

BMP.UKI: FNS-02-KIMLINGBA-PKIM-V-2024



**BUKU MATERI PEMBELAJARAN
KIMIA LINGKUNGAN
dan BAHAN ALAM**

Penulis:

Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P, M.Si

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENGETAHUAN
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2024**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Rahmat dan kasih Karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan **“Modul Mata Kuliah Kimia Lingkungan dan Bahan Alam”**.

Modul Kimia Lingkungan dan Bahan Alam ini terdiri atas 8 bagian Modul. Setiap bagian modul tersusun atas dua atau tiga kegiatan pembelajaran. Setiap kegiatan pembelajaran (sub bagian modul) diuraikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai pada pertemuan tersebut, materi pembelajaran, latihan, rangkuman, evaluasi pembelajaran, umpan balik dan tindak lanjut, serta daftar referensi.

Penulis berharap modul ini bermanfaat bagi pembaca, secara umum dan kepada mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP-UKI secara khusus. Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah membantu menyelesaikan penulisan modul ini. Dalam penulisan modul ini, penulis juga menyadari banyak kekurangan, itu semua tidak terlepas dari keterbatasan pengetahuan penulis. Untuk itu, demi kesempurnaan dan bermanfaatnya modul ini, kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan.

Dengan selesainya modul ini, penulis mengharapkan modul ini dapat dijadikan sebagai evaluasi dan referensi terhadap **“Mata Kuliah Kimia Lingkungan dan Bahan Alam”**.

Jakarta, 02 Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Tabel	iv
Daftar Gambar.....	v
Daftar Lampiran.....	vi
Petunjuk Penggunaan Modul	vii
Capaian pembelajaran mata kuliah	viii
Rencana Pembelajaran Semester (RPS).....	ix
Capaian pembelajaran lulusan.....	xxi
Modul 1 Defenisi Kimia Lingkungan, Pangan Dan Bahan Alam.1	
1. Kegiatan Pembelajaran 1.....	5
2. Kegiatan Pembelajaran 2.....	15
3. Kegiatan Pembelajaran 3.....	27
Penutup.....	41
Daftar Pustaka	42
Modul 2: Kimia Lingkungan Pada Tanah, Air Dan Udara	43
1. Kegiatan Pembelajaran 1.....	46
2. Kegiatan Pembelajaran 2.....	52
3. Kegiatan Pembelajaran 3.....	61
Penutup.....	67
Daftar Pustaka	69
Modul 3: Sumber Daya Lingkungan.....	70
1. Kegiatan Pembelajaran 1.....	74
2. Kegiatan Pembelajaran 2.....	86
3. Kegiatan Pembelajaran 3.....	94
Penutup.....	101
Daftar Pustaka	102
Modul 4: Pencemaran Lingkungan	103
1. Kegiatan Pembelajaran 1.....	107
2. Kegiatan Pembelajaran 2.....	125

3. Kegiatan Pembelajaran 3.....	134
Penutup.....	145
Daftar Pustaka	146
Modul 5 Toksikologi Dan Analisis Dampak Lingkungan	147
1. Kegiatan Pembelajaran 1.....	150
2. Kegiatan Pembelajaran 2.....	156
3. Kegiatan Pembelajaran 3.....	161
Penutup.....	173
Daftar Pustaka	174
Modul 6: Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Pembangunan Lingkungan	175
1. Kegiatan Pembelajaran 1.....	178
2. Kegiatan Pembelajaran 2.....	185
3. Kegiatan Pembelajaran 3.....	193
Penutup.....	203
Daftar Pustaka	204
Modul 7: Kimia Lingkungan Untuk Pangan Dan Kelestarian ..	205
1. Kegiatan Pembelajaran 1.....	208
2. Kegiatan Pembelajaran 2.....	228
3. Kegiatan Pembelajaran 3.....	237
Penutup.....	249
Daftar Pustaka	250
Modul 8 Kimia Lingkungan Untuk Sosial Ekonomi	251
1. Kegiatan Pembelajaran 1.....	254
2. Kegiatan Pembelajaran 2.....	262
Penutup.....	280
Daftar Pustaka	281
Modul 9 Kimia Lingkungan Untuk Politik	282
1. Kegiatan Pembelajaran 1.....	254
2. Kegiatan Pembelajaran 2.....	262
Penutup.....	280
Daftar Pustaka.....	297

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komposisi Udara Kering	75
Tabel 7.1 GEP (Genetik Engineered Plants) yang Telah Dikomersialkan	215
Tabel 7.2 Spesies Satwa Berstatus Langka yang Dilindungi oleh Undang-undang	240
Tabel 7.3 Spesies Satwa Liar yang Sering Mengganggu Lahan Budidaya Masyarakat.....	242
Tabel 7.4 Spesies Satwa yang Ditemukan dalam Taman Nasional Nusasatwa	243
Tabel 7.5 Spesies Satwa Liar yang Sering Dianggap Hama oleh Masyarakat	245
Tabel 8.1. Perbandingan tingkat kelahiran dibawah umur 20 tahun oleh wanita yang tinggal di kota dan desa	256
Tabel 8.2 Pengaruh tingkat pendidikan ibu terhadap kelahiran dibawah umur 20 tahun.....	256

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Prevalensi PTM Tekanan Darah Tinggi, Obesitas dll (Kemenkes, 2019)	19
Gambar 2 Prevalensi PTM Kanker, Stroke, dan Ginjal Kronis di Indonesia (Kemenkes, 2019).....	19
Gambar 3 Keterkaitan antara Literasi Kimia dalam Konsumsi Pangan	21
Gambar 1 Poster Khasiat Minuman	38
Gambar 1 Fase perubahan udara menjadi uap air	77
Gambar 2 Reaksi kimia dan fotokimia	79
Gambar 3 Struktur vertical atmosfer	81
Gambar 1 Proses Pembentukan Senyawa Hidrokarbon	111
Gamabr 1 Siklus racun masuk kedalam tubuh	152
Gambar 1 Distribusi Radiasi Cahaya Matahari yang Jatuh ke Permukaan Bumi (Chiras, 1985)	180
Gambar 2 Transformasi Energi Sinar Matahari dalam Proses Fotosintesis dan Respirasi	180
Gambar 1 Tahapan Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat di Cipinang Elok (Khairunisa, 2011).....	188
Gambar 1 Uraian Perakitan Tanaman Transgenik.....	213
Gambar 1 Sosiogram Berbagai Bidang Kehidupan yang Perlu Mendapat Perlindungan	275

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir Review BMP.....	298
Lampiran 2 Surat Tugas.....	299
Lampiran 3 Surat Pengajuan BMP.....	300
Lampiran 4 Surat Pengajuan BMP.....	301
Lampiran 5 Biodata Penulis	302

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Modul ini tersusun atas 8 bagian materi yang telah disesuaikan dengan kurikulum dan rancangan pembelajaran semester (RPS). Modul ini disusun secara berurutan sesuai dengan urutan materi yang terlebih dahulu perlu dikuasai. Untuk itu, mempelajari modul ini sebaiknya.

A. Petunjuk Bagi Mahasiswa

1. Membaca pengantar modul untuk mengetahui materi modul secara utuh.
2. Setiap modul mempunyai sub pembahasan
3. Membaca tujuan yang diharapkan setelah membaca atau mempelajari modul.
4. Mempelajari modul secara berurutan agar memperoleh pemahaman yang utuh.
5. Mengerjakan semua latihan yang ada pada modul untuk mendapatkan pemahaman mengenai materi modul dengan baik.
6. Apabila lembar kerja adalah project, maka silahkan perhatikan panduan pengerjaan.
7. Apabila ada hal yang tidak dimengerti mengenai isi modul, boleh ditanya langsung kepada dosen pengampu.

B. Peran Dosen

Peranan Dosen pada modul ini adalah:

1. Memperjelas dan mempermudah penyajian materi modul
2. Memfasilitasi dan mengarahkan mahasiswa dalam mempelajari modul, sebagai salah satu komponen penunjang kegiatan belajar mahasiswa

CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH

1. Mampu mengaplikasikan bidang keahliannya dan memanfaatkan ilmu pengetahuan, teknologi, dan/atau seni pada bidangnya dalam penyelesaian masalah serta mampu beradaptasi terhadap situasi yang dihadapi;
2. Mampu berperilaku dan menjalankan pola hidup sehat yang ramah lingkungan dan berkelanjutan;
3. Mampu melakukan karya dan karsa yang berkaitan dengan konservasi, rehabilitasi dalam rangka mewujudkan lingkungan hidup berkelanjutan;
4. Mampu mempengaruhi dan mengajak masyarakat untuk menjalankan pola hidup sehat yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

MATA KULIAH	KODE	RUMPUN MK	BOBOT (SKS)	SEMESTER	TANGGAL PENYUSUNAN
Kimia Lingkungan dan Bahan Alam	16114122	Mata Kuliah Prodi	3	5	20 Februari 2024
OTORISASI	Pengembang RPS		Koordinator RMK		Kaprodi
	Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P., M.Si		-		Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P., M.Si
Capaian Pembelajaran (CP)	CPL				
		Sikap 1. Berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan Pancasila. 2. Menghargai keanekaragaman budaya, nilai-nilai universal, pandangan, agama, dan kepercayaan, serta pendapat atau temuan orisinil orang lain. 3. Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan. Keterampilan Umum 1. Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang keahliannya. 2. Mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur.			

		3. Mampu mengungkapkan ide, opini, dan simpulan yang diperoleh dari berbagai sumber ke dalam karya ilmiah untuk menunjang dan mengembangkan kegiatan belajar dan pembelajaran kimia. Keterampilan Khusus 1. Mampu merancang, menerapkan, dan mengembangkan materi ajar kimia dalam mengatasi masalah lingkungan. 2. Mampu menerapkan ilmu kimia dalam mendukung pembelajaran dan/atau untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Pengetahuan 1. Menguasai konsep dan prinsip-prinsip kimia analitik untuk mengidentifikasi unsur-unsur dan senyawa kimia dalam makanan. 2. Menguasai konsep teoritis kimia lingkungan untuk mengendalikan pencemaran dan melestarikan lingkungan.
	CPMK	1. CP1 Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip dan etika dalam penelitian. 2. CP2 Mahasiswa mampu merumuskan masalah dan menyusun hipotesis penelitian sesuai dengan kaidah umum penelitian. 3. CP3 Mahasiswa mampu menjelaskan berbagai metode penelitian bidang kimia. 4. CP4 Mahasiswa mampu mengumpulkan, mengolah data dan menginterpretasi hasilnya secara logis dan sistematis. 5. CP5 Mahasiswa mampu menyusun proposal penelitian dan mempresentasikan secara mandiri.
Deskripsi Singkat MK	Ruang lingkup kimia lingkungan dan bahan alam mencakup semua gejala kimia yang terjadi di lingkungan, baik yang ditimbulkan oleh proses alamiah atau hasil aktivitas manusia, terutama yang berlebihan dan mencemari, bahan makanan (pangan), bahan makanan, dan nilai gizi bahan pangan, senyawa organik bahan alam terpenoid, steroid, fenil, hormon xanto dan quinon, flavonoid serta alkaloid. Kimia lingkungan dan bahan alam mempelajari bagaimana cara kerja <u>lingkungan</u> yang normal (tak terkontaminasi), <u>zat kimia</u> apa saja (berapa konsentrasi) yang ada secara alami dan bagaimana efeknya, untuk mengetahui secara akurat dan memahami secara mendalam tentang dampak aktivitas manusia terhadap gejala-gejala kimia yang terjadi lingkungan, mempelajari mekanisme sistem pencernaan, teknik pengolahan pangan, zat-zat aditif, pembusukan dan keracunan pangan, pengawetan, penjagaan dan pengawasan pangan, perubahan masing-masing sumber organisme asal-usul biogenesis reaksi spesifik yang mencerminkan masing-masing golongan serta kegunaan senyawa organik bahan alam. Tujuan kimia lingkungan dan bahan alam untuk membentuk karakter yang peduli pada lingkungan dan pola hidup	

	sehat melalui pola konsumsi yang berimbang, membentuk rasa ingin tahu yang tinggi untuk menemukan dan mengidentifikasi semua senyawa organik di alam dan sintesisnya serta pemanfaatannya bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.	
Bahan Kajian	1. Defenisi kimia lingkungan dan bahan alam; 2. Identifikasi keterkaitan antara pengetahuan tentang kimia lingkungan dan bahan alam dengan ilmu pengetahuan lain yang relevan; 3. Kajian tentang kimia lingkungan dan bahan alam serta aplikasinya dalam kehidupan sehari	
Pustaka	Utama: 1. Cabanillas, B., & Novak, N. (2019). Effects of daily food processing on allergenicity. <i>Critical reviews in food science and nutrition</i>, 59(1), 31-42. 2. Jeremiah, L. E. (2019). <i>Freezing effects on food quality</i>. Routledge. 3. Ju, J., Xie, Y., Guo, Y., Cheng, Y., Qian, H., & Yao, W. (2019). Application of edible coating with essential oil in food preservation. <i>Critical reviews in food science and nutrition</i>, 59(15), 2467-2480. 4. Herlina, N. (2017). Permasalahan Lingkungan Hidup dan Penegakan Hukum Lingkungan di Indonesia. <i>Jurnal Ilmiah Galuh Justisi</i>, 3(2), 162-176. 5. INDONESIA, P. R. (1999). Peraturan Pemerintah No. 27 Tahun 1999 Tentang: Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup. <i>Lembaran Negara RI Tahun</i>, (59). Penunjang: 1. Attwood, D. (2012). <i>Surfactant systems: their chemistry, pharmacy and biology</i>. Springer Science & Business Media. 2. Haryono, W. S. (2015). Pelaksanaan Ijin Lingkungan oleh Kegiatan Wajib Amdal atau wajib UKL-UPL. <i>IUS CONSTITUTUM</i>, 1(2). 3. Millero, F. J. (2001). <i>The physical chemistry of natural waters</i> (Vol. 2). New York: Wiley-Interscience. 4. Simanjuntak, F., Harefa, N., & Sumiyati, S. (2022, June). Chemistry Online Learning Encourages the Students Generic Science Skills to Develop Pro- Environmental Behaviors. In <i>Proceedings of the 3rd International Conference of Education and Science, ICES 2021</i>, November 17-18, 2021, Jakarta, Indonesia. 5. Simanjuntak, F. N. (2020). Literasi kimia dalam konsumsi pangan bergizi, beragam dan berimbang menuju kehidupan sehat dan sejahtera. <i>EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains</i>, 5(1), 65-82. 6. Stumm, W., & Morgan, J. J. (1970). <i>Aquatic chemistry; an introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters</i>. 7. Warneck, P. (1999). <i>Chemistry of the natural atmosphere</i> (Vol. 71). Elsevier.	
Media Pembelajaran	Perangkat lunak:	Perangkat keras:
	MS Windows MS Office Power Point MS Windows Media Player Internet Explorer	Laptop Spidol board marker Whiteboard Jaringan internet LCD

Nama Dosen		Familia Novita Simanjuntak, S.P., M.Si						
Matakuliah syarat								
Mg Ke-	Sub-CP-MK (Kemampuan Akhir yang Direncanakan)	Bahan Kajian (Materi Pembelajaran)	Bentuk dan Metode Pembelajaran (Media dan sumber belajar)	Estimasi Waktu	Pengalaman Belajar Mahasiswa	Penilaian		
						Kriteria	Indikator	Bobot
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	Mahasiswa menyepakati kontrak perkuliahan kimia lingkungan dan bahan alam beserta ilmu pengetahuan lain terkait	RPS dan Kontrak Perkuliahan (memberi motivasi sekaligus mengevaluasi kembali pengetahuan tentang pendidikan lingkungan hidup dan ilmu pengetahuan lain yang terkait).	Diskusi dan Tanya jawab	3 x 50 mnt	Mahasiswa memahami tugas dan tanggung jawab untuk menyelesaikan mata kuliah selama satu semester dengan baik	Mahasiswa <u>mengenal</u> dosen dan isi matakuliah serta mampu <u>membuat</u> rencana tugas selama satu semester	1. Perkenalan dosen dan mahasiswa di kelas 2. Latar belakang dan tujuan matakuliah 3. Pembahasan RPS 4. Penjelasan sistem penilaian 5. Pembuatan kontrak belajar untuk satu semester	-
2-3	Mahasiswa mengidentifikasi, menjelaskan dan menyusun tulisan ilmiah tentang definisi lingkungan dan bahan alam, kemudian mengikuti pola identifikasi dan mengklasifikasikan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari	1. Definisi kimia lingkungan dan bahan alam; 2. Identifikasi penerapan kimia lingkungan dan bahan alam dalam kehidupan sehari-hari; 3. Kajian tentang kimia lingkungan, dan kimia bahan alam.	Diskusi interaktif dan Discovery learning	2 x (3x50 mnt)	Mahasiswa mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan, dan kimia bahan alam	Mahasiswa membuat ringkasan bahan bacaan dan road map nya untuk merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam.	1. Ketepatan sistematika dan mensarikan bahan bacaan yang relevan; 2. Ketepatan dan kesesuaian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam.	10%

4-5	Mahasiswa menjelaskan dan menyusun tulisan ilmiah tentang keterkaitan ilmu lingkungan dan bahan alam dengan ilmu pengetahuan lain, mampu mengikuti pola keterkaitan dan membangun konsepnya dalam penerapan yang relevan.	1. Keterkaitan ilmu lingkungan dan bahan alam dengan ilmu pengetahuan lain; 2. Kajian tentang keterkaitan ilmu kimia lingkungan, dan bahan alam dengan ilmu pengetahuan lain.	Diskusi interaktif dan Discovery Learning	2x(3x50 mnt)	Mahasiswa mampu mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan, dan kimia bahan alam.	Mahasiswa membuat ringkasan bahan bacaan dan road map nya untuk merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam.	1. Ketepatan sistematika dan mensarikan bahan bacaan yang relevan; 2. Ketepatan dan kesesuaian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam.	10%
6-9	Mahasiswa mendefenisikan, mengidentifikasi, menjelaskan, dan menyusun tulisan ilmiah secara terstruktur tentang bahan kimia dalam makanan, rumah tangga, limbah industri dan B3 serta potensi pencemaran.	Kimia lingkungan pada tanah, daya dukung dan daya tampungnya sebagai lingkungan hidup; Kimia lingkungan pada air, daya dukung dan daya tampungnya sebagai lingkungan hidup; Kimia lingkungan pada udara, daya dukung dan daya tampungnya sebagai lingkungan hidup.	Diskusi interaktif dan PBL	3 x(3x50 mnt)	Mahasiswa mampu mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan, dan kimia bahan alam.	Mahasiswa membuat ringkasan bahan bacaan dan road map nya untuk merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam.	. Ketepatan sistematika dan mensarikan bahan bacaan yang relevan; Ketepatan dan kesesuaian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam.	15%
10-13	Mahasiswa memahami, mentransfer pengetahuan dan mengkomunikasikan terkait konsep-konsep kimia bahan alam dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.	Kimia bahan alam pada lautan (termasuk terumbu karang) dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari; Kimia bahan alam pada hutan (termasuk hutan bakau) dan	Diskusi interaktif dan PjBL	3 x(3x50 mnt)	Mahasiswa mampu mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait	Mahasiswa membuat ringkasan bahan bacaan dan road map nya untuk merumuskan masalah terkait kimia lingkungan	. Ketepatan sistematika dan mensarikan bahan bacaan yang relevan; Ketepatan dan kesesuaian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam.	15%

		pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari; Kimia bahan alam pada pegunungan dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari			kimia lingkungan, dan kimia bahan alam.	dan bahan alam.		
14-16	Mahasiswa mengkolaborasikan materi-materi selama satu semester menjadi satu artikel ilmiah	Artikel Ilmiah	Kerja kelompok	5 x(3x50 mnt)	Mahasiswa mampu membuat artikel ilmiah kemudian di submit di jurnal hingga artikel publish	Mahasiswa membuat ringkasan bahan bacaan dan road map nya untuk merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam.	1. Ketepatan sistematika dan mencari bahan bacaan yang relevan; 2. Ketepatan dan kesesuaian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam.	50%

SISTEM PENILAIAN

I. PERSYARATAN UMUM

A. Kehadiran:

1. Jumlah kuliah tatap muka per semester yang harus dihadiri oleh mahasiswa/i adalah 16 pertemuan.
2. Batas toleransi kehadiran mahasiswa/i 75 % dari total jumlah pertemuan.
3. Kriteria ketidakhadiran mahasiswa/i adalah: S (sakit) ditandai dengan surat keterangan dokter, I (Ijin) ditandai dengan surat ijin resmi, dan A (Alpa), maksimal 4x pertemuan kelas.
4. Mahasiswa aktif dan parsitipatif mengikuti ibadah keluarga besar UKI dan tidak diperkenankan melakukan kegiatan lain selama ibadah berlangsung.
5. Toleransi keterlambatan perkuliahan (dosen + mahasiswa/i) setiap tatap muka adalah 15 menit. Jika setelah 15 menit dosen + mahasiswa/i tidak hadir maka perkuliahan dibatalkan. (kecuali ada persetujuan atau ada masalah tertentu).

B. Perkuliahan:

1. Mata kuliah yang dilaksanakan mahasiswa berbasis KKNi.
2. Mata kuliah berbasis KKNi dinilai/dievaluasi per topik yang telah tuntas
3. Persentase penilaian/evaluasi ditentukan oleh dosen yang bersangkutan sesuai kompetensi MK dan capaian pembelajaran.
4. Tidak diperkenankan meninggalkan kelas selama perkuliahan tanpa ijin oleh dosen.
5. Mahasiswa tidak diijinkan membuka HP saat proses belajar mengajar berlangsung tanpa ijin dari dosen.
6. Mahasiswa memakai busana yang sopan.
7. Tidak membuat kegaduhan selama proses pembelajaran berlangsung.

C. Kejahatan akademik: plagiarisme Menurut Peraturan Menteri Pendidikan RI Nomor 17 Tahun 2010:

“Plagiat adalah perbuatan sengaja atau tidak sengaja dalam memperoleh atau mencoba memperoleh kredit atau nilai untuk suatu karya ilmiah, dengan mengutip sebagian atau seluruh karya dan atau karya ilmiah pihak lain yang diakui sebagai karya ilmiahnya, tanpa menyatakan sumber secara tepat dan memadai.” (Permendik No 17 Tahun 2010 dan Panduan Anti Plagiasime terlampir).

Sanksi sesuai Permendik No 17 Tahun 2010 Pasal 12:

1. teguran;
2. peringatan tertulis;
3. penundaan pemberian sebagian hak mahasiswa;

4. pembatalan nilai satu atau beberapa mata kuliah yang diperoleh mahasiswa;
5. pemberhentian dengan hormat dari status sebagai mahasiswa;
6. pemberhentian tidak dengan hormat dari status sebagai mahasiswa; atau
7. pembatalan ijazah apabila mahasiswa telah lulus dari suatu program.

II. PERSYARATAN KHUSUS

A. Tugas dan Tanggung jawab mahasiswa/i

Pada setiap tatap muka mahasiswa/i diwajibkan berpartisipasi aktif dalam proses perkuliahan melalui hal-hal berikut

1. Presentasi: mahasiswa/i wajib berpartisipasi aktif dalam diskusi yang diadakan dalam setiap tatap muka sesuai kebutuhan materi perkuliahan (lihat RPS).
2. Tugas Mandiri: mahasiswa/i wajib mengerjakan tugas mandiri dalam bentuk review materi kuliah yang telah diberi tanda bintang pada referensi yang digunakan di RPS.
3. Tugas terstruktur: mahasiswa/i wajib membentuk kelompok untuk mendiskusikan berbagai referensi terkait lingkungan hidup dan ilmu pengetahuan yang relevan.

B. Gaya Selingkung Pengerjaan Tugas

1. Untuk mengerjakan tugas, mahasiswa/i wajib mematuhi ketentuan berikut:
 - a. Artikel mahasiswa/i harus ditulis dengan komposisi: Pendahuluan (1 hal), Pembahasan (2 hal), Kesimpulan ($\frac{1}{2}$ hal).
 - b. Daftar referensi minimal menggunakan 3 buku dan 2 jurnal ilmiah.
 - c. Pengutipan dan penulisan daftar pustaka menggunakan “Chicago Manual Style” (terlampir).
 - d. Ketentuan kertas A4, huruf Cambria, ukuran jenis 12, spasi $1\frac{1}{2}$.
2. Untuk mengerjakan tugas makalah kelompok, mahasiswa/i wajib mematuhi ketentuan berikut:
 - a. Artikel mahasiswa/i harus ditulis dengan komposisi: Pendahuluan berisi permasalahan dan pentingnya isu/fenomena tersebut dibahas (2 hal), Tinjauan Teoritis berisi teori apa yang hendak digunakan sebagai pisau analisis (2 hal), Pembahasan (5 hal), Kesimpulan (1 hal).
 - b. Daftar referensi minimal menggunakan 5 buku dan 10 jurnal ilmiah.
 - c. Pengutipan dan penulisan daftar pustaka menggunakan “APA (American Psychological Association).
 - d. Ketentuan kertas A4, jenis huruf Cambria, ukuran 12, spasi $1\frac{1}{2}$.

III. PENILAIAN (*point-point penilaian rubrick dapat diisi sesuai dengan kebutuhan)

Minggu Ke-	Bahan Kajian/Materi Pembelajaran	Tugas		Waktu (menit)	Penilaian	Indikator	Bobot (%)
2-3	1. Defenisi kimia lingkungan dan bahan alam; 2. Identifikasi penerapan kimia lingkungan dan bahan alam dalam kehidupan sehari-hari; 3. Kajian tentang kimia lingkungan, dan kimia bahan alam.	Mandiri	Mempelajari buku wajib dan referensi (lihat RPS)	2 x 150	-	-	10
		Terstruktur	Mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan, dan kimia bahan alam.	2 x 150	Ketepatan sistematika dan mensarikan bahan bacaan yang relevan	40	
					Ketepatan dan kesesuaian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam.	60	
4-5	1. Keterkaitan ilmu lingkungan dan bahan alam dengan ilmu pengetahuan lain; 2. Kajian tentang keterkaitan ilmu kimia lingkungan, dan bahan alam dengan ilmu pengetahuan lain	Mandiri	Mempelajari buku wajib dan referensi (lihat RPS)	2 x 150	-	-	10
		Terstruktur	Mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan, dan kimia bahan alam.	2 x 150	Ketepatan sistematika dan mensarikan bahan bacaan yang relevan	20	
					Ketepatan dan kesesuaian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam	80	
6-8	1. Kimia lingkungan pada tanah, daya dukung dan daya tampungnya sebagai lingkungan hidup; 2. Kimia lingkungan pada air,	Mandiri	Mempelajari buku wajib dan referensi (lihat RPS)	3 x 150	-	-	15
		Terstruktur	Mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah	3 x 150	Ketepatan sistematika dan mensarikan bahan bacaan yang relevan	20	

	daya dukung dan daya tampungnya sebagai lingkungan hidup. 3. Kimia lingkungan pada tanah, daya dukung dan daya tampungnya sebagai lingkungan hidup.		terkait kimia lingkungan, dan kimia bahan alam.		Ketepatan dan kesesuaian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam.	80	
9-11	1. Kimia bahan alam pada lautan (termasuk terumbu karang) dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari; 2. Kimia bahan alam pada hutan (termasuk hutan bakau) dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari; 3. Kimia bahan alam pada pegunungan dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari	Mandiri	Mempelajari buku wajib dan referensi (lihat RPS)	3 x 150	-		15
		Terstruktur	Mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan, dan kimia bahan alam.	3 x 150	Ketepatan sistematika dan mensarikan bahan bacaan yang relevan	20	
					Ketepatan dan kesesuaian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan dan bahan alam.	80	
12-16	Artikel Ilmiah	Mandiri	Mempelajari catatan mata kuliah selama 1 semester	5 x 150	-	-	50
		Terstruktur	Mengkolaborasikan tugas terstruktur menjadi proposal penelitian berbasis masalah/ <i>project</i> .	2 x 150	Keterampilan menulis artikel ilmiah	50	
					Ketepatan penulisan artikel ilmiah	50	

IV. Skala nilai akhir dalam huruf dan angka:

Nilai Akhir (NA)	Nilai Huruf (NH)	Nilai Mutu (NM)	Nilai Akhir (NA)	Nilai Huruf (NH)	Nilai Mutu (NM)
80,0-100,0	A	4,0	55,0-59,9	C	2,3
75,0-79,0	A-	3,7	50,0-54,9	C-	2,0
70,0-74,9	B+	3,3	45,0-49,9	D	1,0
65,0-69,9	B	3,0	<44,9	E	0
60,0-64,9	B-	2,7			

V. Persentase Tahap Penilaian Tugas dan kewajiban mahasiswa (dapat diganti/disesuaikan oleh dosen)

Tahap1	: Presentasi Kelompok	sebesar 20%	setara UTS
Tahap2	: Penilaian kognitif	sebesar 20%	
Tahap3	: Penilaian sikap.....	sebesar 10%	setara Tugas Mandiri
Tahap4	: Jumlah Kehadiran.....	sebesar 10%	
Tahap5	: Proposal penelitian.....	sebesar 30%	setara UAS

Terima kasih atas kerja sama dan kerja keras mahasiswa sekalian.
Jakarta, 20 Februari 2024

Mengetahui,
Ketua Program Studi,



Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P., M.Si

Disusun Oleh
Dosen Pengampu,

Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P., M.Si

Disepakati menjadi kontrak perkuliahan.
Jakarta, 05 September 2023

Dosen Pengampu,

Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P., M.Si

Ketua Kelas,

ttd

.....

CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN

A. Sikap

1. Berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan Pancasila.
2. Menghargai keanekaragaman budaya, nilai-nilai universal, pandangan, agama, dan kepercayaan, serta pendapat atau temuan orisinal orang lain.
3. Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan.

B. Keterampilan Umum

1. Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang keahliannya.
2. Mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur.
3. Mampu mengungkapkan ide, opini, dan simpulan yang diperoleh dari berbagai sumber ke dalam karya ilmiah untuk menunjang dan mengembangkan kegiatan belajar dan pembelajaran kimia.

C. Keterampilan Khusus

1. Mampu merancang, menerapkan, dan mengembangkan materi ajar kimia dalam mengatasi masalah lingkungan.
2. Mampu menerapkan ilmu kimia dalam mendukung pembelajaran dan/atau untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

D. Pengetahuan

1. Menguasai konsep dan prinsip-prinsip kimia analitik untuk mengidentifikasi unsur-unsur dan senyawa kimia dalam makanan.
2. Menguasai konsep teoritis kimia lingkungan untuk mengendalikan pencemaran dan melestarikan lingkungan.

MODUL 1

DEFENISI KIMIA LINGKUNGAN, PANGAN DAN BAHAN ALAM

Deskripsi pokok bahasan Defenisi Kimia Lingkungan, Pangan dan Bahan Alam

Dalam ilmu kimia lingkungan dan bahan alam ini kita dapat belajar bagaimana keadaan alam yang seharusnya dan bagaimana pengaruh aktifitas manusia terhadap keseimbangan lingkungan dan alam, sehingga dapat menanggulangi masalah-masalah yang dapat merusak keadaan sekitar. Ruang lingkup kimia lingkungan dan bahan alam mencakup semua gejala kimia yang



terjadi di lingkungan, baik yang ditimbulkan oleh proses alamiah atau hasil aktivitas manusia, terutama yang berlebihan dan mencemari, bahan makanan (pangan), bahan makanan, dan nilai gizi bahan pangan, senyawa organik bahan alam terpenoid, steroid, fenil, hormon xanto dan quinon, flavonoid serta alkaloid. Kimia lingkungan dan bahan alam mempelajari bagaimana cara kerja lingkungan yang normal (tak terkontaminasi), zat kimia apa saja (berapa konsentrasi) yang ada secara alami dan bagaimana efeknya, untuk mengetahui secara akurat dan memahami secara mendalam tentang dampak aktivitas manusia terhadap gejala-gejala kimia yang terjadi lingkungan, mempelajari mekanisme

sistem pencernaan, teknik pengolahan pangan, zat-zat aditif, pembusukan dan keracunan pangan, pengawetan, penjagaan dan pengawasan pangan, perubahan masing-masing sumber organisme asal-usul biogenesis reaksi spesifik yang mencerminkan masing-masing golongan serta kegunaan senyawa organik bahan alam. Tujuan kimia lingkungan dan bahan alam untuk membentuk karakter yang peduli pada lingkungan dan pola hidup sehat melalui pola konsumsi yang berimbang, membentuk rasa ingin tahu yang tinggi untuk menemukan dan mengidentifikasi semua senyawa organik di alam dan sintesisnya serta pemanfaatannya bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.



Perlu kita ketahui kimia sangat dekat dengan kehidupan kita, bahkan kimia adalah sesuatu hal yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan kita. Banyak bahan kimia dan proses kimia terjadi di sekitar atau lingkungan kita, bahkan dalam tubuh kita juga terjadi proses kimia. Di dapur kita menemukan banyak bahan kimia, seperti minyak goreng, mentega, garam dapur, gula pasir, kopi, teh, penyedap rasa, pewarna makanan, pengawet makanan, kunyit, jahe, nasi atau tepung yang mengandung karbohidrat, telur yang mengandung protein, cuka 25% mengandung asam asetat, minyak tanah, dan gas elpiji.

Proses atau reaksi kimia banyak terjadi di sekitar kita. Bagaimana gas elpiji pada kompor gas dapat berubah menjadi nyala api biru? Komponen utama LPG adalah gas propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). Ketika kompor dihidupkan maka gas dalam tabung mengalir dan bereaksi atau “bergabung”

dengan gas oksigen (O_2) dari udara menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O) serta energi panas berupa nyala api biru yang digunakan untuk memasak makanan. Dalam proses ini terjadi reaksi kimia, yaitu perubahan yang terjadi pada suatu zat sehingga menghasilkan zat baru yang sifatnya berbeda dengan zat semula. Dengan demikian kita dapat lebih memahami kondisi alam, sehingga kita dapat mengontrol perubahan yang terjadi untuk kesejahteraan kehidupan manusia dan lingkungan, dari bacaan tersebut dapat kita simpulkan bahwa segala hal yang kita butuhkan dari alam dan yang alam butuhkan erat kaitannya dengan kita sebagai manusia, dengan kata lain adanya siklus bolak-balik yang terjadi antara alam dan manusia, sehingga dapat kita sebut sebagai kimia lingkungan dan bahan alam. Materi pokok pada modul 1 ini adalah definisi kimia lingkungan, pangan dan bahan alam.

Capaian Pembelajaran

Capaian yang diharapkan pada modul 1 ini adalah mahasiswa mampu mengidentifikasi, menjelaskan dan menyusun tulisan ilmiah tentang definisi lingkungan dan bahan alam, kemudian mengikuti pola identifikasi dan mengklasifikasikan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kemampuan Akhir

Mahasiswa mengidentifikasi, menjelaskan dan menyusun tulisan ilmiah tentang definisi lingkungan dan bahan alam, kemudian mengikuti pola identifikasi dan mengklasifikasikan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kegiatan Mahasiswa

Mahasiswa mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan, kimia bahan pangan dan kimia bahan alam.

Kegunaan Modul

Kegunaan modul ini adalah untuk mengetahui istilah kimia yang sudah tidak asing lagi bagi banyak orang, namun pemahaman terhadap kimia itu sendiri sangat kurang, banyak orang tahu kata kimia namun tidak mengetahui sebenarnya apa itu kimia, banyak orang mengartikan kimia adalah sebagai bahan, zat atau komponen yang berbahaya, walau pada dasarnya setiap saat kita sudah berinteraksi dengan bahan kimia. Pernahkah Anda berpikir bahwa kita hidup berbaur dengan “kimia” bahan kimia dan proses kimia.

Materi Pokok dan Sub Materi pokok

Materi Pokok	Sub materi Pokok
Kimia Lingkungan	Definisi Kimia Lingkungan
	Peran Kimia Lingkungan
	Kajian Kimia Lingkungan
Kimia Bahan Pangan	Definisi Kimia Bahan Pangan
	Peran Kimia Bahan Pangan
	Kajian Kimia Bahan Pangan
Kimia Bahan Alam	Definisi Kimia Bahan Alam
	Peran Kimia Bahan Alam
	Kajian Kimia Bahan Alam

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

DEFENISI KIMIA LINGKUNGAN

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan
Definisi Kimia Lingkungan:

- Mampu menjelaskan definisi kimia lingkungan
- Mampu menjelaskan peran kimia lingkungan dalam kehidupan sehari-hari

b. Materi Pembelajaran

Defenisi Kimia Lingkungan

Kimia adalah ilmu yang mencari jawaban atas pertanyaan apa, mengapa, dan bagaimana gejala-gejala alam yang berkaitan dengan komposisi, struktur dan sifat, perubahan, dinamika, dan energetika zat (Permen No 23 tahun 2006). Pembelajaran kimia dapat diartikan sebagai cara untuk memberikan pemahaman kepada siswa tentang kimia. Namun bila ditilik dari perannya dalam mewujudkan tujuan pembelajaran di atas, peran pembelajaran kimia memiliki peran yang lebih dari itu. Pembelajaran kimia sebenarnya dapat digunakan untuk melatih peserta didik untuk dapat menggunakan konsep yang diterimanya ke dalam konteks yang sebenarnya. Jika pembelajaran kimia dikembangkan menjadi lebih mendalam tentang segala sesuatu yang terjadi di lingkungan hidup, maka pembelajaran kimia akan mampu mencapai pemahaman konsep yang lebih nyata untuk digunakan sebagai dasar dalam proses pemecahan masalah yang terjadi di lingkungan hidup (lingkungan

alam, sosial dan buatan). Kimia lingkungan mempelajari masalah lingkungan hidup yang berkaitan dengan reaksi kimia. Kimia juga mempelajari penerapan pengetahuan kimia untuk melindungi dan memperbaiki lingkungan hidup.

Ruang lingkup kimia lingkungan mencakup semua gejala kimia yang terjadi di lingkungan, baik yang ditimbulkan oleh proses alamiah atau hasil aktivitas manusia, terutama yang berlebihan. Kimia lingkungan mempelajari bagaimana cara kerja lingkungan yang tak terkontaminasi, zat kimia apa saja (berapa konsentrasi) yang ada secara alami dan bagaimana efeknya, untuk mempelajari secara akurat dan memahami secara mendalam tentang dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan. Secara alamiah, gejala kimia terjadi dalam setiap komponen penyusun lingkungan hidup, yang secara garis besar adalah komponen biotik dan komponen abiotik. Setiap komponen terdiri atas bahan kimia dan di dalam lingkungan hidup terjadi perputaran atas bahan kimia tersebut. Komponen biotik terdiri atas manusia, hewan, tumbuhan, bakteri dan fungi. Perputaran bahan kimia dalam komponen biotik dapat dilihat dalam jejaring makanan, dimana dalam sistem tersebut terdapat organisme produsen, konsumen dan pengurai yang menjalankan suatu siklus kehidupan dan kematian.

Komponen abiotik yang terdiri atas tiga faktor yaitu:

1. Energi Matahari, yang merupakan sumber energi utama bagi perputaran bahan kimia, membantu pertumbuhan/hidupnya makhluk hidup, dan mengendalikan cuaca. Energi matahari diperlukan tumbuhan yang berhijau daun untuk mengubah bahan kimia karbon dioksida dan air menjadi karbohidrat dan bahan kimia lain sebagai pangan. Energi matahari yang mencapai lapisan terluar atmosfer hanya merupakan sepersemilyar dari energi matahari total dan yang diterima oleh permukaan bumi hanya 69% dari sepersemilyar tersebut. Dari energi matahari yang sampai ke bumi, hanya 0,02 % yang ditangkap untuk fotosintesis. Hewan dan tumbuhan lain yang tergolong dalam kelompok herbivora dan omnivora memakan tumbuh-tumbuhan untuk memperoleh pangan seperti karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin. Pada waktu makan terjadi proses pemecahan bahan kimia/senyawa organik dan memperoleh energi dalam bentuk tenaga dan panas. Jadi di lingkungan hidup terjadi perputaran bahan kimia sekaligus pertukaran energi.
2. Faktor fisik, yang terdiri atas suhu, cahaya, hujan, angin, arus air, dan kelembaban. Faktor ini terjadi karena adanya interaksi antar energi matahari dengan bahan kimia.
3. Bahan kimia, yang mencakup senyawa anorganik seperti air, oksigen, nitrogen, karbon dioksida,

argon, mineral-mineral seperti kalium, natrium, kalsium, dan magnesium, serta senyawa karbon seperti karbohidrat, protein, lipida, dan vitamin.

Secara alami, alam selalu berusaha menyeimbangkan keadaan di lingkungan hidup sehingga tidak terjadi kekritisian atau kelebihan bahan kimia. Proses penyeimbangan ini terjadi melalui interaksi antara komponen biotik dan abiotik. Hal kedua yang menjadi cakupan kimia lingkungan adalah gejala kimia di lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia yang berlebihan. Aktivitas manusia yang berlebihan tersebut menyebabkan pencemaran lingkungan dimana alam sudah tidak mampu lagi menyeimbangkan keadaan lingkungan hidup.

Peran Kimia Lingkungan

Dikatakan Kimia Lingkungan dan Bahan Alam berarti penerapannya tidak lagi asing dalam kehidupan makhluk hidup. Karena Lingkungan dan alam sendiri merupakan tempat bertahannya makhluk hidup. Sehingga penerapan kimia lingkungan dan bahan alam sendiri dalam kehidupan makhluk hidup sendiripun tidaklah asing. Banyak sekali bahkan sebagian dari lingkungan dan alam berkaitan dengan kimia dan makhluk hidup. Berikut adalah beberapa penerapannya dalam kehidupan:

a. Rumah Tangga

Contoh penerapan kimia lingkungan dibidang rumah tangga adalah:

- Pengolahan Kulit bawang merah menjadi pupuk organik, bagi kebanyakan orang dan bagi ibu-ibu rumah tangga kulit bawang mungkin hanyalah sampah yang tidak bisa digunakan untuk apa-apa, tetapi perlu diketahui untuk ibu-ibu rumah tangga bahwa kulit bawang merah bisa diolah menjadi pupuk organik untuk tumbuhan seperti gambar dibawah ini.



- Pengolahan botol bekas, dan plastik bekas menjadi kreasi tangan seperti tas, dompet, dan bunga. Bagi ibu-ibu rumah tangga menumpuk botol bekas dan plastik yang tidak terpakai mungkin hanyalah dipandang atau dianggap sampah saja. Tetapi perlu diketahui bahwa botol dan plastik bekas tersebut dapat dibuat kerajinan tangan. Berikut salah satu contoh daur ulang plastik bekas.



b. Industri

Contoh penerapan Kimia Lingkungan dalam bidang industri adalah:

- Pengolahan kotoran binatang menjadi pupuk, mungkin bagi sebagian orang merasa jijik ketika mendengar kotoran binatang bisa diubah menjadi pupuk tanaman. Tetapi fungsi kotoran binatang sangat baik bagi pertumbuhan tanaman ibu-ibu rumah tangga.
- Sagu, diolah menjadi beras dan sagu ini menjadi makanan pokok orang Maluku dan Papua.

c. Rumah Sakit/Kesehatan

Contoh penerapannya adalah:

- Pengolahan akar tumbuhan yang bisa dijadikan obat herbal, salah satu contohnya adalah akar alang-alang, akar temu ireng dll.
- Cacing yang dijadikan sebagai obat Tipes.

d. Pariwisata

Contoh penerapan kimia lingkungan dalam bidang pariwisata adalah:

- Taman
- Bendungan, yang berfungsi untuk mengairi sawah

e. Kebijakan

Contoh penerapan kimia lingkungan dalam kebijakan:

- Kebijakan pemerintah dalam mengurangi pemakaian plastik di mini market, indomart, alfamart dan toko-toko lainnya.
- Kebijakan pemerintah dalam memfasilitasi kendaraan umum (TJ, dan lain-lain) demi

mengurangnya pencemaran udara dan demi mengurangnya kemacetan di ibu kota Jakarta.

Kajian Kimia Lingkungan

Dalam kehidupan kita tidak terlepas dari unsur kimia termasuk yang ada dilingkungan kita. Kimia lingkungan mempelajari

- a. Tentang sifat dan fungsi bahan kimia dalam lingkungan hidup.
- b. Mempelajari dan menelaah bahan kimia terhadap suatu komponen lain dan terhadap lingkungan hidup secara menyeluruh terutama jika bahan kimia tersebut tersebar dan berkontaminasi dengan lingkungan sehingga keseimbangan terganggu.
- c. Menentukan jumlah batas penyebaran bahan kimia dalam lingkungan agar tidak memberikan gangguan terhadap kelestarian lingkungan dan kesejahteraan manusia.
- d. Merekomendasikan hasil penelitian dan percobaan kepada pengelola lingkungan hidup atau kepada masyarakat pada umumnya.

Kimia lingkungan mempelajari tentang sumber dan reaksi zat kimia di udara, tanah, dan air serta efek aktivitas manusia terhadapnya. Jadi, dalam kimia lingkungan ini juga mempelajari tentang pencemaran yang terjadi di udara, air, dan tanah baik yang disebabkan oleh manusia maupun dari alam sendiri. Pencemaran yang terjadi dapat membahayakan makhluk hidup yang ada disekitar lingkungan tersebut.

c. Rangkuman

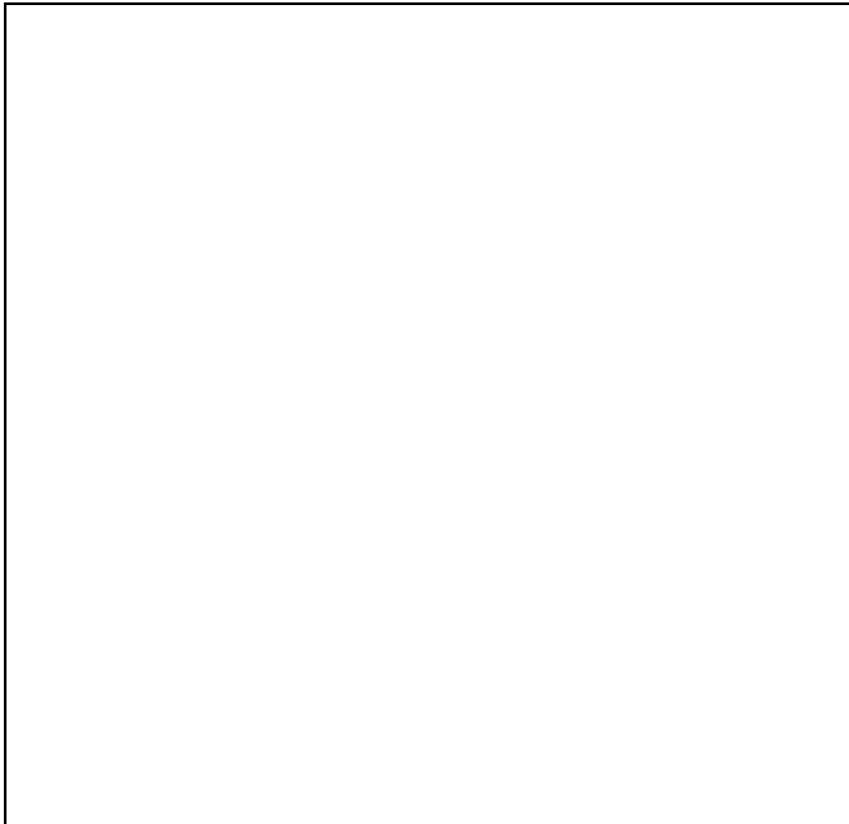
Kimia adalah ilmu yang mencari jawaban atas pertanyaan apa, mengapa, dan bagaimana gejala-gejala alam yang berkaitan dengan komposisi, struktur dan sifat, perubahan, dinamika, dan energetika zat (Permen No 23 tahun 2006). Kimia lingkungan mempelajari bagaimana cara kerja lingkungan yang tak terkontaminasi, zat kimia apa saja (berapa konsentrasi) yang ada secara alami dan bagaimana efeknya, untuk mempelajari secara akurat dan memahami secara mendalam tentang dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan. Secara alami, alam selalu berusaha menyeimbangkan keadaan di lingkungan hidup sehingga tidak terjadi kekritisian atau kelebihan bahan kimia. Proses penyeimbangan ini terjadi melalui interaksi antara komponen biotik dan abiotik. Hal kedua yang menjadi cakupan kimia lingkungan adalah gejala kimia di lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia yang berlebihan. Aktivitas manusia yang berlebihan tersebut menyebabkan pencemaran lingkungan dimana alam sudah tidak mampu lagi menyeimbangkan keadaan lingkungan hidup. Kimia lingkungan mempelajari tentang sumber dan reaksi zat kimia di udara, tanah, dan air serta efek aktivitas manusia terhadapnya. Jadi, dalam kimia lingkungan ini juga mempelajari tentang pencemaran yang terjadi di udara, air, dan tanah baik yang disebabkan oleh manusia maupun dari alam sendiri. Pencemaran yang terjadi dapat membahayakan makhluk hidup yang ada disekitar lingkungan tersebut.

d. Latihan

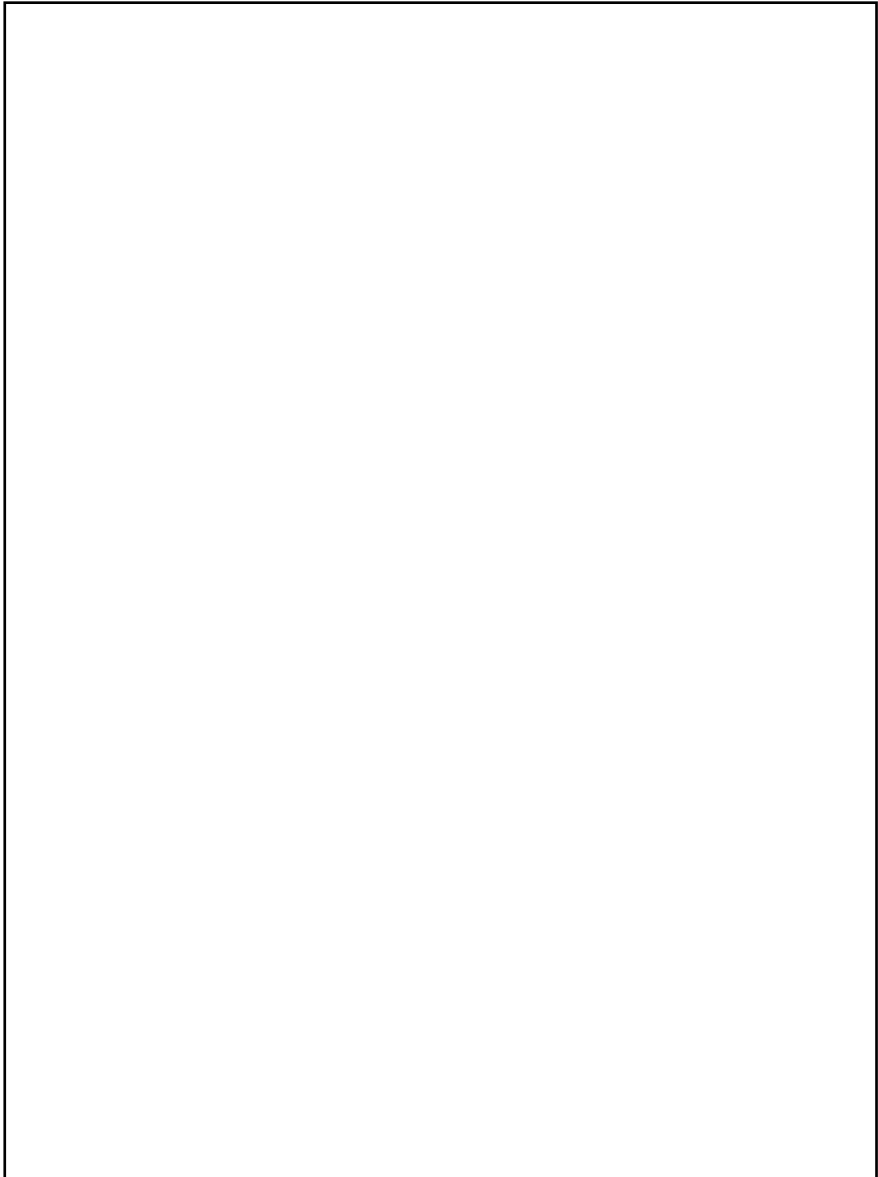
Bentuklah kelompok diskusi yang terdiri dari 3-4 orang satu kelompok

1. Carilah 5 jurnal berkaitan dengan kimia lingkungan dan analisislah jurnal tersebut!
2. Kemudian buatlah laporan hasil analisis yang kelompok kamu dapatkan!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large empty rectangular box with a black border, intended for the evaluation of learning.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

DEFENISI KIMIA PANGAN

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan

Definisi Kimia Bahan Pangan:

- Mampu menjelaskan definisi kimia bahan pangan
- Mampu menjelaskan peran kimia bahan pangan dalam kehidupan sehari-hari

b. Materi Pembelajaran

Defenisi Kimia Bahan Pangan

Kimia Pangan adalah sebuah cabang ilmu kimia tentang kajian komposisi dan sifat-sifat atau perubahan kimiawi yang terjadi pada bahan pangan. Kimia pangan juga mempelajari tentang bagaimana suatu produk pangan mengalami perubahan akibat berbagai metode pengolahan makanan dan cara untuk meningkatkan maupun mencegah terjadinya perubahan tersebut (Belitz, H. D., W. Grosch & P. Schieberle, 2009). Sains harus diajarkan sebagai ilmu yang dipraktikkan pada keadaannya yang terbaik agar berkontribusi pada kepuasan dan keinginan manusia untuk mengetahui dan memahami sehingga pikirannya terbuka, bebas dari dogma, prakonsepsi, dan ideologi, sadar dalam berpendapat dan menilai (Schwartz, 2007). Pengetahuan dan pemahaman tersebut tercermin dalam tindakan dan mendukung kesadaran akan Literasi kimia dalam konsumsi pangan bergizi, beragam, dan berimbang akan menjadi pondasi pemahaman yang kuat untuk menentukan asupan

gizi yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan individu (Forbes, 2012).

Pemenuhan asupan gizi yang sesuai dengan kebutuhan akan mendukung pencapaian kehidupan yang sehat dan sejahtera (*good health and well-being*). Tubuh manusia mempunyai komposisi kimiatertentu dalam setiap sel dan jaringannya (Tediosi & Capri, 2018) sehingga asupan gizi harus dapat memenuhi kebutuhan kimia sesuai dengan peruntukannya mendukung metabolisme tubuh manusia yang sehat dan sejahtera. Tubuh manusia yang tidak tercukupi asupan gizi sesuai peruntukannya akan semakin meningkatkan risiko penyakit tidak menular (Nguyen & Hoang, 2018). Bahkan, menurut Singhal (2016), pemenuhan asupan gizi untuk manusia yang sehat dan sejahtera dimulai dari saat masih dalam kandungan (janin).

Badan Kesehatan Dunia atau dikenal dengan nama WHO (2018) melaporkan bahwa prevalensi penyakit tidak menular (PTM) meningkat pada penduduk usia produktif yaitu 30–69 tahun sehingga akan mempengaruhi kualitas produktifitas dunia jika prevalensinya tidak terkendalikan, dan juga memberi dampak pada pembiayaan perawatan kesehatan di semua negara yang mengalami peningkatan prevalensi PTM. Oleh karena itu, promosi konsumsi pangan bergizi, beragam, dan berimbang harus diperkuat oleh literasi kimia sebagai pondasi literasi kesehatan yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing individu untuk mencapai kehidupan yang sehat dan sejahtera sekaligus meningkatkan kualitas partisipasinya dalam pelayanan kesehatan di kehidupan bermasyarakat.

Harapannya, masyarakat secara individu mempunyai literasi kimia yang memadai dalam konsumsipangan sehari-hari sehingga dapat mencapai kehidupan sehat dan sejahtera untuk mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Kehidupan sehat yang dimaksud adalah kualitas kesehatan fisik dan non fisik secara optimal, dan kesejahteraan yang dimaksud yaitu upaya pengendalian biaya kesehatan secara maksimal. Lebih lanjut, konsumsi pangan bergizi, beragam, dan berimbang ternyata juga secara simultan berdampak pada keanekaragaman hayati. Bahkan, kelestarian keanekaragaman hayati dalam sebuah negara ditentukan oleh pola konsumsi pangan masyarakatnya (Jones, 2015).

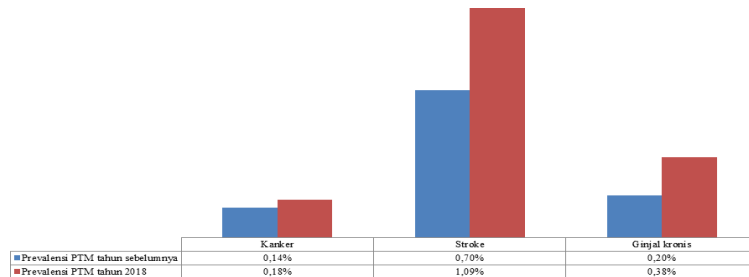
Secara rinci, kajian kritis Crenna, Sinkko, & Sala (2019) menjabarkan bahwa pola konsumsi pangan masyarakat Uni Eropa yang sama setiap hari, terutama yang berbasis produk susu dan daging meningkatkan penurunan keanekaragaman hayati hingga mencapai 75-90%. Di sisi lain, Crist, Mora, & Engelman (2017) menyatakan bahwa kelestarian keanekaragaman hayati juga dipengaruhi oleh pertumbuhan populasi yang berkaitan dengan jasa lingkungan hidup untuk mendukung pemenuhan kebutuhan pangan dan menampung sisa atau buangan dari aktifitas populasi. Oleh karena itu, konsumsi pangan bergizi, beragam, dan berimbang menjadi penting diperkuat dengan literasi kimia supaya terjadi pola konsumsi yang sesuai dengan kebutuhan untuk mencapai kehidupan sehat dan sejahtera sekaligus menjaga kelestarian keanekaragaman hayati di Indonesia.

