkungan tidak dijalankan:

1. **Kerusakan Lingkungan:** Tanpa prinsip-prinsip lingkungan yang dijalankan dengan baik, kita mungkin mengalami kerusakan lingkungan yang serius seperti deforestasi,

penurunan kualitas udara dan air, serta hilangnya keanekaragaman hayati. Hal ini dapat mengancam keberlanjutan ekosistem dan mengurangi ketersediaan sumber daya alam untuk generasi mendatang.

2. **Perubahan Iklim yang Merugikan:** Tanpa tindakan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mengatasi perubahan iklim, kita mungkin mengalami dampak yang lebih parah dari fenomena seperti kenaikan suhu global, cuaca ekstrem, dan naiknya permukaan air laut. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian ekonomi yang besar, kerusakan infrastruktur, dan meningkatnya risiko bencana alam.
3. **Kesehatan Manusia yang Terganggu:** Polusi udara, air, dan tanah dapat memiliki dampak negatif yang signifikan pada kesehatan manusia. Penyakit pernapasan, penyakit kulit, dan masalah kesehatan lainnya dapat muncul akibat paparan terhadap polutan lingkungan. Selain itu, perubahan iklim juga dapat mempengaruhi kesehatan melalui dampak seperti krisis pangan, peningkatan penyakit menular, dan penyebaran vektor penyakit.
4. **Kerugian Ekonomi:** Tidak mematuhi prinsip-prinsip lingkungan dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan. Misalnya, bencana alam yang disebabkan oleh perubahan iklim dapat menyebabkan kerusakan infrastruktur, kehilangan produktivitas pertanian, dan biaya pemulihan yang tinggi. Selain itu, polusi lingkungan juga dapat mengganggu industri pariwisata dan berdampak negatif pada perekonomian lokal.
5. **Ketidakseimbangan Ekosistem:** Gangguan pada ekosistem akibat kegiatan manusia yang tidak berkelanjutan dapat menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem. Hilangnya spesies, degradasi habitat, dan penurunan keanekaragaman hayati dapat mengganggu fungsi ekosistem yang penting, seperti polinasi tanaman, siklus nutrisi, dan kontrol hama alami.
6. **Ketidaksetaraan Sosial:** Dampak negatif dari kerusakan lingkungan tidak selalu merata di seluruh masyarakat. Kelompok yang rentan seperti masyarakat adat, penduduk asli, dan komunitas miskin sering kali lebih terpapar risiko

lingkungan dan memiliki akses yang lebih terbatas terhadap sumber daya alam yang bersih dan aman.

7. **Konflik dan Ketegangan:** Ketidakseimbangan lingkungan dan sumber daya alam dapat memicu konflik antara berbagai kelompok masyarakat, baik di tingkat lokal maupun internasional. Persaingan atas sumber daya alam yang terbatas seperti air, tanah, dan energi dapat meningkatkan ketegangan dan konflik di berbagai wilayah.

Dengan menyadari dan memahami dampak negatif dari tidak menjalankan prinsip-prinsip lingkungan, kita dapat lebih termotivasi untuk mengambil tindakan yang bertanggung jawab dan berkelanjutan untuk melindungi dan memelihara lingkungan alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Angga, L.O.A. (2014) "Penerapan Prinsip Kehati-hatian dalam Kebijakan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup di Bidang Pertanian Untuk Keunggulan Varietas Produk Rekayasa Genetik," *Supremasi Hukum: Jurnal Kajian Ilmu Hukum*, 3(2). Tersedia pada: <https://doi.org/10.14421/sh.v3i2.1971>.
- Siahaan, N.H.T. 2004. Hukum Lingkungan dan Ekologi Pembangunan (Edisi 2). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Soemarwoto, Otto, 2001. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Azis, Irwan J. Et. al. Pembangunan Berkelanjutan: Peran dan Kontribusi Emil Salim. Cet. 1. Jakarta: Kepustakaan Populer Gramedia, 2010.
- Keraf, A. Sonny. Etika Lingkungan Hidup. Jakarta: PT Kompas Media Nusantara, 2010.
- Susilo, Rachmad K. Dwi. Sosiologi Lingkungan. Jakarta: Rajawali Pers, 2009.
- Wibisana, Andri G. Prinsip-Prinsip Hukum Lingkungan. Depok: Departemen Pendidikan dan Keilmuan BEM Fakultas Hukum Universitas Indonesia, 2014.
- Imamulhadi. "Perkembangan Prinsip Strict Liability dan Precautionary dalam Penyelesaian Sengketa Lingkungan Hidup di Pengadilan". *Mimbar Hukum*. Vol. 25 No. 3. Oktober 2013. Hal. 416-432.

BAB 5

SUMBERDAYA ALAM

Oleh I Wayan Budiarsa Suyasa

5.1 Katagori Sumberdaya Alam

Sumber daya alam adalah segala sesuatu yang berasal dari alam dan dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Sumber daya alam dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu sumber daya alam yang dapat diperbarui (*renewable*) dan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui (*non-renewable*).

1. Sumber Daya Alam Terbarukan (*Renewable Resources*) adalah sumber daya alam yang dapat diproduksi kembali secara alami atau melalui proses budidaya dalam jangka waktu tertentu. Sumber daya alam ini dapat digunakan secara berkelanjutan jika dikelola dengan baik. Contoh sumber daya alam terbarukan berupa sumber daya hayati meliputi hutan sebagai penyedia kayu, hasil hutan non-kayu, serta menjaga keseimbangan ekosistem. Pertanian berupa tanaman budidaya seperti padi, gandum, jagung, dan sayuran, dan peternakan pemeliharaan hewan ternak seperti sapi, kambing, ayam, dan ikan. Sumber daya air juga merupakan sumber daya alam terbarukan yaitu sumber air permukaan, sungai, danau, dan waduk serta air tanah yaitu air yang terdapat di bawah permukaan tanah. Sumber daya alam terbarukan lainnya adalah energi terbarukan berupa energi surya, energi yang berasal dari sinar matahari, energi angin, energi yang dihasilkan dari pergerakan angin, energi air: Energi yang dihasilkan dari aliran air seperti tenaga air terjun atau gelombang laut dan energi biomassa: Energi yang dihasilkan dari bahan organik seperti kayu, sampah organik, atau limbah pertanian.
2. Sumber Daya Alam Tidak Terbarukan (*Non-Renewable Resources*) adalah sumber daya alam tidak terbarukan

adalah sumber daya alam yang persediaannya terbatas dan tidak dapat diproduksi kembali dalam jangka waktu yang singkat. Sumber daya alam ini akan habis jika terus dieksploitasi secara berlebihan. Contoh sumber daya alam tidak terbarukan adalah:

- a. Sumber daya mineral meliputi bahan bakar fosil: Minyak bumi, batu bara, dan gas alam, Logam: Emas, perak, tembaga, besi, dan lain-lain serta bahan galian non-logam: Pasir, batu, dan batu kapur.
- b. Sumber daya energi berupa energi nuklir: Energi yang dihasilkan dari reaksi nuklir seperti uranium dan plutonium.

Pengelolaan sumber daya alam yang bijaksana sangat penting untuk menjamin keberlangsungan hidup manusia di masa depan. Pemanfaatan sumber daya alam terbarukan secara berkelanjutan dan penghematan sumber daya alam tidak terbarukan melalui daur ulang, efisiensi energi, dan pencarian sumber energi alternatif merupakan langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk melestarikan sumber daya alam.

5.2 Energi Terbarukan: Biomassa sebagai Biofuel dan Biogas

Energi terbarukan adalah salah satu solusi utama untuk mengatasi permasalahan energi global yang semakin mendesak. Di antara berbagai jenis energi terbarukan, biomassa menempati posisi penting karena ketersediaannya yang melimpah dan kemampuannya untuk menghasilkan energi dalam berbagai bentuk, termasuk biofuel dan biogas.

1. Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari tanaman dan hewan yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Sumber biomassa meliputi kayu, limbah pertanian, alga, dan berbagai jenis limbah organik lainnya. Biomassa memiliki potensi besar sebagai sumber energi karena dapat diperbarui dan tersedia dalam jumlah yang melimpah di berbagai wilayah dunia.

Kemanfaatan Biomassa

- a. Keberlanjutan: Biomassa dapat diperbarui melalui siklus alami tanaman dan hewan.
- b. Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca: Penggunaan biomassa dapat mengurangi emisi karbon dibandingkan dengan bahan bakar fosil.
- c. Diversifikasi Energi: Memanfaatkan biomassa membantu diversifikasi sumber energi dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

2. Biofuel dari Biomassa

Biofuel adalah bahan bakar yang diproduksi dari biomassa dan dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil dalam kendaraan bermotor dan untuk pembangkitan Listrik. Biofuel dari biomassa adalah bahan bakar yang berasal dari biomassa dan dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar fosil. Biofuel dibagi menjadi dua kategori utama yaitu biofuel generasi pertama dan biofuel generasi kedua.

Biofuel generasi pertama diproduksi dari tanaman pangan seperti jagung, tebu, dan minyak sawit. Contoh utama biofuel generasi pertama adalah bioetanol dan biodiesel. Bioetanol diproduksi melalui fermentasi gula yang terdapat dalam tanaman seperti jagung dan tebu. Sedangkan Biodiesel diproduksi dari minyak nabati atau lemak hewan melalui proses transesterifikasi.

Kelebihan biofuel Generasi Pertama adalah teknologi produksi yang sudah mapan dan dapat dicampur dengan bahan bakar fosil untuk mengurangi emisi. Kekurangan biofuel generasi pertama adalah kompetisi dengan produksi pangan dan penggunaan lahan yang luas dan potensi deforestasi (Cherubini, 2010).

Biofuel generasi kedua diproduksi dari bahan baku non-pangan seperti limbah pertanian, kayu, dan alga. Teknologi yang digunakan untuk menghasilkan biofuel generasi kedua lebih canggih dan berkelanjutan dibandingkan dengan generasi pertama. Bioetanol selulosa diproduksi dari bahan yang mengandung selulosa seperti kayu dan rumput.

Sementara biogasoline dihasilkan melalui konversi biomassa lignoselulosa menggunakan teknologi termokimia atau biokimia. Kelebihan biofuel Generasi kedua adalah tidak bersaing dengan produksi pangan dan menggunakan limbah dan bahan yang tidak terpakai (Demirbas, 2009). Sementara kekurangannya adalah biaya produksi yang lebih tinggi dan teknologi yang masih dalam tahap pengembangan.

Ada beberapa jenis biofuel yang utama, termasuk bioetanol, biodiesel, dan biofuel generasi kedua dan ketiga.

Bioetanol

Bioetanol adalah alkohol yang dibuat dengan fermentasi gula dari tanaman seperti jagung, tebu, dan gandum. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor, baik secara langsung maupun dicampur dengan bensin. Proses produksi bioetanol melibatkan konversi pati atau gula menjadi alkohol melalui fermentasi dengan bantuan mikroorganisme. Bioetanol bermanfaat mengurangi emisi gas rumah kaca dan dapat diproduksi dari sumber daya terbarukan (Balat, M., & Balat, 2009).

Biodiesel adalah bahan bakar yang diproduksi dari lemak hewan atau minyak nabati melalui proses transesterifikasi. Biodiesel dapat digunakan dalam mesin diesel konvensional tanpa perlu modifikasi besar. Produksi biodiesel merupakan proses transesterifikasi mengubah lemak dan minyak menjadi metil ester (biodiesel) dan gliserol sebagai produk sampingan. Biodiesel bersifat biodegradable, menghasilkan emisi karbon dioksida yang lebih rendah dibandingkan dengan solar, dan dapat diproduksi dari limbah minyak goreng dan lemak hewan. Tantangan biodiesel adalah ketersediaan bahan baku dan biaya produksi yang relatif tinggi dibandingkan dengan bahan bakar fosil.

Biofuel generasi kedua dan ketiga menggunakan bahan baku non-pangan dan mikroorganisme seperti alga untuk produksi biofuel. Biodiesel generasi kedua menggunakan bahan lignoselulosa seperti rumput, kayu,

dan residu pertanian. Proses produksi melibatkan hidrolisis dan fermentasi yang lebih kompleks dibandingkan dengan biofuel generasi pertama. Biodiesel generasi ketiga menggunakan mikroorganisme seperti alga yang memiliki produktivitas tinggi dan tidak bersaing dengan tanaman pangan untuk lahan. Manfaat dan Tantangan biofuel generasi kedua dan ketiga menawarkan solusi untuk masalah persaingan lahan dengan tanaman pangan, tetapi teknologi produksi yang kompleks dan biaya tinggi masih menjadi tantangan utama.

Pengembangan biofuel terus berkembang dengan dukungan penelitian dan inovasi teknologi. Banyak negara telah mengadopsi kebijakan untuk mendukung produksi dan penggunaan biofuel melalui insentif dan mandat penggunaan campuran biofuel dalam bahan bakar konvensional. Negara Brasil telah sukses mengimplementasikan program bioetanol dari tebu sejak tahun 1970-an. Kebijakan ini telah mengurangi ketergantungan Brasil pada minyak impor dan mengurangi emisi karbon secara signifikan. Uni Eropa memiliki kebijakan untuk mencampur biodiesel dengan solar hingga 10% sebagai bagian dari upaya mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan keamanan energi.

3. Biogas dari Biomassa

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan oleh dekomposisi anaerobik bahan organik oleh mikroorganisme. Komponen utama biogas adalah metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Sumber utama biogas adalah limbah pertanian, limbah domestik, dan limbah industri. Proses produksi biogas melibatkan beberapa tahap:

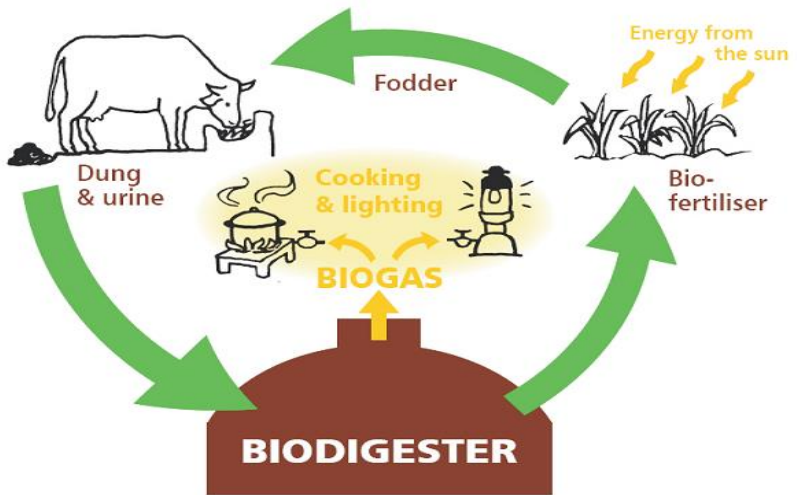
- a. Pengumpulan Bahan Baku: Mengumpulkan limbah organik seperti kotoran ternak, sampah makanan, dan limbah tanaman.
- b. Fermentasi Anaerobik: Bahan baku ditempatkan dalam digester anaerobik di mana mikroorganisme menguraikan bahan organik menjadi biogas.

- c. Penyimpanan dan Penggunaan: Biogas yang dihasilkan disimpan dalam tangki gas dan dapat digunakan untuk berbagai aplikasi energi seperti memasak, pemanas, dan pembangkit listrik.

Proses produksi biogas melibatkan dekomposisi anaerobik bahan organik di dalam digester biogas. Digester adalah wadah kedap udara yang menyediakan lingkungan ideal bagi mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik (McKendry, no date).

- a. Tahap Hidrolisis : Bahan organik dipecah menjadi molekul sederhana seperti gula dan asam amino oleh enzim hidrolitik.
- b. Tahap Asidogenesis**: Molekul sederhana diubah menjadi asam lemak volatil, alkohol, CO₂, dan H₂ oleh bakteri asidogen.
- c. Tahap Asetogenesis**: Asam lemak volatil dan alkohol diubah menjadi asetat, CO₂, dan H₂ oleh bakteri asetogen.
- d. Tahap Metanogenesis**: Asetat, H₂, dan CO₂ diubah menjadi metana dan air oleh bakteri metanogen.

Berbagai jenis bahan organik dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi biogas, termasuk limbah pertanian : Jerami, kotoran ternak, dan residu tanaman, limbah industri : Limbah dari industri makanan dan minuman, serta limbah pabrik pengolahan minyak kelapa sawit dan limbah domestik : Limbah makanan dan kotoran manusia.



Gambar 5.1. Biodigester :pembangkit energi ramah lingkungan dan berkelanjutan

Biogas memiliki berbagai manfaat dan aplikasi, baik dalam skala kecil maupun besar yaitu sebagai pembangkit energi listrik dan panas : biogas dapat digunakan untuk pembangkit listrik dan pemanas melalui pembakaran langsung dalam mesin gas atau boiler. Bahan Bakar Kendaraan, dengan pemurnian, biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan dalam bentuk bio-CNG (Compressed Natural Gas). Pengelolaan Limbah dimana produksi biogas membantu mengurangi volume limbah dan mengurangi emisi metana dari tempat pembuangan akhir. Pupuk Organik yaitu Sisa hasil produksi biogas, yang dikenal sebagai digestat, dapat digunakan sebagai pupuk organik berkualitas tinggi.

Keuntungan biogas

- Pengelolaan Limbah: Mengurangi volume limbah organik dan meminimalkan dampak lingkungan.
- Sumber Energi Terbarukan: Menghasilkan energi yang bersih dan berkelanjutan.
- Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca: Mengurangi emisi metana yang lebih kuat efek rumah kacanya dibandingkan CO₂.

Aplikasi Biogas utamanya sebagai pembangkit listrik dimana biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk generator listrik. Sebagai bahan bakar kendaraan, biogas yang dimurnikan dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan. Penggunaan domestic yaitu digunakan untuk memasak dan pemanasan di rumah tangga. Namun demikian tantangan yang dihadapi adalah biaya produksi. Biaya produksi biofuel dan biogas yang relatif tinggi dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Teknologi yang diperlukan untuk produksi biofuel generasi kedua dan biogas masih dalam tahap pengembangan. Kebijakan dan regulasi memerlukan adanya dukungan kebijakan yang kuat untuk mendorong penggunaan biomassa sebagai sumber energi(Weiland, 2010).

Meskipun memiliki banyak manfaat, produksi dan penggunaan biogas juga menghadapi beberapa tantangan, termasuk yaitu investasi awal : Pembangunan fasilitas biogas memerlukan investasi awal yang cukup besar, terutama untuk instalasi digester dan sistem pengolahan gas. Teknologi dan pemeliharaan : eknologi yang digunakan dalam produksi biogas memerlukan pemeliharaan rutin dan penanganan yang tepat untuk memastikan efisiensi dan keandalan.

4. Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikrohidro di Indonesia

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling efisien dan ramah lingkungan. Di Indonesia, dengan kekayaan sumber daya air yang melimpah, PLTA menjadi salah satu solusi utama untuk memenuhi kebutuhan energi nasional. Salah satu bentuk PLTA yang sangat relevan dan potensial di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Artikel ini akan membahas secara komprehensif tentang PLTMH di Indonesia, meliputi definisi, prinsip kerja, potensi, pengembangan, tantangan, dan manfaatnya, serta disertai dengan sumber pustaka yang relevan.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah jenis pembangkit listrik tenaga air yang

memanfaatkan aliran air dengan kapasitas kecil untuk menghasilkan listrik. Biasanya, PLTMH memiliki kapasitas daya antara beberapa kilowatt hingga beberapa megawatt. Prinsip kerja PLTMH adalah mengubah energi kinetik dan energi potensial air menjadi energi listrik melalui turbin dan generator. Air yang mengalir dari sumber (seperti sungai atau saluran irigasi) diarahkan ke penstock (pipa pengarah air) yang kemudian akan memutar turbin. Turbin yang berputar akan menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik. Sistem PLTMH dapat didesain sebagai sistem run-of-river, yang tidak memerlukan bendungan besar, sehingga mengurangi dampak lingkungan yang biasanya dihasilkan oleh bendungan besar. Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan ribuan sungai, memiliki potensi besar untuk pengembangan PLTMH. Potensi ini tersebar di berbagai pulau, terutama di wilayah yang memiliki topografi berbukit dan curah hujan yang tinggi seperti Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Menurut data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), potensi energi mikrohidro di Indonesia diperkirakan mencapai lebih dari 450 MW. Wilayah-wilayah terpencil yang belum terjangkau oleh jaringan listrik konvensional (grid) dapat memanfaatkan potensi ini untuk meningkatkan aksesibilitas listrik. Selain itu, PLTMH juga dapat menjadi solusi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca.



Gambar 5.2. Pembangkit Listrik tenaga air mikrohidro di pedesaan

Pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmen yang kuat untuk mengembangkan energi terbarukan, termasuk mikrohidro, melalui berbagai kebijakan dan program. Salah satu kebijakan utama adalah Peraturan Presiden No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) yang menargetkan peningkatan penggunaan energi terbarukan hingga 23% pada tahun 2025.

Program pemerintah seperti Program Listrik Desa (Lisdes) juga memainkan peran penting dalam pengembangan PLTMH, dengan tujuan untuk meningkatkan elektrifikasi di daerah terpencil. Selain itu, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) serta Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) juga telah melakukan berbagai penelitian dan pengembangan teknologi mikrohidro yang efisien dan sesuai dengan kondisi geografis Indonesia.

Lembaga non-pemerintah (NGO) dan sektor swasta juga berkontribusi signifikan dalam pengembangan PLTMH di Indonesia. Berbagai NGO seperti Yayasan Dian Desa,

Hivos, dan IBEKA (Institut Bisnis dan Ekonomi Kerakyatan) telah aktif dalam merancang, membangun, dan mengoperasikan proyek-proyek PLTMH di berbagai daerah terpencil. Mereka tidak hanya memberikan solusi teknis tetapi juga memberdayakan masyarakat lokal melalui pelatihan dan pengembangan kapasitas.

Sektor swasta juga melihat potensi ekonomi dari pengembangan PLTMH. Beberapa perusahaan energi telah berinvestasi dalam proyek-proyek PLTMH, baik dalam bentuk Public-Private Partnership (PPP) maupun investasi langsung.

Tantangan dalam Pengembangan PLTMH

a. Aspek Teknis dan Infrastruktur

Salah satu tantangan utama dalam pengembangan PLTMH adalah masalah teknis dan infrastruktur. Desain dan konstruksi PLTMH memerlukan pemahaman yang mendalam tentang kondisi hidrologi dan topografi setempat. Selain itu, infrastruktur pendukung seperti jalan akses dan jaringan distribusi listrik sering kali terbatas di daerah terpencil, sehingga mempersulit proses pembangunan dan pengoperasian PLTMH.

b. Regulasi dan Perizinan

Regulasi dan perizinan juga menjadi tantangan signifikan. Proses perizinan untuk proyek PLTMH sering kali memakan waktu lama dan melibatkan berbagai instansi pemerintah, mulai dari tingkat lokal hingga nasional. Prosedur yang rumit dan birokrasi yang berlebihan dapat menghambat percepatan pembangunan PLTMH.

c. Pembiayaan dan Investasi

Meskipun biaya operasional PLTMH relatif rendah, biaya awal untuk pembangunan cukup tinggi. Masalah pembiayaan menjadi tantangan terutama bagi proyek-proyek di daerah terpencil yang tidak menarik bagi investor besar. Sumber dana dari pemerintah sering kali terbatas, sehingga diperlukan skema pembiayaan alternatif seperti kredit lunak, hibah, dan *crowdfunding*.

d. Sosial dan Lingkungan

Aspek sosial dan lingkungan juga perlu diperhatikan dalam pengembangan PLTMH. Pembangunan PLTMH harus melibatkan masyarakat lokal untuk memastikan bahwa proyek tersebut sesuai dengan kebutuhan dan nilai-nilai setempat. Selain itu, dampak lingkungan seperti perubahan aliran sungai dan ekosistem air harus dikelola dengan baik untuk menghindari kerusakan lingkungan.

Manfaat Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro diantaranya :

a. Energi Terbarukan dan Ramah Lingkungan

PLTMH adalah sumber energi terbarukan yang tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca, sehingga berkontribusi positif terhadap mitigasi perubahan iklim. Energi dari PLTMH juga bersifat berkelanjutan karena memanfaatkan aliran air yang terus menerus tersedia.

b. Peningkatan Kualitas Hidup Masyarakat

Dengan adanya listrik dari PLTMH, kualitas hidup masyarakat di daerah terpencil dapat meningkat. Akses listrik memungkinkan penggunaan peralatan rumah tangga, penerangan, dan akses informasi yang lebih baik, yang pada gilirannya dapat meningkatkan pendidikan, kesehatan, dan ekonomi lokal.

c. Kemandirian Energi dan Pemberdayaan Ekonomi Lokal

PLTMH dapat meningkatkan kemandirian energi di daerah terpencil, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang harus diangkut dari daerah lain. Selain itu, pembangunan dan pengoperasian PLTMH dapat menciptakan lapangan kerja dan mendorong pertumbuhan ekonomi lokal.

d. Pemberdayaan Masyarakat

Proyek PLTMH yang melibatkan masyarakat lokal dalam proses perencanaan, pembangunan, dan pengelolaan dapat meningkatkan kapasitas dan keterampilan teknis mereka. Partisipasi aktif

masyarakat juga memastikan keberlanjutan dan keberhasilan jangka panjang dari proyek tersebut.

Contoh proyek PLTMH di Indonesia

e. PLTMH di Desa Kamanggih, Sumba Timur

Salah satu contoh sukses PLTMH di Indonesia adalah proyek PLTMH di Desa Kamanggih, Sumba Timur, Nusa Tenggara Timur. Proyek ini dikembangkan oleh Hivos dan Yayasan Rumah Energi (YRE) dengan kapasitas 37 kW yang mampu menyediakan listrik untuk lebih dari 300 rumah tangga. Proyek ini tidak hanya memberikan akses listrik tetapi juga melibatkan masyarakat dalam pengelolaan dan perawatan sistem PLTMH, yang meningkatkan kemandirian energi desa tersebut.

f. PLTMH di Desa Cilimus, Lebak, Banten

Proyek PLTMH di Desa Cilimus, Kabupaten Lebak, Banten, dikembangkan oleh IBEKA dengan kapasitas 13 kW. Proyek ini berhasil memberikan listrik untuk 120 rumah tangga dan sekolah di desa tersebut. Keberhasilan proyek ini adalah hasil dari partisipasi aktif masyarakat dalam setiap tahap proyek, dari perencanaan hingga pengelolaan. Proyek ini juga mendapatkan dukungan dari pemerintah daerah dan berbagai donor internasional (Apley, D.W., & Kim, 2009). Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro memiliki potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia mengingat kekayaan sumber daya air yang dimiliki negara ini. Pengembangan PLTMH tidak hanya memberikan manfaat dari sisi energi terbarukan dan ramah lingkungan tetapi juga meningkatkan kualitas hidup masyarakat di daerah terpencil. Tantangan yang ada, seperti aspek teknis, regulasi, pembiayaan, dan sosial, harus diatasi melalui kolaborasi antara pemerintah, NGO, sektor swasta, dan masyarakat lokal. Dengan komitmen yang kuat dan pendekatan yang holistik, PLTMH dapat menjadi salah satu pilar penting dalam upaya mewujudkan kemandirian energi dan pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

5. Biohidrogen

a. Biohidrogen: Bahan Baku dan Proses Produksinya

Biohidrogen merupakan salah satu sumber energi yang sedang banyak dikembangkan karena potensinya sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan. Sebagai gas hidrogen yang dihasilkan dari bahan-bahan biologis, biohidrogen menawarkan solusi yang lebih bersih dibandingkan hidrogen konvensional yang biasanya diproduksi dari bahan bakar fosil. Artikel ini akan membahas bahan baku dan proses produksi biohidrogen secara mendalam, dengan mencakup berbagai metode produksi dan teknologi terbaru yang digunakan dalam industri ini.

Bahan baku untuk produksi biohidrogen sangat beragam, meliputi biomassa, limbah organik, dan bahkan air. Berikut ini adalah beberapa bahan baku utama yang digunakan:

b. Biomassa Lignoselulosa

Biomassa lignoselulosa, seperti kayu, jerami, dan residu tanaman, merupakan sumber bahan baku yang melimpah. Komponen utama lignoselulosa adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa dan hemiselulosa dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana yang kemudian difermentasi menjadi hidrogen oleh mikroorganisme.

c. Limbah Pertanian dan Industri

Limbah pertanian seperti jerami padi, batang jagung, dan kulit buah-buahan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk produksi biohidrogen. Selain itu, limbah industri seperti limbah dari pabrik pengolahan makanan dan minuman juga dapat digunakan setelah melalui proses pengolahan awal.

d. Air Limbah

Air limbah domestik dan industri mengandung banyak bahan organik yang dapat diolah menjadi biohidrogen. Proses ini tidak hanya menghasilkan energi tetapi juga membantu dalam pengolahan air limbah itu sendiri.

e. Mikroalga

Mikroalga adalah sumber biohidrogen yang menarik karena pertumbuhannya cepat dan efisiensi fotosintesisnya tinggi. Mikroalga dapat menghasilkan hidrogen melalui fotolisis air dengan bantuan sinar matahari.

f. Proses Produksi Biohidrogen

Proses produksi biohidrogen dapat dibagi menjadi beberapa kategori utama berdasarkan prinsip dasar yang digunakan. Berikut adalah beberapa metode produksi biohidrogen yang paling umum:

g. Fermentasi Gelap (*Dark Fermentation*)

Fermentasi gelap adalah proses di mana mikroorganisme anaerobik menguraikan bahan organik menjadi hidrogen tanpa memerlukan cahaya. Proses ini melibatkan beberapa langkah utama: hidrolisis : Bahan organik kompleks dipecah menjadi molekul yang lebih sederhana seperti gula. Fermentasi Asam : Gula yang dihasilkan diubah menjadi asam organik, alkohol, dan hidrogen. Produksi hidrogen*: Asam organik dan alkohol diubah lebih lanjut menjadi hidrogen dan CO_2 . Mikroorganisme yang sering digunakan dalam fermentasi gelap termasuk *Clostridium*, *Enterobacter*, dan *Bacillus*. Keuntungan utama dari fermentasi gelap adalah dapat memproses berbagai jenis biomassa dan limbah organik.

h. Fermentasi Foto (*Photofermentation*)

Fermentasi foto melibatkan penggunaan bakteri fotosintetik yang memanfaatkan cahaya untuk menghasilkan hidrogen. Mikroorganisme seperti *Rhodobacter* dan *Rhodospseudomonas* dapat memproduksi hidrogen dari asam organik dalam kondisi anaerobik dengan bantuan sinar matahari atau sumber cahaya buatan.

i. Fotolisis Air oleh Mikroalga (*Algal Photolysis*)

Proses ini melibatkan mikroalga yang menggunakan energi cahaya untuk membelah molekul air menjadi hidrogen dan oksigen. Mikroalga seperti

Chlamydomonas reinhardtii telah diteliti secara ekstensif untuk kemampuan mereka dalam memproduksi hidrogen melalui fotosintesis.

j. Gasifikasi Biomassa

Gasifikasi biomassa adalah proses termokimia di mana biomassa diubah menjadi gas sintesis (syngas) yang terdiri dari hidrogen, karbon monoksida, dan sedikit metana. Proses ini biasanya melibatkan beberapa tahap: Pirolisis : Biomassa dipanaskan tanpa oksigen untuk menghasilkan char, tar, dan gas volatil. Gasifikasi : Char dan gas volatil diubah menjadi syngas melalui reaksi dengan uap atau oksigen pada suhu tinggi.

k. Pemisahan Hidrogen dari Syngas

Setelah gasifikasi, hidrogen dapat dipisahkan dari syngas menggunakan berbagai teknik seperti pemurnian dengan membran, penyerapan swing tekanan (PSA), atau penyerapan kimia.

Salah satu tantangan utama dalam produksi biohidrogen adalah meningkatkan efisiensi proses. Fermentasi gelap, misalnya, seringkali menghasilkan hidrogen dengan efisiensi rendah karena produksi asam organik yang tidak terdekomposisi sepenuhnya. Oleh karena itu, pengembangan mikroorganisme yang lebih efisien atau metode rekayasa genetika untuk meningkatkan produksi hidrogen sangat diperlukan. Skalabilitas juga menjadi tantangan utama. Sementara teknologi produksi biohidrogen telah terbukti berhasil dalam skala laboratorium, penerapan dalam skala industri masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Pengembangan reaktor biohidrogen yang efisien dan berkapasitas besar merupakan salah satu fokus utama dalam penelitian ini.

Biaya produksi biohidrogen saat ini masih relatif tinggi dibandingkan dengan hidrogen konvensional. Hal ini disebabkan oleh biaya bahan baku, proses produksi, dan teknologi pemisahan yang digunakan. Upaya untuk menurunkan biaya produksi termasuk penggunaan limbah murah atau gratis sebagai bahan baku dan pengembangan teknologi yang lebih

efisien. Biohidrogen memiliki potensi besar sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Bahan baku yang digunakan sangat beragam, mulai dari biomassa lignoselulosa, limbah pertanian dan industri, air limbah, hingga mikroalga. Berbagai metode produksi seperti fermentasi gelap, fermentasi foto, fotolisis air oleh mikroalga, dan gasifikasi biomassa menawarkan berbagai keuntungan dan tantangan.

Untuk mencapai produksi biohidrogen yang efisien dan berkelanjutan, diperlukan penelitian lebih lanjut dalam pengembangan mikroorganisme, teknologi reaktor, dan metode pemisahan hidrogen. Dengan terus mengatasi tantangan yang ada, biohidrogen dapat menjadi salah satu pilar utama dalam sistem energi masa depan yang bersih dan berkelanjutan.

Produksi biohidrogen harus mempertimbangkan dampak lingkungan. Meskipun biohidrogen dianggap lebih ramah lingkungan dibandingkan hidrogen dari bahan bakar fosil, proses produksinya masih dapat menghasilkan emisi dan limbah yang perlu dikelola dengan baik. Pembangan teknologi terintegrasi yang menggabungkan beberapa proses produksi, seperti kombinasi fermentasi gelap dan fermentasi foto, dapat meningkatkan efisiensi dan output hidrogen. Selain itu, integrasi dengan teknologi lain seperti produksi bioetanol atau biogas dapat menciptakan sistem produksi energi yang lebih holistik dan berkelanjutan.

5.3 Sumber tak terbarukan:

Batu bara, minyak bumi, dan gas alam merupakan sumber energi fosil yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi global. Ketiga sumber daya ini telah berperan besar dalam perkembangan industri dan ekonomi dunia. Namun, proses pembentukannya memakan waktu jutaan tahun dan keberlanjutannya sangat terbatas. Selain itu, ekstraksi dan penggunaan sumber daya ini membawa dampak signifikan terhadap lingkungan. Tulisan ini akan membahas secara rinci proses pembentukan, ekstraksi, dan dampak lingkungan dari batu bara, minyak bumi, dan gas alam.

1. Batu Bara

Batu bara terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang terendapkan dalam kondisi anaerobik selama jutaan tahun. Proses pembentukan batu bara dapat dijelaskan dalam beberapa tahap utama yaitu Peat (Gambut) berupa tahap awal pembentukan batu bara dimulai dengan akumulasi materi organik yang membentuk gambut di lingkungan rawa yang tergenang air. Kondisi anaerobik ini mencegah dekomposisi lengkap bahan organik. Lignite (Batu Bara Muda) yaitu dengan bertambahnya waktu dan tekanan geologis, gambut berubah menjadi lignite. Lignite memiliki kandungan karbon lebih tinggi dibandingkan gambut dan mulai menunjukkan sifat batu bara. Bituminous Coal (Batu Bara Bituminus) yaitu peningkatan tekanan dan suhu, lignite mengalami perubahan menjadi batu bara bituminus. Ini adalah tahap di mana batu bara mulai memiliki nilai kalor lebih tinggi. Anthracite (Batu Bara Antrasit) tahap akhir adalah antrasit, yang memiliki kandungan karbon tertinggi dan nilai kalor paling tinggi. (Council, 2003).

Ekstraksi batu bara dilakukan melalui dua metode utama yaitu penambangan terbuka (*Surface Mining*) yang digunakan untuk lapisan batu bara yang dekat dengan permukaan. Metode ini melibatkan pengangkatan lapisan tanah dan batu di atas lapisan batu bara. Kedua penambangan bawah tanah (*Underground Mining*) yang digunakan untuk lapisan batu bara yang lebih dalam. Penambangan bawah tanah lebih kompleks dan berisiko tinggi. (Hartman, H.L., & Mutmansky, J.M. (2002).

Dampak Lingkungan terkait dengan ekstraksi dan pemakaian Batu Bara berupa polusi udara. Pembakaran batu bara menghasilkan polutan seperti sulfur dioksida (SO_2), nitrogen oksida (NO_x), dan partikel halus (PM), yang berkontribusi pada hujan asam dan masalah kesehatan. Kedua dampak terhadap ekosistem yaitu penambangan terbuka merusak lanskap dan habitat alami. Penambangan bawah tanah dapat menyebabkan subsidensi (penurunan permukaan tanah). Ketiga Emisi Karbon : Batu bara

merupakan sumber utama emisi karbon dioksida (CO_2), yang berkontribusi pada perubahan iklim.