Peran Kimia Bahan Pangan

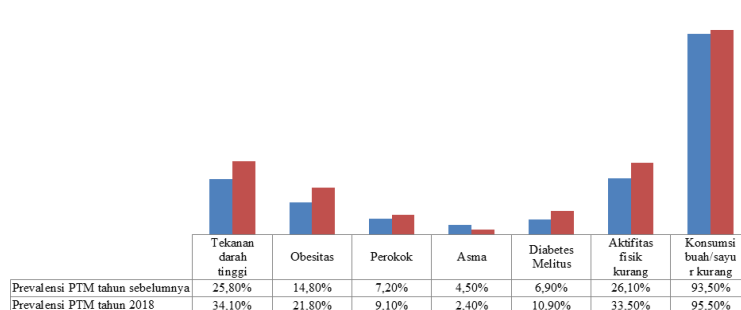
Kementerian Kesehatan (2019) melaporkan prevalensi PTM di Indonesia seperti yang disajikan dalam Gambar 1. dan Gambar 2. Lebih lanjut, laporan tersebut menyebutkan bahwa terdapat satu keadaan yang membutuhkan perhatian serius dari semua pihak (pemerintah, swasta, dan bahkan rumah tangga) terkait peningkatan prevalensi PTM di Indonesia yaitu kejadian yang dimulai dari usia anak-anak dan remaja antara lain PTM stroke, Diabetes Melitus, dan ginjal kronis meningkat pada penduduk usia 15 tahun ke atas, PTM aktifitas fisik kurang meningkat prevalensinya pada penduduk usia 10 tahun ke atas, dan prevalensi PTM akibat kurang konsumsi buah/sayur pada penduduk usia 5 tahun ke atas. Prevalensi PTM tekanan darah tinggi dan obesitas terdapat pada penduduk usia 18 tahun ke atas, sedangkan prevalensi perokok terdapat pada penduduk usia ≤ 18 tahun.

Gambar 1. memperlihatkan bahwa selain prevalensi PTM asma pada penduduk di semua umur, prevalensi PTM lainnya mengalami peningkatan. Prevalensi tertinggi terjadi pada PTM akibat konsumsi buah/sayur yang mencapai 95%, artinya penduduk usia 5 tahun ke atas mempunyai risiko tertinggi mengalami PTM (Nguyen & Hong, 2018) akibat asupan gizi yang tidak seimbang (Tediosi & Capri, 2018) dari kandungan buah/sayur. Padahal, tubuh manusia pada usia balita dan anak-anak membutuhkan asupan mineral secara maksimal untuk mendukung pertumbuhan fisik dan perkembangan mental secara optimal (Forbes, 2012; Eliantara, 2016).

Gambar 1. Prevalensi PTM Tekanan Darah Tinggi, Obesitas, Perokok, Asma, Diabetes Melitus, Aktifitas Fisik Kurang, dan Konsumsi Buah/Sayur Kurang di Indonesia (Kemenkes, 2019)



Gambar 2. Prevalensi PTM Kanker, Stroke, dan Ginjal Kronis di Indonesia (Kemenkes, 2019)



Di sisi lain, Gambar 2. memperlihatkan peningkatan prevalensi PTM kanker, stroke, dan gagal ginjal. Angka persentase terlihat kecil, namun menurut jumlah penduduk usia 15-59 tahun mencapai 75% dari jumlah penduduk Indonesia per bulan Februari 2018, artinya, jika prevalensi PTM stroke dan ginjal kronis terjadi pada penduduk usia 15-

59 tahun yang adalah usia produktif, maka pemerintah Indonesia harus menghabiskan biaya perawatan kesehatan (Jan, et al., 2018) hanya akibat PTM stroke dan gagal ginjal mencapai 0,2-1,09%. Dengan demikian, potensi kerugian produktifitas Indonesia pun berisiko meningkat (Ding, et al., 2016).

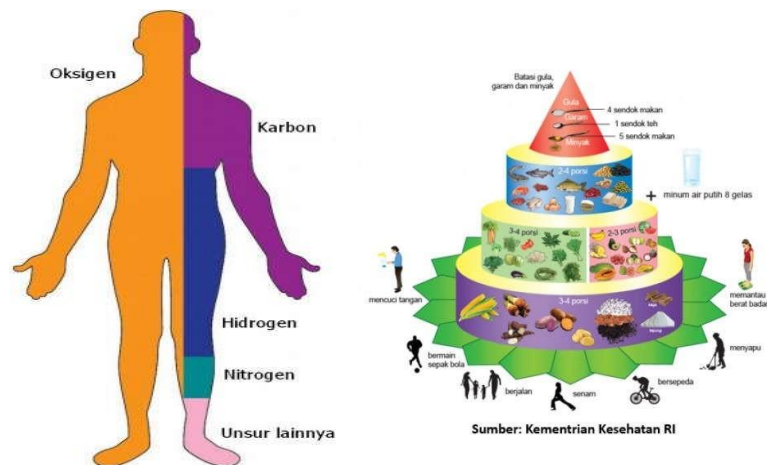
Sejalan dengan rekomendasi Jan, et al. (2018), pemerintah Indonesia melalui UU No. 40 tahun 2004 tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional (SJSN) yang mencakup jaminan sosial kesehatan, kecelakaan kerja, jaminan hari tua, pensiun, dan jaminan kematian. Kemenkes (2019) menyatakan bahwa peningkatan kasus PTM menjadi tambahan beban masyarakat dan pemerintah karena perawatannya membutuhkan biaya besar dan membutuhkan teknologi tinggi. Pada tahun 2017, Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Kesehatan melaporkan bahwa sebanyak 10.801.787 orang atau 5,7% peserta JKN telah mendapat pelayanan untuk penyakit katastropik yang menghabiskan biaya kesehatan sebesar Rp14,6 triliun atau 21,8% biaya pelayanan kesehatan. Komposisi peringkat penyakitkatastropik yaitu PTM jantung sebesar 50,9% atau Rp 7,4 triliun, PTM ginjal kronik sebesar 17,7% atau Rp 2,6 triliun.

Kajian Kimia Bahan Pangan

Merujuk pada Forbes (2012) yang menyatakan bahwa prevalensi PTM terjadi akibat ketidakseimbangan asupan gizi yang sesuai dengan kebutuhan individu. Berdasarkan Tabel 1. yang menguraikan komposisi unsur kimia dan fungsinya dalam tubuh manusia, maka literasi

kimia(Holbrook, 2005) menjadi penting untuk mendukung literasi kesehatan (Hernandez, 2013; Batterham, et al., 2016) dalam rangka mencapai kehidupan yang sehat dan sejahtera (Nichols, 2018; Moore, et al.,2019). Secara rinci, keterkaitan antara literasi kimia dengan konsumsi pangan bergizi, beragam, dan berimbang untuk mencapai kehidupan yang sehat dan sejahtera disajikan dalam Gambar 3.

Gambar 3. Keterkaitan antara Literasi Kimia dalam Konsumsi Pangan Bergizi, Beragam, dan Berimbang untuk Mencapai Kehidupan yang Sehat dan Sejahtera



Gambar 3. memperlihatkan bahwa komposisi unsur kimia tubuh manusia yang sehat dan sejahtera dapat tercapai dengan konsumsi pangan yang bergizi, beragam, dan berimbang menurut piramida yang telah disosialisasikan GERMAS. Hanya saja, keputusan pilihan bahan pangan yang sesuai dengan kebutuhan setiap

individu membutuhkan dukungan pengetahuan dan keterampilan yang memadai, sehingga pendidikan kimia pangan (Simanjuntak, 2015) harus mampu memperkuat literasi kimia sebagai pondasi terhadap literasi kesehatan untuk mencapai kehidupan yang sehat dan sejahtera.

Kebiasaan makan dalam kehidupan sehari-hari yang dipengaruhi oleh budaya dalam keluarga (Simanjuntak, 2017) pun harus mendapat perhatian khusus supaya secara perlahan budaya tersebut dapat digiring ke pola konsumsi pangan bergizi, beragam, dan berimbang yang akses dan ketersediaannya sesuai dengan kemampuan ekonomi keluarga. Terkait dengan laporan Kemenkes (2019) yang menyatakan bahwa peningkatan prevalensi PTM konsumsi buah/sayur kurang yang terjadi pada penduduk usia 5 tahun ke atas membutuhkan penguatan peran perempuan (Septiani, 2018) dalam keluarga baik sebagai individu, perempuan bekerja, maupun sebagai ibu rumah tangga mengolah buah dan sayur agar disukai oleh anggota keluarga berusia 5 tahun dan menjadikan buah dan sayur sebagai prioritas pilihan gaya hidup yang sehat di rumah. Bahkan, Singhal (2016) menyarankan agar setiap perempuan harus sudah membuat rencana kehidupan yang sehat dan sejahtera sejak manusia masih dalam kandungan (janin).

Berikutnya, terkait dengan prevalensi PTM aktifitas fisik kurang yang terjadi pada penduduk usia 10 tahun ke atas membutuhkan peran pejabat setempat untuk mendorong pemanfaatan semua ruang terbuka (Simanjuntak, 2018) sebagai ruang publik dengan fasilitas lengkap yang menarik anak-anak dan remaja melakukan

aktifitas fisik sebagai prioritas pilihan, daripada bermain game di dalam ruangan. Peningkatan aktifitas fisik oleh anak-anak dan remaja di ruang publik secara simultan akan mengendalikan prevalensi PTM obesitas. Pendidikan kimia pangan (Simanjuntak, 2015) dalam rangka pencapaian kehidupan yang sehat dan sejahtera pada penduduk usia produktif khususnya yang berusia 15-40 tahun membutuhkan penguatan pemberdayaan Karang Taruna (Juned, Kusumastuti, & Darmastuti, 2018) setempat yang diprioritaskan pada kegiatan untuk mencegah prevalensi PTM perokok dan menjalankan pola hidup bersih dan seimbang untuk mengendalikan PTM kanker, ginjal kronis, tekanan darah tinggi, stroke, dan diabetes melitus. Kehidupan yang sehat dan sejahtera juga dapat tercapai oleh peran pemuka agama (Faroji, 2019) yang gencar mempromosikan ketenangan batin melalui doa hening dan meditasi yang saling bersinergi dalam penguatan pengamalan agama dan iman sebagai kekayaan spiritual.

Literasi kimia dalam konsumsi pangan bergizi, beragam, dan berimbang dapat berefek pada pengendalian lonjakan permintaan pasar terhadap satu jenis bahan pangan tertentu dan membangun komunitas sosial yang kuat dalam membuat keputusan terbaik terkait bahan pangan yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan ekonomi keluarga. Bahkan, literasi kimia dalam konsumsi pangan bergizi, beragam, dan berimbang dapat menggiring masyarakat untuk melindungi keanekaragaman hayati dan menjaga kualitas lingkungan hidup (Crist, Mora, & Engelman, 2017; Jones, 2017; Nichols, 2018) dengan mulai menanam beberapa bahan pangan di rumah dan

mengolah sampah dapur menjadi pupuk dan agen pembenah struktur tanah Partisipasi aktif tersebut dapat membangun gaya hidup sehat dalam masyarakat Indonesia baik melalui kegiatan sehari-hari maupun dalam aktifitas di media sosial sehingga tercapailah ketahanan pangan dan perwujudan sumber daya manusia Indonesia yang sehat dan sejahtera.

c. Rangkuman

Kimia pangan adalah studi mengenai proses kimia dan interaksinya dengan komponen biologis dan non-biologis bahan pangan. Substansi biologis misalnya produk daging, sayuran, produk susu, dan sebagainya. Kimia pangan merupakan objek yang sangat menarik untuk dipelajari. Jika ditelaah lebih dalam, pada satu makanan yang tersaji dalam piring kita terdapat banyak konsep kimia yang bisa dipelajari dimulai dari komponen utama penyusunnya dan juga zat aditif yang membuat tampilan makanan menjadi lebih menarik. Karakteristik bahan pangan sangat ditentukan dengan berbagai jenis senyawa kimia yang terdapat didalamnya dari rasa, warna, aroma merupakan peranan dari berbagai jenis senyawa kimia yang bergabung membentuk citarasa yang khas. Disamping itu, kandungan gizi serta zat yang terdapat dalam pangan juga penting untuk dibahas seperti komponen makronutrien yaitu karbohidrat dan lemak bermanfaat untuk mendapatkan dan menyimpan energi, protein berperan untuk pertumbuhan sel – sel baru sedangkan komponen mikronutrien seperti vitamin dan mineral juga sangat penting untuk tubuh untuk menunjang

proses metabolisme dalam tubuh meskipun dalam jumlah yang sedikit.

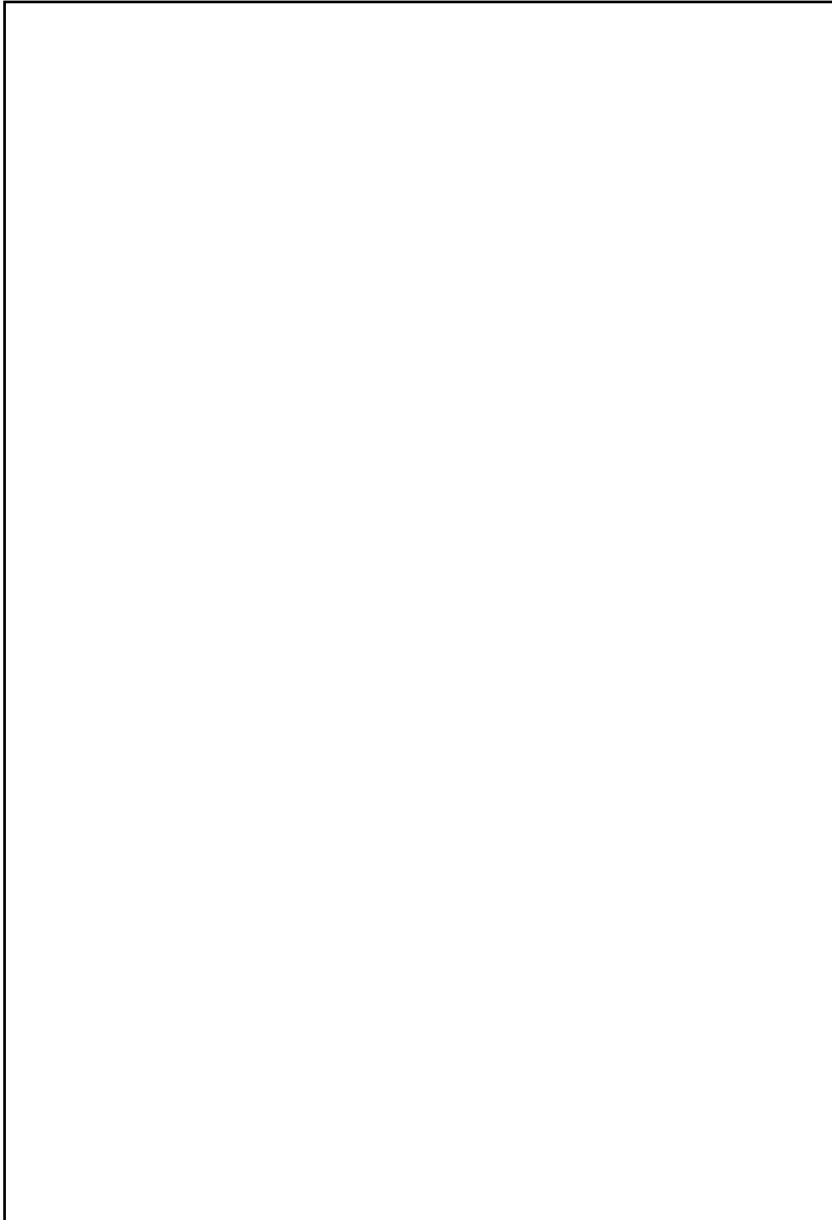
d. Latihan (Penugasan Kelas)

1. Bentuklah kelompok diskusi yang terdiri dari 3-4 orang satu kelompok
2. Buatlah mini riset berkaitan dengan pentingnya bahan pangan untuk makhluk hidup!
3. Kemudian buatlah jurnal dari hasil mini riset yang kalian lakukan!

e. Evaluasi Pembelajaran



f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback. It occupies the majority of the page below the section header.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

DEFENISI KIMIA BAHAN ALAM

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan

Definisi Kimia Bahan Alam:

- Mampu menjelaskan definisi kimia bahan alam
- Mampu menjelaskan peran kimia bahan alam dalam kehidupan sehari-hari

b. Materi Pembelajaran

Defenisi Kimia Bahan Alam

Bahan alam secara khusus diartikan sebagai segala material organik yang dihasilkan oleh alam yang telah dipelajari dan dibuktikan baik secara empiris maupun secara tradisional melalui pengalaman penggunaan turun temurun memiliki khasiat tertentu untuk kesehatan baik dalam bentuk segar, sediaan kering, ekstrak, maupun senyawa tunggal hasil pemurnian. Pada era modern ini ada kecenderungan pola hidup yang mengarah pada penggunaan bahan-bahan alami sebagai zat berkhasiat baik untuk pengobatan, perawatan kesehatan dan kebugaran, kosmetika, makanan fungsional, maupun untuk produk perawatan tubuh sehari-hari. Fenomena ini semakin meningkatkan pamor bahan alam sebagai pilihan karena dinilai lebih aman atau memiliki efek negatif yang lebih rendah.

Nilai ekonomis beberapa bahan alam pun semakin meningkat yang diikuti dengan semakin berkembangnya berbagai penelitian untuk mengembangkan produk-produk

yang berbasis pada bahan alam. Saat ini, bidang penelitian dan industri bahan alam menjadi salah satu bidang yang prospektif dan memiliki masa depan yang baik karena kebutuhan akan bahan ini semakin meningkat. Ramah Lingkungan adalah suatu produk yang dipakai atau program atau kegiatan yang tidak merusak lingkungan. Ramah yang berarti baik atau tidak buruk (berdampak buruk), lingkungan yang berarti tempat yang ditinggali atau tempat disekitar kita, dan tidak berdampak buruk bagi keadaan sekitar kita. Dalam buku ini sebagai contoh bahan alam dan ramah lingkungan yaitu daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*, *Swingle*), kulit kentang (*Solanum tuberosum* L) dan daun sambung nyawa (*Gynura procumbens*). Bahan ini sangat mudah ditemukan bahkan sangat ramah lingkungan.

1. **Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*, *Swingle*) (Produk : Krim obat jerawat minyak atsiri Daun jeruk nipis)**

Jeruk nipis merupakan pohon yang bercabang banyak ; 1,5-3,5 m, puri 0,3 - 1,2 cm panjangnya. Tangkai daun kadang-kadang bersayap sedikit, sayap beringgit melekok kedalam, panjang 0,5-2,5 cm. daun jeruk nipis bentuknya bulat telur, memiliki tangkai daun bersayap dan ujung daun agak tumpul. Warna daun pada permukaan bawah umumnya hijau muda, sedangkan dibagian permukaan atas berwarna hijau tua mengkilap. Bila daun digosok-gosok dengan tangan, akan menebar aroma khas yang harum. Helai daun bulat telur memanjang, pangkal bulat, ujung tumpul, melekok kedalam, tepi beringgit, panjang 2,5 - 9 cm, bunga 1,5 - 2,5 cm diameternya. Daun mahkota dari luar putih kuning. Buah bentuk bola, kuning

diameternya 3,5-5cm. kulit 0,2-0,5 cm, daging buah kuning kehijauan 1-1000 cm (Dalimarta, 2000; Van Steenis, 1975).

Krim adalah bentuk sediaan setengah padat, berupa emulsi mengandung air tidak kurang dari 60% dan dimaksudkan untuk pemakaian luar. Ada dua tipe krim, krim tipe minyak dalam air (M/A) dan tipe air dalam minyak (A/M). Krim tipe M/A (*vanishing cream*) mudah dicuci dengan air, jika digunakan pada kulit, maka akan terjadi penguapan dan peningkatan konsentrasi dari suatu obat yang larut dalam air sehingga mendorong penyerapannya ke dalam jaringan kulit. Tetapi pada umumnya orang lebih menyukai tipe A/M, karena penyebarannya lebih baik, walaupun sedikit berminyak tetapi penguapan airnya dapat mengurangi rasa panas di kulit.

Untuk membuat krim digunakan zat pengemulsi, umumnya berupa surfaktan-surfaktan anionik, kationik, dan nonionik. Untuk krim tipe A/M digunakan sabun polivalen, span, *adepts lanae*, kolesterol, cera. Sedangkan untuk krim tipe M/A digunakan sabun monovalen (*Triethanolaminum stearat*, *Natrium stearat*, *Kalium stearat*, *Ammonium stearat*); *tween*; *natrium lauril sulfat*; kuning telur; gelatin; *caseinum*. Zat antioksidan dan pengawet perlu ditambahkan dalam pembuatan krim untuk kestabilan. Zat pengawet yang sering digunakan ialah *nipagin* 0,12%-0,18% dan *nipasol* 0,02%-0,05%. Bahan-bahan yang sering digunakan untuk membuat krim adalah: *cetyl alkohol*, *stearyl alkohol*, *acidum stearinicum*, *polyethylen glikol (macrogol)*, *glyseryl monostearat*, *isopropyl myristas*, ester-ester dari asam lemak *isopropil*,

adepts lanae (lanolinum anhydrous), spermacety (cetaceum), kelompok polisorbate (ester sorbitan) (Zaman, 1998).

- **Kandungan kimia**

Jeruk nipis mengandung minyak atsiri yang di dalamnya terdapat beberapa jenis komponen antara lain sitrat, kalsium, fosfor, besi, vitamin (A, B dan C), Sinerfin, H-methyltyramine, flavonoid, ponsirin, herperidine, rhoifolin, dan naringin. Juga mengandung minyak atsiri limonene dan linalool (Dalimarta,2000) minyak atsiri (sitril, limonena, lemon kamfer, fellandrena, geranil asetat, kadinena, linalin asetat), asam sitrat 7-7,6%, damar, mineral, vitamin B1, dan vitamin C. Kandungan daun jeruk nipis yang digunakan sebagai obat jerawat adalah minyak atsirinya. Daun jeruk nipis di ekstrak untuk di ambil minyak atsirinya. Lalu olah membentuk gel.

- **Metode**

Cara pengolahan daun jeruk nipis menjadi produk krim obat jerawat menggunakan metode ekstraksi.Penyulingan dengan air (water distillation). Pada metode ini bahan yang akan disuling mengalami kontak langsung dengan air mendidih. Bahan mengapung di atas air / terendam sempurna tergantung dari bobot jenis dan jumlah bahan. Jika disuling dengan metode uap langsung bahan akan merekat dan membentuk gumpalan besar sehingga uap tidak dapat terpenetrasi ke dalam bahan.

2. Daun Sambung Nyawa (*Gynura procumbens*) (Rebusan Daun Sambung Nyawa mengobati Kolesterol)

Daun sambung nyawa, atau yang dikenal juga sebagai daun dewa, dipercaya memiliki banyak manfaat untuk kesehatan. Tanaman dengan nama latin *Gynura procumbens* ini banyak tumbuh di negara-negara Asia Tenggara, seperti Malaysia dan Thailand, termasuk di Indonesia. Kandungan senyawa berpotensi menurunkan kolesterol yaitu tanin, sedangkan polifenol mampu menghambat pembentukan aterosklerosis.

- **Kandungan Kimia**

Sambung nyawa mengandung flavonoid, tanin, sterol tak jenuh, triterpenoid, polifenol, saponin, steroid, asam klorogenat, asam kafeat, asam vanilat, asam para kumarat, asam para hidroksi benzoat, dan minyak atsiri.

- **Metode**

Metode yang dilakukan dalam mengelola daun sambung nyawa ini sederhana yaitu dengan menyiapkan daun sambung nyawa segar sebanyak 30 gram, kemudian dicuci dan di angin – anginkan , kemudian diiris kecil – kecil. Daun yang telah di iris kemudian di tumbuk menggunakan mortar dan pistil. Setelah itu daun di peras menggunakan kain saring untuk mendapatkan sarinya. Untuk yang lebih sederhana lagi dengan merebus daun sambung nya, kemudian air nya dapat di minum.

3. Kulit Kentang (*Solanum tuberosum* L.) (produk : Bioplastik dari pati kulit kentang)

Plastik sebagai kemasan telah digunakan dalam kurun waktu lama. Penggunaannya juga semakin meningkat, hal ini disebabkan karena plastik memiliki banyak keunggulan dibandingkan bahan kemasan yang lain. Plastik jauh lebih ringan dibandingkan gelas atau logam dan tidak mudah pecah. Bahan ini bisa dibentuk lembaran sehingga dapat dibuat kantong atau dibuat kaku, juga bisa dibentuk sesuai desain dan ukuran yang diinginkan. Jenis bahan plastik yang biasa digunakan antara lain, akrilonitril - butadiena - stirena (ABS), akrilik (poli metil metakrilat), karbon fluoro (PTFE atau TFE), poliamida (nilon), polikarbonat, polietilen, polipropilena, poli stirena, finil dan poliester (Li, dkk, 2009). Namun penggunaan plastik sebagai bahan pengemas menghadapi berbagai persoalan lingkungan, antara lain bahan utama pembuatan plastik yang berasal dari minyak bumi, keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Persoalan lain yaitu limbah plastik tidak dapat didaur ulang dan tidak dapat diuraikan secara alami oleh mikroba di dalam tanah.

Kentang (*Solanum tuberosum*. L) merupakan komoditas umbi-umbian yang banyak mendapat perhatian karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Kebutuhan akan kentang terus meningkat setiap tahun sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri yang membutuhkan bahan baku kentang (Hani, 2012). Kulit kentang sering kali dianggap limbah, namun pada kulit kentang tersebut masih memiliki beberapa kandungan kimia yang masih bisa dimanfaatkan. Pati merupakan polisakarida yang ditemukan dalam sel

tumbuhan dan beberapa mikroorganisme. Pati yang terdapat dalam sel tumbuhan berbentuk granula (butiran) dengan diameter beberapa mikron. Granula pati mengandung campuran dari dua polisakarida berbeda, yaitu amilosa dan amilopektin (Sunarya, 2012).

Pembentukan pati diawali dengan terbentuknya ikatan glukosida (2 glukosa) yaitu ikatan antara molekul glukosa melalui oksigen pada atom karbon pertama. Pati merupakan karbohidrat kompleks utama yang tidak larut dalam air dan berasal dari tanaman atau buah-buahan, bersifat tawar serta tidak berbau. Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Bioplastik merupakan plastik biopolimer berbahan dasar pati yang mudah diuraikan oleh mikroorganisme sehingga dapat menjadi alternatif pengganti plastik komersial.

- **Kandungan Kimia**

Protein 21,87%; gula dekstrosa 1,44%; Pati 8,65%; serat kasar 20,69%, ekstrak eter 2,55%.

- **Metode**

- Pembuatan Pati

Pati diperoleh melalui proses ekstraksi karbohidrat yaitu setelah dilakukan pengecilan ukuran melalui grinding (pemarutan) kemudian ekstrak dengan memakai pelarut (biasanya air) untuk mengeluarkan kandungan patinya dengan cara sedimentasi atau pengendapan yang selanjutnya dikeringkan pada suhu dengan lama waktu tertentu untuk mendapatkan pati yang siap digunakan (Martunis, dkk, 2012). Alat yang digunakan dalam pengelolaan

pati kulit kentang yaitu FTIR (Fourier Transform-Infra Red) merek Thermo Fisher Scientific, mesin kuat tarik (mechanical universal testing machine merek) tipe (AND MCT-2150), oven digital merek memmert, neraca analitik merek KERN ABJ, magnetic stirrer hotplate merek cimare 687 VS-5.1-07, alat pengukur ketebalan (micrometer scrup), blender, cetakan flexiglass berukuran 20 x 20 cm, gelas ukur 100 mL, gelas kimia 250 mL, gelas kimia 500 mL, batang pengaduk, termometer 100oC, pipet skala 1 mL, pipet skala 10mL, labu takar 1000 mL, spatula dan gunting. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, aluminium foil, aquadest (H₂O), asam asetat glacial (CH₃COOH) 100% Merck KGaA, gliserol (C₃H₈O₃), kain kasa, kitosan dan pati kulit kentang. Pati kulit kentang sebagai bahan baku pembuatan bioplastik dilakukan dengan penambahan kitosan dan gliserol sebagai plastisier.

Peran Kimia Bahan Alam

Kimia Farmasi adalah ilmu kimia yang mempelajari bahan-bahan yang digunakan sebagai obat mencakup struktur, modifikasi struktur, sifat kimia fisika obat yang dapat digunakan untuk memahami dan menjelaskan mekanisme kerja obat. Selain itu ilmu kimia farmasi juga menetapkan hubungan struktur kimia dan aktivitas biologis, menghubungkan perilaku biodinamik melalui sifat fisika dan reaktivitas kimia senyawa obat, serta mempelajari identifikasi dan analisis obat-obatan baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Nama lain dari kimia farmasi adalah kimia medisinal (Medicinal Chemistry), farmakokimia (Pharmacochemistry), dan kimia terapi (Therapeutique Chemistry). Studi kimiawi suatu senyawa obat memberikan efek menguntungkan dalam sistem kehidupan yang melibatkan studi hubungan struktur kimia senyawa dengan aktivitas biologis serta mekanisme cara kerja senyawa pada sistem biologis dalam usaha mendapatkan efek pengobatan yang maksimal dan memperkecil efek samping yang tidak menguntungkan. Lingkup pengembangan kimia farmasi mencakup segala masalah meliputi :

- Senyawa aktif : Isolasi dan identifikasi senyawa aktif dalam tanaman yang secara empiris telah digunakan untuk pengobatan.
- Struktur : sintesis struktur analog dari bentuk dasar senyawa yang mempunyai aktifitas pengobatan potensial.
- Mencari stuktur induk baru dengan cara sintesis senyawa organik, dengan ataupun tanpa berhubungan dengan zat aktif alamiah.
- Menghubungkan struktur kimia obat dengan cara kerjanya
- Mengembangkan rancangan obat.
- Mengembangkan hubungan struktur kimia dan aktivitas biologis melalui sifat kimia Fisika dengan bantuan fisik

Indonesia merupakan Negara yang memiliki keanekaragaman hayati (biodiversitas) yang sangat tinggi, disisi lain saat ini kita lihat kekayaan alam yang begitu besar sebagian telah dimanfaatkan pada kali ini mengajak masyarakat pemanfaatan kekayaan alam dalam bidang kimia farmasi yaitu dapat di kelola untuk memproduksi obat

tradisional, terapi spritualitas, bahkan produk kecantikan. Farmasi didefinisikan sebagai profesi yang menyangkut seni dan ilmu penyediaan bahan obat, dari sumber alam atau sintetik yang sesuai, untuk disalurkan dan digunakan pada pengobatan dan pencegahan penyakit. Farmasi mencakup pengetahuan mengenai identifikasi, pemilahan (selection), aksi farmakologis, pengawetan, penggabungan, analisis, dan pembakuan bahan obat (drugs) dan sediaan obat (medicine). Pengetahuan kefarmasian mencakup pula penyaluran dan penggunaan obat yang sesuai dan aman, baik melalui resep (prscription) dokter berizin, dokter gigi, dan dokter hewan, maupun melalui cara lain yang sah, misalnya dengan cara menyalurkan atau menjual langsung kepada pemakai.

Kata farmasi diturunkan dari bahasa Yunani “pharmakon”, yang berarti cantik atau elok, yang kemudian berubah artinya menjadi racun, dan selanjutnya berubah lagi menjadi obat atau bahan obat. Oleh karena itu seorang ahli farmasi (Pharmacist) ialah orang yang paling mengetahui hal ihwal obat. Ia satu-satunya ahli mengenai obat, karena pengetahuan keahlian mengenai obat memerlukan pengetahuan yang mendalam mengenai semua aspek kefarmasian seperti yang tercantum pada definisi di atas. Kimia Farmasi (organik dan anorganik) adalah ilmu yang mempelajari tentang analisis kuantitatif dan kualitatif senyawa – senyawa kimia, baik dari golongan organik (alifatik, aromatik. alisiklik., heterosiklik) maupun organik yang berhubungan dengan khasiat dan penggunaannya sebagai obat.

Kajian Kimia Bahan Alam

Masyarakat Indonesia telah mengetahui kekayaan alam terutama pada lingkungan dan bahan alamnya, namun masih banyak masyarakat tidak mengetahui bahwa bahan alam tersebut dapat digunakan sebagai memproduksi obat herbal, terapi, bahkan untuk produk kecantikan. Salah satu penelitian yang telah dilakukan di suatu daerah membuktikan bagaimana pendapat masyarakat mengenai penggunaan obat modern dan obat herbal. Gambaran penggunaan obat dalam upaya peningkatan kesehatan di masyarakat masih dominan terhadap obat-obat kimia dibandingkan obat herbal, terbukti dengan banyaknya tempat distribusi obat cenderung lebih banyak menyediakan obat kimia dari pada obat herbal. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Aceh tahun 2014 menyimpulkan bahwa penggunaan obat kimia mencapai kurang lebih 75% dan obat tradisional 25%.

Hal ini senada dengan penelitian Yudhianto (2017) dimana preferensi masyarakat di salah satu desa di kota Medan terhadap obat modern/kimia sebesar 65,4% dibandingkan obat tradisional yaitu sebesar 34,6%. Oleh karena itu ingin diketahui apakah daerah lain memiliki kondisi yang sama atau sebaliknya, seperti desa Paya Seumantok di kabupaten Aceh Jaya. Masyarakat desa Paya Seumantok merupakan kawasan pedesaan dengan pencaharian sebagian besar penduduknya adalah bertanak, bertani, dan bercocok tanam. Di desa tersebut terdapat Puskesmas Pembantu dan mempunyai akses keluar yang baik. Berdasarkan survei awal yang dilakukan, masyarakat desa tersebut lebih memilih pengobatan modern dibandingkan

obat herbal dengan alasan mereka merasa lebih praktis dalam penggunaan, dan reaksi farmakologisnya lebih cepat, atau karena sudah terbentuk pada pemikiran mereka bahwa obat kimia lebih baik dibandingkan obat tradisional. Untuk membuktikan hipotesis tersebut, maka dilakukan penelitian tentang Gambaran Preferensi Masyarakat Terhadap Obat Herbal dan Obat Kimia di Desa Paya Seumantok Aceh Jaya.

Gambar 1. Contoh Poster



Dapat kita lihat melalui poster tersebut bagaimana perbandingan ketika menggunakan obat tradisional dan obat modern. Dimana banyak keuntungan dari sisi ekonomis, praktis dan bahkan aturan meminum vitamin adalah 3x sehari, harga 10 tablet adalah Rp. 100.000, sedangkan untuk membuat air jahe 500ml hanya menggunakan satu siung jahe. Harga setengah kg jahe hanya Rp. 6.000, dan di minum 2x sehari.

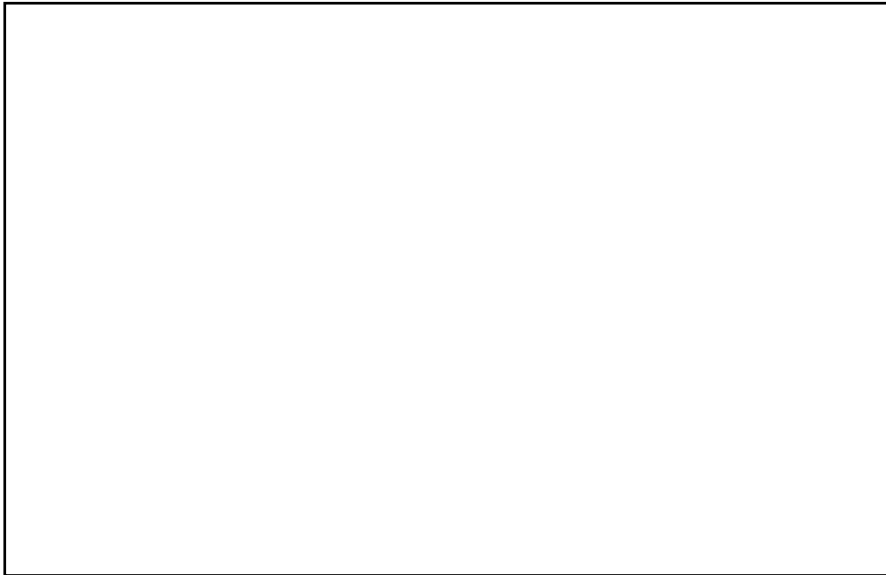
c. Rangkuman

Kimia bahan alam merupakan bagian terpenting dari ilmu kimia organik yang mempelajari berbagai jenis senyawa dari sumber-sumber organik, baik tumbuhan, hewan, maupun mikroorganisme. Pada era modern ini ada kecenderungan pola hidup yang mengarah pada penggunaan bahan-bahan alami sebagai zat berkhasiat baik untuk pengobatan, perawatan kesehatan dan kebugaran, kosmetika, makanan fungsional, maupun untuk produk perawatan tubuh sehari-hari. Fenomena ini semakin meningkatkan pamor bahan alam sebagai pilihan karena dinilai lebih aman atau memiliki efek negatif yang lebih rendah. Nilai ekonomis beberapa bahan alam pun semakin meningkat yang diikuti dengan semakin berkembangnya berbagai penelitian untuk mengembangkan produk-produk yang berbasis pada bahan alam. Saat ini, bidang penelitian dan industri bahan alam menjadi salah satu bidang yang prospektif dan memiliki masa depan yang baik karena kebutuhan akan bahan ini semakin meningkat.

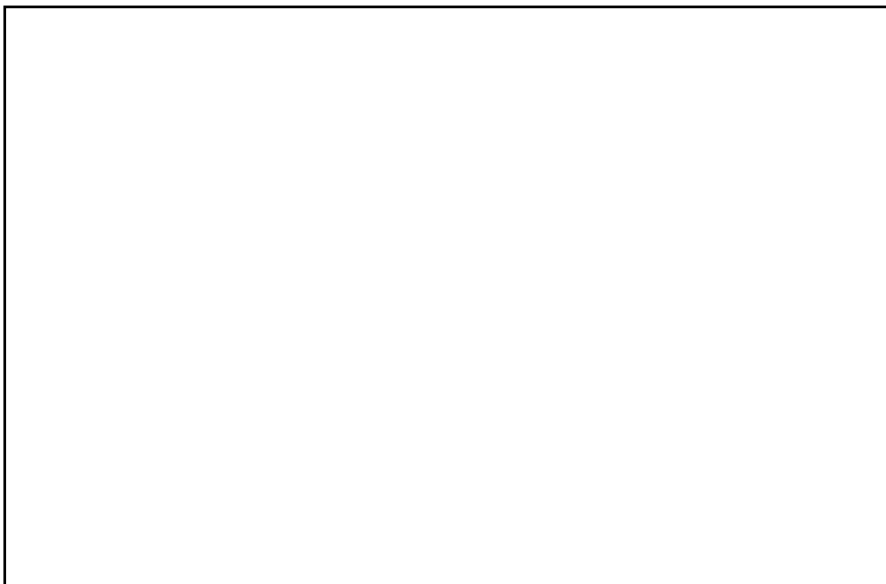
d. Latihan

1. Analisislah bahan alam yang paling banyak tersedia di alam dan paling banyak digunakan dalam kehidupan!
2. Kemudian buatlah laporan hasil analisis yang kamu dapatkan!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large, empty rectangular box with a black border, intended for the evaluation of learning.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a black border, intended for providing feedback.

PENUTUP

RANGKUMAN MODUL

1. Kimia lingkungan mempelajari bagaimana cara kerja lingkungan yang tak terkontaminasi, zat kimia apa saja (berapa konsentrasi) yang ada secara alami dan bagaimana efeknya, untuk mempelajari secara akurat dan memahami secara mendalam tentang dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan.
2. Kimia Pangan adalah sebuah cabang ilmu kimia tentang kajian komposisi dan sifat-sifat atau perubahan kimiawi yang terjadi pada bahan pangan. Harapannya, masyarakat secara individu mempunyai literasi kimia yang memadai dalam konsumsipangan sehari-hari sehingga dapat mencapai kehidupan sehat dan sejahtera untuk mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan di Indonesia.
3. Kehidupan sehat yang dimaksud adalah kualitas kesehatan fisik dan non fisik secara optimal, dan kesejahteraan yang dimaksud yaitu upaya pengendalian biaya kesehatan secara maksimal.
4. Kimia Farmasi adalah ilmu kimia yang mempelajari bahan-bahan yang digunakan sebagai obat mencakup struktur, modifikasi struktur, sifat kimia fisika obat yang dapat digunakan untuk memahami dan menjelaskan mekanisme kerja obat.
5. Nilai ekonomis beberapa bahan alam pun semakin meningkat yang diikuti dengan semakin berkembangnya berbagai penelitian untuk mengembangkan produk-produk yang berbasis pada bahan alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Frick, H. (1988). *Arsitektur dan lingkungan*. Kanisius.
- Husni, H. (2017). Implementasi Pembelajaran Kimia Berbasis Lingkungan dengan Model Problem Based Learning (Pbl) untuk Meningkatkan Minat dan Keterampilan Berpikir Kritis pada Siswa SMA. *LantanidaJournal*, 3(2), 156-167.
- Lustanti, R. K. (2013). Pemanfaatan Lingkungan Sekitar untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Pelajaran IPS Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 1(2), 1-10.
- Modul kimia M-1 Paket C, **KIMIA DALAM KEHIDUPAN**
<https://sumberbelajar.seamolec.org/Media/Dokumen/5acb1a658eac2e63321ca4/5cbc8512101e3c43dced48da439a62.pdf> diakses pada Selasa (29/09/20) pukul 18.00 WIB.
- Purtadi, S. (2006, September). Pendidikan Berorientasi Lingkungan: Pergeseran Peran Bahan Alam Sebagai Media Pembelajaran Kimia. In *Makalah disajikan dalam Seminar Nasional, di Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Walujo, E. B. (2017). Sumbangan ilmu etnobotani dalam memfasilitasi hubungan Manusia dengan tumbuhan dan lingkungannya. *Jurnal Biologi Indonesia*, 7(2).
http://besmart.uny.ac.id/v2/pluginfile.php/32615/mod_resource/content/1/Hubungan%20Kimia%20%2811%29.pdf
Diakses pada Selasa (29/09/20) pukul 18.30 WIB.

MODUL 2

KIMIA LINGKUNGAN PADA TANAH, AIR DAN UDARA

Deskripsi pokok bahasan Kimia Lingkungan Pada Tanah, Air dan Udara

Modul ini membahas berkaitan dengan kimia lingkungan dalam kehidupan sehari-hari yang sangat perlu kita alami. Kimia Lingkungan ialah kajian ilmiah tentang fenomena zat-zat kimia dan biokimia yang terjadi di tempat-tempat alami. Ini dapat didefinisikan sebagai kajian tentang sumber-sumber, reaksi-reaksi, pengangkut, pengaruh, dan takdir dari spesies-spesies kimia tersebut di lingkungan udara, tanah, dan air serta pengaruh aktivitas manusia di tempat tersebut. Kimia lingkungan ialah suatu antar-disiplin ilmu yang meliputi atmosfer, kehidupan air dan kimia tanah, serta tentang kimia analitik yang terkait dengan lingkungan dan bidang-bidang sains lainnya. Pembelajaran kimia dapat diartikan dengan cara untuk memberikan pemahaman tentang kimia. Pemahaman konsep bukan menjadi tujuan akhir dari pembelajaran kimia tetapi lebih jauh bagaimana pemahaman konsep itu digunakan dalam proses pemecahan masalah yang dihadapinya di lingkungan (alam). Jadi Apa itu kimia



lingkungan? Jelas dari bagian pembukaan bahwa kimia adalah disiplin ilmu yang banyak terlibat dalam studi interaksi manusia dan lingkungan. Lingkungan biotik, disamping sebagai medium dan sumber pereaksi bagi reaksi-reaksi yang berlangsung di dalam dirinya sendiri (protoplasma sel) juga dapat dipandang sebagai katalis bagi lingkungan abiotik karena dalam organisme terjadi transformasi (perubahan) satu materi menjadi materi lain. Pembahasan kimia kimia lingkungan lebih ditekankan pada sumber dan gejala-gejala yang terukur yang ditimbulkan oleh spesies-spesies itu. Materi pokok pada modul 2 ini adalah definisi kimia lingkungan pada tanah, air dan udara yang dibagi menjadi 3 sub materi pokok yaitu: Kimia Lingkungan Pada Tanah, Air dan Udara.

Capaian Pembelajaran

Capaian yang diharapkan pada modul 2 ini adalah mahasiswa mampu menjelaskan dan menyusun tulisan ilmiah tentang keterkaitan ilmu lingkungan dan bahan alam dengan ilmu pengetahuan lain, mampu mengikuti pola keterkaitan dan membangun konsepnya dalam penerapan yang relevan.

Kemampuan Akhir

Mahasiswa mengidentifikasi, menjelaskan dan menyusun tulisan ilmiah tentang definisi lingkungan dan bahan alam, kemudian mengikuti pola identifikasi dan mengklasifikasikan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kegiatan Mahasiswa

Mahasiswa mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan, kimia bahan pangan dan kimia bahan alam.

Kegunaan Modul

Kegunaan modul ini adalah untuk mengetahui istilah kimia dalam kehidupan sehari-hari yang sudah tidak asing lagi bagi banyak orang, namun pemahaman terhadap kimia itu sendiri sangat kurang, banyak orang tahu kata kimia namun tidak mengetahui sebenarnya apa itu kimia, banyak orang mengartikan kimia adalah sebagai bahan, zat atau komponen yang berbahaya, walau pada dasarnya setiap saat kita sudah berinteraksi dengan bahan kimia. Pernahkah Anda berpikir bahwa kita hidup berbau dengan “kimia” bahan kimia dan proses kimia.

Materi Pokok dan Sub Materi pokok

Materi Pokok	Sub materi Pokok
Kimia Lingkungan Pada Tanah	Definisi dan bagian tanah
	Sifat Fisik, Kimia dan Biologi pada tanah
Kimia Bahan Pangan Pada Air	Definisi dan bagian air
	Sumber-sumber dan manfaat air bagi makhluk hidup
Kimia Lingkungan pada Udara	Definisi dan jenis-jenis udara
	Sifat dan komponen penyusun udara

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

KIMIA LINGKUNGAN PADA TANAH

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan

Kimia Lingkungan Pada Tanah:

- Mampu menjelaskan definisi dan bagian tanah
- Mampu menjelaskan sifat fisik, kimia dan biologi pada bahasan kimia lingkungan pada tanah

b. Materi Pembelajaran

Defenisi dan Bagian Tanah

Tanah merupakan bagian dari lingkungan, yang merupakan daya tampung bagi manusia. Tanah memiliki pengertian sebagai gejala alam permukaan daratan, yang dapat membentuk mintakat (Zone) yang disebut pedosfer. Dilihat dari asal-usulnya tanah merupakan hasil alih rupa (transformation) dan ahli tempat (translocation) zat-zat mineral dan organik yang berlangsung dipermukaan daratan dibawah pengaruh faktor-faktor lingkungan yang bekerja selama waktu yang sangat panjang.

Ada lima faktor pokok yang mempengaruhi tanah dan rona bentangnya, yaitu : Bahan induk, iklim, organisme hidup, timbulan, dan waktu. Tanah juga memiliki beberapa jenis salah satu contohnya adalah tanah gambut/ tanah rawa, jenis tanah ini adalah tanah yang terbentuk karena adanya pelapukan bahan organik, seperti tumbuhan, dan rawa. Tanah gambut ini dapat ditemui di daerah yang memiliki iklim basah dan hujan bercurah tinggi. Ciri-ciri tanah ini biasanya

berwarna hitam, memiliki tingkat keasaman yang tinggi, nilai pH nya hanya 0,4, miskin akan unsur hara, dan pada umumnya kurang subur. Ada beberapa daerah di Indonesia yang tersebar tanah gambut, yaitu ada di daerah Kalimantan, Sumatera Selatan, Riau, Jambi, dan Papua bagian selatan. Meskipun pada umumnya tanah gambut ini kurang subur, tetapi tanah ini di manfaatkan untuk persawahan palawijaya, karet dan kelapa.

Dalam klasifikasi tanah, tanah gambut di kelompokkan ke dalam ordo histosol (histosol=jaringan) atau yang sebelumnya dinamakan organosol yang mempunyai ciri-ciri dan sifat yang berbeda dengan jenis tanah mineral umumnya. tanah gambur memiliki sifat yang beragam karena perbedaan bahan asal, proses pembentukan, dan lingkungannya. Karakteristik tanah gambut dapat didasarkan oleh proses awal pembentukannya yang sangat ditentukan oleh unsur dan faktor berikut:

- Jenis tumbuhan (Evolusi pertumbuhan flora), seperti lumut, rumput, dan kayu.
- Proses humifikasi (suhu/iklim)
- Lingkungan pengendapan (paleogeografi)
- Tanah gambut memiliki 3 Sifat yaitu: Sifat Fisik, Sifat Kimia dan sifat Biologi.

Sifat Fisik Tanah

Endapan gambut umumnya berwarna coklat muda hingga coklat tua sampai gelap kehitaman, sangat lunak, mudah ditusuk, mengotori tangan, bila diperas mengeluarkan cairan gelap dan meninggalkan ampas sisa tumbuhan yang

didapat dari permukaan bumi hingga beberapa meter tebalnya. Endapan gambut di permukaan dapat ditumbuhi berbagai spesies tumbuhan mulai dari spesies lumut, semak hingga pepohonan besar. Gambut yang berwarna lebih gelap biasanya menunjukkan tingkat pembusukan lebih cepat. Secara makroskopis gambut tropis umumnya terdiri atas sisa-sisa akar, batang dan daun dalam jumlah yang berlimpah, sebaliknya gambut lumut didominasi oleh sisa tumbuhan lumut seperti yang terdapat di Finlandia. Sifat fisik gambut yang penting dalam pemanfaatannya untuk pertanian meliputi kadar air, berat isi (bulk density, BD), daya menahan beban (bearing capacity), subsiden (penurunan permukaan), dan mengering tidak balik (irreversible drying).

Sifat Kimia Tanah

Sifat kimia lahan gambut di Indonesia sangat ditentukan oleh kandungan mineral, ketebalan, jenis mineral pada sub stratum (di dasar gambut), dan tingkat dekomposisi gambut. Kandungan mineral gambut di Indonesia umumnya kurang dari 5% dan sisanya adalah bahan organik. Fraksi organik terdiri dari senyawasenyawa humat sekitar 10 hingga 20 persen dan sebagian besar lainnya adalah senyawa lignin, selulosa, hemiselulosa, lilin, tannin, resin, suberin, protein, dan senyawa lainnya.

Berikut gambut berdasarkan susunan kimianya:

- Eutropik : kandungan mineral tinggi, pH gambut netral atau alkalin.
- Oligotrofik : kandungan mineral, terutama Ca rendah dan reaksi asam
- Mesotrofik : terletak di antara keduanya.



Secara umum keasaman tanah gambut berkisar antara 3-5 dan semakin tebal bahan organik maka keasaman gambut meningkat. Gambut pantai memiliki keasaman lebih rendah dari gambut pedalaman. Kondisi tanah gambut yang sangat asam menyebabkan kahat hara N, P, K, Ca, Mg, dan B.

Sifat Biologi Tanah

Gambut dapat memelihara daur hidrologi karena sifat hidrofilik yang kuat ke arah horizontal namun lemah ke arah vertikal. Akibatnya lapisan atas gambut sering mengalami kekeringan meskipun lahan bawahnya basah sehingga menyulitkan pasokan air untuk perakaran tumbuhan pada musim kemarau, karena sifat gambut yang kering tidak kembali bila kekeringan dalam kondisi yang ekstrim. Berdasarkan lingkungan tumbuh dan pengendapan, gambut di Indonesia dapat dibagi menjadi:

- a. Gambut Ombrogen
Gambut yang terbentuk pada lingkungan yang hanya dipengaruhi oleh air hujan.
- b. Gambut Topogen
Gambut yang terbentuk di lingkungan yang mendapat pengayaan air pasang. Dengan demikian gambut

topogen akan lebih kaya mineral dan lebih subur dibandingkan dengan gambut ombrogen.

d. Rangkuman

Dilihat dari asal-usulnya tanah merupakan hasil alih rupa (transformation) dan ahli tempat (translocation) zat-zat mineral dan organik yang berlangsung dipermukaan daratan dibawah pengaruh faktor-faktor lingkungan yang bekerja selama waktu yang sangat panjang. Tanah terdiri dari 3 komponen, yaitu udara, air dan bahan padat. Ruang diantara butiran-butiran, sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga tersebut terisi air seluruhnya, tanah dikatakan dalam kondisi jenuh. Bila rongga terisi udara dan air, tanah pada kondisi jenuh sebagian (partially saturated).

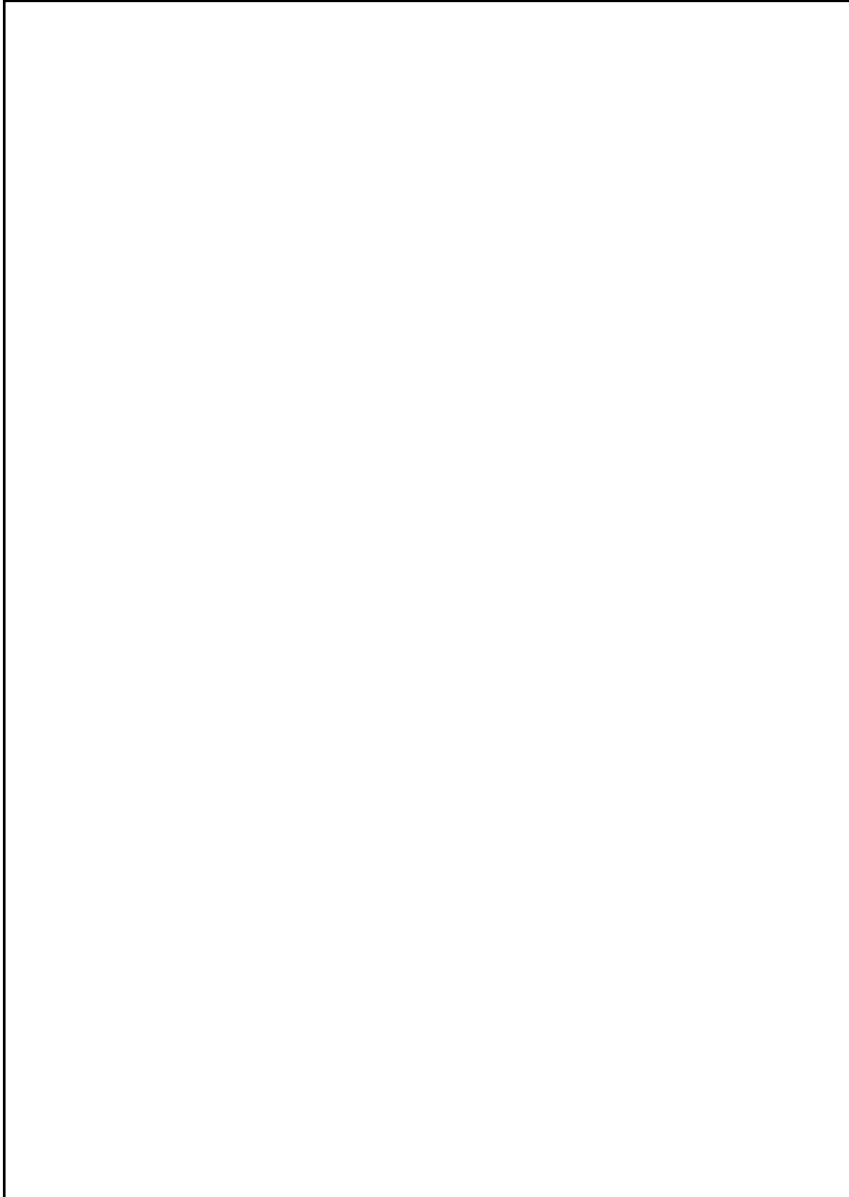
e. Latihan

Tugas mandiri!! Buatlah artikel berkaitan dengan pentingnya tanah dalam kehidupan!

f. Evaluasi Pembelajaran



g. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

KIMIA LINGKUNGAN PADA AIR

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan

Definisi Kimia Pada Air:

- Mampu menjelaskan definisi dan bagian air
- Mampu menjelaskan sumber-sumber dan manfaat air bagi makhluk hidup

b. Materi Pembelajaran

Defenisi dan Bagian Air

Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di Bumi, tetapi tidak di planet lain. Air menutupi hampir 71% permukaan Bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik (330 juta mil³) tersedia di Bumi. Rumus kimianya adalah H₂O, yang setiap molekulnya mengandung satu oksigen dan dua atom hidrogen yang dihubungkan oleh ikatan kovalen. Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, muka air tawar, danau, uap air, dan lautan es. Air dalam objek-objek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu: melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (*runoff*, meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut. Air bersih penting bagi kehidupan manusia. Di banyak tempat di dunia terjadi kekurangan persediaan air. Selain di Bumi, sejumlah besar air juga diperkirakan terdapat pada kutub utara dan selatan planet Mars, serta pada bulan-bulan Europa dan Enceladus.

Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan Bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Pengelolaan sumber daya air yang kurang baik dapat menyebabkan kekurangan air, monopolisasi serta privatisasi dan bahkan menyulut konflik. Indonesia telah memiliki undang-undang yang mengatur sumber daya air sejak tahun 2004, yakni Undang Undang nomor 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air. Namun, karena UU tersebut dinilai bertentangan dengan UUD 1945 maka MK membatalkan seluruh pasal yang ada dalam UU tersebut. Sehingga, UU Nomor 11 tahun 1974 tentang Pengairan kembali berlaku untuk mengisi kekosongan hukum hingga adanya pembentukan uu yang baru.

Sumber-Sumber Air

- **Air Laut**

Merupakan air yang memiliki sifat asin karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl yang terlarut dalam air laut mencapai 3%, dengan demikian air laut tidak dapat dikatakan sebagai air bersih yang dapat langsung diminum. Akan tetapi air laut melalui proses desalinasi atau menggunakan mesin RO agar dapat langsung diminum. Sama halnya dengan sumber air lainnya, air laut memiliki manfaat penting bagi manusia, diantaranya: Sebagai bahan baku pembuatan garam dapur, dalam garam terdapat zat yang sangat dibutuhkan tubuh manusia sebagai sumber protein hewani, (ikan laut) dan sebagai wadah atau tempat budidaya rumput laut sebagai bahan dasar untuk pembuatan agar-agar & kosmetik.

- Air Atmosfer (air hujan)

Untuk dapat diminum, sebaiknya air hujan yang turun hendaknya tidak menampungnya pada awal hujan turun karena air tersebut masih mengandung banyak kotoran. Sebaiknya air ditampung setelah beberapa saat setelah hujan turun. Selain itu hal lain yang harus diperhatikan adalah air hujan memiliki sifat agresif terutama pada pipa-pipa penyalur & bak-bak reservoir, dengan demikian akan mempercepat terjadinya korosi/karat.

- Air Permukaan

Air permukaan merupakan air yang mengalir di permukaan bumi. Umumnya air permukaan tercemar selama masa pengalirannya, seperti oleh air lumpur batang-batang kayu, daun-daunan, limbah industri dan lain sebagainya. Air permukaan terdiri dari air sungai dan air danau.

- Air sungai

Air sungai merupakan air yang mengalir melalui terusan alami yang kedua pinggirnya dibatasi oleh tanggul-tanggul & lainnya ke laut, ke danau, atau ke sungai yang merupakan sungai induk. Diantara manfaat air sungai bagi manusia, untuk mengairi pertanian di persawahan, perikanan lintas perairan, pembangkit tenaga listrik, atau sebagai destinasi wisata.

- Air danau

Merupakan air yang berasal dari air hujan, air tanah, atau mata air. Air danau bisa saja berkurang melalui penguapan, perembesan ke dalam tanah, maupun pengaliran oleh sungai. Proses penguapan & pengembunan biasanya terjadi secara seimbang, kecuali pada daerah yang sangat lembab dan kering.

- Air tanah

Air tanah merupakan air yang terdapat pada permukaan tanah didalam zone jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer. Air tanah dapat dibedakan menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam.

- Mata air

Adalah air tanah yang keluar secara sendirinya kepermukaan tanah. Biasanya, mata air ini berasal dari air tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya hampir sama dengan air tanah dalam. Berdasarkan munculnya air kepermukaan tanah, mata air dibedakan menjadi:

- Rembesan, dimana air keluar dari lereng-lereng
- Umbul, dimana air keluar ke permukaan pada suatu dataran

Manfaat Air Bagi Kehidupan Manusia

Sebagian besar zat pembentuk tubuh manusia terdiri dari air. Seluruh kehidupan yang ada di dunia ini dapat terus berlangsung karena ketersediaan air yang cukup. Berikut ini, ada fungsi air untuk manusia:

1. Fungsi air bagi manusia guna untuk keperluan rumah tangga. Misalnya air digunakan untuk minum, mandi, mencuci, dan lain sebagainya.
2. Fungsi air untuk keperluan industri misalnya digunakan sebagai bahan baku minuman kemasan, selain itu air juga digunakan untuk pembangkit tenaga listrik yang sangat dibutuhkan oleh sector industri.
3. Untuk keperluan rekreasi dan olahraga. Ada beberapa cabang olahraga yang memanfaatkan air sebagai

sarananya. Misalnya saja olahraga renang, selancar, dayung, dan lain sebagainya.

4. Untuk keperluan pertanian dan peternakan. Ya, para petani sangat membutuhkan air dalam jumlah yang cukup banyak guna mengairi sawah dan lahan pertaniannya. Begitu juga para peternak juga sangat membutuhkan air untuk mengairi sawah dan lahan pertaniannya. Para peternak juga sangat membutuhkan air untuk memelihara ternaknya.
5. Untuk keperluan transportasi, misalnya untuk berlayar yang sangat membutuhkan air sebagai sarana transportasi.

Manfaat Air Bagi Kehidupan Hewan

Tidak hanya manusia, air juga merupakan bagian penting dan terbesar dalam tubuh hewan. Air sangat dibutuhkan dalam berbagai keperluan seperti pengaturan suhu tubuh, membantu proses pencernaan dan zat. Hewan juga membutuhkan air seperti manusia dan tumbuhan. Inilah fungsi air bagi hewan:

1. Fungsi air untuk hewan yang pertama adalah untuk minum. Sebagai makhluk hidup, hewan juga memerlukan air guna metabolisme dalam tubuhnya.
2. Fungsi air untuk memproduksi susu. Beberapa hewan ada yang menyusui seperti kambing dan sapi. Oleh karena itu, fungsi air sangat berperan dalam produksi susunya.
3. Sebagai tempat hidup. Ya, ada beberapa hewan yang hidup di air seperti berbagai jenis ikan, udang, dan lain sebagainya.

4. Hewan juga membutuhkan air untuk membersihkan tubuhnya misalnya saja kerbau. Biasanya kerbau membersihkan tubuhnya dengan cara masuk ke dalam air.
5. Fungsi air bagi hewan untuk berlindung. Seperti hewan kuda nil yang menghabiskan sebagian besar waktunya di dalam air. Hal ini berfungsi agar kuda nil bisa menghindari panas terik di siang hari.
6. Fungsi air sebagai senjata. Bagi beberapa hewan, air digunakan untuk alatnya untuk bertahan hidup. Misalnya saja ikan pemanah, merupakan ikan penembak jitu di dalam sungai. Dengan bidikannya yang tepat, ikan ini mampu mengambil serangga apapun dalam beberapa meter tanpa menggunakan apa-apa selain air yang disemprotkan dari mulutnya.

Manfaat Air Bagi Kehidupan Tumbuhan

Tumbuhan juga sangat membutuhkan air untuk kelangsungan hidupnya. Jika tumbuhan kekurangan air, maka akan menyebabkan tanaman menjadi kerdil, perkembangannya menjadi tidak normal. Kalau kekurangan secara terus-menerus, maka selama pertumbuhannya akan menyebabkan tanaman tersebut mati. Sama seperti manusia dan hewan, ini beberapa fungsi air bagi tumbuhan:

1. Fungsi air untuk tempat tumbuhan hidup. Ya, ada beberapa jenis tumbuhan yang hidupnya di air. Misalnya saja eceng gondok, teratai, dan pandan air.
2. Menjadi pelarut bagi zat hara yang diperlukan tumbuhan. Zat hara ini yang ada di dalam tumbuhan, dikurutkan oleh air dan kemudian diedarkan ke seluruh bagian tumbuhan.

3. Menjadi alat transportasi untuk memindahkan zat hara. Bahan yang diangkat dapat berupa bahan mineral dari dalam tanah, bahan-bahan organik hasil fotosintesa, dan olahan sel lainnya.
4. Fungsi air yang terbesar bagi tumbuhan adalah sebagai bahan dasar pada fotosintesis. Ya, tanpa adanya air maka fotosintesis tidak dapat berlangsung.

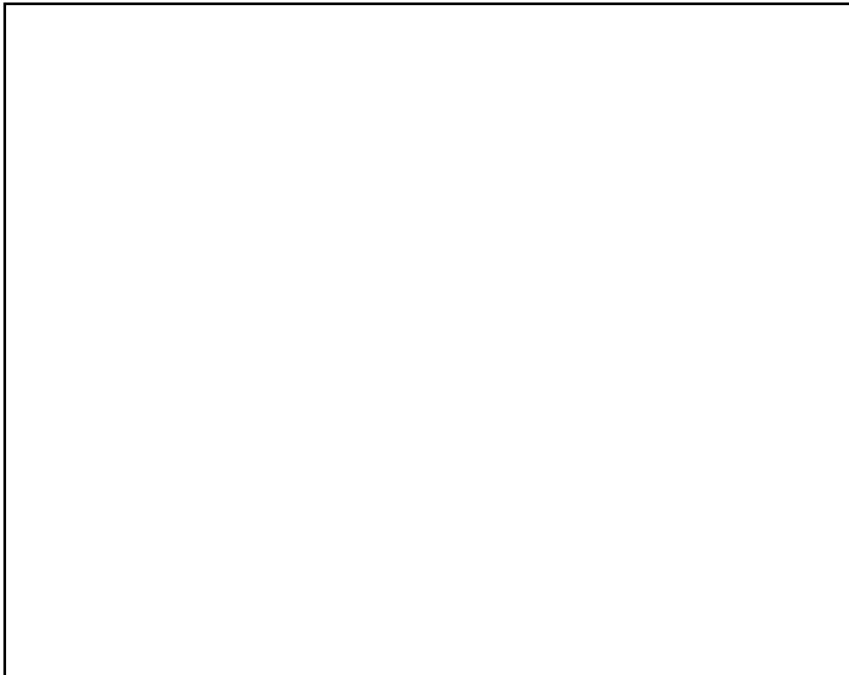
c. Rangkuman

Air dapat ditemukan di seluruh penjuru bumi, namun tidak semua orang dapat terpenuhi kebutuhannya akan air. Salah satu alasannya adalah distribusi air yang tidak merata. Alasan lain yang tidak kalah pentingnya adalah kualitas air yang tidak memenuhi syarat untuk keperluan sehari-hari. Secara kasar hanya terdapat 1 % air yang berupa air permukaan dan air tanah, yaitu air yang dapat digunakan untuk kebutuhan hidup sehari-hari. Bagian yang relatif kecil ini terdistribusi secara tidak merata pada daratan di seluruh muka bumi. Beberapa daerah hanya memiliki sedikit air, sedang daerah lainnya memiliki air yang berlebihan. Di suatu negara, jumlah air bervariasi pada berbagai tempat. Beberapa tempat mempunyai persediaan air permukaan, seperti air sungai dan danau, serta air tanah yang melimpah. Beberapa tempat lainnya hanya tersedia air dalam jumlah yang sangat terbatas, bahkan tempat-tempat tertentu selalu kering sepanjang tahun. Di beberapa tempat lainnya tersedia air dengan kandungan mineral yang sangat tinggi. Dalam beberapa hal, jumlah air mencukupi untuk kebutuhan sehari-hari, namun penggunaannya sangat berlebihan atau salah dalam menggunakannya.

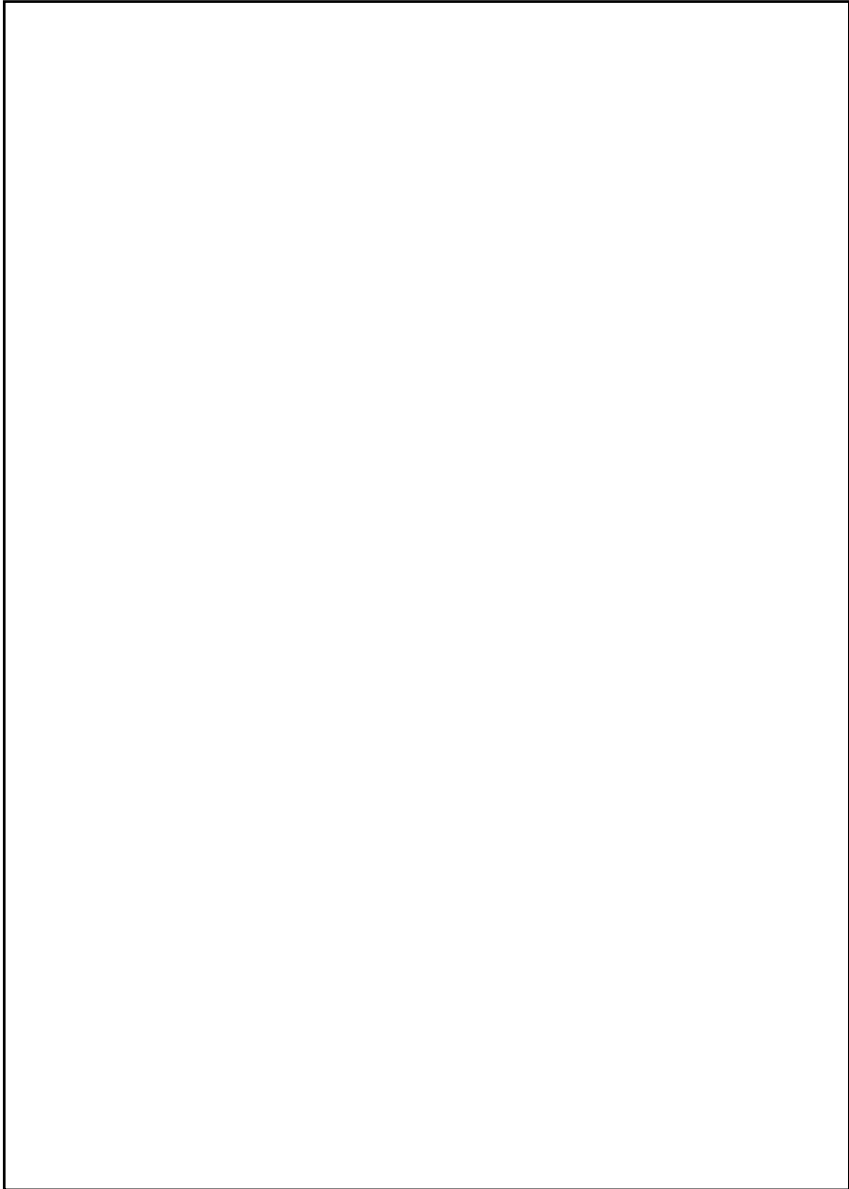
d. Latihan

Kita mengetahui bahwa di Indonesia kekurangan air bersih menjadi salah satu permasalahan yang sudah sangat umum di negara kita. Menurut kamu sebagai calon penerus bangsa, apa faktor penyebab krisis air bersih yang terjadi di Indonesia! Berikan penjelasan!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large empty rectangular box with a black border, intended for the evaluation of the learning process.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

KIMIA LINGKUNGAN PADA UDARA

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan

Definisi Kimia Pada Udara:

- Mampu menjelaskan definisi dan jenis udara
- Mampu menjelaskan sifat dan komponen penyusun udara

b. Materi Pembelajaran

Defenisi dan Jenis Udara

Udara adalah campuran gas yang terdapat di permukaan bumi dan mengelilingi bumi. Oksigen yang ada pada udara dihasilkan dari proses fotosintesis tumbuhan yang memproses karbon dioksida menjadi oksigen. Ketinggian permukaan bumi tentukan berpengaruh pada kondisi udara, semakin tinggi permukaan dan semakin tinggi permukaan serta semakin dekat terhadap lapisan troposfer maka udara akan semakin berkurang. Dalam udara juga terdapat yang dinamakan dengan lapisan ozon, yang berfungsi sebagai pelindung makhluk hidup dari sinar ultraviolet. Udara dibagi menjadi 2 yaitu:

- Udara Bersih

Udara yang bersih adalah udara yang belum tercampur dengan gas-gas yang berbahaya. Ciri-ciri udara bersih yaitu: tidak berwarna, tidak berbau, terasa segar, ringan saat dihirup dan lain-lain.

- Udara Kotor

Udara kotor adalah udara yang sudah terpapar atau tercampur dengan gas- gas yang berbahaya. Ciri-cirinya yaitu: berbau (biasanya tidak enak baunya), berwarna (seperti pada asap kendaraan bermotor).

Sifat-Sifat Udara

- Ada di mana-mana, tidak dapat dilihat tetapi dapat dirasakan
- Menempati ruang.
- Mempunyai massa (berat).
- Bentuk, volume, dan berat jenisnya selalu berubah
- Memberikan tekanan
- Mengembang bila dipanaskan dan menyusut bila didinginkan
- Udara panas mempunyai tekanan yang lebih rendah daripada udara dingin
- Udara yang bergerak memiliki tekanan yang lebih rendah dari pada udara diam.

Komponen Penyusun Udara

a. Helium

Helium (He) adalah unsur kimia yang tak berwarna, tak berbau, tak berasa, tak beracun, berupa gas monatomik, dan merupakan unsur pertama pada golongan gas mulia dalam tabel periodik dan memiliki nomor atom 2. Helium adalah unsur kedua terbanyak dan kedua teringan di jagad raya, mencakupi 24% massa keunsuran total alam semesta dan 12 kali jumlah massa keseluruhan unsur berat lainnya. Keberlimpahan

helium yang sama juga dapat ditemukan pada matahari dan yupiter.

b. Nitrogen

Nitrogen atau adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang N dan nomor atom 7. Biasanya ditemukan sebagai gas tanpa warna, tanpa bau, tanpa rasa dan merupakan gas diatomik bukan logam yang stabil, sangat sulit bereaksi dengan unsur atau senyawa lainnya. Dinamakan zat lemas karena zat ini bersifat malas, tidak aktif bereaksi dengan unsur lainnya. Nitrogen mengisi 78,08 persen atmosfer Bumi dan terdapat dalam banyak jaringan hidup. Zat lemas membentuk banyak senyawa penting seperti asam amino, amoniak, asamnitrat, dan sianida.

c. Oksigen

Oksigen atau zat asam adalah unsur kimia dalam sistem tabel periodik yang mempunyai lambang O dan nomor atom 8. Oksigen merupakan unsur paling melimpah ketiga di alam semesta berdasarkan massa dan unsur paling melimpah di kerak Bumi. Gas oksigen diatomik mengisi 20,9% volume atmosfer bumi. Semua kelompok molekul struktural yang terdapat pada organisme hidup, seperti protein, karbohidrat, dan lemak, mengandung oksigen.

d. Karbon dioksida

Karbon dioksida(CO_2) adalah sejenis senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. Ia berbentuk gas pada keadaan temperatur dan tekanan standar dan hadir di atmosfer bumi. Rata-rata konsentrasi karbon dioksida di atmosfer bumi kira-kira 387 ppm

berdasarkan volume, walaupun jumlah ini bisa bervariasi tergantung pada lokasi dan waktu. Karbon dioksida adalah gas rumah kaca yang penting karena ia menyerap gelombang inframerah dengan kuat.

e. Argon

Argon adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Ar dan nomor atom 18. Gas mulia ke-3, di periode 8, argon membentuk 1% dari atmosfer bumi.

c. Rangkuman

Udara ada disekeliling kita. Udara merupakan sumber alam yang paling banyak kita butuhkan. Oksigen di udara diperlukan untuk pernafasan, yang merupakan bagian pokok dari proses hidup. Bandingkan besarnya peranan makanan, air dan udara bagi kehidupan manusia dan hewan! Tanpa makanan, manusia dan kebanyakan hewan dapat bertahan hidup antara lima sampai delapan minggu. Tanpa air, manusia dan kebanyakan hewan dapat bertahan hidup tidak lebih dari lima hari. Sedangkan tanpa udara, manusia dan kebanyakan hewan hanya mampu bertahan hidup tidak lebih dari lima menit! Setiap hari kita membutuhkan udara sebanyak tujuh sampai sembilan kali lebih banyak dari pada air dan makanan. Setiap hari kita membutuhkan sekitar 13,6 kg udara, 2 kg air dan 1,4 kg makanan. Karena setiap saat kita membutuhkan udara untuk hidup, maka kita perlu menjaga agar udara tetap bersih. Kita seharusnya menjaga agar udara yang kita hirup sebersih makanan dan air yang kita konsumsi. Berkaitan dengan hal ini, kita perlu mengetahui tentang seluk-beluk udara, proses terjadinya polusi udara,

dan usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk menjaga agar udara tetap bersih.

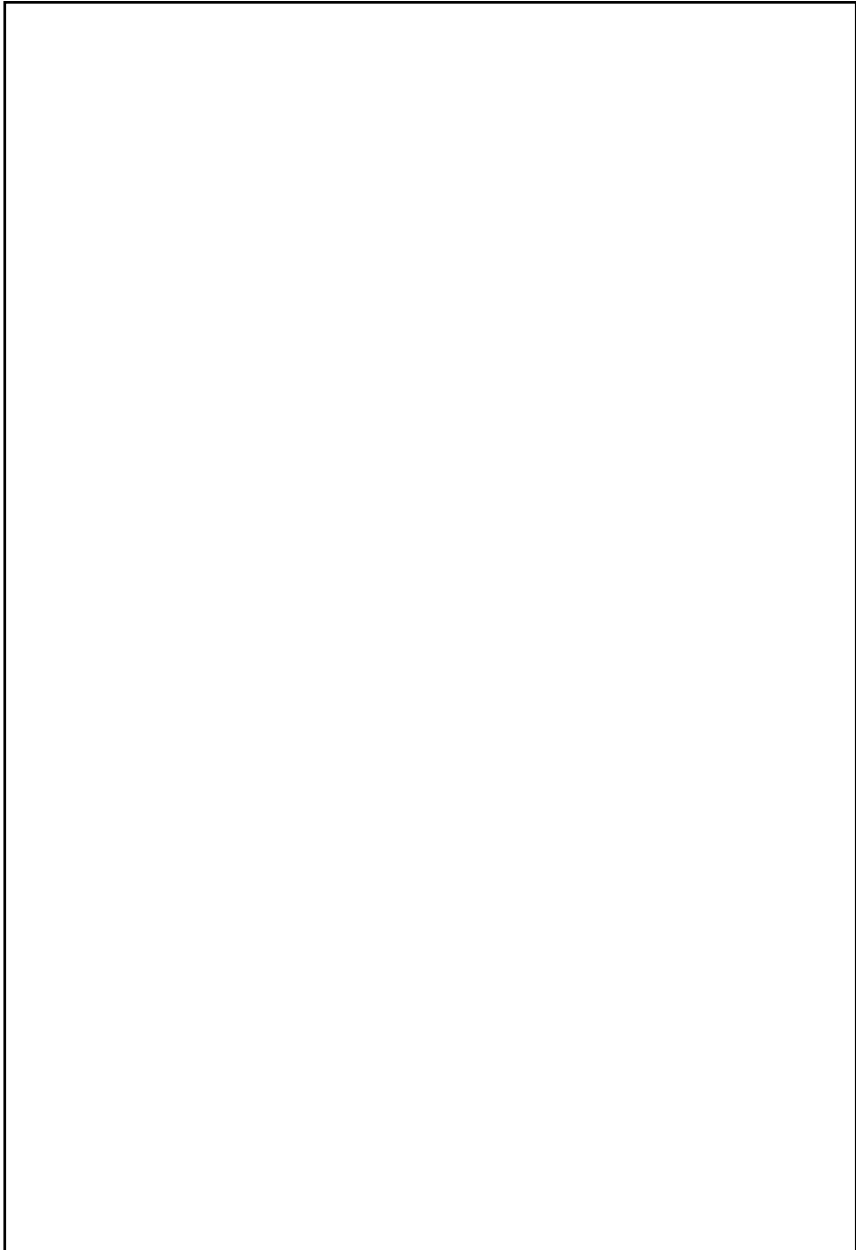
d. Latihan

Kita semua pasti pernah mendengar tentang lapisan ozon. Lapisan ozon adalah lapisan yang melindungi bumi dari sinar ultraviolet yang berasal dari matahari. Lapisan ozon dapat menipis karena adanya bahan-bahan kimia yang dibuat oleh manusia. Identifikasilah apa saja yang bisa merusak lapisan ozon!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large empty rectangular box with a black border, intended for student evaluation or reflection.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback.

PENUTUP

RANGKUMAN MODUL

1. Kimia lingkungan ialah suatu antar-disiplin ilmu yang meliputi atmosfer, kehidupan air dan kimia tanah, serta tentang kimia analitik yang terkait dengan lingkungan dan bidang-bidang sains lainnya.
2. Pembelajaran kimia dapat diartikan dengan cara untuk memberikan pemahaman tentang kimia.
3. Tanah merupakan bagian dari lingkungan, yang merupakan daya tampung bagi manusia. Tanah memiliki pengertian sebagai gejala alam permukaan daratan, yang dapat membentuk mintakat (Zone) yang disebut pedosfer.
4. Ada lima faktor pokok yang mempengaruhi tanah dan rona bentangnya, yaitu : Bahan induk, iklim, organisme hidup, timbunan, dan waktu.
5. Tanah juga memiliki beberapa jenis salah satu contohnya adalah tanah gambut/ tanah rawa, jenis tanah ini adalah tanah yang terbentuk karena adanya pelapukan bahan organik, seperti tumbuhan, dan rawa. Tanah gambut ini dapat ditemui di daerah yang memiliki iklim basah dan hujan bercurah tinggi.
6. Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di Bumi, tetapi tidak di planet lain.
7. Di banyak tempat di dunia terjadi kekurangan persediaan air. Selain di Bumi, sejumlah besar air juga diperkirakan terdapat pada kutub utara dan selatan planet Mars, serta pada bulan-bulan Europa dan Enceladus.

8. Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan Bumi dalam ketiga wujudnya tersebut.
9. Udara adalah campuran gas yang terdapat di permukaan bumi dan mengelilingi bumi. Oksigen yang ada pada udara dihasilkan dari proses fotosintesis tumbuhan yang memproses karbon dioksida menjadi oksigen.
10. Udara terdiri dari dua jenis, udara bersih dan udara kotor.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadila majid · 2019 . bab ii tinjauan pustaka a. dasar teori 1. air bersih *eprints.poltekkesjogja.ac.id*
<http://repository.unair.ac.id/25630/14/14.%20Bab%202.pdf>
<https://pahamify.com/blog/artikel/jenis-jenis-tanah-dan-persebarannya/>
<https://hydro.co.id/pengertian-air-manfaat-dan-jenis-jenis-air-berdasarkan-sumbernya/>
<https://www.liputan6.com/me/nisa.sarifm>
- Notohadiprawiro, T. (1998). Tanah dan lingkungan. *Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta, 237.*
- Philip Ball, *Water and life: Seeking the solution*, Nature **436**, 1084–1085 (25August 2005) | doi:10.1038/4361084a "MK Batalkan UU Sumber Daya Air". *hukumonline.com* (dalam Bahasa Indonesia). 2015-02-18. Diakses tanggal 2019-02.

MODUL 3

SUMBER DAYA LINGKUNGAN

Deskripsi pokok bahasan Sumber Daya Lingkungan

Modul ini membahas berkaitan dengan sumber daya lingkungan dalam kehidupan sehari-hari yang sangat perlu kita alami. 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. Lingkungan alam merupakan kesatuan ruang mencakup ruang di udara, tanah dan air. Kesatuan ruang tersebut digambarkan secara lengkap berupa pegunungan, pulau, lautan, dataran rendah, dataran tinggi, dan masih banyak bentuk alam lainnya. Jika ditampilkan dalam bentuk gambar, maka lingkungan alam dapat digambarkan sebagai berikut:



Lingkungan buatan merupakan lingkungan yang menyerupai lingkungan alam melalui teknik rekayasa arsitektur dan melibatkan proses tertentu baik secara alami maupun menggunakan teknologi tinggi. Lingkungan buatan dalam proses pembuatannya sangat erat kaitannya dengan keterlibatan manusia sebagai subjek. Lingkungan buatan yang terjadi melalui proses alami antara lain persawahan, perkebunan, tambak, dan lain sebagainya. Lingkungan buatan yang melibatkan teknologi antara lain kawasan industri terpadu, kawasan agribisnis terpadu, kawasan pengolahan limbah terpadu, pulau buatan dan lain sebagainya. Dibawah ini merupakan salah satu contoh lingkungan buatan. Lingkungan sosial merupakan wilayah tempat berlangsungnya interaksi sosial antar berbagai kelompok, beserta pranata, simbol dan norma, dan terkait dengan lingkungan alam dan lingkungan binaan/buatan. Lingkungan sosial meliputi pola-pola hubungan sosial serta kaidah pendukungnya yang berlaku dalam suatu lingkungan spasial (ruang), yang ruang lingkupnya ditentukan oleh keberlakuan pola-pola hubungan sosial tersebut (termasuk perilaku manusia didalamnya) dan oleh tingkat rasa integrasi mereka yang berada didalamnya. Materi pokok pada modul 3 ini adalah definisi kimia lingkungan pada tanah, air dan udara yang dibagi menjadi 3 sub materi pokok yaitu: Sumber daya udara, Sumber daya Air dan Sumber daya tanah.



Capaian Pembelajaran

Capaian yang diharapkan pada modul 3 ini adalah mahasiswa mampu menjelaskan dan menyusun tulisan ilmiah tentang keterkaitan ilmu lingkungan dan bahan alam dengan ilmu pengetahuan lain, mampu mengikuti pola keterkaitan dan membangun konsepnya dalam penerapan yang relevan.

Kemampuan Akhir

Mahasiswa mengidentifikasi, menjelaskan dan menyusun tulisan ilmiah tentang defenisi lingkungan dan bahan alam, kemudian mengikuti pola identifikasi dan mengklasifikasikan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kegiatan Mahasiswa

Mahasiswa mendefenisikan, mengidentifikasi, menjelaskan, dan menyusun tulisan ilmiah secara terstruktur tentang bahan kimia dalam makanan, rumah tangga, limbah industri dan B3 serta potensi pencemaran.

Kegunaan Modul

Kegunaan modul ini adalah untuk mengetahui bahwa ruang lingkup kimia dalam kehidupan sehari-hari sangat luas, namun pemahaman terhadap kimia itu sendiri sangat kurang. Sehingga kita yang punya pemahaman lebih tentang kimia harus mampu membantu menjelaskan keterkaitan kimia terhadap kita kepada siapapun yang beranggapan bahwa kimia itu berbahaya.

Materi Pokok dan Sub Materi pokok

Materi Pokok	Sub materi Pokok
Sumber daya udara	Lapisan Udara
	Reaksi Kimia dan Fotokimia
	Struktur Vertikal Atmosfer
Sumber daya air	Kegunaan Air
	Sifat Fisik dan Kimia Air
	Siklus Hidrologi
Sumber daya tanah	Kegunaan Tanah
	Pembentukan Tanah (Pedogenesis)
	Karakteristik Tanah

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

SUMBER DAYA UDARA

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Sumber Daya Udara:

- Mampu menjelaskan lapisan dan komponen udara
- Mampu menjelaskan perubahan fase udara menjadi air

b. Materi Pembelajaran

Lapisan Udara

Lapisan udara yang menyelubungi bumi disebut atmosfer. Keberadaan udara dalam lapisan atmosfer sangatlah penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya untuk bernapas. Manusia dapat bertahan sampai satu hari tanpa air di daerah gurun yang paling panas, tetapi tanpa udara manusia hanya bertahan beberapa menit saja. Pada skala yang lebih luas, atmosfer berfungsi sebagai payung atau pelindung kehidupan di bumi dari radiasi matahari yang kuat pada siang hari dan mencegah hilangnya panas ke ruang angkasa pada malam hari. Atmosfer juga merupakan penghambat benda-benda angkasa yang bergerak melaluinya, sehingga sebagian meteor yang melalui atmosfer akan menjadi panas dan hancur sebelum mencapai bumi.

Atmosfer sebagai lapisan pelindung bumi memiliki beberapa sifat berikut:

1. Tidak memiliki warna, tidak berbau, dan tidak memiliki wujud, hanya bisa dirasakan oleh indra perasa kita dalam bentuk angin.
2. Memiliki berat sehingga dapat menyebabkan tekanan.

3. Memiliki sifat dinamis dan elastis yang dapat mengembang dan mengerut.

Unsur apa sajakah yang terkandung di dalam udara di sekitar kita? Atmosfir merupakan lapisan udara yang terdiri atas banyak unsur gas, seperti nitrogen (N_2), oksigen (O_2), argon (Ar), dan karbondioksida (CO_2) sebagai unsur utama dan unsur lainnya seperti *Neon* (Ne), *Helium* (He), *Ozon* (O_3), *Hidrogen* (H_2), *Krypton* (Kr), *Metan* (CH_4), dan *Xenon* (Xe). Selain itu, atmosfir juga mengandung uap air dan partikel lain seperti debu dan garam-garaman yang kita sebut *aerosol*. Udara di permukaan bumi yang mengandung uap air disebut udara lembab, sedangkan jika tidak mengandung uap air disebut udara kering.

Tabel 3.1. Tabel Komposisi Udara Kering

Komponen	Formula	Persen volume	Ppm
Nirogen	N_2	78,08	780.800
Oksigen	O_2	20,95	209.500
Argon	Ar	0,934	9.340
Karbon dioksida	CO_2	0,0314	314
Neon	Ne	0,00182	18
Helium	He	0,000524	5
Metana	CH_4	0,0002	2
Kripton	Kr	0,000114	1

Unsur kandungan nitrogen dan oksigen adalah yang paling banyak yaitu mencapai 99,03%. Selebihnya dalam jumlah kecil adalah argon, karbondioksida, ozon, dan lain-lain. Unsur-unsur gas dalam udara sangat bermanfaat bagi kehidupan makhluk hidup. Nitrogen sangat bermanfaat bagi kehidupan karena dibutuhkan oleh tumbuhan yang berbintil-akar (seperti akar tanaman kedelai) dan beberapa jenis

ganggang. Bintil-bintil akar adalah tempat hidup bakteri yang bersimbiosis dengan tumbuhan inangnya. Bakteri tersebut menambat nitrogen bebas dari udara dan mengubahnya menjadi nitrat. Nitrat tersebut akan diserap oleh tumbuhan untuk keperluan sintesis protein melalui proses metabolisme. Tumbuhan yang mengikat nitrit kaya akan protein dan tentu saja dibutuhkan untuk memenuhi protein nabati bagi manusia. Oksigen dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk bernafas dengan paru-paru termasuk manusia. Karbon dioksida bermanfaat untuk membantu proses fotosintesis tumbuhan berhijau daun yang menghasilkan zat karbohidrat yang ditampung pada buah tanaman atau pada bagian tanaman lainnya (pada batang dan akar/umbi). Unsur ozon juga sangat bermanfaat. Menipisnya unsur ozon di atmosfer disebut kebocoran lapisan ozon. Lapisan ozon merupakan unsur udara pada ketinggian 15 – 35 km di atas permukaan bumi.

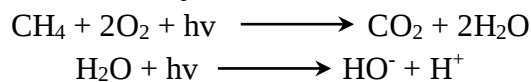
Ozon adalah gas yang molekulnya terdiri atas tiga atom oksigen (O_3). Pembentukan ozon adalah dari oksigen (O_2) yang pecah akibat radiasi ultraviolet menjadi atom oksigen. Atom oksigen hasil belahan itu masing-masing akan bertumbukan dan membentuk lapisan ozon (O_3). **Kebocoran ozon** adalah jika salah satu dari tiga unsur atom oksigen itu bukan lagi dari unsur oksigen, tetapi disebabkan oleh misalnya suatu zat pencemar (polutan) seperti klorofluorokarbon (CFC). Uap air dalam udara tidak dikatakan sebagai gas udara, karena uap air bukan gas tetapi butiran air yang ukurannya sangat kecil. Uap air (H_2O) merupakan salah satu unsur penting dalam atmosfer, yaitu dalam proses cuaca atau iklim yang dapat merubah fase (wujud) menjadi fase cair, atau fase padat melalui kondensasi dan deposisi. Perubahan fase air, dilukiskan pada gambar di bawah ini.

Perubahan Fase Udara Menjadi Air

Gambar 1. Gambar fase perubahan udara menjadi uap air



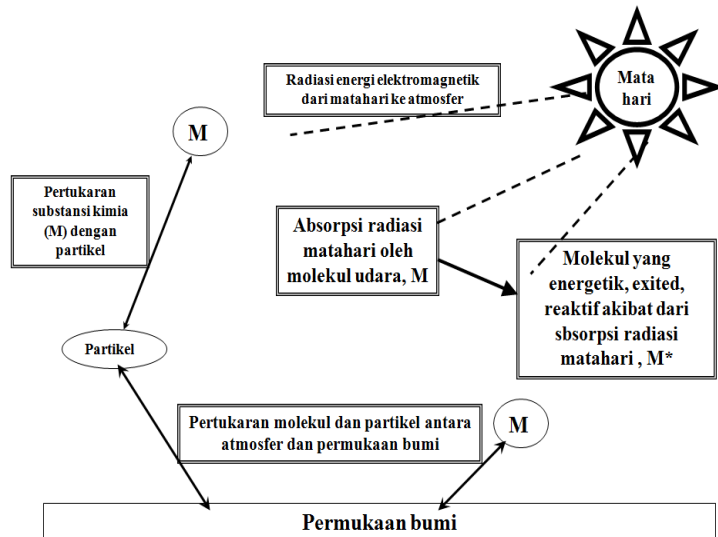
Uap air di troposfer sekitar 1-3%. Uap air mampu menyerap energi infra-red, sangat mempengaruhi neraca panas. Awan yg terbentuk dari uap air mampu memantulkan radiasi matahari dan mempunyai efek menurunkan suhu atmosfer. Uap air merupakan senyawa kimia udara yang tersedia dalam jumlah besar, tersusun dari dua bagian hidrogen (H₂) dan satu bagian oksigen (O). Uap air masuk ke dalam udara melalui proses evaporasi dan transpirasi (atau digabungkan menjadi istilah evapotranspirasi). Evaporasi adalah penguapan air yang berada di lautan, danau, sungai, dan massa air lainnya, sedangkan transpirasi adalah penguapan (perpindahan) air yang terkandung dalam tumbuh-tumbuhan ke udara. Uap air akan hilang dari udara jika ia mengalami kondensasi menjadi titik-titik air dan turun sebagai hujan. Pada malam hari, uap air di atmosfer berfungsi sebagai “blanket”, menahan panas dari bumi dengan jalan menyerap radiasi infra-red. Pada stratosfer terjadi reaksi:



Selain unsur gas dan uap air, lapisan udara juga memiliki unsur aerosol yang jumlahnya tidak tetap. Aerosol adalah partikel-partikel debu, garam laut, sulfat, atau nitrat yang berada dan melayang-layang di udara. Aerosol dapat berasal dari letusan gunung api, pembakaran bahan bakar minyak dari kendaraan bermotor atau industri, deburan gelombang pecah di pantai, spora tumbuhan, bakteri, virus flu, dan lain-lain. Atmosfer selalu dikotori oleh debu. Debu adalah istilah yang dipakai untuk benda yang sangat kecil sehingga tidak tampak kecuali dengan mikroskop. Jumlah debu berubah-ubah tergantung pada tempat. Sumber debu beraneka ragam, yaitu asap, abu vulkanik, pembakaran bahan bakar, kebakaran hutan, dan *smog*. *Smog* singkatan dari *smoke and fog* yaitu kabut tebal yang sering dijumpai di daerah industri yang lembab. Debu dapat menyerap, memantulkan, dan menghamburkan radiasi matahari. Debu atmosferik dapat disapu turun ke permukaan bumi oleh curah hujan, tetapi kemudian atmosfer dapat terisi partikel debu kembali. Debu atmosfer adalah kotoran yang terdapat di atmosfer.

Reaksi Kimia dan Fotokimia

Gambar 2. Gambar reaksi kimia dan fotokimia

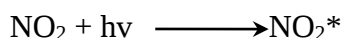


Bahan kimia atmosfer yang berupa gas dapat dikelompokkan menjadi:

1. Oksida anorganik: CO, CO₂, NO₂, SO₂.
2. Oksidan, oksidator: O₃, H₂O₂, gugus OH⁻, gugus HO₂⁻, gugus ROO⁻, dan NO₃.
3. Reduktan, reduktor: CO, SO₂, H₂S.
4. Organik: reduktan, CH₄, alkan, alken, aril, oksidan, Karbonil, nitrat-organik.
5. Senyawa fotokimia aktif: NO₂, aldehid.
6. Asam: H₂SO₄.
7. Basa : NH₃
8. Garam: NH₄HSO₄.

9. Senyawa reaktif yg tidak stabil: NO₂-excited, gugus OH-.

Tiga komponen penting dalam kimia atmosfer adalah energi bebas dari matahari, terutama spektrum ultraviolet dan gugus hidroksil OH- penting selama siang hari serta gugus NO₃ penting selama malam hari. Reaksi-reaksi fotokimia terjadi akibat penyerapan energi bebas radiasi ultraviolet oleh molekul di udara. NO₂ merupakan salah satu molekul yang aktif secara fotokimia, dan sangat penting dalam proses pembentukan *smog*. Molekul NO₂ ini mampu menyerap energi ultraviolet (hv) menjadi molekul yang excited secara elektronik (NO₂^{*}):

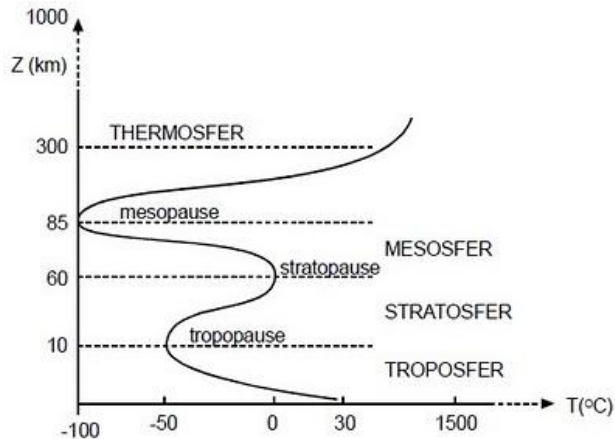


Molekul-molekul yang telah menyerap energi seperti tersebut di atas bersifat tidak stabil dan reaktif.

Struktur Vertikal Atmosfer

Dengan memakai suhu sebagai dasar pembagian atmosfer, maka atmosfer terdiri dari lapisan troposfer, stratosfer, mesosfer dan termosfer.

Gambar 3. Gambar struktur vertical atmosfer



1. Lapisan Troposfer

Gejala cuaca (awan, petir, topan, badai dan hujan) terjadi di lapisan troposfer. Pada lapisan ini terdapat penurunan suhu yang terjadi karena sangat sedikitnya troposfer menyerap radiasi gelombang pendek dari matahari, sebaliknya permukaan tanah memberikan panas pada lapisan troposfer yang terletak di atasnya; melalui konduksi (proses pemanasan secara merambat), konveksi (proses pemanasan secara mengalir), kondensasi (proses pendinginan yang mengubah wujud uap air menjadi air) dan sublimasi (proses perubahan wujud es menjadi uap air) yang dilepaskan oleh uap air atmosfer. Pertukaran panas banyak terjadi pada troposfer bawah, karena itu suhu turun dengan bertambahnya ketinggian pada situasi meteorologi (ilmu tentang cuaca). Nilainya berkisar antara $0,5$ dan 1°C tiap 100 meter dengan nilai rata rata $0,65^{\circ}\text{C}$ tiap 100 meter.

Udara troposfer atas sangat dingin dengan demikian lebih berat dibandingkan dengan udara diatas tropopause sehingga udara troposfer tidak dapat menembus tropopause. Ketinggian tropopause lebih besar di ekuator daripada di daerah kutub. Di ekuator, tropopause terletak pada ketinggian 18 km dengan suhu - 80°C, sedangkan di kutub tropopause hanya mencapai ketinggian 6 km dengan suhu - 40°C. Tropopause adalah lapisan udara yang terdapat di antara troposfer dengan stratosfer.

2. Lapisan Stratosfer

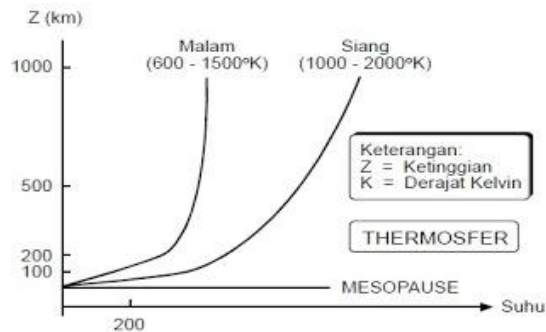
Lapisan atmosfer diatas tropopause merupakan lapisan *inversi*, artinya suhu udara bertambah tinggi (*panas*) seiring dengan naiknya ketinggian. Disebut juga *lapisan Isothermis*. Kenaikan suhu ini disebabkan oleh lapisan ozonosfer yang menyerap radiasi ultra violet dari matahari. Bagian atas stratosfer dibatasi oleh permukaan diskontinuitas suhu yang disebut stratopause. Stratopause terletak pada ketinggian 60 km dengan suhu 0°C.

3. Lapisan Mesosfer

Lapisan mesosfer ditandai dengan penurunan orde suhu 0,4°C setiap 100 meter, karena lapisan ini mempunyai keseimbangan radiasi yang negatif. Bagian atas mesosfer dibatasi oleh mesopause yaitu lapisan di dalam atmosfer yang mempunyai suhu paling rendah, kira-kira -100°C. Ketinggian sekitar 85 km.

4. Lapisan Thermosfer

Lapisan ini terletak pada ketinggian 85 dan 300 km yang ditandai dengan kenaikan suhu dari -100°C sampai ratusan bahkan ribuan derajat.



Bagian atas lapisan atmosfer dibatasi oleh termopause yang meluas dari ketinggian 300 km sampai pada ketinggian 1000 km. Suhu termopause adalah konstant terhadap ketinggian, tetapi berubah dengan waktu, yaitu dengan insolasi (*incoming solar radiation*). Suhu pada malam hari berkisar antara 300 dan 1200°C dan pada siang hari antara 700 dan 1700°C. Densitas termopause sangat kecil, kira-kira 10 kali densitas atmosfer permukaan tanah.

c. Rangkuman

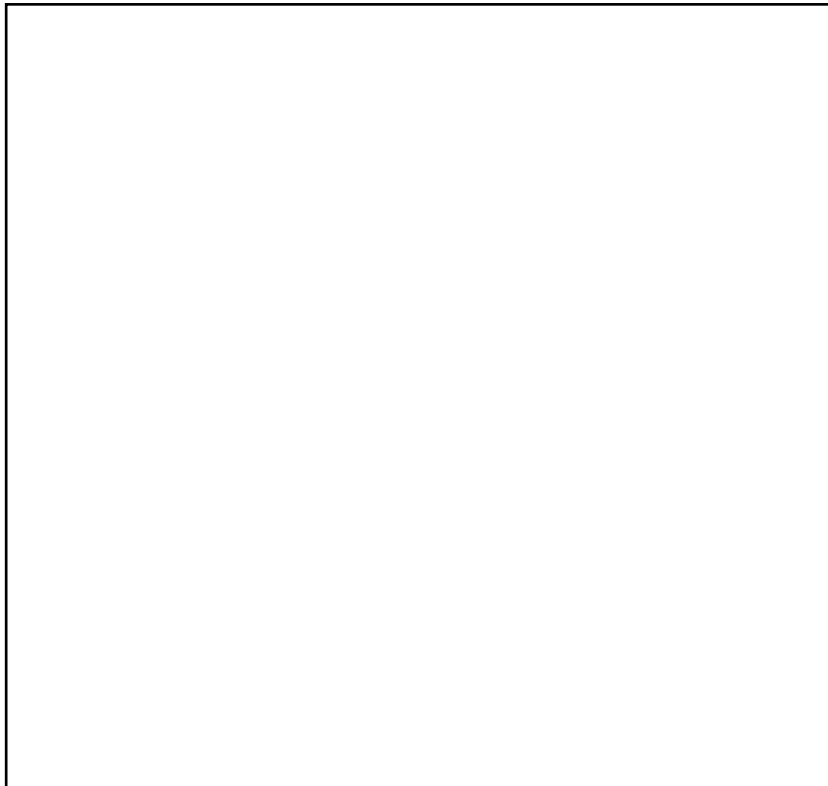
Udara yang belum terpengaruh oleh kegiatan manusia mengandung sejumlah kecil partikulat, gas-gas organik (misalnya NH_4), dan gas-gas anorganik (misalnya N_2O , NO_2 , SO_2 , O_3 dan H_2SO_4) yang biasanya dianggap sebagai polutan. Polutan ini selalu dapat ditemukan di udara, karena berasal dari proses alam. Belerang dioksida, misalnya, terbentuk dari oksidasi hidrogen sulfida secara alami. Kilatan halilintar menyebabkan nitrogen dan oksigen bereaksi membentuk oksida nitrogen 2,3,4. Aktivitas biologik pada senyawa nitrogen dalam tanah menghasilkan oksida nitrogen juga. 15 Gunung berapi

secara alami menyemburkan partikulat, hidrogen sulfida, dan belerang dioksida.⁵ Gas-gas ini tidak terakumulasi di udara, tetapi akan hilang secara alami. Proses alami ini menyebabkan udara relatif aman bagi kesehatan.

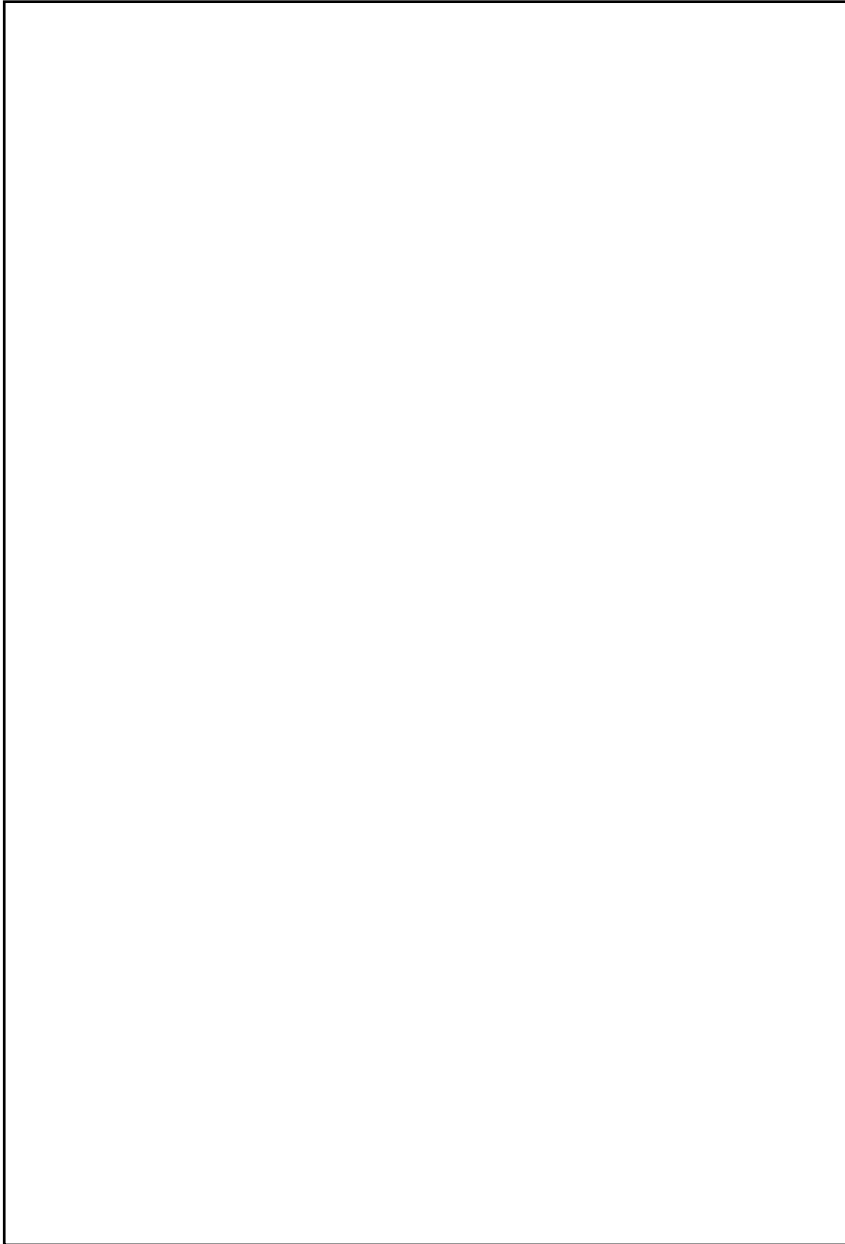
d. Latihan

Udara adalah sumber daya alam yang sangat penting untuk semua makhluk hidup. Menurut kamu, hal apa saja yang kemungkinan bisa kita lakukan untuk dapat melestarikan sumber daya udara?

e. Evaluasi Pembelajaran



f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback. It occupies the majority of the page area below the section header.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

SUMBER DAYA AIR

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Sumber Daya Air:

- Mampu menjelaskan kegunaan air
- Mampu menjelaskan sifat dan komponen penyusun air

b. Materi Pembelajaran

Kegunaan Air

Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang masih dapat ditemukan sampai saat ini hanya di Bumi, tetapi tidak di planet lain. Air menutupi hampir 71% permukaan bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik (330 juta mil³) air tersedia di Bumi. Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak-puncak gunung), akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, permukaan air tawar, danau, uap air, dan lautan es. Air dalam objek-objek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air yaitu melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (*runoff* yang meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut. Air bersih penting bagi kehidupan manusia. Di banyak tempat di dunia terjadi kekurangan persediaan air. Selain di Bumi, sejumlah besar air juga diperkirakan terdapat di kutub utara dan selatan planet Mars, serta pada bulan-bulan Europa dan Enceladus. Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami

terdapat di permukaan Bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Pengelolaan sumber daya air yang kurang baik dapat menyebabkan kekurangan air, monopolisasi serta privatisasi dan bahkan menyulut konflik. Indonesia telah memiliki undang-undang yang mengatur sumber daya air sejak tahun 2004, yakni Undang Undang nomor 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air.

Sifat Fisik dan Kimia Air

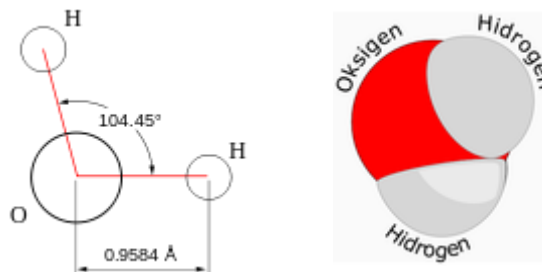
Air adalah senyawa kimia dengan rumus kimia H_2O yaitu satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada keadaan standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan temperatur 273,15 K (0 °C). Air merupakan suatu zat kimia sebagai pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik.

Keadaan air yang berbentuk cair merupakan suatu keadaan yang tidak umum dalam kondisi normal, terlebih lagi dengan memperhatikan hubungan antara hidrida-hidrida lain yang mirip dalam kolom oksigen pada tabel periodik, yang mengisyaratkan bahwa air seharusnya berbentuk gas, seperti hidrogen sulfida. Dengan memperhatikan tabel periodik, terlihat bahwa unsur-unsur yang mengelilingi oksigen adalah nitrogen, fluor, fosfor, sulfur dan klor. Semua elemen tersebut jika berikatan dengan hidrogen akan menghasilkan gas pada temperatur dan tekanan normal. Alasan mengapa hidrogen berikatan dengan oksigen membentuk fase cair adalah karena oksigen lebih bersifat

elektronegatif ketimbang elemen-elemen lain tersebut (kecuali fluor). Tarikan atom oksigen pada elektron-elektron ikatan jauh lebih kuat dari pada yang dilakukan oleh atom hidrogen, meninggalkan jumlah muatan positif pada kedua atom hidrogen, dan jumlah muatan negatif pada atom oksigen. Adanya muatan pada tiap-tiap atom tersebut membuat molekul air memiliki sejumlah momen dipol.

Gaya tarik menarik listrik antar molekul-molekul air akibat adanya dipol tersebut membuat masing-masing molekul saling berdekatan, membuatnya sulit untuk dipisahkan dan yang pada akhirnya menaikkan titik didih air. Gaya tarik-menarik ini disebut sebagai ikatan hidrogen. Air sering disebut sebagai *pelarut universal* karena air melarutkan banyak zat kimia. Air berada dalam kesetimbangan dinamis antara fase cair dan padat di bawah tekanan dan temperatur standar.

Dalam bentuk ion, air dapat dideskripsikan sebagai sebuah ion hidrogen (H^+) yang berasosiasi (berikatan) dengan sebuah ion hidroksida (OH^-).

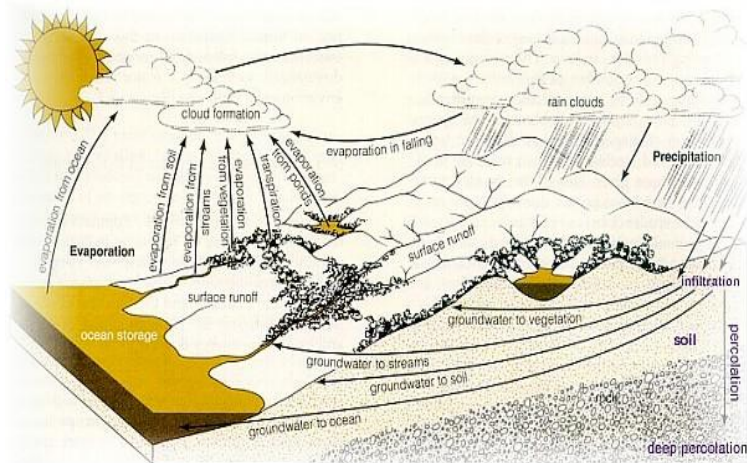


Siklus Hidrologi

Air yang ada di Bumi 97% adalah air asin, dan hanya 3% berupa air tawar yang lebih dari 2 per tiga bagiannya berada dalam bentuk es di glasier dan es kutub. Air tawar yang tidak membeku dapat ditemukan terutama di dalam tanah berupa air tanah, dan hanya sebagian kecil berada di atas permukaan tanah dan di udara. Siklus Hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Pemanasan air samudera oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinu. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan batu, hujan es dan salju (*sleet*), hujan gerimis atau kabut. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda:

1. Evaporasi/transpirasi - Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dsb. kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfer) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju, es.
2. Infiltrasi/Perkolasi ke dalam tanah - Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.

3. Air Permukaan - Air bergerak diatas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut. Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sisten Daerah Aliran Sungai (DAS). Jumlah air di bumi secara keseluruhan relatif tetap, yang berubah adalah wujud dan tempatnya.



- a. Evaporasi (Penguapan)
Ketika air dipanaskan oleh sinar matahari, permukaan molekul-molekul air memiliki cukup energi untuk melepaskan ikatan molekul air tersebut dan kemudian terlepas dan mengembang sebagai uap air yang tidak terlihat di atmosfer. Sekitar 95.000 mil kubik air menguap ke angkasa setiap tahunnya. Hampir 80.000 mil kubik menguapnya dari lautan. Hanya 15.000 mil kubik berasal dari daratan, danau, sungai, dan lahan yang basah, dan yang paling penting juga berasal dari transpirasi oleh daun tanaman yang hidup. Proses semuanya itu disebut Evapotranspirasi.
- b. Transpirasi (penguapan dari tanaman)
Uap air juga dikeluarkan dari daun-daun tanaman melalui sebuah proses yang dinamakan transpirasi. Setiap hari tanaman yang tumbuh secara aktif melepaskan uap air 5 sampai 10 kali sebanyak air yang dapat ditahan.
- c. Kondensasi (pengembunan)
Ketika uap air mengembang, mendingin dan kemudian berkondensasi, biasanya pada partikel-partikel debu kecil di udara. Ketika kondensasi terjadi dapat berubah menjadi cair kembali atau langsung berubah menjadi padat (es, salju, hujan batu (hail)). Partikel-partikel air ini kemudian berkumpul dan membentuk awan.
- d. Presipitasi
Presipitasi pada pembentukan hujan, salju dan hujan batu (hail) yang berasal dari kumpulan awan. Awan-awan tersebut bergerak mengelilingi dunia, yang diatur oleh arus udara. Sebagai contoh, ketika awan-awan tersebut bergerak menuju pegunungan, awan-awan

tersebut menjadi dingin, dan kemudian segera menjadi jenuh air yang kemudian air tersebut jatuh sebagai hujan, salju, dan hujan batu (hail), tergantung pada suhu udara sekitarnya.

e. **Perkolasi/Infiltrasi**

Beberapa presipitasi dan salju cair bergerak ke lapisan bawah tanah, mengalir secara infiltrasi atau perkolasi melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan sehingga mencapai muka air tanah (water table) yang kemudian menjadi air bawah tanah.