2. Minyak Bumi

Minyak bumi terbentuk dari sisa-sisa organisme laut seperti plankton dan alga yang mati dan terendapkan di dasar laut jutaan tahun lalu. Proses pembentukannya melibatkan beberapa tahap yaitu Kerogen : Materi organik yang terperangkap dalam sedimen diubah menjadi kerogen di bawah kondisi anaerobik. Kematangan Termal : Dengan meningkatnya tekanan dan suhu, kerogen diubah menjadi hidrokarbon cair melalui proses pirolisis. Selanjutnya migrasi : Minyak yang terbentuk kemudian bermigrasi melalui batuan berpori menuju reservoir minyak.(Hunt, J.M. (1996).

Ekstraksi minyak bumi dilakukan melalui pengeboran sumur minyak. Proses ini melibatkan beberapa tahap:

- a. Eksplorasi : Menggunakan metode seismik untuk menemukan cadangan minyak.
- b. Pengeboran : Membuat sumur untuk mencapai reservoir minyak.
- c. Produksi : Memompa minyak dari reservoir ke permukaan.
- d. Pemulihan Sekunder dan Tersier: Menggunakan teknik seperti injeksi air atau gas untuk meningkatkan produksi minyak.

Dampak lingkungan terkait ekstraksi dan penggunaan minyak bumi berupa tumpahan minyak : Tumpahan minyak dapat menyebabkan kerusakan serius pada ekosistem laut dan pesisir. Polusi Udara : Pembakaran minyak bumi menghasilkan CO_2 , NO_x , dan volatile organic compounds (VOCs), yang berkontribusi pada pencemaran udara dan perubahan iklim serta kerusakan habitat berupa kegiatan pengeboran dan infrastruktur transportasi minyak dapat merusak habitat alami(Hyne, 2001).

3. Gas Alam

Gas alam sebagian besar terbentuk bersama minyak bumi melalui proses yang sama. Gas alam juga dapat terbentuk dari bahan organik melalui fermentasi anaerobik dalam kondisi temperatur rendah (biogenik) atau dari pemecahan termal kerogen pada kondisi temperatur tinggi (termogenik). Ekstraksi gas alam mirip dengan minyak bumi, seringkali gas alam diekstraksi bersamaan dengan minyak bumi. Beberapa metode tambahan termasuk hydraulic fracturing (fracking) untuk melepaskan gas dari batuan shale.

Dampak lingkungan dari ekstraksi dan pemanfaatan gas alam adalah emisi metana : Gas alam sebagian besar terdiri dari metana, gas rumah kaca yang jauh lebih kuat daripada CO_2 . Kebocoran metana selama ekstraksi dan transportasi merupakan masalah lingkungan serius. Hydraulic Fracturing : Teknik fracking dapat mencemari air tanah dan menyebabkan gempa bumi kecil dan pembakaran Gas Alam : Meskipun lebih bersih dibandingkan batu bara dan minyak bumi, pembakaran gas alam masih menghasilkan CO_2 (Ripley, E.A., Redmann, R.E., & Crowder, 1996).



Gambar 5.3. Perubahan bentang lahan akibat penambangan

4. Logam dan Mineral: Eksplorasi, Penambangan, dan Pengolahan

Logam dan mineral adalah bahan dasar yang sangat penting dalam berbagai industri, mulai dari konstruksi hingga elektronik. Proses ekstraksi logam dan mineral melibatkan beberapa tahap, termasuk eksplorasi, penambangan, dan pengolahan. Setiap tahap memiliki teknik dan metode tersendiri serta tantangan lingkungan yang perlu dikelola (Hartman, H.L., & Mutmansky, 2002). Eksplorasi, penambangan, dan pengolahan logam dan mineral menimbulkan dampak lingkungan yang serius.

a. Eksplorasi

Eksplorasi adalah tahap awal dalam proses penambangan, di mana perusahaan mencari dan mengidentifikasi lokasi yang mengandung sumber daya mineral yang berharga. Eksplorasi melibatkan berbagai metode geologi dan geofisika untuk menentukan potensi tambang.

- 1) Pemetaan Geologi : Pemetaan geologi adalah langkah awal dalam eksplorasi mineral. Geolog membuat peta yang menggambarkan jenis batuan dan struktur geologi di suatu wilayah. Informasi ini membantu mengidentifikasi area yang memiliki potensi mineralisasi.
- 2) Geokimia : Teknik ini melibatkan pengambilan sampel tanah, batuan, air, dan tumbuhan untuk analisis kimia. Anomali kimia dapat menunjukkan keberadaan mineral tertentu.
- 3) Geofisika : Metode geofisika, seperti survei gravitasi, magnetik, dan seismik, digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik bawah permukaan bumi. Teknik ini membantu mendeteksi keberadaan endapan mineral tanpa perlu penggalian langsung.
- 4) Pengeboran Eksplorasi : Setelah area yang menjanjikan diidentifikasi, pengeboran dilakukan untuk mengambil sampel inti dari bawah permukaan. Sampel ini dianalisis untuk menentukan kualitas dan kuantitas mineral.

Eksplorasi mineral menghadapi beberapa tantangan, seperti biaya tinggi: Eksplorasi memerlukan investasi yang signifikan dalam peralatan dan tenaga kerja. Ketidakpastian Geologi : Hasil eksplorasi tidak selalu menjamin adanya sumber daya yang ekonomis untuk ditambang, serta Dampak Lingkungan : Eksplorasi dapat mengganggu ekosistem lokal dan memerlukan izin lingkungan yang ketat (Epstein, P.R., 2011).

Setelah sumber daya mineral ditemukan dan dievaluasi, tahap berikutnya adalah penambangan. Penambangan adalah proses ekstraksi mineral dari bumi, yang dapat dilakukan melalui metode permukaan atau bawah tanah.

b. Metode Penambangan

Ada metode penambangan mineral diantaranya :

- 1) Penambangan Terbuka (*Open-pit mining*) : Metode ini melibatkan penggalian lubang besar di permukaan tanah untuk mengekstraksi mineral. Penambangan terbuka biasanya digunakan untuk bijih yang terletak dekat dengan permukaan.
- 2) Penambangan Bawah Tanah (*Underground mining*) : Metode ini digunakan ketika bijih berada jauh di bawah permukaan. Terowongan dan poros dibuat untuk mengakses bijih.
- 3) Penambangan Plaser (*Placer mining*) : Teknik ini melibatkan pemisahan mineral berat dari sedimen menggunakan air. Biasanya digunakan untuk mengekstraksi emas dan batu permata.
- 4) Penambangan In-situ : Metode ini melibatkan ekstraksi mineral tanpa penggalian fisik, dengan cara melarutkan mineral di bawah tanah dan memompanya ke permukaan.

Proses penambangan meliputi pengupasan tanah yaitu tanah lapisan atas dan batuan penutup dihapus untuk mengakses bijih. Pengeboran dan Peledakan dimana Pengeboran dilakukan untuk

membuat lubang peledakan yang diisi dengan bahan peledak untuk menghancurkan batuan keras. Pengangkutan yaitu material yang dihancurkan diangkut menggunakan truk atau konveyor ke fasilitas pengolahan(Evans, 2009).

Dampak lingkungan akibat penambangan yang signifikan adalah kerusakan lahan dimana Penambangan mengubah topografi dan ekosistem lokal. Polusi air dan udara yaitu pembuangan limbah tambang dapat mencemari air tanah dan sungai, sementara debu dan emisi dari kegiatan penambangan dapat mencemari udara, serta kerusakan biodiversitas adalah habitat alami dapat terganggu atau dihancurkan, mengancam flora dan fauna setempat(Tatiya, 2013).

5) Pengolahan Mineral

Setelah bijih diekstraksi, langkah berikutnya adalah pengolahan mineral untuk memisahkan logam berharga dari material limbah. Proses pengolahan melibatkan beberapa tahap, tergantung pada jenis mineral dan teknik yang digunakan.

Tahapan pengolahan mineral meliputi :

1. Penghancuran dan Penggilingan (*Crushing and Grinding*) : Bijih dihancurkan dan digiling menjadi partikel halus untuk memudahkan pemisahan mineral berharga.
2. Konsentrasi (*Concentration*) : Mineral berharga dipisahkan dari material limbah menggunakan metode seperti flotasi, gravitasi, dan magnetik.
3. Pemurnian (*Refining*) : Proses lebih lanjut untuk meningkatkan kemurnian logam, termasuk peleburan dan elektrolisis.
4. Pembuangan Limbah (*Waste Disposal*) : Material limbah, atau tailing, dibuang dengan aman untuk mencegah dampak lingkungan negatif.

Metode Pengolahan mineral meliputi flotasi yaitu teknik penggunaan bahan kimia untuk membuat mineral berharga

menempel pada gelembung udara dan naik ke permukaan, memisahkannya dari material limbah. Gravitasi yaitu memanfaatkan perbedaan densitas untuk memisahkan mineral berharga dari material limbah. Magnetik yaitu menggunakan medan magnet untuk memisahkan mineral berdasarkan sifat kemagnetannya. Peleburan (Smelting) yaitu bijih dipanaskan pada suhu tinggi untuk melelehkan logam, yang kemudian dipisahkan dari slag (limbah cair)(Howarth, R.W., Santoro, R., & Ingraffea, 2011).

Dampak Lingkungan Pengolahan berupa polusi udara dimana proses peleburan dan pemurnian dapat menghasilkan emisi gas berbahaya, termasuk sulfur dioksida dan merkuri. Polusi Air Dimana limbah cair dari proses pengolahan dapat mencemari sumber air jika tidak dikelola dengan baik, serta pembuangan Tailing Tailing mengandung bahan kimia beracun yang dapat mencemari tanah dan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Apley, D.W., & Kim, K. (2009). *Modern Engineering Statistics*. John Wiley & Sons.
- Balat, M., & Balat, H. (2009). Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel. *Applied Energy*, 86(11), 2273-2282
- Cherubini, F. (2010). The biorefinery concept: Using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. *Energy Conversion and Management*, 51(7), 1412-1421
- Demirbas, A. (2009). *Biofuels: Securing the Planet's Future Energy Needs*. Springer.
- Epstein, P.R., et al. (2011). Full cost accounting for the life cycle of coal. *Annals of the New York Academy of Sciences*
- Evans, A.M. (2009). *Ore Geology and Industrial Minerals: An Introduction*.
- Hartman, H.L., & Mutmanský, J.M. (2002). *Introductory Mining Engineering*. Wiley.
- Howarth, R.W., Santoro, R., & Ingraffea, A. (2011). Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations. *Climatic Change*.
- Hyne, N.J. (2001). *Nontechnical Guide to Petroleum Geology, Exploration, Drilling, and Production*. PennWell
- McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*, 83(1), 37-46.
- National Research Council (2003). *Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects*. The National Academies Press.
- Ripley, E.A., Redmann, R.E., & Crowder, A.A. (1996). *Environmental Effects of Mining*. CRC Press.
- Tatiya, R. (2013). *Surface and Underground Excavations: Methods, Techniques, and Equipment*. CRC Press.
- Weiland, P. (2010). Biogas production: current state and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(4), 849-860.

BAB 6

PENCEMARAN LINGKUNGAN

Oleh Bambang Suhartawan

6.1 Pendahuluan

Pencemaran lingkungan adalah kondisi di mana lingkungan alam, baik udara, air, tanah, maupun sumber daya alam lainnya, terkontaminasi oleh bahan-bahan atau zat-zat yang dapat mengganggu keseimbangan alam, menyebabkan kerusakan pada ekosistem, dan membahayakan kehidupan organisme hidup, termasuk manusia. Pencemaran lingkungan dapat disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia, termasuk industri, pertanian, transportasi, limbah rumah tangga, serta kejadian alami seperti letusan gunung berapi atau kebakaran hutan. Dampak dari pencemaran lingkungan dapat sangat beragam, mulai dari kerusakan ekosistem, masalah kesehatan manusia, hingga kerugian ekonomi yang signifikan. Oleh karena itu, upaya untuk mencegah, mengurangi, dan mengatasi pencemaran lingkungan menjadi sangat penting dalam menjaga keberlanjutan lingkungan hidup bagi generasi saat ini dan masa depan.

Pencemaran lingkungan merujuk pada perilaku manusia atau kejadian alami yang mengakibatkan pengenalan zat, energi, atau kondisi fisik tertentu ke lingkungan yang menyebabkan dampak negatif terhadap organisme hidup dan ekosistem. Pencemaran lingkungan bisa berasal dari berbagai sumber, termasuk industri, transportasi, pertanian, pertambangan, limbah domestik, dan kegiatan lainnya.

Contoh-contoh pencemaran lingkungan meliputi:

6.2 Jenis-jenis Pencemaran Lingkungan

1. Pencemaran Udara

Emisi dari pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran sampah, dan aktivitas industri lainnya dapat menyebabkan

peningkatan kadar polutan seperti gas karbon dioksida (CO_2), sulfur dioksida (SO_2), nitrogen dioksida (NO_2), ozon, dan partikel-partikel halus yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Pencemaran udara adalah kondisi di mana udara tercemar oleh berbagai zat atau partikel yang tidak sehat, seperti gas-gas beracun, partikel-partikel halus, dan senyawa kimia berbahaya. Ini dapat terjadi akibat aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, industri, transportasi, dan pembakaran sampah, serta dari sumber-sumber alami seperti letusan gunung berapi atau kebakaran hutan. Berikut adalah uraian detail tentang pencemaran udara beserta dampaknya:

Jenis Pencemaran Udara:

- a. Partikulat: Partikel-partikel kecil yang melayang di udara dan dapat berasal dari pembakaran bahan bakar, industri, atau aktivitas pertanian. Partikulat ini memiliki diameter yang sangat kecil sehingga dapat masuk ke dalam saluran pernapasan manusia dan hewan, menyebabkan berbagai masalah kesehatan.
- b. Gas Buang: Gas-gas beracun seperti sulfur dioksida (SO_2), nitrogen dioksida (NO_2), karbon monoksida (CO), dan gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO_2) dilepaskan ke udara dari pembakaran bahan bakar fosil. Gas-gas ini dapat mengiritasi saluran pernapasan, merusak jaringan paru-paru, dan berkontribusi pada perubahan iklim global.
- c. Senyawa Organik Volatil (*Volatile Organic Compounds/VOCs*): Senyawa organik volatil seperti formaldehida, benzena, dan toluena dapat dilepaskan ke udara dari industri kimia, cat, pelarut, dan bahan bakar kendaraan. VOCs dapat menyebabkan iritasi mata dan saluran pernapasan, serta berkontribusi pada pembentukan ozon troposferik dan pencemaran udara dalam ruangan.
- d. Ozon Troposferik: Ozon troposferik adalah polutan sekunder yang terbentuk dari reaksi antara NO_2 dan senyawa organik volatil di atmosfer bawah. Ozon ini

dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan, merusak tanaman, dan memperburuk masalah pernapasan seperti asma.

Dampak Pencemaran Udara:

- a. Kesehatan Manusia: Pencemaran udara dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti iritasi mata, hidung, dan tenggorokan, infeksi saluran pernapasan, peningkatan risiko penyakit jantung dan paru-paru, serta masalah pernapasan kronis seperti asma dan bronkitis.
- b. Kerusakan Lingkungan: Polusi udara dapat merusak vegetasi dan ekosistem, terutama melalui deposit asam yang merusak tanaman, hutan, dan ekosistem air tawar.
- c. Perubahan Iklim: Gas-gas rumah kaca seperti karbon dioksida dan metana yang dilepaskan ke atmosfer dapat menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim, yang memiliki dampak luas termasuk kenaikan suhu rata-rata global, peningkatan intensitas cuaca ekstrem, dan perubahan pola curah hujan.
- d. Kualitas Hidup: Pencemaran udara juga dapat mempengaruhi kualitas hidup manusia dengan mengurangi visibilitas, mengganggu aktivitas luar ruangan, dan mengganggu kegiatan ekonomi seperti pertanian dan pariwisata.

Untuk mengatasi pencemaran udara, diperlukan tindakan yang menyeluruh seperti penggunaan teknologi bersih, peningkatan efisiensi energi, penggunaan transportasi publik yang lebih ramah lingkungan, regulasi yang ketat terhadap emisi industri, dan kesadaran masyarakat untuk mengurangi polusi udara melalui penggunaan energi terbarukan dan kegiatan berkelanjutan.

2. Pencemaran Air

Limbah industri, limbah pertanian, limbah domestik, dan pelabuhan minyak adalah contoh sumber pencemaran air. Zat-zat seperti pestisida, logam berat, deterjen, dan limbah organik dapat mencemari air sungai, danau, dan laut,

mengganggu ekosistem air dan mempengaruhi kesehatan manusia yang bergantung pada air bersih.

Pencemaran air terjadi ketika air di sungai, danau, laut, atau sumber air lainnya terkontaminasi oleh bahan kimia, zat organik, mikroba, atau material lain yang mengganggu keseimbangan alami ekosistem air dan mengancam kesehatan manusia. Berikut ini adalah uraian detail tentang pencemaran air beserta dampaknya:

Jenis Pencemaran Air:

- a. **Pencemaran Kimia:** Meliputi zat-zat kimia berbahaya seperti logam berat (misalnya, timbal, merkuri, kadmium), pestisida, bahan kimia industri, dan limbah rumah tangga yang terlarut dalam air. Sumber pencemaran kimia termasuk limbah industri, limbah pertanian, dan limbah domestik.
- b. **Pencemaran Organik:** Ini termasuk bahan organik seperti minyak bumi, lemak, deterjen, dan senyawa organik volatil (VOCs) yang dapat merusak ekosistem air dan mengurangi oksigen terlarut dalam air.
- c. **Pencemaran Mikrobiologis:** Terdiri dari bakteri, virus, dan mikroorganisme lain yang berasal dari limbah manusia dan hewan. Pencemaran mikrobiologis dapat menyebabkan penyakit yang ditularkan melalui air seperti kolera, disentri, dan infeksi saluran pernapasan.
- d. **Sedimenasi:** Tanah dan endapan yang terbawa oleh aliran air dapat mencemari air dan merusak habitat akuatik dengan mengurangi cahaya matahari yang masuk, menyumbat aliran sungai, dan mengganggu kehidupan organisme air.
- e. **Nutrien Berlebih:** Kelebihan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor dari limbah pertanian dan limbah domestik dapat menyebabkan eutrofikasi, di mana pertumbuhan alga yang berlebihan dapat mengurangi kadar oksigen di dalam air dan meracuni organisme air.

Dampak Pencemaran Air:

- a. **Kesehatan Manusia:** Air yang tercemar dapat menyebabkan penyakit akibat konsumsi air yang terkontaminasi, atau melalui kontak kulit atau inhalasi

uap yang terkontaminasi. Ini dapat menyebabkan penyakit seperti keracunan logam berat, infeksi bakteri, penyakit kulit, dan penyakit pernapasan.

- b. Kerusakan Ekosistem: Pencemaran air dapat merusak ekosistem air tawar dan laut dengan mengurangi keanekaragaman hayati, mematikan organisme hidup, dan mengganggu rantai makanan. Ini dapat mengarah pada kematian massal ikan dan organisme air lainnya serta merusak terumbu karang dan hutan mangrove.
- c. Kerusakan Sumber Daya Air: Air yang tercemar dapat mengurangi ketersediaan air bersih untuk konsumsi manusia, pertanian, dan industri. Sumber air yang tercemar juga dapat mengurangi nilai ekonomi dan kegunaannya untuk rekreasi dan pariwisata.
- d. Pembatasan Aktivitas Ekonomi: Pencemaran air dapat mengurangi produktivitas pertanian dan perikanan, mengganggu industri yang bergantung pada air bersih untuk proses produksi, dan menghambat pengembangan pariwisata dan rekreasi air.
- e. Kerugian Ekonomi: Biaya pengobatan penyakit terkait air yang tercemar, biaya restorasi ekosistem yang terganggu, dan penurunan produktivitas ekonomi akibat pembatasan aktivitas ekonomi dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan bagi masyarakat dan pemerintah.

Untuk mengurangi pencemaran air, perlu adanya pengelolaan limbah yang lebih baik, teknologi pengolahan air yang lebih efisien, regulasi yang ketat terhadap pembuangan limbah industri dan pertanian, serta kesadaran masyarakat untuk menjaga kualitas air dan mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya.

3. Pencemaran Tanah

Limbah industri, limbah pertanian, dan tumpahan minyak adalah contoh sumber pencemaran tanah. Bahan kimia berbahaya seperti pestisida, logam berat, dan bahan kimia

industri dapat merusak kesuburan tanah dan mencemari sumber daya air bawah tanah.

Pencemaran tanah terjadi ketika tanah terkontaminasi oleh bahan kimia, limbah, atau bahan organik lainnya yang mengganggu keseimbangan ekosistem tanah dan dapat membahayakan organisme hidup yang tinggal di dalamnya. Berikut adalah uraian detail tentang pencemaran tanah beserta dampaknya:

Jenis Pencemaran Tanah:

- a. **Limbah Industri:** Limbah dari pabrik dan industri sering mengandung bahan kimia berbahaya seperti logam berat, pestisida, bahan berbahaya dan beracun (B3), serta senyawa organik volatil (VOCs) yang dapat mencemari tanah.
- b. **Pembuangan Sampah Tidak Terkelola:** Pembuangan sampah domestik dan industri yang tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan penumpukan limbah organik dan bahan kimia di dalam tanah.
- c. **Limbah Pertanian:** Penggunaan pupuk dan pestisida dalam pertanian dapat menyebabkan penumpukan nutrisi dan bahan kimia beracun dalam tanah.
- d. **Tumpahan Minyak:** Tumpahan minyak dari kebocoran pipa, tangki penyimpanan, atau kecelakaan kendaraan dapat mencemari tanah dan meracuni organisme hidup di dalamnya.
- e. **Pencemaran Radioaktif:** Pencemaran tanah oleh bahan radioaktif dapat terjadi akibat kecelakaan nuklir, limbah radioaktif dari industri nuklir, atau aktivitas penelitian dan pengembangan nuklir.

Dampak Pencemaran Tanah:

- a. **Kesehatan Manusia:** Tanah yang tercemar dapat mengandung bahan kimia beracun yang dapat meracuni air tanah dan tanaman yang dikonsumsi manusia, menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti keracunan logam berat, kanker, gangguan hormonal, dan gangguan reproduksi.
- b. **Kerusakan Ekosistem:** Pencemaran tanah dapat merusak ekosistem tanah dengan mengganggu

mikroorganisme tanah, berbagai organisme tanah, dan rantai makanan di dalamnya. Ini dapat mengurangi kesuburan tanah, produktivitas pertanian, dan keanekaragaman hayati.

- c. Kerusakan Tanaman: Bahan kimia berbahaya dalam tanah dapat meracuni tanaman dan menghambat pertumbuhan dan perkembangan mereka, mengakibatkan penurunan hasil panen dan kualitas tanaman.
- d. Kontaminasi Air Tanah: Pencemaran tanah dapat menyebabkan pencemaran air tanah, yang dapat mengancam ketersediaan air bersih bagi konsumsi manusia dan kegiatan pertanian, serta meracuni organisme air dan ekosistem akuatik.
- e. Kerugian Ekonomi: Pencemaran tanah dapat mengakibatkan kerugian ekonomi yang signifikan melalui pengurangan produktivitas pertanian, biaya remediasi dan restorasi tanah yang tercemar, serta dampak negatif pada sektor pariwisata dan properti.

Untuk mengatasi pencemaran tanah, diperlukan tindakan seperti pengelolaan limbah yang lebih baik, remediasi tanah tercemar dengan teknologi yang sesuai, praktik pertanian yang ramah lingkungan, serta regulasi yang ketat terhadap pembuangan limbah industri dan pertanian. Selain itu, kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kualitas tanah dan lingkungan hidup secara keseluruhan juga sangat diperlukan.

4. Pencemaran Suara

Kebisingan dari lalu lintas kendaraan, pabrik, dan konstruksi dapat mengganggu kesehatan dan kesejahteraan manusia serta mengganggu perilaku hewan.

Pencemaran suara adalah kondisi di mana lingkungan terganggu oleh kebisingan yang berlebihan, sering kali disebabkan oleh aktivitas manusia seperti transportasi, industri, konstruksi, dan kegiatan komersial. Berikut adalah

uraian detail tentang pencemaran suara beserta dampaknya:

Sumber Pencemaran Suara:

- a. Transportasi: Kebisingan dari kendaraan bermotor seperti mobil, truk, dan pesawat terbang merupakan salah satu sumber utama pencemaran suara di daerah perkotaan maupun pedesaan.
- b. Industri: Aktivitas industri seperti penggunaan mesin berat, pembangkit listrik, dan pabrik dapat menghasilkan kebisingan yang mengganggu lingkungan sekitar.
- c. Konstruksi: Konstruksi bangunan dan infrastruktur seperti gedung tinggi, jalan raya, dan jembatan seringkali menghasilkan kebisingan yang tinggi selama proses pembangunan.
- d. Komersial: Kebisingan dari kegiatan komersial seperti toko-toko, restoran, dan tempat hiburan juga dapat menjadi sumber pencemaran suara, terutama di daerah perkotaan yang padat penduduknya.

Dampak Pencemaran Suara:

- a. Gangguan Kesehatan: Kebisingan yang berlebihan dapat menyebabkan stres, gangguan tidur, gangguan pendengaran, peningkatan risiko penyakit jantung, tekanan darah tinggi, dan masalah psikologis seperti kecemasan dan depresi.
- b. Gangguan Konsentrasi dan Produktivitas: Kebisingan yang terus-menerus dapat mengganggu konsentrasi, pemahaman, dan produktivitas, terutama di lingkungan kerja dan pendidikan.
- c. Gangguan Komunikasi: Kebisingan yang tinggi dapat menghambat komunikasi verbal dan non-verbal antara individu, baik dalam lingkungan kerja, rumah tangga, atau sosial.
- d. Gangguan Kualitas Hidup: Pencemaran suara dapat mengurangi kualitas hidup penduduk di daerah yang terkena dampak, mengganggu ketenangan, rekreasi, dan istirahat yang nyaman.

- e. Dampak pada Fauna: Kebisingan yang berlebihan dapat mengganggu kehidupan hewan-hewan liar, mengganggu pola tidur, migrasi, perkembangbiakan, dan komunikasi mereka, serta meningkatkan risiko gangguan kesehatan pada hewan-hewan tersebut.

Upaya Pengendalian Pencemaran Suara:

- a. Penggunaan Teknologi Berbasis Lingkungan: Penggunaan teknologi dan desain yang ramah lingkungan dalam transportasi, industri, dan konstruksi dapat mengurangi emisi suara dari sumber-sumber utama pencemaran suara.
- b. Regulasi dan Kebijakan: Pengaturan dan kebijakan yang ketat terhadap emisi suara, pembangunan yang ramah lingkungan, dan penggunaan peralatan berisik dapat membantu mengurangi dampak pencemaran suara.
- c. Perencanaan Kota yang Berkelanjutan: Perencanaan kota yang memperhatikan tata ruang, zonasi, dan penempatan infrastruktur dapat membantu mengurangi pencemaran suara dan meminimalkan dampak negatifnya terhadap penduduk dan lingkungan.
- d. Pendidikan dan Kesadaran Masyarakat: Kampanye pendidikan dan kesadaran masyarakat tentang dampak negatif pencemaran suara serta pentingnya kebijakan pengendalian kebisingan dapat meningkatkan partisipasi masyarakat dalam upaya penanganan pencemaran suara.

Pencemaran suara adalah masalah serius yang membutuhkan perhatian serius dari pemerintah, industri, dan masyarakat untuk menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dan sehat bagi semua orang.

5. Pencemaran Cahaya

Penerangan berlebihan dari lampu jalan, bangunan, dan kendaraan dapat mengganggu ritme alami hewan dan tumbuhan serta menyebabkan polusi cahaya yang mengurangi visibilitas langit malam.

Pencemaran cahaya adalah kondisi di mana lingkungan terganggu oleh cahaya buatan yang berlebihan, menghasilkan cahaya yang berlebihan di malam hari. Ini sering disebabkan oleh pencahayaan eksternal seperti lampu jalan, penerangan bangunan, kendaraan bermotor, dan reklame yang berlebihan. Berikut adalah uraian detail tentang pencemaran cahaya beserta dampaknya:

Sumber Pencemaran Cahaya:

- a. Lampu Jalan: Pencahayaan dari lampu jalan yang terlalu terang atau tidak terarah dapat menyebabkan cahaya berlebih di sekitar daerah perkotaan dan pedesaan.
- b. Penerangan Bangunan: Penerangan bangunan komersial dan industri yang berlebihan dapat menciptakan cahaya berlebih yang memancar ke langit malam.
- c. Kendaraan Bermotor: Lampu kendaraan bermotor, terutama lampu sorot dan lampu neon yang terang, dapat menyumbang pada pencemaran cahaya, terutama di jalan-jalan utama dan area perkotaan yang padat.
- d. Reklame: Reklame yang menggunakan lampu neon atau lampu LED yang terang dapat menjadi sumber pencemaran cahaya, terutama di pusat kota dan area perdagangan.

Dampak Pencemaran Cahaya:

- a. Gangguan Tidur: Cahaya berlebih di malam hari dapat mengganggu ritme alami tidur manusia, mengganggu proses tidur dan istirahat yang diperlukan untuk kesehatan fisik dan mental.
- b. Gangguan Lingkungan: Pencemaran cahaya dapat mengganggu ritme alami hewan dan tumbuhan, mempengaruhi proses migrasi, reproduksi, dan aktivitas malam hari.
- c. Kerusakan Kesehatan: Paparan terus-menerus terhadap cahaya buatan di malam hari telah terkait dengan peningkatan risiko gangguan tidur, penyakit jantung, diabetes, depresi, dan gangguan mental lainnya pada manusia.

- d. Pemborosan Energi: Pencemaran cahaya menyebabkan pemborosan energi karena lampu yang dinyalakan berlebihan, yang pada gilirannya meningkatkan konsumsi energi dan emisi karbon.
- e. Gangguan Astronomi: Cahaya berlebih dari kota-kota besar dapat mengaburkan langit malam, mengganggu observasi astronomi dan penelitian ilmiah tentang alam semesta.

Upaya Pengendalian Pencemaran Cahaya:

- a. Penggunaan Lampu yang Efisien Energi: Penggunaan lampu yang lebih efisien energi seperti lampu LED dan pencahayaan yang terarah dapat mengurangi emisi cahaya berlebih.
- b. Regulasi Pencahayaan: Pemerintah dapat menerapkan regulasi terkait pencahayaan eksternal seperti lampu jalan, reklame, dan pencahayaan bangunan untuk mengurangi cahaya berlebih di malam hari.
- c. Desain Kota yang Ramah Lingkungan: Perencanaan kota yang memperhatikan desain pencahayaan yang ramah lingkungan dan hemat energi dapat membantu mengurangi pencemaran cahaya.
- d. Pendidikan dan Kesadaran Masyarakat: Kampanye pendidikan dan kesadaran masyarakat tentang dampak negatif pencemaran cahaya serta praktik-praktik pencahayaan yang ramah lingkungan dapat meningkatkan partisipasi masyarakat dalam mengurangi cahaya berlebih di malam hari.

Pencemaran cahaya adalah masalah yang berkembang secara global yang dapat memiliki dampak negatif serius terhadap kesehatan manusia, lingkungan, dan astronomi. Oleh karena itu, upaya pengendalian dan mitigasi perlu dilakukan untuk menciptakan lingkungan yang lebih seimbang dan ramah lingkungan

6. Pencemaran Radioaktif

Pencemaran radioaktif adalah kondisi di mana lingkungan terkontaminasi oleh zat-zat radioaktif, yang dapat

menghasilkan radiasi berbahaya bagi organisme hidup. Zat-zat radioaktif ini biasanya berasal dari kegiatan manusia, seperti industri nuklir, penelitian dan penggunaan bahan-bahan radioaktif, serta kecelakaan nuklir atau peledakan senjata nuklir. Berikut adalah rincian tentang sumber dan dampak pencemaran radioaktif:

Sumber Pencemaran Radioaktif:

- a. Industri Nuklir: Pembangkit listrik tenaga nuklir dan fasilitas pemrosesan bahan bakar nuklir dapat menjadi sumber utama pencemaran radioaktif. Limbah radioaktif dari proses fisika dan kimia dalam pembangkit listrik tenaga nuklir memerlukan perlakuan khusus untuk mencegah penyebaran radioaktivitas ke lingkungan.
- b. Kegiatan Penelitian dan Penggunaan Medis: Laboratorium penelitian dan fasilitas medis yang menggunakan bahan-bahan radioaktif untuk tujuan diagnosis dan pengobatan juga dapat menjadi sumber pencemaran radioaktif jika limbahnya tidak dikelola dengan benar.
- c. Kecelakaan Nuklir: Kecelakaan serius di fasilitas nuklir seperti bocornya reaktor atau ledakan perangkat nuklir dapat menyebabkan pelepasan besar-besaran zat radioaktif ke lingkungan.
- d. Peledakan Senjata Nuklir: Peledakan senjata nuklir dapat menghasilkan kontaminasi radioaktif yang luas di wilayah terkena dampak dan menyebarkan radioaktivitas ke lingkungan sekitarnya.

Dampak Pencemaran Radioaktif:

- a. Kesehatan Manusia: Paparan radiasi dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk kanker, kerusakan jaringan dan organ, gangguan genetik, serta penurunan sistem kekebalan tubuh. Dampak kesehatan ini dapat bersifat jangka pendek maupun jangka panjang, tergantung pada tingkat paparan dan jenis zat radioaktif yang terlibat.
- b. Kerusakan Lingkungan: Pencemaran radioaktif dapat merusak ekosistem dan organisme hidup di lingkungan

yang terkena dampak. Radiasi yang tinggi dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, merusak habitat hewan, serta mempengaruhi ekosistem air dan tanah.

- c. Kerugian Sosial dan Ekonomi: Kecelakaan nuklir atau peledakan senjata nuklir dapat menyebabkan kerugian sosial dan ekonomi yang besar, termasuk pengungsian massal, kerusakan infrastruktur, penurunan nilai properti, dan biaya rehabilitasi yang tinggi.
- d. Ketakutan dan Kekhawatiran: Pencemaran radioaktif sering kali menciptakan ketakutan dan kekhawatiran di antara masyarakat yang terkena dampak, baik karena risiko kesehatan yang dihadapi maupun ketidakpastian tentang masa depan lingkungan mereka.
- e. Pembatasan Penggunaan Lahan: Daerah yang terkena dampak pencemaran radioaktif mungkin perlu dibatasi penggunaannya untuk pertanian, perikanan, atau rekreasi, karena risiko kontaminasi bagi manusia dan lingkungan.

Dalam menghadapi pencemaran radioaktif, langkah-langkah pencegahan dan mitigasi sangat penting. Ini termasuk pengawasan ketat terhadap kegiatan nuklir, pengelolaan limbah radioaktif yang aman, peningkatan keamanan fasilitas nuklir, dan rencana tanggap darurat yang efektif untuk mengatasi kecelakaan nuklir atau kejadian lainnya yang melibatkan zat-zat radioaktif.

Berikut beberapa contoh zat pencemar radioaktif yang sering dijumpai dalam kegiatan nuklir, industri, dan penggunaan medis:

- a. Uranium (Uranium-235 dan Uranium-238): Uranium adalah bahan bakar utama dalam reaktor nuklir dan merupakan sumber energi untuk pembangkit listrik tenaga nuklir. Uranium yang tidak terpakai atau limbah uranium dari proses pemrosesan nuklir dapat menjadi zat pencemar radioaktif jika tidak dikelola dengan benar.
- b. Plutonium (Plutonium-239): Plutonium adalah produk sampingan dari reaksi nuklir dalam reaktor dan juga

digunakan sebagai bahan bakar dalam senjata nuklir. Pelepasan plutonium ke lingkungan dapat menyebabkan pencemaran radioaktif yang serius.

- c. Cesium-137 (Cs-137): Cesium-137 adalah isotop radioaktif yang dihasilkan sebagai produk sampingan dari reaksi nuklir. Ini dapat dilepaskan ke lingkungan dalam kecelakaan nuklir atau kegiatan industri seperti pemrosesan bahan bakar nuklir.
- d. Strontium-90 (Sr-90): Strontium-90 adalah isotop radioaktif yang dihasilkan sebagai produk sampingan dari reaksi nuklir dan digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Paparan Sr-90 dapat meningkatkan risiko kanker tulang dan gangguan kesehatan lainnya.
- e. Iodium-131 (I-131): Iodium-131 adalah isotop radioaktif yang dihasilkan dalam pembangkitan listrik tenaga nuklir dan digunakan dalam pengobatan medis dan penelitian. Pelepasan I-131 ke lingkungan dapat menyebabkan masalah kesehatan terkait dengan tiroid.
- f. Radon (Radon-222): Radon adalah gas radioaktif yang berasal dari peluruhan uranium dalam tanah dan batuan. Radon dapat merembes ke bangunan dan menjadi sumber paparan radiasi dalam ruangan.
- g. Tritium (Hidrogen-3): Tritium adalah isotop radioaktif dari hidrogen yang digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan militer. Limbah tritium dari instalasi nuklir atau industri dapat menyebabkan pencemaran air dan tanah.
- h. Cobalt-60 (Co-60): Cobalt-60 adalah isotop radioaktif yang digunakan dalam pengobatan kanker, sterilisasi makanan, dan inspeksi non-destruktif. Paparan Co-60 dapat menyebabkan kerusakan sel dan jaringan dalam tubuh manusia.