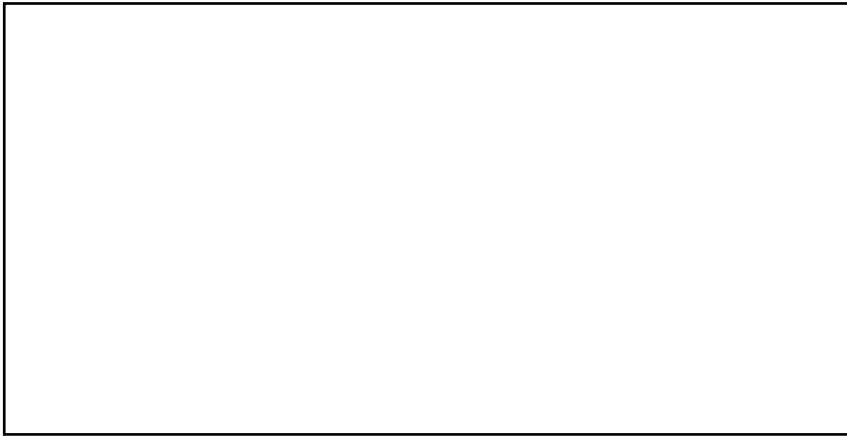
c. **Rangkuman**

Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan Bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Pengelolaan sumber daya air yang kurang baik dapat menyebabkan kekurangan air, monopolisasi serta privatisasi dan bahkan menyulut konflik. Indonesia telah memiliki undang-undang yang mengatur sumber daya air sejak tahun 2004, yakni Undang Undang nomor 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air. Air sering disebut sebagai pelarut universal karena air melarutkan banyak zat kimia. Air berada dalam kesetimbangan dinamis antara fase cair dan padat di bawah tekanan dan temperatur standar. Dalam bentuk ion, air dapat dideskripsikan sebagai sebuah ion hidrogen (H^+) yang berasosiasi (berikatan) dengan sebuah ion hidroksida (OH^-). Siklus Hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Pemanasan air samudera oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinu.

d. Latihan (Penugasan Kelas)

Menurut pemahaman kamu, mengapa melestarikan sumber daya air itu sangat penting?

e. Evaluasi Pembelajaran



f. Umpan Balik



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

SUMBER DAYA TANAH

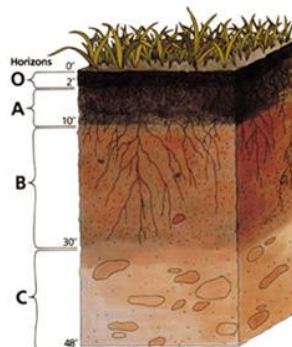
a. **Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Sumber Daya Tanah:**

- Mampu menjelaskan kegunaan tanah
- Mampu menjelaskan pembentukan dan karakteristik tanah

b. **Materi Pembelajaran**

Kegunaan Tanah

Tanah (bahasa Yunani: *pedon*; bahasa latin: *solum*) adalah bagian kerak bumi yang tersusun dari mineral dan bahan organik. Tanah sangat vital peranannya bagi semua kehidupan di bumi karena tanah mendukung kehidupan tumbuhan dengan menyediakan hara dan air sekaligus sebagai penopang akar. Struktur tanah yang berongga-rongga juga menjadi tempat yang baik bagi akar untuk bernapas dan tumbuh. Tanah juga menjadi habitat hidup berbagai mikroorganisme. Bagi sebagian besar hewan darat, tanah menjadi lahan untuk hidup dan bergerak. Dari



segi klimatologi, tanah memegang peranan penting sebagai penyimpan air dan menekan erosi, meskipun tanah sendiri juga dapat tererosi. Komposisi tanah berbeda-beda pada satu lokasi dengan lokasi yang lain. Air dan udara merupakan bagian dari tanah.

Pembentukan Tanah (Pedogenesis)

Tanah berasal dari pelapukan batuan dengan bantuan organisme, membentuk tubuh unik yang menutupi batuan. Proses pembentukan tanah dikenal sebagai "pedogenesis". Proses yang unik ini membentuk tanah sebagai tubuh alam yang terdiri atas lapisan-lapisan atau horizon tanah. Setiap horizon menceritakan mengenai asal dan proses-proses fisika, kimia dan biologi yang telah dilalui tubuh tanah tersebut. Tanah terbentuk dari bahan induk yang telah mengalami modifikasi (pelapukan) akibat dinamika faktor iklim, organisme (termasuk manusia), dan relief permukaan bumi (topografi) seiring dengan berjalannya waktu. Berdasarkan dinamika kelima faktor tersebut, terbentuklah berbagai jenis tanah dan dapat dilakukan klasifikasi tanah.

Karakteristik Tanah

Tubuh tanah (solum) lain adalah batuan yang melapuk dan mengalami proses pembentukan lanjutan. Usia tanah yang ditemukAAn saat ini tidak ada yang lebih tua daripada periode Tersier dan kebanyakan terbentuk dari masa Pleistosen. Tubuh tanah terbentuk dari campuran bahan organik dan mineral. Tanah non organik atau tanah mineral terbentuk dari batuan sehingga mengandung mineral. Tanah

organik (organosol/humosol) terbentuk dari pemadatan terhadap bahan organik yang terdegradasi. Tanah organik berwarna hitam dan merupakan pembentuk utama lahan gambut dan kelak dapat menjadi batu bara. Tanah organik cenderung memiliki keasaman tinggi karena mengandung beberapa asam organik (substansi humik) hasil dekomposisi berbagai bahan organik. Kelompok tanah ini biasanya miskin mineral, pasokan mineral berasal dari aliran air atau hasil dekomposisi jaringan makhluk hidup.

Tanah organik dapat ditanami karena memiliki sifat fisik gembur (sarang) yang mampu menyimpan cukup air, namun karena memiliki keasaman tinggi sebagian besar tanaman pangan akan memberikan hasil terbatas dan di bawah panen optimum. Tanah non-organik didominasi oleh mineral. Mineral ini membentuk partikel pembentuk tanah. Tekstur tanah non organik ditentukan oleh komposisi tiga partikel pembentuk tanah: pasir, lanau (debu), dan lempung. Tanah pasir didominasi oleh pasir, tanah lempung didominasi oleh lempung. Tanah dengan komposisi pasir, lanau, dan lempung yang seimbang dikenal sebagai geluh(*loam*). Warna tanah merupakan ciri utama yang paling mudah diingat orang. Warna tanah sangat bervariasi, mulai dari hitam kelam, coklat, merah bata, jingga, kuning, hingga putih. Selain itu, tanah dapat memiliki lapisan-lapisan dengan perbedaan warna yang kontras sebagai akibat proses kimia (pengasaman) atau pencucian (*leaching*). Tanah berwarna hitam atau gelap seringkali menandakan kehadiran bahan organik yang tinggi, baik karena pelapukan vegetasi maupun proses pengendapan di rawa-rawa. Warna gelap juga dapat disebabkan oleh kandungan mangan, belerang, dan nitrogen.

Warna tanah kemerahan atau kekuningan biasanya disebabkan kandungan besi teroksidasi yang tinggi; warna yang berbeda terjadi karena pengaruh kondisi proses kimia pembentukannya. Keadaan aerobik (oksidatif) menghasilkan warna yang seragam atau perubahan warna bertahap, sedangkan suasana anaerobik (reduktif) menghasilkan pola warna yang bertotol-totol atau warna yang terkonsentrasi. Struktur tanah adalah karakteristik fisik tanah yang terbentuk dari komposisi antara agregat (butir) tanah dan ruang antaragregat. Tanah tersusun dari tiga fase: fase padatan, cair, dan gas. Fase cair dan gas mengisi ruang antar agregat. Struktur tanah tergantung dari imbalan ketiga faktor penyusun ini. Ruang antar agregat disebut sebagai porus (jamak pori). Struktur tanah yang baik bagi perakaran apabila pori berukuran besar (makropori) terisi udara dan pori berukuran kecil (mikropori) terisi air. Tanah yang gembur (sarang) memiliki agregat yang cukup besar dengan makropori dan mikropori yang seimbang. Tanah menjadi semakin liat apabila berlebihan lempung sehingga kekurangan makropori. Tanah sebagai salah satu sumber daya alam non hayati sangat penting manfaatnya bagi kehidupan antara lain;

1. Penyediaan unsur hara untuk tumbuhan.

Ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat produksi suatu tumbuhan. Jumlah dan jenis unsur hara yang tersedia di tanah dengan yang dibutuhkan oleh tumbuhan haruslah sesuai dan seimbang.

2. Penyedia makanan untuk biota tanah.
Tanah menjadi habitat bagi pengurai yang menguraikan sisa organisme mati menjadi pangan yang dibutuhkan oleh tanaman dan organisme lain.
3. Sebagai habitat hidup dan melakukan kegiatan.
Tanah merupakan tempat manusia dan makhluk hidup lain melakukan kegiatannya. Di dalam tanah, hidup pula berbagai organisme tanah, misalnya cacing tanah.
4. Sumber bahan baku barang kerajinan atau perabot rumah tangga.

Kandungan tanah liat dapat di manfaatkan manusia untuk membuat batu bata, barang-barang seni dan kerajinan, maupun alat-alat rumah tangga. Tanah liat juga dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai bahan baku genteng penutup atap rumah atau bangunan.

1. Mempunyai nilai fungsi ekologi, yaitu mampu menyerap dan menyimpan air (melindungi tata air), menekan erosi, serta menjaga kesuburan tanah.
2. Mempunyai nilai ekonomis yaitu sebagai aset yang dapat disewakan atau diperjual belikan.
3. Mengandung barang tambang atau bahan galian yang berguna untuk manusia.

c. Rangkuman

Dari segi klimatologi, tanah memegang peranan penting sebagai penyimpan air dan menekan erosi, meskipun tanah sendiri juga dapat tererosi. Komposisi tanah berbeda-beda pada satu lokasi dengan lokasi yang lain. Air dan udara merupakan bagian dari tanah. Tanah berasal dari pelapukan batuan dengan bantuan organisme, membentuk tubuh unik

yang menutupi batuan. Proses pembentukan tanah dikenal sebagai "pedogenesis". Proses yang unik ini membentuk tanah sebagai tubuh alam yang terdiri atas lapisan-lapisan atau horizon tanah. Setiap horizon menceritakan mengenai asal dan proses-proses fisika, kimia dan biologi yang telah dilalui tubuh tanah tersebut. Struktur tanah adalah karakteristik fisik tanah yang terbentuk dari komposisi antara agregat (butir) tanah dan ruang antaragregat. Tanah tersusun dari tiga fase: fase padatan, cair, dan gas. Fase cair dan gas mengisi ruang antar agregat.

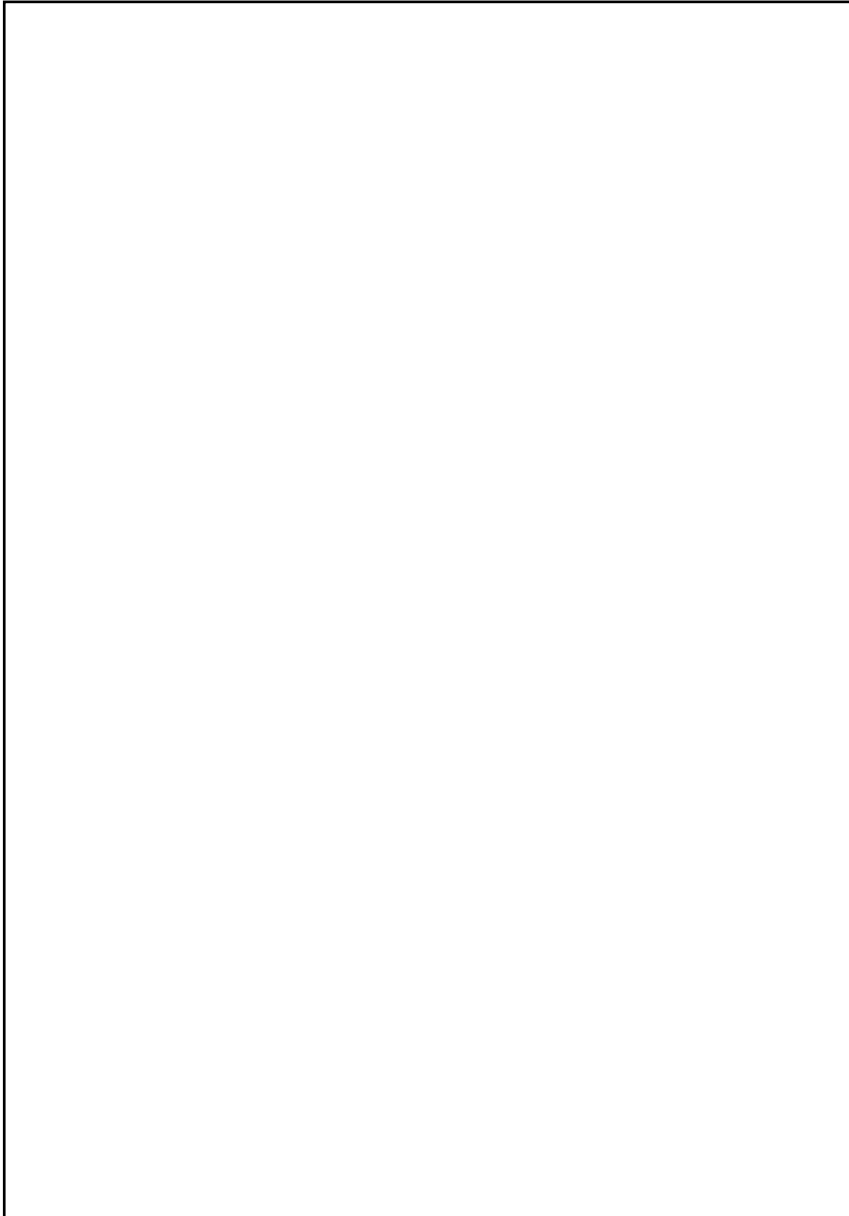
d. Latihan (Penugasan Kelas)

Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat lain oleh media alami. Erosi memberikan dampak negatif terhadap sumber daya tanah. Cari tahulah dampak negatif yang diberikan erosi kepada sumber daya tanah!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large empty rectangular box with a black border, intended for student evaluation or reflection.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback. It occupies the majority of the page below the section header.

PENUTUP

RANGKUMAN MODUL

Atmosfer selalu dikotori oleh debu. Debu adalah istilah yang dipakai untuk benda yang sangat kecil sehingga tidak tampak kecuali dengan mikroskop. Jumlah debu berubah-ubah tergantung pada tempat. Sumber debu beraneka ragam, yaitu asap, abu vulkanik, pembakaran bahan bakar, kebakaran hutan, dan smog. Smog singkatan dari smoke and fog yaitu kabut tebal yang sering dijumpai di daerah industri yang lembab. Debu dapat menyerap, memantulkan, dan menghamburkan radiasi matahari. Debu atmosferik dapat disapu turun ke permukaan bumi oleh curah hujan, tetapi kemudian atmosfer dapat terisi partikel debu kembali. Debu atmosfer adalah kotoran yang terdapat di atmosfer. Air yang ada di Bumi 97% adalah air asin, dan hanya 3% berupa air tawar yang lebih dari 2 per tiga bagiannya berada dalam bentuk es di glasier dan es kutub. Air tawar yang tidak membeku dapat ditemukan terutama di dalam tanah berupa air tanah, dan hanya sebagian kecil berada di atas permukaan tanah dan di udara. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan batu, hujan es dan salju (sleet), hujan gerimis atau kabut. Struktur tanah yang baik bagi perakaran apabila pori berukuran besar (makropori) terisi udara dan pori berukuran kecil (mikropori) terisi air. Tanah yang gembur (sarang) memiliki agregat yang cukup besar dengan makropori dan mikropori yang seimbang. Tanah menjadi semakin liat apabila berlebihan lempung sehingga kekurangan makropori. Tanah sebagai salah satu sumber daya alam non hayati sangat penting manfaatnya bagi kehidupan.

DAFTAR PUSTAKA

<https://akupintar.id/info-pintar/-/blogs/karakteristik-lapisan-lapisan-atmosfer-bumi-dan-fungsinya>

Ishak, M. G. (2020). MANFAAT SUMBERDAYA AIR DALAM KEHIDUPAN.

Meiwa, S. (2020). Proses Pembentukan Tanah.

Napitupulu, S. M., & Mudian, B. (2016, January). Pengelolaan sumber daya air pada lahan gambut yang berkelanjutan. In *Proceedings ACES (Annual Civil Engineering Seminar)* (Vol. 1, pp. 330-337).

Notohadiprawiro, T. (1998). Tanah dan lingkungan. *Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta, 237.*

Purba, L. S. L., & Harefa, N. (2019). Pengaruh Kandungan Oksigen Udara Sekolah terhadap Konsentrasi Belajar Siswa SMAN 9 Jakarta Timur. In *Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 3, pp. 9-16).

Sulistiyowati, T., & Kristanto, A. (2018). Pengembangan Media Video Animasi Tentang Pembentukan Tanah Bagi Siswa Kelas V SD Negeri Singowangi Kec. Kutorejo Kab. Mojokerto. *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan, 9*(2).

MODUL 4

PENCEMARAN LINGKUNGAN

Deskripsi pokok bahasan Pencemaran Lingkungan

Modul ini membahas berkaitan dengan pencemaran lingkungan dalam kehidupan sehari-hari yang sangat perlu kita alami. Pencemaran lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam lingkungan. Bahan berbahaya ini disebut polutan. Polutan dapat merusak kualitas lingkungan disekitar manusia mencakup udara, air dan tanah. Dikutip dari Encyclopaedia Britannica, polusi juga disebut pencemaran lingkungan adalah penambahan zat apa



pun (padat, cair atau gas) atau segala bentuk energi (seperti panas, suara atau radioaktivitas) ke lingkungan. Polutan Zat atau bahan yang mengakibatkan pencemaran disebut polutan atau bahan pencemar. Bahan pencemar adalah zat, partikel atau organisme yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan secara langsung maupun tidak langsung mengurangi kualitas lingkungan hidup. Industri dan rumah tangga menghasilkan sampah dan limbah yang

dapat mencemari air, udara dan tanah. Syarat-syarat suatu zat disebut polutan bila keberadaannya menyebabkan kerugian terhadap makhluk hidup. Karakteristik polutan antara lain: Jumlahnya melebihi jumlah normal Berada pada waktu yang tidak tepat Berada pada tempat yang tidak tepat Terdapat beberapa jenis bahan pencemar, antara lain: Polutan kimiawi adalah zat-zat kimia yang menyebabkan pencemaran seperti gas karbon dioksida (CO_2). Penyebab pencemaran ini selain disebabkan oleh aktivitas manusia juga dapat ditimbulkan oleh kegiatan alami. Pencemaran berlangsung dimana-mana dengan laju yang begitu cepat, kecenderungan pencemaran, terutama sejak Perang Dunia kedua mengarah kepada dua hal yaitu, pembuangan senyawa kimia tertentu yang makin meningkat terutama akibat kegiatan industri dan transportasi. Yang lainnya akibat penggunaan berbagai produk bioksida dan bahan-bahan berbahaya aktivitas manusia. Sampah atau limbah rumah tangga adalah sampah yang berasal dari kegiatan sehari-hari di rumah tangga yang tidak termasuk tinjau dan sampah spesifik. Dampak limbah rumah tangga dapat mempengaruhi pencemaran lingkungan seperti penurunan kualitas udara, maka akan mempengaruhi terhadap tingkat kesehatan bagi orang lain. Peraturan Rumah Tangga No. 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Dalam mengelola limbah atau sampah rumah tangga, yang terjadi seperti mengurangi tingkat kepedulian dari lingkungan rumah tangga itu sendiri, mengurangi tempat-tempat pembuangan sampah, serta meningkatkan penegakan hukum terhadap para pelanggarnya. Beberapa cara pengelolaan sampah yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan perencanaan yang baik terhadap

pengelolaan sampah seperti halnya daur ulang, pembakaran, persiapan, pengomposan, dan pembusukan. Materi pokok pada modul 4 ini adalah pencemaran lingkungan yang dibagi menjadi 3 sub materi pokok yaitu: Pencemaran udara, Pencemaran air, Pencemaran tanah.

Capaian Pembelajaran

Capaian yang diharapkan pada modul 4 ini adalah mahasiswa mampu mendefinisikan, mengidentifikasi, menjelaskan, dan menyusun tulisan ilmiah secara terstruktur tentang bahan kimia dalam makanan, rumah tangga, limbah industri dan B3 serta potensi pencemaran.

Kemampuan Akhir

Mahasiswa mengidentifikasi, menjelaskan dan menyusun tulisan ilmiah tentang definisi lingkungan dan bahan alam, kemudian mengikuti pola identifikasi dan mengklasifikasikan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kegiatan Mahasiswa

Mahasiswa mendefinisikan, mengidentifikasi, menjelaskan, dan menyusun tulisan ilmiah secara terstruktur tentang bahan kimia dalam makanan, rumah tangga, limbah industri dan B3 serta potensi pencemaran.

Kegunaan Modul

Kegunaan modul ini adalah untuk mempelajari bagaimana cara kerja lingkungan yang normal (tak terkontaminasi), zat kimia apa saja (berapa konsentrasi) yang ada secara alami dan bagaimana efeknya, untuk mengetahui secara akurat dan memahami secara mendalam tentang dampak aktivitas

manusia terhadap gejala-gejala kimia yang terjadi lingkungan, mempelajari mekanisme sistem pencernaan, teknik pengolahan pangan, zat-zat aditif, pembusukan dan keracunan pangan, pengawetan, penjagaan dan pengawasan pangan, perubahan masing-masing sumber organisme asal-usul biogenesis reaksi spesifik yang mencerminkan masing-masing golongan serta kegunaan senyawa organik bahan alam.

Materi Pokok dan Sub Materi pokok

Materi Pokok	Sub materi Pokok
Pencemaran udara	Defenisi pencemaran udara
	Zat pencemar (polutan) udara yang berpengaruh terhadap kesehatan
	Dampak polusi udara bagi manusia
	Berbagai upaya pencegahan pencemaran polusi udara
	Car free day turunkan polusi udara
Pencemaran air	Defenisi pencemaran air
	Penyebab dan akibat pencemaran air
	Usaha mengatasi pencemaran air bagi kehidupan manusia
	Proses pengolahan air buangan untuk mengatasi pencemaran
Pencemaran tanah	Defenisi pencemaran tanah
	Perubahan fungsi lahan dan pencemaran tanah
	Dampak yang ditimbulkan akibat pencemaran tanah
	Upaya mengatasi pencemaran tanah

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PENCEMARAN UDARA

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Pencemaran Udara:

- Mampu menjelaskan definisi pencemaran udara
- Mampu menjelaskan zat dan dampak pencemaran udara

b. Materi Pembelajaran

Defenisi Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti. Pencemaran udara dapat ditimbulkan oleh sumber-sumber alami maupun kegiatan manusia. Beberapa definisi gangguan fisik seperti polusi suara, panas, radiasi atau polusi cahaya dianggap sebagai polusi udara. Sifat alami udara mengakibatkan dampak pencemaran udara dapat bersifat langsung dan lokal, regional, maupun global. Pencemaran udara terdiri atas dua jenis yaitu, pencemar primer dan pencemar sekunder. Pencemar primer adalah substansi pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara. Karbon monoksida (CO) adalah sebuah contoh dari pencemar udara primer karena merupakan hasil dari pembakaran. Pencemar sekunder adalah substansi pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Pembentukan ozon dalam smog fotokimia

adalah sebuah contoh dari pencemaran udara sekunder. Pencemaran udara yang ditimbulkan oleh kegiatan manusia antara lain berasal dari transportasi, industri, pembangkit listrik, pembakaran (perapian, kompor, furnace, insinerator dengan berbagai jenis bahan bakar), gas buang pabrik yang menghasilkan gas berbahaya seperti CFC. Secara alami, pencemar udara juga berasal dari gunung berapi, rawa-rawa, kebakaran hutan, proses nitrifikasi dan denitrifikasi biologi. Sumber lain yang menimbulkan pencemar udara yaitu transportasi amonia, kebocoran tangki klor, timbunan gas metana dari lahan uruk/tempat pembuangan akhir sampah, uap pelarut organik.

Zat Pencemar (Polutan) Udara Yang Berpengaruh Terhadap Kesehatan

1. Particulate Matter (PM)

Penelitian epidemiologis pada manusia dan model pada hewan menunjukkan PM₁₀ (termasuk di dalamnya partikulat yang berasal dari diesel/DEP) memiliki potensi besar merusak jaringan tubuh. Data epidemiologis menunjukkan peningkatan kematian serta eksaserbasi/serangan yang membutuhkan perawatan rumah sakit tidak hanya pada penderita penyakit paru (asma, penyakit paru obstruktif kronis, pneumonia), namun juga pada pasien dengan penyakit kardiovaskular/jantung dan diabetes. Anak-anak dan orang tua sangat rentan terhadap pengaruh partikulat/polutan ini, sehingga pada daerah dengan kepadatan lalu lintas/polusi udara yang tinggi biasanya morbiditas penyakit pernapasan (pada anak dan lanjut

usia) dan penyakit jantung/kardiovaskular (pada lansia) meningkat signifikan. Penelitian lanjutan pada hewan menunjukkan bahwa PM dapat memicu inflamasi paru dan sistemik serta menimbulkan kerusakan pada endotel pembuluh darah (vascular endothelial dysfunction) yang memicu proses atherosclerosis dan infark miokard/serangan jantung koroner. Paparan lebih besar dalam jangka panjang juga dapat memicu terbentuknya kanker (paru ataupun leukemia) dan kematian pada janin. Penelitian terbaru dengan follow up hampir 11 tahun menunjukkan bahwa paparan polutan (termasuk PM10) juga dapat mengurangi fungsi paru bahkan pada populasi normal di mana belum terjadi gejala pernapasan yang mengganggu aktivitas.

2. Ozon.

Ozon merupakan oksidan fotokimia penting dalam troposfer. Terbentuk akibat reaksi fotokimia dengan bantuan polutan lain seperti NO_x, dan Volatile organic compounds. Paparan jangka pendek/akut dapat menginduksi inflamasi/peradangan pada paru dan mengganggu fungsi pertahanan paru dan kardiovaskular. Paparan jangka panjang dapat menginduksi terjadinya asma, bahkan fibrosis paru. Penelitian epidemiologis pada manusia menunjukkan paparan ozon yang tinggi dapat meningkatkan jumlah eksaserbasi/serangan asma.

3. NO_x dan SO_x

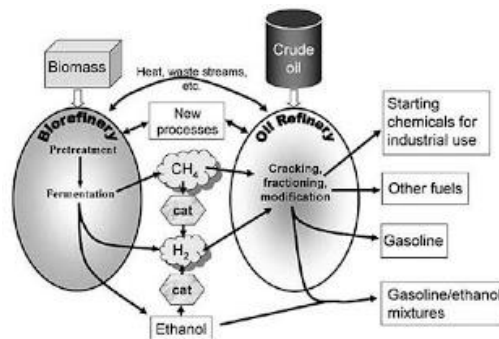
NO_x dan SO_x merupakan co-pollutants yang juga cukup penting. Terbentuk salah satunya dari pembakaran yang kurang sempurna bahan bakar fosil.

Penelitian epidemiologi menunjukan pajanan NO₂, SO₂ dan CO meningkatkan kematian/mortalitas akibat penyakit kardio-pulmoner (jantung dan paru) serta meningkatkan angka perawatan rumah sakit akibat penyakit-penyakit tersebut.

4. CFC (dikenal dengan nama freon)
Senyawa yang terdiri atas Clorine (Cl), Fluorine (F) dan Carbon (C) yang sering digunakan dalam kulkas dan AC. Jika CFC dilepaskan ke atmosfer maka akan terus menerus menyerang molekul-molekul ozon (O₃) sehingga menghasilkan molekul oksigen biasa (O₂) yang tidak dapat menyerap sinar UV. Kejadian tersebut menyebabkan lapisan ozon menipis dan meningkatkan persentase sinar UV yang mencapai Bumi. Sinar UV yang berlebihan sangat berbahaya bagi kesehatan karena dapat menyebabkan meningkatnya kasus kanker kulit dan katarak mata.
5. Hidrokarbon (HC)
Sebuah senyawa yang terdiri dari unsur karbon (C) dan hidrogen (H). Sebagai bahan pencemar udara, hidrokarbon dapat berasal dari proses industri yang diemisikan ke udara dan kemudian merupakan sumber fotokimia dari ozon. HC merupakan polutan primer karena dilepas ke udara ambien secara langsung, sedangkan oksidan fotokimia merupakan polutan sekunder yang dihasilkan di atmosfer dari hasil reaksi-reaksi yang melibatkan polutan primer. Kegiatan industri yang berpotensi menimbulkan cemaran dalam bentuk HC adalah industri plastik, resin, pigmen, zat warna, pestisida dan pemrosesan karet. Diperkirakan emisi industri sebesar 10 % berupa HC. Sumber HC

dapat pula berasal dari sarana transportasi. Kondisi mesin yang kurang baik akan menghasilkan HC. Pada umumnya pada pagi hari kadar HC di udara tinggi, namun pada siang hari menurun. Sore hari kadar HC akan meningkat dan kemudian menurun lagi pada malam hari. Adanya hidrokarbon di udara terutama metana, dapat berasal dari sumber-sumber alami terutama proses biologi aktivitas geothermal seperti explorasi dan pemanfaatan gas alam dan minyak bumi dan sebagainya. Jumlah yang cukup besar juga berasal dari proses dekomposisi bahan organik pada permukaan tanah, Demikian juga pembuangan sampah, kebakaran hutan dan kegiatan manusia lainnya mempunyai peranan yang cukup besar dalam memproduksi gas hidrokarbon di atmosfer.

Gambar 1. Gambar Proses Pembentukan Senyawa Hidrokarbon



Hidrokarbon di udara akan bereaksi dengan bahan-bahan lain dan akan membentuk ikatan baru yang disebut *plycyclic aromatic hidrocarbon* (PAH) yang banyak dijumpai di daerah industri dan padat lalu

lintas. Bila PAH ini masuk ke dalam paru-paru akan menimbulkan luka dan merangsang terbentuknya sel-sel kanker. Pengaruh hidrokarbon aromatic pada kesehatan manusia dapat terlihat pada tabel dibawah ini, yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan :

Konsentrasi Jenis Hidrokarbon (ppm)	Dampak Kesehatan
Benzena (C_6H_6) 100 3000 7500 20000	Iritasi membran mukosa Lemas setelah $\frac{1}{2}$ – 1 jam Pengaruh sangat berbahaya setelah pemaparan 1 jam Kematian setelah pemaparan 5-10 menit
Toluena (C_7H_8) 200 600	Pusing lemah dan berkunang-kunang setelah pemaparan 8 jam Kehilangan koordinasi bola mata terbalik setelah pemaparan 8 jam

6. Volatile Organic Compounds (Senyawa Organik Mudah Menguap)

Senyawa yang mengandung karbon yang menguap pada tekanan dan temperatur tertentu atau memiliki tekanan uap yang tinggi pada temperatur ruang. VOC yang paling umum dikenal adalah pelarut (solvents), VOC jenis lainnya seperti monomer dan pewangi (fragrance).

VOC sangat berbahaya dan menjadi perhatian banyak kalangan karena VOCs bereaksi dengan Nitrogen Oksida (NO_x), jika terkena sinar matahari membentuk ground level ozone dan asap atau kabut. Pada konsentrasi tertentu di udara, ozon dapat mempengaruhi kesehatan dan lingkungan. VOC dapat teremisi sebagai gas dari bahan padatan atau cairan yang mengandung VOC. Efek yang ditimbulkan terhadap kesehatan oleh VOC bisa akut atau kronik tergantung dari jenis VOC yang teremisi. Konsentrasi VOC yang teremisi di dalam ruangan jauh lebih tinggi jika dibandingkan di luar ruangan karena terjadi akumulasi VOC didalam ruangan tersebut. Misalnya emisi VOC oleh cat baru diaplikasikan didalam ruangan akan sangat terasa baunya bahkan bisa menyebabkan pusing atau perih dimata. Beberapa contoh produk yang mengemisi VOC dan digunakan didalam ruangan adalah cat, bahan pembersih, bahan bangunan dan furnish, mesin fotokopi, tinta, lem, spidol, dan lain-lain. Efek kesehatan dari VOC diantaranya adalah iritasi pada mata, hidung dan tenggorokkan, sakit kepala atau pusing, kehilangan koordinasi, mual, kerusakan hati, ginjal, dan sistem saraf pusat. Beberapa organik dapat menyebabkan kanker pada hewan, beberapa dicurigai atau diketahui menyebabkan kanker pada manusia. Tanda-tanda kunci atau gejala yang berhubungan dengan paparan VOC termasuk iritasi konjungtiva, ketidaknyaman hidung dan tenggorokan, sakit kepala, reaksi kulit alergi, dispnea, penurunan kadar serum kolinesterase, mual, muntah, epistaksis, kelelahan, dan pusing.

Dampak Polusi Udara Bagi Manusia

- Polusi udara, yang bisa membuat saluran napas penderita asma meradang dan membengkak, ternyata juga bisa mengurangi efektivitas kerja obat inhaler (obat semprot). Padahal, obat inhaler sangat penting karena lebih efektif dan efeknya lebih cepat dalam mengendalikan asma. Dalam laporan yang dimuat dalam jurnal kesehatan Chest, Dr Fernando Holguin dari university of Pittsburgh, Pennsylvania, AS, menemukan, polusi udara dengan level polutan, seperti ozone dan nitrogen dioksida yang tinggi, akan membuat inhaler bekerja kurang efektif. Holguin dan timnya melakukan penelitian terhadap 85 anak penderita asma berusia 7-12 tahun untuk mengetahui dampak polusi udara terhadap daya kerja inhaler. Seluruh responden tinggal di Mexico City, yang memiliki tingkat polusi udara tinggi. 53 anak dalam studi ini memiliki asma yang ringan, 20 anak asma yang persisten dan 12 menderita asma persisten skala menengah. Hasil studi ini semakin menjelaskan mengapa gejala asma cenderung terkait dengan kadar polusi udara yang tinggi. Meski demikian Holguin mengatakan masih diperlukan penelitian dalam skala yang lebih besar untuk menguatkan studi ini. Selain kualitas udara yang buruk, faktor lingkungan yang menyebabkan asma antara lain adalah tungau debu rumah. Pada orang yang sensitif, kotoran tungau ini akan menyebabkan asma atau memicu alergi lain.

- Pencemaran Udara Ganggu Perkembangan janin
Hasil studi di AS yang dipublikasikan dalam Jurnal Epidemiologi dan Kesehatan Komunitas sebagaimana dikutip situs BBC menyebutkan, tingginya paparan polusi dari asap kendaraan bermotor pada ibu pada awal dan akhir kehamilan bisa menyebabkan janin tidak tumbuh baik sehingga bayi lahir dengan berat badan rendah. Studi itu melibatkan 336.000 bayi baru lahir sebagai subyek penelitian di New Jersey tahun 1999-2003. Para peneliti dari University of Medicine and Dentistry di New Jersey memakai informasi akta kelahiran dan data rumah sakit. Mereka merekam data para ibu hamil, termasuk etnik, status pernikahan, pendidikan, perokok atau bukan, dan tempat tinggal saat bayi lahir. Para ilmuwan juga mengambil data Badan Perlindungan Lingkungan AS tentang polusi udara dari titik pemantauan dengan radius 10 km di seluruh penjuru New Jersey. Data itu untuk memantau paparan polusi udara terhadap para ibu pada trimester pertama kehamilan, dari rumah ke tempat kerja. Hasil studi menunjukkan, dibandingkan dengan ibu yang memiliki bayi berbobot tubuh lahir normal, para ibu yang melahirkan bayi dengan berat badan lahir rendah dan sangat rendah ternyata berusia lebih muda, tingkat pendidikan rendah, etnik Afrika-Amerika, perokok, miskin, dan orang tua tunggal. Ada dua jenis polusi kendaraan bermotor yang berdampak pada pertumbuhan janin, yaitu partikel hitam dan nitrogen dioksida. Dua

jenis polusi itu bisa masuk paru-paru dan mengganggu fungsi organ itu.

- **Pencemaran Udara Perberat Gangguan Pembuluh Darah dan Diabetes**

Sebuah penelitian terbaru menunjukkan hubungan kuat antara risiko terserang diabetes dan paparan asap knalpot, asap industri, dan jenis-jenis polusi udara partikulat halus. Masyarakat yang tinggal di daerah dengan tingkat kualitas udara di bawah batas keselamatan Badan Perlindungan Lingkungan memiliki prevalensi diabetes lebih dari 20 persen lebih tinggi dari orang yang terkena polusi udara lebih sedikit. Brownstein dan rekan menghitung data gabungan Badan Lingkungan Amerika terhadap partikulat udara halus hasil polusi udara. Kemudian menghubungkannya dengan data dari CDC (Centers for Disease Control and Prevention) dan badan sensus Amerika tentang banyaknya orang yang menderita diabetes selama tahun 2004 dan 2005. Analisis tersebut menunjukkan hubungan yang kuat dan konsisten antara tingkat diabetes dan tingkat polusi udara. Walaupun temuan ini tidak membuktikan kaitan langsung polusi udara dengan epidemi diabetes, tetapi cukup menggambarkan peran faktor lingkungan lain dalam meningkatkan risiko diabetes selain fenomena lain yang sekarang sedang marak di dunia Barat, yakni obesitas. Bahkan, dalam penelitian pada hewan sebelumnya, peradangan kronis telah terbukti dapat meningkatkan resistensi insulin, yang mengarah ke diabetes. Bahan kimia dalam polusi udara telah

dihubungkan dengan peradangan ini. “Untuk itu, kesimpulan kami tentang hubungan ini mungkin lebih kuat terjadi pada orang gemuk. Sebab, banyak bahan kimia terakumulasi dalam lemak,” tambah Brownstein. Paparan polusi udara adalah faktor risiko penyakit kardiovaskuler,” kata John Brownstein, PhD, dari Children’s Hospital Boston dan Harvard Medical School. “Ini hanyalah satu bagian dari bukti bahwa dampak polusi kesehatan sungguh serius.”

- **Polusi Udara Sebabkan Mandul hingga Kanker Paru**

Berbagai zat pencemar yang beterbangan di udara akan sangat merugikan dan berdampak negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungannya. Riset membuktikan, efek toksik pada timbel dapat mengganggu fungsi ginjal, saluran pencernaan, dan sistem saraf. Kandungan timbel juga bisa memengaruhi tingkat kecerdasan atau IQ, terutama pada anak-anak, serta menurunkan fertilitas dan kualitas spermatozoa. Penelitian yang dilakukan Mabes Polri dan FKUI mengungkapkan besarnya pengaruh timbel (Pb) dari emisi kendaraan bermotor terhadap kualitas air mani polisi lalu lintas di Jakarta. Penelitian itu melibatkan 232 orang polisi lalu lintas yang bekerja di tepi jalan raya, dibandingkan 58 orang polisi lalu lintas yang bekerja di kantor. Hasil pengukuran timbel urine secara keseluruhan 266,5 ug Pb/l urine, lebih tinggi dari yang diperbolehkan, yakni 65 ug Pb/l urine. Temuan kualitas air mani jika dibandingkan standar

baku WHO derajat keasaman (pH) nilai lebih besar dari standar normal (8,4 vs 7,2-7,8). Hasil penelitian yang dilakukan di Surabaya oleh UI dan organisasi lingkungan bahkan lebih mencengangkan. Dari penelitian yang melibatkan 94 orang ibu hamil itu diketahui kadar timbel dalam darah sebesar 42 Ug/dL, jauh melebihi ambang batas, yaitu 20 Ug/dL. Demikian juga analisis terhadap air susu ibu, kadar timbel 54 Ug/dL, lebih dari 10 kali lipat dari ambang batas yang diizinkan, yakni 0,5 Ug/dL. Penelitian di Universitas Brigham Young dan Universitas New York, yang melibatkan data kesehatan 50.000 penduduk urban sejak tahun 1982-1998, mengungkapkan bahwa mereka yang terpapar polusi udara jangka panjang (terutama jelaga industri dan knalpot kendaraan) risikonya menderita kanker paru meningkat. Paparan polusi udara ini sama bahayanya dengan hidup bersama perokok dan terkena asapnya setiap hari. Anak-anak merupakan kelompok sensitif timbel karena mereka lebih peka dan lima kali lebih mudah menyerap timbel daripada orang dewasa. Menurut data Departemen Kesehatan, sekitar 42 sampai 48 persen anak di Jakarta menghirup timbel dari asap kendaraan umum dan mobil pribadi. Jadi, kini saatnya kita semua untuk peduli.

- **Polusi Udara Bikin IQ Anak Rendah**
Ternyata polusi udara juga diduga kuat berpengaruh terhadap tingkat kecerdasan anak. Ibu hamil yang sering menghirup udara yang tercemar beresiko tinggi melahirkan bayi yang memiliki

tingkat IQ rendah. Penelitian yang dilakukan tim dari Columbia Centre for Children's Environmental Health menunjukkan hal tersebut. Dalam risetnya para ahli meneliti 249 anak yang semasa hamil ibunya tinggal di kota New York. Di bulan-bulan terakhir kehamilannya, para ibu hamil itu mengenakan tas monitor kualitas udara. Para responden tersebut mayoritas tinggal di daerah pinggiran yang miskin, di bagian utara Manhattan dan South Bronx. Mereka terpapar oleh berbagai polusi udara, seperti dari knalpot kendaraan dan alat buangan gas. Setelah anak-anak tersebut berusia 5 tahun dan mulai masuk sekolah, mereka diminta mengikuti tes IQ (intelligence quotient). Ternyata, anak yang saat hamil ibunya paling banyak terpapar polusi memiliki nilai IQ 4-5 poin lebih rendah dibandingkan anak yang kurang terkena polusi. Polusi udara memiliki dampak buruk pada perkembangan otak janin. Namun, faktor lain juga perlu diperhatikan, yakni status ekonomi yang rendah. Kedua faktor itu mungkin bisa menjawab mengapa anak-anak tersebut memiliki tingkat kecerdasan lebih rendah. Kaitan antara polusi udara dan kesehatan bayi sudah sejak lama diteliti. Sebelumnya penelitian menyebutkan ibu hamil yang tinggal di lingkungan udara tercemar beresiko melahirkan bayi dengan kelainan genetik, seperti berat badan rendah, ukuran kepala lebih kecil, atau risiko kanker. Polusi udara menyebabkan keterlambatan perkembangan anak di usia 3 tahun dan timbulnya penyakit asma pada anak.

Pemaparan polycyclic aromatic hydrocarbons (senyawa aromatik) sangat berbahaya. Zat beracun ini bisa menembus plasenta dan berdampak buruk bagi janin. Selain berasal dari knalpot kendaraan, zat kimia industri merupakan sumber dari pencemaran udara yang berbahaya. Senyawa aromatik (benzena) merupakan salah satu penyebab kanker darah (leukimia). Orang yang terpapar dalam waktu 5-30 tahun bisa terkena penyakit tersebut.

Berbagai Upaya Pencegahan Pencemaran Polusi Udara

Berbagai upaya harus dilakukan oleh manusia untuk mengurangi bahaya polusi udara antara lain:

1. Mengurangi pemakaian mobil. Misalnya dengan jalan kaki, naik sepeda, kendaraan umum, atau naik satu kendaraan pribadi bersama teman-teman (*car pooling*).
2. Selalu merawat mobil dengan baik agar tidak boros bahan bakar dan asapnya tidak mengotori udara.
3. Meminimalkan pemakaian AC. Pilihlah AC non-CFC dan hemat energi.
4. Mematuhi batas kecepatan dan jangan membawa beban terlalu berat di mobil agar pemakaian bensin lebih efektif.
5. Meminimalkan penggunaan bahan kimia.
6. Menghiasi rumah dan lingkungan dengan tanaman asli.

7. Kalau toilet menggunakan pengharum ruangan, pilih yang tidak mengandung aerosol.
8. Jangan membuang sampah sembarangan, terutama di sungai, selokan dan laut.
9. Menggunakan lebih banyak barang-barang yang terbuat dari kaca/keramik, bukan plastik atau styrofoam.
10. Sebisa mungkin menghindari menggunakan barang/produk dengan kemasan kecil (sachet) karena akan menambah jumlah sampah.
11. Menggosok gigi dengan menggunakan gelas, bukan menyalakan keran terus-menerus. Jangan sia-siakan air bersih.
12. Sebisa mungkin menggunakan lap atau sapu tangan untuk menggantikan tisu yang terbuat dari kertas.
13. Mengurangi belanja yang tidak perlu agar tidak menimbulkan sampah di kemudian hari.
14. Membeli bensin yang bebas timbal (unleaded fuel).
15. Memilih produk yang ramah lingkungan. Misalnya parfum non-CFC.
16. Memakai plastik berulang kali. Sampah plastik sulit diurai dan kalau dibakar menimbulkan zat beracun.
17. Tidak merokok.
18. Memilah antara sampah basah dan sampah kering dan menyediakan tempat untuk keduanya.
19. Memfotokopi secara bolak-balik atau memakai kertas yang sisinya masih kosong. Menghemat kertas berarti mengurangi penggundulan hutan.

Bumi yang hijau dapat menyerap polusi lingkungan lebih baik.

20. Menggunakan lampu dengan kapasitas yang tepat.
21. Bila kita menggunakan kamar kecil, jangan lupa mematikan air setelah kita pakai. Ingat, semakin banyak air terbuang percuma berarti kita turut memboroskan sumber daya alam.

Car Free Day Turunkan Polusi Udara

Hasil pengukuran terakhir kualitas udara Jakarta pada Maret 2010 menunjukkan bahwa penurunan tingkat pencemaran udara terjadi secara signifikan. Pengukuran kualitas udara Jakarta untuk bulan ini menunjukkan hasil yang sangat positif. Tingkat pencemaran udara dengan adanya program Car Free Day di Jakarta menurun secara signifikan. Hasil pengukuran terakhir menunjukkan, kadar debu di Jakarta berkurang sampai 40 persen, karbon (CO) berkurang sampai 63 persen, dan NO berkurang sampai 71 persen. Itu menunjukkan bahwa program Car Free Day yang telah dijalankan di Jakarta selama ini berjalan efektif dan telah memberikan dampak positif. Car Free Day akan terus digalakkan di seluruh wilayah Jakarta. Untuk mengevaluasi hasil program Car Free Day, secara rutin tiap bulan Pemprov DKI Jakarta melakukan pengukuran kualitas udara Jakarta. Di samping itu, tiap bulannya, Pemprov DKI menggelar pula Jakarta Great Clean dengan cara melakukan penutupan jalan-jalan atau kawasan-kawasan tertentu

di Jakarta selama 6 jam, antara lain Sudirman-Thamrin, kawasan Kota Tua, Rasuna Said, Boulevard Artha Gading, dan Jalan Letjen Suprpto.

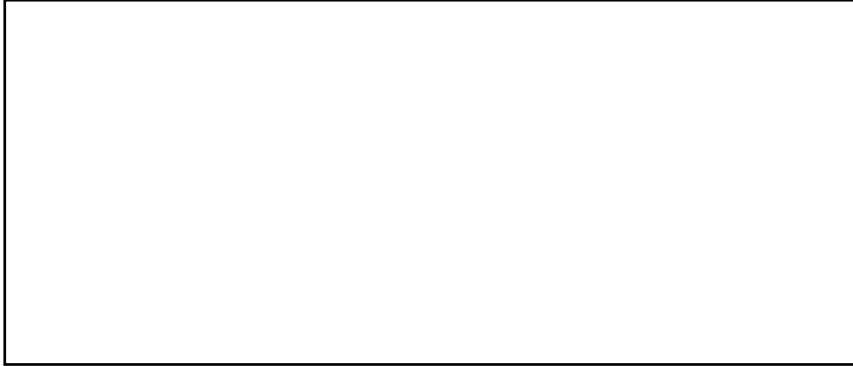
c. Rangkuman

Pencemaran merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan lingkungan. Penyebab pencemaran ini selain disebabkan oleh aktivitas manusia juga dapat ditimbulkan oleh kegiatan alami. Pencemaran berlangsung dimana-mana dengan laju yang begitu cepat, kecenderungan pencemaran, terutama sejak perang Dunia kedua mengarah kepada dua hal yaitu, pembuangan senyawa kimia tertentu yang makin meningkat terutama akibat kegiatan industri dan transportasi. Yang lainnya akibat penggunaan berbagai produk bioksida dan bahan-bahan berbahaya aktivitas manusia. Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti. Pencemar udara terdiri atas dua jenis yaitu, pencemar primer dan pencemar sekunder. Pencemar primer adalah substansi pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara. Pencemar sekunder adalah substansi pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer.

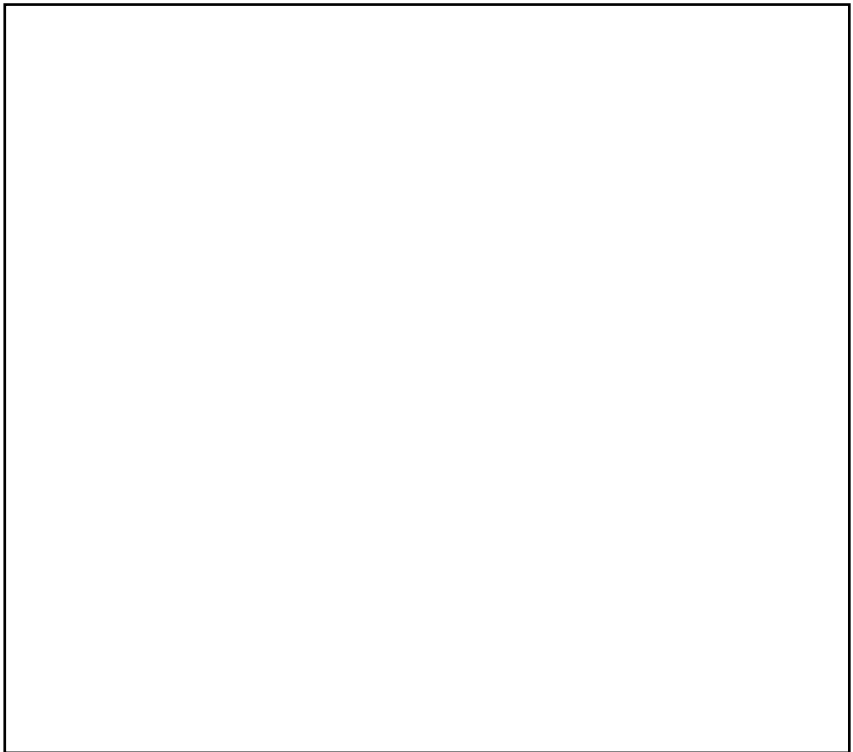
d. Latihan (Penugasan Kelas)

Bentuklah kelompok yang terdiri dari 3-4 orang. Kemudian susunlah sebuah artikel berkaitan dengan penyebab dan bahayanya polusi udara bagi makhluk hidup!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large, empty rectangular box with a black border, intended for notes or answers related to the evaluation of learning.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a black border, intended for notes or answers related to feedback.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

PENCEMARAN AIR

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Pencemaran Air:

- Mampu menjelaskan definisi pencemaran air
- Mampu menjelaskan penyebab dan akibat pencemaran air

b. Materi Pembelajaran

Defenisi Pencemaran Air

Pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Pencemaran air juga dapat didefinisikan sebagai suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia. Perubahan keadaan tersebut dapat terjadi karena masuknya zat, energi atau komponen lain ke dalam air sehingga kualitas dari air tersebut turun hingga batas tertentu yang menyebabkan air tidak berguna lagi. Mengenai adanya fenomena alam seperti gunung berapi, badai, gempa bumi memang dapat mengakibatkan perubahan yang besar terhadap kualitas air, namun hal ini tidak dianggap sebagai pencemaran. Karena pada prakteknya masukan zat pada sumber air tersebut adalah berupa buangan yang bersifat rutin seperti buangan limbah cair dan sejenisnya. Padahal dalam kehidupan sehari-hari makhluk hidup membutuhkan air yang bersih dan sehat. Terutama manusia yang dapat membedakan kualitas air yang akan diminum, tentu akan

sangat terganggu dengan pencemaran air tersebut. Adapun ciri-ciri air bersih dan sehat adalah tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan bersifat netral secara kimia dalam arti tidak bersifat basa atau asam.

Penyebab dan Akibat Pencemaran Air

Pencemaran air dapat disebabkan oleh berbagai hal. Salah satunya penyebab pencemaran air adalah aktivitas manusia yang menciptakan limbah (sampah) pemukiman atau limbah rumah tangga. Limbah pemukiman mengandung limbah domestik yang berupa sampah organik dan sampah anorganik serta deterjen. Sampah organik yaitu sampah yang dapat diuraikan atau dibusukkan oleh bakteri contoh: sisa sayuran, buah-buahan, dan daun-daunan. Sampah anorganik ini tidak dapat diuraikan oleh bakteri (non biodegradable) contoh: kertas, plastik, gelas atau kaca, kain, kayu-kayuan, logam, karet, dan kulit. Selain sampah organik dan anorganik, deterjen merupakan limbah pemukiman yang paling potensial mencemari air. Kenyataannya pada saat ini hampir semua rumah tangga menggunakan deterjen.

Penyebab lainnya juga berasal dari limbah industri. Industri membuang berbagai macam polutan ke dalam air antara lain: logam berat, toksin, minyak, nutrien, dan padatan. Air limbah tersebut memiliki efek termal, terutama yang dikeluarkan oleh pembangkit listrik, yang dapat juga mengurangi oksigen dalam air. Untuk mengetahui tingkat pencemaran air dapat dilihat melalui besarnya kandungan O_2 yang terlarut. Ada dua cara yang digunakan untuk menentukan kadar oksigen dalam air, secara kimia dengan COD (Chemical Oxygen Demand) dan BOD (Biochemical

Oxygen Demand) secara biologi. Makin besar harga BOD semakin tinggi pula tingkat pencemarannya. Air limbah tersebut memiliki harga BOD yang tinggi, sehingga dapat diketahui bahwa air tersebut telah tercemar limbah berat. Selain diakibatkan oleh limbah pemukiman (rumah tangga), sumber pencemaran air juga disebabkan oleh limbah pertanian dan di beberapa tempat tertentu oleh limbah pertambangan. Jika air disekitar lingkungan masyarakat tercemar, dapat mengakibatkan :

1. Kekurangan sumberdaya air
2. Menjadi sumber penyakit
3. Terganggunya lingkungan hidup, ekosistem, dan keanekaragaman hayati

Limbah yang terus-menerus meningkat, akan mengakibatkan air semakin tercemar dan akan sulit bagi masyarakat untuk mendapatkan air bersih karena air yang tercemar akan meresap ke dalam tanah. Padahal air tanah merupakan sumber dari air sumur di rumah masyarakat, dan apabila masyarakat mengkonsumsi air tersebut akan mengakibatkan penyakit. Air yang tercemar tidak hanya masuk dalam tanah, tetapi juga mengalir pada sungai bahkan laut dan mengakibatkan terganggunya lingkungan hidup, ekosistem, dan keanekaragaman hayati.

Usaha Mengatasi Pencemaran Air Bagi Kehidupan Manusia

Penanggulangan pencemaran air dapat dilakukan mulai dari pengenalan dan pengertian yang baik oleh masyarakat. Persepsi masyarakat secara alami akan membentuk perilaku yang berpengaruh terhadap kualitas

ekosistem air. Ekosistem air dapat melakukan ‘rehabilitasi’ apabila terjadi pencemaran terhadap badan air, namun kemampuan tersebut terbatas. Oleh karena itu, sebaiknya ada upaya untuk pencegahan dan penanggulangan pencemaran air. Pengendalian pencemaran air dapat dilakukan secara preventif, misalnya dengan tidak membuang sampah dan limbah industri ke sungai. Kebiasaan membuang sampah ke sungai dan sembarang tempat hendaknya dihilangkan dengan memberlakukan peraturan-peraturan yang diterapkan di lingkungan masing-masing secara konsisten. Sampah-sampah harus dibuang pada tempat yang telah ditentukan. Masyarakat di sekitar sungai seharusnya mengetahui pemanfaatan sungai agar sungai tidak lagi dipergunakan sebagai tempat pembuangan sampah dan tempat mandi cuci kakus (MCK). Peraturan pembuangan limbah industri hendaknya dipantau pelaksanaannya dan pelanggarnya dijatuhi hukuman. Banyak tindakan yang dapat dilakukan oleh masyarakat sebagai cara penanggulangan pencemaran air, yaitu :

1. Tidak membuang sampah atau limbah cair ke sungai, danau, laut dan lain sebagainya.
2. Tidak menggunakan sungai atau danau untuk tempat mencuci truk, mobil, dan sepeda motor
3. Tidak menggunakan sungai atau danau untuk wahana memandikan ternak dan sebagai tempat kakus
4. Tidak minum air dari sungai, danau, atau sumur, tanpa dimasak dahulu
5. Sadar akan kelangsungan ketersediaan air dengan tidak merusak atau mengeksploitasi sumber mata air agar tidak tercemar.
6. Mengurangi intensitas limbah rumah tangga.

Limbah industri sebelum dibuang ke tempat pembuangan atau dialirkan ke sungai, sehendaknya dikumpulkan di suatu tempat yang disediakan, kemudian diolah. Apabila terpaksa harus dibuang ke sungai supaya tidak terjadi pencemaran air. Pembuatan sanitasi yang benar dan bersih agar sumber-sumber air bersih lainnya tidak tercemar dan akan lebih baik lagi, jika limbah yang telah diolah dapat dipergunakan kembali untuk kepentingan industri lainnya. Cara penanggulangan pencemaran air lainnya adalah melakukan penanaman pohon. Pohon selain bisa mencegah longsor, diakui mampu menyerap air dalam jumlah banyak. Itu sebabnya banyak bencana banjir akibat penebangan pohon secara massal. Padahal, pohon merupakan penyerap air paling efektif dan handal.

Proses Pengolahan Air Buangan Untuk Mengatasi Pencemaran

Saat ini mulai digalakkan pembuatan WC umum yang dilengkapi septictank di daerah atau lingkungan yang rata-rata penduduknya tidak memiliki WC. Setiap sepuluh rumah disediakan satu WC umum. Upaya demikian baik untuk lingkungan, bersahabat, murah, dan sehat karena dapat menghindari pencemaran air sumur atau air tanah. Selain itu, hendaknya sudah mulai diupayakan pembuatan kolam pengolahan air buangan (air cucian, air kamar mandi, dan lain-lain) secara kolektif, agar limbah tersebut tidak langsung dialirkan ke selokan atau sungai.

Untuk limbah industri upaya penanggulangan pencemaran air dengan cara mengalirkan air yang tercemar ke dalam beberapa kolam, kemudian dibersihkan, baik secara

mekanis (pengadukan), kimiawi (diberi zat kimia tertentu) maupun biologis (diberi bakteri, ganggang atau tumbuhan air lainnya). Pada kolam terakhir dipelihara ikan untuk menguji kebersihan air dari polutan yang berbahaya. Industri harus menerapkan prinsip pengendalian limbah secara cermat dan terpadu baik di dalam proses produksi (in-pipe pollution prevention) serta setelah proses produksi (end-pipe pollution prevention) untuk memenuhi baku mutu. Tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk mengurangi kandungan bahan pencemar di dalam air terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang terdapat di alam. Pengolahan air limbah tersebut dapat dibagi menjadi lima tahap antara lain:

1. Pengolahan Awal (Pretreatment)
Tahap pengolahan ini melibatkan proses fisik yang bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan minyak dalam aliran air limbah
2. Pengolahan Tahap Pertama (Primary Treatment)
Pada dasarnya, pengolahan tahap pertama ini masih memiliki tujuan yang sama dengan pengolahan awal. Letak perbedaannya ialah pada proses yang berlangsung.
3. Pengolahan Tahap Kedua (Secondary Treatment)
Pengolahan tahap kedua untuk menghilangkan zat-zat terlarut dari air limbah yang tidak dapat dihilangkan dengan proses fisik biasa.
4. Pengolahan Tahap Ketiga (Tertiary Treatment)
Proses-proses pengolahan air limbah tahap ketiga antara lain:

- Pengendapan yaitu cara kimia penambahan kapur atau metal hidroksida untuk mengendapkan Fosfor.
 - Adsorpsi yaitu menghilangkan bahan-bahan organik terlarut, berwarna atau bau.
 - Elektrodialisis yaitu menurunkan konsentrasi garam-garam terlarut dengan menggunakan tenaga listrik.
 - Osmosis yaitu mengurangi kandungan garam-garam organik mineral dari air.
 - Klorinas, yaitu menghilangkan organisme penyebab penyakit.
5. Pengolahan Lumpur (Sludge Treatment)
- Lumpur yang terbentuk sebagai hasil keempat tahap pengolahan sebelumnya kemudian diolah kembali melalui proses *digestion* atau *wet combustion*, *pressure filtration*, dan *vacuum filtration*. Dengan demikian, air yang boleh dialirkan keluar (selokan, sungai, dan lain-lain) hanyalah air yang tidak tercemar. Air hasil tersebut sudah dapat dipakai kembali untuk keperluan sehari-hari.

c. Rangkuman

Pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Pencemaran air dapat disebabkan oleh berbagai hal. Salah satunya penyebab pencemaran air adalah aktivitas manusia yang menciptakan limbah (sampah) pemukiman atau limbah rumah tangga. Penyebab lainnya juga berasal dari limbah industri. Penanggulangan pencemaran air dapat dilakukan mulai dari pengenalan dan pengertian yang

baik oleh masyarakat. Persepsi masyarakat secara alami akan membentuk perilaku yang berpengaruh terhadap kualitas ekosistem air. Cara penanggulangan pencemaran air lainnya adalah melakukan penanaman pohon. Pohon selain bisa mencegah longsor, diakui mampu menyerap air dalam jumlah banyak. Itu sebabnya banyak bencana banjir akibat penebangan pohon secara massal. Padahal, pohon merupakan penyerap air paling efektif dan handal.

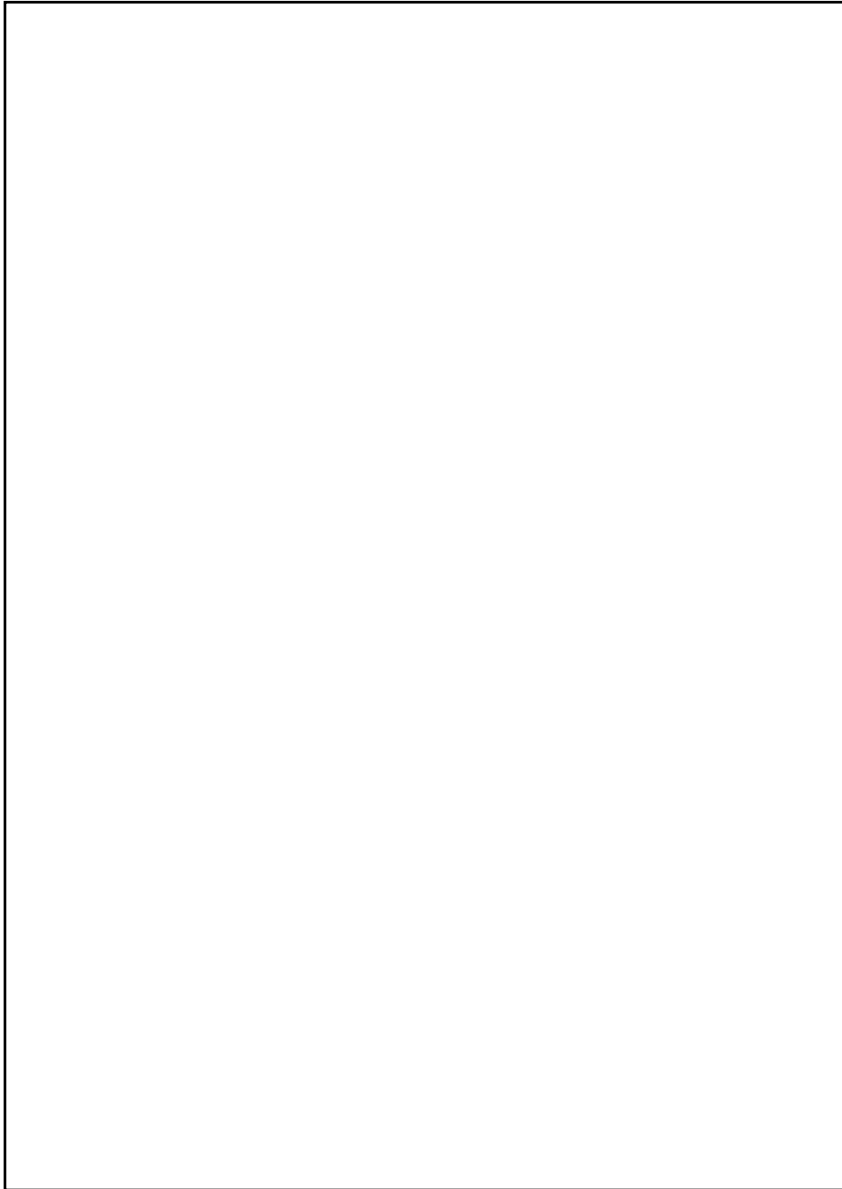
d. Latihan (Penugasan Kelas)

Salah satu penyebab pencemaran air adalah limbah industri. Industri membuang berbagai macam polutan ke dalam air antara lain: logam berat, toksin, minyak, nutrien, dan padatan. Air limbah tersebut memiliki efek termal, terutama yang dikeluarkan oleh pembangkit listrik, yang dapat juga mengurangi oksigen dalam air. Untuk mengetahui tingkat pencemaran air dapat dilihat melalui besarnya kandungan O₂ yang terlarut. Cari dan analisislah cara yang digunakan untuk menentukan kadar oksigen dalam air.

e. Evaluasi Pembelajaran



f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback. It occupies the majority of the page below the section header.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

PENCEMARAN TANAH

**a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan
Pencemara Tanah:**

- Mampu menjelaskan defenisi pencemaran tanah
- Mampu menjelaskan perubahan fungsi lahan dan dampak pencemaran tanah

b. Materi Pembelajaran

Defenisi Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah adalah keadaan di mana bahan kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami. Pencemaran ini biasanya terjadi karena kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan; pembuangan secara langsung zat kimia atau limbah, air limbah dari tempat penimbunan sampah dan limbah industri ke tanah yang tidak sesuai dengan ketentuan (*illegal dumping*). Jika suatu zat berbahaya telah mencemari permukaan tanah, maka zat tersebut dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya.

Perubahan Fungsi Lahan Dan Pencemaran Tanah

Pergeseran fungsi lahan akibat industrialisasi, dengan mengubah fungsi lahan pertanian telah mengurangi luas daerah resapan air di banyak daerah di Indonesia. Disamping mengubah fungsi lahan, kegiatan industri juga telah berdampak pada terjadinya pencemaran tanah dan badan air. Akibatnya, pencemaran tersebut pun akan menurunkan kualitas dan kuantitas hasil (produk) pertanian, mengganggu kenyamanan dan kesehatan manusia atau makhluk hidup lain. Kegiatan lain yang berdampak pada ikutan kerusakan dan pencemaran tanah, sedimentasi, erosi serta kekeringan, adalah kegiatan pertambangan. Kerusakan akibat kegiatan pertambangan adalah berubah atau hilangnya bentuk permukaan bumi (*landscape*), terutama pertambangan yang dilakukan secara terbuka (*opened mining*) meninggalkan lubang-lubang besar di permukaan bumi. Pertambangan untuk mendapatkan bijih tambang, permukaan tanah dikupas dan digali dengan menggunakan alat-alat berat. Para pengelola pertambangan meninggalkan areal bekas tambang begitu saja tanpa melakukan upaya rehabilitasi atau reklamasi. Tanah yang subur apabila tanah mengandung cukup nutrisi bagi tanaman maupun mikroorganisme. Tanah yang subur mendukung pertumbuhan optimal secara fisika, kimia, dan biologi. Tanah dapat rusak karena terjadinya pencemaran tanah. Pencemaran tanah dapat terjadi karena hal-hal di bawah ini, yaitu:

1. Pencemaran secara langsung, dapat terjadi karena penggunaan pupuk yang berlebihan, pemberian pestisida, pembuangan limbah yang tidak dapat diuraikan seperti plastik, kaleng, botol, dan lain sebagainya.

2. Pencemaran melalui air
Air tercemar (mengandung bahan pencemar/polutan) akan mengubah susunan kimia tanah sehingga mengganggu jasad yang hidup di dalam atau di permukaan tanah.
3. Pencemaran melalui udara
Udara tercemar akan menurunkan hujan yang mengandung bahan pencemar yang mengakibatkan tanah tercemar juga.

Dampak yang Ditimbulkan Akibat Pencemaran Tanah

1. Pada Kesehatan
Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung pada tipe polutan, jalur masuk ke dalam tubuh dan kerentanan populasi yang terkena.
 - a. Kromium, berbagai macam pestisida dan herbisida adalah bahan karsinogenik untuk semua populasi.
 - b. Timbal sangat berbahaya pada anak-anak, karena dapat menyebabkan kerusakan otak, serta kerusakan ginjal pada seluruh populasi.
 - c. Paparan kronis (terus-menerus) terhadap benzena pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan kemungkinan terkena leukemia.
 - d. Merkuri (air raksa) dan siklodiena dikenal dapat menyebabkan kerusakan ginjal, beberapa bahkan tidak dapat diobati. PCB dan siklodiena terkait pada keracunan hati.
 - e. Organofosfat dan karmabat dapat menyebabkan gangguan pada saraf otot.

- f. Berbagai pelarut yang mengandung klorin merangsang perubahan pada hati dan ginjal serta penurunan sistem saraf pusat.

Terdapat beberapa macam dampak kesehatan yang tampak seperti sakit kepala, pusing, letih, iritasi mata dan ruam kulit untuk paparan bahan kimia yang disebut di atas. Pencemaran tanah dalam dosis yang besar dapat menyebabkan kematian.

2. Pada Ekosistem

Pencemaran tanah juga dapat memberikan dampak terhadap ekosistem. Perubahan kimiawi tanah yang radikal dapat timbul dari adanya bahan kimia beracun/berbahaya bahkan pada dosis yang rendah sekalipun. Perubahan tersebut dapat menyebabkan perubahan metabolisme pada mikroorganisme endemik dan antropoda yang hidup di lingkungan tanah tersebut, hingga akhirnya akan dapat memusnahkan beberapa spesies primer dari rantai makanan, yang dapat memberi dampak yang besar terhadap predator atau tingkatan lain dari rantai makanan tersebut. Jika efek kimia pada bentuk kehidupan terbawah tersebut rendah, bagian bawah piramida makanan dapat menelan bahan kimia asing yang lama-kelamaan akan terkonsentrasi pada makhluk-makhluk penghuni piramida atas. Banyak dari efek-efek ini terlihat pada saat ini, seperti konsentrasi DDT pada burung menyebabkan rapuhnya cangkang telur, meningkatnya tingkat kematian anakan dan kemungkinan hilangnya spesies tersebut. Dampak pada pertanian terutama perubahan metabolisme tanaman yang pada akhirnya dapat menyebabkan

penurunan hasil pertanian, yang kemudian akan berdampak lanjutan pada konservasi tanaman dimana tanaman tidak mampu menahan lapisan tanah dari erosi. Beberapa bahan pencemar ini memiliki waktu paruh yang panjang dan pada kasus lain bahan-bahan kimia derivatif akan terbentuk dari bahan pencemar tanah utama.

Upaya Mengatasi Pencemaran Tanah

Beberapa cara untuk mengurangi dampak dari pencemaran tanah, antara lain dengan remediasi dan bioremediasi. Remediasi yaitu membersihkan permukaan tanah yang tercemar. Remediasi adalah kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar. Ada dua jenis remediasi tanah, yaitu:

- Secara in-situ (atau on-site) yaitu pembersihan di lokasi.
- Secara ex-situ (atau off-site) yang relatif lebih murah dan lebih mudah, terdiri atas pembersihan, venting (injeksi), dan bioremediasi. Ada juga pembersihan off-site yang jauh lebih mahal dan rumit yaitu meliputi penggalian tanah yang tercemar dan kemudian dibawa ke daerah yang aman. Setelah itu di daerah aman, tanah tersebut dibersihkan dari zat pencemar. Caranya yaitu, tanah tersebut disimpan di bak/tanki yang kedap, kemudian zat pembersih dipompakan ke bak/tangki tersebut. Selanjutnya zat pencemar dipompakan keluar dari bak yang kemudian diolah dengan instalasi pengolahan air limbah.

Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme (jamur, bakteri). Bioremediasi bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun (karbon dioksida dan air). Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran tanah di bidang pertanian adalah dengan tidak menggunakan pestisida (pencemar tanah) secara berlebihan serta mengatur jenis tanaman dan waktu tanam untuk mengoptimalkan produksi tanaman. Upaya lain yang juga dapat dilakukan untuk mengurangi dampak pencemaran tanah adalah menanam varietas tanaman yang tahan hama, menggunakan musuh alami untuk hama, menggunakan hormon serangga, pemandulan (sterilisasi), serta memanfaatkan daya tarik seks untuk serangga.

Hal penting yang harus diperhatikan dalam penggunaan dan perlakuan bahan kimia seperti pestisida dan bahan kimia lainnya adalah karakteristik pestisida terbagi menurut struktur kimia dan komposisi materi penyusunnya, sehingga penyimpanan dan penggunaan harus disesuaikan dengan prosedur dan ketentuan. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) seperti masker, google, serta pakaian kerja yang memadai penting dilakukan saat mengaplikasikan bahan kimia agar bahan kimia tidak kontak langsung dengan tubuh. Penanganan sisa hasil pertanian dapat dilakukan secara 3R (Reuse, Recycle, Reduce) atau dengan metode *sanitary landfill, dumping, grinding, composting, incineration, pirolisis*.

Pencegahan dan penanggulangan merupakan dua tindakan yang tidak dapat dipisahkan, dalam arti, keduanya harus dilakukan secara saling mendukung. Apabila tindakan

pencegahan sudah tidak dapat dilakukan, maka dapat dilakukan langkah penanggulangan. Meskipun tindakan pencegahan tetap lebih baik dan lebih diutamakan dilakukan sebelum terjadi pencemaran, tetapi jika pencemaran sudah terjadi, baik secara alami maupun akibat aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, maka kita harus lakukan tindakan penanggulangan.

Tindakan pencegahan dan penanggulangan terhadap terjadinya pencemaran dapat dilakukan dengan berbagai cara sesuai dengan macam bahan pencemar yang perlu ditanggulangi.

a. Tindakan pencegahan

Tindakan pencegahan adalah upaya untuk tidak menyebabkan terjadinya pencemaran dengan cara mencegah/mengurangi bahan pencemar:

- a. Pengomposan sampah organik yang dapat membusuk atau diuraikan oleh mikroorganisme. Pengomposan dilakukan dengan cara mengubur sampah secara berlapis-lapis dengan tanah untuk mengurangi terciumnya bau busuk dari gas-gas yang timbul pada proses pembusukan.
- b. Pembakaran sampah senyawa organik/anorganik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme dalam *incinerator* supaya tidak mencemari udara di daerah pemukiman. Sampah yang tidak dapat dibakar dapat digiling atau dipotong-potong menjadi partikel-partikel kecil, kemudian dikubur.

- c. Pengolahan limbah industri yang mengandung logam berat, sebelum dibuang ke sungai atau ke tempat pembuangan, melalui proses pemurnian.
 - d. Sampah zat radioaktif disimpan dahulu pada sumur atau tangki dalam jangka waktu yang cukup lama sampai tidak berbahaya, kemudian dibuang ke tempat yang jauh dari pemukiman, misal pulau karang, yang tidak berpenghuni atau ke dasar lautan yang sangat dalam.
 - e. Penggunaan pupuk, pestisida atau herbisida tidak berlebihan dan sesuai dengan prosedur dan ketentuan.
 - f. Penggunaan detergen berupa senyawa organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme.
- b. Tindakan penanggulangan
- Apabila pencemaran tanah telah terjadi, maka tindakan penanggulangan harus dilakukan. Tindakan penanggulangan yaitu mengurangi bahan pencemar tanah atau mengolah bahan pencemar atau mendaur ulang menjadi bahan yang bermanfaat. Tindakan penanggulangan mencakup remediasi dan bioremediasi. Tindakan penanggulangan lain yang dapat dilakukan antara lain:
- a. Pengolahan atau pendaur-ulangan sampah-sampah organik yang tidak dapat diuraikan (dalam jumlah cukup banyak)

dan mengganggu kesejahteraan hidup serta mencemari tanah, menjadi barang--barang lain yang bermanfaat, misalnya dijadikan mainan anak-anak, dijadikan bahan bangunan, plastik dan serat dijadikan kesed atau kertas karton daur ulang menjadi tissu, kaca-kaca di daur ulang menjadi vas kembang, plastik di daur ulang menjadi ember dan masih banyak lagi cara-cara pendaur ulang sampah.

- b. Bekas bahan bangunan (seperti keramik, batu, pasir, kerikil, batu bata) yang dapat menyebabkan tanah menjadi tidak/kurang subur, dikubur dalam sumur secara berlapis-lapis yang dapat berfungsi sebagai resapan dan penyaring air, sehingga tidak menyebabkan banjir. Resapan air tersebut bahkan bisa masuk ke dalam sumur dan dapat digunakan kembali sebagai air bersih.
- c. Penambahan kapur pada pH tanah yang asam akibat hujan asam sehingga tanah menjadi sesuai lagi untuk tanaman.

c. Rangkuman

Pencemaran tanah adalah keadaan di mana bahan kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami. Jika suatu zat berbahaya telah mencemari permukaan tanah, maka zat tersebut dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk ke dalam tanah.

Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya. Pencemaran tanah juga dapat memberikan dampak terhadap ekosistem. Perubahan kimiawi tanah yang radikal dapat timbul dari adanya bahan kimia beracun/berbahaya bahkan pada dosis yang rendah sekalipun. Beberapa cara untuk mengurangi dampak dari pencemaran tanah, antara lain dengan remediasi dan bioremediasi.

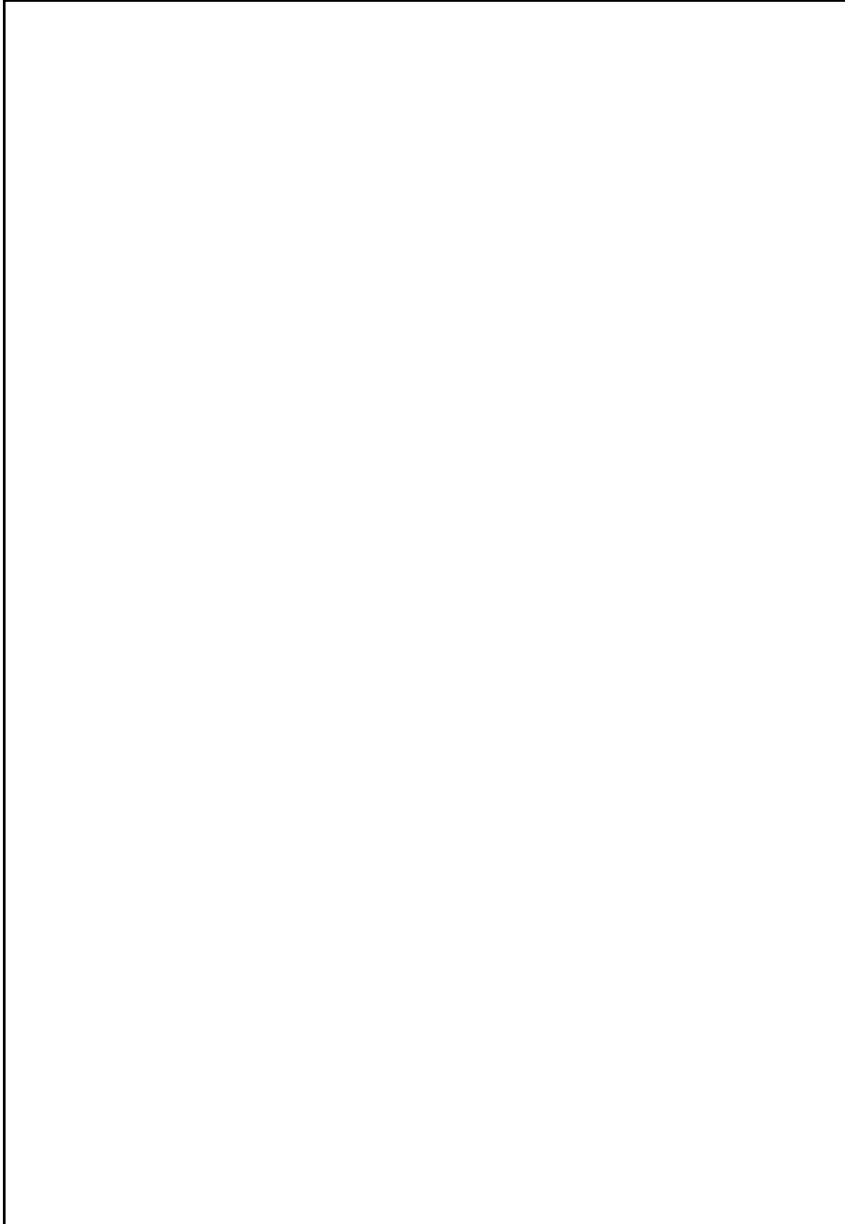
d. Latihan (Penugasan Kelas)

Pencemaran tanah sangat berdampak buruk pada kehidupan, salah satunya adalah air tanah yang dihasilkan beracun. Mengapa pencemaran tanah dapat menghasilkan air tanah beracun?

e. Evaluasi Pembelajaran



f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback.

PENUTUP

RANGKUMAN MODUL

Pencemaran merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan lingkungan. Penyebab pencemaran ini selain disebabkan oleh aktivitas manusia juga dapat ditimbulkan oleh kegiatan alami. Pencemaran udara disebabkan oleh sumber bergerak dan sumber tidak bergerak yang meliputi sektor transportasi, industri, dan domestik. Faktor lainnya yang secara tidak langsung berpengaruh terhadap terjadinya pencemaran udara adalah pertumbuhan penduduk, laju urbanisasi, yang tinggi, pengembangan tataruang yang tidak seimbang dan rendahnya tingkat kesadaran masyarakat mengenai pencemaran udara. Penyebab pencemaran udara dari faktor alam contohnya adalah aktifitas gunung berapi yang mengeluarkan abu dan gas vulkanik, kebakaran hutan, dan kegiatan mikroorganisme. Polutan yang dihasilkan biasanya berupa asap, debu, dan gas. Pencemaran air juga dapat didefinisikan sebagai suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia. Tanah merupakan bagian penting dalam menunjang kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Seperti kita ketahui rantai makanan bermula dari tumbuhan. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah sehingga menurunkan fungsi tanah sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

[http://kehatilab.com/news/32/Pengertian-Pencemaran Lingkungan-dan Jenis jenisnya #:~:text= Pencemaran %20lingkungan%20adalah%20masuk%20atau,kegiatan%20manusia%20atau%20proses%20alam.](http://kehatilab.com/news/32/Pengertian-Pencemaran-Lingkungan-dan-Jenis-jenisnya#:~:text=Pencemaran%20lingkungan%20adalah%20masuk%20atau,kegiatan%20manusia%20atau%20proses%20alam.)

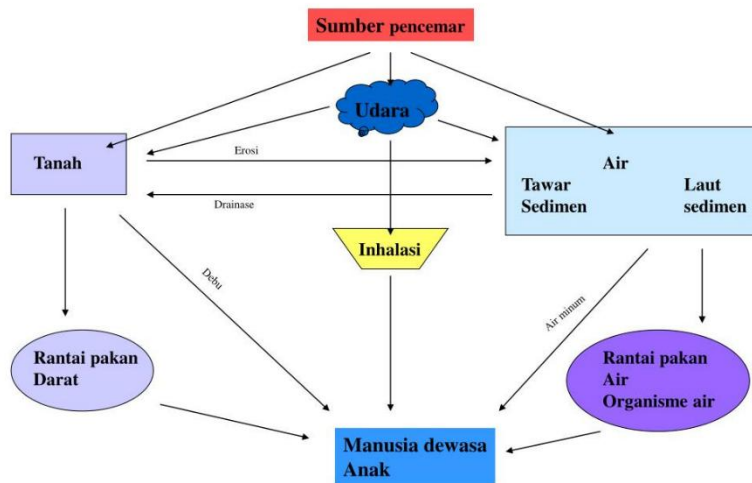
- Hasibuan, R. (2016). Analisis dampak limbah/sampah rumah tangga terhadap Pencemaran lingkungan hidup. *Jurnal Ilmiah Advokasi*, 4(1), 42-52.
- Irianto, I. K. (2015). Buku bahan ajar pencemaran lingkungan.
- Ismiyati, I., Marlita, D., & Saidah, D. (2014). Pencemaran udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTransLog)*, 1(3), 241-248.
- Muslimah, M. S., & Si, S. (2017). Dampak pencemaran tanah dan Langkah pencegahan. *J. Penelit. Agrisamudra*, 2(1), 11-20.
- Ramadhan, N. I. (2018). Pengaturan Tindak Pidana Pencemaran Lingkungan di Indonesia: Studi Pencemaran Tanah di Brebes. *Logika: Jurnal Penelitian Universitas Kuningan*, 9(02), 96-102.
- Supriatna, S., Siahaan, S., & Restiaty, I. (2021). Pencemaran tanah oleh pestisida di perkebunan sayur Kelurahan Eka Jaya Kecamatan Jambi Selatan Kota Jambi (Studi keberadaan jamur makroza dan cacing tanah). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(1), 460-466.

MODUL 5

TOKSIKOLOGI DAN ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN

Deskripsi pokok bahasan Toksikologi dan Analisis Dampak Lingkungan

Toksikologi lingkungan adalah ilmu yang mempelajari racun kimia dan fisik yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan menimbulkan pencemaran lingkungan. Ekotoksikologi adalah ilmu yang mempelajari racun kimia dan fisik pada makhluk hidup, khususnya populasi dan komunitas termasuk ekosistem, termasuk jalan masuknya agen dan interaksi dengan lingkungan. Toksikologi lingkungan dapat dibagi menjadi dua subkategori: toksikologi kesehatan lingkungan dan ekotoksikologi. Toksikologi kesehatan lingkungan dapat didefinisikan sebagai studi mengenai efek-efek merugikan dari bahan-bahan kimia lingkungan terhadap kesehatan manusia. Sedangkan ekotoksikologi merupakan studi yang membahas efek-efek kontaminan lingkungan terhadap ekosistem dan unsur-unsur pokok yang ada di dalam. Permasalahan lingkungan sering timbul karena berbagai macam kegiatan industri mengakibatkan terjadinya pencemaran air, tanah, maupun udara. Hal ini karena adanya zat berbahaya atau zat toksik yang masuk ke dalam sistem lingkungan. Jika lingkungan tercemar oleh zat toksik maka akan berpengaruh terhadap ekosistem di dalamnya.



Maka dibutuhkan pemahaman secara dasar mengenai arti lingkungan, ekosistem, maupun toksikologi dalam menangani pencemaran lingkungan yang telah terjadi belakangan ini. Materi pokok pada modul 5 ini adalah Toksikologi dan Analisis Dampak Lingkungan yang dibagi menjadi 3 sub materi pokok yaitu: Toksikologi Lingkungan, Analisis Dampak Lingkungan dan Pencemaran Asap Lintas Batas.

Capaian Pembelajaran

Capaian yang diharapkan pada modul 5 ini adalah mahasiswa Mahasiswa mendefenisikan, mengidentifikasi, menjelaskan, dan menyusun tulisan ilmiah secara terstruktur tentang bahan kimia dalam makanan, rumah tangga, limbah industri dan B3 serta potensi pencemaran.

Kemampuan Akhir

Mahasiswa mendefenisikan, mengidentifikasi, menjelaskan, dan menyusun tulisan ilmiah secara terstruktur tentang bahan kimia dalam makanan, rumah tangga, limbah industri dan B3 serta potensi pencemaran.

Kegiatan Mahasiswa

Mahasiswa mengidentifikasi, menjelaskan dan menyusun tulisan ilmiah tentang defenisi lingkungan dan bahan alam, kemudian mengikuti pola identifikasi dan mengklasifikasikan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kegunaan Modul

Kegunaan modul ini adalah untuk menjelaskan berkaitan dengan toksikologi lingkungan dalam kehidupan sehari-hari yang sangat perlu kita dalami. Manusia dan makhluk hidup lainnya sering terpapar/ terpajan (exposed) banyak jenis bahan alami maupun bahan buatan manusia. Bahan atau zat yang beracun ini disebut toksik, sedangkan ilmu yang mempelajari batas aman dari bahan kimia adalah toksikologi.

Materi Pokok dan Sub Materi Pokok

Materi Pokok	Sub materi Pokok
Toksikologi Lingkungan	Defenisi toksikologi
Analisis Dampak Lingkungan	Defenisi analisis dampak lingkungan
Pencemaran Asap Lintas Batas	Pencemaran asap lintas batas
	Penilaian kerangka hukum dan politik di ASEAN
	Penilaian kerangka hukum di Indonesia
	Ulasan kritis

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

TOKSIKOLOGI LINGKUNGAN

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Toksikolog Lingkungan:

- Mampu menjelaskan defenisi toksikologi
- Mampu menjelaskan penyebab toksikologi

b. Materi Pembelajaran

Defenisi Toksikologi

Toksikologi adalah ilmu yang mempelajari tentang racun, efek racun, dan mekanisme terjadinya efek racun pada organisme. Toksikologi juga mempelajari secara kuantitatif dan kualitatif pengaruh jelek dari zat kimia, fisik, dan biologi terhadap sistem biologis. Toksikologi lingkungan atau ekotoksikologi membahas tentang interaksi, transformasi, fase, dan efek dari senyawa kimia alamiah maupun sintetis di dalam biosfer termasuk organisme individual, populasi dan seluruh ekosistem.

Tujuan toksikologi lingkungan adalah untuk:

- a. Mencari substansi yang aman
- b. Mencegah terjadinya efek yang tidak dikehendaki
- c. Membuat kriteria dasar untuk standardisasi lingkungan
- d. Memperbaiki cara pengobatan menilai risiko dan memberikan saran atau rekomendasi untuk minimalisasi efek.

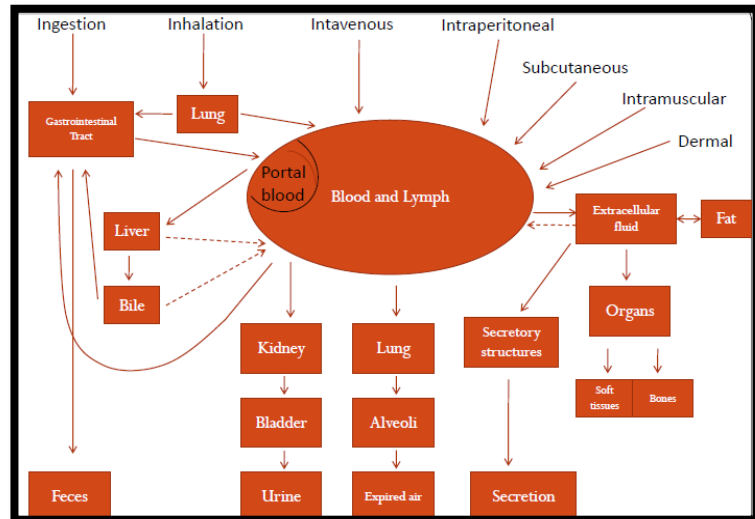
Racun (toksin) adalah zat kimia, fisik, dan biologi yang masuk ke dalam tubuh organisme dan dalam dosis tertentu akan bereaksi secara kimiawi yang dapat

menimbulkan kematian atau kerusakan berat pada organisme yang sehat. Toksik adalah sifat dari racun (toksin) yang merusak keadaan suatu organisme secara kimiawi atau fisis atau biologis. Toksisitas adalah kemampuan suatu racun untuk menimbulkan kerusakan apabila masuk kedalam tubuh dan lokasi organ yang rentan terhadapnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar toksik suatu zat yaitu spesies yang diuji; cara racun memasuki tubuh; frekuensi dan lamanya paparan; konsentrasi zat pemapar; bentuk, sifat kimia/fisika zat pencemar; dan kerentanan berbagai spesies terhadap pencemar. Cara zat racun dapat masuk kedalam tubuh manusia seperti yang diuraikan dalam gambar berikut.

Beberapa istilah dalam toksikologi yang perlu diperhatikan antara lain:

- a. Xenobiotik: substansi asing yang masuk ke dalam tubuh organisme yang mengganggu sistem metabolisme.
- b. Dosis: ukuran suatu zat per berat tubuh (mg/Kg BB)
- c. Konsentrasi: jumlah senyawa dalam pelarutnya.
- d. LD (Lethal Dose): dosis yang menyebabkan kematian, contoh: LD₅₀ = Dosis akan menyebabkan kematian 50% individu.
- e. Toleransi: suatu keadaan tubuh dimana berkurangnya respon terhadap efek racun. Dua keadaan yang mempengaruhi toleransi tubuh terhadap suatu racun adalah jumlah toksik yang mengenai tubuh dan respon jaringan terhadap bahan kimia.

Gambar 1. Gambar Siklus racun masuk kedalam tubuh



Durasi dan frekuensi paparan terhadap racun (toksin) antara lain:

- a. Akut: efek dan pengamatan dilihat dalam waktu 24 jam, serta paparan hanya sekali saja. Teknik ini biasanya digunakan untuk menentukan LD50.
- b. Sub-Akut: paparan biasanya dilakukan berulang selama satu bulan.
- c. Sub-Kronis: paparan berulang dalam waktu satu bulan hingga 3 bulan.
- d. Kronis: paparan berulang selama lebih dari 3 bulan. Sifat efek toksisitas dalam interaksi antara senyawa kimia ketika dua zat kimia yaitu:
 - Additive (saling menambahkan): racun bernilai 2 ditambah racun bernilai 3 akan menghasilkan efek 5.

- Synergistic (saling menguatkan): racun bernilai 2 ditambah racun bernilai 2 akan menghasilkan racun dengan efek 20.
- Potentiation (memberi efek menguatkan): racun bernilai 0 bertemu dengan racun bernilai 2 akan menghasilkan racun dengan efek 10.
- Antagonism (saling berlawanan): racun bernilai 3 ditambah racun bernilai 1 akan menghasilkan racun dengan efek 2.

Klasifikasi racun (toksin) berdasarkan hidup/matinya:

1. Racun biotis (Biotoksin) adalah racun yang terdapat pada biota, dapat berupa racun asli, yakni biota itu sendiri beracun. Racun sekunder merupakan biota yang beracun dikarenakan kontaminasi dari media biota itu hidup.
2. Racun abiotis = merupakan golongan racun antropogenik.

c. **Rangkuman**

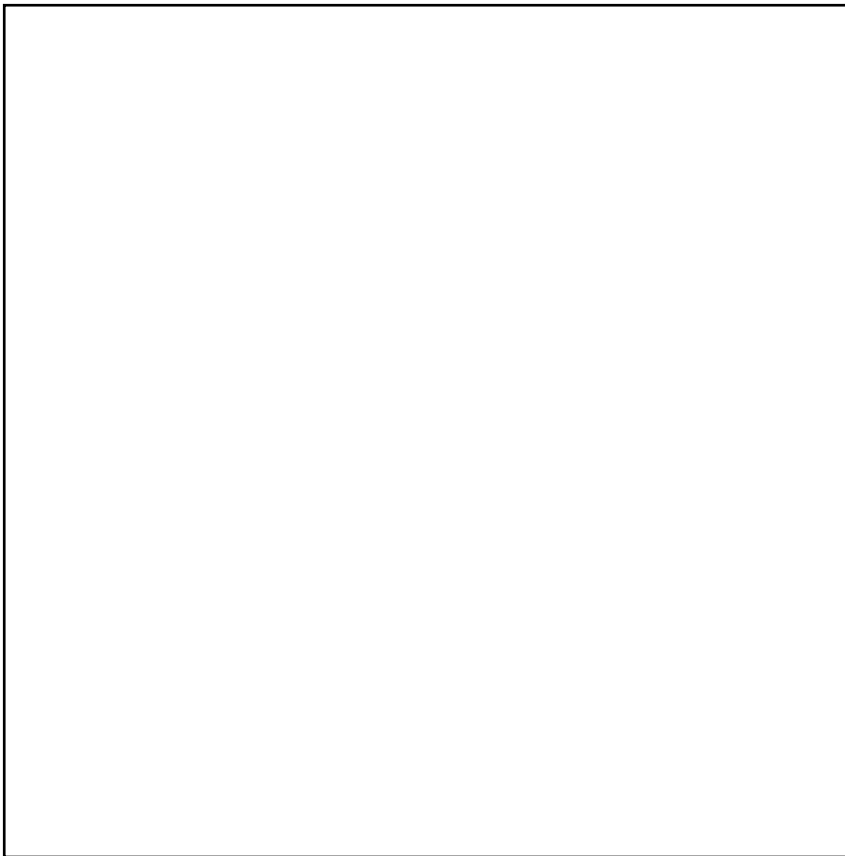
Toksikologi adalah ilmu yang mempelajari tentang racun, efek racun, dan mekanisme terjadinya efek racun pada organisme. Toksikologi juga mempelajari secara kuantitatif dan kualitatif pengaruh jelek dari zat kimia, fisik, dan biologi terhadap sistem biologis. . Toksik adalah sifat dari racun (toksin) yang merusak keadaan suatu organisme secara kimiawi atau fisis atau biologis. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar toksik suatu zat yaitu spesies yang diuji; cara racun memasuki tubuh; frekuensi dan lamanya paparan; konsentrasi zat pemapar; bentuk,

sifat kimia/fisika zat pencemar; dan kerentanan berbagai spesies terhadap pencemaran.

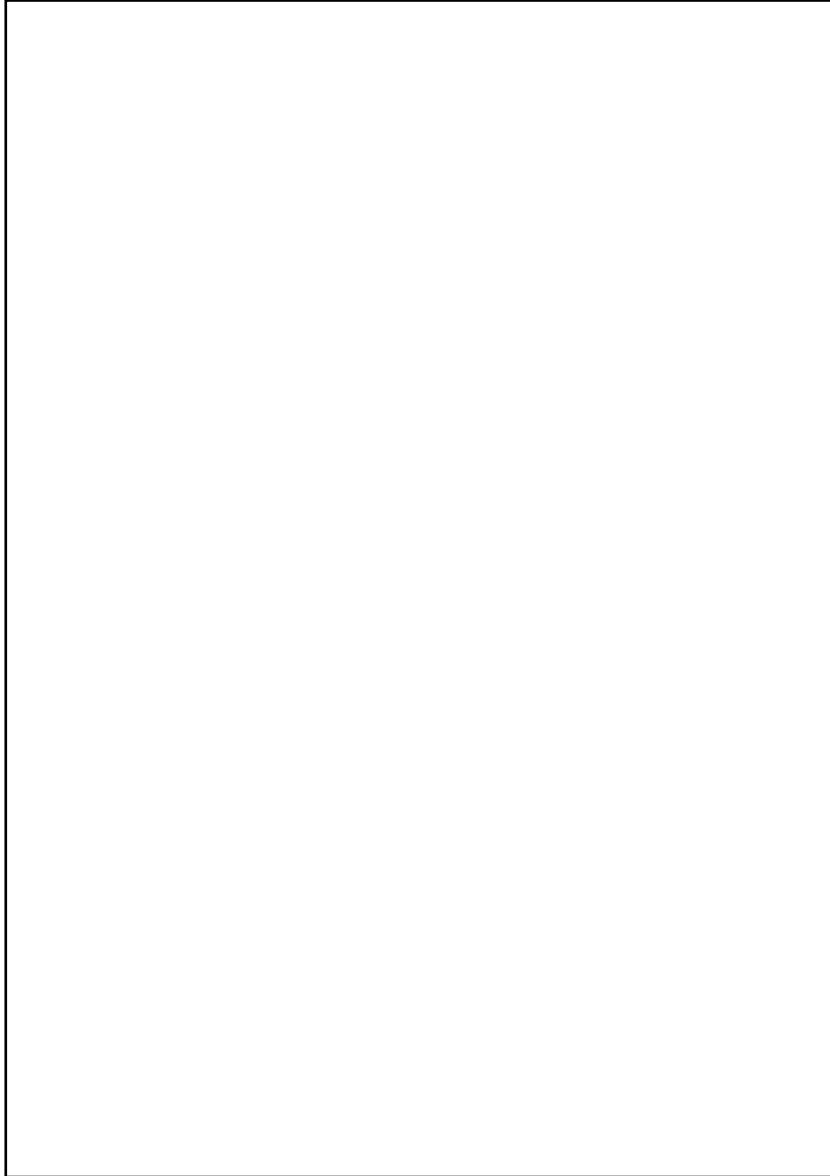
d. Latihan (Penugasan Kelas)

Bentuklah kelompok yang terdiri dari 5 orang, kemudian buatlah makalah yang berkaitan dengan toksikologi lingkungan!

e. Evaluasi Pembelajaran



f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback. It occupies the majority of the page below the section header.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Analisis Dampak Lingkungan:

- Mampu menjelaskan definisi analisis dampak lingkungan
- Mampu menjelaskan undang-undang berkaitan dengan analisis dampak lingkungan

b. Materi Pembelajaran

Defenisi Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL)

Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) adalah kajian mengenai dampak besar dan penting suatu usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan pada lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan di Indonesia. AMDAL dibuat saat perencanaan suatu proyek yang diperkirakan akan memberikan pengaruh terhadap lingkungan hidup di sekitarnya. Lingkungan hidup yang dimaksud adalah aspek abiotik, biotik, dan kultural. Dasar hukum AMDAL adalah Peraturan Pemerintah No. 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup.

Dokumen AMDAL terdiri atas :

- Dokumen Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Hidup (KA ANDAL)

- Dokumen Analisis Dampak Lingkungan Hidup (ANDAL)
- Dokumen Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup (RKL)
- Dokumen Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup (RPL)

AMDAL digunakan untuk:

- Bahan bagi perencanaan pembangunan wilayah;
- Membantu proses pengambilan keputusan tentang kelayakan lingkungan hidup dari rencana usaha dan/atau kegiatan;
- Memberi masukan untuk penyusunan disain (rancangan) rinci teknis dari rencana usaha dan/atau kegiatan;
- Memberi masukan untuk penyusunan rencana pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup;
- Memberi informasi bagi masyarakat atas dampak yang ditimbulkan dari suatu rencana usaha dan atau kegiatan.

Pihak-pihak yang terlibat dalam proses AMDAL adalah:

- Komisi Penilai AMDAL, komisi yang bertugas menilai dokumen AMDAL;
- Pemrakarsa, orang atau badan hukum yang bertanggung jawab atas suatu rencana usaha dan/atau kegiatan yang akan dilaksanakan, dan;
- masyarakat yang berkepentingan, masyarakat yang terpengaruh atas segala bentuk keputusan dalam proses AMDAL.

Dalam penyusunan AMDAL, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, penentuan kriteria wajib AMDAL. Saat ini, Indonesia menggunakan atau menerapkan penapisan 1 langkah dengan menggunakan daftar kegiatan wajib AMDAL (*one step scoping by pre request list*). Daftar kegiatan wajib AMDAL dapat dilihat di Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2012;

1. Apabila kegiatan tidak tercantum dalam peraturan tersebut, maka wajib menyusun UKL-UPL, sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 2010;
2. Penyusunan AMDAL menggunakan Pedoman Penyusunan AMDAL sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 08 Tahun 2006;
3. Kewenangan Penilaian didasarkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2008.

c. Rangkuman

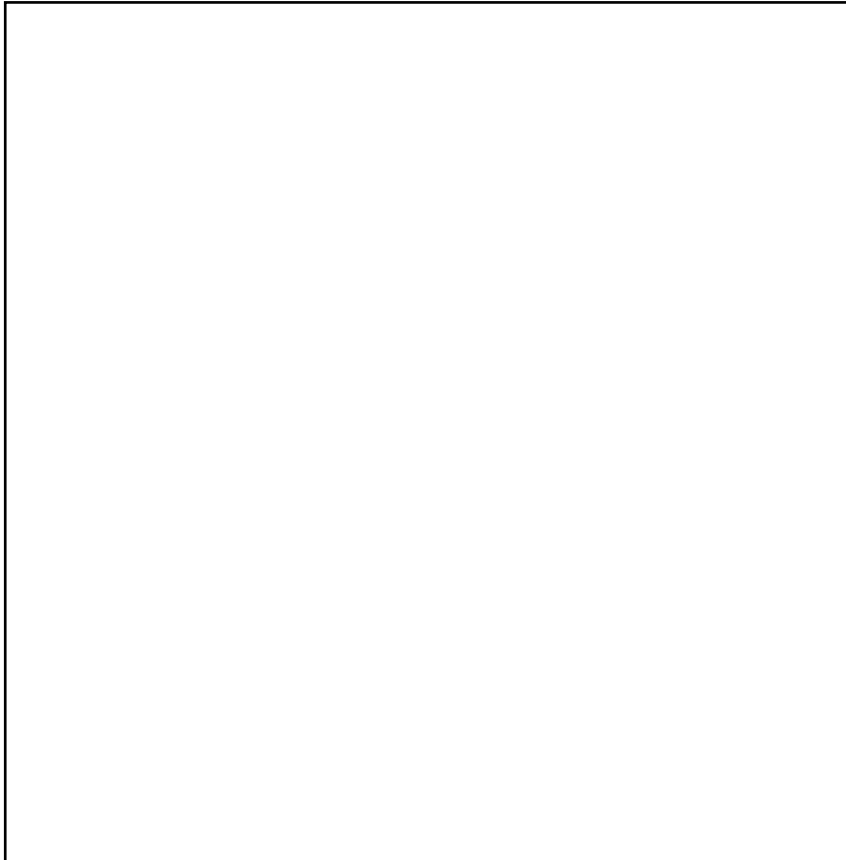
Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) atau Environmental Impact Analysis (EIA) adalah hasil studi mengenai dampak penting suatu usaha atau kegiatan yang direncanakan terhadap lingkungan hidup. Pada dasarnya AMDAL adalah keseluruhan dokumen studi kelayakan lingkungan yang terdiri dari Kerangka Acuan (KA), Analisis Dampak Lingkungan (ANDAL), Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL), dan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL). Dari pengertian tersebut, Analisis Dampak Lingkungan (ANDAL) hanya merupakan salah satu dokumen dari Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Tujuan utama dari proses AMDAL adalah untuk mendorong pertimbangan masalah

lingkungan dalam perencanaan dan pengambilan keputusan dan pada akhirnya sampai pada tindakan yang lebih sesuai dengan lingkungan.

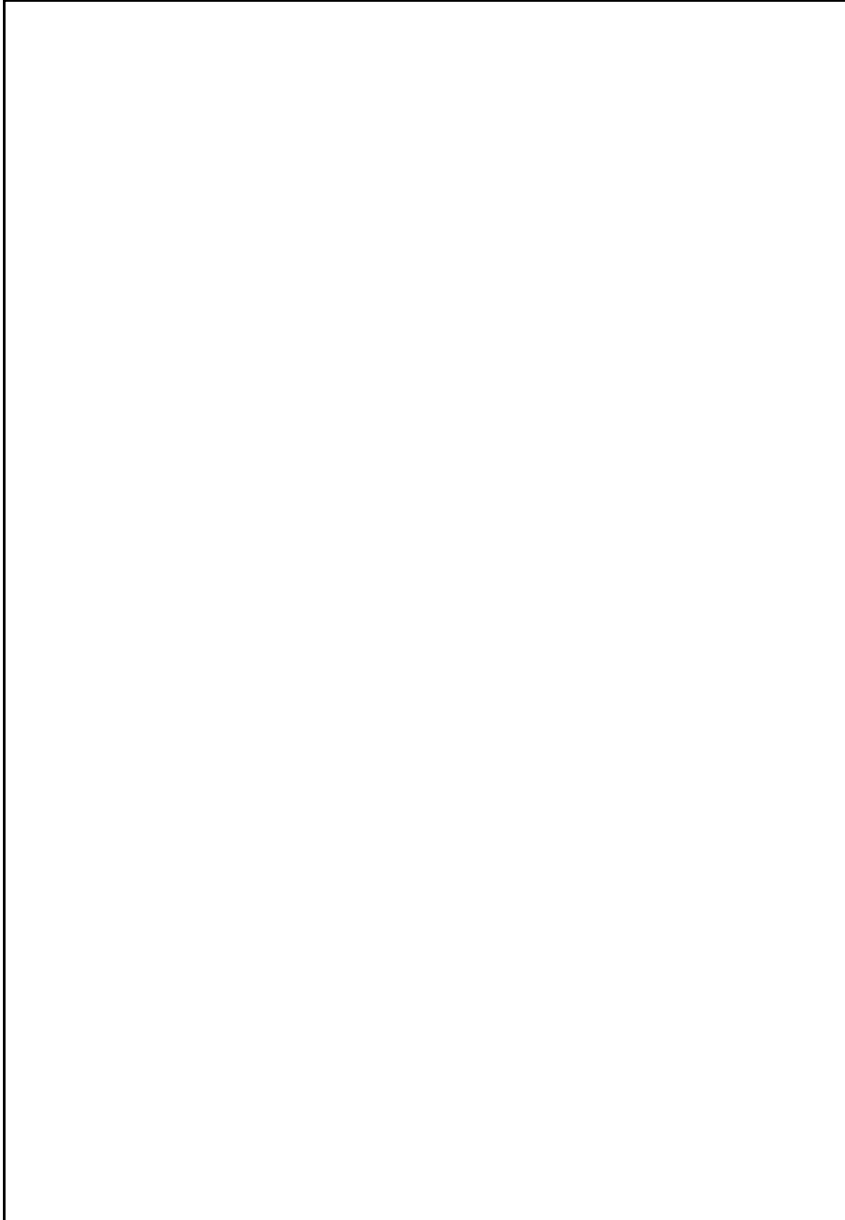
d. Latihan (Penugasan Kelas)

Buatlah survey berkaitan dengan AMDAL yang ada di daerahmu. Hasil survey tersebut susun menjadi sebuah artikel yang akan dipublish!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large empty rectangular box with a black border, intended for students to write their survey results or articles.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback. It occupies the majority of the page below the section header.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

PENCEMARAN ASAP LINTAS BATAS

**a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan
PencemaranAsap Lintas Batas:**

- Mampu menjelaskan defenisi pencemaran asap lintas batas
- Mampu menjelaskan penilaian kerangka hukum dan politik pencemaran asap lintas batas di ASEAN dan Indonesia

b. Materi Pembelajaran

Pencemaran Asap Lintas Batas

Pencemaran asap lintas batas adalah salah satu fenomena pencemaran udara yang terjadi akibat kebakaran hutan dan lahan gambut di satu daerah namun asapnya memasuki wilayah lain (lintas batas) karena terbawa oleh angin. Pencemaran asap lintas batas yang dibahas di dalam artikel adalah tentang pencemaran asap akibat kebakaran hutan dan lahan gambut di Indonesia yang asapnya mencapai Negara Singapura dan Negara Malaysia. Defenisi pencemaran asap dalam Perjanjian ASEAN tentang Pencemaran Asap Lintas Batas (AATHP) sebagai asap yang berasal dari kebakaran lahan dan/atau hutan yang menyebabkan kerusakan pada alam sekaligus membahayakan kesehatan manusia, mengancam sumber daya kehidupan, ekosistem dan properti materi dan merusak atau mengganggu kenyamanan dan pemanfaatan yang sah

lainnya terhadap lingkungan hidup. Lebih lanjut, pencemaran asap lintas batas diartikan sebagai asap yang secara fisik asalnya dari sebagian atau keseluruhan bagian wilayah hukum salah satu Negara anggota dan dipindahkan ke dalam wilayah hukum Negara anggota lain.

Pencemaran asap lintas batas biasanya terjadi pada musim kemarau di Indonesia, khususnya di wilayah Sumatera dan Kalimantan, dan menjadi gangguan tahunan bagi Negara-negara ASEAN. Pencemaran asap lintas batas telah menjadi salah satu permasalahan utama di ASEAN sejak pertama kali terjadi di tahun 1997 – 1998, bahkan semakin memburuk hingga pada tahun 2013 karena telah mencapai level yang membahayakan kesehatan manusia. Yang oleh karena itu ASEAN, negara-negara tetangga dan Pemerintah Indonesia mengeluarkan berbagai kebijakan bersama untuk mengatasinya. Kebijakan multi nasional dan kebijakan dalam negeri sendiri ini yang kemudian dibahas di dalam makalah ini melalui penilaian terhadap kerangka hukum nasional dan daerah dalam rangka mengatasi bencana alam tersebut. Makalah menyatakan bahwa pencemaran asap disebabkan oleh kegiatan manusia yang mengosongkan lahan dengan cara membakar lahan khususnya lahan gambut untuk pertanaman dan pertanian. Pembakaran lahan terkait erat dengan mata pencaharian masyarakat lokal dan strategi pembangunan (Tacconi, Jotzo & Garfton, 2006). Hal ini berarti pembakaran lahan tidak hanya dilakukan oleh industri pemegang ijin melainkan juga oleh masyarakat lokal. Penulisan makalah bertujuan untuk menilai pencemaran asap lintas batas pada dua tahap yaitu: 1) penilaian kelayakan kerangka hukum dan politik di ASEAN; dan 2) penilaian kelayakan kerangka hukum di Indonesia.

Penilaian Kerangka Hukum Dan Politik Di ASEAN

Langkah-langkah yang telah dilakukan oleh ASEAN untuk menanggapi pencemaran asap lintas batas antara lain:

- a. Rencana Kerjasama ASEAN tentang Pencemaran Asap pada tahun 1995 yang menghasilkan pembentukan Tim Satgas Asap pada tahun 1997 dan Rencana Aksi Asap ASEAN,
- b. Perjanjian ASEAN tentang Pencemaran Asap Lintas Batas pada tahun 2002,
- c. Kebijakan Nir Pembakaran ASEAN pada tahun 2003,
- d. Strategi Pengelolaan Lahan Gambut pada tahun 2006,
- e. Penyelenggaraan Diskusi Panel Para Ahli ASEAN di bidang Penilaian dan Koordinasi Asap dan Api pada tahun 2006.

Langkah-langkah di atas menyatakan bahwa pencemaran asap lintas batas adalah permasalahan lingkungan yang serius bagi kawasan ASEAN. Pertanyaannya adalah seberapa efektifkah langkah-langkah tersebut dalam penanggulangan pencemaran asap lintas batas? Deklarasi Singapura tahun 1992 menyatakan bahwa Negara ASEAN harus melanjutkan kerjasama di bidang perbaikan kualitas lingkungan, khususnya isu-isu pencemaran lintas batas, bencana alam, kebakaran hutan dan kampanye anti kayu tropis. Sayangnya, inisiatif kerjasama ini tidak menjelaskan secara detil tentang bagaimana cara mencapai penyelarasan standar kualitas lingkungan hidup antar Negara anggota. Tidak adanya aturan khusus yang mengatur langkah-langkah pencapaian kerjasama tersebut.

Dalam rangka kerjasama di bidang pencemaran asap lintas batas jangka pendek adalah mencegah segala jenis kegiatan manusia yang membakar hutan untuk produksi kayu dan pertanian ataupun untuk kepentingan perpindahan penduduk, melarang pembakaran biomasa dan mempromosikan pemanfaatan alternatif biomasa. Jangka panjangnya adalah kebijakan nir pembakaran. Lagi-lagi, kerjasama ini tidak efektif karena kejadian kebakaran hutan skala besar terjadi pada tahun 1997/1998, dan keberhasilan kerjasama ini sangat tergantung pada penerapannya di Negara-negara ASEAN. Di samping itu, kebijakan nir pembakaran hanya diberlakukan khususnya bagi industri kelapa sawit, bukan pada petani kecil. Kebijakan ini tidak efektif karena penerapannya sangat tergantung pada keadaan, vegetasi, sumber daya dan kebijakan masing-masing industri.

Langkah lain yang dilakukan adalah strategi dan rencana aksi pengelolaan lahan gambut secara berkelanjutan di kawasan ASEAN yang disebut Inisiatif Pengelolaan Gambut ASEAN (APMI) pada tahun 2005. Strategi ini fokus pada empat tujuan yaitu: (1) peningkatan kesadaran dan pengetahuan tentang gambut; (2) penanggulangan pencemaran asap lintas batas dan kerusakan lingkungan, (3) mempromosikan pengelolaan gambut secara berkelanjutan; dan (4) peningkatan dan promosi kerjasama kolektif ASEAN pada isu-isu gambut. Akan tetapi, strategi dan rencana aksi ini tidak menyusun aturan-aturan atau kebijakan khusus tentang fungsi gambut dan opsi-opsi khusus dalam pengelolaan gambut yang berkelanjutan akibat kurangnya pengetahuan tentang kerumitan ekologis

sistem gambut dan kegagalan memahami pentingnya fungsi ekologis gambut.

Penilaian Kerangka Hukum Di Indonesia

Di sisi lain, pemerintah Indonesia menanggapi kebakaran hutan secara tidak utuh karena sifatnya sektoral dan cenderung reaktif serta tidak menyentuh akar permasalahan kebakaran hutan. Pemerintah Indonesia tidak membuat peraturan khusus tentang gambut dan lahan basah meskipun Indonesia telah mensahkan Konvensi Lahan Basah bagi Kepentingan Internasional terutama bagi habitat unggas air. Ada beberapa kebijakan yang telah dibuat oleh pemerintah Indonesia tentang pemanfaatan gambut dan lahan basah namun penerapannya masih saling tumpang tindih antara kebijakan satu kementerian dengan kebijakan kementerian lainnya. Misalnya KepMenLH No. 5/2000 tentang Panduan Penilaian Dampak Lingkungan terhadap pembangunan di lahan basah tumpang tindih dengan PerMenTan No. 14/2009 yang mengatur pemanfaatan gambut untuk pertanaman kelapa sawit. Tumpang tindih kebijakan juga terjadi antara kebijakan pemerintah pusat dengan pemerintah daerah.