Zat-zat pencemar radioaktif ini dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan risiko kesehatan serius bagi manusia dan organisme hidup lainnya jika tidak dikelola dengan benar. Oleh karena itu, perlunya pengelolaan limbah radioaktif yang

aman dan pengawasan ketat terhadap kegiatan nuklir serta penggunaan zat-zat radioaktif dalam industri dan medis.

Pencemaran lingkungan memiliki dampak yang serius terhadap kesehatan manusia, biodiversitas, dan keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan melalui tindakan mitigasi, pengelolaan limbah yang lebih baik, regulasi yang ketat, serta kesadaran dan partisipasi masyarakat sangat penting untuk menjaga keberlangsungan lingkungan hidup bagi generasi

DAFTAR PUSTAKA

- Alec. (2014). You Won't Believe How Bad Pollution In China Has Become. <https://allthatsinteresting.com/pollution-in-china-photographs>
- Amin, M. (2021). Polusi Tanah dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal Sumber daya Lahan*, 15(1), 36–45. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v15n1.2021.36-45>
- Artajaya, I. W. E., & Putri, N. K. F. P. P. (2021). Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Pencemaran Air di Sungai Bindu. *Jurnal Hukum Saraswati (JHS)*, 03(02), 122–135. <https://doi.org/10.36733/jhshs.v2i2>
- Currie, J., & Neidell, M. (2004). Air pollution and infant health: What can we learn from California's recent experience? (IZA DP No. 1056). <https://doi.org/10.3386/w10251>
- Ditjen Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan. (2020). Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) Sebagai Informasi Mutu Udara Ambien Di Indonesia. <https://ditppu.menlhk.go.id/portal/read/indeks-standar-pencemar-udara-ispu-sebagai-informasi-mutu-udara-ambien-di-indonesia>
- EPA. (2022b). Particulate Matter (PM) Pollution. <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#PM>
- Lin, L., Yang, H., & Xu, X. (2022). Effects of Water Pollution on Human Health and Disease Heterogeneity: A Review. *Frontiers in Environmental Science*, 10 (June). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.880246>
- Pinontoan, O. R., & Sumampouw, O. J. (2019). Dasar Kesehatan Lingkungan. Deepublish. Posudin, Y. (2014). Radioactive Pollution. In *Methods of Measuring Environmental*

BAB 7

ETIKA LINGKUNGAN

Oleh Waode Azfari Azis

7.1 Pendahuluan

Indonesia telah menjadi saksi tantangan lingkungan yang semakin mendesak, mengingat pernah meningkatnya deforestasi, degradasi lahan, dan pencemaran sumber daya alam. Sejak tahun 1990, Indonesia telah menghadapi masalah deforestasi. Pada periode 1996-2000, deforestasi mencapai puncaknya dengan laju 3,5 juta hektar per tahun. Selanjutnya, antara tahun 2002 dan 2014, laju deforestasi berkurang menjadi 0,75 juta hektar per tahun. Pada tahun 2022, laju deforestasi menurun drastis hingga mencapai angka terendah, yaitu 104 ribu hektar per tahun (Kehutanan, 2024). Degradasi lahan adalah proses penurunan produktivitas lahan. Penyebab utama degradasi lahan adalah menggunakan lahan yang tidak tepat dengan peruntukannya dan eksploitasi yang berlebihan, sehingga menciptakan ketidakseimbangan dalam pemanfaatan lahan. Secara umum, degradasi lahan dipicu oleh faktor fisik seperti pemadatan tanah, erosi, ketidakseimbangan air, hambatan aerasi dan drainase, serta kerusakan struktur tanah. Dari segi kimia, penyebabnya termasuk pencucian nutrisi, ketidakseimbangan unsur hara, salinisasi atau akumulasi garam di zona akar, pengasaman, alkalinisasi, dan pencemaran polusi. Faktor biologis mencakup penurunan kadar karbon organik tanah, keanekaragaman hayati tanah dan vegetasi, serta kandungan karbon biomassa. Perubahan-perubahan ini menimbulkan pertanyaan krusial tentang hubungan antara manusia dan lingkungan alam, serta menekankan pentingnya menerapkan nilai-nilai etika dalam setiap aspek pengelolaan sumber daya alam.

Penelitian terbaru yang diterbitkan dalam jurnal akademis Indonesia menawarkan wawasan penting tentang penerapan etika lingkungan dalam pengelolaan sumber daya

alam. Sebagai contoh, jurnal "Studi Etika Lingkungan Pada Pengelolaan Hutan Di Kecamatan Segah Kabupaten Berau" menyoroti bahwa perilaku dan kebijakan pengelolaan lingkungan selalu dipengaruhi oleh pandangan manusia terhadap hubungan antara manusia dan lingkungan, yang dikenal sebagai human-nature mind map atau etika lingkungan. Studi ini menunjukkan bahwa pendekatan etis yang holistik dapat membantu mengurangi konflik antara kebutuhan manusia dan konservasi alam. Krisis lingkungan yang sedang terjadi dalam skala nasional dan global menjadi konteks yang krusial untuk mendiskusikan pentingnya etika lingkungan. Tantangan seperti perubahan iklim, kehilangan biodiversitas, dan degradasi lingkungan menuntut refleksi yang mendalam tentang cara manusia berinteraksi dengan alam. Etika lingkungan menjadi relevan dalam konteks ini, karena mengarahkan kita untuk mempertimbangkan dampak dari tindakan manusia terhadap lingkungan dan memastikan bahwa keputusan-keputusan yang diambil memperhatikan keseimbangan antara kebutuhan manusia dan kesejahteraan lingkungan.

Dalam menghadapi kompleksitas krisis lingkungan saat ini, penting untuk memahami bahwa keberadaan etika lingkungan bukan hanya sekadar teori atau konsep abstrak, tetapi sebuah panduan praktis yang diperlukan untuk mengatasi tantangan-tantangan nyata yang dihadapi oleh masyarakat. Melalui penerapan prinsip-prinsip etika lingkungan seperti kepedulian, keadilan, keberlanjutan, dan tanggung jawab sosial, kita dapat merumuskan kebijakan-kebijakan yang memperhitungkan dampak jangka panjang terhadap lingkungan dan masyarakat. Dengan demikian, pengembangan kesadaran akan pentingnya etika lingkungan tidak hanya akan membantu membentuk kebijakan yang lebih berkelanjutan, tetapi juga memperkuat komitmen bersama dalam menjaga kelestarian lingkungan bagi generasi masa depan.

Namun, tantangan utama dalam menerapkan etika lingkungan terletak pada perubahan paradigma dan praktek yang diperlukan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Hal ini melibatkan transformasi dalam pola konsumsi, produksi, serta kebijakan publik yang lebih berpihak pada lingkungan.

Selain itu, diperlukan pula kerja sama yang solid antara pemerintah, sektor swasta, masyarakat sipil, dan lembaga internasional untuk menciptakan solusi yang holistik dan berkelanjutan. Dengan demikian, penting bagi kita untuk memahami bahwa etika lingkungan bukanlah hanya tanggung jawab individu, tetapi merupakan tanggung jawab bersama untuk melindungi warisan alam yang kita miliki dan mewariskannya kepada generasi mendatang.

7.2 Pengertian Etika Lingkungan

Secara teoritis, terdapat beberapa pengertian terkait dengan etika, yaitu :

1. Etika secara etimologis berasal dari kata Yunani "etos" (ta etha) yang berarti "adat istiadat" atau "kebiasaan". Artinya, etika berhubungan dengan cara hidup yang baik, baik bagi individu maupun masyarakat. Kebiasaan hidup yang baik ini bisa diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya, dibentuk dalam bentuk kaidah, aturan, atau norma yang disebarluaskan dan diajarkan secara lisan dalam masyarakat. Dengan demikian, etika membantu menentukan apa yang baik dan harus dilakukan serta apa yang buruk dan harus dihindari. Oleh karena itu, etika sering dianggap sebagai ajaran yang mengandung aturan tentang bagaimana manusia harus hidup dengan baik, termasuk perintah dan larangan yang harus diikuti.

Etika juga mencakup nilai-nilai dan prinsip-prinsip moral yang harus dijadikan pedoman untuk mengarahkan perilaku. Etika menyediakan kriteria untuk penilaian moral, membantu menentukan apa yang seharusnya dilakukan dan apakah suatu tindakan atau keputusan dianggap baik atau buruk secara moral. Dalam konteks yang lebih luas, etika dipahami sebagai panduan tentang bagaimana manusia seharusnya hidup dan bertindak sebagai individu yang baik. Etika memberikan arahan dan orientasi tentang bagaimana menjalani kehidupan dengan baik sebagai manusia.

2. Etika sebagai refleksi kritis tentang bagaimana manusia harus hidup dan bertindak dalam situasi konkret, situasi khusus tertentu.
3. Etika adalah cabang filsafat yang berfokus pada analisis dan kajian kritis tentang masalah moral terkait dengan benar dan salah, serta menentukan tindakan yang tepat dalam situasi nyata.
4. Bertens menjelaskan bahwa etika dapat dipandang dari dua perspektif: praktis dan reflektif. Dalam konteks praktis, etika merujuk pada nilai-nilai dan norma-norma moral yang idealnya diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, meskipun terkadang tidak dijalankan sebagaimana mestinya. Etika praktis ini setara dengan moral atau moralitas, yang mencakup tindakan yang harus dilakukan, dilarang, atau pantas dilakukan. Sementara itu, etika sebagai refleksi mengacu pada pemikiran moral (K.Bertenz, 2007).
5. Burhanuddin Salam menjelaskan bahwa etika memiliki asal-usul dari bahasa Latin, "ethic", dan dalam bahasa Yunani, "ethikos", yang mengacu pada seperangkat prinsip moral atau nilai. Secara harfiah, etika mengandung arti kebiasaan atau habit. Awalnya, etika mencerminkan kebiasaan yang berlaku dalam masyarakat pada waktu tertentu. Namun, seiring waktu, makna etika telah mengalami perubahan dan peningkatan sejalan dengan perkembangan dan kebutuhan manusia. Pemahaman tentang etika terus berkembang, terutama dalam mempertimbangkan perbuatan atau perilaku manusia yang dianggap baik atau buruk. Istilah lain yang sering digunakan untuk menggambarkan etika termasuk moral, asusila, budi pekerti, dan akhlak. Etika dipandang sebagai sebuah ilmu yang mengkaji perilaku manusia, bukan sekadar ajaran. Dalam bahasa Arab, etika disebut sebagai akhlak, yang merupakan kumpulan dari khuluq, yang berarti adat kebiasaan, tingkah laku, sifat, norma, sopan santun, dan agama (Alfan, 2011).
6. Etika sering dijelaskan sebagai panduan perilaku yang menetapkan standar bagi individu. Ini merupakan kajian tentang tindakan yang dianggap sah dan benar, serta nilai moral yang dipraktikkan oleh seseorang (Ya'kub, 1993)

7. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, etika adalah pengetahuan mengenai prinsip-prinsip yang menentukan baik dan buruk, serta mengenai tanggung jawab dan kewajiban moral (akhlak) (Depdikbud, 2002).

Sedangkan lingkungan sendiri memiliki arti :

1. Lingkungan merujuk pada tempat di mana makhluk hidup dan unsur hidup maupun tidak hidup, seperti permukaan bumi dan atmosfer, berdampingan dan saling berinteraksi.
2. Lingkungan mencakup segala objek dan keadaan, termasuk manusia dan aktivitasnya, yang berada dalam wilayah di mana manusia tinggal dan berdampak pada kelangsungan hidup dan kesejahteraan manusia serta organisme lainnya.
3. Lingkungan bisa dianggap sebagai penerapan praktis dari konsep ekologi, yang mencakup cara-cara untuk mengimplementasikan prinsip-prinsip dan aturan-aturan ekologi tersebut dalam kehidupan manusia. Ini juga merupakan studi tentang bagaimana manusia harus berperan dalam ekosistem atau dalam lingkungan tempat mereka hidup.
4. Lingkungan adalah suatu sistem kompleks yang berada di luar individu yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan organisme.

Berdasarkan pengertian etika dan lingkungan yang telah disajikan, diperoleh beberapa poin, yaitu sebagai berikut :

1. Hubungan Moral antara Manusia dan Lingkungan
Etika lingkungan membahas prinsip-prinsip moral yang mengatur interaksi manusia dengan lingkungan alam. Ini mencakup kewajiban manusia untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan melestarikan sumber daya alam untuk keberlanjutan jangka panjang.
2. Norma dan Nilai untuk Perilaku yang Baik
Etika lingkungan mencakup norma-norma dan nilai-nilai yang membimbing perilaku manusia agar harmonis dengan alam. Ini berarti mematuhi aturan dan praktik yang mendukung pelestarian lingkungan, seperti pengelolaan

limbah yang benar, penggunaan energi yang efisien, dan perlindungan terhadap flora dan fauna.

3. Kebiasaan Hidup yang Berkelanjutan

Kebiasaan hidup yang baik, seperti yang dijelaskan dalam etika secara umum, juga berlaku dalam konteks lingkungan. Kebiasaan ini melibatkan praktik-praktik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan yang bisa diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya.

4. Refleksi Kritis tentang Tindakan dalam Situasi Konkret

Etika lingkungan mendorong refleksi kritis tentang bagaimana tindakan manusia mempengaruhi lingkungan dalam situasi konkret. Ini berarti mengevaluasi dampak dari kebijakan dan praktik tertentu serta mencari solusi yang lebih ramah lingkungan.

5. Adaptasi terhadap Perubahan dan Kebutuhan Manusia

Etika lingkungan berkembang sesuai dengan perubahan dan kebutuhan manusia. Ini mencakup penyesuaian terhadap tantangan lingkungan baru seperti perubahan iklim, degradasi habitat, dan peningkatan polusi.

6. Ilmu dan Prinsip Ekologi Terapan

Etika lingkungan seringkali dikaitkan dengan prinsip-prinsip ekologi terapan, yaitu bagaimana manusia seharusnya menempatkan dirinya dalam ekosistem dan berperilaku secara bertanggung jawab dalam interaksinya dengan lingkungan.

7. Standar Perilaku dan Kebijakan Publik

Etika lingkungan menetapkan standar perilaku untuk individu dan masyarakat guna memastikan kelestarian ekosistem. Ini mencakup pembuatan dan pelaksanaan kebijakan publik yang mendukung keberlanjutan lingkungan, seperti regulasi tentang emisi, perlindungan hutan, dan pengelolaan sumber daya alam.

8. Kewajiban Moral dan Kesejahteraan Bersama

Etika lingkungan menekankan kewajiban moral manusia untuk bertindak demi kesejahteraan bersama, baik untuk generasi sekarang maupun yang akan datang. Tindakan yang merusak lingkungan dinilai buruk karena tidak hanya

merugikan ekosistem tetapi juga kesejahteraan manusia secara keseluruhan.

Sehingga dengan kata lain penulis dapat menyimpulkan bahwa etika lingkungan adalah panduan moral yang menuntun bagaimana manusia seharusnya bertindak untuk menjaga dan melestarikan lingkungan, memastikan bahwa tindakan kita hari ini tidak merugikan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri.

7.3 Prinsip-Prinsip Etika Lingkungan

1. Prinsip Tanggung Jawab

Prinsip tanggung jawab mencakup kewajiban individu dan kolektif, yang mengharuskan manusia untuk berinisiatif, berupaya, membuat kebijakan, dan mengambil tindakan nyata bersama-sama guna melestarikan alam semesta beserta isinya.

2. Prinsip Solidaritas

Prinsip solidaritas adalah prinsip yang menumbuhkan rasa kepedulian dan kebersamaan dengan alam serta makhluk hidup lainnya, sehingga mendorong manusia untuk melindungi lingkungan.

3. Prinsip Kasih Sayang dan Kepedulian

Prinsip kasih sayang dan kepedulian adalah tindakan yang berorientasi pada orang lain tanpa mengharapkan imbalan, tidak didasari oleh kepentingan pribadi, melainkan murni demi kepentingan alam.

4. Sikap Hormat terhadap Alam

Sikap hormat terhadap alam adalah prinsip mendasar yang harus dimiliki manusia sebagai bagian integral dari keseluruhan alam semesta.

5. Prinsip "*No Harm*"

Prinsip "*No Harm*" berarti tidak menyebabkan kerugian atau kerusakan, karena manusia memiliki kewajiban moral dan tanggung jawab terhadap alam. Setidaknya, manusia harus menghindari tindakan yang merugikan alam secara tidak perlu.

6. **Prinsip Hidup Sederhana dan Selaras dengan Alam**
Prinsip ini mengajarkan hidup sederhana dan harmonis dengan alam, yang berarti manusia modern harus mengurangi konsumsi dan produksinya. Hal ini didasari oleh fakta bahwa selama ini alam hanya dimanfaatkan sebagai objek eksploitasi dan pemenuhan kebutuhan manusia.
7. **Prinsip Keadilan**
Prinsip keadilan menggarisbawahi pentingnya kesetaraan akses untuk semua golongan dan individu dalam masyarakat untuk ikut serta dalam pembuatan kebijakan pengelolaan dan pelestarian sumber daya alam, serta dalam memperoleh manfaat yang berkelanjutan dari sumber daya alam tersebut.
8. **Prinsip Demokrasi**
Prinsip demokrasi didasarkan pada pengakuan terhadap berbagai perbedaan dan keragaman, dan berkaitan erat dengan proses pengambilan keputusan mengenai kualitas dan kondisi sumber daya alam.
9. **Prinsip Integritas Moral**
Prinsip integritas moral mengharuskan pejabat publik untuk menunjukkan sikap dan perilaku moral yang terhormat serta berkomitmen untuk melindungi kepentingan publik yang berkaitan dengan sumber daya alam.

7.4 Peran Etika Lingkungan Dalam Menghadapi Krisis Lingkungan

Dalam beberapa dekade terakhir, krisis lingkungan telah menjadi isu global yang mendesak. Perubahan iklim, hilangnya keanekaragaman hayati, deforestasi, pencemaran air dan udara, serta degradasi tanah adalah beberapa masalah serius yang mengancam keberlangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Melihat kondisi bumi yang semakin tua dan kerusakan lingkungan yang kian jelas, berbagai peringatan global diadakan setiap tahun. Misalnya, "Hari Hutan Sedunia" yang diperingati pada 21 Maret bertujuan untuk mengingatkan pentingnya hutan bagi keberlangsungan hidup. "Hari Lingkungan Hidup" yang diperingati pada 5 Juni bertujuan untuk mengingatkan manusia agar berhati-hati dalam

memanfaatkan sumber daya alam. Selain itu, "Hari Bumi" yang diperingati pada 22 April bertujuan untuk meningkatkan kesadaran tentang pentingnya kesehatan bumi.

Tidak hanya menjadi perhatian kelompok aktivis lingkungan, laju kerusakan lingkungan kini juga menjadi perhatian seluruh masyarakat. Pernyataan ini ditegaskan oleh Robert Borrong, seorang aktivis lingkungan dan teolog, yang mengungkapkan bahwa kesadaran masyarakat untuk menjaga dan melestarikan lingkungan semakin meningkat belakangan ini. Fenomena ini sejalan dengan pengetahuan yang semakin meluas dan pengalaman langsung yang menunjukkan bahwa lingkungan atau bumi sedang mengalami kerusakan saat ini (Borrong, 1998). Dalam bukunya yang berjudul "Moral Spesial", William Chang menjelaskan bahwa masalah lingkungan umumnya terhubung dengan krisis etika manusia dalam menghadapi lingkungan alam (Chang, 2015). Dalam karyanya "Etika Lingkungan Hidup", A. Sonny Keraf menekankan bahwa isu lingkungan hidup adalah tantangan moral bagi manusia atau tindakan manusia ke depan. Lebih lanjut, dijelaskan bahwa etika lingkungan tidak hanya menyoroti perilaku manusia terhadap alam, tetapi juga mencakup hubungan antara semua bentuk kehidupan di alam, termasuk interaksi manusia yang berdampak pada lingkungan serta hubungan manusia dengan makhluk hidup lainnya dan alam secara keseluruhan (Keraf A. S., 2010).

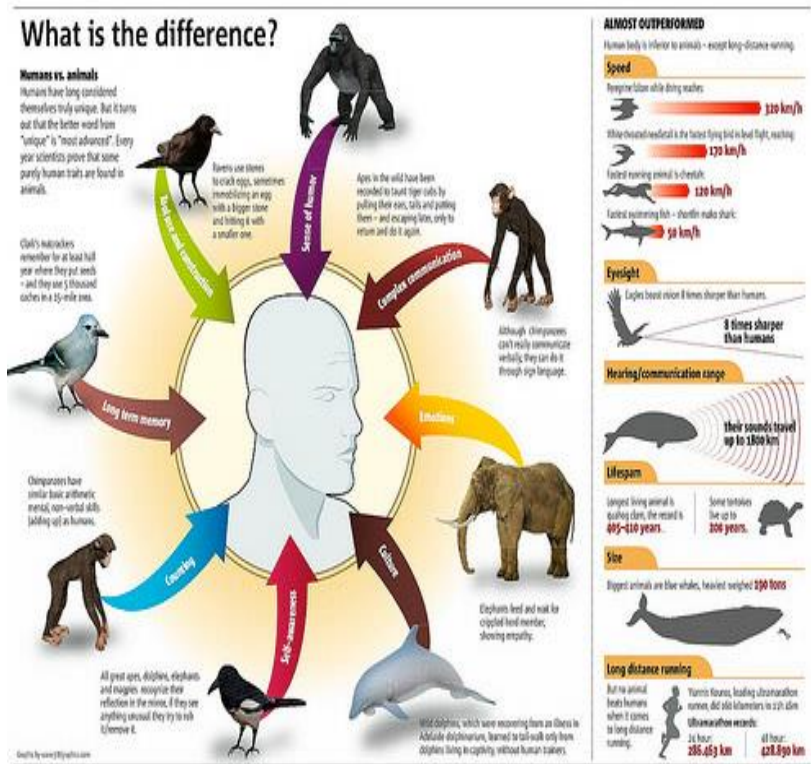
Kerusakan yang terjadi bukanlah sekadar masalah teknis, tetapi merupakan krisis lingkungan, sehingga etika lingkungan digunakan sebagai sarana untuk mengubah pandangan dan perilaku manusia terhadap lingkungan. Manusia sering melihat alam dengan cara yang tidak benar dan memposisikan dirinya secara keliru dalam konteks seluruh alam semesta. Inilah yang menjadi awal dari semua bencana lingkungan yang kita hadapi saat ini. Krisis lingkungan ini menuntut adanya perubahan mendasar dalam cara manusia berinteraksi dengan alam. Di sinilah etika lingkungan memainkan peran penting dengan memberikan panduan moral dan praktis untuk menghadapi tantangan-tantangan tersebut. Dalam budaya yang beradab, etika membimbing manusia dalam meninjau kembali sejumlah

konsepsi yang benar dan salah tentang perilaku manusia terhadap alam. Oleh karena itu, perilaku manusia yang mencerminkan baik atau buruk, benar atau salah, serta sikap tanggung jawab merupakan hasil dari analisis etika yang melibatkan nilai dan moral dalam menghadapi segala aspek kehidupannya.

7.5 Teori-Teori Etika Lingkungan

Dalam studi etika lingkungan, terdapat beberapa teori yang secara mendalam mempertimbangkan hubungan antara manusia dan alam. Teori-teori seperti antroposentrisme, biosentrisme, dan ekosentrisme memberikan pandangan yang beragam tentang bagaimana manusia seharusnya berinteraksi dengan lingkungannya.

1. Antroposentrisme



Adalah teori etika lingkungan yang memandang manusia sebagai pusat dari sistem alam semesta. Konsep antroposentrisme menyatakan bahwa hanya manusia yang dianggap bernilai moral, sedangkan makhluk hidup lainnya dianggap hanya sebagai sarana untuk menggapai berbagai tujuan manusia (William, 2015). Pandangan ini dianggap hanya efektif kepada kelompok manusia, dengan keyakinan bahwa manusia adalah fokus utama dalam alam semesta, memiliki nilai yang lebih tinggi, dan alam dipandang sebagai objek, instrumen, atau alat untuk memenuhi keperluan dan kebutuhan manusia (Keraf A. S., 2010). Perspektif moral lingkungan yang berpusat pada manusia menghasilkan sikap antroposentris, yang akhirnya menyebabkan eksploitasi berlebihan terhadap lingkungan. Menurut pemikiran ini, manusia dan keperluannya diberikan perhatian utama dalam tatanan lingkungan hidup dan dalam kaidah yang berhubungan dengan alam, baik secara *direct* maupun *indirect*. Manusia dianggap mempunyai *value* paling tinggi, sedangkan unsur lain dalam alam hanya dianggap bernilai dan dipertimbangkan selama hal itu memberikan manfaat bagi manusia. Dalam pemikiran ini, alam dianggap sebagai objek, alat, dan sarana untuk memenuhi kebutuhan dan kepentingan manusia, tanpa memiliki nilai yang inheren.

Selain bersifat antroposentris, etika ini juga sangat teleologis, dalam arti bahwa korelasi antara manusia dan alam diamati hanya sebagai relasi instrumental. Alam dianggap sebagai *tools* untuk keperluan manusia. Jika manusia menunjukkan kepedulian terhadap alam, seyogyanya untuk memastikan kebutuhan hidup manusia terpenuhi, bukan karena alam memiliki nilai intrinsik yang layak dilindungi. Sebaliknya, jika alam tidak berguna bagi kepentingan manusia, alam akan diabaikan. Oleh karena itu, antroposentrisme juga disebut sebagai etika teleologis karena mendasarkan pertimbangan moral pada akibat dari tindakan tersebut bagi kepentingan manusia.

Suatu kebijakan dan tindakan yang baik terhadap lingkungan dinilai baik jika bermanfaat bagi manusia. Konservasi, misalnya, hanya dianggap serius jika terbukti

menguntungkan bagi kepentingan manusia, terutama kepentingan ekonomi. Pandangan ini juga bersifat egoistik karena hanya mengutamakan kepentingan manusia, sedangkan kepentingan makhluk hidup lain dan alam semesta tidak menjadi pertimbangan moral. Jika ada pertimbangan moral terhadap alam, itu tetap bersifat mementingkan diri sendiri, demi kepentingan manusia. Karena bersifat pragmatis dan mementingkan diri sendiri, pandangan ini dianggap sebagai etika lingkungan yang sempit dan terbatas (*shallow environmental ethics*). Dibandingkan dengan pandangan lain, etika ini terlalu terbatas dalam memandang keseluruhan lingkungan hidup, termasuk tugas manusia dalam alam semesta. Hingga kini, konsep ini dianggap sebagai satu dari banyak faktor, bahkan faktor utama, dari krisis lingkungan yang kita hadapi saat ini. Krisis lingkungan dianggap terjadi akibat kelakuan manusia yang didorong oleh pandangan antroposentris. Pandangan antroposentris ini membuat manusia menghancurkan dan menghabiskan alam demi memenuhi kepentingan dan kebutuhannya, tanpa cukup memperhatikan kelestarian alam. Model perilaku yang eksploitatif dan destruktif ini diyakini berasal pada pandangan yang hanya mengutamakan kebutuhan manusia. Pandangan ini memunculkan sikap dan perilaku serakah yang membuat manusia mengambil semua yang dibutuhkan dari alam tanpa memikirkan kelestariannya, karena alam hanya dianggap ada untuk kepentingan manusia. Manusia merasa bebas melakukan apa saja terhadap alam sejauh itu tidak merugikan kepentingannya. Kepentingan manusia yang dimaksud di sini lebih bersifat jangka pendek. Itulah akar dari berbagai krisis lingkungan (Satmaidi, 2017).

2. Biosentrisme



Jika antroposentrisme mendorong manusia untuk menjaga lingkungan karena lingkungan dan alam semesta diperlukan untuk memenuhi kepentingan manusia, maka biosentrisme justru menolak pandangan antroposentrisme ini. Etika ini muncul sebagai tanggapan terhadap paradigma etika sebelumnya.

Dalam paradigma biosentrisme, kebenaran bahwa nilai hanya dimiliki oleh manusia dianggap tidak akurat. Alam, dengan sendirinya, memiliki nilai intrinsik yang tidak terkait dengan kepentingan manusia. Prinsip utama dari etika ini adalah pandangannya yang sentris terhadap biosfer, yang mengakui nilai dan signifikansi dari setiap bentuk kehidupan dan organisme di dalamnya. Pemahaman ini mencerminkan penghargaan yang mendalam terhadap berbagai entitas hidup dalam ekosistem. Setiap makhluk hidup memiliki nilai intrinsik yang harus dihargai dan dilindungi secara moral. Perlakuan etis terhadap alam harus dilakukan tanpa memperhitungkan apakah keberadaannya memberikan

manfaat langsung bagi manusia. Sebagai teori yang menempatkan kehidupan sebagai fokus utama, biosentrisme menegaskan bahwa setiap entitas hidup di planet ini memiliki nilai moral yang sama dan berhak atas perlindungan dan pemeliharaan. Etika ini berakar pada penghargaan terhadap kehidupan sebagai suatu yang mulia, baik itu kehidupan manusia maupun kehidupan lainnya. Karena nilai intrinsik yang dimiliki oleh kehidupan, upaya perlindungan menjadi sebuah keharusan. Oleh karena itu, diperlukan panduan etika yang mendorong perilaku manusia yang bertujuan untuk menjaga dan merawat kehidupan.

Biosentrisme menegaskan bahwa nilai moral manusia berasal dari nilai intrinsik kehidupan itu sendiri, yang berlaku bagi setiap wujud kehidupan di alam. Ini berarti bahwa setiap makhluk hidup, beserta unsur-unsur yang membentuk dasar kehidupan seperti tanah atau atmosfer, memiliki nilai moral yang harus diakui dan dihormati. Konsekuensinya, alam semesta dianggap sebagai sebuah komunitas moral di mana setiap kehidupan, manusia maupun non-manusia, sama-sama memiliki nilai moral yang berharga. Karena itu, keberadaan setiap entitas hidup harus diperhitungkan secara serius dalam setiap keputusan dan tindakan moral, bahkan jika tidak ada manfaat langsung yang diberikan bagi manusia. Ini menunjukkan perlunya memperluas lingkup etika dan moralitas untuk mencakup seluruh kehidupan di alam semesta, sehingga etika tidak lagi terbatas pada komunitas manusia tetapi mencakup seluruh komunitas biotik, termasuk manusia dan organisme hidup lainnya.

3. Ekosentrisme

Ekosentrisme merupakan sudut pandang yang memperluas cakupan etika untuk mempertimbangkan keseluruhan komunitas ekosistem. Ini adalah teori etika lingkungan yang menempatkan penekanan pada keseluruhan komunitas ekologi, termasuk semua unsur yang hidup maupun tidak hidup. Secara ekologis, semua makhluk hidup dan unsur-

unsur abiotik saling terkait satu sama lain. Dengan demikian, tanggung jawab moral tidak hanya terbatas pada makhluk hidup, tetapi juga melibatkan semua aspek ekologis.

Teori ini menghargai nilai intrinsik setiap makhluk dan menganggap manusia hanya sebagai bagian dari jaringan kehidupan. Ekosentrisme tidak menempatkan komponen-komponen alam dalam hierarki atau subordinasi, melainkan memandangnya sebagai kesatuan organis yang saling bergantung satu sama lain. Salah satu bentuk



etika ekosentrisme ini adalah etika lingkungan yang dikenal dengan nama *Deep Ecology*, yang pertama kali diperkenalkan oleh Arne Naess, seorang filsuf dari Norwegia, pada tahun 1973, kemudian dia dikenal sebagai tokoh dari sebuah gerakan moral lingkungan dengan nama *Deep Ecology*. Sampai saat sekarang gerakan ini telah mendapat pengaruh besar terhadap gerakan-gerakan moral lingkungan lainnya (Saraswati and Pinem, 2019).

Istilah "*deep ecology*" digunakan untuk menggambarkan pendekatan yang mengeksplorasi keterkaitan mendalam antara berbagai elemen alam semesta. Kata "deep" merujuk pada kedalaman pembahasan yang mencakup pertanyaan-pertanyaan mendasar seperti "siapakah aku?" yang sering dijumpai dalam filsafat dan agama. Dengan demikian, *deep ecology* merupakan ilmu yang berakar dari metode ilmiah dan mencakup bidang-bidang seperti ilmu lingkungan, biologi, fisika, astronomi, psikologi, sosiologi, dan lain-lain.

Deep ecology adalah filsafat ekologis yang mengakui nilai intrinsik dari semua bentuk kehidupan dan lingkungan alam, serta mendorong perubahan mendasar dalam struktur masyarakat untuk mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan. Filsafat ini menyoroti hubungan yang erat antara

semua bentuk kehidupan dan memperjuangkan pelestarian biodiversitas dan sistem ekologi alami. Spesialis ekologi mendalam meyakini bahwa tantangan lingkungan saat ini, seperti *climate change* dan kerusakan tempat tinggal, disebabkan oleh perspektif yang terbatas dan berpusat pada manusia yang mengutamakan keinginan manusia di atas kepentingan spesies lain dan keseluruhan lingkungan. Mereka menganjurkan perubahan menuju pandangan yang lebih holistik dan biosentris yang mengakui nilai intrinsik semua bentuk kehidupan dan ketersangkutan alam semesta (Ohoiwutun, 2020). *Deep ecology* dapat disebut sebagai kerangka etika lingkungan yang penting karena memanggil untuk menghormati alam dan mengakui hak-hak alam yang setara dengan hak-hak manusia. Aliran ini juga mengarahkan pada pentingnya mengembangkan empati terhadap alam dan memahami hubungan yang harmonis dengan alam melalui pemahaman yang lebih mendalam tentang keterkaitan alam (Sarah and Yuli A. Hambali, 2023).

Deep ecology memperhatikan tiga aspek utama, yaitu emosi, spiritualitas, dan tindakan. Dalam konteks *deep ecology*, spiritualitas menitikberatkan korelasi dengan entitas yang lebih tinggi dan alam semesta yang melampaui manusia. Spiritualitas menjadi sumber inspirasi yang kuat untuk membangun praktik berkelanjutan dalam menghadapi krisis lingkungan. Jika keyakinan, ide, ambisi, dan nilai-nilai diintegrasikan ke dalam cara berpikir dan bertindak manusia terhadap alam dan lingkungan, kita berbicara tentang *deep ecology*. Ketika manusia dipandang sebagai bagian integral dari alam, setiap tindakan memiliki dampak yang signifikan dan konsekuensi yang langsung dirasakan oleh manusia. Namun, situasinya berbeda jika manusia dianggap terpisah dari alam; dalam hal ini, ada kecenderungan untuk melakukan tindakan yang merusak alam, bahkan tanpa mempertimbangkan dampaknya bagi manusia itu sendiri. *Deep ecology* dapat dilihat sebagai pendekatan holistik yang menggabungkan pikiran, emosi, spiritualitas, dan tindakan. Hal ini membawa implikasi pada pemahaman yang lebih mendalam tentang kehidupan, dengan menganggap ekologi sebagai bagian tak terpisahkan dan penting dari kehidupan

manusia, bukan sesuatu yang terpisah atau di luar dirinya. (Nanlohy, 2018).

Terdapat 2 hal yang dapat dipahami dari Ekologi Mendalam yaitu :

1. Manusia dan keperluannya atau keinginannya bukanlah tolak ukur dari semua hal yang lainnya. Ekologi Mendalam mengarahkan pengamatan pada semua spesies, termasuk spesies non-manusia. Pemahaman ini juga tidak berfokus bagi keberkepentingan singkat, melainkan untuk tenggang waktu yang lama. Maka dari itu, prinsip-prinsip moral terkandung dalam Ekologi Mendalam seluruh kepentingan kelompok ekologis.
2. *Deep Ecology* didesain sebagai nilai praktis. Artinya, asas-asas moral etika lingkungan harus diimplementasikan dalam tindakan nyata dan konkret. Nilai baru ini melibatkan suatu aksi yang jauh lebih mendalam dan menyeluruh daripada asalnya seperti sesuatu yang sangat fungsional dan ekspansionis. Ekologi mendalam adalah tindakan konkret yang dilandaskan pada transformasi cara pandang secara revolusioner, yaitu perubahan paradigma, nilai, dan perilaku atau gaya hidup.

Menurut situs <https://catchitecture.wordpress.com/2016/04/04/teoriekosentrisme/> (diakses pada bulan Juni 2024), sikap *Deep Ecology* terhadap beberapa isu lingkungan adalah sebagai berikut :

1. **Isu pencemaran** : *Deep Ecology* fokus mengatasi akar penyebab pencemaran, bukan hanya dampak superfisial dan jangka pendeknya.
2. **Isu sumber daya alam** : Alam dan kekayaannya tidak dilihat hanya dari segi nilai dan fungsi ekonomis, tetapi juga nilai sosial, budaya, spiritual, religius, medis, dan biologis.
3. **Isu jumlah penduduk** : Pengurangan penduduk menjadi prioritas utama.
4. **Isu keberagaman budaya dan teknologi tepat guna** : *Deep Ecology* berusaha melindungi keberagaman budaya dari invasi masyarakat industri maju, karena keberagaman

budaya berkaitan dengan kekayaan bentuk-bentuk kehidupan.