Desentralisasi yang semula dilakukan supaya pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan dapat dilakukan secara lokal, namun pemerintah daerah lebih mengutamakan pertumbuhan ekonomi daerah jangka pendek dengan mengeksploitasi sumber daya alam daripada upaya-upaya perlindungan lingkungan hidup sehingga semakin membuat kerusakan lingkungan hidup. Kegagalan Indonesia mengelola sumber daya alamnya juga disebabkan

oleh kurangnya peran serta masyarakat lokal. Penguatan masyarakat sipil di bidang pengelolaan lingkungan hidup sangat sulit dilakukan ketika masyarakat tersebut tidak dapat mengakses sumber daya alam. Pengakuan hak-hak masyarakat lokal pun menjadi penyebab utama terjadinya pelanggaran secara terus menerus di bidang kehutanan yaitu penggundulan dan pembakaran hutan.

Ulasan Kritis

Artikel secara detil telah menjelaskan tentang langkah-langkah kerjasama yang dilakukan oleh Negara ASEAN untuk menanggulangi pencemaran asap lintas batas. Artikel juga menguraikan penilaian-penilaian terhadap semua langkah kerjasama tersebut, baik dari sisi keberhasilannya sampai pada kegagalan penerapan langkah kerjasama tersebut. Lebih lanjut, artikel secara detil juga telah menguraikan kebijakan dan peraturan pemerintah Indonesia untuk mengelola gambut dan lahan basah dalam rangka menanggulangi pencemaran asap yang disebabkan oleh aktifitas pembakaran lahan, khususnya lahan gambut. Uraian tentang kebijakan dan peraturan di Indonesia terkait gambut dan lahan basah juga detil baik dari sisi keunggulan maupun kelemahannya. Namun, sesuai dengan judul yaitu Sebuah Penilaian Kelayakan Kerangka Hukum Nasional dan Daerah di Indonesia, urutan penulisan dalam artikel ini tidak berurutan. Mestinya penulisan dimulai dengan kondisi pengelolaan yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia lalu dikaitkan dengan pola kebijakan yang diberlakukan di kawasan ASEAN.

Tujuannya adalah supaya pembaca dapat menangkap dengan mudah tentang gambaran kerangka hukum di Indonesia baik pada level nasional dan daerah di dalam pola kebijakan Negara ASEAN dalam rangka penanggulangan pencemaran asap lintas batas. Artikel belum menjelaskan secara detil tentang kondisi-kondisi khusus yang menyebabkan gagalnya pengelolaan gambut dan lahan basah secara berkelanjutan di Indonesia, misalnya tentang kurangnya peran serta masyarakat lokal. Artikel hanya menyebutkan bahwa kurangnya peran serta masyarakat lokal dalam pengelolaan lingkungan hidup sulit dilakukan ketika masyarakat tersebut tidak dapat mengakses sumber daya alam. Padahal kesulitan terjadi terutama akibat tidak adanya pengakuan Negara terhadap praktek-praktek yang dilakukan oleh masyarakat lokal dalam pelestarian lingkungan hidup (kearifan lokal). Namun, keadaan ini tidak tertulis di dalam artikel.

Artikel sebenarnya dapat menawarkan beberapa rekomendasi dalam pencapaian keberhasilan penilaian terhadap kerangka hukum di Indonesia terkait pencemaran asap lintas batas di kawasan ASEAN, namun penulis tidak melakukannya. Secara garis besar, makalah ini menilai bahwa kerangka kebijakan baik di tingkat ASEAN maupun di Indonesia sendiri belumlah cukup. Pendapat utama dalam makalah adalah baik kerangka kebijakan, aturan, regulasi hingga implementasinya tidak menyentuh pokok masalah kenapa kebakaran hutan dan lahan gambut terjadi. Penulis merujuk kepada studi kasus di China dan India (dapat dilihat pada hal 233) yang menyebutkan bahwa penyebab pembakaran hutan dan lahan gambut adalah tidak

berjalannya pengelolaan sumberdaya, konflik kepemilikan tanah, kapitalisme pada sektor kehutanan, pembangunan yang tidak sehat, ilegal *logging*, dan korupsi pada seluruh tingkatan Pemerintah. Kami sebelum menyatakan setuju kepada pendapat tersebut, terlebih dahulu, kami mengkritisi bahwa rujukan tersebut diambil dari studi kasus yang berlangsung di China dan India, bukan Indonesia. Padahal seharusnya, dalam membahas kejadian luar biasa yang terjadi di Indonesia, penulis seharusnya merujuk pada studi kasus di Indonesia sendiri terkait sumber pencemaran udara akibat kebakaran hutan dan lahan gambut, dan menarik kesimpulan dari rujukan terkait dengan menyimpulkan benang merah secara *timeseries* kasus yang dipublikasikan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Hal yang sama juga kami kritisi pada bagian pembahasan kebijakan di tingkat ASEAN. Pernyataan-pernyataan yang dirujuk seluruhnya berasal dari pengamat dan lembaga luar negeri. Padahal, pernyataan dari Pemerintah Indonesia lah yang menjadi pokok pembahasan karena Indonesia merupakan negara penghasil kabut asap tersebut. Presiden Susilo Bambang Yudhoyono pada Konferensi G-20 di Amerika Serikat tahun 2008 pernah berjanji akan menurunkan emisi karbon dari deforestasi hingga 50% pada akhir tahun 2008. Namun yang terjadi justru, Pemerintah Indonesia justru menarik larangan penggunaan lahan gambut bagi perkebunan kelapa sawit dan mengizinkan perusahaan bubur kayu untuk menebang hutan asli, yang akibatnya hingga 2 juta hektar lahan gambut telah dikonversi menjadi perkebunan sawit. Penulis kemudian pada halaman 234 menyatakan bahwa Pemerintah

Indonesia belum komprehensif dalam penanganan kebakaran lahan karena masih bersifat sektoral dengan pendekatan yang reaktif dan bersifat represif. Kami menyetujui pendapat ini. Penanganan yang bersifat sektoral yang dikemukakan dalam makalah yaitu upaya Pemerintah di Indonesia masih berjalan sendiri-sendiri pada tingkat horisontal dan vertikal dalam penanganan kebakaran hutan. Kementerian mengeluarkan pendapat dan aturan regulasinya masing-masing yang sering saling tumpang tindih. Pada halaman 237 penulis menyatakan bahwa UU No 41/1999 tentang Kehutanan mengatur perlindungan kawasan hutan tumpang tindih dengan UU No 32/2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dalam penjelasannya tentang kearifan lokal justru membenarkan pembukaan lahan dengan membakar hingga seluas 2 hektar. Tumpang tindih kebijakan juga terjadi antara kebijakan pemerintah pusat dengan pemerintah daerah. Seharusnya pemerintah pusat mampu menetapkan langkah-langkah yang tepat untuk mendorong desentralisasi semakin melakukan upaya-upaya perlindungan lingkungan hidup sehingga kerusakan lingkungan hidup dapat dikendalikan.

Dua contoh tumpang tindih peraturan perundangan tersebut merupakan bukti yang kemudian sering digunakan oleh pelaku pembakaran hutan untuk lolos dari jeratan hukum di tingkat pengadilan. Terkait dengan hal ini, pemerintah pusat seharusnya menjadi jembatan solusi bagi persoalan tumpang tindih yang terjadi.

c. Rangkuman

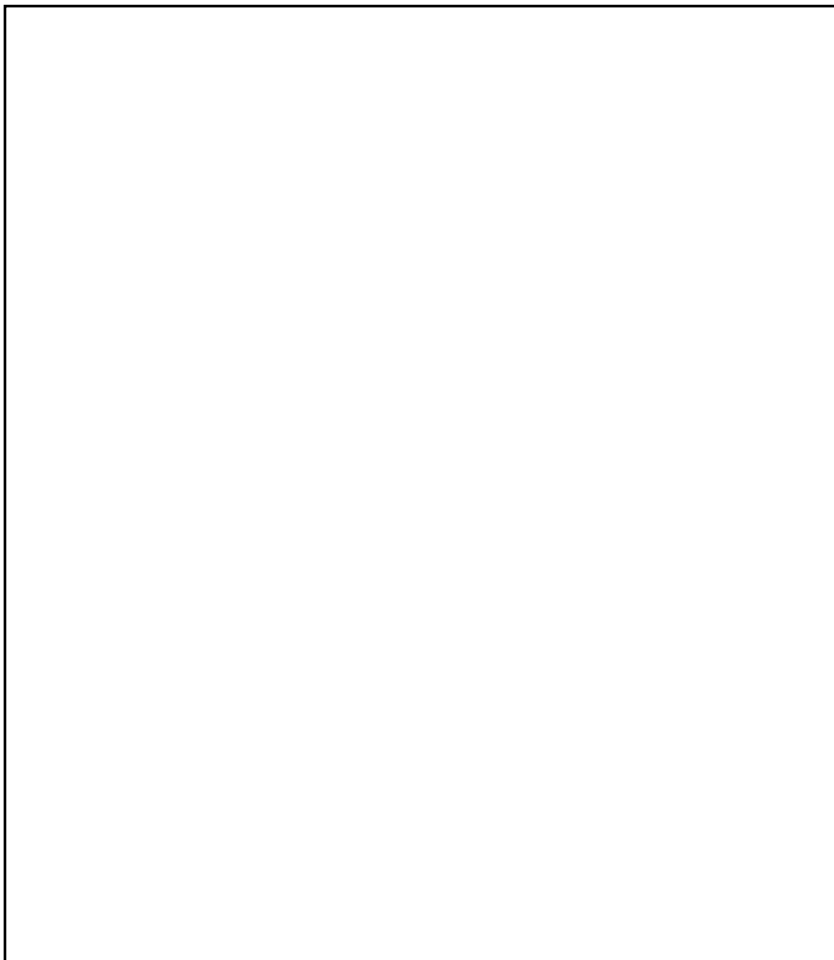
Lingkungan merupakan aspek penting dalam menjalani sebuah kehidupan. Lingkungan yang sehat dan berkualitas menopang kehidupan yang juga berkualitas. Sayangnya, dalam realita masa kini, lingkungan yang sehat dan berkualitas sangat sulit didapatkan. Kerusakan bumi semakin tahun semakin parah dan berdampak secara global. Pencemaran lintas batas merupakan suatu contoh kerusakan lingkungan yang kemudian berdampak besar bukan hanya di suatu negara saja. Sebagai suatu bentuk pencemaran lingkungan yang bersifat transnasional, selain memberikan dampak terhadap kesehatan dan kelayakan ekosistem udara pada tingkat lokal dan nasional, kabut asap yang dihasilkan dari kebakaran/pembakaran hutan/lahan di Indonesia juga telah berdampak pada kelangsungan hidup dan kegiatan ekonomi pada sebagian negara lain dalam lingkup regional ASEAN. Kabut asap ini menjadi masalah nasional dan ASEAN karena menimbulkan pencemaran asap lintas batas di negara-negara tetangga (Transboundary Pollution) yang di atur dalam ASEAN Agreement on Transboundary Haze Pollution (AATHP) Tahun 2002. Oleh karena banyaknya dampak negatif yang timbul akibat pencemaran asap lintas batas, maka pencemaran asap lintas batas harus dicegah. Dalam hal mencegah terjadinya pencemaran lintas batas, dikenal berbagai prinsip hukum lingkungan internasional yang juga tercantum dalam berbagai aturan Hukum Lingkungan Internasional.

d. Latihan (Penugasan Kelas)

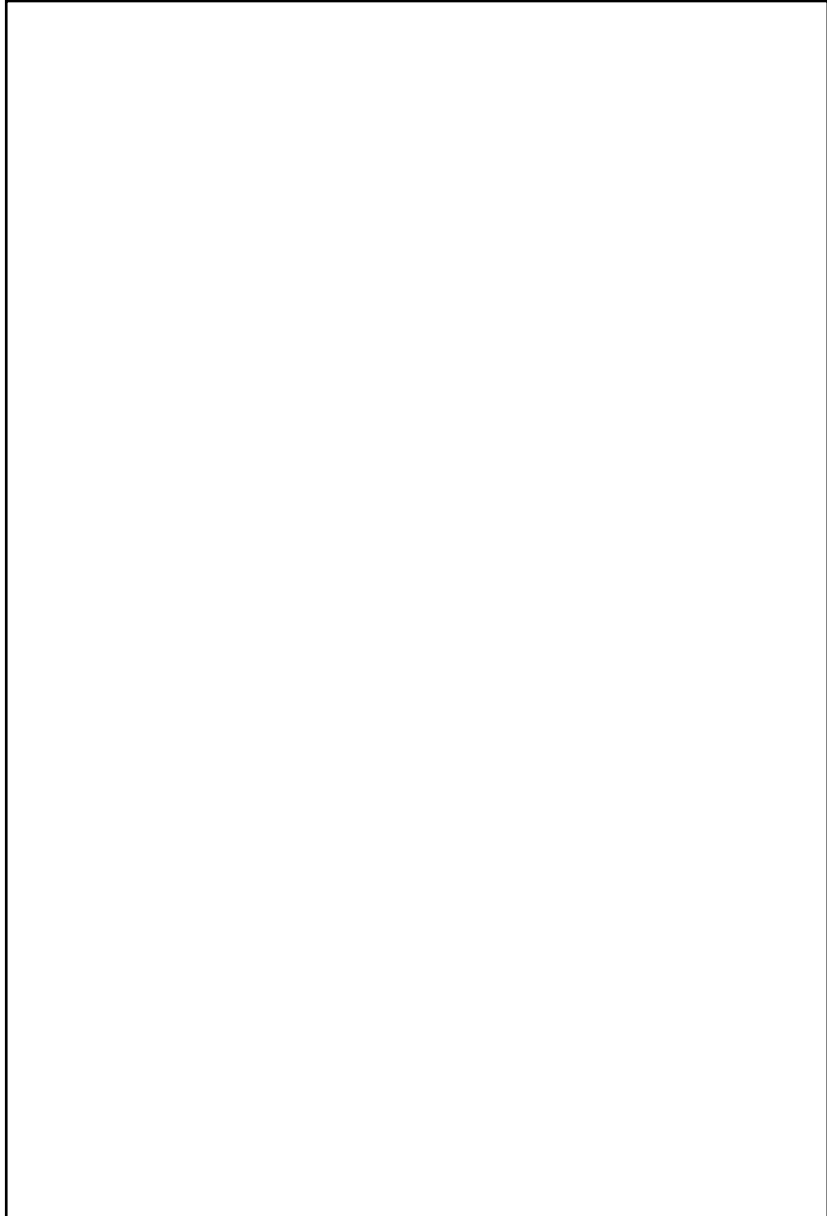
Kita sebagai generasi penerus bangsa berkontribusi penuh terhadap keberlangsungan kehidupan di bumi. Dengan

segala permasalahan pencemaran asap lintas batas yang terjadi yang diakibatkan oleh ulah manusia. Menurut kamu, seberapa besar peran pemerintah dalam mengatasi kelakuan-kelakuan manusia yang berdampak besar pada pencemaran asap lintas batas ini?

e. Evaluasi Pembelajaran

A large empty rectangular box with a black border, intended for the evaluation of the learning process.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback. It occupies the majority of the page below the section header.

PENUTUP

RANGKUMAN MODUL

1. Toksisitas adalah kemampuan suatu racun untuk menimbulkan kerusakan apabila masuk kedalam tubuh dan lokasi organ yang rentan terhadapnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar toksik suatu zat yaitu spesies yang diuji; cara racun memasuki tubuh; frekuensi dan lamanya paparan; konsentrasi zat pemapar; bentuk, sifat kimia/fisika zat pencemar; dan kerentanan berbagai spesies terhadap pencemaran.
2. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) adalah kajian mengenai dampak besar dan penting suatu usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan pada lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan di Indonesia. AMDAL dibuat saat perencanaan suatu proyek yang diperkirakan akan memberikan pengaruh terhadap lingkungan hidup di sekitarnya. Lingkungan hidup yang dimaksud adalah aspek abiotik, biotik, dan kultural.
3. Pencemaran asap lintas batas adalah salah satu fenomena pencemaran udara yang terjadi akibat kebakaran hutan dan lahan gambut di satu daerah namun asapnya memasuki wilayah lain (lintas batas) karena terbawa oleh angin. Pencemaran asap lintas batas biasanya terjadi pada musim kemarau di Indonesia, khususnya di wilayah Sumatera dan Kalimantan, dan menjadi gangguan tahunan bagi Negara-negara ASEAN.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhiansyah, A. (2016). Konsekuensi Hukum Bagi Indonesia Tentang Pengendalian Pencemaran Asap Lintas Batas Pasca Ratifikasi Asean Agreement On Transboundary Haze Pollution. *Perspektif*, 21(1), 11-22.
<https://portal.bangkabaratkab.go.id/content/proses-analisa-mengenai-dampak-lingkungan-amdal-0>
- Juniatmoko, R., Arifien, Y., Siahaya, A. N., Fahmi, A., Herniwanti, H., Kurnianingsih, O., ... & Hidana, R. (2023). ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN (AMDAL).
- Purnama, S. G., & Purnama, I. G. H. Diktat Kuliah Toksikologi Lingkungan Pariwisata.
- Rohani, S., Arsyad, G., Sjahriani, T., Poetra, R. P., Ladyani, F., Hudiah, A., ... & Buamona, S. A. M. (2023). Dasar–Dasar Kesehatan Lingkungan. *Penerbit Tahta Media*.
- Sulistiyowati, S. (2006). Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Amdal) Dalam Pengelolaan Sampah Kota (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- WILLY, H. (2015). Prinsip Tanggung Jawab Negara Dalam Pencemaran Asap Lintas Batas Di Tinjau Dari Asean Agreement On Transboundary Haze Pollution Tahun 2002 Dan Hukum Nasional (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- WIRASUTA, R. I. M. (2018). Tanggung Jawab Negara Atas Pencemaran Udara (Asap) Lintas Batas Wilayah Negara Akibat Kebakaran Hutan Di Indonesia Terhadap Negara-Negara Tetangga (Doctoral Dissertation, Fakultas Hukum Universitas Pasundan).

MODUL 6

PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM DAN PEMBANGUNAN LINGKUNGAN

Deskripsi pokok bahasan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Pembangunan Lingkungan

Modul ini membahas berkaitan dengan pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan dalam kehidupan sehari-hari yang sangat perlu kita alami. Dinamika desentralisasi dalam sektor sumber daya alam, khususnya sektor kehutanan, telah mencatat beberapa kelemahan antara lain: 1) pengelolaan sumber daya alam yang tidak mumpuni oleh daerah, 2) pemerintah daerah saling berebut kesempatan untuk mengeksploitasi hutan yang ada di daerahnya sehingga pola pemerintahan daerah tidak beraturan dan tidak sesuai dengan perencanaannya sehingga alokasi perijinan kayu berantakan, keuntungan tidak proporsional antar elit daerah, dan kegagalan proses reinvestasi hutan; 3) kerangka hukum yang tidak konsisten menyebabkan pembagian kerja antar lembaga pemerintah menjadi tidak jelas dan saling berebut kewenangan dalam pengelolaan sumber daya alam; 4) hilang atau lemahnya unsur penting dalam sistem perimbangan nasional dan akuntabilitas pemerintah daerah baik ke atas maupun ke bawah. Materi pokok pada modul 6 ini adalah pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan yang dibagi menjadi 3 sub materi pokok yaitu: Energi, Pengelolaan lingkungan dan Pembangunan lingkungan.

Capaian Pembelajaran

Capaian yang diharapkan pada modul 6 ini adalah mahasiswa memahami, mentransfer pengetahuan dan mengkomunikasikan terkait konsep-konsep kimia bahan alam dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Kemampuan Akhir

Mahasiswa mampu mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan, dan kimia bahan alam.

Kegiatan Mahasiswa

Mahasiswa memahami, mentransfer pengetahuan dan mengkomunikasikan terkait konsep-konsep kimia bahan alam dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Kegunaan Modul

Pembahasan dalam bab ini fokus pada pengaturan kawasan hutan, menguji apakah desentralisasi mempunyai cara-cara yang mendasar untuk mengelola ekologi yang rentan pada pulau-pulau terluar Indonesia. Ada tiga alasannya yaitu: 1) dari perspektif konservasi, 2) kawasan hutan Negara tetap menjadi salah satu sumber ekonomi yang penting 3) hutan dan lahan gambut Indonesia mempunyai potensi peran penting dalam pencegahan perubahan iklim (lahan gambut mengandung karbon yang sangat tinggi dan menjadi sumber utama emisi karbon ketika dibersihkan dan dikeringkan, hutan Indonesia mencakup 20 juta hektar lahan gambut yang menjadi pusat perhatian internasional sebagai salah satu target konservasi).

Materi Pokok dan Sub Materi pokok

Materi Pokok	Sub materi Pokok
Energi	Defenisi energi
	Hukum termodinamika
Pengelolaan lingkungan	Pengelolaan sampah tidak terbatas
	Pengelolaan sampah di Indonesia
Pembangunan lingkungan	Kebijakan perlindungan Kawasan hutan
	Pembangunan berkelanjutan
	Contoh aplikasi Pembangunan berkelanjutan

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

ENERGI

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Energi:

- Mampu menjelaskan definisi energi
- Mampu menjelaskan hukum termodinamika

b. Materi Pembelajaran

Defenisi Energi

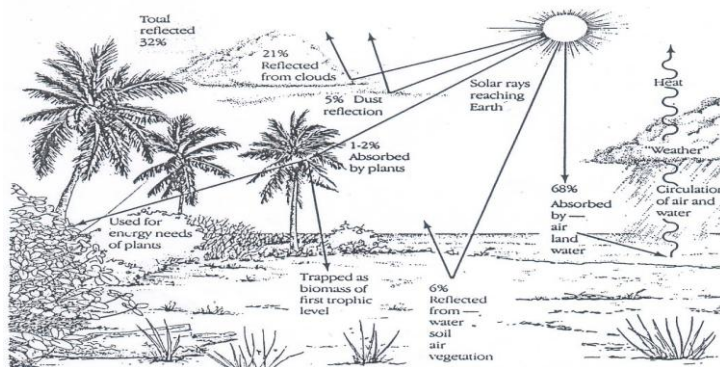
Energi berasal dari berbagai macam bentuk seperti dari panas, cahaya, bunyi, listrik, batubara, minyak, bensin, gas alam, uap, angin, air, dan reaksi nuklir. Satu hal umum dari semua bentuk energi ini adalah kemampuan dan kapasitas kerja, sehingga energi didefinisikan sebagai kapasitas kerja. Para fisikawan mengemukakan bahwa pekerjaan dibentuk ketika sesuatu dipaksa bergerak, contoh pada saat sebuah kotak didorong di sepanjang jalan gedung besar menggambarkan kerja sedang dibentuk. Mengapa kita berpikir bahwa batubara atau minyak, misalnya, mempunyai energi? Setumpuk batubara tidak melakukan pekerjaan, tetapi mempunyai kapasitas kerja. Panas yang dihasilkan oleh pembakaran batubara dapat digunakan untuk menyalakan mesin uap, dalam hal ini, batubara menghasilkan energi potensial. Kerja dapat dibentuk oleh pelepasan energi potensial yang terjadi ketika ikatan kimia di dalam batubara terputus.

Sesuatu yang bergerak, seperti mobil yang sedang berpindah atau pesawat terbang atau kereta api, juga mempunyai kapasitas kerja dan menghasilkan energi kinetik atau energi pergerakan. Energi kinetik ini dapat terjadi pada ayunan sebuah palu besar yang mempunyai pegangan panjang (sledgehammer) ketika memukul paku panjang rel kereta api, sehingga paku tertancap ke dalam tanah dan membentuk kerja. Semua bentuk energi tersebut mengikuti hukum-hukum dasar yang disebut Hukum Termodinamika. Pemahaman yang baik terhadap hukum-hukum ini akan membantu kita untuk memahami ekologi dan juga banyak masalah lingkungan kita.

Hukum Termodinamika

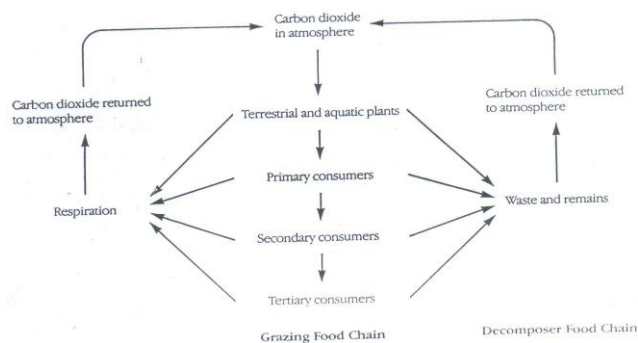
Hukum termodinamika adalah hukum yang sangat penting dalam aliran energi. Hukum ini terdiri atas dua hukum yaitu Hukum Termodinamika Pertama atau Hukum Kekekalan Energi dan Hukum Termodinamika Kedua. Hukum termodinamika pertama sering disebut Hukum Kekekalan Energi yang secara sederhana menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan ataupun dihancurkan, tetapi hanya diubah dari satu bentuk ke bentuk lain. Telaahan yang lebih mendalam lagi adalah sebagai berikut. Pertama, hukum ini mengatakan bahwa kita tidak dapat menciptakan energi. Semua energi yang kita gunakan pasti berasal dari sumber-sumber yang ada, misalnya, tanaman membuat energi dari cahaya matahari. Tanaman hanya menyerap sebagian kecil cahaya matahari. Distribusi radiasi cahaya matahari yang jatuh ke permukaan bumi digambarkan oleh Gambar 1.

Gambar 1. Distribusi Radiasi Cahaya Matahari yang Jatuh ke Permukaan Bumi



Proses transformasi energi sinar matahari oleh tumbuhan berklorofil menjadi energi potensial dalam makanan berlangsung menurut keadaan, meskipun energi yang diserap sangat kecil, namun sebagian atau seluruhnya tidak mungkin dapat dimusnahkan. Proses transformasi energi sinar matahari oleh tumbuhan berklorofil melalui siklus karbon dalam fotosintesis dan respirasi digambarkan oleh Gambar 2.

Gambar 2. Transformasi Energi Sinar Matahari oleh Tumbuhan Berklorofil dalam Proses Fotosintesis dan Respirasi (Chiras, 1985)



Hukum ini juga mengatakan bahwa energi tidak dapat dihancurkan, melainkan diubah menjadi panas dan energi mekanik, misalnya pembakaran kayu bakar di perapian menghasilkan cahaya yang menerangi ruangan di sekitarnya dan melepas panas untuk menaikkan suhu ruangan. Panas adalah salah satu produk limbah dan energi mekanik untuk mendorong mobil sepanjang jalan. Energi juga mungkin diubah untuk menghasilkan limbah panas akibat gesekan, sehingga panas yang dihasilkan oleh mobil sama dengan jumlah energi yang dilepas oleh bahan bakar tersebut. Hukum termodinamika kedua menjelaskan apa yang terjadi pada energi ketika energi diubah dari satu bentuk ke bentuk lain. Hukum ini secara sederhana menyatakan bahwa energi didegradasi pada saat dia berubah bentuk, atau dengan kata lain, energi berubah dari energi yang berkonsentrasi tinggi menjadi energi yang berkonsentrasi rendah selama transformasi terjadi.

Energi matahari yang dipancarkan ke permukaan bumi hanya sedikit yang mengalami fiksasi dalam tumbuhan hijau yaitu 2-3% sebagai energi potensial dalam bentuk energi makanan, dan selebihnya dipancarkan dalam bentuk panas yang terpecah di sekitar tumbuhan, dalam ekosfer dan biosfer. Energi potensial dalam bentuk energi makanan ini mengalami langkah pemindahan yang selalu disertai oleh pemencaran energi sebagai energi yang tak termanfaatkan dari satu organisme ke organisme lain, yang tergambar oleh Gambar 2. Hal tersebut terjadi karena semua perubahan yang menghasilkan energi tidak berlangsung 100% efisien, oleh karena itu, hukum termodinamika kedua disebut juga Hukum Entropi (Soerjani, 2002). Entropi adalah suatu keadaan di

mana sejumlah energi dalam suatu sistem yang tidak berpotensi melakukan kerja untuk menyebabkan perubahan kualitas sistem yang dianggap sebagai limbah. Hal ini memberi pengertian bahwa hukum termodinamika kedua juga menghasilkan Hukum Negentropi yaitu entropy negatif (sebagian energi terbuang ke luar sistem pada setiap proses transformasi).

c. Rangkuman

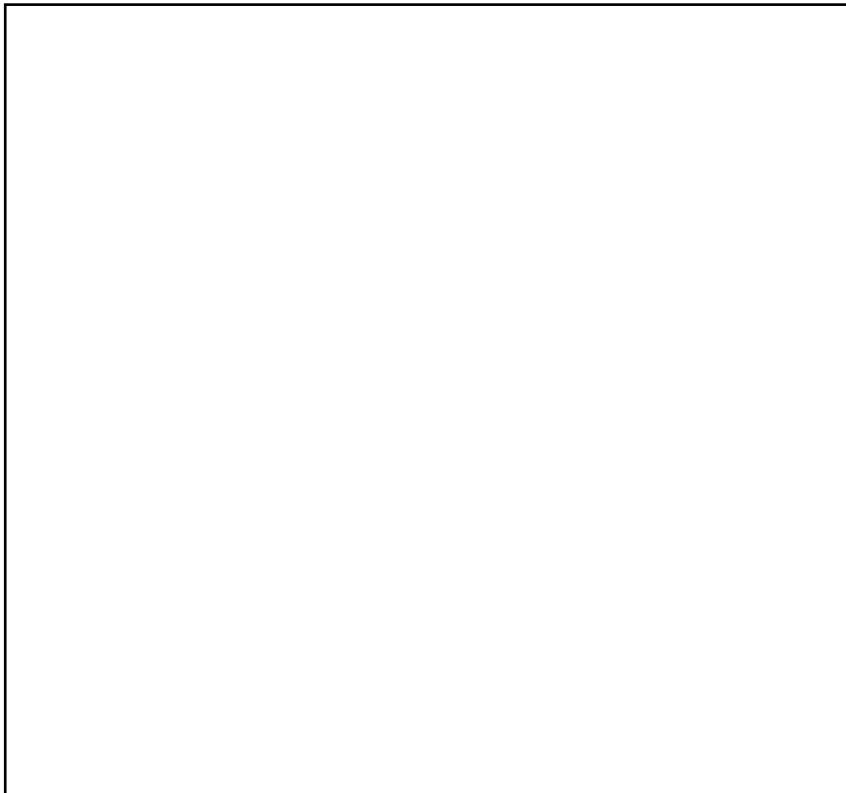
Dinamika desentralisasi dalam sektor sumber daya alam, khususnya sektor kehutanan, telah mencatat beberapa kelemahan. Pembahasan dalam bab ini fokus pada pengaturan kawasan hutan, menguji apakah desentralisasi mempunyai cara-cara yang mendasar untuk mengelola ekologi yang rentan pada pulau-pulau terluar Indonesia. Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan alam yang melimpah, meliputi kekayaan alam tak terbarukan maupun kekayaan alam terbarukan. Kekayaan alam tak terbarukan yang dimiliki Indonesia meliputi sumber daya berbasis fosil serta kekayaan alam terbarukan. Dengan demikian, Indonesia sangat diuntungkan dalam hal persediaan sumber energi. Tanpa adanya energi, maka kehidupan manusia tidak akan dapat berjalan sebagaimana mestinya. Oleh sebab itu, Negara menyadari pentingnya penggunaan dan pemanfaatan sumber energi dengan berlandaskan pada pengelolaan sumber daya alam berkelanjutan. Energi berasal dari berbagai macam bentuk seperti dari panas, cahaya, bunyi, listrik, batubara, minyak, bensin, gas alam, uap, angin, air, dan reaksi nuklir. Satu hal umum dari semua bentuk energi ini adalah kemampuan dan

kapasitas kerja, sehingga energi didefinisikan sebagai kapasitas kerja.

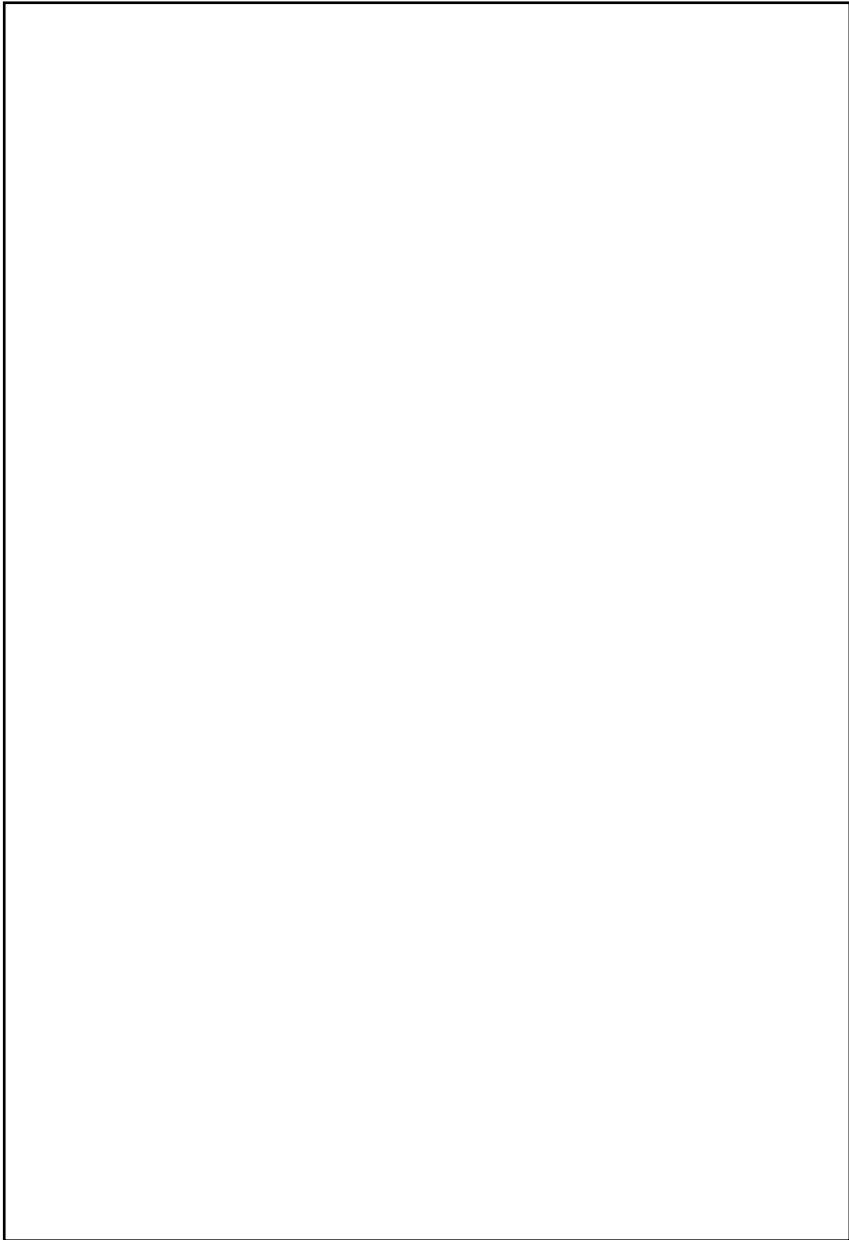
d. Latihan (Penugasan Kelas)

Indonesia kaya akan sumber daya alam, salah satunya sumber daya energi. Berikan pendapat kamu tentang pengelolaan sumber daya alam terlebih sumber daya energy di Indonesia!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large empty rectangular box with a black border, intended for student evaluation or reflection.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

PENGELOLAAN SAMPAH DI NEGARA BERKEMBANG

**a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan
Pengelolaan Sampah di Negara Berkembang:**

- Mampu menjelaskan pengelolaan sampah tidak terbatas
- Mampu menjelaskan pengelolaan sampah di Indonesia

b. Materi Pembelajaran

Pengelolaan Sampah Tidak Terbatas

Pengelolaan sampah tidak terbatas pada tindakan pengurangan jumlah sampah yang dibuang ke tempat penampungan akhir (TPA), melainkan secara lebih luas, pengelolaan sampah mencakup perencanaan, pengolahan (3R), pembinaan dan pemasaran produk-produk komersil yang dihasilkan dari proses pengolahan 3R sampah. Pengelolaan sampah di negara berkembang masih mengalami kendala terutama akibat tidak adanya sistem pengelolaan yang terpadu sehingga timbulan sampah meningkat mengikuti tren peningkatan jumlah penduduk dan aktifitasnya. McAllister (2015) menyatakan jika setiap orang memproduksi sampah sebanyak 2,5 kg per hari dan dalam satu daerah terdapat 15 juta jiwa penduduk, maka dalam satu hari akan terjadi produksi sampah sebesar 37.500 ton per hari. Produksi sampah yang tidak dikelola akan menimbulkan permasalahan terkait kesehatan lingkungan dan konflik sosial. Studi kasus di wilayah perkotaan di India bahwa umumnya masyarakat membakar sampahnya (setiap

dua minggu sekali) padahal pembakaran sampah adalah pelanggaran. Pelanggaran tersebut terus terjadi karena masyarakat tidak mempunyai pilihan untuk mengurangi sampah akibat terbatasnya atau tidak tersedianya lokasi penampungan sampah (Narayana, 2009).

Permasalahan sampah di Nairobi dan beberapa daerah di Afrika Timur disebabkan oleh pembuangan sampah yang dilakukan di satu daerah dataran rendah yang berada diluar wilayah perkotaan (Troschinetz and Mihelcic, 2009). Keadaan menjadi lebih buruk pada lokasi pembuangan tersebut khususnya terkait sanitasi yang berdampak pada kualitas air tanah dan air permukaan. Timbulan sampah dari tempat pembuangan tersebut sering mengalir ke badan air terutama ketika terjadi genangan pada musim penghujan. Lebih lanjut, Zhu *et.al* (2008) menyebutkan bahwa permasalahan sampah di negara berkembang berkaitan dengan persoalan kurangnya pendanaan, sumber daya manusia, dan infrastruktur. Dengan demikian, dapat dijabarkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi permasalahan sampah di negara berkembang mencakup (1) budaya, pendidikan, dan ekonomi mikro; (2) infrastruktur, sistem sosial, dan teknologi; (3) kebijakan, kelembagaan dan ekonomi makro; (4) sistem pengelolaan sampah terpadu (Oteng-Ababio, 2011).

Pengelolaan Sampah di Indonesia

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang masih terus mengalami kendala dalam pengelolaan sampah yang dihasilkan oleh penduduk yang jumlahnya 251,5 juta jiwa pada tahun 2013. Kendala tersebut terutama disebabkan oleh absennya sistem pengelolaan yang terpadu mulai dari hulu ke hilir dan kurangnya kesadaran untuk mengelola sampah secara mandiri baik di tingkat individu maupun di tingkat rumah tangga. Penelitian McAllister (2015) menyatakan bahwa sistem pengelolaan sampah yang terpadu sangat penting untuk membangun partisipasi aktif yang efektif sebagai solusi atas permasalahan sampah sebagai bagian dari limbah padat perkotaan. Lebih lanjut, McAllister menjelaskan bahwa masyarakat negara berkembang mempunyai persamaan dalam masalah sampah yaitu (1) terjadinya kesenjangan antara sikap dan perilaku; (2) kurangnya pendidikan dan kesadaran; dan (3) terdapat pilihan yang dibenturkan dengan reaksi yaitu ketika ada tindakan, hasilnya harus segera terlihat nyata.

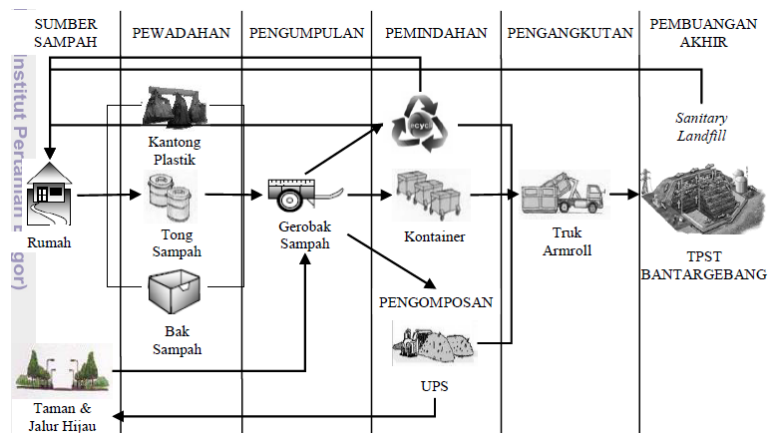
Indonesia adalah negara yang mempunyai keanekaragaman budaya yang tinggi dan unik untuk masing-masing daerah, sehingga ketika terjadi migrasi penduduk dari satu daerah ke daerah lain, pada saat yang bersamaan tersebut harus ada mekanisme adaptasi budaya untuk menciptakan keadaan yang harmonis dalam kehidupan masyarakat yang majemuk. Kemajemukan masyarakat ini sangat kental dalam kehidupan perkotaan, salah satunya di Kota Jakarta Timur yang menjadi bagian dari ibukota Negara Kesatuan Republik Indonesia. Indonesia melalui Undang-undang No. 8 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menjabarkan bahwa

pengelolaan sampah bertujuan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber daya (Pasal 4). Khusus untuk sampah rumah tangga dan sejenis sampah rumah tangga, UU tersebut menjabarkan bahwa pengelolaannya mencakup pengurangan sampah dan penanganan sampah (Pasal 19).

Contoh Pengelolaan Sampah di Cipinang Elok, Indonesia

Pengelolaan sampah berbasis masyarakat di Cipinang Elok mencakup tiga tahapan yaitu: (1) pewadahan sampah; (2) pengumpulan dan pengangkutan; (3) pemindahan dan pengolahan; (4) pengangkutan dan pembuangan akhir. Tahapan pengelolaan sampah berbasis masyarakat di Cipinang Elok disajikan dalam Gambar 1.

Gambar 1. Tahapan Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat di Cipinang Elok (Khairunisa, 2011)



Pewadahan sampah dibagi menjadi tiga macam yaitu (1) menggunakan plastik yang digantung di pagar rumah; (2) menggunakan kaleng-kaleng bekas atau barang bekas yang diletakkan di depan rumah; dan (3) membangun wadah permanen yang terbuat dari semen di depan rumah. Pengumpulan dan pengangkutan sampah dari setiap rumah dilakukan oleh lima belas petugas pengumpul dengan menggunakan 15 unit gerobak sampah, yang masing-masing petugas dilengkapi satu unit gerobak sampah dan bertugas untuk melayani satu RT. Selanjutnya pemindahan dan pengolahan dilakukan oleh tiga orang pemulung tetap dari rumah warga ke TPS. Sampah anorganik yang memiliki nilai jual akan dipisahkan dan dijual ke penadah, sedangkan sampah yang tidak mempunyai nilai jual dipindahkan ke dalam kontainer. Si pemulung akan membawa sampah organik terolah yang ditemukan dalam proses pemilahan ke UPS Mutu Elok dan dilanjutkan untuk disortir dan diolah oleh petugas. Pengelolaan sampah berbasis masyarakat di Cipinang Elok disebut sebagai UPS Mutu Elok. UPS Mutu Elok memberi manfaat ekonomi bagi masyarakat yang berasal dari manfaat kompos yang dijual sebagai produk komersil atau untuk LRB (Lubang Resapan Biopori) dan kesuburan media tanam, dan manfaat kenyamanan yang menjadi ukuran WTP yaitu *willingness to pay* (keinginan membayar) oleh warga untuk mendapatkan kenyamanan dari keadaan yang bebas sampah dan bersih.

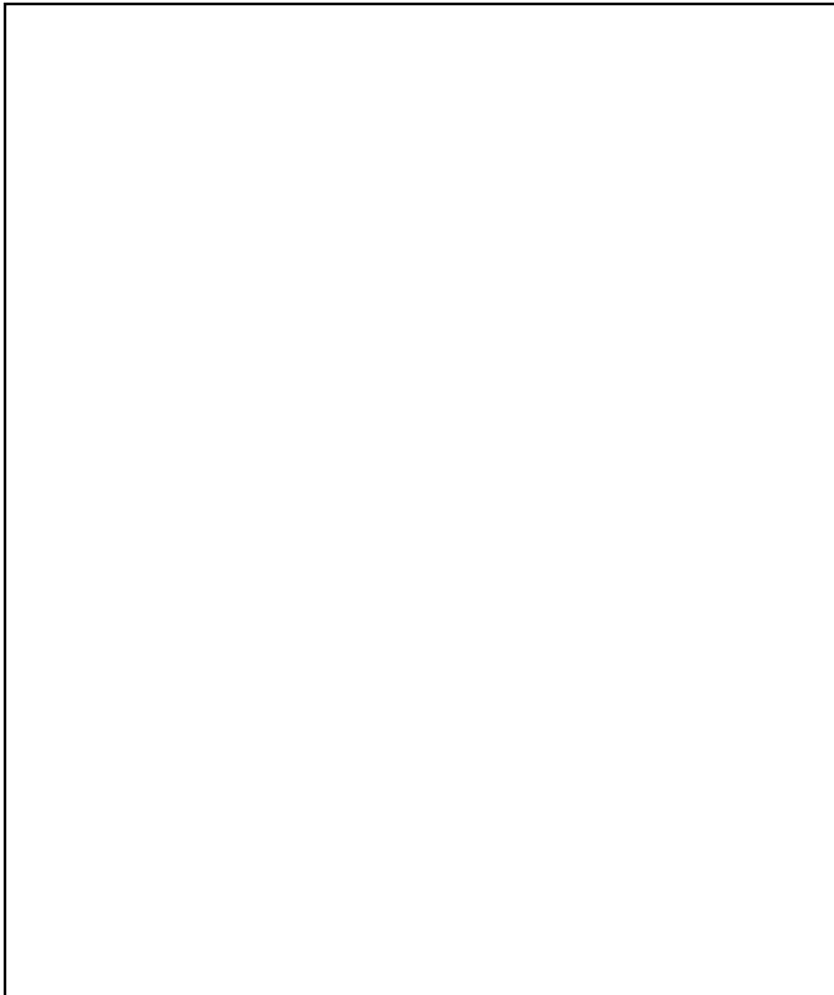
c. Rangkuman

Sudah menjadi rahasia umum bahwa permasalahan lingkungan hidup yang sering menjadi perbincangan masyarakat saat ini adalah masalah sampah. Sampah merupakan permasalahan kompleks dan serius yang dihadapi oleh banyak negara, baik negara berkembang maupun negara maju. Meningkatnya jumlah penduduk, tingkat konsumsi masyarakat, dan kemajuan teknologi akan meningkatkan jumlah timbulan sampah. Sampah yang belum terkelola akan menimbulkan banyak masalah seperti; menjadi sumber penyakit, tercemarnya lingkungan, banjir, dan meningkatnya kebutuhan lahan untuk menimbun sampah. Agar permasalahan sampah ini dapat tertangani dengan baik, maka diperlukan kerjasama antar semua anggota masyarakat baik dari pihak pemerintah, instansi swasta, maupun masyarakat pada umumnya. Pemerintah Indonesia masih menghadapi banyak kendala dalam penyelenggaraan sistem pengelolaan sampah, terutama dalam rangka pencapaian target universal akses bidang sanitasi pada tahun 2019, antara lain: masih rendahnya akses pelayanan sampah, masih rendahnya kesadaran masyarakat terhadap perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS), masih rendahnya komitmen pemerintah daerah (pemda) dalam pengelolaan sampah, lemahnya kelembagaan pengelola sanitasi (regulator dan operator) serta kemampuan sumber daya manusia. Pemerintah Indonesia masih perlu untuk belajar dari negara-negara lain yang telah berhasil dalam penyelenggaraan sistem pengelolaan sampah yang ramah lingkungan.

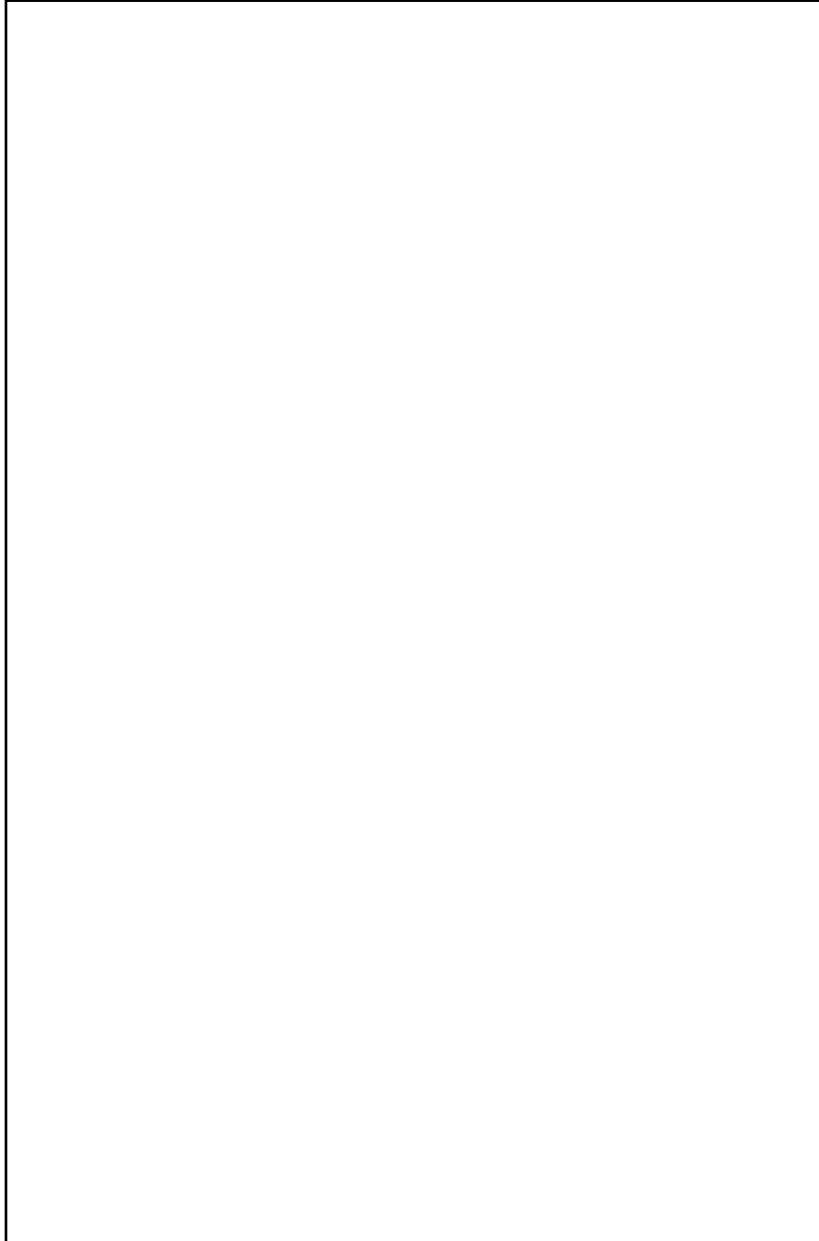
d. Latihan (Penugasan Kelas)

1. Berikan pendapatmu terkait sejauh manakah inovasi pengelolaan sampah di Indonesia!
2. Berikan tanggapan dan harapan kamu terkait pengelolaan sampah di Indonesia!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large empty rectangular box with a black border, intended for student evaluation or reflection.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback. It occupies the majority of the page area below the section header.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

PEMBANGUNAN BERBASIS LAHAN DAN HUTAN

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Pembangunan Berbasis Lahan dan Hutan:

- Mampu menjelaskan kebijakan perlindungan kawasan hutan
- Mampu menjelaskan pembangunan berkelanjutan dan contoh penerapannya di Provinsi Bali

b. Materi Pembelajaran

Kebijakan Perlindungan Kawasan Hutan

Kebijakan tentang perlindungan kawasan hutan di Indonesia menjadi simpang siur antara koordinasi Pusat dengan Daerah. Implementasi kebijakan terkait menjadi tidak jelas kewenangannya. Tidak hanya terjadi tumpang tindih antar kebijakan, namun juga terjadi perebutan kewenangan antara Pemerintah Daerah yang ingin mengakses kawasan hutan sebagai wilayah komersil untuk penghasilan daerahnya dengan Pemerintah Pusat yang bertanggung jawab dalam perlindungan kawasan hutan, khususnya hutan lindung dan hutan konservasi. Geliat Pemerintah Daerah untuk mendapatkan penghasilan daerah adalah untuk memenuhi kebutuhan pangan domestik dan belanja daerahnya baik untuk pegawai negeri sipil daerah maupun untuk kebutuhan pembangunan. Pada umumnya, jalan pintas yang ditempuh

oleh Pemerintah Daerah adalah melakukan konversi lahan baik untuk pertanian pangan maupun perkebunan.

Perebutan kewenangan terjadi akibat kesenjangan pelimpahan kewenangan dari Pemerintah Pusat ke Pemerintah Daerah yang hanya bias menguasai 30% wilayah yang berada di luar kawasan hutan, padahal wilayah komersil umumnya terdapat di dalam kawasan hutan. Hal inilah yang menyebabkan perijinan yang diberikan oleh Pemerintah Daerah seringkali memasuki kawasan hutan yang dilindungi. Perijinan oleh Pemerintah Daerah yang merambah kawasan hutan lindung dan kawasan hutan konversi tidak hanya berdampak pada lingkungan hidup tetapi juga berdampak pada kehidupan sosial, khususnya kehidupan masyarakat ulayat yang sangat bergantung pada sumber daya alam yang ada di sekitarnya. Hutan adalah dapur dan bank (tempat penyimpanan harta) bagi masyarakat ulayat. Kebutuhan pangan dan ekonomi keluarga masyarakat ulayat berasal dari hutan, sehingga keberadaan masyarakat ulayat di dalam hutan sekaligus menjadi agen pelindung dan pelestari.

Ketika terjadi perambahan hutan lindung dan hutan konversi menjadi lahan untuk pertanian pangan dan perkebunan yang monokultur, pada saat yang bersamaan, masyarakat ulayat kehilangan dapur sebagai sumber pangan dan bank sebagai sumber ekonominya, sekaligus perannya sebagai agen pelindung dan pelestari hutan pun ikut tergerus. Yang lebih parah lagi adalah kepentingan masyarakat ulayat tidak pernah masuk ke dalam pemetaan baik skala nasional maupun daerah sebagai objek yang terkena dampak secara langsung. Pertimbangannya adalah kepentingan nasional lebih diutamakan. Hal ini diperkuat dengan Pasal 4 ayat 3 UU

No. 41/1999 tentang Kehutanan yang menyatakan bahwa penguasaan hutan oleh Negara tetap memperhatikan hak masyarakat hukum adat, sepanjang kenyataannya masih ada dan diakui keberadaannya, serta tidak bertentangan dengan kepentingan nasional. Alternatif solusi yang dapat dilakukan oleh Pemerintah Daerah adalah dengan cara membuat peta tata ruang wilayah sesuai dengan kondisi nyata di lapangan dan mengakui keberadaan masyarakat ulayat sebagai satu kesatuan hutan sebagai subjek yang membutuhkan kawasan hutan lindung dan hutan konservasi. Peta tata ruang wilayah tersebut harus ditaati oleh semua lembaga terkait khususnya dalam hal perijinan bagi kegiatan komersil yang berada di sekitar kawasan hutan lindung dan hutan konservasi.

Alternatif solusi yang dapat dilakukan oleh Pemerintah Pusat adalah dengan cara mengakui keberadaan dan hak kepemilikan oleh masyarakat ulayat atas hutan lindung dan hutan konservasi dengan tanggung jawab yang melekat. Pengakuan dapat dilakukan melalui peraturan perundangan khusus untuk masyarakat ulayat sampai dengan tingkat implementasi peraturannya supaya dibarengi dengan upaya penegakan hukumnya. Selain itu, pelestarian masyarakat ulayat dapat diwujudkan oleh Pemerintah Pusat melalui internalisasi pengetahuan dan kearifan lokal dalam pendidikan nasional dalam rangka perlindungan keanekaragaman hayati dan pengelolaan lingkungan hidup yang berkelanjutan.

Pembangunan Berkelanjutan

Pembangunan adalah suatu rekayasa untuk meningkatkan kualitas hidup dengan memanfaatkan berbagai sumberdaya pendukung (sustainable resource). Pembangunan yang bermasalah terkait dengan perubahan tatanan sifat, besar kecil, luas lingkup dan keberlangsungan rekadaya tersebut (Soerjani, 2002). Kerumitan masalah pembangunan ini akan memperbesar dampak yang dihasilkan, dan tingginya tingkat ketidakpastian suatu pembangunan akan memperbesar tingkat resiko. Pembangunan mengusahakan pertumbuhan ekonomi yang mendukung peningkatan kesejahteraan, namun pertumbuhan ini sering kali menimbulkan dampak tak terduga terhadap lingkungan alam dan lingkungan sosial. Dampak ini berupa pencemaran dan kemerosotan kualitas sumberdaya alam dan kesenjangan sosial dalam peran serta dan perolehan manfaat pembangunan yang tidak merata bagi semua pihak, menurut hak, kemampuan peranan maupun kesempatan.

Pembangunan berkelanjutan (sustainable development) merupakan suatu paradigma atau arah baru pembangunan untuk meningkatkan kualitas hidup seluruh rakyat melalui perubahan-perubahan yang didukung oleh semua unsur pelaku, tatanan yang disepakati dan sumberdaya alam yang diperlukan. Pembangunan berkelanjutan ini akan diarahkan menuju pembangunan berwawasan lingkungan yaitu upaya sadar dan terencana, yang memadukan lingkungan hidup, termasuk sumberdaya, ke dalam proses pembangunan untuk menjamin kemampuan, kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan (Undang-undang No. 23 tahun 1997). Pembangunan berkelanjutan mempunyai tujuan yang terfokus pada ketiga dimensi yaitu keberlanjutan pertumbuhan ekonomi yang tinggi (economic growth),

keberlanjutan kesejahteraan sosial yang adil dan merata (social progress), dan keberlanjutan ekologi dalam tata kehidupan yang serasi dan seimbang (ecological balance). Pencapaian tujuan tersebut membutuhkan satu strategi yang memenuhi persyaratan seperti :

1. Sistem politik yang menjamin partisipasi warga dalam pengambilan keputusan secara efektif.
2. Sistem ekonomi dan inovasi teknologi yang mampu menghasilkan surplus secara berkesinambungan.
3. Sistem sosial yang menyediakan cara pemecahan efektif permasalahan yang timbul karena ketidakharmonisan pelaksanaan pembangunan.
4. Sistem internasional dengan pola berkelanjutan dalam pengelolaan keuangan dan perdagangan.