5. **Pendidikan dan Penelitian Ilmiah** : Prioritas diberikan pada "ilmu-ilmu lunak" seperti pengetahuan budaya, filsafat, etika, dan kearifan tradisional, dibandingkan dengan "ilmu-ilmu keras".

Deep ecology dipandang sebagai kerangka etika lingkungan" yang bernilai. Hal tersebut karena dapat mendorong perlakuan yang hormat terhadap alam dan menghormati hak-hak alam serta hak asasi manusia. Pendekatan ini juga menyoroti *urgency* meningkatkan empati terhadap alam dan memahami interaksi alam, serta membangun hubungan yang lebih seimbang dengan alam melalui pemahaman yang lebih dalam tentang saling ketergantungan alam. Filsafat *deep ecology* menekankan urgensi untuk menghargai keragaman hayati dan memperlakukan alam dengan penuh empati, serta memahami hubungan yang saling memengaruhi antara alam dan keberlangsungan hidup manusia. Perspektif ekosentrisme yang diusung oleh para filsuf menyoroti pentingnya memperlakukan alam dan lingkungan sebagai entitas yang memiliki hak dan kepentingan yang sama dengan manusia. Paham ini mendorong untuk memahami bahwa korelasi antara human dan *nature* saling terkait dan saling mendukung, serta mengajak untuk mengembangkan sikap empati terhadap alam dan menghargai keragaman hayati dengan memberikan perlakuan yang penuh hormat terhadap alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfan, M. (2011). *Filsafat Etika Islam*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Anonim. (2008). *Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah*. Jakarta.
- Borrong, R. P. (1998). *Etika Lingkungan Hidup dan Perspektif Kristen*. Bandung: Yayasan Pengembangan Pelayanan Kristen.
- Chandra, B. (2007). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Chang, W. (2015). *Moral Spesial*. Yogyakarta: Kanisius.
- Chrismawati, M. (2022). Perilaku Buang Sampah dan Kesehatan Masyarakat pada Kawasan Pesisir Desa Pengembangan. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 261-271.
- Damanik, E. (2018). *Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Jawa Timur: Uwais Inspirasi Indonesia.
- Depdikbud. (2002). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Dinas Perumahan, K. P. (2019, Juli 11). *Dampak Lingkungan Kotor dan Polusi Sampah*. Retrieved from <https://disperkimta.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/dampak-lingkungan-kotor-dan-polusi-sampah-32>
- Fauzi, A. (2006). *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Jakarta: Gramedia.
- K.Bertenz. (2007). *Etika*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Kehutanan, K. L. (2024, Januari 18). Retrieved from <https://ppid.menlhk.go.id/berita/siaran-pers/7594/pengendalian-deforestasi-dan-karhutla-di-indonesia>.
- KemenLH. (1990). *Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990. Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya*.
- Keraf, A. S. (2010). *Etika Lingkungan Hidup*. Jakarta: Kompas.
- Keraf, S. (2014). *Filsafat Lingkungan Hidup*. Yogyakarta: PT Kanisius.
- Kristanto. (2013). Yogyakarta.
- Livia Novaradiska, d. (n.d.). Apa itu Sampah? pp. <https://binus.ac.id/bandung/2021/07/apa-itu-sampah/>.

- M.Sallata. (2015). Konservasi Dan Pengelolaan Sumber Daya Air Berdasarkan Keberadaannya Sebagai Sumber Daya Alam M. Kudeng Sallata *. *Info Teknis E-Boni*, 75-86.
- M.Suparmoko. (1995). *Sumber Daya Alam & Lingkungan*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Studi Ekonomi Universitas Gadjah Mada.
- MenLH. (2009). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- NANLOHY, D.F. (2018) 'Manusia Dan Kepedulian Ekologis', *KENOSIS: Jurnal Kajian Teologi*, 2(1), pp. 36–55. Available at: <https://doi.org/10.37196/kenosis.v2i1.32>.
- Notoatmodjo. (2007). *Kesehatan Masyarakat ; Ilmu dan Seni*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nugroho, P. (2013). *Panduan Membuat Kompos Cair*. Jakarta: Pustaka Baru Press.
- Ohoiwutun, B. (2020) 'Posisi dan Peran Manusia Dalam Alam Menurut Deep Ecology Arne Naess (Tanggapan atas Kritik Al Gore', p. 2.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia*. (2012). Jakarta.
- PUPR, P. (2013). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 03/PRT/M/2013 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*. Jakarta: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/144707/permen-pupr-no-03prtm2013-tahun-2013>.
- Sarah, S. and Yuli A. Hambali, R. (2023) 'Ekofilosofi "Deep Ecology" Pandangan Ekosentrisme terhadap Etika Deep Ecology', *Gunung Djati Conference Series*, 19, pp. 754–761.
- Saraswati, T. and Pinem, F.A. br. (2019) 'Penerapan Etika Ekosentrisme Pada Desa Adat Ragi Hotang Meat Di Kabupaten Toba Samosir, Sumatera Utara', *Jurnal Arsitektur KOMPOSISI*, 12(2), p. 153. Available at: <https://doi.org/10.24002/jars.v12i2.2068>.
- Satmaidi, E. (2017) 'Konsep Deep Ecology Dalam Pengaturan Hukum Lingkungan', *Supremasi Hukum: Jurnal Penelitian*

- Hukum*, 24(2), pp. 192–105. Available at: <https://doi.org/10.33369/jsh.24.2.192-105>.
- S.Rahman, M. (2021). Hubungan Pengetahuan Dan Sikap Cleaning Service Terhadap Tindakan Pengelolaan Sampah Di Wilayah Perkantoran Provinsi Sulawesi Barat. *Ikesma*, 66.
- Saleh, M. (2014). Partisipasi Perempuan Dalam Pengelolaan. *Jurnal Musawa IAIN Palu*, 236-259.
- Surahma Asti Mulasari, S. (2014). KEBERADAAN TPS LEGAL DAN TPS ILEGAL. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 122-130.
- Surtani. (2016). Peran Serta Masyarakat dalam Pemanfaatan Sumber Daya Alam Secara Efektif dan Efisien. *Seminar Nasional Geografi: Kecerdasan Spasial dalam Pembelajaran dan Perencanaan Pembangunan*. Padang.
- Suyatman, U. (2018). Teologi Lingkungan dalam Kearifan Lokal Masyarakat Sunda. *Jurnal al-Tsaqafa Volume* 15, 77-88.
- William, C. (2015). *Moral Spesial*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ya'kub, H. (1993). *Etika Islam*. Bandung: CV Diponegoro.

BAB 8

PEMBANGUNAN BERWAWASAN LINGKUNGAN

Oleh Siti Azizah

8.1 Pengertian dan Konsep Dasar

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup, Pembangunan berwawasan lingkungan adalah upaya sadar dan berencana menggunakan dan mengelola sumber daya secara bijaksana dalam pembangunan yang berkesinambungan untuk meningkatkan mutu hidup (*Undang Undang Republik Indonesia No. 4 Tahun 1982., 1982*). Selanjutnya Pembangunan Berwawasan Lingkungan ini kemudian disebut dengan Pembangunan Berkelanjutan. Tujuannya adalah memperbaiki kesejahteraan penduduk, melestarikan Sumber Daya Alam (SDA) yang tersedia sekaligus menjaga keberlanjutan lingkungan. Pembangunan berkelanjutan terdiri dari tiga kaidah yang saling berhubungan, yaitu pembangunan ekonomi, pembangunan sosial, dan pelestarian lingkungan hidup. Pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan (PBBL) diturunkan dalam dokumen konstruksi Indonesia 2030 yang berisi bahwa Indonesia menjamin orientasi untuk menjaga dari kerusakan lingkungan sebaliknya menjadi pelopor perbaikan dan peningkatan kualitas lingkungan (Prianto, 2010).

Keberlanjutan merangkum upaya untuk memenuhi keseluruhan tantangan yang disajikan oleh lingkungan dan pembangunan. Awalnya, pada 1950-an, keberlanjutan menggambarkan berkembangnya isu tentang beberapa spesies biologis — seperti ikan, burung, atau pohon — yang makin berkurang populasinya atau bahkan punah melalui aktivitas manusia, dimana kasus penangkapan ikan yang berlebihan

dapat menjadi sebuah contoh yang cukup mewakili kondisi tersebut. Kemudian isu keberlanjutan meluas dengan menggambarkan seluruh ekosistem — misalnya, hutan dengan banyak spesies tumbuhan dan hewan yang saling bergantung — dalam kondisi yang sama. Konservasi dan keanekaragaman hayati secara langsung terkait dengan gagasan keberlanjutan ini. Pada awal dikenalnya keberlanjutan, isu ini selalu mengacu pada keberlanjutan suatu hal, baik itu ikan tertentu atau hutan hujan tropis. Penggunaan selanjutnya kemudian meluas ke seperangkat 'kemampuan mempertahankan' yang lebih umum: keberlanjutan mata pencaharian masyarakat, cara hidup masyarakat (atau budaya), kebijakan ekonomi pemerintah, sistem internasional untuk mengelola perdagangan dunia, dan sebagainya (Wilson, 2009).

Jika dikaitkan dengan pembangunan, disebutkan bahwa pembangunan berkelanjutan adalah proses di mana manusia di suatu negara dapat memenuhi kebutuhan mereka sendiri dan meningkatkan tingkat kehidupan mereka tanpa menggunakan sumber daya yang dimiliki generasi mendatang dan menghabiskan kekayaan sumber daya alam simpanan masa depan untuk memenuhi tuntutan mendesak mereka. Selanjutnya Zahedi (2019) menjelaskan bahwa pembangunan berkelanjutan didasarkan pada filosofi keberlanjutan. Keberlanjutan mengacu pada kemampuan sistem yang tidak terbatas agar dapat berfungsi di masa depan. Keberlanjutan adalah sebuah situasi di mana walaupun kebutuhan dan keinginan manusia tidak berkurang seiring waktu, tetapi sumber daya yang dibutuhkan oleh sistem manusia, spesies biologis lain dan ekosistem dalam melakukan aktivitas mereka tetap terjaga dan tidak makin lemah. Pembangunan berkelanjutan juga merupakan serangkaian tindakan yang didorong oleh filosofi keberlanjutan. Dalam jenis pembangunan ini, strategi, kebijakan, program dan kegiatan secara teratur ditinjau, dipantau, dan direvisi sesuai dengan prinsip-prinsip keberlanjutan. Pengamanan ini dilakukan secara bijak dan penuh kesadaran akan pentingnya masyarakat dan untuk tujuan melindungi sumber daya alam. Selain itu, berdasarkan temuan yang diperoleh selama ini, segala keputusan harus dibuat agar

konsekuensi positifnya lebih besar daripada konsekuensi negatifnya. Dalam pembangunan berkelanjutan, sistem perlindungan kehidupan manusia dan organisme serta ekosistem lainnya wajib dilindungi dan didukung eksistensinya. Keseimbangan antara sayarat Pembangunan dan norma-norma lingkungan harus dipertahankan.

Menurut Enders & Remig (2015) pendekatan interdisipliner dan transdisipliner dalam Pembangunan berkelanjutan memerlukan jembatan yang simultan antar berbagai disiplin ilmu, tapi tetap mempertahankan sebagai topik penelitian. Hal ini membutuhkan kerja sama antara ilmuwan dan aktor sosial lainnya. Karena sifat masalah tersebut juga disebabkan oleh kurangnya tata kelola dan tindakan kolektif, maka diperlukan pula jembatan antara ilmu alam dan ilmu sosial. Pembangunan berkelanjutan sebagai topik lintas sektoral sangat dibutuhkan.

8.2 Pembangunan dan Lingkungan Hidup

Gagasan 'pembangunan berkelanjutan' telah mendominasi pemikiran tentang isu-isu lingkungan dan pembangunan sejak majadi topik utama dari Laporan Brundtland 1987. Definisi yang sangat berpengaruh dari Laporan Brundtland tentang istilah ini adalah: **Pembangunan berkelanjutan** adalah pembangunan yang memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Pembangunan berkelanjutan berisi dua konsep kunci: (1) konsep kebutuhan, khususnya kebutuhan esensial dari masyarakat yang masuk dalam kategori miskin, yang harus diberikan prioritas utama, dan (2) konsep pembatasan, yang dipaksakan oleh keadaan teknologi dan organisasi sosial pada kemampuan lingkungan untuk memenuhi kebutuhan sekarang dan masa depan (Mishra, 2020).

Pertumbuhan ekonomi yang luar biasa dalam beberapa dekade terakhir juga telah membawa beberapa masalah lingkungan. Masalah lingkungan yang lebih akut ditemukan di negara-negara berkembang yang sedang bangkit. Meskipun

kemakmuran ekonomi telah berkontribusi untuk memberantas kemiskinan dan meningkatkan kehidupan sosial, pembangunan yang tidak berkelanjutan sering kali merusak lingkungan dan menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati dan ekosistem. Pada awal kondisi ini terjadi, seharusnya banyak negara yang lebih memperhatikan kelestarian lingkungan. Namun kabar baiknya, saat ini dunia telah memberikan respons untuk melindungi lingkungan, keanekaragaman hayati, dan ekosistemnya. Banyak pemerintah telah mengeluarkan undang-undang, kebijakan, dan peraturan domestik dari waktu ke waktu untuk meningkatkan kualitas lingkungan dan melestarikan serta melestarikan ekosistem di bawah Tujuan Pembangunan Berkelanjutan PBB/*Sustainable Development Goals* (SDGs) Agenda 2030. Agenda PBB 2030 untuk Pembangunan Berkelanjutan tidak hanya meningkatkan kehidupan umat manusia tetapi juga melindungi bumi (Ziaul & Shuwei, 2023).

Pada kenyataannya, pada saat ini meskipun terjadi perubahan dalam tata kelola lingkungan dan pemahaman yang lebih baik tentang hubungan antara lingkungan dan pembangunan, namun kemajuan yang nyata menuju pembangunan berkelanjutan tetap berjalan lambat. Banyak negara yang membuat kebijakan yang berkaitan dengan masalah lingkungan, ekonomi dan sosial sebagai isu Tunggal yang tidak saling terkait. Banyak kegagalan dalam menghubungkan lingkungan dan pembangunan dalam pengambilan keputusan. Akibatnya, strategi pembangunan sering mengabaikan kebutuhan untuk mempertahankan fungsi ekosistem yang menjadi sandaran tujuan pembangunan jangka panjang (Martino & Zommers, 2007).

Penting untuk dipahami bahwa komponen penting dari keberlanjutan adalah modal yang diambil bersumber dari alam — yaitu sumber daya alam dan fasilitas dari alam yang membuat manusia dan bentuk kehidupan lainnya bisa tetap hidup dan dapat mendukung ekonomi manusia. Komponen kedua dari keberlanjutan adalah ini disebabkan akibat banyaknya aktivitas manusia yang dapat menurunkan ketersediaan modal yang berasal dari alam karena menggunakan sumber daya yang biasanya terbarukan

membutuhkan waktu yang lebih singkat dibandingkan waktu yang diperlukan oleh alam untuk memperbaruinya. Hal tersebut kemudian mengarah pada komponen ketiga keberlanjutan. Para ilmuwan tentang lingkungan selama ini terus mencari solusi untuk masalah degradasi modal yang didapatkan alam. Namun, pekerjaan mereka seringkali hanya terbatas pada menemukan solusi ilmiah; oleh karena itu pertumbuhan ekonomi harus dibatasi untuk memastikan bahwa biaya ekologis tidak mengancam keberlanjutan jangka panjang ekologi itu sendiri (Mishra, 2020).

Tabel 8.1. menunjukkan keterkaitan antara tujuan pembangunan milenial dengan aspek lingkungan yang di[ilih sebagai isu strategis.

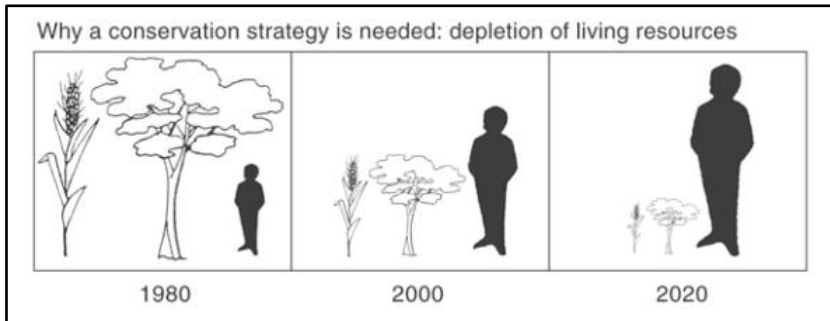
Tabel 8.1. Keterkaitan antara Lingkungan dengan *Millennium Development Goals*

<i>Millennium Development Goal</i>	Pranala lingkungan yang dipilih
Memberantas kemiskinan dan kelaparan ekstrem	Strategi mata pencaharian dan ketahanan pangan masyarakat miskin sering bergantung langsung pada ekosistem dan keragaman barang dan jasa ekologis yang mereka berikan. Modal alam menyumbang 26 persen dari kekayaan negara-negara berpenghasilan rendah. Perubahan iklim mempengaruhi produktivitas pertanian. Ozon di permukaan tanah merusak tanaman.
Mencapai pendidikan dasar secara universal	Udara yang lebih bersih akan mengurangi penyakit anak-anak akibat paparan polutan udara berbahaya. Sehingga mereka tidak mudah absen dari sekolah.
Meningkatkan kesetaraan	Polusi udara di dalam dan luar

Millennium Development Goal	Pranala lingkungan yang dipilih
gender, dan memberdayakan Perempuan	ruangan bertanggung jawab atas lebih dari 2 juta kematian dini setiap tahunnya. Perempuan miskin sangat rentan terhadap infeksi pernapasan, karena mereka memiliki tingkat paparan polusi udara dalam ruangan yang tinggi. Perempuan dan anak perempuan menanggung beban mengumpulkan air dan kayu bakar, tugas-tugas yang dipersulit oleh degradasi lingkungan, seperti kontaminasi air dan deforestasi.
Mengurangi angka kematian anak	Infeksi saluran pernapasan akut adalah penyebab utama kematian pada anak-anak. Pneumonia membunuh lebih banyak anak di bawah usia 5 tahun daripada penyakit lainnya. Faktor lingkungan seperti polusi udara dalam ruangan dapat meningkatkan kerentanan anak-anak terhadap pneumonia.
Meningkatkan kesehatan ibu	Polusi udara dalam ruangan dan membawa beban berat air dan kayu bakar berdampak buruk bagi kesehatan wanita, dan dapat membuat wanita kurang fit untuk melahirkan dan berisiko lebih besar mengalami komplikasi selama kehamilan. Penyediaan air bersih

Millennium Development Goal	Pranala lingkungan yang dipilih
	mengurangi kejadian penyakit yang merusak kesehatan ibu dan berkontribusi pada kematian ibu.
Memerangi penyakit	Langkah-langkah kesehatan lingkungan preventif adalah penting dan kadang-kadang lebih menghemat biaya daripada perawatan kesehatan. Obat-obatan baru yang berasal dari keanekaragaman hayati lebih menjanjikan untuk memerangi penyakit.
Memastikan lingkungan yang berkelanjutan	Tren degradasi lingkungan saat ini harus diubah untuk mempertahankan kesehatan dan produktivitas ekosistem dunia.
Mengembangkan kemitraan global untuk pembangunan	Negara-negara dan wilayah miskin dipaksa untuk mengeksploitasi sumber daya alam mereka untuk menghasilkan pendapatan dan melakukan pembayaran utang yang besar. Praktik globalisasi yang tidak adil mengekspor efek sampingnya yang berbahaya ke negara-negara yang seringkali tidak memiliki rezim pemerintahan yang efektif.

Sumber: Martino & Zommers (2007)



Gambar 8.1. Mengapa Strategi Konservasi dibutuhkan:
menipisnya sumber daya hayati
(Sumber : Adams, 2009)

Gambar diatas mengilustrasikan menipisnya sumber daya hayati, seperti yang digambarkan oleh Strategi Konservasi Dunia (setelah IUCN 1980). Tingkat relatif degradasi lahan subur ditunjukkan oleh simbol tangkai gandum, pengurangan hutan tropis produktif yang tidak ditebang ditunjukkan oleh simbol pohon, dan pertumbuhan populasi global ditunjukkan oleh sosok manusia.

8.3 Prinsip Pembangunan Berwawasan Lingkungan

World Commission on Environment and Development (WCED) dalam Katsoulakos et al. (2016) mengidentifikasi beberapa cara praktis untuk mengatasi masalah lingkungan dan pembangunan di seluruh dunia. Secara khusus dikatakan bahwa cara tersebut harus: (a). mempertimbangkan kembali isu-isu lingkungan dan pembangunan yang kritis dan untuk merumuskan proposal yang realistis, (b). mengusulkan bentuk-bentuk baru kerjasama internasional pada isu-isu yang akan mempengaruhi kebijakan dan tindakan terhadap perubahan yang diperlukan, dan (c). meningkatkan tingkat pemahaman dan komitmen sehingga individu, organisasi non profit, lembaga bisnis, yayasan, dan pemerintah dapat bertindak lebih intensif. Dengan demikian, WCED akan mendukung pendekatan untuk pembangunan yang akan mempertimbangkan hubungan antara masalah ekologi, ekonomi, sosial, dan teknologi. Pendekatan ini

disebut "pembangunan berkelanjutan," yang didefinisikan sebagai jenis pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Menurut definisi ini, pembangunan berkelanjutan menjanjikan pertumbuhan ekonomi (dalam arti tradisional peningkatan pendapatan per kapita), pengurangan kemiskinan dan kesenjangan sosial dan tetapi tidak menghabiskan sumber daya alam. Dengan kata lain, meningkatkan kemakmuran rakyat tidak boleh mengorbankan kesejahteraan generasi mendatang.

Pembangunan berwawasan lingkungan kemudian menghasilkan sebuah konsep *Green Economy*. Voumik (2014) menjelaskan bahwa konsep *Green Economy* atau Ekonomi hijau adalah salah satu yang menghasilkan peningkatan kesejahteraan manusia dan keadilan sosial, sementara juga secara signifikan mengurangi risiko lingkungan dan kelangkaan ekologis. Ekonomi hijau adalah model ekonomi atau pembangunan ekonomi dengan pembangunan berkelanjutan dan pengetahuan tentang ekonomi ekologis. Saat ini Ekonomi Hijau dunia dapat dianggap sebagai visi pengganti pertumbuhan dan perkembangan; salah satu yang dapat menghasilkan pertumbuhan dan peningkatan dalam kehidupan masyarakat dengan cara yang dapat diandalkan dengan pembangunan berkelanjutan. Prinsip Ekonomi Hijau mendukung *triple bottom line*: mempertahankan dan memajukan kesejahteraan ekonomi, lingkungan dan sosial. Ekonomi Hijau adalah ekonomi di mana hubungan vital antara ekonomi, masyarakat, dan lingkungan sangat diperhitungkan dan di mana transformasi proses produksi, pola produksi dan konsumsi juga berkontribusi pada pengurangan per unit dalam pengurangan limbah, polusi, dan penggunaan sumber daya, bahan, dan energi, limbah, dan emisi polusi yang akan merevitalisasi dan mendiversifikasi ekonomi, menciptakan kesempatan kerja yang layak, mempromosikan perdagangan berkelanjutan, mengurangi kemiskinan, dan meningkatkan pemerataan dan distribusi pendapatan.

8.4 Tantangan dan Strategi

Berdasarkan sifatnya, kejahatan terhadap lingkungan umumnya dibagi menjadi dua kategori: (a) Kejahatan terhadap makhluk hidup di lingkungan manusia yang mencakup semua spesies tumbuhan dan hewan, (b) Kejahatan terhadap unsur-unsur benda mati dari lingkungan termasuk cuaca, tanah, mangsa, dan polusi kimia. Pentingnya dan hak-hak lingkungan telah dinyatakan dalam prinsip ke-50 hukum tata negara. Karena masalah lingkungan mencakup kasus *ultra-sectional*, maka semua anggota masyarakat, terutama organisasi dan lembaga harus berusaha melestarikan lingkungan semampu mungkin dan tidak melakukan kerusakan yang disebabkan oleh kegiatan mereka. Globalisasi juga merupakan isu yang penting untuk diprioritaskan. Proses globalisasi modal dan manfaat sosial ekonomi yang disebut "Globalisasi" akibat kurangnya aturan yang penting untuk mengkompensasi kerusakan akan menyebabkan meningkatnya kesenjangan budaya, ekonomi, sosial, dan politik antara negara maju dan negara berkembang. Proses globalisasi dalam kondisi struktural yang berbeda dimana dihasilkan oleh kesenjangan industri tidak hanya meningkatkan kesenjangan sosial dan mengintensifkan kesenjangan kemiskinan massal baik di tingkat lokal maupun internasional, tetapi juga memperburuk tantangan lingkungan dan krisis di dalam masyarakat dan di luar masyarakat, khususnya di negara-negara yang berdekatan dari sistem dunia (Valadbigi & Ghobadi, 2010).

Selain globalisasi, tantangan pembangunan keberlanjutan juga telah diungkap oleh Conable (1989), yaitu *Global Warming*. Gas yang dapat bertahan lama yang dihasilkan oleh industri dan pertanian sehingga memerangkap beberapa panas radiasi yang dipancarkan bumi setelah menerima energi dari matahari. Proses pemanasan ini mirip dengan cara di mana selungkup kaca "rumah kaca" yang dibangun untuk perangkap panas tanaman hortikultura dan dikenal sebagai "efek rumah kaca." Demikian pula, gas yang memerangkap panas secara luas digambarkan sebagai "gas rumah kaca." Sejak masa revolusi industri, para ilmuwan telah mengkhawatirkan bahwa

meningkatkan emisi gas rumah kaca akan menyebabkan iklim bumi menjadi tidak normal. Selanjutnya tantangan dari pertumbuhan populasi manusia. Pertumbuhan penduduk akan semakin memperparah masalah lingkungan perkotaan dan perdesaan. Di daerah perkotaan, polusi air dan udara, sanitasi dan pembuangan limbah lebih kritis. Kebutuhan perkotaan dan perdesaan terhadap pangan yang jumlahnya meningkat akan menyebabkan penciptaan dan eksploitasi terhadap lahan pertanian di daerah perdesaan lebih banyak lagi.

Jayachandran (2022) menyatakan beberapa kegiatan pembangunan dalam bidang ekonomi yang secara nyata mempengaruhi isu keberlanjutan lingkungan, diantaranya:

Pertama, penggunaan energi listrik dari sumber daya yang tidak bisa diperbaharui, misalnya kayu bakar dan minyak bumi. *Kedua*, pergeseran gaya konsumsi ketika orang menjadi lebih mampu secara ekonomi yang meningkatkan porsi daging dan susu sebagai bagian dari diet mereka. Transisi ini memiliki konsekuensi negative terhadap lingkungan karena makanan hewani membutuhkan lahan yang lebih intensif daripada makanan yang berasal dari biji-bijian, buah-buahan, dan sayuran. Konsumsi makanan intensif lahan seperti daging sapi dan susu menyebabkan banyaknya hutan dialihfungsikan untuk peternakan sapi. *Ketiga*, rendahnya kepedulian masyarakat ekonomi di level yang rendah terhadap keberlanjutan lingkungan. Menurut penelitian kepedulian lingkungan lebih tinggi di negara-negara dengan PDB per kapita yang lebih tinggi dan dalam negara yang berpenghasilan tinggi dimana biasanya terdapat lebih banyak individu berpenghasilan tinggi dan lebih berpendidikan sehingga lebih peduli terhadap lingkungan. *Keempat*, implikasi lain dari meningkatnya pendapatan adalah bahwa orang akan memiliki modal untuk melakukan investasi yang menguntungkan. Pada prinsipnya, kemiskinan tidak perlu menjadi penghalang untuk investasi – orang dapat mengambil pinjaman dan membayarnya kembali dengan keuntungan investasi. Namun, akses ke kredit, yang merupakan sebab dan akibat dari pertumbuhan ekonomi, jauh lebih terbatas di negara-negara berpenghasilan rendah. Sumber peningkatan likuiditas baik dari pendapatan sendiri maupun pasar keuangan,

menyebabkan investasi yang dapat memiliki implikasi lingkungan, bisa jadi baik dan/atau buruk. *Kelima*, hak properti yang aman dan tercatat dengan baik, merupakan hal yang jarang ditemui di negara-negara berkembang. Di negara yang sudah maju, hal ini dapat meningkatkan investasi jangka panjang pada lahan karena beberapa alasan: (a). pengembalian yang diharapkan dari investasi di lahan sewa lebih tinggi jika risiko pengambilalihan lahan lebih rendah; Risiko pengambilalihan memperpendek waktu efektif penggunaan lahan, (b). memiliki properti secara formal memungkinkan seseorang untuk menggunakannya sebagai jaminan, yang membantu menurunkan biaya pinjaman, (c). jika properti dapat dijual kepada seseorang yang dapat menggunakannya dengan lebih produktif, maka hal ini akan lebih menarik bagi pemilik yang tidak dapat berinvestasi secara menguntungkan. Namun kebalikannya di negara-negara berkembang, yang sering ditemui adalah pemilik lahan di hutan akan banyak menebang pohon, menjual kayunya atau bisa juga menjual lahannya di hutan kepada pihak lain.

Strategi pengarusutamaan perlindungan lingkungan dan pengelolaan sumber daya alam berkelanjutan lebih lanjut dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut (Federal Ministry for European and International Affairs, 2009):

1. ***Bilateral cooperation***, yaitu dalam kerja sama bilateral yang erat dengan negara-negara mitra untuk memajukan pengarusutamaan masalah lingkungan dan pembangunan berkelanjutan. Hal ini bisa dilakukan dengan *policy dialogue*, *budget support and programme finance*, dan *supporting local development*.
2. ***Multilateral cooperation***, poin intervensi yang berguna untuk menerapkan dan mendukung tujuan strategis yang merupakan keterlibatan aktif dalam platform dan konvensi internasional serta untuk desain dan penyelarasan kebijakan. Hal ini juga membantu meningkatkan koherensi di tingkat internasional sekaligus di level regional dan nasional sekaligus menumbuhkan kesadaran akan dimensi pembangunan kebijakan lingkungan.

3. **Kemitraan dengan masyarakat sipil dan organisasi sektor swasta.** Pembangunan yang adil dan berkelanjutan di tingkat global hanya dapat dicapai jika semua kekuatan sosial bekerja sama. Oleh karena itu, LSM dan sektor swasta merupakan mitra penting dalam kerja sama pembangunan. Semua *stakeholders* pada dasarnya menghadapi tantangan untuk mengintegrasikan kelestarian lingkungan secara menyeluruh dalam kegiatan kebijakan pembangunan mereka, mulai dari desain instrumen hingga investasi, proyek atau program hingga implementasi dan evaluasi.
4. **Bantuan kemanusiaan.** Bencana ekologis seperti banjir, angin topan atau kekeringan semakin meningkat. Konflik atas akses dan penggunaan sumber daya alam meningkat. Sebaliknya, kerusakan politik dan permusuhan juga menghancurkan lingkungan. Krisis kemanusiaan memiliki penyebab yang sangat kompleks, biasanya meyangkut komponen politik yang jelas. Beberapa hal yang harus dilakukan adalah: (a) Memastikan bahwa langkah-langkah bantuan tidak merusak sumber daya alam yang vital dan dengan hati-hati memperhitungkan kelestarian lingkungan dari semua intervensi dalam bantuan kemanusiaan dan memanfaatkan peluang untuk memulai perbaikan lingkungan jangka panjang, (b) Mempertimbangkan latar belakang dan penyebab masalah lingkungan sebagai cara untuk berkontribusi dalam mengurangi krisis kemanusiaan dan melakukan investasi yang efektif dalam pencegahan bencana.
5. **Pendidikan tentang Pembangunan mulai dari Tingkat keluarga.** Pendidikan untuk menumbuhkan sikap kosmopolitan berdasarkan apresiasi terhadap masalah eksistensial umat manusia merupakan perhatian utama dari pendidikan politik. Pendidikan pembangunan harus mengkomunikasikan pengetahuan tentang dunia, menunjukkan interkoneksi global dan menanamkan perilaku yang bertanggung jawab, sebagai bagian dari pendidikan pembangunan berkelanjutan. Faktor utama dalam bidang lingkungan adalah wawasan yang lebih luas tentang interkoneksi dari hal-hal tersebut, dimana setiap

orang dapat mengambil langkah-langkah dalam jalan hidup mereka sendiri dengan mempertimbangkan kepentingan lingkungan dan pembangunan global.

6. **Pengembangan kelembagaan.** Langkah-langkah berikut yang dapat dilakukan: (a) Melakukan pelatihan khusus untuk personil yang terlibat dalam kebijakan, program dan pengembangan proyek dengan tujuan membuat mereka memahami relevansi isu-isu lingkungan; (b) Menyediakan informasi dan alat praktis untuk memfasilitasi integrasi perlindungan lingkungan di bidang pekerjaan masing-masing; dan (c) Menyediakan atau meningkatkan proses untuk jaminan kualitas lingkungan dalam kebijakan, program, dan manajemen proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, W. M. (2009). Green Development: Environment and Sustainability in a Developing World. In *Routledge* (3rd ed.). Routledge: New York.
<https://doi.org/10.12778/235108618x15452373186137>
- Conable, B. B. (1989). Development and the environment: A Global Balance. In *Finance & Development I*.
<https://doi.org/10.3362/0262-8104.1993.006>
- Enders, J. C., & Remig, M. (2015). Theories of sustainable development. In J. C. Enders & M. Remig (Eds.), *Theories of Sustainable Development* (1st ed.). Routledge: New York. <https://doi.org/10.4324/9781315757926>
- Federal Ministry for European and International Affairs. (2009). *Strategic Guideline on Environment & Development in Austrian Development Policy*. Federal Ministry for European and International Affairs Directorate-General for Development Cooperation. www.entwicklung.at
- Jayachandran, S. (2022). How Economic Development Influences the Environment. *Annual Review of Economics*, 14, 229–252. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-082321-123803>
- Katsoulakos, N. M., Mithos, L.-M. N., Doulos, I. G., & Kotsios, V. S. (2016). Environment and development. In S. G. Pouloupoulos & V. J. Inglezakis (Eds.), *Elsevier*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1080/10225706.2018.1534324>
- Martino, D., & Zommers, Z. (2007). Chapter 1 Environment for Development A Section. *Global Environment Outlook: Environment for Development, GEO4*, 3–36. http://www.unep.org/geo/geo4/report/01_Environment_for_Development.pdf
- Mishra, M. K. (2020). Sustainable Development: Linking economy and environment In the Era of Globalization. *Journal of Planning & Environment Law*, September, 580–584.
<https://hdl.handle.net/10419/215793%0AStandard->

Nutzungsbedingungen:

- Prianto, K. (2010). *Berkelanjutan (Studi Pembangunan Masjid Kampus Ii Fip Universitas Negeri Malang)*. 2, 8–15.
- Undang Undang Republik Indonesia No. 4 Tahun 1982. (Vol. 1982). (1982).
- Valadbigi, A., & Ghobadi, S. (2010). Sustainable development and environmental challenges. *European Journal of Social Sciences*, 13(4), 542–548.
- Voumik, L. C. (2014). A Green Economy in the Context of Sustainable Development and Poverty Eradication: What are the Implications for Bangladesh? *Journal of Economics and Sustainable Development*, 5(3), 119–131.
- Wilson, G. (2009). Making the connections between environment, development, and sustainability. *Theory and Research in Education*, 6(2), 193–206. <http://ukcatalogue.oup.com/product/9780199560646.d>
o
- Zahedi, S. (2019). Sustainable Development Theory: A Critical Perspective and an Integrative Model. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 10(21), 43–52. <https://doi.org/10.7176/jesd/10-21-05>
- Ziaul, I. M., & Shuwei, W. (2023). Environmental Sustainability: A Major Component of Sustainable Development. *International Journal of Environmental, Sustainability, and Social Science*, 4(2), 620–627. <https://doi.org/10.38142/ijesss.v4i2.296>

BAB 9

ANALISA MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN

Oleh Supriadi

9.1 Pendahuluan

Lingkungan hidup mencakup berbagai aspek terkait kondisi alam, manusia, hewan, dan tumbuhan di suatu wilayah. Berikut beberapa poin yang bisa membantu memberikan gambaran tentang lingkungan hidup (Dewata and Danhas, 2023) (Arif Setiajaya *et al.*, 2023):

1. **Kualitas Udara:** Memperhatikan tingkat polusi udara, kadar gas rumah kaca, dan tingkat kebersihan udara yang mempengaruhi kesehatan manusia dan ekosistem
2. **Kualitas Air:** Meliputi ketersediaan air bersih, tingkat polusi air dari limbah industri, pertanian, dan perkotaan, serta kualitas ekosistem air seperti sungai, danau, dan laut.
3. **Keanekaragaman Hayati:** Meliputi jumlah, jenis, dan distribusi flora dan fauna di suatu wilayah, serta upaya konservasi untuk menjaga keanekaragaman hayati.
4. **Pengelolaan Limbah:** Bagaimana limbah manusia dan industri dikelola, apakah ada program daur ulang yang efektif, dan apakah limbah tersebut berpotensi mencemari lingkungan.
5. **Penggunaan Lahan:** Termasuk pemakaian lahan untuk pertanian, perkotaan, industri, dan pelestarian alam, serta dampaknya terhadap kelestarian lingkungan dan keanekaragaman hayati.
6. **Perubahan Iklim:** Memperhatikan dampak perubahan iklim seperti peningkatan suhu global, perubahan pola hujan, naiknya permukaan air laut, dan upaya mitigasi untuk mengurangi dampaknya.
7. **Kesehatan Lingkungan:** Menyelidiki dampak lingkungan terhadap kesehatan manusia, termasuk penyakit yang

terkait dengan polusi udara dan air, serta kerusakan lingkungan.

8. Konservasi Sumber Daya Alam : Upaya untuk menjaga sumber daya alam seperti hutan, tanah, air, dan mineral agar tetap lestari untuk generasi mendatang.
9. Kerentanan Lingkungan: Evaluasi terhadap kerentanan lingkungan terhadap bencana alam seperti banjir, tanah longsor, kekeringan, dan dampak sosial serta ekonominya.
10. Kesadaran Masyarakat: Tingkat kesadaran, partisipasi, dan keterlibatan masyarakat dalam menjaga lingkungan hidup serta upaya untuk meningkatkan pemahaman tentang pentingnya pelestarian alam.

Dengan memperhatikan aspek-aspek tersebut, dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kondisi lingkungan hidup di suatu wilayah.

Permasalahan lingkungan hidup merupakan tantangan serius yang dihadapi oleh manusia dan ekosistem di seluruh dunia. Berikut adalah beberapa permasalahan utama dalam lingkungan hidup(Wihardjo and Rahmayanti, 2021; Efani *et al.*, 2023):

1. Perubahan Iklim: Pemanasan global dan perubahan iklim menjadi salah satu permasalahan terbesar saat ini. Peningkatan suhu global, perubahan pola hujan, dan naiknya permukaan air laut mengakibatkan dampak serius seperti bencana alam, kekurangan pangan, dan migrasi massal.
2. Polusi Udara: Emisi dari industri, kendaraan bermotor, dan pembakaran sampah menyebabkan polusi udara yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan ekosistem. Penyakit pernapasan, asma, dan kanker paru-paru menjadi masalah kesehatan yang diakibatkan oleh polusi udara.
3. Pencemaran Air: Limbah industri, domestik, dan pertanian mencemari sumber air, mengakibatkan keracunan air dan kerusakan ekosistem perairan. Pencemaran air juga menyebabkan berkurangnya sumber air bersih yang tersedia untuk kebutuhan manusia dan hewan.

4. Kehilangan Keanekaragaman Hayati: Deforestasi, perburuan liar, dan kerusakan habitat mengancam keberlangsungan berbagai spesies flora dan fauna. Kehilangan keanekaragaman hayati berdampak pada keseimbangan ekosistem dan mengurangi potensi sumber daya genetik yang berharga.
5. Penggunaan Lahan yang Tidak Berkelanjutan: Konversi lahan untuk pertanian, pemukiman, dan industri menyebabkan hilangnya habitat alami dan kerusakan ekosistem. Praktik-praktik pertanian dan kehutanan yang tidak berkelanjutan juga meningkatkan risiko erosi tanah dan kekeringan.
6. Pengelolaan Limbah yang Buruk : Pembuangan limbah padat, cair, dan beracun tanpa pengelolaan yang tepat mencemari lingkungan dan mengancam kesehatan manusia serta keberlanjutan ekosistem. Diperlukan sistem pengelolaan limbah yang efisien dan daur ulang untuk mengurangi dampaknya.
8. Overfishing dan Kerusakan Lautan: Penangkapan ikan yang berlebihan dan praktik perikanan yang tidak berkelanjutan mengancam kelangsungan hidup spesies laut dan ekosistem laut. Pencemaran laut juga menjadi masalah serius yang mengancam kesehatan manusia dan keberlangsungan ekosistem laut.
9. Krisis Air Bersih: Penurunan kualitas air dan kelangkaan air bersih menjadi masalah serius di banyak wilayah. Krisis air berkaitan dengan pencemaran, penggunaan air yang tidak berkelanjutan, dan perubahan iklim yang mengakibatkan kekeringan dan penurunan sumber air.
10. Kerentanan Terhadap Bencana Alam: Kerentanan terhadap bencana alam seperti banjir, tanah longsor, kebakaran hutan, dan gempa bumi meningkat akibat perubahan iklim dan aktivitas manusia yang tidak berkelanjutan.
11. Kesenjangan Lingkungan: Masalah lingkungan tidak merata dalam masyarakat, dengan kelompok miskin dan marginal sering kali menjadi yang paling rentan terhadap dampak lingkungan negatif dan memiliki akses yang terbatas

terhadap sumber daya yang diperlukan untuk melindungi diri mereka sendiri.

Penyelesaian permasalahan lingkungan memerlukan kerjasama global, kebijakan yang kuat, inovasi teknologi, serta kesadaran dan tindakan dari semua pihak untuk melindungi dan memulihkan lingkungan hidup bagi keberlangsungan kehidupan di planet ini.

Untuk Menjaga Kelestarian dan pembangunan berkelanjutan diperlukan talaah mengenai Dampak lingkungan yang disebut Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Amdal) adalah sebuah proses evaluasi yang dilakukan untuk mengevaluasi dampak dari suatu proyek atau kegiatan terhadap lingkungan sekitarnya. Tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi, mengukur, dan mengevaluasi dampak-dampak yang mungkin terjadi sebagai akibat dari suatu kegiatan atau proyek, serta menyusun rencana mitigasi atau pengelolaan dampak tersebut. (Fandeli, 2018).

Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan Hidup adalah kajian dampak penting pada lingkungan hidup melalui pemeriksaan kritis perencanaan proyek dan sebagai prasyarat pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan. (Marningot Tua Natalis Situmorang, no date; Puspitasari *et al.*, 2024)

Lingkungan Hidup yang harus dipertahankan dijaga dan dilestarikan fungsinya harus dimasukkan dalam studi atau dokumen AMDAL antar lain (Dr. Ir. Reda Rizal, 2016)

1. Hutan lindung, hutan konservasi dan cagar Biosfir
2. Sumber daya Air
3. Keanekaragaman Hayati
4. Keanekaragaman Hayati
5. Warisan Alam dan warisan Budaya
6. Kenyamanan Lingkungan Hidup dan
7. Nilai-nilai Budaya yang berorientasi selaras dengan lingkungan hidup

Komponen Lingkungan Hidup yang akan berubah secara mendasar dan perubahan tersebut dianggap penting oleh masyarakat disekitar rencana usaha dan atau kegiatan dan harus dilakukan studi/dokumen AMDAL antara lain

1. Fungsi ekosistem
2. Pemilikan dan Penguasaan lahan
3. Kesempatan kerja dan berusaha
4. Taraf hidup masyarakat
5. Kesehatan Masyarakat

9.2 Konsep Analisis Dampak Lingkungan

Konsep dasar Analisis Dampak Lingkungan (Amdal) melibatkan pemahaman dan penerapan prinsip-prinsip tertentu dalam mengevaluasi dampak suatu kegiatan atau proyek terhadap lingkungan. Berikut adalah beberapa konsep dasar yang mendasari Amdal: (Muhjad, 2015; Ulum and Ngindana, 2017)

1. Pencegahan dan Pengendalian Dampak: Konsep ini menekankan pentingnya mencegah atau mengendalikan dampak negatif terhadap lingkungan sebanyak mungkin. Hal ini dapat dilakukan dengan memilih teknologi atau metode produksi yang ramah lingkungan, memperhitungkan lokasi proyek secara cermat, dan merancang langkah-langkah mitigasi yang efektif. (Arif Setiajaya *et al.*, 2023)
2. Keterpaduan dan Interdisipliner: Amdal memerlukan pendekatan yang keterpaduan dan interdisipliner karena dampak lingkungan tidak hanya terbatas pada aspek fisik atau biologis, tetapi juga melibatkan aspek sosial, ekonomi, dan budaya. Oleh karena itu, Amdal melibatkan berbagai disiplin ilmu, seperti ilmu lingkungan, ilmu sosial, ekonomi, dan teknik.
3. Partisipasi Publik: Konsep ini mengakui pentingnya melibatkan masyarakat atau pihak terkait lainnya dalam proses pengambilan keputusan terkait proyek atau kegiatan yang akan dilakukan. Partisipasi publik memungkinkan untuk mendapatkan masukan dan umpan balik dari mereka

yang terpengaruh, serta meningkatkan tingkat penerimaan dan dukungan terhadap proyek tersebut.

4. *Precautionary Principle* (Prinsip Kehati-hatian) Prinsip ini menyatakan bahwa jika terdapat potensi adanya dampak serius terhadap lingkungan, meskipun belum ada bukti ilmiah yang cukup, tindakan pencegahan harus diambil. Dalam konteks Amdal, prinsip ini mengarahkan untuk mengambil langkah-langkah proaktif dalam mengelola risiko lingkungan.
5. Penggantian dan Restorasi: Konsep ini menekankan pentingnya mengganti atau mengembalikan lingkungan yang telah terganggu akibat suatu kegiatan atau proyek. Jika tidak memungkinkan untuk menghindari dampak negatif, langkah-langkah penggantian atau restorasi harus direncanakan dan dilaksanakan untuk memulihkan kondisi lingkungan yang terganggu.
6. Keterbukaan dan Transparansi: Proses Amdal harus dilakukan secara terbuka dan transparan, sehingga semua pihak terkait memiliki akses terhadap informasi yang relevan dan dapat memahami proses pengambilan keputusan. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa keputusan yang diambil didasarkan pada data yang akurat dan proses yang adil.

Penerapan konsep-konsep dasar ini dalam proses Amdal memungkinkan untuk melakukan evaluasi dampak lingkungan secara komprehensif dan menghasilkan keputusan yang berkelanjutan bagi pembangunan yang berdampak terhadap lingkungan.

9.3 Tujuan Analisis Dampak Lingkungan

Analisis dampak lingkungan memiliki beberapa tujuan utama, termasuk (Sukananda and Nugraha, 2020):

1. Evaluasi Dampak: Melakukan penilaian terhadap dampak yang mungkin dihasilkan oleh suatu proyek, kegiatan, atau kebijakan terhadap lingkungan alam dan sosial. Hal ini

- membantu dalam memahami potensi konsekuensi positif dan negatif yang dapat timbul dari tindakan tersebut.
2. **Pengelolaan Risiko:** Mengidentifikasi, mengukur, dan mengelola risiko-risiko lingkungan yang mungkin muncul sebagai akibat dari kegiatan manusia. Analisis ini memungkinkan pengambil keputusan untuk merencanakan tindakan mitigasi yang sesuai.
 3. **Kepatuhan Regulasi:** Memastikan bahwa proyek atau kegiatan tersebut mematuhi peraturan dan regulasi lingkungan yang berlaku. Analisis dampak lingkungan sering kali menjadi bagian dari proses perizinan atau persetujuan untuk memastikan bahwa semua persyaratan hukum dipenuhi.
 4. **Perencanaan Berkelanjutan:** Membantu dalam merencanakan dan mengimplementasikan kebijakan, program, atau proyek yang mendukung pembangunan berkelanjutan. Dengan mempertimbangkan dampak lingkungan, kegiatan tersebut dapat dirancang untuk meminimalkan kerusakan lingkungan dan memaksimalkan manfaat jangka panjang. (Herlina and Supriyatin, 2021)
 5. **Keterlibatan Publik:** Mendorong partisipasi dan keterlibatan masyarakat dalam proses pengambilan keputusan yang berpotensi mempengaruhi lingkungan mereka. Analisis dampak lingkungan memberikan informasi yang diperlukan kepada publik untuk memahami implikasi dari kegiatan tersebut dan memberikan masukan yang relevan.
 6. **Pengambilan Keputusan yang Berbasis Bukti:** Memberikan informasi yang akurat dan terperinci kepada para pengambil keputusan untuk membantu mereka membuat keputusan yang informasional dan berbasis bukti. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang dampak potensial suatu kegiatan, keputusan dapat diambil dengan lebih bijaksana.

9.3.1 Manfaat Analisis Lingkungan

Analisis Dampak Lingkungan (EIA) memberikan manfaat yang beragam bagi berbagai pihak yang terlibat dalam suatu

proyek atau kegiatan. Berikut adalah beberapa manfaatnya bagi berbagai pihak:

1. Pemerintah:
 - a. Memastikan kepatuhan terhadap peraturan dan undang-undang lingkungan.
 - b. Menentukan kebijakan yang berkelanjutan dan berdasarkan bukti.
 - c. Mempromosikan pembangunan yang ramah lingkungan.
 - d. Mengurangi risiko konflik sosial dan tuntutan hukum.
2. Pengembang/Perusahaan:
 - a. Mengidentifikasi risiko dan peluang dari proyek yang diusulkan.
 - b. Mengurangi risiko finansial dan hukum.
 - c. Meningkatkan reputasi perusahaan dengan menunjukkan komitmen terhadap lingkungan.
 - d. Mendukung perencanaan proyek yang lebih efisien dan efektif.
3. Masyarakat:
 - a. Melindungi sumber daya alam dan lingkungan hidup yang penting bagi kesejahteraan masyarakat.
 - b. Memastikan partisipasi publik dalam pengambilan keputusan.
 - c. Memberikan informasi tentang dampak yang mungkin terjadi sehingga masyarakat dapat membuat keputusan yang lebih baik.
 - d. Mendorong pertanggungjawaban pengembang terhadap masyarakat dan lingkungan sekitarnya.
4. Pihak Terkait (*stakeholders*) Lainnya:
 - a. Membantu lembaga keuangan dalam menilai risiko investasi terkait lingkungan.
 - b. Memberikan informasi yang diperlukan bagi pihak-pihak yang terlibat dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah.
 - c. Mendukung pengambilan keputusan yang inklusif dan berbasis bukti.

9.3.2 Tahapan Analisis dampak Lingkungan

Tahapan Analisis Dampak Lingkungan (EIA) melibatkan serangkaian langkah yang sistematis untuk mengevaluasi dampak potensial suatu proyek atau kegiatan terhadap lingkungan. Berikut adalah tahapan umum dalam proses EIA:

1. **Identifikasi Masalah:** Tahap awal adalah mengidentifikasi proyek atau kegiatan yang akan dievaluasi serta menentukan lingkup analisis yang akan dilakukan. Ini melibatkan penentuan tujuan, ruang lingkup, dan metodologi yang akan digunakan dalam EIA.
2. **Pengumpulan Data:** Data yang diperlukan tentang lingkungan fisik, biologis, sosial, dan ekonomi di area proyek dikumpulkan dan dievaluasi. Ini bisa melibatkan survei lapangan, pemodelan, dan tinjauan literatur.
3. **Analisis Dampak:** Data yang dikumpulkan digunakan untuk mengevaluasi dampak potensial proyek terhadap lingkungan. Ini melibatkan identifikasi, deskripsi, dan penilaian dampak baik positif maupun negatif yang mungkin timbul.
4. **Pengembangan Alternatif:** Proses ini melibatkan identifikasi alternatif desain atau lokasi proyek yang mungkin dapat mengurangi dampak negatif atau meningkatkan dampak positif terhadap lingkungan.
5. **Penyusunan Rencana Mitigasi:** Berdasarkan hasil analisis dampak, rencana mitigasi dirancang untuk mengurangi, menghindari, atau mengimbangi dampak negatif proyek. Ini bisa melibatkan pengembangan tindakan pengendalian pencemaran, restorasi habitat, atau kompensasi sosial.
6. **Penyusunan Laporan EIA:** Semua temuan dan rekomendasi dari tahap-tahap sebelumnya dikompilasi dalam laporan EIA. Laporan ini harus komprehensif dan menggambarkan dengan jelas dampak potensial proyek serta tindakan mitigasi yang direkomendasikan.
7. **Konsultasi Publik dan Evaluasi:** Laporan EIA kemudian disampaikan kepada publik untuk konsultasi dan umpan balik. Pihak-pihak terkait dan masyarakat umum memiliki kesempatan untuk memberikan masukan atau kekhawatiran terhadap proyek dan analisis yang dilakukan.

8. Keputusan dan Izin: Berdasarkan laporan EIA dan hasil konsultasi publik, pemerintah atau lembaga terkait membuat keputusan apakah proyek tersebut dapat dilanjutkan atau tidak. Jika disetujui, izin diberikan dengan syarat-syarat tertentu sesuai dengan rekomendasi mitigasi dalam laporan EIA.
9. Pemantauan dan Pengawasan: Setelah proyek dimulai, dilakukan pemantauan dan pengawasan terhadap pelaksanaan rencana mitigasi yang telah disetujui. Ini penting untuk memastikan bahwa dampak lingkungan dipantau secara terus-menerus dan tindakan korektif diambil jika diperlukan.

Melalui serangkaian tahapan ini, Analisis Dampak Lingkungan bertujuan untuk memastikan bahwa proyek atau kegiatan dilakukan dengan memperhitungkan dampaknya terhadap lingkungan dan masyarakat serta mengurangi dampak negatifnya sebanyak mungkin.

9.3.3 Permasalahan dalam Penerapan Analisis Dampak Lingkungan

Penerapan analisis dampak lingkungan bisa menghadapi beberapa permasalahan yang meliputi (Hendartomo, 2010):

1. Keterbatasan Data: Salah satu permasalahan utama adalah keterbatasan data yang tersedia untuk melakukan analisis dampak lingkungan. Data yang diperlukan mungkin tidak lengkap, tidak akurat, atau tidak tersedia untuk wilayah atau topik tertentu.
2. Kesulitan Memprediksi Dampak Jangka Panjang: Beberapa dampak lingkungan mungkin sulit diprediksi dalam jangka panjang karena kompleksitas sistem lingkungan dan interaksi antara berbagai faktor. Kompleksitas Interaksi Lingkungan: Lingkungan alam adalah sistem yang kompleks dengan berbagai faktor yang saling terkait. Memprediksi dampak dari satu perubahan dapat sulit karena dampak tersebut bisa merambat dan mempengaruhi aspek lain dari lingkungan.

3. Keterbatasan Metode dan Model: Metode dan model yang digunakan dalam analisis dampak lingkungan mungkin memiliki batasan tertentu dalam menggambarkan realitas lingkungan secara akurat.
4. Keterbatasan Partisipasi Masyarakat: Penerapan analisis dampak lingkungan sering kali melibatkan partisipasi masyarakat. Namun, ada masalah dalam memastikan partisipasi yang inklusif dan efektif dari berbagai pihak yang terlibat.(Azgara and Mardhatillah, 2023)
5. Tingkat Subjektivitas: Analisis dampak lingkungan juga dapat menjadi subjektif tergantung pada asumsi dan interpretasi yang dibuat oleh para ahli yang terlibat dalam proses tersebut.
6. Pengaruh Politik dan Ekonomi: Faktor politik dan ekonomi juga dapat mempengaruhi penerapan analisis dampak lingkungan, termasuk tekanan untuk mengabaikan atau meminimalkan dampak lingkungan demi keuntungan ekonomi atau politik.
7. Keterbatasan Waktu dan Sumber Daya: Terkadang, analisis dampak lingkungan harus dilakukan dalam waktu yang terbatas dan dengan sumber daya yang terbatas, yang dapat mempengaruhi kualitas dan akurasi analisis tersebut.

Mengatasi permasalahan-permasalahan ini memerlukan pendekatan yang holistik dan berkelanjutan, serta kerjasama antara pemerintah, bisnis, masyarakat sipil, dan para ahli lingkungan. Hal ini penting untuk memastikan bahwa keputusan yang diambil mempertimbangkan dampak lingkungan dengan sebaik mungkin.

9.3.4 Solusi permasalahan dalam Penerapan Analisis Dampak Lingkungan

Untuk mengatasi permasalahan dalam penerapan analisis dampak lingkungan, beberapa solusi yang dapat dipertimbangkan antara lain(Laily, 2022):

1. Peningkatan Akses dan Kualitas Data: Mendorong pengumpulan data yang lebih komprehensif dan akurat

tentang lingkungan serta membuat data tersebut lebih mudah diakses oleh para peneliti dan praktisi.

2. Pengembangan Model dan Metode yang Lebih Lanjut: Terus mengembangkan dan memperbaiki model dan metode analisis dampak lingkungan untuk meningkatkan akurasi prediksi dan keterhubungan antarvariabel lingkungan.
3. Peningkatan Partisipasi Masyarakat: Mendorong partisipasi masyarakat yang lebih aktif dan inklusif dalam proses analisis dampak lingkungan, misalnya melalui konsultasi publik, forum terbuka, atau platform daring.
4. Penguatan Regulasi dan Penegakan Hukum: Memperkuat regulasi lingkungan dan memastikan penegakan hukum yang efektif untuk memastikan kepatuhan terhadap standar lingkungan yang ada.
5. Pengintegrasian Aspek Lingkungan dalam Keputusan Ekonomi dan Politik: Mendorong pengambil keputusan untuk mempertimbangkan dampak lingkungan secara serius dalam proses pengambilan keputusan ekonomi dan politik, serta memperhitungkan nilai lingkungan secara lebih menyeluruh.
6. Pelatihan dan Kesadaran Memberikan pelatihan dan pendidikan kepada para praktisi, pengambil keputusan, dan masyarakat umum tentang pentingnya analisis dampak lingkungan serta cara yang efektif untuk mengatasi permasalahan lingkungan
7. 7.Kolaborasi Antar Sektor :Mendorong Kolaborasi dan kemitraan antara pemerintah ,bisnis ,masyarakat sipil dan akademik dalam melakukan analisis dampak lingkungan serta mengimplikasikan
8. Solusi yang diperlukan
9. Peningkatan Transparansi dan Akuntabilitas: Meningkatkan transparansi dalam proses pengambilan keputusan serta memastikan akuntabilitas atas dampak lingkungan yang dihasilkan oleh proyek atau kegiatan tertentu.
10. Pendekatan Berbasis Ekosistem: Mengadopsi pendekatan berbasis ekosistem yang mempertimbangkan interaksi kompleks antara komponen-komponen lingkungan dalam analisis dampak lingkungan. Melalui langkah-langkah ini,

diharapkan penerapan analisis dampak lingkungan dapat menjadi lebih efektif dalam membantu mengelola dampak manusia terhadap lingkungan alam dan masyarakat dengan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif Setiajaya, S.T. *et al.* (2023) *Manajemen Lingkungan: Hukum dan Kebijakan, Produksi Bersih Serta Kesehatan Lingkungan*. EDU PUBLISHER.
- Azhara, M.A. and Mardhatillah, S.R. (2023) 'Partisipasi Publik dalam Penyusunan Dokumen Analisis Dampak Lingkungan Pasca Berlakunya Undang-Undang/Perppu Cipta Kerja', *Jurnal Hukum Ius Quia Iustum*, 30(2), pp. 256–276.
- Dewata, I. and Danhas, Y.H. (2023) *Pencemaran Lingkungan*. PT. RajaGrafindo Persada-Rajawali Pers.
- Dr. Ir. Reda Rizal, B.S.M.S. (2016) *Buku Ajar Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup*.
- Efani, I.A. *et al.* (2023) *BISNIS, LINGKUNGAN HIDUP, DAN ETIKA*. UB Media.
- Fandeli, C. (2018) *Analisis mengenai dampak lingkungan dalam pembangunan berbagai sektor*. UGM PRESS.
- Hendartomo, T. (2010) 'Permasalahan dan Kendala Penerapan AMDAL dalam Pengelolaan Lingkungan', *Diakses pada: ACADEMIA*.(23/2/2022, 16: 27 WITA). *Wawancara: Eko Dwi Cahyono, Ketua Karang Taruna, wawancara*, 18.
- Herlina, N. and Supriyatin, U. (2021) 'Amdal Sebagai Instrumen Pengendalian Dampak Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan Dan Berwawasan Lingkungan', *Jurnal Ilmiah Galuh Justisi*, 9(2), pp. 204–218.
- Laily, F.N. (2022) 'Penegakan hukum lingkungan sebagai upaya mengatasi permasalahan lingkungan hidup di indonesia', *Wacana Paramarta: Jurnal Ilmu Hukum*, 21(2), pp. 17–26.
- Marningot Tua Natalis Situmorang, M. (no date) 'Buku Ajar AMDAL'.
- Muhjad, M.H. (2015) *Hukum Lingkungan Sebuah Pengantar Untuk Konteks Indonesia*.
- Puspitasari, I. *et al.* (2024) 'Menilai Kembali Kebijakan Hukum Perlindungan Lingkungan Hidup Dalam Undang-Undang Cipta Kerja Untuk Mendukung Kelestarian Ekologi', *Amandemen: Jurnal Ilmu pertahanan, Politik dan Hukum*

Indonesia, 1(2), pp. 72–85.

Sukananda, S. and Nugraha, D.A. (2020) 'Urgensi penerapan analisis dampak lingkungan (AMDAL) sebagai kontrol dampak terhadap lingkungan di Indonesia', *Jurnal Penegakan Hukum dan Keadilan*, 1(2), pp. 119–137.

Ulum, M.C. and Ngindana, R. (2017) *Environmental Governance: Isu Kebijakan dan Tata Kelola Lingkungan Hidup*. Universitas Brawijaya Press.

Wihardjo, R.S.D. and Rahmayanti, H. (2021) *Pendidikan Lingkungan Hidup*. Penerbit NEM.

BAB 10

PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

Oleh Santje Magdalena Iriyanto

10.1 Pengertian pembangunan

Pembangunan adalah proses yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup masyarakat melalui berbagai upaya peningkatan di berbagai bidang, seperti ekonomi, sosial, politik, budaya, dan lingkungan (Warlina, 2019). Pembangunan tidak hanya terbatas pada pertumbuhan ekonomi, tetapi juga mencakup perbaikan dalam aspek-aspek kehidupan lainnya agar dapat menciptakan masyarakat yang adil, sejahtera, dan berkelanjutan. Aspek-aspek penting yang berpengaruh terhadap pembangunan adalah: ekonomi, social, politik, budaya, lingkungan dan teknologi dan inovasi.

Pembangunan yang efektif memerlukan perencanaan yang matang, partisipasi aktif dari seluruh lapisan masyarakat, serta koordinasi yang baik antara pemerintah, sektor swasta, dan organisasi masyarakat sipil. Tujuan akhirnya adalah untuk mencapai pembangunan yang inklusif dan berkelanjutan, di mana manfaat dari pembangunan dapat dirasakan oleh seluruh anggota masyarakat tanpa merusak lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023).

10.2 Elemen penting pembangunan berkelanjutan

Pembangunan berkelanjutan adalah konsep pembangunan yang memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Pembangunan ini mengintegrasikan pertimbangan ekonomi, sosial, dan lingkungan dalam setiap aspek pembangunan untuk mencapai kesejahteraan yang seimbang dan berkelanjutan. Prinsip utama dari pembangunan berkelanjutan adalah memastikan keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, kesetaraan sosial,

dan kelestarian lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023). Berikut adalah beberapa elemen penting dari pembangunan berkelanjutan:

1. Ekonomi Berkelanjutan:

Ekonomi berkelanjutan adalah suatu pendekatan dalam ilmu ekonomi yang bertujuan untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan, di mana kebutuhan dan aspirasi generasi saat ini dapat dipenuhi tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri (Muhammad Basir, 2016). Konsep ini berfokus pada penciptaan sistem ekonomi yang mampu mempertahankan keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, perlindungan lingkungan, dan keadilan sosial.

Tujuan dari ekonomi berkelanjutan adalah untuk menciptakan sistem ekonomi yang mampu memenuhi kebutuhan manusia saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Ini melibatkan transformasi fundamental dalam cara kita memproduksi, mengonsumsi, dan berinteraksi dengan lingkungan alam dan masyarakat.

a. Mendorong pertumbuhan ekonomi yang stabil dan inklusif.

Mendorong pertumbuhan ekonomi yang stabil dan inklusif dalam konteks ekonomi berkelanjutan berarti memastikan bahwa pertumbuhan ekonomi tidak hanya berkelanjutan dalam jangka panjang, tetapi juga merata dan menguntungkan bagi semua lapisan masyarakat. Berikut adalah beberapa strategi dan langkah yang dapat diambil untuk mencapai tujuan ini:

- 1) Investasi dalam Infrastruktur Hijau:
- 2) Peningkatan Keterampilan dan Pendidikan:
- 3) Dukungan untuk Usaha Kecil dan Menengah (UKM):
- 4) Kebijakan Inklusif:
- 5) Pengelolaan Sumber Daya Alam yang Berkelanjutan:
- 6) Inovasi dan Teknologi:
- 7) Perencanaan Ekonomi yang Berbasis Komunitas:

8) Pengurangan Ketimpangan:

Dengan menerapkan strategi-strategi ini, pertumbuhan ekonomi dapat dicapai dengan cara yang berkelanjutan dan inklusif, memastikan bahwa manfaat ekonomi dirasakan oleh semua anggota masyarakat dan lingkungan tetap terjaga untuk generasi mendatang.

b. Menciptakan lapangan kerja yang layak dan mengurangi kemiskinan.

Menciptakan lapangan kerja yang layak dan mengurangi kemiskinan dalam konteks ekonomi berkelanjutan adalah kunci untuk memastikan pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan adil. Berikut adalah beberapa strategi yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan ini:

- 1) Pengembangan Sektor-sektor Hijau:
- 2) Peningkatan Akses Pendidikan dan Pelatihan Keterampilan:
- 3) Dukungan untuk Usaha Kecil dan Menengah (UKM):
- 4) Kebijakan Ketenagakerjaan yang Inklusif:
- 5) Infrastruktur Berkelanjutan:
- 6) Pengembangan Industri Lokal:
- 7) Inovasi dan Teknologi Hijau:
- 8) Program Pengentasan Kemiskinan:

Dengan mengintegrasikan strategi-strategi ini, negara dan komunitas dapat menciptakan lapangan kerja yang layak dan mengurangi kemiskinan dalam cara yang berkelanjutan, yang pada akhirnya akan berkontribusi pada pembangunan ekonomi yang lebih inklusif dan berkelanjutan.

c. Mengelola sumber daya alam dengan bijaksana agar tetap tersedia untuk generasi mendatang.

Mengelola sumber daya alam dengan bijaksana agar tetap tersedia untuk generasi mendatang dalam konteks ekonomi berkelanjutan memerlukan pendekatan yang holistik dan terintegrasi. Berikut adalah beberapa strategi utama yang dapat diterapkan:

- 1) Praktik Pertanian Berkelanjutan:
- 2) Pengelolaan Hutan yang Berkelanjutan:
- 3) Pengelolaan Sumber Daya Air yang Efektif:

- 4) Eksploitasi Sumber Daya Mineral dan Energi yang Bertanggung Jawab:
- 5) Pengelolaan Limbah yang Berkelanjutan:
- 6) Kebijakan dan Regulasi yang Mendukung:
- 7) Pendidikan dan Kesadaran Masyarakat:
- 8) Pemantauan dan Evaluasi:
- 9) Kolaborasi dan Kemitraan:

Dengan menerapkan strategi-strategi ini, kita dapat memastikan bahwa sumber daya alam dikelola dengan bijaksana dan tetap tersedia untuk generasi mendatang, sambil mendukung pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan inklusif.

2. Sosial Berkelanjutan

Sosial berkelanjutan mengacu pada konsep di mana upaya pembangunan dan perubahan sosial dilakukan dengan memperhatikan kebutuhan dan kesejahteraan masyarakat saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri (Kurniawan, 2019). Dalam konteks sosial berkelanjutan, penting untuk memastikan bahwa setiap tindakan atau kebijakan yang diambil memiliki dampak yang positif dalam jangka panjang terhadap kesejahteraan sosial, keadilan, dan kesetaraan dalam masyarakat.

Sosial berkelanjutan melihat masyarakat sebagai bagian integral dari keseluruhan ekosistem sosial-ekonomi-lingkungan, di mana kesejahteraan individu dan kelompok tidak terlepas dari keseimbangan antara manusia, alam, dan lingkungan sosial mereka.

- a. Mengurangi kesenjangan sosial dan meningkatkan keadilan sosial.

Mengurangi kesenjangan sosial dan meningkatkan keadilan sosial dalam konteks sosial berkelanjutan memerlukan pendekatan yang komprehensif dan berkelanjutan yang mencakup berbagai aspek kehidupan masyarakat. Berikut adalah beberapa strategi yang dapat diterapkan:

- 1) Kebijakan Redistribusi Pendapatan:
- 2) Akses ke Pendidikan yang Berkualitas:

- 3) Layanan Kesehatan yang Terjangkau dan Berkualitas:
- 4) Perumahan yang Terjangkau:
- 5) Kebijakan Ketenagakerjaan yang Adil:
- 6) Pemberdayaan dan Inklusi Sosial:
- 7) Perlindungan Sosial:
- 8) Partisipasi Politik dan Demokrasi:
- 9) Pembangunan Berbasis Komunitas:

Dengan menerapkan strategi-strategi ini, kita dapat mengurangi kesenjangan sosial dan meningkatkan keadilan sosial, menciptakan masyarakat yang lebih inklusif, adil, dan berkelanjutan.

- b. Meningkatkan akses terhadap pendidikan, kesehatan, dan layanan sosial lainnya.

Meningkatkan akses terhadap pendidikan, kesehatan, dan layanan sosial lainnya dalam konteks sosial berkelanjutan adalah kunci untuk menciptakan masyarakat yang adil dan sejahtera. Berikut adalah beberapa strategi untuk mencapai tujuan tersebut:

- 1) Akses terhadap Pendidikan Berkualitas
- 2) Akses terhadap Layanan Kesehatan
- 3) Akses terhadap Layanan Sosial
- 4) Peningkatan Infrastruktur dan Teknologi

Dengan mengimplementasikan strategi-strategi ini, kita dapat meningkatkan akses terhadap pendidikan, kesehatan, dan layanan sosial lainnya, yang pada akhirnya akan berkontribusi pada pembangunan sosial yang berkelanjutan dan menciptakan masyarakat yang lebih inklusif dan adil.

- c. Memberdayakan komunitas dan memperkuat partisipasi masyarakat dalam proses pembangunan.

Memberdayakan komunitas dan memperkuat partisipasi masyarakat adalah aspek kunci dari pembangunan sosial berkelanjutan. Ini melibatkan memberikan kekuatan kepada individu dan kelompok di dalam masyarakat untuk berkontribusi dalam proses pembangunan, serta memastikan bahwa kebutuhan dan aspirasi mereka diakui dan diintegrasikan dalam

kebijakan dan program pembangunan. Berikut adalah beberapa cara untuk mencapai hal ini:

- 1) Pendidikan dan Penyuluhan: Memberikan pendidikan dan penyuluhan kepada masyarakat tentang hak-hak mereka, isu-isu pembangunan berkelanjutan, dan cara mereka dapat berpartisipasi dalam proses pembangunan. Ini membantu meningkatkan kesadaran dan kapasitas masyarakat untuk terlibat secara aktif.
- 2) Konsultasi Publik dan Partisipasi: Mengadakan forum konsultasi publik dan pertemuan partisipatif untuk mendengarkan pandangan, kebutuhan, dan aspirasi masyarakat tentang isu-isu pembangunan. Ini memungkinkan masyarakat untuk berbicara langsung dan berkontribusi dalam pembuatan keputusan.
- 3) Kemitraan dengan LSM dan Organisasi Masyarakat Sipil: Bermitra dengan LSM dan organisasi masyarakat sipil yang berbasis di komunitas untuk memperkuat kapasitas masyarakat, memfasilitasi partisipasi mereka dalam pembangunan, dan memperjuangkan kepentingan mereka.
- 4) Pemberdayaan Ekonomi Lokal: Mendorong pengembangan usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) serta koperasi lokal untuk menciptakan peluang ekonomi bagi masyarakat setempat. Ini dapat dilakukan melalui pelatihan, pendanaan, akses pasar, dan dukungan teknis.
- 5) Pengembangan Keterampilan dan Kapasitas: Memberikan pelatihan dan dukungan untuk pengembangan keterampilan dan kapasitas masyarakat dalam bidang seperti pengelolaan sumber daya alam, pertanian berkelanjutan, kewirausahaan, dan keterampilan teknologi informasi.
- 6) Akses Terhadap Informasi dan Teknologi: Meningkatkan akses masyarakat terhadap informasi dan teknologi, termasuk internet, telepon seluler,

dan media sosial, sehingga mereka dapat terhubung, berbagi pengetahuan, dan mengakses layanan yang diperlukan.