Contoh Aplikasi Pembangunan Berkelanjutan di Provinsi Bali

Bali terkenal sebagai salah satu tempat pariwisata yang terkenal di Indonesia. Hal ini membuat Bali menghadapi banyak tantangan sejak pembangunan ekonomi yang terus digalakkan, sementara integritas budaya masyarakat dan lansekap fisik Bali harus tetap dipertahankan. Kehidupan ekonomi tradisional di Bali adalah pertanian, yang dicerminkan oleh 70% penduduk Bali tinggal di pedesaan sebagai petani (Mitchell, 2000). Pertumbuhan pariwisata di Bali menjadi pariwisata internasional telah membantu ekonomi nasional Indonesia, namun menyebabkan ekonomi Propinsi Bali menjadi sangat tergantung pada pariwisata. Fenomena ini berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan Bali. Dampak ini terkait dengan ketidakmampuan Bali dalam

menghadapi keinginan wisatawan untuk menjadikan Bali sebagai tempat tujuan wisata, ketidakinginan warga Bali meneruskan bekerja di sector pertanian karena lebih tertarik bekerja di sector pariwisata, kompetisi pemakaian air bersih yang semakin berkurang antara kebutuhan irigasi pertanian dan hotel-hotel bintang lima, serta dampak nilai-nilai dan perilaku asing terhadap budaya Bali.

Masyarakat Bali sangat perlu membuat keputusan untuk mencari keuntungan dari modernisasi serta keinginan untuk mempertahankan kekayaan budaya tradisional dengan mempertimbangkan kesesuaian antara tujuan ekonomi, sosial dan lingkungan. Keputusan tersebut harus mencakup pilihan yang melibatkan banyak aspek yang berkaitan dengan pembangunan berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan yang dilakukan di Bali adalah inisiatif kerjasama antara universitas di Bali, Jawa dan Kanada, serta pemerintah tingkat provinsi dan pusat, dan juga beberapa LSM, untuk mengembangkan strategi pembangunan berkelanjutan yang diharapkan dapat menjadi masukan bagi Rencana Pembangunan Lima Tahun yaitu dari tahun 1994 sampai 1999. Bentuk kerjasama ini diberi nama Bali Sustainable Development Project (BSDP). BSDP memutuskan untuk menentukan pembangunan berkelanjutan yang sesuai dengan lingkungan kehidupan penduduknya, meliputi :

- a. Tidak hanya keberlanjutan sumberdaya alam (dasar penyangga kehidupan) tetapi juga keberlanjutan sumberdaya budaya (dari nilai-nilai dan legenda, ke upacara keagamaan dan struktur).
- b. Tidak hanya keberlanjutan produksi, tetapi juga keberlanjutan budaya itu sendiri, meskipun demikian, keberlanjutan budaya tidak menutup kemungkinan

bahwa aspek-aspek budaya mungkin berubah setiap saat karena budaya adalah dinamis

Pembangunan berkelanjutan di Bali terfokus pada keseimbangan antara kebutuhan dengan penyediaan sumberdaya dan keseimbangan budaya dalam warisan budaya Bali. Definisi pembangunan berkelanjutan yang terermin oleh gagasan ini memfokuskan pada kemenerusan sumberdaya alam dan produksi, kemenerusan budaya dan keseimbangan di dalam budaya dan pembangunan sebagai proses untuk meningkatkan kualitas hidup (Martopo dan Mitchell, 1995). BSDP menggunakan tujuh kriteria untuk menentukan apakah inisiatif atau kegiatan tetap konsisten dengan pembangunan berkelanjutan. Tujuh kriteria tersebut adalah:

1. Integritas ekologi yang mempertahankan sistem penyangga kehidupan, melestarikan keanekaragaman hayati dan meyakinkan pemakaian spesies dan ekosistem yang berlanjut.
2. Efisiensi melalui pengevaluasian langkah atau metode alternatif pembangunan yang berkaitan dengan biaya (uang, waktu, tenaga, dan kenyamanan umum).
3. Keadilan dengan memperjuangkan kesamaan kesempatan dan pengakuan untuk mendapatkan kebutuhan di antara individu dan keluarga, kelompok sosial, jender, generasi dan spesies.
4. Integritas budaya yang dapat membantu pelestarian dan pembaruan tradisi budaya masyarakat Bali seperti diekspresikan dalam agama, seni, dan institusi.
5. Masyarakat yang mendorong kemampuan local untuk berpartisipasi dalam proses pembangunan sehingga menjadi bagian dalam mendapatkan kriteria lain,

seperti pemenuhan kebutuhan dasar, pemerataan, integritas ekologi dan budaya.

6. Keterpaduan/ keseimbangan/ keselarasan untuk mencapai keterpaduan yang lebih besar antara faktor-faktor kunci tertentu, seperti ekonomi dan lingkungan, serta pertanian dan pariwisata.
7. Pembangunan sebagai realisasi potensi yang mendorong kemampuan di semua tingkat, yaitu dari desa, ke propinsi, ke nasional, untuk mengenalkan kebutuhan dan memperbaiki kualitas kehidupan.

Strategi pembangunan berkelanjutan untuk Bali diberikan kepada pemerintah tingkat propinsi sebagai rekomendasi penyusunan rencana lima tahun, dan banyak rekomendasi tersebut dipakai. Tim proyek selalu sadar dalam menyiapkan penyusunan strategi bahwa masih banyak yang belum diketahui dan hal yang tidak pasti dapat muncul di masa datang, sehingga persiapan penyusunan strategi harus sangat aktif secara internasional mencari jalan untuk mencapai keberlanjutan. Berikut ini adalah suatu pandangan yang menjadi identifikasi situasi pembangunan berkelanjutan di Propinsi Bali yaitu Indonesia sebagai negara berkembang, menghadapi kebutuhan untuk mulai berlayar sementara kapal sedang dibuat. Kita tidak mempunyai waktu untuk menunggu sampai semua konsep siap, sampai teori-teori selesai. Masalah tidak dapat menunggu sampai kita dapat berpikir tentang masalah itu. Masalah datang terlalu cepat sehingga penyelesaiannya segera harus ditemukan (Salim, 1988).

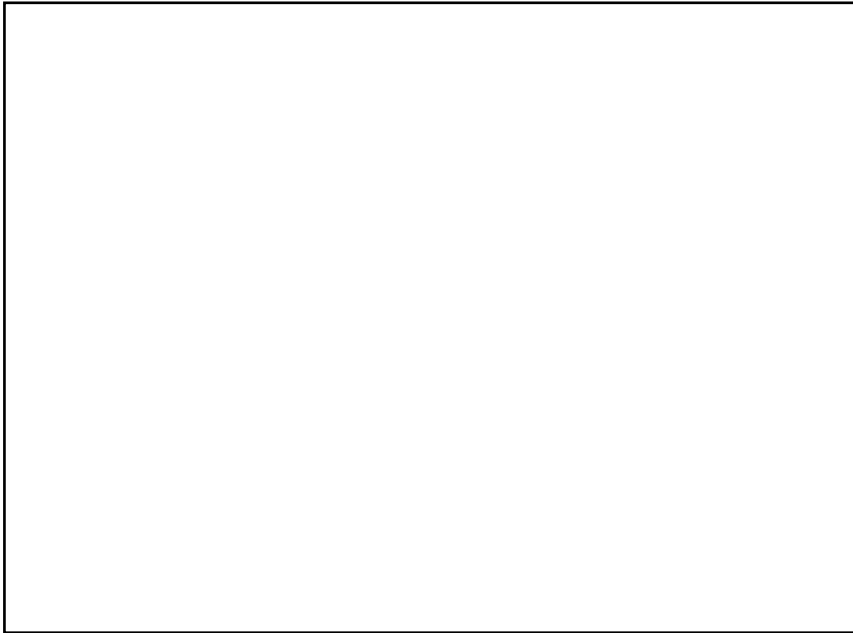
c. Rangkuman

Pembangunan berkelanjutan berupaya mendistribusikan hasil pembangunan secara merata ke berbagai kelompok dan lapisan masyarakat dan antar generasi. Prasyarat untuk mencapai pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan berwawasan lingkungan. Pada prinsipnya tujuan dari pembangunan adalah demi peningkatan kesejahteraan rakyat dan kualitas kehidupan manusia. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan tentunya juga mengindahkan tiga pilar yang populer disebut sebagai triple bottom line, yaitu lingkungan, ekonomi, dan sosial. Strategi pembangunan berkelanjutan, meliputi Pembangunan yang menjamin pemerataan dan keadilan sosial, pembangunan yang menghargai keanekaragaman, pembangunan yang menggunakan pendekatan integratif, dan pembangunan yang meminta perspektif jangka panjang. Pembangunan keberlanjutan juga sering disebut sebagai perbaikan kualitas hidup yang disesuaikan dengan daya dukung lingkungan.

d. Latihan (Penugasan Kelas)

Pembangunan akan terjadi di setiap wilayah, bahkan daerah pelosok dan tertinggal sekalipun. Analisislah pembangunan yang terjadi di wilayahmu yang berkaitan dengan tata kelola pembangunan, strategi pembangunan dan permasalahan yang terjadi!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large, empty rectangular box with a black border, intended for notes or content related to the 'Evaluasi Pembelajaran' section.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a black border, intended for notes or content related to the 'Umpan Balik' section.

PENUTUP

RANGKUMAN MODUL

1. Indonesia sangat diuntungkan dalam hal persediaan sumber energi. Tanpa adanya energi, maka kehidupan manusia tidak akan dapat berjalan sebagaimana mestinya. Energi berasal dari berbagai macam bentuk seperti dari panas, cahaya, bunyi, listrik, batubara, minyak, bensin, gas alam, uap, angin, air, dan reaksi nuklir.
2. Indonesia adalah negara yang mempunyai keanekaragaman budaya yang tinggi dan unik untuk masing-masing daerah, sehingga ketika terjadi migrasi penduduk dari satu daerah ke daerah lain, pada saat yang bersamaan tersebut harus ada mekanisme adaptasi budaya untuk menciptakan keadaan yang harmonis dalam kehidupan masyarakat yang majemuk. Indonesia melalui Undang-undang No. 8 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menjabarkan bahwa pengelolaan sampah bertujuan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber daya (Pasal 4).
3. Pembangunan berkelanjutan (sustainable development) merupakan suatu paradigma atau arah baru pembangunan untuk meningkatkan kualitas hidup seluruh rakyat melalui perubahan-perubahan yang didukung oleh semua unsur pelaku, tatanan yang disepakati dan sumberdaya alam yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Addahlawi, H. A., Mustaghfiroh, U., Ni'mah, L. K., Sundusiyah, A., & Hidayatullah, A. F. (2019). Implementasi prinsip good environmental governance dalam pengelolaan sampah di indonesia. *Jurnal Green Growth Dan Manajemen Lingkungan*, 8(2), 106-118.
- Fauzi, A., & Oxtavianus, A. (2014). Pengukuran pembangunan berkelanjutan di Indonesia. *Mimbar: Jurnal Sosial dan Pembangunan*, 30(1), 42-52.
- Hendra, Y. (2016). Perbandingan sistem pengelolaan sampah di Indonesia dan Korea Selatan: kajian 5 aspek pengelolaan sampah. *Aspirasi: Jurnal Masalah-masalah Sosial*, 7(1), 77-91.
- Pakpahan, F., Ramadani, T., Pradana, S. A., Supriyanto, M. A., & Mardiyono, E. (2019). Implementasi kebijakan satu peta energi sumber daya mineral (esdm one map) di kementerian energi sumber daya mineral republik Indonesia. *Matra Pembaruan: Jurnal Inovasi Kebijakan*, 3(2), 109-118.
- Rahadian, A. H. (2016, February). Strategi pembangunan berkelanjutan. In *Prosiding Seminar STIAMI* (Vol. 3, No. 1, pp. 46-56).
- Sholihah, K. K. A., & Hariyanto, B. (2020). Kajian Tentang Pengelolaan Sampah di Indonesia. *Swara Bhumi: Jurnal Geografi dan Pendidikan Geografi*, 3(3), 1-9.
- Tumundo, G. X. H. (2022). Pengaturan Hukum Energi Terbarukan Dalam Mewujudkan Pengelolaan Sumber Daya Alam Berkelanjutan (Doctoral dissertation, Universitas Atma Jaya Yogyakarta).
- Wijaya, A. F., & Ulum, M. C. (2019). Isu Strategis Tata Kelola Pembangunan Berkelanjutan (Studi pada Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur). *Jurnal Ilmiah Administrasi Publik*, 5(3), 384-388.

MODUL 7

KIMIA LINGKUNGAN UNTUK PANGAN DAN KELESTARIAN

Deskripsi pokok bahasan Defenisi Kimia Lingkungan Untuk Pangan dan Kelestarian

Modul ini membahas berkaitan dengan Kimia lingkungan untuk pangan dan kelestarian yang sangat perlu kita alami. Daniel D. Chiras (2001) dalam Simanjuntak, 2015 menyatakan bahwa kehidupan pertama di bumi adalah bakteri autotrof yang dapat membuat makanannya sendiri. Selanjutnya, ribuan tahun kemudian, kehidupan manusia mulai terjadi setelah oksigen terbentuk di udara melalui proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan berhijau daun. Kemudian, dari kehidupan menghasilkan buangan melalui respirasi ke ekosistem. Fenomena tersebut akan terjadi apabila tumbuhan dalam keadaan statis, dan juga dapat terjadi pada saat intensitas cahaya tertentu, yang berbeda-beda untuk berbagai jenis tumbuhan. Intensitas cahaya pada saat terjadi aktivitas fotosintesis sama dengan aktivitas respirasi disebut titik kompensasi. Materi pokok pada modul 7 ini adalah memahami, mentransfer pengetahuan dan mengkomunikasikan terkait konsep-konsep kimia bahan alam dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. yang dibagi menjadi 3 sub materi pokok yaitu:

1. Pemuliaan tanaman rekayasa genetik
2. Bioetika pemuliaan tanaman rekayasa genetik
3. Konsep pengelolaan satwa liar di kawasan taman nasional

Capaian Pembelajaran

Capaian yang diharapkan pada modul 7 ini adalah mahasiswa mampu mengidentifikasi, menjelaskan dan menyusun tulisan ilmiah tentang defenisi lingkungan dan bahan alam, kemudian mengikuti pola identifikasi dan mengklasifikasikan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kemampuan Akhir

Mahasiswa mampu mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan, dan kimia bahan alam.

Kegiatan Mahasiswa

Mahasiswa memahami, mentransfer pengetahuan dan mengkomunikasikan terkait konsep-konsep kimia bahan alam dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Kegunaan Modul

Kimia lingkungan dan bahan alam mempelajari bagaimana cara kerja lingkungan yang normal (tak terkontaminasi), zat kimia apa saja (berapa konsentrasi) yang ada secara alami dan bagaimana efeknya, untuk mengetahui secara akurat dan memahami secara mendalam tentang dampak aktivitas manusia terhadap gejala-gejala kimia yang terjadi lingkungan, mempelajari mekanisme sistem pencernaan, teknik pengolahan pangan, zat-zat aditif, pembusukan dan keracunan pangan, pengawetan, penjagaan dan pengawasan pangan, perubahan masing-masing sumber organisme asal-usul biogenesis reaksi spesifik yang mencerminkan masing-masing golongan serta kegunaan senyawa organik bahan alam. Tujuan kimia lingkungan dan bahan alam untuk membentuk karakter yang peduli pada lingkungan dan pola hidup sehat melalui

pola konsumsi yang berimbang, membentuk rasa ingin tahu yang tinggi untuk menemukan dan mengidentifikasi semua senyawa organik di alam dan sintesisnya serta pemanfaatannya bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Materi Pokok dan Sub Materi Pokok

Materi Pokok	Sub materi Pokok
Pemuliaan tanaman rekayasa genetik	Perkembangan pemuliaan tanaman rekayasa genetika
	Metode rekayasa genetika
	Contoh produk tanaman transgenik yang telah dihasilkan dan manfaatnya
	Resiko lingkungan organisme atau tanaman pangan produk transgenik
	Reaksi terhadap organisme atau tanaman pangan produk transgenik
Bioetika pemuliaan tanaman rekayasa genetik	Defenisi bioetika
	Prinsip biostatement
Konsep pengelolaan satwa liar di kawasan taman nasional	Defenisi satwa liar dan ekosistemnya
	Permasalahan di taman nasional nusasatwa

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PEMULIAAN TANAMAN REKAYASA

GENETIKA

a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Pemuliaan Tanaman Rekayasa Genetika

- Mampu menjelaskan perkembangan pemuliaan tanaman dan metode rekayasa genetika
- Mampu menjelaskan contoh produk tanaman transgenik yang telah dihasilkan
- Mampu menjelaskan resiko lingkungan organisme atau tanaman pangan produk transgenik

b. Materi Pembelajaran

Perkembangan Pemuliaan Tanaman Rekayasa Genetika

Pemuliaan tanaman rekayasa genetik mulai muncul sejak terjadi kemajuan di bidang ilmu hayati seperti biologi molekuler, genetika molekuler dan rekayasa genetika pada abad ke-20. Pemuliaan tanaman rekayasa genetik sebagai bagian dari unsur bioteknologi pertanian mempunyai salah satu keunggulan yang mampu mengubah suatu sifat organisme menjadi sifat baru seperti yang dikehendaki oleh pemulia. Rekayasa genetik ini diharapkan dapat memberikan dampak signifikan terhadap perbaikan sifat-sifat tanaman dalam hal (Nasir, 2002):

- a. Melengkapi aktivitas para pemulia dalam memperluas dan mendiversifikasi kumpulan gen (gene pool) tanaman.
- b. Mengintroduksi gen-gen spesifik yang tidak tersedia pada kumpulan gen yang kompatibel secara seksual.
- c. Memperpendek waktu dalam memproduksi varietas atau hibrida baru.

Perbaikan sifat-sifat tanaman melalui rekayasa genetik dilakukan atas dasar manipulasi molekuler gen-gen relevan dan tersedianya vektor untuk transformasi ke dalam sel tanaman. Rekayasa genetik menawarkan berbagai metode untuk isolasi, manipulasi, dan ekspresi gen-gen tanaman dalam jaringan tertentu pada tingkat yang diinginkan, serta juga telah berhasil mengekspresikan secara utuh gen-gen kimerik pada sel yang ditransformasi atau tanaman yang diregenerasi. Para pemulia melalui rekayasa genetik mampu mengintroduksi gen-gen asing ke dalam sel tanaman dan meregenerasikannya menjadi tanaman hidup dan subur sebagai upaya untuk memodifikasi dan memperbaiki sifat-sifat tanaman. Tujuan jangka panjang pemuliaan tanaman rekayasa genetik dalam perbaikan sifat-sifat tanaman sama dengan tujuan pemuliaan tanaman konvensional yaitu membentuk varietas tanaman baru dengan kesuburan dan hasil yang meningkat, mengandung gabungan sifat-sifat yang memberi nilai tambah produk, dan dapat berkembang menjadi tanaman yang tahan hama, penyakit, dan herbisida. Hal ini di masa mendatang mendorong rekayasa genetik untuk diintroduksi ke dalam program pemuliaan tanaman konvensional melalui intervensi molekuler ke dalam sel

tanaman untuk menciptakan tanaman dengan sifat-sifat baru (Nasir, 2002).

Perkembangan rekayasa genetik saat ini sudah memasuki tahap pemasaran GEP (Genetically Engineered Plants) atau yang lebih dikenal dengan tanaman transgenik. Perakitan tanaman transgenik diarahkan untuk memperoleh kultivar tanaman yang mempunyai produksi dan nutrisi tinggi dengan penampilan yang berkualitas, serta mempunyai resistensi terhadap hama, penyakit, dan tekanan lingkungan (Aisyah, et.al., 2003). Teknik rekayasa genetika dapat menyisipkan semua fragmen DNA organisme ke dalam genom organisme jenis lain bahkan organisme yang jauh hubungan kekerabatannya. Pemindahan gen ke dalam genom organisme lain tidak mengenal batas jenis ataupun golongan organisme. Fenomena ini membuka mata pemulia tanaman untuk melihat potensi manfaat yang dapat disumbangkan oleh rekayasa genetik dalam hal menyelesaikan permasalahan pangan dunia terutama di negara-negara yang sedang berkembang seperti yang telah berhasil dilakukan di negara-negara maju.

Metode Rekayasa Genetika

Salah satu metode rekayasa genetik adalah transfer gen. Transfer gen dapat dilakukan melalui:

1. Persilangan seksual baik secara alamiah maupun buatan.
2. Hibridisasi somatik.
3. Teknologi DNA rekombinan.

Teknik transfer gen ketiga yaitu teknologi DNA rekombinan mulai berkembang pesat sejak model struktur helix ganda DNA ditemukan pada tahun 1953. Persilangan

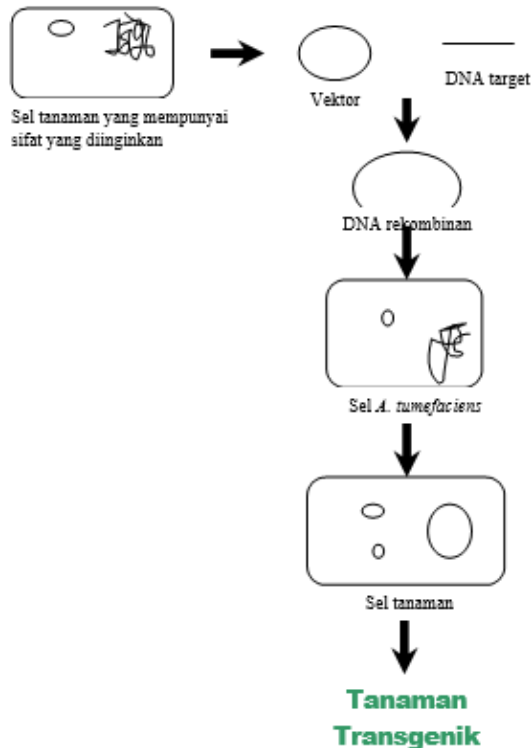
seksual antara dua individu akan menghasilkan individu baru dengan genotipe kombinasi baru yang berupa kombinasi alela yang berasal dari kedua tetuanya. Persilangan seksual untuk memperoleh organisme baru dengan sifat-sifat yang diinginkan akan sulit dan membutuhkan waktu lama, karena gen-gen yang dikombinasikan dalam proses persilangan bukan gen-gen spesifik yang diinginkan saja melainkan sekumpulan gen atau kromosom. Permasalahan ini dapat diatasi oleh hibridisasi somatik. Hibridisasi somatik adalah bentuk transfer gen yang sangat berguna untuk merakit kultivar baru terutama dari tanaman yang tidak atau sulit menghasilkan bunga. Hibridisasi somatik melakukan fusi sel yang dapat mengatasi hambatan ketidakcocokkan (inkompatibilitas) yang sering terjadi dalam proses persilangan. Teknologi DNA rekombinan mampu membuat kombinasi bahan genetik baru melalui penyisipan DNA ke dalam genom suatu inang, dengan harapan gen yang disisipkan dapat diekspresikan di dalam inang. DNA yang akan diintroduksi diidentifikasi terlebih dahulu sebagai DNA yang sesuai dengan keinginan para pemulia, kemudian diisolasi dan dimasukkan ke dalam sel inang. Transgen (gen yang disisipkan) pada tanaman transgenik harus terintegrasi ke dalam genom inang, sehingga dapat ditranskripsikan ke dalam mRNA dan dapat ditranslasikan menjadi protein. Translasi gen memungkinkan terjadinya pewarisan transgen dari generasi ke generasi, sehingga dapat membentuk kestabilan produk organisme transgenik (Welsh, 1991). Pemasukkan transgen ke dalam sel inang melalui transformasi (menggunakan vektor plasmid), atau transfeksi (menggunakan vektor virus). Transformasi dapat dilakukan melalui perantara *Agrobacterium*, atau particle gun.

Pemilihan metode tergantung pada tujuan, bahan yang digunakan, peralatan dan tenaga trampil yang tersedia. Tanaman transgenik merupakan tanaman yang mempunyai gen asing di dalam genomnya. Gen asing tersebut umumnya berasal dari bakteri atau tanaman lain yang membawa sifat tertentu. Gen asing membawa sifat yang merupakan sifat unggul yang tidak dimiliki oleh tanaman inang. Transformasi gen menggunakan *A. tumefaciens* terutama untuk dikotil, dan metode particle gun untuk monokotil. Sel transgen dipelihara melalui teknik kultur jaringan (*in vitro*) untuk memudahkan organogenesis atau embriogenesis tanaman transgenik yang menghasilkan tanaman utuh dengan sifat baru semula tidak dimiliki. Perakitan tanaman transgenik secara sederhana diuraikan oleh Brown (1990) sebagai berikut :

1. Isolasi gen atau DNA target yang membawa sifat tertentu, dari bakteri tertentu atau tanaman lain yang mempunyai sifat yang diinginkan.
2. Ligasi DNA target ke dalam vektor sehingga membentuk DNA rekombinan.
3. Transformasi vektor atau DNA rekombinan ke dalam bakteri tertentu untuk memperbanyak kopi DNA rekombinan.
4. Penyisipan vektor dan DNA target ke dalam sel tanaman yang dikehendaki, yang tidak mempunyai sifat tersebut.

Alur perakitan tanaman transgenik disajikan oleh Gambar 1.

Gambar 1. Uraian Perakitan Tanaman Transgenik



Contoh Produk Tanaman Transgenik yang Telah Dihasilkan dan Manfaatnya

Salah satu produk tanaman transgenik adalah padi transgenik yang diperoleh dari pemuliaan tanaman yang tidak mampu menghasilkan provitamin A menjadi tanaman yang menghasilkan provitamin A. Masalah defisiensi vitamin A yang mengganggu kesehatan mata terutama terjadi di negara-negara Asia yang sedang berkembang. Beras adalah makanan

pokok bagi penduduk negara Asia, sehingga provitamin A yang terkandung di dalam beras sangat diperlukan untuk mencegah dan menanggulangi defisiensi vitamin A (Suwanto, 2000). Produk tanaman transgenik lain adalah ketela pohon yaitu bahan pangan yang penting bagi negara-negara di benua Afrika. Ketela pohon ini dinamakan klon “Brintje”, mengandung gen thionin yang berasal dari daun barley (DB4) dapat mengekspresikan gen tersebut untuk menekan perkembangan *P. infestans*.

Perusahaan Ciba-Geigy (sekarang Novartis) telah berhasil membentuk jagung transgenik atau jagung Bt yang kebal terhadap hama penggerek jagung. Jagung Bt mengandung gen cry dari *Bacillus thuringiensis* yang menghasilkan protein yang dapat membunuh serangga Lepidoptera (Suwanto, 2000). Produk pertanian penting lain yang juga tanaman transgenik, yang menjadi perhatian dunia pertanian adalah kedelai. Tanaman ini telah berhasil dimodifikasi secara genetik menjadi toleran terhadap glyphosate (suatu senyawa aktif dalam herbisida), Modifikasi ini juga dilakukan pada tanaman jagung. Indonesia saat ini sedang gencar melakukan penelitian yang mengarah pada tahap penyeleksian dan perakitan kedelai tahan aluminium. Tomat transgenik diciptakan untuk menghambat proses pematangan. Tomat transgenik sebagai komoditi penting akan mempunyai masa simpan yang lebih panjang. Beberapa tanaman transgenik atau Genetically Engineered Plants yang telah dikomersialkan disajikan oleh Tabel 1. (Muchtadi, 2002).

Tabel 7.1. GEP (Genetik Engineered Plants) yang Telah Dikomersialkan

Tujuan Rekayasa Genetika	Contoh Tanaman
Menghambat pematangan dan pelunakan buah	Tomat
Tahan terhadap serangan insektisida	Tomat, kentang, jagung
Tahan terhadap serangan ulat	Kapas
Tahan terhadap serangan insekta dan virus	Kentang
Tahan terhadap virus	Squash, Pepaya
Tahan terhadap insekta dan herbisida	Jagung, Padi, Kapas, Canola
Toleran thd terhadap herbisida	Kedelai, Canola, Kapas, Jagung, Bit gula
Perbaiki komposisi dan nilai gizi	Canola (<i>high laurate oli</i>), Kedelai (<i>high oleic acid oil</i>), Canola (<i>phytase</i> , degradasi fitat), Padi (<i>high beta-carotene</i>)

Tanaman transgenik yang sudah dilepas di lapang secara langsung berperan meningkatkan produksi pertanian, karena mempunyai sifat yang tahan terhadap serangan serangga, herbisida, dan toleran terhadap tekanan lingkungan. Tanaman transgenik dapat menghadapi tekanan lingkungan, sehingga dapat melalui semua fase kehidupannya dengan baik. Tanaman yang tahan terhadap serangan serangga akan menurunkan frekuensi pemakaian pestisida, yang berarti tidak perlu memasukkan bahan-

bahan kimia berbahaya ke dalam lingkungan dan dapat mengurangi dampak pencemaran pada lingkungan. Tanaman transgenik dalam kasus ini dapat meningkatkan keramahan terhadap lingkungan.

Keberhasilan perakitan tanaman transgenik yang mengandung kadar zat gizi yang tinggi, masa simpan produk yang lebih lama, dan penampilan produk yang lebih baik menghasilkan mutu produk yang secara keseluruhan lebih baik. Mutu produk yang baik akan memberi kepuasan bagi konsumen. Organisme transgenik juga terkait dengan upaya pelestarian hayati sehingga dianggap sebagai penyelamat kepunahan suatu spesies. Pohon chesnut (*Castanea dentata*) adalah tanaman dominan yang tersebar luas di Amerika Utara. Serangan cendawan *Cryphonectria parasitica* yang terjadi telah menghancurkan tanaman hingga ambang kepunahan. Rekayasa genetika dilakukan terhadap kromosom *C. parasitica* sehingga kromosom cendawan ini mengandung gen mycovirus yang dapat mengurangi keganasan (hypovirulent) cendawan. *C. parasitica* transgenik tersebut sangat membantu dalam melawan serangan *C. parasitica* liar di alam dan dapat menyelamatkan tanaman chesnut dari kepunahan (Suwanto, 2000).

Rekayasa genetik pada mikroba alami memberi harapan baru bagi bidang kesehatan. *Salmonella typhimurium*, suatu bakteri yang terkait dengan keracunan pangan, memberi harapan baru karena dapat melawan tumor dan kanker secara sistematis. Bakteri ini direkayasa secara genetika agar secara spesifik tetap dapat membunuh sel-sel kanker, tetapi tidak merusak atau menjadi patogen pada jaringan tubuh manusia (Suwanto, 2000).

Resiko Lingkungan Organisme atau Tanaman Pangan Produk Transgenik

Tidak sedikit orang atau organisasi yang mengkhawatirkan munculnya resiko lingkungan yang akan disebabkan oleh pelepasan atau penanaman organisme atau tanaman pangan produk transgenik. Kekhawatiran ini berasal dari latar belakang kepentingan yang berbeda-beda, sehingga semua pihak perlu berhati-hati dalam menyikapi dan merumuskan semua kekhawatiran yang muncul ke permukaan.

Kekhawatiran terjadi terutama pada munculnya dampak yang akan dihasilkan oleh organisme atau tanaman pangan produk transgenik baik terhadap lingkungan, kesehatan maupun keselamatan keanekaragaman hayati. Rekayasa genetik pada tanaman budidaya telah memberikan manfaat yang tidak terbatas, dan tumbuhan secara alamiah mengalami perubahan lambat sesuai dengan keberhasilan adaptasi sebagai hasil interaksi antara variabilitas genetika organisme produk transgenik dengan tekanan lingkungan. Intervensi manusia ke lingkungan melalui rekayasa genetik telah mengakibatkan “revolusi” dalam tatanan gen. Analisis resiko lingkungan organisme atau tanaman pangan produk transgenik terhadap lingkungan yang dapat diterima minimal oleh sebagian besar stakeholder mempunyai acuan yang berbeda-beda untuk setiap negara di dunia, khususnya di Indonesia yang mempunyai iklim tropis. Acuan yang akan diterapkan di Indonesia harus lebih komprehensif dibandingkan dengan acuan yang diterapkan di negara lain yang mempunyai iklim sedang atau dingin, untuk menekan resiko lingkungan yang muncul serendah mungkin dan dapat mengembangkan teknik manajemen yang memadai pada saat muncul kondisi yang sama sekali di luar perkiraan.

Bahaya tanaman produk transgenik yang diduga akan muncul dalam banyak hal terlalu dibesar-besarkan. Tidak ada teknologi yang tidak beresiko, begitu juga dengan produk rekayasa genetik. Resiko produk transgenik tidak akan lebih besar dari produk hasil persilangan alamiah. Beberapa resiko pangan transgenik yang mungkin terjadi menurut Fagan (1997) antara lain resiko alergi, keracunan dan tahan antibiotik. Organisme atau tanaman pangan produk transgenik berpotensi menimbulkan alergi pada konsumen dengan sensitivitas alergi tinggi. Keadaan itu dipengaruhi oleh sumber gen yang ditransformasikan. Kasus seperti ini pernah terjadi pada kedelai transgenik dengan kandungan methionin tinggi, yang membuat produk tersebut tidak disebarluaskan lagi setelah penelitian menunjukkan adanya indikasi unsur alergi.

Kekhawatiran keracunan juga terjadi mengenai sifat racun gen Bt terhadap serangga, namun kekhawatiran ini tidak sepenuhnya benar karena gen Bt hanya dapat aktif bekerja dan bersifat racun apabila bertemu dengan sinyal penerima di dalam usus serangga yang sesuai dengan kelas virulensinya. Gen Bt tidak stabil dan tidak aktif lagi pada pH di bawah 5 dan suhu 65° C , artinya manusia tidak akan keracunan gen Bt terutama untuk bahan yang harus dimasak terlebih dahulu. Kemungkinan resiko lain yang ditimbulkan oleh organisme atau tanaman pangan produk transgenik adalah resistensi mikroorganisme dalam tubuh menjadi lebih “kuat”. Kejadian ini mempunyai peluang kecil karena gen yang ditranfer melalui rekayasa genetik akan terinkorporasi ke dalam genom tanaman. Studi komprehensif dan jangka panjang terhadap beberapa isu di atas praktis belum pernah dilakukan di wilayah tropika, sehingga tanaman transgenik di satu sisi merupakan tantangan luar biasa bagi kajian komunitas ilmiah. Setiap produk transgenik adalah unik dan tergantung pada jenis

gen yang disisipkan ke tanaman yang bersangkutan. Analisis resiko lingkungan tanaman produk transgenik tahan hama berbeda dengan tanaman produk transgenik tahan herbisida juga berbeda dengan tanaman transgenik yang mengandung provitamin A (Santosa, 2001).

Tanaman produk transgenik tahan hama adalah tanaman yang harus melalui kajian lingkungan yang paling rinci karena mempunyai kemampuan menghasilkan toksin yang membunuh hama sasaran. Analisis resiko lingkungan tanaman produk transgenik tahan hama secara umum memperhatikan empat isu (Santosa, 2001) :

1. Pengaruh tanaman produk transgenik terhadap organisme non target.
2. Penyebaran gen tanaman produk transgenik ke tanaman sejenis ataupun lintas jenis.
3. Resistensi hama akibat terdedah terus menerus oleh toksin yang dihasilkan oleh tanaman produk transgenik.
4. Pengaruh tanaman produk transgenik terhadap ekologi atau ekosistem tanah.

Kekhawatiran resiko terhadap keselamatan sumber daya hayati diduga terjadi melalui beberapa cara seperti :

1. Terlepasnya organisme transgenik ke alam bebas.
2. Tranfer gen asing dari produk transgenik ke tanaman lain seperti gulma yang dapat membentuk gulma yang berpotensi merusak ekosistem yang ada dan mengancam keberadaan sumber daya hayati.

Perubahan tatanan gen dapat mengakibatkan perubahan keseimbangan ekosistem hayati dengan perubahan yang tidak dapat diramalkan (Hartiko, 1995). Jenis-jenis organisme non target yang

perlu diuji merupakan bagian kajian tersendiri bagi wilayah tropika, karena tanaman produk transgenic berpengaruh baik secara langsung ataupun tidak langsung. Pengaruh langsung akan terjadi bila hewan atau serangga bukan hama memakan tanaman atau bagian tanaman yang menyebabkan organisme tersebut keracunan dan mati, sehingga diperlukan kajian penetapan organisme-organisme utama yang kira-kira bisa mewakili komunitas yang ada di suatu wilayah. Kajian laboratorium meliputi kegiatan pemberian makan organisme sasaran dengan produk gen target 10-100 x EEC (expected environmental concentration). Kajian lapang juga sangat diperlukan terutama terhadap beberapa organisme yang tidak mungkin dikaji di laboratorium (Santosa, 2001). Tanaman produk transgenic berpengaruh juga secara tidak langsung pada saat hama dimangsa oleh musuhnya. Hama yang memakan tanaman transgenic akan mengalami akumulasi toksin di dalam tubuhnya yang dapat berakibat buruk bagi predator ataupun parasit pemangsa hama. Kajian mengenai predator dan parasit hama yang hidup di wilayah tersebut diperlukan yang disertai oleh pengamatan lapang jangka panjang.

Kekhawatiran terhadap penyebaran gen tanaman transgenic ke kerabat liarnya tidak perlu, karena hal ini tidak mungkin terjadi selama kerabat liar tersebut tidak ada di lokasi penanaman. Sebagian besar tanaman transgenic komersial penting tidak mempunyai kerabat liar di Indonesia, sehingga kurang relevan untuk dikaji. Penyebaran gen ke tanaman lain sejenis layak dikaji karena dapat menyebabkan biomultiplication atau peningkatan ekspresi gen yang disisipkan (Santosa, 2001). Resistensi hama juga merupakan isu yang tidak kalah penting, karena dalam suatu populasi hama, terdapat hama yang tidak mati setelah memakan tanaman transgenik tahan hama. Jumlah hama tersebut memang tidak banyak, namun bila terjadi perkawinan

antar sesamanya maka setelah beberapa musim populasi hama resisten akan meledak dan menghancurkan pertanaman yang ada.

Kekhawatiran lain yang perlu dipertimbangkan adalah mengenai pengaruh tanaman transgenic terhadap tanah. Tanah adalah lingkungan paling kompleks dan tinggi keanekaragaman hayatinya, sehingga penanaman tanaman transgenic kemungkinan terjadi, terutama terhadap organisme tanah seperti cacing tanah dan springtail. EPA (Environmental Protection Agency) pada tahun 2000 mengkaji beberapa jenis tanaman produk transgenic Bt yang berpengaruh buruk terhadap Collembola. Peneliti Jerman berhasil membuktikan di dalam skala laboratorium terjadi transfer gen lintas spesies (horizontal) dari tanaman transgenic ke bakteri. Hasil penelitian Jerman tersebut menyiratkan resiko yang mungkin muncul akibat penanaman tanaman transgenic walaupun sangat kecil kemungkinannya untuk terjadi di lapang (Santosa, 2001). Prinsip dasar biologi molekuler menunjukkan dua sumber utama resiko yang mungkin timbul (Fagan, 1997), yaitu :

1. Perubahan fungsi gen melalui rekayasa genetik. Penyisipan gen berlangsung secara acak sehingga sulit untuk dikontrol dan diprediksikan apakah gen tersebut akan rusak atau berubah fungsi.
2. Transgen yang disisipkan ke dalam satu organisme dapat berinteraksi dengan komponen seluler. Pertimbangan ini didasarkan atas kompleksitas kehidupan organisme yang menyebabkan kisaran interaksi yang terjadi tidak dapat di ramal atau bahkan dikontrol.

Tanaman produk transgenik secara teoritis adalah bagian dari masa depan karena sampai saat ini bukti-bukti ilmiah menunjukkan tidak ada alasan “kuat” untuk mempercayai adanya resiko “unik” yang berkaitan dengan produk transgenik. Produk

bioteknologi modern sama aman atau berbahayanya dengan makanan yang dihasilkan melalui teknik-teknik tradisional. Bioteknologi modern melalui rekayasa genetika dipercaya oleh beberapa stakeholder di masa yang akan datang berpotensi menjadi alat untuk menjawab tantangan dengan membuka kesempatan pengembangan bidang pertanian khususnya untuk memperoleh pangan yang lebih banyak dengan kualitas yang lebih baik.

Reaksi terhadap Organisme atau Tanaman Pangan Produk Transgenik

Beberapa reaksi mulai muncul setelah beredar isu mengenai kekhawatiran atas resiko lingkungan yang ditimbulkan oleh organisme atau tanaman pangan produk transgenik. Reaksi-reaksi tersebut berasal dari berbagai macam stakeholder, mulai dari bidang penelitian maupun dari individu-individu tertentu. Bidang penelitian menganggap bahwa pengetahuan tentang ilmu rekayasa genetika sangat penting, karena pemberi informasi yang tidak dibekali oleh dasar pengetahuan rekayasa genetika cenderung menelan mentah-mentah ulasan pers asing yang dapat menyebabkan objektifitas permasalahan dan validitas data sulit diperoleh. Contoh nyata adalah penolakan negara barat terhadap padi transgenik yang menghasilkan provitamin A.

Penolakan tersebut terjadi karena negara barat dapat memperoleh vitamin A dari sumber lain, sedangkan bagi negara-negara yang sedang berkembang yang rawan pangan, bahan pangan kaya vitamin A sangat dibutuhkan. Pertimbangan di atas penting untuk memahami terlebih dahulu latar belakang penolakan produk transgenik di suatu negara (Suwanto, 2000). Bukti ilmiah diperlukan untuk meredam kekhawatiran yang berlebihan atau menghilangkan keraguan. Salah satu kekhawatiran yang paling menonjol adalah mengenai terjadinya

transfer gen dari organisme transgenik ke mikroorganisme. Transfer gen secara alamiah sangat jarang terjadi. Frekuensi pengambilan DNA linier oleh permukaan sel 10^{-5} atau lebih kecil, untuk terintegrasi ke dalam genom resipien memerlukan illegitimate recombination dengan frekuensi 10^{-8} atau lebih kecil dan kemudian untuk ekspresinya dibutuhkan aktivasi oleh elemen loncat dengan frekuensi 10^{-5} atau lebih kecil sehingga total frekuensi suatu gen ditransformasikn di alam adalah 10^{-18} .

Bakteri dalam usus besar manusia tidak lebih dari 10^{15} , dan dalam satu gram tanah hanya sekitar 10^{10} , sehingga dapat dikatakan bahwa kejadian transformasi gen di alam tersebut probabilitasnya mendekati nol. Frekuensi gen dalam kondisi tanpa tekanan, seleksi sebesar 10^{-6} sulit dilakukan karena jumlah bakteri yang mendapat transfer gen tidak sesuai dengan bakteri yang tidak mendapatkannya. Tekanan seleksi yang menguntungkan bakteri penerima gen pada saat transfer gen tersebut akan memberikan akibat yang nyata, sehingga dalam melakukan satu penilaian terhadap produk transgenic, pertimbangan ada tidaknya tekanan seleksi pada kejadian yang jarang terjadi perlu mendapat perhatian serius. Perkembangan pengetahuan saat ini belum memungkinkan untuk menghitung semua probabilitas kejadian transfer gen secara tepat.

Informasi untuk membuat perhitungan kemungkinan suatu tahapan transfer gen pada dasarnya belum tersedia, karena terdapat variasi prokariota yang luar biasa atau mungkin terdapat mekanisme tranfer gen yang baru. Analisis resiko yang fair dapat dilakukan dengan membandingkan produk yang akan dianalisis dengan aplikasi yang umum telah diterima, misalnya bila pemberian antibiotik untuk hewan dalam waktu yang lama dan terus menerus dianggap aman, maka pemberian produk transgenik dalam waktu yang lama dan terus menerus sebagai

pakan dianggap lebih aman. Kedua kejadian itu mengambil resiko teoritis yang sama yaitu pengambilan DNA oleh bakteri usus melalui transformasi alamiah dan integrasi DNA ke dalam genom resipien. Pendekatan evaluasi seperti ini tidak diskriminatif dalam menilai produk yang berbeda (Suwanto, 2000).

Preferensi pribadi lebih baik tidak ditanggapi secara umum. Pemerintah dan pihak terkait perlu menciptakan informasi seimbang dan kebijakan yang hati-hati untuk dapat dijadikan acuan bagi orang awan dalam menentukan sikap khususnya dalam hal mengambil keputusan terhadap produk transgenik. Penilaian terhadap tanaman transgenik dapat mengandung persaingan bisnis yang terselubung. Pestisida kimiawi tidak terlalu diperlukan lagi dalam budidaya tanaman produk transgenik tahan serangan hama dan penyakit, sehingga pihak-pihak berkepentingan akan berusaha menuntun masyarakat dalam menentukan sikap sesuai tujuan mereka masing-masing.

Issue bioteroris menjadi fenomena baru yang muncul akibat banyaknya aksi teror yang terjadi pada saat teknik rekayasa genetika berkembang sangat pesat. Keberhasilan rekayasa genetika yang telah dicapai dalam membentuk organisme atau tanaman pangan produk transgenik dibayangi oleh penyalahgunaan teroris. Kebebasan mengakses data genetika pada genbank telah dikhawatirkan akan dimanfaatkan oleh para teroris sebagai sarana menciptakan senjata berbahaya bagi keselamatan manusia. Presiden Amerika pada pertengahan tahun 2002 telah menandatangani Undang-undang bioterorisme yang menyatakan bahwa Amerika sanggup mengontrol penggunaan zat biologi berbahaya dan racun, keselamatan dan keamanan pasokan makanan, obat-obatan dan air minum.

Kekhawatiran penyalahgunaan data genetika ini diragukan karena tidak ada pakar yang ahli dalam mengubah informasi

tersebut menjadi senjata berbahaya. Database seperti itu tidak dapat digunakan sebagai sarana untuk menciptakan bakteri atau virus pembunuh. Upaya menyembunyikan data genetika justru akan mendorong kearah sains yang membahayakan, sehingga perlu dilakukan tindakan kewaspadaan dengan pengklasifikasian data khususnya data sejumlah organisme yang dikenal berbahaya. Pembukaan akses secara publik terhadap data tersebut dianggap lebih banyak manfaat karena akan merangsang berbagai penelitian untuk mencapai kemajuan dari pada kerugiannya. Suriasoemantri (1988) mengungkapkan bahwa seorang ilmuwan tidak boleh menyembunyikan hasil penemuan apapun bentuknya dari masyarakat luas dan apapun yang menjadi konsekuensinya. Masyarakat dalam menyikapi masalah bioteroris diharapkan dapat memahami setiap tahap perkembangan ilmu dan teknologi yang selalu memiliki nilai positif dan negatif. Ilmu pengetahuan yang tidak dipergunakan sebagaimana mestinya tidak akan membawa berkah bagi kemanusiaan yang dapat menjadi malapetaka dimuka bumi karena pada dasarnya pengetahuan ditujukan untuk kemakmuran manusia dan kemanusiaan.

c. Rangkuman

Pemuliaan tanaman rekayasa genetik mulai muncul sejak terjadi kemajuan di bidang ilmu hayati seperti biologi molekuler, genetika molekuler dan rekayasa genetika pada abad ke-20. Pemuliaan tanaman rekayasa genetik sebagai bagian dari unsur bioteknologi pertanian mempunyai salah satu keunggulan yang mampu mengubah suatu sifat organisme menjadi sifat baru seperti yang dikehendaki oleh pemulia. Usaha yang dilakukan untuk menanggulangi krisis pangan di Indonesia dengan pendekatan biologi molekuler, antara lain dengan merakit tanaman yang resisten terhadap

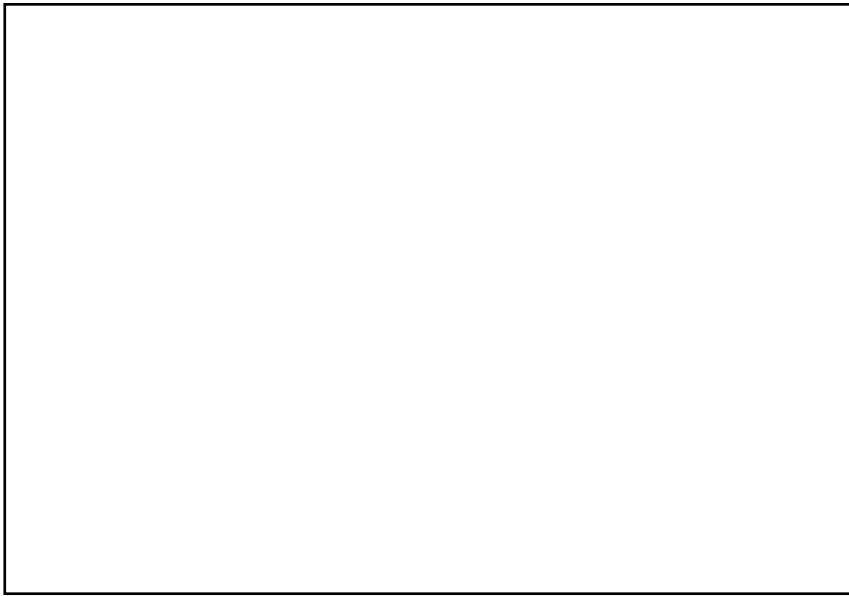
serangan hama dan penya serta toleran terhadap cekaman lingkungan salin, kekeringan dan keracunan Al). Dengan berhasilnya rekayasa genetika melalui metode kloning DNA, memungkinkan gen tunggal dari suatu spesies makhluk hidup dimasukkan ke dalam gen dari spesies makhluk hidup lainnya. Teknologi memanipulasi DNA yang dikerjakan dengan pencangkokan (kloning) tanpa melalui perkawinan disebut molekular cloning atau recombinant DNA technology. Rekayasa genetika dalam bidang tanaman dilakukan dengan mentransfer gen asing ke dalam tanaman. Hasil rekayasa genetika pada tanaman seperti ini disebut tanaman transgenik. Sudah diperoleh beberapa tanaman transgenik yang toleran terhadap salinitas, kekeringan dan hama penyakit. Isu tentang tanaman transgenik kini sudah tidak lagi terbatas pada tingkatan laboratoris semata namun sudah menjadi skala komersial, hal ini terutama berlaku pada tanaman pertanian. Sebagaimana dilaporkan oleh ISAAA (International Service for The Acquisition of Agri-Biotech Applications) luas tanaman transgenik di seluruh dunia pada tahun 2004 telah mencapai 81 juta ha.

d. Latihan (Penugasan Kelas)

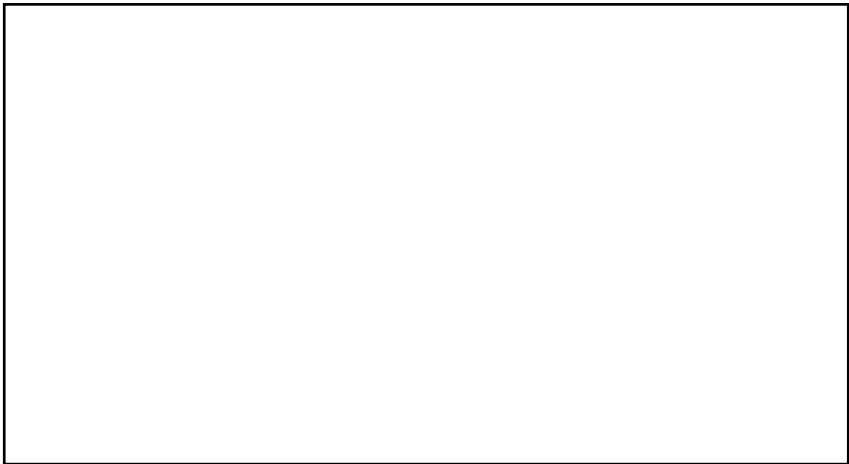
Pemuliaan tanaman (plant breeding) merupakan perpaduan antara seni (art) dan ilmu (science) dalam merakit keragaman genetik suatu populasi tanaman tertentu menjadi bentuk tanaman baru yang lebih baik atau unggul dari sebelumnya. Pemuliaan tanaman dan rekayasa genetika sedang dilakukan untuk mengupayakan produksi pangan karena kebutuhan pangan yang bertambah akibat pertumbuhan penduduk. Oleh sebab itu, apakah ada kemungkinan bahwa hasil pemuliaan

tanaman dan rekayasa genetik berdampak negatif ? Berikan pendapatmu dan alasannya!

e. Evaluasi Pembelajaran



f. Umpan Balik



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

BIOETIKA PEMULIAAN TANAMAN

REKAYASA GENETIK DAN PENGEMBANGAN

BIOTEKNOLOGI PERTANIAN DI INDONESIA

- a. **Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Bioetika Pemuliaan Tanaman Rekayasa Genetik Dan Pengembangan Bioteknologi Pertanian Di Indonesia:**
- Mampu menjelaskan definisi bioetika
 - Mampu menjelaskan prinsip biostatement
- b. **Materi Pembelajaran**

Defenisi Bioetika

Satu hal penting yang perlu diingat apabila ingin membahas atau mengambil keputusan yang berkaitan dengan isu bioetika rekayasa genetik adalah diperlukan satu pemahaman prinsip atau dasar-dasar yang berhubungan dengan hal tersebut. Pemuliaan tanaman rekayasa genetik adalah bagian dari bioteknologi pertanian. Bioteknologi pertanian berbeda dengan teknologi pertanian. Perbedaannya antara lain terletak pada hal penguasaan materi, yaitu bioteknologi pertanian menguasai materi organik sedangkan teknologi material atau nanoteknologi dapat menguasai materi anorganik (Oliver, 2000). Pemuliaan tanaman rekayasa genetik secara sederhana dan ringkas diartikan sebagai perubahan gen selektif yang disengaja oleh manusia. Beberapa tahapan kegiatan yang berkaitan dengan kegiatan pemuliaan tanaman rekayasa genetik diawali oleh penelitian

dan pengembangan di laboratorium, pengujian di lapang, produksi/industri, sampai pada tahap perdagangan produk hasil rekayasa genetik. Penggunaan rekayasa genetik tanaman antara lain adalah untuk meningkatkan kandungan nilai gizi atau merangsang tanaman agar tumbuh lebih cepat dan besar sehingga menghasilkan tunas yang kuat, mempunyai buah dan daun yang banyak atau memperlambat proses pembusukan, atau membuat tanaman tahan terhadap kekeringan atau pembekuan, atau membentuk tanaman yang menghasilkan buah atau sayur yang tahan aluminium ketika disimpan dalam kaleng, atau membuat tanaman tahan hama dan penyakit.

Isu etika dalam bioteknologi merebak di masyarakat dunia terutama ketika muncul kontradiksi pada saat bioteknologi berhasil membuktikan keunggulannya dalam terapi gen, bank DNA, rekayasa genetik, kloning pada hewan, tumbuhan, dan makanan. Isu-isu ini diduga akan dikaitkan dengan aspek-aspek lain seperti sosial ekonomi, kesehatan masyarakat, dan aspek lingkungan bila produk tersebut tidak mengindahkan persepsi masyarakat tentang etika. Perilaku dan dampak hasil rekayasa genetik tanaman pertanian sampai saat ini belum banyak diketahui. Bioetika dalam penelitian dan pengembangan pemuliaan tanaman rekayasa genetik diperlukan sebagai kontrol agar produk yang dihasilkan tidak membahayakan sumberdaya hayati, lingkungan, dan kehidupan manusia baik dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang. Bioetika, di sisi lain, diperlukan agar para peneliti dan pengembang mendapat kepastian hukum, lingkup bioteknologi mana saja, dan material biologi apa saja yang boleh diteliti, untuk dapat digunakan dan dikembangkan sehingga peneliti menjadi terarah dan efektif sesuai kebutuhan pasar dan persepsi dunia. Bioetika dilihat dari sudut pandang

kesehatan masyarakat, diperlukan untuk mengontrol produk yang akan dihasilkan oleh pemuliaan tanaman rekayasa genetik terutama yang melibatkan organisme yang telah mengalami modifikasi secara genetik atau Genetically Modified Organisms (GMO) (Darwis, 2003). Etika adalah subjek yang didasarkan atas kajian filosofi dan agama. Etika tidak dapat dirumuskan oleh jajak pendapat secara umum dengan memberi pertanyaan apakah menurut mereka sesuatu itu benar atau salah, kemudian secara sederhana menerima pendapat mayoritas. Etika membutuhkan dukungan alasan-alasan yang secara logis dan filosofis dapat diterima. Kajian yang secara langsung membahas bioetika rekayasa genetik sebenarnya cukup sulit untuk ditemukan. Kajian yang lebih menonjol untuk rekayasa genetik tanaman dan binatang adalah masalah biosafety, sedangkan kajian yang terkait dengan manusia saat ini menyangkut masalah genetik di bidang kesehatan dan cloning (Noer, 2003).

Moeljopawiro (2002) menyatakan bahwa bioetika adalah etika yang terkait dengan kehidupan yang pertanggungjawabannya terjadi dua arah secara vertikal dan horizontal, yaitu kepada Yang Maha Pencipta dan kepada sesama manusia. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat cepat seakan-akan berlangsung secara otomatis dan terlepas dari kemauan manusia, sehingga seolah-olah kemajuan ilmu pengetahuan tadi tidak memperhatikan aspek etika, akibatnya pada saat teknologi akan diterapkan sering mendapat reaksi negatif dari kalangan masyarakat. Biosafety terkait dengan bioetika rekayasa genetik adalah suatu persyaratan yang harus dikeluarkan suatu negara terhadap produk-produk rekayasa genetik baik berupa tanaman, hewan atau jasad renik sebelum produk-produk

tersebut dikeluarkan oleh perusahaan penelitian dan pengembangan rekayasa genetik ke suatu lingkungan baru. Tujuan peraturan tersebut adalah untuk mencegah dampak negatif bagi lingkungan, kesehatan, dan sumberdaya hayati yang disebabkan oleh pelepasan produk rekayasa genetik. Peraturan biosafety telah dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia pada tahun 1997 berupa Keputusan Menteri yang memuat peraturan tentang produk rekayasa genetik pertanian yang telah berubah secara genetik (Darwis, 2003). Peraturan biosafety terdiri atas pertimbangan umum, pengaturan produk yang dihasilkan, kebutuhan produk, prosedur, hak dan kewajiban, dan pelaporan.