- 7) Pengakuan dan Penguatan Budaya Lokal: Mengakui dan memperkuat nilai-nilai budaya, adat istiadat, dan pengetahuan lokal dalam pembangunan. Ini melibatkan melibatkan tokoh-tokoh masyarakat dan memasukkan perspektif budaya dalam perencanaan dan implementasi program.
- 8) Pembangunan Infrastruktur Sosial: Membangun infrastruktur sosial seperti sekolah, pusat kesehatan, dan sarana transportasi yang memadai untuk meningkatkan akses masyarakat terhadap layanan dasar dan meningkatkan kualitas hidup mereka.
- 9) Pemberdayaan Perempuan dan Kelompok Rentan: Memperkuat peran perempuan dan kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, penyandang disabilitas, dan minoritas dalam proses pembangunan, serta menghilangkan hambatan-hambatan yang menghambat partisipasi mereka.
- 10) Transparansi dan Akuntabilitas: Mempromosikan transparansi dalam pengambilan keputusan dan pengelolaan sumber daya publik, serta memastikan akuntabilitas dari para pemimpin dan institusi pemerintah terhadap masyarakat.

Dengan memberdayakan komunitas dan memperkuat partisipasi masyarakat, pembangunan sosial berkelanjutan dapat menjadi lebih inklusif, berkelanjutan, dan mencerminkan kebutuhan dan keinginan masyarakat yang dilayani.

3. Lingkungan Berkelanjutan

Lingkungan berkelanjutan merujuk pada konsep di mana interaksi antara manusia dan lingkungan alam dipertahankan atau ditingkatkan secara seimbang sehingga dapat memenuhi kebutuhan manusia saat ini tanpa mengorbankan kemampuan lingkungan untuk mendukung kehidupan di masa depan (Sallata, 2015). Dalam konteks

lingkungan berkelanjutan, penting untuk memastikan bahwa pemanfaatan sumber daya alam dan proses pembangunan dilakukan dengan cara yang memperhatikan keseimbangan ekologi, kesehatan lingkungan, dan keberlanjutan ekosistem (Sari, Limantara and Priyantoro, 2012).

Tujuan dari lingkungan berkelanjutan adalah untuk menciptakan sebuah hubungan yang seimbang antara manusia dan lingkungan alam, di mana kebutuhan manusia dapat dipenuhi tanpa merusak keanekaragaman hayati, keseimbangan ekologi, dan kualitas lingkungan hidup (Parera and Rumampuk, no date). Ini melibatkan pengelolaan yang bijaksana dari sumber daya alam, perlindungan lingkungan yang berkelanjutan, dan kebijakan dan praktik yang mendukung keberlanjutan ekologis dan kesejahteraan manusia dalam jangka panjang.

a. Melindungi dan melestarikan ekosistem dan keanekaragaman hayati.

Melindungi dan melestarikan ekosistem dan keanekaragaman hayati adalah komponen kunci dalam mencapai lingkungan yang berkelanjutan. Berikut adalah beberapa strategi yang dapat diterapkan untuk tujuan ini:

- 1) Konservasi dan Pemulihan Habitat
- 2) Pengelolaan Sumber Daya Alam yang Berkelanjutan
- 3) Pengendalian Spesies Invasif
- 4) Pengurangan Dampak Perubahan Iklim
- 5) Perlindungan Spesies Terancam
- 6) Involvement of Local Communities
- 7) Penelitian dan Pendidikan
- 8) Kebijakan dan Kerangka Regulasi yang Kuat
- 9) Kerjasama Internasional

Dengan menerapkan strategi-strategi ini, kita dapat melindungi dan melestarikan ekosistem serta keanekaragaman hayati, memastikan bahwa mereka tetap tersedia dan sehat untuk generasi mendatang.

b. Mengurangi emisi gas rumah kaca dan mengatasi perubahan iklim.

Mengurangi emisi gas rumah kaca dan mengatasi perubahan iklim adalah prioritas utama dalam mencapai lingkungan berkelanjutan. Berikut adalah beberapa strategi yang dapat diterapkan:

- 1) Transisi ke Energi Terbarukan
- 2) Efisiensi Energi
- 3) Transportasi Berkelanjutan
- 4) Pengelolaan Limbah yang Berkelanjutan
- 5) Pertanian Berkelanjutan
- 6) Pengelolaan Hutan dan Lahan
- 7) Kebijakan dan Regulasi
- 8) Pendidikan dan Kesadaran Publik
- 9) Penelitian dan Inovasi
- 10) Kerjasama Internasional

Dengan menerapkan strategi-strategi ini, kita dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan mengatasi perubahan iklim, sambil mendukung pembangunan berkelanjutan dan melindungi lingkungan bagi generasi mendatang.

- c. Mengelola limbah dan polusi secara efektif untuk menjaga kualitas lingkungan hidup.

Mengelola limbah dan polusi secara efektif sangat penting untuk menjaga kualitas lingkungan hidup dalam konteks lingkungan berkelanjutan. Berikut adalah beberapa strategi yang dapat diterapkan:

- 1) Pengurangan Limbah di Sumbernya
- 2) Pengelolaan dan Pemrosesan Limbah
- 3) Daur Ulang dan Penggunaan Kembali (Reuse)
- 4) Pengelolaan Limbah Organik
- 5) Pengendalian Polusi Udara
- 6) Pengelolaan Polusi Air
- 7) Pengelolaan Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)
- 8) Pendidikan dan Kesadaran Masyarakat
- 9) Kebijakan dan Regulasi yang Mendukung
- 10) Inovasi dan Teknologi

Dengan menerapkan strategi-strategi ini, kita dapat mengelola limbah dan polusi secara efektif, menjaga

kualitas lingkungan hidup, dan mendukung pembangunan berkelanjutan yang ramah lingkungan.

4. Prinsip dan Strategi Utama

Prinsip dan strategi utama dalam pembangunan berkelanjutan merujuk pada pendekatan dan tindakan yang menjadi landasan dalam mencapai tujuan pembangunan yang mempertahankan keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, perlindungan lingkungan, dan kesejahteraan social (Warlina, 2019).

Penerapan prinsip-prinsip dan strategi-strategi ini merupakan langkah kunci dalam mencapai pembangunan berkelanjutan yang menciptakan lingkungan yang sehat, ekonomi yang berkelanjutan, dan masyarakat yang inklusif dan adil.

a. Prinsip Kehati-hatian: Mengambil langkah-langkah pencegahan dalam menghadapi ketidakpastian dan potensi dampak negatif terhadap lingkungan.

Prinsip Kehati-hatian merupakan pendekatan yang sangat penting dalam konteks pembangunan berkelanjutan, karena itu berfokus pada pencegahan potensi dampak negatif terhadap lingkungan sebelum mereka terjadi atau semakin buruk. Berikut adalah konsep-konsep kunci dari prinsip kehati-hatian:

- 1) Mengantisipasi dan Mencegah
- 2) Tindakan yang Bersifat Pencegahan
- 3) Ketidakpastian dan Pengetahuan
- 4) Tanggung Jawab dan Keterlibatan
- 5) Evaluasi dan Pelacakan
- 6) Kepatuhan Terhadap Prinsip Etika dan Moral
- 7) Keterbukaan dan Transparansi
- 8) Resolusi Konflik

Prinsip kehati-hatian menekankan pentingnya mengambil langkah-langkah pencegahan dan memperhitungkan potensi dampak negatif terhadap lingkungan, bahkan dalam situasi ketidakpastian (Arsyad, 2017). Dengan menerapkan prinsip ini, pembangunan berkelanjutan dapat dijalankan dengan

lebih bertanggung jawab dan berdampak positif bagi lingkungan hidup.

- b. Keterlibatan Pemangku Kepentingan: Melibatkan semua pihak terkait, termasuk pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sipil, dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan.

Keterlibatan pemangku kepentingan merupakan prinsip yang sangat penting dalam konteks pembangunan berkelanjutan. Ini mencakup melibatkan semua pihak yang terlibat, termasuk pemerintah, sektor swasta, masyarakat sipil, dan kelompok masyarakat lainnya, dalam perencanaan, pengambilan keputusan, dan pelaksanaan proyek atau program pembangunan. Berikut adalah beberapa aspek penting dari keterlibatan pemangku kepentingan dalam pembangunan berkelanjutan:

- 1) Identifikasi Pemangku Kepentingan
- 2) Konsultasi dan Partisipasi
- 3) Komunikasi yang Efektif
- 4) Kemitraan dan Kolaborasi
- 5) Pengakuan Hak Asasi Manusia dan Keadilan Sosial
- 6) Responsif terhadap Masukan dan Umpan Balik
- 7) Tujuan Bersama dan Visi Jangka Panjang
- 8) Evaluasi dan Pembelajaran Berkelanjutan

Dengan mempraktikkan keterlibatan pemangku kepentingan yang efektif, pembangunan berkelanjutan dapat menjadi lebih inklusif, responsif, dan berhasil mengatasi tantangan lingkungan, ekonomi, dan sosial yang kompleks.

- c. Pengelolaan Berbasis Ekosistem: Mempertimbangkan keterkaitan antara manusia dan alam dalam pengelolaan sumber daya alam.

Pengelolaan Berbasis Ekosistem (PBE) adalah pendekatan yang mempertimbangkan keterkaitan antara manusia dan alam dalam pengelolaan sumber daya alam, dengan fokus pada pemahaman terhadap fungsi dan interaksi ekosistem (Muhammad Basir, 2016). Dalam konteks pembangunan berkelanjutan,

PBE menjadi penting karena mempromosikan penggunaan sumber daya alam secara berkelanjutan, sambil memperhatikan kebutuhan ekonomi, sosial, dan lingkungan. Berikut adalah beberapa aspek kunci dari pengelolaan berbasis ekosistem:

- 1) Pemahaman Terhadap Ekosistem
- 2) Keterlibatan Masyarakat
- 3) Pengelolaan Berkelanjutan
- 4) Integrasi antara Bidang
- 5) Konservasi dan Restorasi
- 6) Pengelolaan Resiko
- 7) Edukasi dan Kesadaran
- 8) Monitoring dan Evaluasi

Dengan mengadopsi pendekatan pengelolaan berbasis ekosistem, pembangunan berkelanjutan dapat dicapai dengan memperhitungkan hubungan yang kompleks antara manusia dan alam, serta menjaga keseimbangan yang diperlukan untuk kesejahteraan jangka panjang dari kedua belah pihak.

- d. Keadilan Antar Generasi: Menjamin bahwa sumber daya alam dan lingkungan hidup yang sehat tetap tersedia untuk generasi mendatang.

Keadilan antar generasi adalah prinsip yang menekankan pentingnya menjaga keseimbangan antara kebutuhan generasi saat ini dengan hak generasi mendatang untuk menikmati sumber daya alam dan lingkungan hidup yang sama-sama sehat dan berkelanjutan. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, keadilan antar generasi menjadi landasan penting untuk memastikan bahwa keputusan dan tindakan yang diambil hari ini tidak mengorbankan kesejahteraan dan keberlanjutan bagi generasi yang akan datang. Berikut adalah beberapa aspek penting dari keadilan antar generasi dalam konteks pembangunan berkelanjutan:

- 1) Pengelolaan Sumber Daya Alam yang Berkelanjutan
- 2) Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim

- 3) Pembangunan Infrastruktur yang Ramah Lingkungan
- 4) Pengambilan Keputusan Partisipatif
- 5) Pemberdayaan Generasi Muda
- 6) Penegakan Hukum dan Kepatuhan
- 7) Evaluasi dan Revisi Kebijakan

Dengan menerapkan prinsip keadilan antar generasi dalam konteks pembangunan berkelanjutan, kita dapat memastikan bahwa generasi mendatang dapat mewarisi planet yang sehat dan berkelanjutan, serta memiliki kesempatan yang sama untuk menikmati sumber daya alam yang kaya dan lingkungan hidup yang baik.

Pembangunan berkelanjutan juga sering dikaitkan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs) yang disusun oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB). SDGs terdiri dari 17 tujuan yang mencakup berbagai aspek pembangunan, termasuk pengentasan kemiskinan, pendidikan berkualitas, kesehatan yang baik, energi bersih dan terjangkau, pekerjaan layak, dan tindakan terhadap perubahan iklim (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023).

Secara keseluruhan, pembangunan berkelanjutan berupaya untuk menciptakan keseimbangan yang harmonis antara kebutuhan manusia dan kelestarian lingkungan, sehingga kesejahteraan dapat dirasakan oleh seluruh makhluk hidup, baik sekarang maupun di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad (2017) 'Modul Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu Pelatihan Perencanaan Teknik Sungai', (32). Available at: https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/07/178cc_03._Modul_3_Pengelolaan_Sumber_Daya_Air_Terpadu.docx.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2023) *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2022*.
- Kurniawan, A. (2019) *Dasar-Dasar Analisis Kualitas Lingkungan*.
- Muhammad Basir (2016) 'Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Pembangunan Berkelanjutan', *Muhammad Basir* [Preprint].
- Parera, M.J. and Rumampuk, J.F. (no date) 'KELURAHAN MADIDIR URE KOTA BITUNG BERDASARKAN PARAMETER FISIKA', pp. 466–472.
- Sallata, M.K. (2015) 'Konservasi Dan Pengelolaan Sumber Daya Air Berdasarkan Keberadaannya Sebagai Sumber Daya Alam', *Buletin Eboni*, 12(1), pp. 75–86.
- Sari, I.K., Limantara, L.M. and Priyantoro, D. (2012) 'Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada DAS Sampean', *Jurnal Teknik Pengairan*, 2(1), pp. 29–41.
- Warlina, L. (2019) 'Prinsip-prinsip Pembangunan Berwawasan Lingkungan dan Pengelolaan Lingkungan', *Modul Manajemen Pembangunan dan Lingkungan*, pp. 1–38.

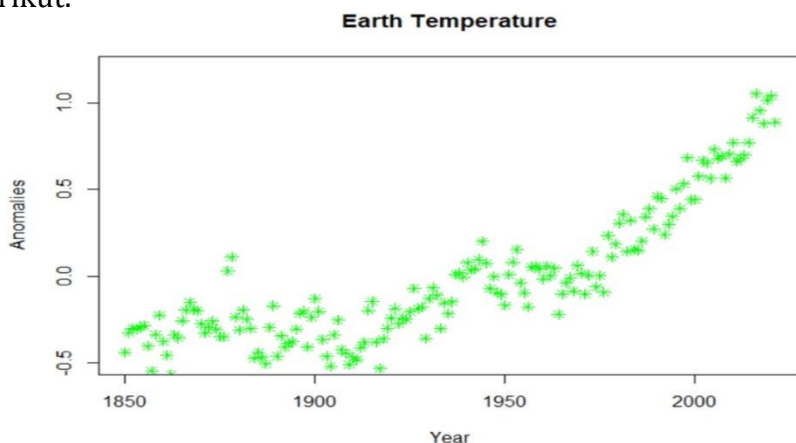
BAB 11

PEMANASAN GLOBAL

Oleh Rivandi Pranandita Putra

11.1 Pendahuluan

Pemanasan global (*global warming*) merupakan istilah yang merujuk pada suatu fenomena kenaikan suhu rata-rata daratan, lautan, dan atmosfer bumi dari waktu ke waktu. Suhu permukaan bumi telah naik sekitar $1,1^{\circ}\text{C}$ sejak akhir 1800-an, di mana mayoritas fenomena pemanasan tersebut terjadi dalam 40 tahun terakhir. Adapun suhu udara global diperkirakan akan terus meningkat menjadi sekitar $1,5^{\circ}\text{C}$ di tahun 2050 dan $2-4^{\circ}\text{C}$ di tahun 2100. Wang *et al.* (2023) menemukan bahwa suhu rata-rata tahunan telah meningkat sebesar $0,0067^{\circ}\text{C}$ selama 172 tahun sejak tahun 1850. Beberapa studi mencatat bahwa sekitar tahun 2010-an merupakan tahun-tahun yang paling panas dibandingkan dekade-dekade lainnya. Selain itu, setiap dekade sejak tahun 1960-an rata-rata suhunya lebih panas daripada dekade-dekade sebelumnya. Adapun tren kenaikan suhu udara global dari waktu ke waktu dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 11.1. Tren kenaikan suhu udara global dari waktu ke waktu (sumber gambar: Wang *et al.*, 2023)

Pembahasan mengenai pemanasan global sebetulnya bukan merupakan topik yang baru. Topik ini sudah sejak beberapa waktu lalu diperbincangkan dan bahkan menjadi perhatian utama berbagai pihak karena berpengaruh terhadap kelangsungan kehidupan di muka bumi. Awal abad ke-19 menjadi momen di mana para ilmuwan di seluruh dunia mulai menyadari bahwa gas rumah kaca (GRK) dapat menghangatkan bumi. Oleh para ilmuwan di seluruh dunia, fenomena pemanasan global telah diamati sejak periode pra-industri (antara tahun 1850 dan 1900). Dalam kisaran waktu yang sama, suhu global mulai meningkat dan kekhawatiran mulai mencuat di antara para ilmuwan bahwa manusia telah “merubah” iklim. Dibutuhkan hampir satu abad penelitian dan data untuk meyakinkan sebagian besar ilmuwan dunia bahwa aktivitas manusia dapat mengubah iklim bumi. Para ilmuwan di seluruh dunia kini telah sepakat bahwa pemanasan global bukanlah sekadar isu, namun benar-benar fakta yang sedang terjadi dan memengaruhi kehidupan makhluk hidup.

Pemanasan global sendiri sebenarnya tidak terjadi secara instan atau tiba-tiba. Pemanasan global umumnya terjadi sangat lambat, bahkan selama ribuan atau jutaan tahun. Proses awal terjadinya pemanasan global bisa saja sudah dimulai sejak ribuan tahun lalu, namun dampak yang ditimbulkannya baru dirasakan sekarang. Banyak ilmuwan mengungkapkan bahwa peningkatan suhu rata-rata global saat ini tampaknya terjadi jauh lebih cepat dibandingkan periode mana pun sejak peradaban modern dan pertanian berkembang sekitar 11.000 tahun terakhir. Para ilmuwan mengungkapkan perlunya membatasi kenaikan suhu global hingga 1,5°C pada tahun 2040 untuk menghindari dampak negatif yang jauh lebih besar.

Pemanasan global dan perubahan iklim merupakan dua istilah yang sering dipertukarkan. Namun, keduanya sebenarnya memiliki makna yang berbeda. Pemanasan global hanya mengacu pada peningkatan suhu permukaan bumi, sedangkan perubahan iklim mencakup pemanasan global dan “efek samping” yang ditimbulkan dari pemanasan tersebut, misalnya mencairnya gletser, hujan badai yang lebih lebat, atau kekeringan yang lebih sering terjadi. Dengan kata lain,

pemanasan global merupakan salah satu gejala dari masalah perubahan iklim.

11.2 Penyebab Pemanasan Global

Pemanasan global disebabkan oleh dua hal utama, yaitu penyebab alami (*natural causes*) dan penyebab karena aktivitas manusia (*human causes*). Beberapa contoh penyebab alami pemanasan global, antara lain:

1. Erupsi vulkanis gunung berapi

Erupsi gunung berapi menyebabkan peningkatan pelepasan gas dan asap yang berkontribusi terhadap terjadinya pemanasan global

2. Kebakaran hutan

Kebakaran hutan dapat terjadi secara alami, misalnya karena petir. Jika hutan atau vegetasi dalam skala besar mengalami kebakaran, hal tersebut mengakibatkan pelepasan simpanan karbon yang besar dari tumbuhan/pepohonan dan tanah menjadi CO₂.

3. Fluktuasi/variasi radiasi matahari

Perubahan panjang gelombang radiasi matahari serta fluktuasi lain (seperti jilatan api matahari atau bintik matahari) dapat berdampak besar pada pemanasan global dan suhu atmosfer bila perubahan tersebut cukup besar.

4. Perubahan orbit dan rotasi bumi

Selain karena proses alami, penyebab lain pemanasan global adalah karena aktivitas manusia, terutama karena pembakaran bahan bakar fosil dalam kegiatan industri, transportasi, dan lain sebagainya. Para ilmuwan bahkan sepakat bahwa aktivitas manusia menjadi sebab utama pemanasan global. Berbagai aktivitas manusia dapat meningkatkan GRK secara signifikan yang memerangkap panas dari radiasi matahari di atmosfer bumi.

Beberapa GRK utama yang sangat memengaruhi terjadinya pemanasan global, antara lain karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O). Di antara ketiga GRK tersebut, CO₂ diketahui memiliki kontribusi paling besar

terhadap GRK global, yakni sebesar 55%. Sejak zaman pra-industri, konsentrasi CO₂ di atmosfer terus mengalami peningkatan dari 280 hingga lebih dari 380 ppm. Pada tahun 2021, konsentrasi CO₂ global bahkan mencapai 414,4 ppm. Angka ini merupakan yang tertinggi dalam sekitar dua juta tahun terakhir. CO₂ sebenarnya merupakan gas yang juga penting karena dibutuhkan oleh tumbuhan untuk melakukan proses fotosintesis. Namun kadar CO₂ di atmosfer nampaknya sudah terlalu besar, apalagi maraknya penggundulan hutan secara masif di seluruh dunia membuat penyerapan CO₂ menjadi berkurang.

Selain karena penggunaan bahan bakar fosil, GRK juga dihasilkan dari berbagai aktivitas lainnya, antara lain:

1. Deforestasi atau penebangan hutan. Ketika deforestasi terjadi, sebagian besar karbon yang tersimpan dalam biomassa tumbuhan akan dilepaskan kembali ke atmosfer sebagai CO₂.
2. Kebakaran hutan, baik secara alami maupun sengaja. Pembakaran residu tanaman lain selain tanaman kehutanan juga dapat berkontribusi terhadap peningkatan GRK. Misalnya, emisi GRK dapat dihasilkan akibat panen tebu dengan cara dibakar (Putra *et al.*, 2020).
3. Konversi daerah lahan basah, gambut, dan mangrove untuk pertanian atau penggunaan lahan lainnya. Konversi lahan tidak hanya menyebabkan deforestasi dan menurunnya keanekaragaman hayati, namun juga peningkatan emisi GRK (Arifien *et al.*, 2022).
4. Kegiatan budidaya tanaman pertanian, misalnya pemupukan yang menghasilkan N₂O.
5. Kegiatan peternakan, misalnya hewan ruminansia melalui kegiatan pencernaan dan kotorannya dapat menghasilkan CH₄ dan N₂O.
6. Sektor industri yang memproduksi berbagai material, misalnya semen, plastik, dan baja.
7. Sektor transportasi dan produksi listrik yang mengandalkan penggunaan bahan bakar fosil.
8. Peningkatan populasi manusia secara global yang menyebabkan peningkatan tingkat CO₂. Manusia dan

- hewan bernapas menghasilkan emisi karbon yang berupa CO_2 (Azmi *et al.*, 2022).
9. Peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan, di mana hal ini sebenarnya berkaitan dengan poin sebelumnya yaitu peningkatan populasi manusia. Seperti diketahui, sampah dapat menghasilkan CH_4 , di mana satu ton sampah padat diperkirakan dapat menghasilkan 50 kg CH_4 . Sampah organik yang terdekomposisi secara alami akan menghasilkan gas CH_4 (Dewi *et al.*, 2022b). Sejumlah besar makanan yang hilang dan terbuang menjadi sampah berkontribusi terhadap 8% emisi GRK (Scialabba *et al.*, 2014). Sisa makanan diperkirakan menghasilkan 3,3 miliar ton CO_2 yang dilepaskan ke atmosfer setiap tahunnya. Limbah industri, misalnya vinase (limbah cair) dapat pula menghasilkan GRK (Dewi *et al.*, 2022a).

Selain karena peningkatan GRK, hal lain yang memengaruhi pemanasan global adalah menipisnya lapisan ozon di atmosfer. Penipisan lapisan ozon dapat menyebabkan bumi mengalami pemanasan global. Terdapat beberapa penyebab menipisnya lapisan ozon. klorofluorokarbon (CFC), halons, dan romida merupakan beberapa gas yang dapat menyebabkan kerusakan pada lapisan ozon. Gas CFC, misalnya, dihasilkan dari penggunaan alat pendingin seperti AC dan lemari es serta terdapat pula dalam bahan pelarut dan dihasilkan dari proses pembuatan plastik. CFC merupakan senyawa-senyawa yang mengandung atom karbon dengan ikatan klorin dan fluorin dan berkontribusi sekitar 20% dalam proses terjadinya efek rumah kaca. Semakin banyak gas-gas tersebut dihasilkan dan dilepas ke atmosfer, maka hal tersebut akan menyebabkan kerusakan lapisan ozon yang semakin parah. Bila tidak dikendalikan, maka kerusakan lapisan ozon yang ada akan terus meningkat.

11.3 Proses Terjadinya Pemanasan Global

Proses terjadinya pemanasan global berkaitan dengan efek rumah kaca (*greenhouse gas effect*). Efek rumah kaca

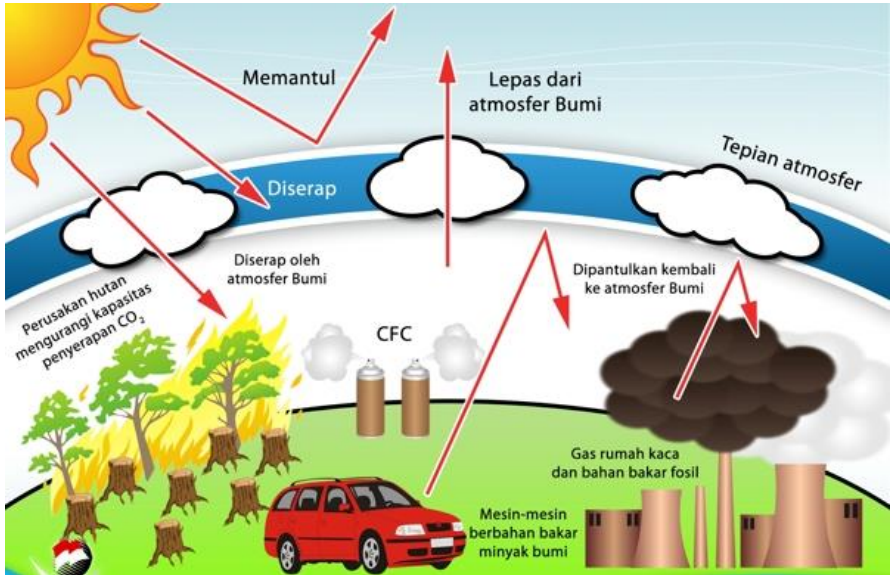
sebetulnya merupakan sebuah fenomena alami yang wajar terjadi di bumi. Fenomena ini bertanggungjawab untuk menjaga suhu yang memadai dan memungkinkan terpeliharanya kehidupan di muka bumi ini. Matahari mengirimkan radiasi matahari ke bumi setiap hari. Sebagian radiasi tersebut dipantulkan kembali ke luar angkasa dan sebagian lainnya memasuki atmosfer kita untuk kemudian diserap oleh permukaan bumi dan dipancarkan ke lingkungan di sekitarnya dalam bentuk panas.

Panas yang dihasilkan dari radiasi matahari ini sebenarnya tetap dibutuhkan oleh bumi untuk menjaga suhu bumi hangat. Tanpa adanya efek rumah kaca ini, suhu udara di bumi akan menjadi sangat dingin dan eksistensi kehidupan makhluk hidup di bumi menjadi tidak mungkin. Di beberapa planet lain seperti Mars, suhu global disana sangat dingin (bahkan mencapai minus) karena tidak ada efek rumah kaca yang terjadi. Kondisi seperti itu jelas tidak memungkinkan makhluk hidup untuk tinggal disana.

Hal yang menjadi masalah sebenarnya bukan efek rumah kacanya, namun peningkatan GRK yang meningkatkan jumlah penyerapan panas dari radiasi matahari ke bumi. GRK mencegah panas dipantulkan kembali ke luar angkasa sehingga meningkatkan panas di permukaan bumi. Faktanya, semakin hari GRK ini semakin menumpuk sehingga semakin mencegah radiasi matahari keluar dari bumi. Radiasi matahari yang masuk ke permukaan bumi pun semakin meningkat dan menyebabkan panas berlebih. Kabar buruknya, GRK ini dapat bertahan sangat lama, bertahun-tahun bahkan berabad-abad, di atmosfer bumi.

GRK dan beberapa gas lainnya juga berkontribusi terhadap penipisan lapisan ozon, yaitu lapisan yang berada di stratosfer yang berguna menahan radiasi matahari untuk memasuki permukaan bumi. Jika lapisan ozon ini semakin berkurang, maka akan menyebabkan peningkatan penyerapan radiasi matahari yang dapat berujung pada peningkatan suhu di permukaan bumi.

Adapun ilustrasi mengenai efek rumah kaca ini dapat dilihat pada Gambar 11.2 sebagai berikut.



Gambar 11.2. Ilustrasi terjadinya efek rumah kaca yang mengakibatkan kenaikan suhu di permukaan bumi (*sumber: <https://geo-media.blogspot.com/2015/08/efek-rumah-kaca-green-house-effect.html>*)

Istilah efek rumah kaca sendiri diilhami dari proses yang terjadi di dalam rumah kaca. Proses terjadinya efek rumah kaca mirip seperti yang terjadi di sebuah rumah kaca yang umumnya digunakan untuk budidaya tanaman pertanian. Peningkatan suhu dalam rumah kaca terjadi akibat adanya pantulan sinar matahari kembali ke dalam rumah kaca karena terhalang oleh dinding kaca. Dalam hal ini, udara panas terjebak dan tidak dapat keluar (*trapped*).

Semakin banyak GRK yang dihasilkan, maka efek pantulan radiasi matahari kembali ke permukaan bumi akan semakin besar. Sejumlah besar GRK yang ada di atmosfer bumi akan menahan panas keluar ke angkasa. Lambat laun namun pasti, suhu di permukaan bumi akan semakin meningkat. Selama ini, GRK banyak dihasilkan dari berbagai kegiatan manusia, sebagaimana telah dijabarkan pada subbab sebelumnya. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengurangi

produksi GRK melalui berbagai strategi mitigasi yang akan dijelaskan lebih rinci pada subbab berikutnya.

11.4 Dampak Pemanasan Global

Pemanasan global menjadi ancaman yang serius bagi bumi dan seluruh makhluk hidup yang tinggal di dalamnya. Pemanasan global dapat memberikan berbagai dampak negatif yang luas bagi lingkungan dan ekosistem dan juga memengaruhi kehidupan manusia dalam berbagai aspek. Berbagai studi telah menyatakan bahwa dampak pemanasan global ini nyata dan bukan isapan jempol semata. Bahkan, berbagai studi telah membuktikan bahwa dampak dari pemanasan global ini telah merugikan banyak orang di seluruh dunia. Tanda-tanda pemanasan global sebenarnya sudah bisa dilihat dan dirasakan dengan banyaknya fenomena alam yang telah terjadi secara global dan berdampak pada setiap spesies makhluk hidup. Secara lebih detail, berikut merupakan beberapa dampak yang ditimbulkan oleh pemanasan global.

11.4.1 Kenaikan suhu udara global

Dampak pertama dari pemanasan global adalah hari-hari yang semakin panas dari waktu ke waktu. Kenaikan suhu global ini tidak hanya dirasakan manusia, namun juga oleh makhluk hidup lainnya seperti tumbuhan dan hewan. Beberapa tumbuhan dan hewan harus beradaptasi pada perubahan suhu yang terjadi. Sejumlah tumbuhan dan hewan yang menjadi bagian dari keanekaragaman hayati bahkan terancam punah bila tak mampu beradaptasi dengan peningkatan suhu bumi. Pada tahun 2100 mendatang, permukaan laut global diperkirakan akan naik hingga mencapai 1,1 meter lebih tinggi dibandingkan sejak era pra-industri. Kenaikan permukaan air laut ini dapat terus bertahan atau bahkan terus meningkat selama berabad-abad lamanya.

11.4.2 Lautan menjadi lebih hangat/panas

Tidak hanya suhu udara dan tanah yang meningkat, kenaikan suhu juga terjadi di lautan. Peningkatan konsentrasi

GRK di atmosfer menyebabkan peningkatan energi panas bumi yang sebagian besar disimpan di lautan. Lautan merupakan penyerap panas yang efektif. Di beberapa daerah, air laut yang lebih hangat dapat berakibat pada kejadian badai dan angin topan tropis yang lebih hebat dan sering. Kenaikan suhu lautan juga dapat berimbas pada berubahnya sirkulasi aliran air laut yang pada akhirnya berpotensi mengubah distribusi geografis ikan dan berbagai fauna laut. Suhu lautan yang semakin hangat juga dapat menyebabkan spesies alien menginvasi kawasan baru di lautan di mana spesies-spesies tersebut sebelumnya tidak dapat *survive* disana.

11.4.3 Pemutihan terumbu karang (*coral bleaching*)

Kenaikan suhu air dapat berakibat pada terjadinya pemutihan terumbu karang. Terumbu karang sebenarnya bisa saja pulih dari peristiwa pemutihan, namun terumbu karang tersebut akan tetap mengalami stres/tekanan yang berat. Pemutihan terumbu karang dapat berakibat pada menurunnya populasi ikan dan berbagai biota laut lainnya.

11.4.4 Lautan menjadi lebih asam

Sebagian besar gas rumah kaca yang dilepaskan ke atmosfer diserap oleh lautan sehingga menjadikannya lebih asam. Data menunjukkan bahwa keasaman permukaan air laut telah meningkat sebesar 30% sejak awal tahun 1800-an. Keasaman laut yang lebih tinggi juga tentunya dapat berakibat pada kehidupan ikan dan berbagai biota laut lainnya.

11.4.5 Kenaikan permukaan air laut

Kenaikan permukaan air laut terjadi karena mencairnya gletser dan lapisan es di seluruh dunia akibat kenaikan suhu udara global. Air lelehan gletser dan lapisan es tersebut kemudian mengalir ke lautan dan menyebabkan kenaikan permukaan air laut global. Faktanya, suhu rata-rata di Kutub Utara mengalami peningkatan dua kali lebih cepat daripada suhu di kawasan lainnya di bumi sehingga lapisan es dunia mencair dengan cepat. Apabila kenaikan suhu global terus berlangsung, bukan hal yang mustahil jika seluruh es di kutub

akan mencair. Beberapa studi memprediksikan bahwa daratan es akan mulai hilang dalam waktu beberapa puluh tahun dari sekarang. Kenaikan muka air laut ini dapat berakibat pada tenggelamnya beberapa pulau dan wilayah pesisir.

Hingga saat ini, telah ada beberapa pulau di dataran rendah di Samudra Pasifik yang telah hilang di bawah permukaan laut, sementara masih banyak daerah lain di dunia yang berisiko tinggi tenggelam. Menurut Asian Development Bank (2019), negara-negara kepulauan kecil di kawasan Pasifik lebih rentan terhadap dampak kenaikan permukaan air laut dibandingkan wilayah lain di dunia karena berada hanya beberapa meter di atas permukaan laut. Tuvalu, Kiribati, dan Kepulauan Marshal telah mengalami kenaikan permukaan laut, di mana banjir air laut telah membawa air asin ke lahan pertanian dan menggenangi sumber air minum di negara-negara tersebut. Kawasan-kawasan yang terletak di dataran rendah ini juga tidak memiliki tutupan hutan sehingga kenaikan permukaan air laut terjadi lebih cepat (Goulding, 2015). Di samping itu, mencairnya gletser juga mengancam kelangsungan hidup manusia yang menggantungkan hidup pada gletser untuk mendapatkan air minum dan untuk kegiatan pertanian.

11.4.6 Pola cuaca yang semakin tidak menentu

Saat ini, cuaca menjadi sulit diprediksi, terutama hujan (Ranomahera *et al.*, 2020). Pemanasan global menjadi penyebab tidak menentunya pola cuaca, seperti perubahan curah hujan. Peristiwa ekstrem seperti kekeringan, banjir, dan siklon juga menjadi sering terjadi. Suhu global yang lebih hangat mengubah pola cuaca sedemikian rupa sehingga wilayah basah menjadi lebih basah dan wilayah kering menjadi lebih kering.

11.4.7 Penurunan kualitas tanah

Pemanasan global juga dapat memengaruhi kualitas tanah. Banjir yang terjadi akibat pemanasan global dapat menyebabkan erosi tanah, longsor, serta pencucian unsur-unsur hara. Sementara itu, kekeringan dapat menyebabkan salinitas dan penggurunan (*desertification*).

11.4.8 Mengganggu kesehatan manusia

Pemanasan global juga dapat berakibat pada terganggunya kesehatan manusia. Secara langsung, panas akibat pemanasan global dapat menyebabkan beberapa masalah kesehatan. Mora *et al.* (2017) menyatakan bahwa sekitar 30% populasi manusia di dunia telah terpapar kombinasi panas dan kelembapan yang melebihi batas aman bagi tubuh manusia setidaknya 20 hari dalam setahun.

Secara tidak langsung, pemanasan global menyebabkan terjadinya peningkatan insiden alergi dan penyakit pemafasan karena udara yang lebih hangat akan memperbanyak polutan, spora dan serbuk sari. Pemanasan global juga dapat memperbesar kejadian malaria. The 2023 World Malaria Report tahun 2023 melaporkan temuan mereka mengenai hubungan antara perubahan iklim dan malaria. Perubahan suhu, kelembapan, dan curah hujan ternyata dapat memengaruhi perilaku dan kelangsungan hidup nyamuk dan kutu sebagai vektor pembawa penyakit. Iklim yang lebih hangat menguntungkan bagi kelangsungan hidup dan penyelesaian siklus hidup hewan-hewan vektor tersebut serta mempercepat penyebarannya.

Di samping itu, berbagai peristiwa cuaca ekstrem, seperti gelombang panas dan banjir, juga dapat berdampak secara tidak langsung terhadap penularan berbagai penyakit. Misalnya, banjir yang terjadi di Pakistan pada tahun 2022 berakibat pada meningkatnya kasus malaria sebanyak lima kali lipat di negara tersebut. Beberapa studi juga melaporkan peningkatan kasus leptospirosis serta infeksi campylobacter dan cryptosporidiosis pasca banjir (Rossati, 2017).

Terganggunya kesehatan manusia akibat pemanasan global tidak hanya berupa kesehatan dari aspek jasmani, namun ternyata juga kesehatan rohani. Doherty & Clayton (2011) menemukan bahwa pemanasan global dapat memberikan dampak psikologis bagi manusia, antara lain:

1. Dampak secara langsung: efek trauma akibat kejadian cuaca ekstrem dan perubahan lingkungan;
2. Dampak secara tidak langsung: gangguan emosi berdasarkan observasi dampak negatif perubahan iklim

serta ketidakpastian mengenai risiko yang akan terjadi ke depannya; serta

3. Dampak psikososial: dampak sosial dan komunitas yang kronis akibat dari kejadian panas, kekeringan, migrasi, konflik terkait iklim, serta penyesuaian pasca bencana.

11.4.9 Perubahan pada spesies tumbuhan dan hewan

Pemanasan global dapat menyebabkan terjadinya perubahan pada spesies tumbuhan dan hewan, antara lain perubahan fenologi (perilaku dan siklus hidup spesies hewan dan tumbuhan), kelimpahan dan distribusi spesies, komposisi komunitas, struktur habitat, maupun proses ekosistem. Dampak lain yang lebih mengkhawatirkan adalah bahwa pemanasan global mendorong kepunahan berbagai spesies makhluk hidup, baik tumbuhan maupun hewan yang hidup di darat maupun air. Menurut Le Treut *et al.* (2007), secara global, sekitar 20-30% spesies tumbuhan dan hewan di dunia terancam punah dengan kenaikan suhu udara. Sebagai informasi, sebanyak lebih dari 19.000 spesies tumbuhan dan 5.000 spesies hewan diklasifikasikan sebagai terancam punah (*endangered species*) (Darmayani *et al.*, 2023). Kepunahan ini dapat terjadi pada spesies makhluk hidup yang tidak dapat bertahan hidup pada lingkungan yang lebih hangat atau panas. Kepunahan tersebut juga dapat dipicu oleh kondisi iklim yang tidak menentu, misalnya kekeringan berkepanjangan yang mengakibatkan kurangnya suplai air untuk tumbuhan dan hewan. Beberapa studi mencatat penurunan kekayaan spesies secara signifikan di hutan hujan tropis yang mengalami gelombang panas berkepanjangan (Johnson *et al.*, 2018; Smith & Brown, 2020). Kepunahan beberapa spesies ini tentu saja dapat berimplikasi pada perubahan rantai makanan di alam.

11.5 Hubungan Pemanasan Global dengan Pertanian

Pemanasan global dan sektor pertanian saling berkaitan erat satu sama lain. Di satu sisi, kegiatan pertanian dapat memicu pemanasan global. Di sisi lain, pemanasan global juga

dapat memengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman pertanian. Mengingat pertanian menjadi sumber emisi GRK sekaligus rentan terhadap dampak buruk yang disebabkan oleh pemanasan global, maka sektor pertanian harus menjadi salah satu prioritas utama dari setiap agenda untuk memerangi perubahan iklim.

11.5.1 Pengaruh pemanasan global terhadap pertanian

Pemanasan global dapat membawa dampak yang cukup signifikan bagi sektor pertanian. Menurut Hussain *et al.* (2018), dampak terhadap tanaman tersebut ditimbulkan akibat kenaikan suhu, perubahan pola hujan, dan peningkatan serangan hama dan patogen. Tentu, hal ini tidak dapat dipandang sepele mengingat kegagalan panen di sektor pertanian dapat berujung pada ancaman kelaparan.

Suhu yang lebih tinggi dapat secara langsung memengaruhi pertumbuhan tanaman dan hasil panen. Untuk setiap kenaikan derajat Celcius pada suhu rata-rata global, rata-rata hasil global gandum, beras, jagung, dan kedelai masing-masing turun sebesar 6,0%, 3,2%, 7,4%, dan 3,1% (Zhao *et al.*, 2017). Perubahan iklim akibat pemanasan global juga menjadi faktor penting yang berkontribusi terhadap penurunan produksi tebu (Putra *et al.*, 2021c). Penurunan produksi tersebut tentu sangat mengkhawatirkan mengingat sebagian besar masyarakat dunia tergantung pada tanaman-tanaman tersebut sebagai bahan pangan.

Pemanasan global juga meningkatkan frekuensi dan intensitas kejadian cuaca ekstrem seperti kekeringan, banjir, dan gelombang panas. Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO) melaporkan bahwa antara tahun 2008 dan 2018, sekitar 20% dari kehilangan produksi pertanian global disebabkan oleh kekeringan yang terutama memengaruhi wilayah kering dan semi-kering. Seperti diketahui, sektor pertanian merupakan salah satu sektor pengguna air tawar terbesar, yaitu mencapai 70%. Selama satu abad terakhir, lahan pertanian yang harus menerima irigasi telah meningkat lima kali lipat. Sementara itu, banjir menyumbang 18% dari total kerugian. Peristiwa cuaca ekstrem semacam ini tidak hanya mengakibatkan kehilangan

hasil panen secara langsung, namun dalam jangka panjang juga mengakibatkan degradasi tanah yang selanjutnya mengancam produktivitas pertanian.

Beberapa jenis tanaman pertanian sebenarnya memiliki sistem adaptasi alami terhadap perubahan yang terjadi. Misalnya, ketika kondisi konsentrasi CO₂ di atmosfer lebih tinggi, stomata tanaman akan mengkerut untuk memberikan aliran CO₂. Pada kondisi kering, tanaman akan mengurangi transpirasi sehingga efisiensi penggunaan air dapat meningkat secara signifikan (Permana *et al.*, 2023). Namun, seringkali perubahan iklim yang terjadi melebihi batas yang dapat diterima oleh tanaman sehingga mengakibatkan kematian tanaman, misalnya kekeringan yang berkepanjangan atau banjir bandang.

Anomali iklim juga dapat menyebabkan penurunan kualitas tanaman. Sebagai contoh, kualitas tebu dapat menurun akibat kejadian La Nina. La Nina menyebabkan iklim menjadi basah sepanjang tahun yang mengganggu proses pemasakan alami tebu. Dengan demikian, tebu menjadi tidak bisa masak secara optimal (Puspitasari *et al.*, 2024).

Pemanasan global juga memengaruhi distribusi dan intensitas hama dan patogen tanaman. Suhu udara yang lebih hangat mendukung hama dan patogen serta menurunkan efektivitas beberapa pestisida. Suhu udara yang lebih hangat juga dapat memperluas jangkauan geografis hama dan patogen tertentu.

Berbagai dampak negatif pemanasan global terhadap pertanian diperkirakan akan menjadi lebih buruk di negara-negara berkembang karena kapasitas adaptasi, sistem prakiraan cuaca, dan strategi mitigasi yang masih rendah serta kerentanan yang tinggi terhadap bencana alam (Zhao & Li, 2015). Lipper *et al.* (2014) dan Lipper *et al.* (2018) berpendapat bahwa dampak negatif pemanasan global terhadap pertanian dapat diminimalkan dengan cara meningkatkan kapasitas adaptasi petani dan memaksimalkan efisiensi penggunaan sumber daya yang mereka miliki. Secara singkat, dapat dikatakan bahwa untuk mengatasi berbagai masalah tersebut, dibutuhkan strategi mitigasi maupun adaptasi yang tepat yang melibatkan berbagai

pihak, seperti petani, pemerintah, peneliti, dan pihak-pihak lainnya yang berkepentingan (Putra *et al.*, 2021a).

11.5.2 Pengaruh pertanian terhadap pemanasan global

Sektor pertanian berkontribusi terhadap pemanasan global. Menurut Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), sektor pertanian bahkan menyumbang sekitar 24% emisi gas rumah kaca global. Hal ini mencakup emisi dari penggundulan hutan untuk perluasan pertanian, emisi CH₄ dari penanaman padi dan peternakan, serta NO₂ dari kegiatan pemupukan dan deforestasi untuk ekspansi pertanian dapat meningkatkan gas CO₂. Menurut World Bank, pertanian bertanggung jawab atas 80% deforestasi di seluruh dunia. Ketika hutan ditebangi untuk dijadikan lahan pertanian, karbon yang tersimpan di pepohonan akan dilepaskan ke atmosfer sebagai CO₂ yang pada akhirnya berkontribusi terhadap pemanasan global. Sementara itu, menurut Paustian *et al.* (2006), beberapa aktivitas utama dalam pertanian yang menghasilkan emisi GRK adalah pembajakan dan drainase lahan basah, penggunaan pupuk, pengelolaan pupuk kandang, konsumsi bahan bakar, dan fermentasi enterik oleh hewan ternak.

Emisi CH₄ dari penanaman padi dan peternakan juga merupakan kontributor signifikan lainnya. Sawah menghasilkan CH₄ ketika bahan organik terurai di tanah yang tergenang air. Sementara itu, hewan ruminansia seperti sapi dan domba menghasilkan CH₄ sebagai bagian dari proses pencernaannya. CH₄ merupakan gas rumah kaca yang kuat, dengan potensi pemanasan global 28 kali lebih besar dibandingkan karbon dioksida dalam jangka waktu 100 tahun. Menurut Gill *et al.* (2010), kegiatan peternakan berkontribusi sekitar 9% terhadap emisi GRK (CH₄ dan N₂O) global.

Emisi oksida nitrat dari lahan yang dipupuk juga menjadi perhatian. Pupuk berbasis nitrogen dapat menghasilkan N₂O, gas rumah kaca yang hampir 300 kali lebih kuat dibandingkan CO₂ dalam hal potensi pemanasan. FAO memperkirakan bahwa 60% emisi N₂O berasal dari pertanian, terutama dari pupuk sintetis dan pupuk kandang di padang rumput. Menurut

Omonode *et al.* (2011), 50% dari total emisi tersebut bahkan terjadi tak lama setelah aplikasi N di lahan.

11.6 Strategi Mitigasi dan Adaptasi Pemanasan Global

Mengingat cukup besarnya dampak pemanasan global terhadap lingkungan dan pertanian, maka upaya memerangi pemanasan global perlu dilakukan. Upaya-upaya ini dapat dilakukan melalui mitigasi maupun adaptasi. Mitigasi merupakan upaya yang dilakukan untuk mencegah atau mengurangi emisi GRK ke atmosfer, sedangkan adaptasi merupakan upaya penyesuaian diri yang dilakukan terhadap berbagai dampak pemanasan global yang telah terjadi di masa ini atau akan terjadi di masa depan.

Menurut IPCC, tren peningkatan suhu global diperkirakan akan terus berlanjut apabila tidak ada tindakan mitigasi yang substansial. Beberapa ilmuwan menilai bahwa pemanasan global ini bersifat *irreversible* atau tidak dapat kembali seperti semula dan akan tetap terjadi. Namun setidaknya, strategi mitigasi yang dilakukan menjadi upaya kita untuk menekan emisi GRK semaksimal mungkin. Menurut Ritchie *et al.* (2023), bila emisi GRK ingin berkurang secara signifikan, transformasi besar-besaran di bidang energi, industri, dan sistem makanan harus dilaksanakan.

Strategi mitigasi memainkan peran penting dalam mengatasi pemanasan global. Beberapa upaya mitigasi yang dapat dilakukan, antara lain:

1. Transisi dari sumber energi fosil (minyak, batu bara, dan gas bumi) ke sumber energi terbarukan (*renewable energy*), seperti tenaga surya, angin, dan air. Pemanfaatan energi berbasis biomassa tanaman juga dapat diupayakan, misalnya bioetanol dan biobriket. Jika memungkinkan, kita juga dapat menggunakan sumber energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, misalnya pemanas air dari tenaga matahari.
2. Peningkatan efisiensi energi melalui inovasi teknologi, insentif kebijakan, dan pengurangan konsumsi energi.

- Penghematan listrik di tingkat individu dapat dilakukan dengan cara mematikan semua perangkat elektronik ketika sedang tidak digunakan.
3. Penggunaan transportasi umum atau sepeda. Hal ini dapat mengurangi produksi CO₂ dan CO secara signifikan.
 4. Penanaman pohon dan reboisasi/penghijauan secara masif. Seperti diketahui, berbagai jenis tumbuhan mampu menyerap lebih banyak CO₂ dan mencegahnya terperangkap di atmosfer. Tumbuhan akan mengubah CO₂ menjadi O₂ untuk membantu menetralkan suhu bumi yang kian memanas. Melalui evapotranspirasi, tumbuhan juga dapat membantu mengubah air permukaan dan air tanah menjadi uap air di atmosfer. Kelembapan udara pun meningkat sehingga tumbuhan berperan sebagai sistem pendingin udara alami.
 5. Praktik penggunaan lahan berkelanjutan untuk memitigasi emisi dari deforestasi dan pertanian, misalnya pertanian dengan sistem *agroforestri*/wanatani.
 6. Tidak membuka lahan dengan cara dibakar. Pembukaan lahan untuk kegiatan pertanian maupun non-pertanian dapat melepaskan CO₂ dan berbagai polutan lainnya dalam jumlah yang besar.
 7. Menekan produksi sampah, baik sampah organik maupun anorganik. Hal ini termasuk menghindari produksi sampah makanan (*food waste*).
 8. Melakukan pengelolaan sampah atau limbah. Misalnya, pengelolaan limbah industri melalui proses aerobik, anaerobik, biologis, atau melalui proses lainnya untuk mengurangi emisi GRK. Khusus untuk limbah makanan, penerapan konsep *Food Smart City* dapat dilakukan, di mana sampah dikelola melalui: 1) konsep ekonomi sirkuler yang memanfaatkan sampah menjadi energi, kompos, pakan ternak, dan berbagai material lainnya, 2) bank makanan yang mendistribusikan kelebihan makanan kepada pihak-pihak yang membutuhkan, dan 3) pemberdayaan masyarakat untuk mendaur ulang atau memproses limbah makanan (Afrianto *et al.*, 2021).

9. Membudayakan pertanian perkotaan (*urban farming*) di kalangan masyarakat. Melalui pertanian perkotaan, seseorang ikut berkontribusi dalam upaya mengurangi jejak karbon (*carbon footprint*). Selama ini, masyarakat kota masih bergantung pada bahan makanan yang dipasok dari kawasan pedesaan. Padahal, sejumlah besar bahan bakar fosil diperlukan dalam pendistribusian bahan makanan dari pedesaan ke perkotaan. Makanan yang tersedia bagi warga perkotaan saat ini rata-rata harus menempuh perjalanan belasan, puluhan, bahkan ratusan kilometer dari tempat asalnya di kawasan pedesaan. Perjalanan sejauh ini tentu membutuhkan konsumsi bahan bakar fosil yang tidak sedikit dan menghasilkan emisi yang besar (Putra *et al.*, 2021b).
10. Kebijakan industrialisasi yang ramah lingkungan, misalnya dengan melibatkan material daur ulang dalam kegiatan produksi dan mengharuskan pabrik untuk mengelola limbah yang mereka hasilkan.
11. Meminimalkan penggunaan peralatan pendingin yang mengandung CFC seperti AC dan lemari es. Kabar baiknya, seiring dengan perkembangan teknologi, saat ini sudah banyak beredar inovasi produk AC dan lemari es non CFC yang ramah lingkungan.

Selain upaya mitigasi, berbagai upaya adaptasi juga penting dilakukan untuk mengatasi dampak pemanasan global saat ini dan di masa depan. Menurut Graciela (2023), upaya mitigasi harus dibarengi dengan strategi adaptasi untuk memberdayakan masyarakat, melindungi ekosistem yang rentan, dan membangun ketahanan terhadap perubahan yang tak terhindarkan akibat pemanasan global. Beberapa upaya adaptasi yang dapat dilakukan, antara lain:

1. Membangun rancangan infrastruktur yang tangguh untuk menahan peristiwa cuaca ekstrem dan kenaikan permukaan laut.
2. Praktik pengelolaan air yang lebih baik, termasuk konservasi air dan distribusi yang efisien untuk menjamin akses terhadap air bersih.

3. Mengimplementasikan berbagai metode dan teknologi pertanian yang tahan iklim, misalnya memanipulasi iklim mikro serta merakit dan menggunakan varietas tanaman yang tahan kekeringan atau banjir.
4. Perencanaan kota yang berkelanjutan untuk mengurangi kerentanan di kota-kota yang berkembang pesat.
5. Pemanfaatan teknologi. Contohnya, penggunaan teknologi penginderaan jarak jauh (citra satelit dan jaringan sensor) yang memungkinkan pemantauan ekosistem secara *real-time* dan deteksi dini perubahan terkait pemanasan global (Joppa *et al.*, 2019).

11.7 Kebijakan untuk Meminimalkan Dampak Pemanasan Global

Keberhasilan upaya mitigasi maupun adaptasi bergantung pada kerja sama global dan komitmen berkelanjutan antar para pemangku kepentingan (*stakeholders*). Efek pemanasan global tidak dapat dicegah dan diatasi oleh individu, namun butuh kerja sama semua pihak. Sifat kompleks dari pemanasan global memerlukan pendekatan multidisiplin yang mencakup berbagai perspektif. Para ilmuwan, pembuat kebijakan, sektor swasta, *non-governmental organizations* (NGO), tokoh masyarakat, dan warga negara harus terlibat untuk mengatasi berbagai tantangan yang ditimbulkan oleh pemanasan global (Graciela, 2023). Kumar *et al.* (2023) berpendapat bahwa pendekatan terpadu sangat diperlukan, termasuk strategi ketahanan iklim yang menggabungkan upaya adaptasi dan mitigasi, solusi berbasis alam, serta *Sustainable Development Goals* (SDG) yang digagas oleh United Nations.

Para peneliti dapat saling berkolaborasi melakukan berbagai penelitian ilmiah mengenai pemanasan global. Penelitian-penelitian terutama diarahkan untuk mencatat tren masa lalu dan memprediksi skenario masa depan secara akurat. Pembuat kebijakan berkontribusi melalui formulasi berbagai kebijakan yang ramah lingkungan untuk mencapai tujuan pengurangan emisi GRK. Pembuat kebijakan juga perlu duduk bersama dengan para peneliti untuk menemukan berbagai

kebijakan terbaik terkait upaya pengurangan emisi GRK yang saintifik sekaligus konkret dan *feasible* untuk diterapkan. Sektor swasta dapat menerapkan praktik produksi barang yang ramah lingkungan, misalnya melalui penerapan industri hijau dan ekonomi sirkuler. Bila ada industri yang melakukan kegiatan yang merusak lingkungan, pemerintah dapat pula menerapkan hukuman, misalnya melalui pajak lingkungan atau pajak karbon. Para NGO dan tokoh masyarakat diharapkan dapat membantu mensosialisasikan atau mengkampanyekan berbagai kebijakan pemerintah yang pro lingkungan atau membantu meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya menjaga lingkungan. Sementara itu, warga negara juga perlu memiliki kesadaran yang tinggi terhadap kelestarian lingkungan.

Warga negara tentu memainkan peran yang sangat besar dalam upaya meminimalkan pemanasan global karena sesempurna apapun kebijakan pemerintah, kunci pelaksanaannya tetap ada di tangan segenap warga negara. Hal-hal kecil bisa kita lakukan mulai dari kita sendiri, seperti kesadaran untuk menggunakan transportasi umum, menanam pohon atau tanaman, menghemat penggunaan listrik dan air, dan lain sebagainya. Jika perlu, kita bisa juga berperan dalam peningkatan kesadaran orang-orang di sekeliling kita. Jangan ragu untuk menyebarkan pengetahuan mengenai pemanasan global kepada orang lain. Berikan pula contoh konkret yang dapat dilakukan untuk turut serta menjaga alam dan lingkungan dari bahaya pemanasan global.

Terkait upaya mitigasi, pemerintah di seluruh dunia harus menerapkan kebijakan yang memberi insentif pada penggunaan energi terbarukan dan mencegah penggunaan bahan bakar fosil. Inovasi teknologi, seperti penangkapan dan penyimpanan karbon, dapat membantu mengurangi emisi dari industri yang mengalami tantangan dekarbonisasi (Keniah, 2023). Sementara itu, strategi adaptasi harus spesifik pada konteks dan mempertimbangkan kesenjangan kerentanan antar wilayah.

Pada tahun 2015, hampir 200 negara di seluruh dunia telah mengadopsi Paris Agreement sebagai perjanjian internasional di bawah United Nations Framework Convention

on Climate Change (UNFCCC). Momen tersebut menjadi tonggak sejarah yang penting dan menjadi komitmen banyak negara untuk menurunkan emisi GRK mereka. Paris Agreement menekankan penerapan standar baru terkait penurunan emisi GRK dan penyusunan kebijakan baru terkait hal tersebut untuk memenuhi atau bahkan melampaui standar tersebut. Sayangnya, banyak ilmuwan menilai bahwa Paris Agreement ini belumlah cukup. Meskipun banyak negara sudah bisa menurunkan emisi GRK mereka pada beberapa dekade terakhir (Ritchie *et al.*, 2023), namun banyak ahli yang juga mengatakan bahwa realita dari janji negara-negara tersebut tidak cukup ambisius dan tidak akan dapat dilaksanakan dengan cukup cepat untuk membatasi kenaikan suhu global hingga 1,5°C.

11.8 Kesimpulan

Pemanasan global merupakan fenomena kenaikan suhu global yang disebabkan oleh berbagai faktor, yaitu faktor alam dan manusia. Dibandingkan faktor alam, faktor manusia menjadi penyebab utama peningkatan produksi gas rumah kaca, terutama karena penggunaan bahan bakar fosil untuk kegiatan industri, transportasi, dan produksi listrik. Gas-gas rumah kaca ini menahan pantulan radiasi matahari kembali ke luar angkasa sehingga radiasi matahari kembali ke bumi dan bumi pun menjadi lebih panas. Gas-gas rumah kaca juga menyebabkan penipisan lapisan ozon, yaitu lapisan yang berperan penting dalam menghambat radiasi matahari, termasuk sinar ultraviolet yang berbahaya, memasuki bumi. Semakin banyak gas rumah kaca di atmosfer, maka semakin besar efek rumah kaca yang mengakibatkan pemanasan suhu di permukaan bumi.

Pemanasan global menimbulkan berbagai dampak negatif, antara lain: 1) kenaikan suhu udara global, 2) lautan menjadi lebih hangat/panas yang berakibat pada peningkatan intensitas dan frekuensi badai dan angin topan tropis, 3) pemutihan terumbu karang (*coral bleaching*), 4) lautan menjadi lebih asam, 5) kenaikan permukaan air laut, 6) pola cuaca yang semakin tidak menentu, 7) mengganggu kesehatan manusia, serta 8) kepunahan spesies tumbuhan dan hewan. Pemanasan

global juga berkaitan erat dengan sektor pertanian. Aktivitas pertanian dapat memicu pemanasan global, namun pemanasan global juga dapat memengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman pertanian.

Berbagai upaya mitigasi dan adaptasi dapat dilakukan untuk meminimalkan dampak negatif pemanasan global. Mitigasi yaitu upaya untuk mencegah terjadinya pemanasan global supaya tidak semakin memburuk, sedangkan adaptasi merupakan upaya untuk beradaptasi pada perubahan kondisi akibat dari pemanasan global. Semua upaya tersebut tentunya tidak dapat diselesaikan sendiri, namun membutuhkan pada kerja sama dan komitmen berkelanjutan antar para pemangku kepentingan (*stakeholders*) dalam tingkat internasional. Para ilmuwan, pembuat kebijakan, sektor swasta, NGO, tokoh masyarakat, dan seluruh warga negara di dunia harus terlibat dan saling berkomitmen dalam upaya memerangi pemanasan global.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, W. F., Hidayatullah, T., Hasanah, L. N., Putra, R. P., Diannita, R., & Anggraini, R. (2021). Urban community engagement to reduce and prevent food waste at household level. *International Journal of Community Service*, 1(3), 261-271.
- Arifien, Y., Putra, R. P., Wibaningwati, D. B., Anasi, P. T., Masnang, A., Rizki, F. H., Suradi, A. R., Rismaya, R., Marlina, L., Anggarawati, S., Prihatini, R., Sunardi, & Indrawati, E. (2022). *Pengantar Ilmu Pertanian*. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi.
- Asian Development Bank. (2019). An Existential Threat: How Climate Change is Impacting the Atoll Countries, *The Asian Development Bank*. Diakses dari <https://www.adb.org/news/videos/existential-threat-how-climate-change-impacting-atoll-countries> pada tanggal 28 Mei 2024.
- Azmi, Y., Yulistiyono, A., Karyasa, T. B., Putra, R. P., Salama, S. H., Thamrin, N. T., Septiadi, D., Dinata, G. F., Jumiyati, S., & Rizki, F. H. (2022). *Pertanian Terpadu*. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi.
- Darmayani, S., Tribakti, I., Musa, B., Satriawan, D., Rustiah, W., Helilusiatiningsih, N., Sahabuddin, E. S., Putra, R. P., Rahmawati, Dewadi, F. M., & Cundaningsih, N. (2023). *Kimia Lingkungan*. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi.
- Dewi, V. A. K., Putra, R. P., & Afrianto, W. F. (2022a). Kajian potensi vinase sebagai bahan fertigasi di perkebunan tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Sang Pencerah: Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 8(1), 187-201.
- Dewi, V. A. K., Putra, R. P., Haris, A., & Alam, T. (2022b). *Limbah Dapur dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Bintang Semesta Media.
- Doherty, T. J. & Clayton, S. (2011). The psychological impact of global climate change. *American Psychologist*, 66(4), 265-276.

- Gill, M., Smith, P., & Wilkinson, J. M. (2010). Mitigating climate change: The role of domestic livestock. *Animal*, 4(3), 323-333.
- Goulding, N. (2015). Marshalling a Pacific Response to Climate Change. In: G. Fry and S. Tarte, ed., *The New Pacific Diplomacy*, 1st ed. Canberra: ANU Press, pp. 191-202.
- Graciela, F. (2023). The impact of global warming on earth's ecosystems and future sustainability. *International Journal of Science Review*, 5(2), 461-469.
- Hussain, S., Khaliq, A., Mehmood, U., Qadir, T., Saqib, M., Iqbal, M. A., & Hussain, S. (2018). Sugarcane production under changing climate: Effects of environmental vulnerabilities on sugarcane diseases, insects and weeds. *Climate Change and Agriculture*, 1-17.
- Johnson, E. A., Smith, S., & Brown, S. (2018). Climate change effects on forest vegetation in the Canadian Rocky Mountains. *Ecological Applications*, 28(6), 1580-1599.
- Joppa, L. N., Loarie, S. R., & Pimm, S. L. (2019). On the protection of "protected areas". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(27), 10507-10511.
- Keniah, J. (2023). Global warming: A comprehensive examination. *International Journal of Science and Society*, 5(4), 135-145.
- Kumar, S., Chatterjee, U., & David Raj, A. (2023). Ecological Footprints in Changing Climate: An Overview. *Ecological Footprints of Climate Change: Adaptive Approaches and Sustainability*, 3-30.
- Le Treut H, Somerville R, Cubasch U, *et al.* (2007). Historical Overview of Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007:93-127.

- Lipper, L., McCarthy, N., Zilberman, D., Asfaw, S. and Branca, G. (2018). Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change. *Springer & FAO Natural Resource Management and Policy*, 52.
- Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B.M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., ... Torquebiau, E.F. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, 4, 1068– 1072.
- Mora, C., Dousset, B., Caldwell, I. R., Powell, F. E., Geronimo, R. C., Bielecki, K. R., Counsell, C. W. W., Dietrich, B. S., Johnston, E. T., Louis, L. V., Lucas, M. P., McKenzie, M. M., Shea, A. G., Tseng, H., Giambelluca, T. W., Leon, L. R., Hawkins, E., & Trauernicht, C. (2017). Global risk of deadly heat. *Nature Climate Change*, 7, 501-506.
- Omonode, R. A., Smith, D. R., Gal., A., & Vyn, T. J. (2011). Soil nitrous oxide emissions in corn following three decades of tillage and rotation treatments. *Soil Science Society of America Journal*, 75(1), 152-163.
- Paustian, K., Antle, J. M., Sheehan, J., Paul, E. A. (2006). Agriculture's Role in Greenhouse Gas Mitigation. Washington D.C.: Pew Center on Global Climate Change.
- Permana, I., Anggoro, O., Carsidi, D., Alam, S., Sihalo, N. K., Killa, Y. M., Wida, W. O. A., Putra, R. P., Mutiara, C., Masnang, A., Wirda, Z., & Elizabeth, R. (2023). *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi.
- Puspitasari, A. R., Ariyani, D., Putra, R. P., Widaryanto, E., Maghfoer, M. D., & Tyasmoro, S. Y. (2024). Enhancement of sugarcane maturity using glyphosate and bispyribac sodium as chemical ripeners in wet climate. *BIO Web of Conferences*, 91, 01006.
- Putra, R. P., Arini, N., & Ranomahera, M. R. R. (2021a). Implementation of climate-smart agriculture to boost sugarcane productivity in Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 40(2), 89-102.
- Putra, R. P., Dewi, V. A. K., & Afianto, W. F. (2021b). *Serba-Serbi Pertanian Perkotaan*. Solok: Insan Cendekia Mandiri.

- Putra, R. P., Ranomahera, M. R. R., Arini, N., & Afrianto, W. F. (2021). Tindakan pengembalian residu panen tebu untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 13(1), 48-66.
- Putra, R. P., Ranomahera, M. R. R., Rizaludin, M. S., Supriyanto, R., & Dewi, V. A. K. (2020). Investigating environmental impacts of long-term monoculture of sugarcane farming in Indonesia through DPSIR framework. *Biodiversitas*, 21(9), 4945-4958.
- Ranomahera, M. R. R., Nugroho, B. D. A., Riajaya, P. D., & Putra, R. P. (2020). Using global climate indices to predict rainfall and sugarcane productivity in drylands of Banyuwangi, East Java, Indonesia. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 21(2), 78-88.
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2023). CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. Diakses dari <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions> pada tanggal 28 Mei 2024.
- Rossati, A. (2017). Global warming and its health impact. *The International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 8(1), 7.
- Scialabba, N., Müller, A., Schader, C., Schmidt, U., Schwegler, P., Fujiwara, D., & Ghoreishi, Y. (2014). Food Wastage Footprint: Full-Cost Accounting (Final Report). Rome: FAO.
- Smith, J. D., & Brown, M. E. (2020). Effects of heatwaves on biodiversity in tropical rainforests: A synthesis of recent studies. *Global Change Biology*, 26(9), 4991-5003.
- Wang, L., Wang, L., Li, Y., & Wang, J. (2023). A century-long analysis of global warming and earth temperature using a random walk with drift approach. *Decision Analytics Journal*, 7, 100237.
- Zhao, D., & Li, Y. R. (2015). Climate change and sugarcane production: Potential impact and mitigation strategies. *International Journal of Agronomy*, 2015, 1-10.

Zhao, C., Liu, B., Piao, S., Wang, X., Lobell, D. B., Huang, Y., Huang, M., Yao, Y., Bassu, S., Ciais, P., Durand, J. L., Elliott, J., Ewert, F., Janssens, I. A., Li, T., Lin, E., Liu, Q., Martre, P., Müller, C., Peng, S., Peñuelas, J., Ruane, A. C., Wallach, D., Wang, T., Wu, D., Liu, Z., Zhu, Y., Zhu, Z., & Asseng, S. (2017). Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(35), 9326-9331.

BAB 12

KAJIAN LINGKUNGAN HIDUP STRATEGIS

Oleh Sudiro

12.1 Pendahuluan

Tujuan dari Kajian Lingkungan Hidup Strategis, atau KLHS, seperti yang sekarang disebut, adalah untuk melestarikan keseimbangan lingkungan hidup dengan cara-cara yang diatur. Berdasarkan ("Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 46 Tentang Tata Cara Penyelenggaraan Kajian Lingkungan Hidup Strategis, 2016") dinyatakan bahwa "rangkaian analisis yang sistematis, menyeluruh, dan partisipatif untuk memastikan bahwa prinsip pembangunan berkelanjutan telah menjadi dasar dan terintegrasi dalam pembangunan suatu wilayah dan/atau Kebijakan, Rencana, dan/atau Program. KLHS adalah salah satu perangkat guna pencegahan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 2009)." Sebagaimana pernyataan tersebut KLHS merupakan perangkat strategis dalam perlindungan lingkungan. Menurut (Atiek Koesrijanti, Laksmi Wijayanti, Soeryo Adiwibowo, 2007) "pemahaman ini mengindikasikan bahwa ada tiga langkah penting yang harus dilakukan untuk mengimplementasikan KLHS di Indonesia: i) menilai dampak lingkungan dari kebijakan, rencana, dan program; ii) memasukkan prinsip-prinsip keberlanjutan ke dalam kebijakan, rencana, dan program; dan iii) mengimplementasikan prosedur kelembagaan untuk menjamin bahwa prinsip-prinsip keberlanjutan telah dimasukkan ke dalam kebijakan, rencana, dan program."

Dalam hal yang sudah tersampaikan pada definisi diatas, KLHS adalah aspek regulasi yang penting terhadap perwujudan

pembangunan berkelanjutan. Dikutip dari peraturan yang berlaku sebagai berikut "Memastikan integritas lingkungan dan keselamatan, kemampuan, kesejahteraan, dan kualitas hidup generasi saat ini dan generasi yang akan datang dapat dilakukan melalui integrasi yang disengaja dan terencana antara faktor lingkungan, sosial, dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan, sebuah proses yang dikenal sebagai pembangunan berkelanjutan (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 2009)." Dalam implementasinya pembangunan berkelanjutan ini dilaksanakan mengacu pada Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB). Dimana tujuan ini tercantum dalam rumusan 17 Tujuan atau sering disebut sebagai Sustainable Development Goals atau SDGs. Rumusan ini di deklarasikan oleh negara negara anggota PBB pada September 2015. Sebagaimana yang tercantum pada (Anonim, 2024) bahwa 17 tujuan tersebut yaitu: "(1) Tanpa Kemiskinan; (2) Tanpa Kelaparan; (3) Kehidupan Sehat dan Sejahtera; (4) Pendidikan Berkualitas; (5) Kesenjangan Gender; (6) Air Bersih dan Sanitasi Layak; (7) Energi Bersih dan Terjangkau; (8) Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi; (9) Industri, Inovasi dan Infrastruktur; (10) Berkurangnya Kesenjangan; (11) Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan; (12) Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab; (13) Penanganan Perubahan Iklim; (14) Ekosistem Lautan; (15) Ekosistem Daratan; (16) Perdamaian, Keadilan dan Kelembagaan yang Tangguh; (17) Kemitraan untuk Mencapai Tujuan." Dengan kata lain, KLHS digunakan dalam proses pembangunan untuk memastikan keberlanjutan daya dukung dan daya tampung lingkungan.

Menurut (Sutrisno et al., 2021) "daya dukung lingkungan merupakan ukuran kemampuan lingkungan dalam mendukung kehidupan manusia dan aktivitasnya serta makhluk hidup lain tanpa menyebabkan kerusakan lingkungan." Daya dukung ini mencakup kemampuan alam untuk menyediakan sumber daya seperti air, udara bersih, tanah subur, dan bahan bakar, serta kemampuannya untuk menyerap limbah dan polutan yang dihasilkan oleh manusia. Ketika daya dukung lingkungan

terlampau, ekosistem dapat mengalami degradasi yang berdampak negatif pada keberlanjutan jangka panjangnya.

Daya Tampung Lingkungan adalah kapasitas lingkungan untuk menampung populasi manusia dan aktivitasnya tanpa menimbulkan kerusakan yang tidak dapat diperbaiki atau mengurangi kualitas hidup. Ini mencakup aspek-aspek seperti kepadatan penduduk, penggunaan lahan, dan tekanan terhadap sumber daya alam. Jika daya tampung lingkungan terlampau, hasilnya bisa berupa penurunan kualitas udara dan air, degradasi lahan, dan penurunan keanekaragaman hayati.

Dukungan dan kapasitas lingkungan memiliki hubungan yang saling menguntungkan dan saling ketergantungan. Daya dukung lingkungan menentukan sejauh mana sumber daya dapat disediakan dan limbah dapat diserap, sedangkan daya tampung lingkungan menentukan berapa banyak populasi dan aktivitas yang dapat ditampung tanpa merusak daya dukung tersebut. Dengan kata lain, keberlanjutan pembangunan tergantung pada keseimbangan antara kedua konsep ini; ketika daya tampung melebihi daya dukung, lingkungan menjadi terdegradasi dan tidak dapat mendukung kehidupan secara optimal.

Salah satu cara untuk mempertahankan keselarasan antara kapasitas penunjang dan kapasitas penerimaan lingkungan adalah dengan menyatukan perencanaan tata ruang dengan KLHS. Evaluasi dampak lingkungan dari rancangan pada berbagai tingkat dan memasukkan pertimbangan lingkungan ke dalam kebijakan, rancangan, dan program merupakan dua aspek utama dari elemen-elemen perencanaan tata ruang (KRP). Sebagaimana disebutkan dalam (Permen ATR/BPN 5/2022 Tata Cara Pengintegrasian Kajian Lingkungan Hidup Strategis, 2022) “perencanaan tata ruang adalah suatu proses untuk menentukan struktur ruang dan pola ruang yang meliputi penyusunan dan penetapan Rencana Tata Ruang (RTR).” Dalam peraturan menteri tersebut diamanahkan bahwa pembuatan dan pelaksanaan KLHS terintegrasi dalam proses penyusunan RTR.

12.2 Tujuan dan Manfaat Penyelenggaraan KLHS di Indonesia

1. Tujuan Penyelenggaraan KLHS

Misi dari Sistem Penilaian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) di Indonesia adalah "untuk memasukkan pertimbangan-pertimbangan lingkungan hidup dalam proses penyusunan serta seleksi kebijakan, rencana, dan program (KRP)." Prinsip ini dijabarkan dalam Pasal 2 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 46 Tahun 2016, "Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah wajib membuat KLHS untuk memastikan bahwa prinsip Pembangunan Berkelanjutan telah menjadi dasar dan terintegrasi dalam pembangunan suatu wilayah dan/atau Kebijakan, Rencana, dan/atau Program. KLHS dilaksanakan pada tahap penyusunan KRP maupun tahap evaluasi pelaksanaan KRP yang sudah ditetapkan sebelumnya."

Berkaitan dengan pelaksanaan dan penyelenggaraannya KLHS mempunyai beberapa tujuan yang spesifik. Tujuan tersebut antara lain adalah :

a. Mendukung pembangunan berkelanjutan

Berdasarkan pengertian yang telah disebutkan sebelumnya, KLHS dikembangkan dan diterapkan untuk menjamin bahwa rencana, kebijakan, dan program dibuat dengan cara yang mendukung konsep pembangunan berkelanjutan. Hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan antara kepentingan ekonomi, lingkungan, dan sosial harus diperhitungkan dalam setiap keputusan. Di dalam ("Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 2009") menyoroti betapa pentingnya perencanaan pembangunan nasional dan daerah menggunakan pendekatan pembangunan berkelanjutan.

b. Mencegah dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

KLHS dibuat dan dilaksanakan dengan tujuan untuk mencegah dan meminimalkan dampakk negatif

terhadap lingkungan. Dampak negatif terhadap lingkungan berpotensi timbul dari suatu penyusunan serta pelaksanaan kebijakan, rencana, dan program. Melalui pelaksanaan investigasi yang menyeluruh, SEA dapat mendeteksi kemungkinan dampak buruk pada tahap awal dan mengembangkan tindakan pencegahan yang tepat.

- c. Meningkatkan Kualitas Pengambilan Keputusan;
Melalui penyediaan data yang tepat dan relevan mengenai dampak lingkungan dari kebijakan, rencana, dan program yang diusulkan, KLHS berupaya meningkatkan kualitas pengambilan keputusan. Hal ini memungkinkan para pengambil keputusan untuk membuat pilihan berdasarkan informasi yang lebih baik yang menghormati lingkungan. Ini mengikuti prinsip-prinsip Pembangunan Berkelanjutan (PB) yang menegaskan bahwa dalam merumuskan kebijakan, rencana, atau program, proses pengambilan keputusan harus mengintegrasikan nilai-nilai dan prinsip-prinsip PB.

- d. Mendorong Partisipasi Publik.

Partisipasi publik dalam proses KLHS adalah faktor penting. Hal ini dilakukan guna memastikan aspirasi dan kebutuhan masyarakat serta pemangku kepentingan lain dalam pemanfaatan ruang dapat terakomodasi. Ketika membuat keputusan tentang kebijakan, rencana, atau program (KRP) yang mungkin berdampak pada lingkungan, tujuan-tujuan ini diperhitungkan.

2. Manfaat Penyelenggaraan KLHS

Penyelenggaraan KLHS sangat bermanfaat dalam mendukung pembangunan berkelanjutan dan perlindungan lingkungan. Keberadaannya sangat penting untuk memastikan bahwa pembangunan melindungi dan melindungi sumber daya lingkungan untuk generasi selanjutnya, selain untuk memenuhi kebutuhan saat ini. KLHS memiliki sejumlah manfaat yang dapat memberikan kontribusi dalam upaya menciptakan masa depan yang

berkelanjutan serta mendukung pelestarian lingkungan. Dalam hal tinjauan tersebut penyelenggaraan KLHS mempunyai manfaat utama sebagai berikut :

1) Pembangunan Infrastruktur Hijau

KLHS mendorong pembangunan infrastruktur yang mengintegrasikan prinsip-prinsip ramah lingkungan, seperti penggunaan bahan baku yang berkelanjutan, desain hemat energi, dan pengelolaan air yang efisien. Contohnya, pembangunan "*green building*". "Demikian juga dalam Pengembangan Ruang Terbuka Hijau, KLHS memastikan alokasi ruang terbuka hijau yang cukup dalam perencanaan tata ruang yang berupaya menjaga daya dukung dan daya tampung lingkungan."

Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) memiliki peran penting dalam pembangunan infrastruktur hijau. Pertama-tama, KLHS membantu mengidentifikasi dampak lingkungan yang mungkin timbul dari proyek infrastruktur, sehingga memungkinkan pengambil keputusan untuk merancang solusi yang berkelanjutan. Dengan memperhitungkan aspek lingkungan sejak awal, KLHS membantu mengurangi potensi kerusakan terhadap ekosistem lokal dan menghindari konflik dengan masyarakat setempat. Selain itu, KLHS juga dapat mempromosikan pemanfaatan sumber daya alam secara efisien dan memberikan kontribusi positif terhadap mitigasi perubahan iklim, dengan mendorong penggunaan teknologi ramah lingkungan serta praktik konstruksi yang berkelanjutan dalam pembangunan infrastruktur hijau.

Kedua, KLHS memfasilitasi proses pengambilan keputusan yang inklusif dan partisipatif dalam pengembangan proyek infrastruktur hijau. KLHS membuka ruang untuk dialog dan konsultasi yang memperhitungkan beragam kebutuhan dan

perspektif. Hal ini tidak hanya meningkatkan tingkat penerimaan proyek oleh masyarakat, tetapi juga memperkuat legitimasi serta keberlanjutan pembangunan infrastruktur hijau. Dengan demikian, KLHS tidak hanya berperan sebagai alat evaluasi dampak lingkungan, tetapi juga sebagai instrumen untuk membangun kesepahaman bersama dan memastikan bahwa pembangunan infrastruktur hijau berjalan sejalan dengan prinsip keberlanjutan dan kesejahteraan masyarakat.

2) Konservasi Sumber Daya Alam

KLHS merekomendasikan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Upaya ini dirumuskan melalui identifikasi dan mitigasi terhadap risiko penurunan ketersediaan air maupun terhadap pencemaran. Mengenai pelestarian hutan dan keanekaragaman hayati, KLHS menyarankan agar hal tersebut dilakukan melalui penciptaan kawasan lindung, peraturan penggunaan lahan, dan promosi praktik-praktik kehutanan dan pertanian yang berkelanjutan.

KLHS adalah suatu metode yang mencakup secara menyeluruh dalam mengadministrasikan aset alam dengan tujuan mencapai harmoni antara pertumbuhan ekonomi, kelestarian lingkungan, dan kesejahteraan masyarakat. Salah satu manfaat utama dari penerapan KLHS dalam konservasi sumber daya alam adalah memberikan pandangan yang komprehensif terhadap dampak lingkungan dari kegiatan pembangunan atau proyek tertentu. Dengan melakukan analisis yang mendalam, KLHS memungkinkan identifikasi berbagai risiko lingkungan dan sosial yang mungkin timbul, sehingga dapat dirancang strategi mitigasi yang efektif untuk mengurangi atau menghindari dampak negatif tersebut.

Selain itu, "KLHS juga berperan dalam mempromosikan partisipasi masyarakat dalam

pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan. Melalui proses konsultasi dan kolaborasi dengan berbagai pemangku kepentingan, KLHS memfasilitasi penciptaan kesepakatan bersama mengenai pentingnya menjaga kelestarian lingkungan dan memperhatikan kebutuhan sosial ekonomi masyarakat setempat. Dengan demikian, KLHS tidak hanya membantu menjaga keberlanjutan sumber daya alam, tetapi juga meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab kolektif terhadap lingkungan hidup, yang pada akhirnya akan memberikan manfaat jangka panjang bagi generasi mendatang."

3) Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim

KLHS mengkaji, mengidentifikasi serta merumuskan "langkah-langkah yang diambil untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari berbagai sektor, termasuk energi, transportasi, dan industri. Pada aspek lain juga mendorong perencanaan adaptasi yang terintegrasi untuk menghadapi dampak perubahan iklim. Contoh dari aspek ini seperti peningkatan ketahanan infrastruktur terhadap bencana alam banjir serta tanah longsor." Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) berperan sebagai fondasi utama dalam usaha mengurangi dampak dan menyesuaikan diri terhadap perubahan iklim. Dengan adanya KLHS, kita dapat mengidentifikasi dengan akurat potensi risiko dan konsekuensi yang diakibatkan oleh perubahan iklim terhadap lingkungan dan masyarakat. Hal ini memungkinkan pemerintah dan pihak-pihak yang terlibat untuk merencanakan tindakan mitigasi yang sesuai, seperti "mengurangi emisi gas rumah kaca dan melindungi ekosistem yang rentan." Selain itu, KLHS juga memfasilitasi penerapan strategi adaptasi yang diperlukan untuk mengatasi perubahan iklim, seperti pengembangan

infrastruktur tahan bencana dan promosi pertanian yang lebih berkelanjutan.

Lebih jauh lagi, KLHS berperan sebagai instrumen penting dalam mempromosikan pembangunan yang berkelanjutan. Dengan menyoroti interaksi kompleks antara manusia dan lingkungan, KLHS memungkinkan kita untuk mengambil tindakan yang memperhitungkan keberlanjutan jangka panjang. Ini menciptakan peluang untuk pengembangan ekonomi yang ramah lingkungan dan inklusif, serta peningkatan kualitas hidup bagi masyarakat. Melalui pendekatan holistiknya, KLHS tidak hanya memberikan solusi untuk melindungi lingkungan, tetapi juga menciptakan landasan yang kuat untuk membangun masyarakat yang tangguh dan adaptif terhadap perubahan iklim yang terus berkembang.

- 4) Peningkatan Kesadaran dan Pendidikan Lingkungan
KLHS mendorong terjadinya peningkatan kesadaran terhadap pentingnya perlindungan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan. Hal ini telah dimungkinkan dengan adanya mandat untuk membuat dan melaksanakannya baik oleh pemerintah federal maupun pemerintah daerah. KLHS juga mendorong keterlibatan publik dalam proses perencanaan dan pengambilan keputusan untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan publik dalam proyek-proyek perlindungan lingkungan. Ini memperkuat keterlibatan masyarakat dalam menjaga dan memelihara lingkungan mereka.

KLHS adalah alat yang efektif dalam meningkatkan kesadaran dan pendidikan lingkungan. Dengan memahami dampak lingkungan dari proyek atau kegiatan tertentu, masyarakat dapat lebih sadar akan pentingnya menjaga ekosistem dan sumber daya alam. KLHS memberikan platform untuk melibatkan berbagai pihak, termasuk masyarakat

lokal, dalam proses pengambilan keputusan yang berkelanjutan. Ini memungkinkan partisipasi aktif dalam upaya pelestarian lingkungan, memperkuat rasa memiliki terhadap lingkungan setempat, dan membentuk sikap pro-lingkungan yang berkelanjutan.

Selain itu, KLHS juga merupakan sarana pendidikan yang kuat dalam konteks lingkungan. Proses penyusunan KLHS melibatkan pengumpulan data, analisis, dan konsultasi dengan berbagai pemangku kepentingan. Hal ini menciptakan kesempatan untuk melibatkan siswa, akademisi, dan praktisi lingkungan dalam pembelajaran praktis yang terkait dengan isu-isu lingkungan aktual. Dengan demikian, KLHS tidak hanya memberikan pemahaman mendalam tentang lingkungan, tetapi juga memfasilitasi pengembangan keterampilan analisis dan pengambilan keputusan berbasis bukti, yang penting dalam membangun masyarakat yang berkelanjutan secara ekologis.

12.3 Kewajiban KLHS Berdasarkan Peraturan Perundangan

Berdasarkan amanah Undang Undang nomer 32 Tahun 2009 dan dipertegas pada Peraturan Pemerintah Nomer 46 Tahun 2016 dinyatakan bahwa wajib membuat dan melaksanakan KLHS. Menurut peraturan tersebut, “tugas ini adalah untuk memastikan bahwa gagasan pembangunan berkelanjutan diintegrasikan ke dalam dan berfungsi sebagai fondasi untuk pengembangan suatu wilayah, serta kebijakan, rencana, atau program apa pun.” Berdasarkan penjelasan diatas dapat disampaikan tentang proses perencanaan dan pembangunan yang berkewajiban menyusun KLHS adalah sebagai berikut :

1. Penyusunan Rencana Tata Ruang

Dalam proses perencanaan dan pembangunan, penyusunan Kawasan Lindung Hidup (KLHS) menjadi sebuah kewajiban

yang penting. KLHS menjadi instrumen strategis dalam mengintegrasikan aspek lingkungan hidup ke dalam penyusunan tata ruang. Dengan menyusun KLHS, berbagai potensi lingkungan hidup yang ada di suatu wilayah dapat diidentifikasi dan dikelola secara lebih baik. Hal ini mencakup pemetaan sumber daya alam, analisis dampak lingkungan, serta penentuan zona-zona konservasi yang memperhatikan keberlanjutan ekosistem. Dengan demikian, penyusunan KLHS tidak hanya menjadi kewajiban hukum, tetapi juga menjadi langkah penting dalam menjaga keseimbangan antara pembangunan dan pelestarian lingkungan hidup untuk kesejahteraan jangka panjang.

Di tingkat federal, provinsi, dan kabupaten/kota, KLHS dikembangkan dan digunakan dalam pembuatan rencana tata ruang dan rencana rincinya. Berdasarkan “(Undang Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang, 2007) Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTWN), Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRWP), dan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten/Kota (RTRWK) merupakan beberapa dari rencana-rencana tersebut.” Di sisi lain, "rencana tata ruang yang lebih rinci, yang juga dikenal sebagai Rencana Detail Tata Ruang (RDTR), adalah rencana tata ruang yang komprehensif untuk sebuah kota atau kabupaten yang mencakup peraturan zonasi." Hal ini bertujuan untuk menjamin keberlanjutan lingkungan di antaranya daya dukung lingkungan diperhitungkan dalam pemanfaatan ruang dan pertumbuhan wilayah. Ketika membuat Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dan menilai bagaimana cara terbaik untuk menggunakan ruang yang tersedia, daya dukung lingkungan telah muncul sebagai faktor yang paling penting dalam perencanaan tata ruang (Wirosoedarmo et al., 2014).

2. Penyusunan Rencana Zonasi

Dalam proses perencanaan dan pembangunan, penyusunan Rencana Zonasi menjadi krusial karena melibatkan penataan wilayah yang berkaitan dengan pemanfaatan lahan dan sumber daya alam. Bagian integral dari

penyusunan Rencana Zonasi adalah Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS). KLHS berperan penting dalam mengevaluasi dampak lingkungan dari kegiatan pembangunan yang direncanakan. Proses penyusunan KLHS melibatkan identifikasi, pemetaan, dan analisis terhadap aspek lingkungan seperti air, udara, tanah, flora, fauna, serta budaya dan sosial masyarakat yang terdampak. Dengan menyusun KLHS, proses perencanaan dan pembangunan dapat memastikan bahwa langkah-langkah pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan terintegrasi secara optimal dalam setiap tahapan pembangunan, sehingga dapat meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat setempat.

Kesadaran akan permukaan laut (KLHS) merupakan suatu keharusan dalam penyusunan Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K). Karena pulau-pulau kecil dan wilayah pesisir sangat rentan terhadap perubahan lingkungan, KLHS diperlukan untuk mengidentifikasi dan mengelola dampak potensial yang diperkirakan akan timbul. KLHS memastikan bahwa rencana zonasi disusun dengan lebih baik untuk melindungi ekosistem pesisir dan mempromosikan pemanfaatan sumber daya laut yang berkelanjutan.

3. Rencana Pembangunan Jangka Panjang dan Menengah
Proses perencanaan dan pembangunan yang berkewajiban menyusun Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) dalam penyusunan Rencana Pembangunan Jangka Panjang (RPJP) dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) merupakan langkah penting untuk memastikan keberlanjutan dan dampak lingkungan dari rencana pembangunan tersebut. KLHS adalah instrumen yang digunakan untuk mengintegrasikan pertimbangan lingkungan ke dalam kebijakan, rencana, dan program, sehingga keputusan yang diambil dapat mengurangi potensi dampak negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan manfaat lingkungan. Dalam konteks RPJP dan RPJM, penyusunan KLHS wajib dilakukan oleh pemerintah pada berbagai tingkat, baik pusat maupun daerah, sebagai bagian

dari upaya untuk mencapai pembangunan yang berkelanjutan. KLHS membantu mengidentifikasi, menilai, dan mengantisipasi potensi dampak lingkungan dari rencana pembangunan jangka panjang dan menengah, serta memberikan rekomendasi untuk mitigasi atau pengelolaan dampak tersebut. Dengan demikian, proses ini tidak hanya berfungsi untuk memenuhi persyaratan hukum, tetapi juga untuk memastikan bahwa pembangunan yang direncanakan sejalan dengan prinsip-prinsip keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi.

Rencana Pembangunan Jangka Panjang (RPJP) di tingkat nasional dan daerah harus menyertakan KLHS yang disiapkan oleh pemerintah dan pemerintah kota. Selain itu, pemerintah juga harus mempersiapkan KLHS saat menyusun RPJMN dan RPJMD. Dalam hal ini, KLHS memastikan bahwa lintasan pembangunan jangka menengah dan jangka panjang konsisten dengan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Selain menjamin integrasi prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan ke dalam perencanaan nasional, KLHS juga meminta umpan balik tentang rencana pembangunan berkelanjutan selama 20 tahun ke depan (Anonim, 2023).

4. Penyusunan "Kebijakan, Rencana, dan/atau Program yang berpotensi menimbulkan dampak dan/atau risiko Lingkungan

Proses perencanaan dan pembangunan yang bertanggung jawab menyusun Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) dalam penyusunan kebijakan, rencana, dan/atau program yang berpotensi menimbulkan dampak dan/atau risiko lingkungan sangat penting untuk memastikan keberlanjutan lingkungan. KLHS merupakan instrumen yang digunakan untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari kebijakan, rencana, atau program pada tahap awal perencanaannya. Dalam konteks ini, pemerintah dan pihak terkait wajib menyusun KLHS untuk mengidentifikasi dan mengantisipasi potensi dampak negatif terhadap lingkungan sejak awal proses perencanaan. Hal ini mencakup analisis terhadap

aspek-aspek seperti kualitas udara, air, tanah, dan keanekaragaman hayati, serta mempertimbangkan keberlanjutan sosial dan ekonomi. Dengan demikian, KLHS berfungsi sebagai alat untuk mengintegrasikan pertimbangan lingkungan ke dalam pengambilan keputusan, guna memastikan bahwa setiap langkah pembangunan yang diambil tidak hanya efektif dan efisien, tetapi juga berwawasan lingkungan dan berkelanjutan untuk jangka panjang."

Disebutkan dalam Peraturan Pemerintah No. 46 Tahun 2016, bahwa " kewajiban menyusun Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) diberlakukan bagi penyusunan Kebijakan, Rencana, dan Program (KRP) yang berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan." Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa potensi dampak lingkungan dari KRP yang diusulkan dapat diidentifikasi, dianalisis, dan dikelola sejak awal perencanaan. Salah satu contohnya adalah Rencana Pengembangan Kawasan Industri.

12.4 Peran KLHS untuk Perlindungan dan Pelestarian Fungsi Lingkungan Hidup

Sebagaimana yang diamanahkan oleh Undang Undang Nomer 32 Tahun 2009 bahwa KLHS adalah salah satu perangkat dalam perlindungan lingkungan. Terkait dengan hal tersebut dapat disampaikan bahwa terdapat dua peranan utama, yaitu: (i) sebagai pelestarian fungsi lingkungan hidup; (2) Pencegahan. Sejauh fungsi lingkungan hidup dilestarikan, KLHS berkontribusi dalam melestarikan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. KLHS dibuat dengan melibatkan analisis menyeluruh mengenai kapasitas lingkungan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Dalam hal ini digunakan untuk memastikan bahwa rencana dan kebijakan pembangunan tidak melebihi kapasitas lingkungan untuk menyediakan sumber daya dan memulihkan dirinya. Sebagai contoh, dalam pembangunan wilayah, baik wilayah secara makro (RTRW) maupun detail pada perkotaan (RDTR), dapat

digunakan untuk memprakirakan adanya terhadap sumber daya air. Dampak yang dimaksud berkaitan dengan ketersediaan sumber daya air maupun kelestariannya. Analisis yang dilakukan dalam KLHS digunakan sebagai pijakan untuk merumuskan kebijakan pengelolaan penggunaan air agar tetap berada dalam batas daya dukung lingkungan. Di sisi lain, KLHS sangat penting dalam menentukan batas-batas kapasitas lingkungan sebagai hasil dari pelaksanaan rencana, kebijakan, dan program. Pada kondisi ini KLHS memastikan bahwa kegiatan pembangunan tidak melebihi kapasitas lingkungan untuk menyerap limbah dan pencemar lainnya. Salah satu contoh



Gambar 12.1. Sungai sebagai salah satu sumber daya air.

Sumber: Dokumentasi pribadi

penerapannya adalah adanya kebijakan pembangunan Industri dalam wilayah. KLHS melakukan prakiraan terhadap kapasitas lingkungan setempat untuk



Gambar 12.2. Timbulan sampah permukiman

Sumber: Dokumentasi Pribadi

menyerap emisi gas buang, mengelola timbulan sampah serta air limbah yang dihasilkan. Sehingga, selanjutnya dapat dirumuskan kebijakan pengendalian pencemaran yang akan terjadi.

KLHS adalah alat untuk pengendalian lingkungan yang membantu menghentikan polusi dan kerusakan lingkungan. KLHS adalah alat yang digunakan untuk menemukan kemungkinan sumber polusi dari berbagai rencana, inisiatif, dan kebijakan yang perlu ditindaklanjuti. Hasil dari analisis ini digunakan untuk merumuskan rencana mitigasi dan tindakan pencegahan yang efektif sebelum pencemaran terjadi terhadap lingkungan.



Gambar 12.3. Lahan sawah sebagai komponen daya dukung pangan.

Sumber: Dokumentasi pribadi

Peran berikutnya dari suatu proses KLHS adalah pencegahan kerusakan lingkungan hidup. Dalam hal ini, berperan dalam mengidentifikasi risiko-risiko kerusakan lingkungan dari rencana atau kebijakan tertentu, serta dalam merancang tindakan untuk mencegah atau meminimalkan dampak negatifnya. Salah satu implementasinya adalah terhadap kebijakan pengembangan kawasan permukiman. Dalam hal ini hasil analisis KLHS dapat digunakan untuk merumuskan tindakan yang guna mencegah kerusakan lingkungan. KLHS melakukan analisis komprehensif terhadap lokasi yang dipilih untuk pengembangan permukiman, termasuk kondisi geografis, ekosistem yang ada, dan penggunaan lahan saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2023). *Bappenas Susun KLHS Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2025-2045*. Bappenas.Go.Id. <https://www.bappenas.go.id/berita/bappenas-susun-klhs-rencana-pembangunan-jangka-panjang-nasional-2025-2045-0gPOV>
- Anonim. (2024). *Agenda 2030 untuk Pembangunan Berkelanjutan*. Bappenas.Go.Id. <https://sdgs.bappenas.go.id/>
- Atiek Koesrijanti, Laksmi Wijayanti, Soeryo Adiwibowo, T. N. (2007). *Buku Pegangan Kajian Lingkungan Hidup Strategis (Bagian Kedua)* (E. S. N. Yenni Lisanova Chaterina, Widhi Handoyo, Teguh Irawan, Suhartono (ed.)). Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, Pub. L. No. 26, 245 (2007).
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Pub. L. No. 32 (2009).
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 46 tentang Tata Cara Penyelenggaraan Kajian Lingkungan Hidup Strategis, Pub. L. No. 46 (2016).
- Permen ATR/BPN 5/2022 Tata Cara Pengintegrasian Kajian Lingkungan Hidup Strategis, Pub. L. No. 22 (2022).
- Sutrisno, A., Wahyuni, E., & Titing, D. (2021). *Daya Dukung Lingkungan Daerah Aliran Sungai Kayan dan Sembakung Kalimantan Utara Dalam Penyediaan Pangan dan Air*. Diterbitkan atas kerja sama Syiah Kuala University Press & Universitas Borneo Tarakan. <https://books.google.co.id/books?id=U6YkEAAAQBAJ>
- Wirosoedarmo, R., Widiatmono, J. B. R., & Widyoseno, Y. (2014). Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Berdasarkan Daya Dukung Lingkungan Berbasis Kemampuan Lahan. *Agritech*, 34(4), 463–472.

BIODATA PENULIS



Dra. Daawia M. Sc.

Dosen Program Studi Biologi
Fakultas MIPA Universitas Cenderawasih

Penulis lahir di Bau-Bau Sulawesi Tenggara tanggal 4 Maret 1968 . Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Cenderawasih. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Biologi, FKIP, Universitas Cenderawasih dan melanjutkan S2 pada Jurusan Entomology, University of The Philippines Los Banos (UPLB). Bidang interest adalah Konservasi alam khususnya pelestarian kupu-kupu.

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. James Sinurat, MURP

Dosen Fakultas Ekonomi dan Bisnis
Universitas Nusa Bangsa, Bogor

Penulis adalah dosen Program Magister Ekonomi Pembangunan pada Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Nusa Bangsa, Bogor. Pendidikan Strata 1 diselesaikan pada Institut Pertanian Bogor (IPB), tahun 1978. Pendidikan Strata 2 diselesaikan pada Virginia Commonwealth University (VCU), Amerika Serikat, atas biaya *World Bank*, dengan gelar Master of Urban and Regional Planning (MURP), tahun 1995. Pendidikan Strata 3 diselesaikan pada Program Pascasarjana, Universitas Negeri Jakarta (UNJ), tahun 2015 atas biaya sendiri.

Penulis dengan Scopus ID: 5719 3741 552 telah menulis 9 (sembilan) *book chapter* pada Penerbit: PT. Global Eksekutif Teknologi Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022, yang terdiri dari buku: **1.** Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) terbit Mei 2022; **2.** Kesehatan Lingkungan Pemukiman dan Perkotaan, terbit Juni 2022; **3.** Pemberdayaan Masyarakat, terbit Juni 2022; **4.** Modals, terbit November 2022, **5.** Grammar: The Sentence terbit Januari 2023; **6.** Structure Theory, terbit Juni 2023; **7.** English Grammar in Use, terbit November 2023; **8.** Mastering English Grammar, terbit Juni 2024; **9.** Perencanaan Lingkungan Permukiman, terbit Juni 2024. Atas kesembilan buku tersebut, penulis telah mendapatkan Surat Pernyataan Ciptaan dari Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia

sesuai dengan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Kesembilan buku tersebut memiliki ISBN, serta terindeks Google Scholar.

BIODATA PENULIS



Sanny Edinov, S.Si., M.Si.

Dosen Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat

Penulis lahir di Padang tanggal 8 Mei 1990. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Kimia fokus riset Kimia Lingkungan dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Lingkungan. Penulis menekuni pekerjaan sebagai pendidik dan aktif melakukan riset baik di lingkungan ataupun melibatkan masyarakat. Publikasi dari penulis dimuat baik dalam jurnal nasional maupun internasional. Di samping penulis buku dan karya ilmiah, penulis yang mempunyai bakat di bidang tarik suara, telah menelurkan karya serta terlibat sebagai penulis beberapa lagu yang diminati kalangan terbatas dimulai pada tahun 2013.

BIODATA PENULIS



Erit Rovendra, Amd.FT, SKM, MKM
Dosen Program Studi D III Fisioterapi
Universitas Fort De Kock Bukittinggi

Penulis lahir di Koto Baru tanggal 28 Desember 1990. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D III Fisioterapi, Universitas Fort De Kock. Menyelesaikan pendidikan DIII pada jurusan Fisioterapi, S1 pada Jurusan Kesehatan Masyarakat dan melanjutkan S2 pada Jurusan Kesehatan Masyarakat. Penulis menekuni bidang Menulis.

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Wayan Budiarsa Suyasa

Penulis memiliki nama lengkap Prof. Dr. Wayan Budiarsa Suyasa, dilahirkan di Denpasar, Bali pada tanggal 03 Maret 1967. Riwayat pendidikan sarjana ditempuh selama 4 tahun di prodi Kimia Universitas Udayana, gelar Magister diraih tahun 1999 dan Doktor dibidang kimia lingkungan diperoleh dari Institut Pertanian Bogor pada tahun 2002. Penulis memperoleh jabatan guru besar pada tahun 2010 dibidang kimia lingkungan di Universitas udayana yang menjadi tempatnya sebagai dosen. Berbagai mata kuliah dibidang kimia lingkungan diampu di prodi sarjana kimia, magister kimia, magister dan doktor ilmu lingkungan hingga sekarang. Penulis juga telah menulis beberapa buku dari hasil penelitian dan pengembangan pembelajaran. beberapa dengan topik terkait kimia lingkungan yaitu pengolahan air limbah, sampah, pengelolaan lingkungan, amdal baik secara mandiri maupun berkolaborasi.

BIODATA PENULIS



Drs. Bambang Suhartawan, M.MT

Dosen Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

Penulis lahir di Blitar Tahun 1964. Penulis adalah dosen tetap dengan status PNS-DPK pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) Universitas Sains dan Teknologi Jayapura. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Kimia Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Cenderawasih Jayapura pada tahun 1989. Pendidikan Pasca Sarjana diperoleh dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya jurusan Manajemen Teknik Lingkungan pada tahun 2002. Beberapa buku yang telah ditulis terkait bidang lingkungan antara lain : Pengelolaan Sumber Daya Air; Penyehatan Udara; Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia; Ekotoksikologi, Pengelolaan Limbah Industri; Sistem Lingkungan Industri; Analisis Kualitas Lingkungan; Kesehatan Lingkungan Bancana; Manajemen Penyakit Tripos Berbasis Lingkungan; Pengelolaan Limbah Padat, Limbah Industri dan B3; Lingkungan : Pemahaman Masalah dan Solusi; Kesehatan Lingkungan : Memahami Dampak Lingkungan Terhadap Kesehatan; Kimia Ramah Lingkungan; Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim;

Entomologi dalam Kesehatan Lingkungan; Pengelolaan Limbah Cair; Kimia Lingkungan; Kesehatan Lingkungan Global; Pengenalan Pembangunan Berkelanjutan dan Memahami Konsep dan Teori Ekologi Lingkungan.

BIODATA PENULIS



Waode Azfari Azis, ST.,M.Sc

Dosen Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat

Penulis lahir di Raha tanggal 31 Januari 1987. Tahun 2008, lulus dari Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Selanjutnya, menempuh pendidikan magister di Jurusan Ilmu Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada dan lulus tahun 2012. Menjadi seorang pengajar dan ditetapkan sebagai Dosen tetap sejak tahun 2013 hingga sekarang di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Dayanu Ikhsanuddin. Tahun 2016 menjabat sebagai Sekretaris Program Studi Kesehatan Masyarakat. Tahun 2019-2023, diangkat menjadi Wakil Dekan II Bidang Perencanaan dan Keuangan Fakultas Kesehatan Masyarakat dan dilanjutkan ke periode berikutnya yaitu 2023-2027.

BIODATA PENULIS



Dr. Siti Azizah, S.Pt., M. Sos., M. Commun.

Dosen Sosial Ekonomi

Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

Dr. Siti Azizah, S.Pt., M. Sos., M. Commun. lahir di Malang tanggal 12 Juni 1975 dan merupakan dosen di Minat Sosial Ekonomi Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya sejak tahun 1998. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Produksi Ternak Universitas Brawijaya dan melanjutkan S2 pada Program Magister Sosiologi Pembangunan di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Kemudian penulis kembali meneruskan studi S2 pada Rural and Regional Development Communication, University of Queensland. Pendidikan terakhir penulis diselesaikan di Program Doktor Komunikasi dan Penyuluhan Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penulis menekuni bidang Komunikasi Pembangunan dan Pemberdayaan Masyarakat terutama pada masyarakat inklusi dan perdesaan. Mata Kuliah yang diampu adalah Sosiologi Perdesaan, Komunikasi Agribisnis, Dasar Manajemen, Rekayasa Sosial, Komunikasi dan Penyuluhan Pertanian dan Metodologi Penelitian dan Karya Ilmiah. Saat ini penulis adalah Ketua PERSEPSI (Perhimpunan Sarjana Sosial Ekonomi Peternakan Indonesia) Komisariat Jawa Timur, ketua dari Community and Livestock Studies Research Group di Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya serta aktif mengajar pula di Program Magister Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik serta di Program Magister Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

BIODATA PENULIS



Supriadi, S.Pd., M.Sc.

Dosen Jurusan Sanitasi Lingkungan Poltekkes Kemenkes Jambi

Penulis lahir di Padang tanggal 10 Mei 1964. . Anak dari M.Arif Suami dari: Tini Kustini , Ayah dari Anak Pertama : Oktabari Pratama Kustiadi, Anak Kedua : Andira Fadia Kustiadi, Anak Ketiga Mulan Nikan Kustiadi Menyelesaikan pendidikan Sekolah Pembantu Penilik Hygien (SPPH) Regional Jambi Tahun 1986, Akademi Kesehatan Lingkunagn BandungTahun 1996, S1 di Fakultas Ilmu Pendidikan Biologi Universitas Jambi Tahun 2023 dan S2 di Fakultas Ilmu Kesehatan Kerja Minat Kesehatan Lingkungan Universitas Gadjah Mada Tahun 2010 saat ini sedang menyelesaikan program doctoral di Universitas Jambi . Riwayat Pekerjaan tahun 1988 sampai tahun 2000 bekerja di Dinas Kesehatan Kabupaten Batang Hari Propinsi Jambi .dan Tahun 2000 Sampai saat ini penulis sebagai Dosen di Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Jambi.

BIODATA PENULIS



Santje Magdalena Iriyanto

Dosen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

Santje Magdalena Iriyanto, ST., MT. adalah dosen tetap Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sains dan Teknologi Jayapura sejak tahun 1994 hingga saat ini. Lahir di Fak-Fak pada tahun 1968. Menyelesaikan Pendidikan S1 pada tahun 1994 di Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar. Pada tahun 2010 menyelesaikan Pendidikan Program Pasca Sarjana di Universitas Tarumanagara Jakarta Beberapa Buku yang pernah dibuat berjudul Metode Penelitian dan Statistik I.

BIODATA PENULIS



Rivandi Pranandita Putra, S.P., M.Sc.

Peneliti Departemen Pra-Panen
Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia

Rivandi Pranandita Putra lahir di Lampung Tengah pada tanggal 26 Mei 1992. Pendidikan sarjana ditempuh pada Program Studi S-1 Agronomi, Departemen Budidaya Pertanian di Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia. Selama studi sarjana tepatnya sebelum wisuda, ia berkesempatan mendapatkan beasiswa penuh dari Erasmus+ untuk student exchange selama satu semester di University of Goettingen, Jerman pada prodi *Sustainable International Agriculture*. Selanjutnya, ia melanjutkan pendidikan magister pada jurusan Ilmu Lingkungan, Wageningen University, Belanda dengan beasiswa penuh dari LPDP. Sejak pertengahan tahun 2019 hingga saat ini, ia bekerja sebagai peneliti pra-panen di Pusat Perkebunan Gula Indonesia di Pasuruan, Jawa Timur, Indonesia. Beberapa topik yang menjadi ketertarikan riset (*research interest*)-nya, antara lain ilmu lingkungan, pertanian perkotaan, agroekologi, dan biologi tanah. Berbagai publikasi Rivandi dapat diakses pada link berikut: <https://scholar.google.com/citations?user=5xk5K40AAAAJ&hl=en>, <https://www.researchgate.net/profile/Rivandi-Putra>, dan <https://independent.academia.edu/RivandiPrananditaPutra>. Rivandi memiliki pengalaman sebagai *reviewer* pada beberapa

jurnal ilmiah, antara lain Sugar Tech (Springer) dan Journal of Agricultural Economics and Rural Development (Premier Publishers). Rivandi dapat dihubungi melalui email berikut: rivandiprananditap@gmail.com atau rivandi66@yahoo.co.id.

BIODATA PENULIS



Ir. Sudiro, S.T,M.T.

Dosen Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Penulis lahir di Pati, Jawa Tengah tanggal 08 Maret 1973. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang Tahun 1997 dan menyelesaikan S2 pada Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Tahun 2004. Penulis menyelesaikan Program Profesi Insinyur di Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin pada Tahun 2023. Penulis menekuni bidang kajian Pengelolaan Lingkungan dan Infrastruktur Sanitasi. Penulis juga tergabung pada organisasi Profesi IATPI dan PII.