Prinsip Biostatement

Prinsip bioetika, menurut Darwis (2003), harus dimiliki oleh proses penelitian dan pengembangan serta pengujian produk rekayasa genetik yang dilakukan oleh setiap perusahaan pengembang, antara lain:

- a. Mengarahkan setiap kegiatan penelitian dan pengembangan rekayasa genetik untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi manusia, lingkungan, dan sumberdaya hayati.
- b. Kegiatan penelitian dan pengembangan rekayasa genetik tidak menyentuh keyakinan, hukum, dan norma-norma satu agama apapun.
- c. Mempertimbangkan opini publik dunis seperti pasien, agamawan, ahli etika, ahli hukum, ahli lingkungan, dan kelompok yang tertarik dengan isu bioetika dan sosial yang berhubungan dengan penelitian genetika.

- d. Melakukan penyadaran masyarakat dunia tentang rekayasa genetik agar lebih dikenal luas.
- e. Tidak menyalahgunakan informasi genetika untuk kepentingan diskriminasi suatu kelompok manusia.
- f. Memperlakukan hewan percobaan dengan baik, dan tidak membuat rekayasa genetik yang tidak perlu, seperti mengubah bentuk secara morfologis ataupun fisiologis yang tidak layak
- g. Menentang penggunaan produk rekayasa genetik untuk senjata biologis.
- h. Mempunyai komitmen mengembangkan produk pertanian untuk pemenuhan kebutuhan pangan dunia.
- i. Mempunyai komitmen konservasi sumberdaya hayati

Perkembangan revolusi genetika yang begitu pesat memberi peluang besar bagi terjadinya perubahan-perubahan di masa mendatang yang akan berpengaruh besar terhadap peradaban manusia. Ilmu berfungsi sebagai pengetahuan untuk membantu manusia dalam hal mencapai tujuan hidup yang berhubungan dengan hakekat kemanusiaan itu sendiri (Nasoetion, 1999). Posisi para pakar ilmu dalam hal ini sangat penting karena hanya mereka yang mampu menganalisis potensi risiko dan keuntungan serta memiliki kewajiban etis untuk menganalisis secara fair, terbuka dan tidak berat sebelah. Keputusan akhir tidak boleh diserahkan sepenuhnya kepada ilmuwan karena monopoli ilmu tidak berarti memonopoli etika dan kearifan. Perkiraan etika dan kaidah perilaku ilmuwan bioteknologi dari standar etika dan kaidah berperilaku yang berlaku bagi kelompok ilmuwan lain terutama oleh etika kelompok ilmuwan biologi adalah (Rifai, 2002):

1. Ilmuwan bioteknologi harus menghormati standar etika tertinggi, mengemban kewajiban moral dan tanggung jawab profesional terhadap masyarakat umum artinya secara aktif dan proaktif melayani dan memperjuangkan kepentingan dan kesejahteraan masyarakat. Pernyataan ilmiah untuk umum harus dijaga ketepatannya tanpa membesar-besarkan kebenarannya ataupun menutupi kekurangannya.
2. Pakar bioteknologi wajib memajukan, memanfaatkan, mengembangkan dan menguasai bidangnya untuk didarmabaktikan kepada kepentingan umum dan kesejahteraan umat manusia serta dapat memahami keterbatasan pengetahuan dan ilmunya serta menghormati makna kebenaran ilmiah.
3. Pakar bioteknologi senantiasa berusaha untuk memajukan profesinya dengan meningkatkan kemampuan dan kompetensinya agar selalu dapat mengikuti perkembangan mutakhir bidangnya, mendukung perhimpunan ilmiahnya, menyimpan berbagai gagasan dan informasi guna menyuburkan kemitraan dalam bersinergi sesamanya.
4. Pakar bioteknologi dituntut untuk memahami dan mengantisipasi dampak kegiatannya pada lingkungan, disamping berperilaku kemanusiaan, mereka juga perlu untuk berperilaku binatang dan berperiketumbuhan.

Kewajiban seorang ilmuwan secara batiniah memberi sumbangan pengetahuan baru yang benar kepada kumpulan pengetahuan yang benar yang sudah ada, walaupun ada tekanan ekonomi, atau sosial agar tidak melakukan hal itu, karena tanggung jawab para ilmuwan

adalah memerangi ketidaktahuan, prasangka dan takhayul di kalangan manusia mengenai alam semesta ini (Nasoetion, 1999). Peraturan-peraturan yang berhubungan dengan bioetika masih sangat terbatas di Indonesia, padahal semua kegiatan rekayasa genetik akan berhubungan dengan bioetika. Pemerintah Indonesia harus segera mempersiapkan bioetika agar tidak terjadi dampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan, dan sumberdaya hayati yang ditimbulkan oleh kegiatan rekayasa genetik.

Pembuatan peraturan atau bioetika untuk pelepasan dan pengujian produk rekayasa genetik dapat dilakukan dengan cara menghimpun opini pemerintah, LSM, pelaku ekonomi, ahli hukum, dan perguruan tinggi, dengan memperhatikan beberapa model yang berkembang, seperti model standar profesional, model kasus-kasus hukum, model hukum masyarakat (tradisi dan agama), dan model komisi etika dan komisi penasehat yang ada di dunia (Darwis, 2003).

c. Rangkuman

Bioetika adalah penyelidikan kritis tentang dimensi-dimensi moral dari pengambilan keputusan dalam konteks berkaitan dengan kesehatan dan dalam konteks yang melibatkan ilmu-ilmu biologis. Prinsip bioetika harus dimiliki oleh proses penelitian dan pengembangan serta pengujian produk rekayasa genetik yang dilakukan oleh setiap perusahaan pengembang. Posisi para pakar ilmu dalam hal ini sangat penting karena hanya mereka yang mampu menganalisis potensi risiko dan keuntungan serta memiliki kewajiban etis untuk menganalisis secara fair, terbuka dan tidak berat sebelah. Keputusan akhir tidak

boleh diserahkan sepenuhnya kepada ilmuwan karena monopoli ilmu tidak berarti memonopoli etika dan kearifan. Peraturan-peraturan yang berhubungan dengan bioetika masih sangat terbatas di Indonesia, padahal semua kegiatan rekayasa genetik akan berhubungan dengan bioetika. Pemerintah Indonesia harus segera mempersiapkan bioetika agar tidak terjadi dampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan, dan sumber daya hayati yang ditimbulkan oleh kegiatan rekayasa genetik. Pembuatan peraturan atau bioetika untuk pelepasan dan pengujian produk rekayasa genetik dapat dilakukan dengan cara menghimpun opini pemerintah, LSM, pelaku ekonomi, ahli hukum, dan perguruan tinggi, dengan memperhatikan beberapa model yang berkembang, seperti model standar profesional, model kasus-kasus hukum, model hukum masyarakat (tradisi dan agama), dan model komisi etika dan komisi penasehat yang ada di dunia.

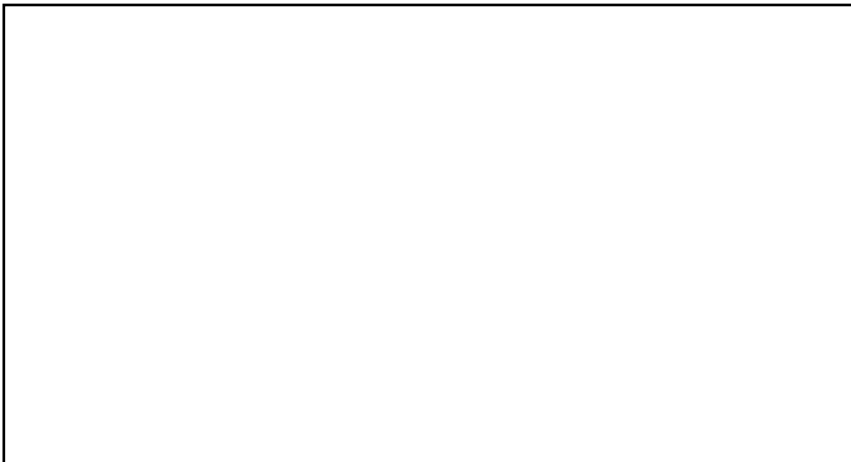
d. Latihan (Penugasan Kelas)

Pernahkah kamu mendengar kata “bioetika”? apa pendapatmu tentang bioetika dan penerapannya di Indonesia!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large, empty rectangular box with a black border, intended for notes or a diagram related to the evaluation of learning.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a black border, intended for notes or a diagram related to feedback.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

KONSEP PENGELOLAAN SATWA LIAR DI KAWASAN TAMAN NASIONAL

- a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Konsep Pengelolaan Satwa Liar Di Kawasan Taman Nasional:**
- Mampu menjelaskan defenisi satwa liar dan ekosistemnya
 - Mampu menjelaskan permasalahan di taman nasional nusawatwa
- b. Materi Pembelajaran**

Defenisi Satwa Liar dan Ekosistemnya

Satwa liar dan ekosistemnya adalah salah satu potensi sumber daya alam hayati yang penting bagi kehidupan. Pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya alam ini, didukung oleh langkah-langkah konservasi, harus dilakukan secara lestari, selaras, serasi dan seimbang bagi kesejahteraan masyarakat, agar sumber daya alam hayati dapat dimanfaatkan secara optimal dan tetap terjaga kelestariannya. Perlindungan keanekaragaman hayati dilakukan atas dasar Undang-undang No. 5 tahun 1990 yaitu tentang sumber daya alam dan ekosistemnya yang diberikan untuk pembangunan taman nasional dan kawasan lindung lainnya. Kawasan lindung yang dimaksud adalah kawasan yang ditetapkan sesuai dengan fungsi utama melindungi kelestarian lingkungan hidup yang

mencakup sumber daya alam dan buatan. Salah satu kawasan yang dilindungi adalah hutan.

Fungsi utama kawasan lindung tersebut tercantum dalam Undang-undang No. 24 tahun 1992 tentang penataan ruang (pasal 1) yang menyatakan bahwa kawasan adalah wilayah dengan fungsi utama lindung atau budidaya. Keberadaan kawasan hutan berfungsi sebagai pengaturan tata air, pencegahan bahaya banjir dan erosi, serta pemeliharaan kesuburan tanah. Kawasan lindung ini harus dikelola agar fungsi lindungnya tetap terjaga. Bentuk-bentuk pengelolaan kawasan lindung yaitu dengan menjadikannya sebagai cagar alam, suaka margasatwa, dan taman nasional. Definisi taman nasional, menurut UU Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya No. 5 tahun 1990 pasal 1 ayat 14, adalah kawasan pelestarian alam yang mempunyai ekosistem asli, dikelola dengan sistem zonasi yang dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, pariwisata, dan rekreasi. Ciri khas taman nasional ada pada keberadaannya sebagai kawasan konservasi untuk melindungi kawasan alami dan mempunyai pemandangan yang indah, yang penting secara nasional atau internasional, serta memiliki nilai bagi pemanfaatan ilmiah, pendidikan dan rekreasi. Kawasan alami tersebut relatif cukup luas dan materinya tidak diubah oleh kegiatan manusia serta pemanfaatan sumber daya taman (Kelompok Taman Nasional Mahasiswa PSILUI XXI, 2003). Kawasan taman nasional ini dikelola dengan sistem zonasi yang terdiri atas zona inti, zona pemanfaatan, dan zona lainnya sesuai dengan keperluan. Beberapa fungsi taman nasional adalah sebagai berikut :

1. Mempertahankan contoh ekosistem dalam kondisi alami
2. Menyediakan pendidikan, penelitian, dan pemantauan lingkungan
3. Melestarikan kondisi kawasan tangkapan air
4. Mengendalikan erosi, sedimentasi, dan melindungi investasi kawasan hilir
5. Menyediakan pelayanan rekreasi dan pariwisata
6. Melindungi keindahan alam dan tempat terbuka

Pengelolaan satwa liar di taman nasional dilakukan berdasarkan nilai ekonomis, nilai rekreasi kegiatan berburu, nilai keindahan atau estetika, serta nilai untuk ilmu pengetahuan. Pengelolaan satwa liar di taman nasional juga mencakup pengelolaan satwa liar yang berpotensi mengancam kehidupan dan harta benda manusia, karena kehidupan taman nasional berdampingan dengan kehidupan masyarakat lokal.

Permasalahan di Taman Nasional Nusasatwa

Taman Nasional Nusasatwa adalah satu kawasan lindung dengan luas 350000 ha yang didalamnya terdapat berbagai spesies satwa liar, baik yang dilindungi oleh UU maupun yang tidak dilindungi. Kawasan taman nasional ini berdampingan dengan lahan aktivitas masyarakat. Fenomena ini sering kali membuat berbagai permasalahan terjadi di dalam kawasan taman nasional dan lahan aktivitas masyarakat di sekitar kawasan, antara lain :

1. Beberapa spesies satwa yang ada dalam daftar di atas semakin terancam kelestariannya

2. Perburuan dan penangkapan satwa
3. Illegal logging yang mengakibatkan kerusakan habitat satwa liar
4. Gangguan beberapa satwa langka tertentu di lahan perkebunan, pertanian, dan lahan pemukiman masyarakat sekitar kawasan taman nasional
5. Serangan binatang hama di lahan-lahan pertanian dan perkebunan

Spesies satwa liar yang terancam mencakup spesies yang berstatus langka, oleh karena itu, spesies tersebut dilindungi oleh undang-undang yang dirumuskan oleh SK Mentan No. 421/Kpts/Um/8/1970; PP No.7 '99, SK Mentan No. 716/Kpts/Um/10/1980, SK Mentan No. 66/Kpts/Um/2/1973, Peraturan Perlindungan Binatang Liar tahun 1931, dan Peraturan Pemerintah No. 7 tahun 1999. Spesies-spesies satwa yang dilindungi tersebut disajikan oleh Tabel berikut.

Tabel 7.2. Spesies-spesies Satwa Berstatus Langka yang Dilindungi oleh Undang-undang

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Peraturan Perundangan
Mamalia			
1.	Trenggiling	<i>Manis javanica</i>	Per. Perlind. Bin. Liar '31; PP No. 7 '99
2.	Tarsius	<i>Tarsius spectrum</i>	Per. Perlind. Bin. Liar '31; PP No. 7 '99
3.	Orang utan	<i>Pongo pigmaeus</i>	Per. Perlind. Bin. Liar '31; PP No. 7 '99
4.	Landak	<i>Hystrix brachyura</i>	SK Mentan No. 247/Kpts/Um/4/1979; PP No.7 '99

5.	Beruang madu	<i>Helarctos malayanus</i>	SK Mentan No. 66/Kpts/Um/2/1973; PP No.7 '99
6.	Harimau loreng	<i>Panthera tigris</i>	SK Mentan No. 421/Kpts/Um/8/1970; PP No.7 '99
7.	Macan tutul	<i>Panthera pardus</i>	SK Mentan No. 421/Kpts/Um/8/1970; PP No.7 '99
8.	Macan dahan	<i>Neofelis nebulosa</i>	SK Mentan No. 66/Kpts/Um/2/1973; PP No.7 '99
9.	Kucing hutan	<i>Felis bengalensis</i>	SK Mentan No. 66/Kpts/Um/2/1973; PP No.7 '99
10.	Gajah sumatera	<i>Elephas maximus sumatranus</i>	Per. Perlind. Bint. Liar '31; PP No.7 '99
11.	Badak sumatera	<i>Dicerorhinus sumatrensis</i>	Per. Perlind. Bint. Liar '31; PP No.7 '99
12.	Pelanduk	<i>Tragulus napu</i>	Per. Perlind. Bint. Liar '31; PP No.7 '99
13.	Muncak	<i>Muntiacus muntjak</i>	Per. Perlind. Bint. Liar '31; PP No.7 '99
14.	Sambar	<i>Cervus unicolor</i>	Per. Perlind. Bint. Liar '31; PP No.7 '99
15.	Rusa timor	<i>C. timorensis</i>	Per. Perlind. Bint. Liar '31; PP No.7 '99
16.	Banteng	<i>Bos javanicus</i>	Per. Perlind. Bint. Liar '31; PP No.7 '99
Amfibi			
17.	Buaya Muara	<i>Crocodylus porosus</i>	SK Mentan No. 716/Kpts/Um/10/1980; PP No.7 '99
Aves			

18.	Elang bondol	<i>Haliastur indus</i>	SK Mentan No. 421/Kpts/Um/8/1970; PP No.7 '99
19.	Elang ikan kecil	<i>Ichthyophaga humilis</i>	SK Mentan No. 421/Kpts/Um/8/1970; PP No.7 '99
20.	Kuntul kecil	<i>Egretta grazetta</i>	Per. Perlind. Bint. Liar '31; PP No.7 '99
21.	Kuntul kecil	<i>Egretta grazetta</i>	Per. Perlind. Bint. Liar '31; PP No.7 '99
22.	Raja udang meninting	<i>Alcedo meninting</i>	Per. Perlind. Bint. Liar '31; PP No.7 '99
23.	Kuau	<i>Argusianus argus</i>	SK Mentan No. 421/Kpts/Um/8/1970; PP No.7 '99
24.	Rangkong badak	<i>Buceros rhinoceros</i>	Per. Perlind. Bint. Liar '31; PP No.7 '99

Beberapa spesies satwa liar tersebut ada yang sering mengganggu lahan budidaya masyarakat (Whitten, 2002), sehingga menghambat atau mengganggu pertumbuhan tanaman budidaya. Spesies satwa liar tersebut disajikan oleh Tabel 2.

Tabel 7.3. Spesies Satwa Liar yang Sering Mengganggu Lahan Budidaya Masyarakat

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah
1.	Macan tutul	<i>Panthera pardus</i>
2.	Gajah sumatera	<i>Elephas maximus sumatranus</i>
3.	Orang utan	<i>Pongo pigmaeus</i>
4.	Pelanduk	<i>Tragulus napu</i>

5.	Muncak	<i>Muntiacus muntjak</i>
6.	Sambar	<i>Cervus unicolor</i>
7.	Rusa timor	<i>C. timorensis</i>
8.	Banteng	<i>Bos javanicus</i>
No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah
9.	Babi hutan	<i>Sus scrofa</i>
10.	Tikus	<i>Rattus spp.</i>
11.	Monyet	<i>Macaca fascicularis</i>
12.	Bambangan cokelat	<i>Ixobrychus urhythmus</i>
13.	Raja udang meninting	<i>Alcedo meninting</i>
14.	Cinenen belukar	<i>Orthotomus atrogularis</i>
15.	Bondol rawa	<i>Lonchura malacca</i>

Spesies satwa yang ditemukan dalam taman nasional ini, menurut hasil survei terakhir, disajikan oleh Tabel 3.

Tabel 7.4. Spesies Satwa yang Ditemukan dalam Taman Nasional Nusasatwa Menurut Hasil Survei Terakhir

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah
Mamalia		
1.	Trenggiling	<i>Manis javanica</i>
2.	Tupai	<i>Tupaia glis</i>
3.	Kukang	<i>Nicticebus coucang</i>
4.	Tarsius	<i>Tarsius spectrum</i>
5.	Monyet	<i>Macaca fascicularis</i>
6.	Orang utan	<i>Pongo pigmaeus</i>
7.	Landak	<i>Hystrix brachyura</i>

8.	Beruang madu	<i>Helarctos malayanus</i>
9.	Garangan	<i>Herpestes javanicus</i>
10.	Musang	<i>Paradoxurus hormaphroditus</i>
11.	Harimau loreng	<i>Panthera tigris</i>
12.	Macan tutul	<i>Panthera pardus</i>
13.	Macan dahan	<i>Neofelis nebulosa</i>
14.	Kucing hutan	<i>Felis bengalensis</i>
15.	Gajah sumatera	<i>Elephas maximus sumatranus</i>
16.	Pelanduk	<i>Tragulus napu</i>
No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah
17.	Badak sumatera	<i>Dicerorhinus sumatrensis</i>
18.	Muncak	<i>Muntiacus muntjak</i>
19.	Sambar	<i>Cervus unicolor</i>
20.	Rusa timor	<i>C. timorensis</i>
21.	Banteng	<i>Bos javanicus</i>
22.	Babi hutan	<i>Sus scrofa</i>
23.	Tikus	<i>Rattus spp.</i>
Amphibi		
24.	Biawak	<i>Varanus salvator</i>
25.	Buaya Muara	<i>Crocodylus porosus</i>
Aves		
26.	Belibis kembang	<i>Dendrocygna arcuata</i>
27.	Trengkoak	<i>Amaurornis phoenicurus</i>
28.	Kedidi merah	<i>Calidris camatus</i>
29.	Elang bondol	<i>Haliastur indus</i>
30.	Bondol rawa	<i>Lonchura malacca</i>
31.	Elang ikan kecil	<i>Ichthyophaga humilis</i>
No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah
32.	Bambangan merah	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>
33.	Kuntul kerbau	<i>Bubulcus ibis</i>
34.	Kuntul karang	<i>Egretta sacra</i>
35.	Kuntul kecil	<i>Egretta grazetta</i>
36.	Bambangan coklat	<i>Ixobrychus eurhythmus</i>
37.	Raja udang meninting	<i>Alcedo meninting</i>
No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah
38.	Walet sapi	<i>Collocalia esculenta</i>

39.	Cucak kutilang	<i>Pynonotus aurigaster</i>
40.	Merbah cerucuk	<i>Pycnonotus goiavier</i>
41.	Cinenen belukar	<i>Orthotomus atrogularis</i>
42.	Layang-layang api	<i>Hirundo rustica</i>
43.	Kuau	<i>Argusianus argus</i>
44.	Rangkong badak	<i>Buceros rhinoceros</i>

Satwa liar yang sering mengganggu lahan lahan pertanian dan perkebunan, ada yang dianggap hama oleh masyarakat, karena dampak yang ditimbulkan relatif berat terhadap produksi lahan. Spesies satwa liar yang sering dianggap hama bagi lahan budidaya oleh masyarakat disajikan oleh Tabel 4.

Tabel 7.5. Spesies Satwa Liar yang Sering Dianggap Hama Lahan Budidaya oleh Masyarakat

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah
1.	Macan tutul	<i>Panthera pardus</i>
2.	Gajah sumatera	<i>Elephas maximus sumatranus</i>
3.	Rusa timor	<i>C. timorensis</i>
4.	Banteng	<i>Bos javanicus</i>
5.	Babi hutan	<i>Sus scrofa</i>
No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah
6.	Tikus	<i>Rattus spp.</i>
7.	Monyet	<i>Macaca fascicularis</i>
8.	Bambangan cokelat	<i>Ixobrychus eurhythmus</i>
9.	Cinenen belukar	<i>Orthotomus atrogularis</i>
10.	Bondol rawa	<i>Lonchura malacca</i>

c. Rangkuman

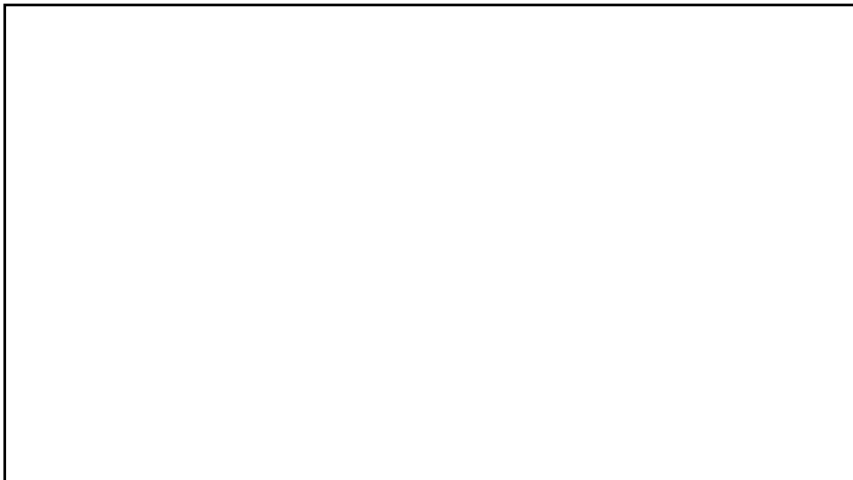
Perlindungan jenis satwa atau hidupan liar diatur dalam instrumen hukum internasional seperti *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES) tahun 1973. Undang-undang No.5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya dan peraturan pelaksanaan lainnya mengatur perlindungan jenis satwa atau hidupan liar di Indonesia. Hingga saat ini masih banyak kasus kejahatan yang berkaitan dengan perburuan dan perdagangan satwa atau hidupan liar yang dilindungi. Instrumen hukum nasional yang melindungi satwa dan tumbuhan liar belum memiliki kelengkapan ketentuan yang mengacu pada CITES sepenuhnya, dan ancaman sanksi yang ada juga tidak menimbulkan efek jera pelaku kejahatan. Perlu dilakukan perubahan perundang-undangan di bidang konservasi, perlindungan satwa atau tumbuhan liar yang sejalan dengan perkembangan instrument hukum Internasional. Untuk itu dalam penanggulangan kasus perburuan satwa liar tidak harus langsung diberi hukuman pidana, dapat berupa nasehat akan pentingnya menjaga kelestarian ekosistem. Bagi masyarakat sekitar kawasan taman nasional tentu dapat diterima, sebab mereka paham bahwa menyakiti atau membunuh hewan tidak sesuai dengan ajaran para leluhur. Pengelolaan satwa liar di taman nasional dilakukan berdasarkan nilai ekonomis, nilai rekreasi kegiatan berburu, nilai keindahan atau estetika, serta nilai untuk ilmu pengetahuan. Pengelolaan satwa liar di taman nasional juga mencakup pengelolaan satwa liar yang berpotensi mengancam kehidupan dan harta benda

manusia, karena kehidupan taman nasional berdampak dengan kehidupan masyarakat lokal.

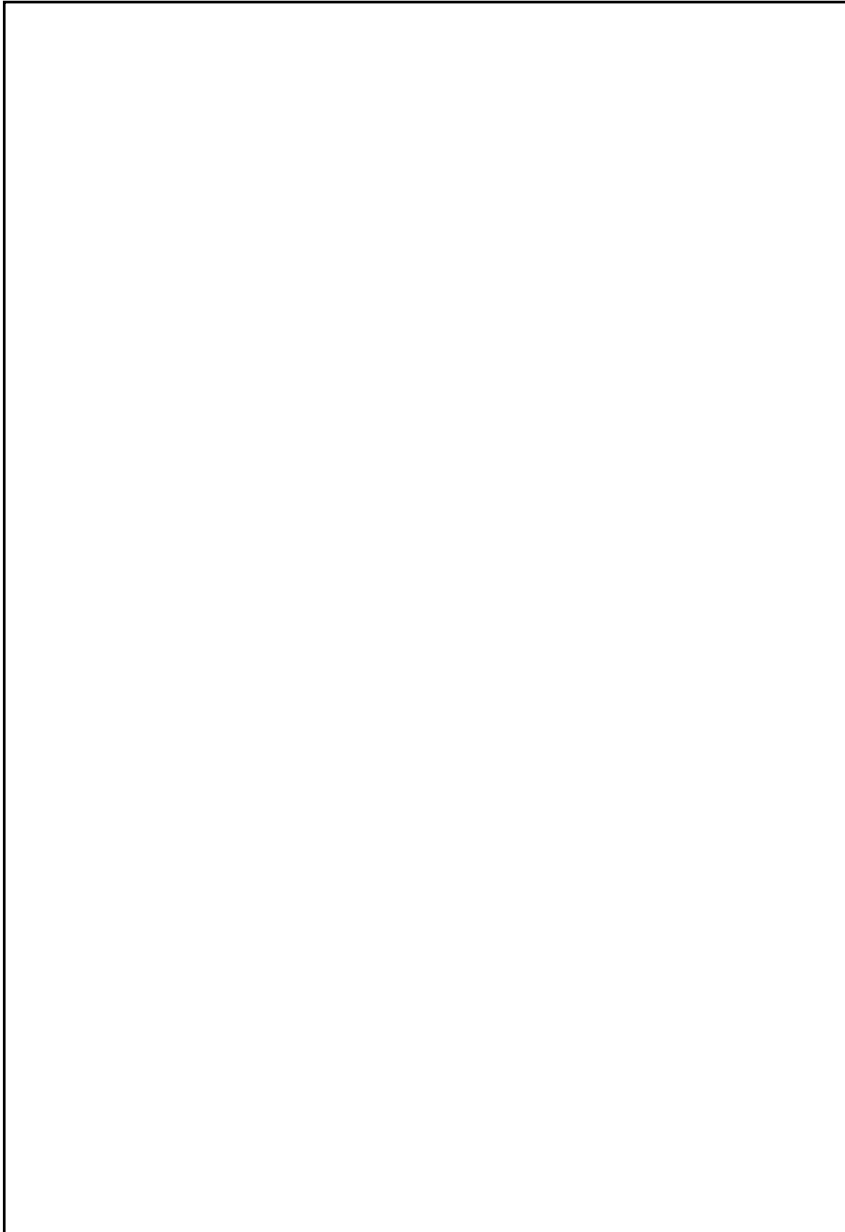
d. Latihan (Penugasan Kelas)

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan sumber daya alam dan keanekaragaman hayati, namun juga dikenal sebagai negara yang memiliki daftar panjang tentang satwa liar yang terancam punah. Ego manusia seakan-akan tiada hentinya. Eksploitasi alam saja tidak cukup, seringkali manusia juga mengambil kesejahteraan satwa liar. Fakta menunjukkan bahwa perburuan dan pemanfaatan satwa liar endemik, untuk kepentingan bisnis dan kesenangan telah mengakibatkan beberapa jenis satwa liar terancam punah. Jika kamu dihadapkan dengan orang yang kamu kenal dan orang tersebut memelihara hewan yang sudah hampir punah dan sedang dilindungi oleh negara, hal apa yang akan kamu lakukan?

e. Evaluasi Pembelajaran



f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback.

PENUTUP

RANGKUMAN MODUL

1. Pemuliaan tanaman rekayasa genetik mulai muncul sejak terjadi kemajuan di bidang ilmu hayati seperti biologi molekuler, genetika molekuler dan rekayasa genetika pada abad ke-20. Pemuliaan tanaman rekayasa genetik sebagai bagian dari unsur bioteknologi pertanian mempunyai salah satu keunggulan yang mampu mengubah suatu sifat organisme menjadi sifat baru seperti yang dikehendaki oleh pemulia.
2. Bioetika adalah penyelidikan kritis tentang dimensi-dimensi moral dari pengambilan keputusan dalam konteks berkaitan dengan kesehatan dan dalam konteks yang melibatkan ilmu-ilmu biologis. Prinsip bioetika harus dimiliki oleh proses penelitian dan pengembangan serta pengujian produk rekayasa genetik yang dilakukan oleh setiap perusahaan pengembang. Posisi para pakar ilmu dalam hal ini sangat penting karena hanya mereka yang mampu menganalisis potensi risiko dan keuntungan serta memiliki kewajiban etis untuk menganalisis secara fair, terbuka dan tidak berat sebelah.
3. Perlindungan jenis satwa atau hidupan liar diatur dalam instrumen hukum internasional seperti Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) tahun 1973. Undang-undang No.5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya dan peraturan pelaksanaan lainnya mengatur perlindungan jenis satwa atau hidupan liar di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, N. (2019). Urgensi Bioetika Dalam Perkembangan Biologi Modern Menurut Perspektif Islam. *Binomial*, 2(1), 64-85.
- Hanif, F. (2015). Upaya Perlindungan Satwa Liar Indonesia Melalui Instrumen Hukum dan Perundang undangan . *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 2(2).
- Hanim, L., Chalim, M. A., & Hafidz, J. (2020, November). Pelaksanaan Perlindungan Satwa Liar Yang Dilindungi Menurut Hukum Indonesia Dan Hukum Internasional. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat* (Vol. 1, No. 1, pp. 161-168).
<https://tngciremai.menlhk.go.id/konflik-satwa-liar/>
- Lubis, K. (2005). Pemuliaan Tanaman dan Biologi Molekuler
- Rimbawanto, A. (2006). Rekayasa Genetik Tanaman Kehutanan Di Indoneisa: Potensi Dan Tantangan. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 3(1), 61.
- Setiawan, E. (2022). Pengelolaan Dan Konservasi Satwa Berbasis Kearifan Lokal Di Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Sosiologi Dialektika Sosial*, 8(2), 113-126.

MODUL 8

KIMIA LINGKUNGAN UNTUK SOSIAL EKONOMI

Deskripsi pokok bahasan Definisi Kimia Lingkungan Untuk Sosial Ekonomi

Masalah penting dalam pembangunan ekonomi adalah bagaimana menghadapi trade-off antara pembangunan dengan upaya pelestarian lingkungan (Drews & Bergh, 2017). Pembangunan yang tidak memperhatikan kedua aspek tersebut akan mengakibatkan masalah dikemudian hari. Secara ringkas, pembangunan ekonomi yang semata-mata hanya merujuk kepada sebuah keuntungan tanpa mempertimbangkan keberlangsungan alam dan lingkungan tidak akan membawa dampak negatif bagi alam saja melainkan pada manusia juga. Pembangunan ekonomi menjadi penopang utama atas keberhasilan suatu negara, namun di lain sisi pembangunan juga menjadi problem besar yang harus dihadapi terutama dampak dari proses kegiatan pembangunan terhadap kualitas lingkungan hidup. Pembangunan ekonomi dan pertumbuhan ekonomi saling bersinergi dalam mencapai tujuan pembangunan nasional. Namun, jika dua aspek tersebut tidak memperhatikan sisi kelestarian lingkungan akan muncul masalah baru di kemudian hari. Adanya kemajuan teknologi yang tidak ramah lingkungan dapat membahayakan habitat alamnya. Kegiatan proses produksi tidak ramah lingkungan sebagai bentuk upaya dari kenaikan output, selain dapat meningkatkan pendapatan juga akan menghasilkan biaya sosial yang cukup besar. Materi pokok pada

modul 8 ini adalah definisi kimia lingkungan pada tanah, air dan udara yang dibagi menjadi 2 sub materi pokok yaitu:

1. Angka kelahiran total Indonesia
2. Anak jalanan sebagai penopang

Capaian Pembelajaran

Capaian yang diharapkan pada modul 8 ini adalah mahasiswa mampu memahami, mentransfer pengetahuan dan mengkomunikasikan terkait konsep-konsep kimia bahan alam dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Kemampuan Akhir

Mahasiswa mampu mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait kimia lingkungan, dan kimia bahan alam.

Kegiatan Mahasiswa

Mahasiswa memahami, mentransfer pengetahuan dan mengkomunikasikan terkait konsep-konsep kimia bahan alam dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Kegunaan Modul

Modul ini membahas berkaitan dengan Kimia lingkungan untuk sosial ekonomi dalam kehidupan sehari-hari yang sangat perlu kita alami. Degradasi lingkungan telah menjadi masalah penting diberbagai penjuru wilayah di Indonesia. Munculnya kepedulian publik atas masalah lingkungan telah memicu upaya untuk memahami lebih jelas dan mulai mengambil langkah serta alasan sebenarnya tentang masalah maupun sebab akibat dari degradasi lingkungan. Tuntutan di era global dengan sederetan tantangan yang dihadapi seperti isu prioritas pembangunan yang

menekankan pada integrasi pembangunan berwawasan lingkungan. Adanya pola strategi pembangunan konvensional menjadi serangkaian tantangan bagi para pengambil kebijakan yang berkaitan dengan adanya eksplorasi besar –besaran terhadap sumber daya alam dan lingkungan. Eksplorasi ini dapat mengakibatkan ekstraksi yang dapat melebihi ambang batas daya dukung lingkungan. Pada gilirannya akan berujung pada masalah baru pada lingkungan itu sendiri, seperti; peningkatan polusi, kekeringan berkepanjangan, penurunan beban pada kandungan air, serta menurunnya kandungan pangan merupakan dampak nyata yang perlu diperhatikan lebih dalam.

Materi Pokok dan Sub Materi Pokok

Materi Pokok	Sub materi Pokok
Angka kelahiran total Indonesia	Angka kelahiran total
Anak jalanan sebagai penopang	Pengertian anak jalanan
	Hukum perlindungan anak
	Undang-undang tentang perlindungan anak
	Perlindungan anak

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

ANGKA KELAHIRAN TOTAL DI INDONESIA

**a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan
Angka Kelahiran Total Di Indonesia:**

- Mampu menjelaskan angka kelahiran total di Indonesia

b. Materi Pembelajaran

Angka Kelahiran Total

Angka kelahiran total (TFR) adalah rata-rata jumlah anak yang dilahirkan oleh seorang wanita sampai dengan akhir masa reproduksinya, yang diperoleh dari jumlah angka fertilitas menurut umur (ASFR). TFR merupakan ukuran paling baik untuk membandingkan keadaan fertilitas di beberapa daerah atau negara. Menurut survei demografi dan kesehatan Indonesia (SDKI) tahun 2002-2003, TFR di Indonesia menurun menjadi 2.6 dibandingkan nilai TFR tahun 1967-1970 sebesar 5.605. Penurunan TFR di Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : urbanisasi, tingkat pendidikan wanita dan orangtua si wanita, dan teknologi informasi dan pendidikan terutama tentang kesehatan reproduksi, Program KB (Keluarga Berencana), UU Perkawinan No. 1 tahun 1974. Faktor-faktor ini mulai berkembang di Indonesia sejak pemerintahan orde baru yang berfokus pada pertumbuhan ekonomi.

1. Urbanisasi

Bertambahnya proporsi penduduk yang berdiam di daerah kota akibat proses perpindahan penduduk ke kota dan atau perluasan daerah kota. Masyarakat kota

identik dengan kesibukan untuk meningkatkan taraf hidup (ekonomi) karena biaya hidup di kota lebih besar dibanding desa (pedesaan). Fenomena ini menyebabkan masyarakat kota cenderung untuk menunda perkawinan atau mempunyai keluarga kecil dengan jumlah anak kurang dari dua anak. Wanita yang turut serta dalam urbanisasi pada umumnya bekerja. Pekerjaan memberi alternatif lain bagi wanita yang ingin menikah dalam usia muda. Peningkatan jumlah wanita yang bekerja dalam usia reproduktif dapat menurunkan TFR.

2. Tingkat Pendidikan Wanita dan Orangtua (Ibu)

Wanita yang tinggal di kota sebagian besar mempunyai tingkat pendidikan yang lebih tinggi dibanding wanita yang tinggal di pedesaan (desa). Pendidikan juga memberi alternatif lain bagi wanita yang ingin menikah muda, karena pendidikan dapat menambah pengetahuan wanita, terutama tentang pernikahan. Menurut hasil survei yang dilakukan oleh *East-West Centre, Research Program Population and Health Studies* Honolulu (2001), pendidikan wanita memberi dampak paling besar dibanding variabel lain (yang mempengaruhi tingkat kelahiran dibawah umur 20 tahun) terhadap kemungkinan kelahiran sebelum umur 20 tahun. Perbandingan tingkat kelahiran dibawah umur 20 tahun oleh wanita yang tinggal di kota dan desa disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 8.1. Perbandingan tingkat kelahiran dibawah umur 20 tahun oleh wanita yang tinggal di kota dan desa

Tempat	Kelahiran di bawah umur 20 tahun (%)		
	Tamat SD	SMP	Setelah SMP
Kota	45	30	9
Desa	56	41	12

Di Indonesia, orangtua yang berpendidikan juga mempengaruhi jumlah wanita yang ingin menikah muda, sehingga kelahiran dibawah umur 20 tahun dapat dikurangi. Tingkat pendidikan ibu dalam suatu rumah tangga berpengaruh kuat terhadap kelahiran dibawah umur 20 tahun. Tingkat pendidikan ibu yang tinggal di kota biasanya lebih tinggi dari tingkat pendidikan ibu yang tinggal di desa. Pengaruh tingkat pendidikan ibu terhadap kelahiran dibawah umur 20 tahun disajikan pada tabel 2.

Tabel 8.2. Pengaruh tingkat pendidikan ibu terhadap kelahiran dibawah umur 20 tahun

Tempat	Kelahiran di bawah umur 20 tahun (%)		
	Tamat SD	SMP	Setelah SMP
Kota	30	15	5
Desa	49	32	18

3. Teknologi Informasi dan Pendidikan tentang Kesehatan Reproduksi

Wanita yang memberi kelahiran dibawah umur 20 tahun mempunyai resiko kesehatan yang lebih tinggi dibanding wanita yang melahirkan diatas umur 20 tahun. Di Indonesia, wanita yang sudah menikah tidak boleh sekolah. Wanita yang menikah muda mempunyai akses yang terbatas terhadap media massa dan fasilitas informasi lain, sehingga mempunyai pengetahuan yang terbatas tentang kesehatan reproduksi. Wanita ini lebih sedikit yang menggunakan pelayanan kesehatan ibu dan anak dibanding wanita yang menunda perkawinan dan kelahiran. Penyediaan informasi mengenai penundaan perkawinan dan kelahiran anak dapat membantu program peningkatan kesehatan ibu dan anak. Saat ini, kurikulum sekolah tentang kesehatan reproduksi perlu diperkenalkan di akhir tahun ajaran sekolah dasar, karena beberapa wanita, khususnya yang tinggal di pedesaan, sudah melanjutkan ke tingkat pendidikan yang lebih tinggi.

4. Program KB

Program KB merupakan suatu kebijaksanaan pemerintah Indonesia dalam bidang kependudukan (setelah pemerintahan kolonial Belanda dan Presiden Sukarno yang menyetujui kelahiran) yang anti natalis yaitu berusaha untuk menekan kelahiran serendah mungkin. Kebijaksanaan kependudukan ini mulai direalisasikan sejak Presiden Suharto menandatangani “Deklarasi PBB tentang kependudukan (*United Nations Declaration on Population*)”, yang kemudian

diikuti berdirinya badan semi pemerintah pada tahun 1969 yaitu LKBN (Lembaga Keluarga Berencana Nasional). Realisasi kebijaksanaan ditingkatkan menjadi suatu kegiatan penuh pemerintah pada tahun 1970 dengan mengganti LKBN menjadi BKKBN (Badan Koordinasi Keluarga Berencana Nasional). Salah satu tujuan program BKKBN adalah menurunkan angka kelahiran kasar (CBR) sebesar 50% pada tahun 1990 dibandingkan keadaan tahun 1971. Sasaran utama program ini adalah pasangan usia subur (PUS) yaitu pasangan suami istri yang hidup bersama dalam satu rumah ataupun tidak, dimana umur istri antara 15 tahun sampai 44 tahun (wanita dalam kelompok usia 45–49 tahun mempunyai kemungkinan untuk melahirkan lagi sudah sangat kecil sekali). Kemampuan program KB menurunkan CBR meningkat, bila akseptor (peserta) KB meningkat, khususnya pulau Jawa. Oleh karena itu, pemerintah memberi kesempatan bagi masyarakat, terutama kelas menengah ke bawah, untuk menjadi peserta KB secara cuma-cuma (gratis), yang mendapat bantuan dana dari PBB (*United Nations*). Perkiraan penurunan fertilitas akibat pelaksanaan KB dapat dihitung bila keterangan mengenai jumlah PUS atau *Married Woman Reproductive Age* (MWRA) diketahui, dan tingkat fertilitas suatu daerah dapat dihitung dengan menggunakan data TFR atau CBR sebelum program KB.

5. UU Perkawinan No. 1 tahun 1974
Isi undang-undang (UU) ini adalah wanita boleh menikah apabila sudah berumur lebih dari 15 tahun,

tetapi perkawinan pada usia dibawah 21 tahun harus dengan persetujuan orangtua, dan pria boleh menikah apabila sudah berumur lebih dari 18 tahun, tetapi perkawinan pada usia dibawah 21 tahun harus dengan persetujuan orangtua. UU ini juga merupakan upaya pemerintah menurunkan CBR melalui penentuan usia perkawinan pertama. UU Perkawinan No. 1 tahun 1974 diberlakukan karena masyarakat Indonesia sebelum tahun 1974 pada umumnya sudah mempunyai anak pada usia 15 tahun (pernikahan sebelum umur 15 tahun). Penentuan umur perkawinan pertama bagi wanita dan pria dapat menurunkan CBR melalui penundaan perkawinan (yang dapat menurunkan TFR).

c. Rangkuman

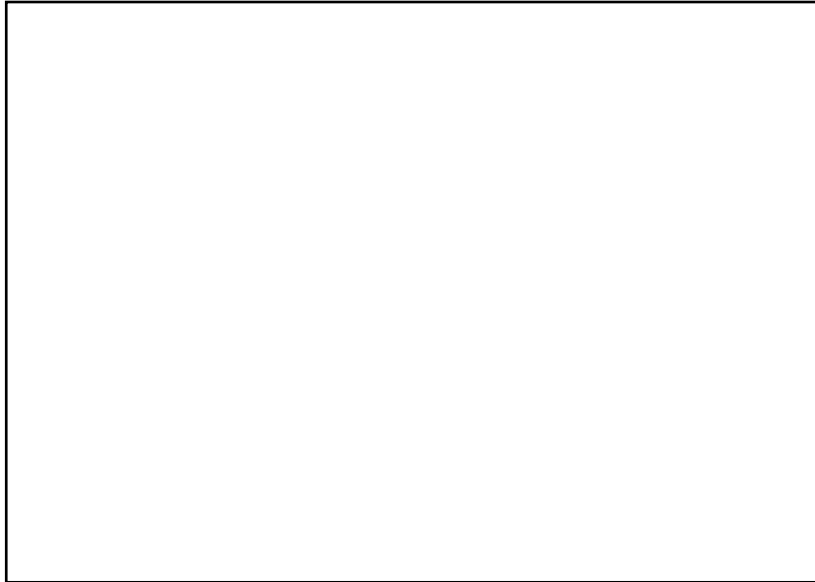
Peningkatan jumlah penduduk tidak serta merta dapat menjadi sebuah pertanda baik jika tidak diimbangi dengan peningkatan kesejahteraan. Kesejahteraan juga tidak serta merta hanya dapat dilihat dari seberapa besar penghasilan yang diperoleh. Namun juga mencakup aspek yang lebih esensial seperti halnya ekonomi, Pendidikan maupun Kesehatan. Laju pertumbuhan penduduk merupakan bertambahnya angka jumlah penduduk yang diakibatkan oleh meledaknya angka kelahiran. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat angka kelahiran cukup tinggi. Selain itu Indonesia, juga menjadi salah satu negara dengan jumlah penduduk tinggi di dunia. Perkembangan penduduk dan pembangunan KB pada dasarnya ditujukan untuk menjamin keberlangsungan

hidup seluruh manusia tidak lagi hanya berdimensi lokal atau nasional, tetapi juga berdimensi internasional. Sedangkan perkembangan penduduk dan pembangunan keluarga tidak lagi dipahami secara sempit sebagai usaha untuk mempengaruhi pola dan arah demografi semata. Akan tetapi sasarannya jauh lebih luas, yaitu untuk mencapai kesejahteraan masyarakat, baik fisik maupun non fisik, termasuk spiritual. Untuk itu, kegiatan ini saya apresiasi dalam rangka meningkatkan komitmen kita terhadap masalah kependudukan dan pengelolaan KKBPK oleh pemerintah, pemda dan desa.

d. Latihan (Penugasan Kelas)

Dari pembahasan tentang kependudukan, maka muncul adanya suatu masalah dalam kependudukan di antaranya problematika angka kelahiran, angka harapan hidup, jumlah penduduk, serta masalah kepadatan penduduk. Untuk menanggulangi atau meminimalisir problematika tersebut, maka pemerintah khususnya di Indonesia perlu adanya perhatian khusus dengan berbagai strategi ataupun cara yang tepat dalam mengatasinya dengan harapan adanya strategi yang tepat akan dapat membantu menjadikan perekonomian di Indonesia menjadi lebih baik lagi. Berikanlah pendapatmu, tentang strategi apalagi yang bisa dilakukan pemerintah untuk menghadapi permasalahan angka kelahiran, angka harapan hidup, jumlah penduduk, serta masalah kepadatan penduduk!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large, empty rectangular box with a black border, intended for a detailed evaluation of the learning process.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a black border, intended for providing feedback on the learning process.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

ANAK JALANAN SEBAGAI PENOPANG EKONOMI KELUARGA

- a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Anak Jalanan Sebagai Penopang Ekonomi Keluarga:**
- Mampu menjelaskan pengertian anak jalanan
 - Mampu menjelaskan hukum dan undang-undang perlindungan anak
- b. Materi Pembelajaran**

Pengertian Anak Jalanan

Anak jalanan adalah anak yang sebagian besar waktunya berada di jalanan atau di tempat-tempat umum. Anak jalanan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut : berusia antara 5 sampai dengan 18 tahun, melakukan kegiatan atau berkeliaran di jalanan, penampilannya kebanyakan kusam dengan pakaian tidak terurus, dan mempunyai mobilitas yang tinggi. Anak-anak jalanan adalah manusia yang perlu dilindungi dan diberikan perhatian ekstra karena tanpa adanya perhatian seperti itu maka sangat mustahil anak-anak tersebut dapat keluar dari kehidupan beresiko tinggi yang setiap hari dijalani oleh mereka. Anak-anak jalanan sering dijadikan objek perasaan oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab (Syahril, *et al.*, 2000:5). Anak-anak jalanan termasuk anak-anak yang kurang beruntung atau dikenal dengan istilah *disadvantage children*. Syahril (2000) mengungkapkan bahwa batasan anak-anak kurang beruntung adalah sebagai berikut :

1. *Cultural diversity is a condition of rasial, ethnic, language, or physical differences from a dominant culture.* Keragaman budaya adalah suatu kondisi perbedaan ras, etnik, bahasa atau fisik yang berasal dari satu budaya yang dominan.
2. *Socioeconomic deprivation is a condition of legal or defacto denial of social interaction combined with substandard housing and jobs.* Perampasan sosioekonomi adalah suatu kondisi penyangkalan interaksi sosial secara legal atau defakto yang dikombinasikan dengan substandard perumahan dan pekerjaan.
3. *Geografic isolation is the condition of being geographically located away from the mainstream of society.* Isolasi geografi adalah suatu kondisi lokasi yang secara geografi dijauhkan dari masyarakat kelas atas. Syahril (2000) juga melampirkan pernyataan yang berkaitan dengan anak kurang beruntung yaitu:
They are economically poor. The disadvantage child is a product of poverty or more accurately, is caught up in the self perpetuating cycle of poverty and failure. They live in crowded, inadequate housing, suffer high rates of illness and malnutrition, experience family instability, and are surrounded by delinquency and crime. Anak-anak kurang beruntung adalah mereka yang miskin secara ekonomi. Anak kurang beruntung.

Hukum Perlindungan Anak

Batasan-batasan tentang aspek hukum perlindungan anak yang didasarkan pada pendapat beberapa sarjana, sebagai berikut :

- a. Hukum perlindungan anak adalah hukum baik tertulis maupun tidak yang menjamin anak benar-benar dapat melaksanakan hak dan kewajibannya (Arif Gosita, 1999:53).
- b. Aspek hukum perlindungan anak lebih dipusatkan pada hak-hak anak yang diatur oleh hukum, dan bukan kewajiban, mengingat secara hukum (yuridis) anak belum dibebani oleh kewajiban.

Simatupang (1999:23) menguraikan beberapa rumusan yang diutarakan oleh beberapa sarjana Belanda tentang hukum perlindungan anak, yaitu :

- a. *Kinderrecht van omschreven worden als het geheel van regelen betneffende de bescherming, de leiding en de berechting van jeugdige personen, zoals dat neergelegd is het Burgerlijk Wet boek de wet Boeken van Burgerlijke Rechts Vordering, van Strafrecht, en van Strafvordering en de ondercheiden koninklijke Besluiten ter uit veering daar van. Kinderrecht (Hukum Anak) sebagai keseluruhan ketentuan hukum yang mengenai perlindungan, bimibingan dan peradilan anak/remaja, seperti diatur dalam BW, Hukum Acara Perdata, Kitab Undang-undang Hukum Pidana, dan Hukum Acara Pidana serta peraturan pelaksanaannya.*

- b. Hukum perlindungan anak muda mempunyai dua pengertian yaitu:
1. Pengertian luas : hukum perlindungan anak muda adalah segala aturan hidup yang memberikan perlindungan kepada mereka yang belum dewasa dan memberi kemungkinan bagi mereka untuk berkembang.
 2. Pengertian sempit : hukum perlindungan anak muda meliputi perlindungan hukum yang terdapat di dalam :
 - Ketentuan hukum perdata (*regels van civil recht*)
 - Ketentuan hukum pidana (*regels van strafrecht*)
 - Ketentuan hukum acara (*procesrechtelijke regels*)

Anak-anak berdasarkan hukum perlindungan anak, harus dilindungi dari hal-hal sebagai berikut :

- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| - Ketidakadilan | - Nilai-nilai |
| - Kemiskinan | - Hukum |
| - Kebodohan | - Seks |
| - Kenyakit | - Kemakmuran |
| - Penyalahgunaan kekuasaan | - Kemajuan |
| - Penelantaran | - Perlindungan yang berlebihan |
| - Percobaan | - Pekerjaan |
| - Lingkungan | - Hiburan |
| - Pemanjauan | - Waktu senggang |
| - Kekejaman | - Kematian |

Peraturan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia yang berkaitan dengan hukum perlindungan anak antara lain :

1. Undang-Undang Dasar 1945 Sebagai Dasar Hukum

Pasal-pasal yang tertulis di dalam Undang-Undang Dasar 1945 dapat dijadikan sebagai dasar hukum perlindungan anak. Pasal-pasal tersebut antara lain :

- a. Bagian pembukaan Undang-Undang Dasar 1945 yang memuat Pancasila
- b. Pasal 27 ayat (3) : Tiap-tiap warga negara berhak atas pekerjaan dan penghidupan yang layak bagi kemanusiaan.
- c. Pasal 31 ayat (1) : Tiap-tiap warga negara berhak mendapatkan pengajaran
- d. Pasal 34 : Fakir miskin dan anak-anak terlantar dipelihara oleh negara

Pasal-pasal tersebut disajikan sebagai dasar hukum yang fundamental yang kemudian dijabarkan di dalam berbagai ketentuan pokok yang berkaitan dengan perlindungan anak.

2. Hukum Perdata

Kitab Undang-Undang Hukum Perdata menguraikan: Pasal 1 ayat (2) : Anak yang ada di dalam kandungan seorang perempuan dianggap sebagai seorang yang telah dilahirkan bilamana juga kepentingan si anak menghendakinya. Pasal ini menunjukkan adanya unsur perlindungan hak dan kepentingan anak.

3. Buku ke satu mencakup pasal-pasal yang berkaitan dengan kepentingan anak, hak dan kewajiban orang tua terhadap anak serta hak dan kewajiban anak itu sendiri, misalnya :

- a. Pasal 268 menjelaskan tentang kewajiban anak untuk menghormati dan menaruh keseganan (dalam arti positif) kepada kedua orang tuanya.
- b. Pasal 307 menguraikan kewajiban kedua orang tua yaitu wajib memelihara dan mendidik semua anaknya yang belum dewasa. Orang tua juga wajib mengurus dan menjaga dengan baik harta kekayaan anak-anaknya.
4. Undang-undang ini juga mencakup hal-hal mengenai kemungkinan pendewasaan seorang anak. Seorang anak yang telah berumur 18 tahun diberi hak sebagai orang dewasa oleh pengadilan atas permintaan yang bersangkutan, dan mempunyai kedudukan yang sama dengan orang dewasa (Pasal 424, 426). Kedewasaan ini akan ada hubungannya dengan kemampuan dan syarat suatu perikatan, seperti yang dimuat dalam Pasal 1320 dan 1330.
5. Tujuan pasal-pasal ini adalah untuk melindungi anak agar tidak ditipu atau diakali, keran anak masih perlu dilindungi dan dibantu oleh orang tua serta masyarakat sekelilingnya.
6. Hukum Pidana. Hukum pidana meliputi dua peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan perlindungan anak yaitu, Kitab Undang-Undang Hukum Pidana:
 - a. Pasal-pasal di dalam Kitab Undang-Undang Hukum Pidana yang berkaitan dengan perlindungan anak diantaranya adalah : Pasal 290, 291, 292, 293, 294, 295, 297 dan 300 ayat (1) sub 2 merupakan pasal-pasal yang

melindungi anak dari viktimisasi oleh orang dewasa.

- b. Pasal 301, 305, 307, 308, 330, 331, 341, 342, 346, 347, 348, 356, dan 481 ayat (2) adalah pasal-pasal yang melindungi kepentingan dan nyawa anak dari perbuatan orang dewasa untuk menjadikan anak sebagai korban tindak pidana mereka.

Undang-Undang tentang Pengadilan Anak

Undang-undang pengadilan anak mengatur pemeriksaan dan penuntutan anak-anak pelaku tindak pidana, serta penentuan sanksi-sanksinya. Pasal-pasal yang berkaitan dengan perlindungan anak adalah :

- a. Pasal 1 ayat (1) yang mengatur bahwa pemeriksaan anak dilakukan dalam sidang tertutup kecuali apabila dipandang perlu dilakukan dalam sidang terbuka
- b. Pasal 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, dan 32 mengatur pidana dan tindakan yang dapat dijatuhkan kepada anak yang melakukan suatu tindak pidana.

1. Hukum Perburuhan

Undang-Undang nomor 12 tahun 1948 dan Undang-Undang nomor 1 tahun 1951 disebut sebagai Undang-Undang Kerja. Pasal 2 Undang-Undang nomor 12 tahun 1948 tersebut menegaskan bahwa pada dasarnya pemerintah menghendaki agar anak di bawah usia kerja, yaitu anak sekolah, sedapat mungkin jangan bekerja mencari nafkah baik untuk diri sendiri maupun untuk orang tua atau keluarganya.

2. Hukum Kesehatan

Ketentuan di bidang kesehatan juga menyangkut perlindungan anak walaupun dikeluarkan untuk tujuan secara umum, misalnya:

- a. Undang-Undang nomor 23 tahun 1992 tentang Kesehatan
- b. Undang-Undang nomor 6 tahun 1962 tentang Wabah
- c. Undang-Undang nomor 2 tahun 1966 tentang Hygiene
- d. Undang-Undang nomor 3 tahun 1966 tentang Kesehatan Jiwa
- e. Undang-Undang nomor 9 tahun 1976 tentang Narkotika

3. Hukum Kesejahteraan Anak

Ketentuan mengenai perlindungan anak di bidang kesejahteraan sosial terdapat di dalam:

- a. Undang-Undang nomor 4 tahun 1979 tentang Kesejahteraan Anak, dimana pada Pasal 2, 3, 4, dan 8 dijelaskan tentang hak-hak anak
- b. Undang-Undang nomor 6 tahun 1974 tentang Kesejahteraan Sosial

4. Peraturan Perundang-undangan Lain yang Berkaitan dengan Perlindungan Anak
 - a. Undang-Undang nomor 1 tahun 1974 tentang Perkawinan
 - b. Undang-Undang nomor 12 tahun 1954 tentang Dasar-Dasar Pendidikan dan Pengajaran di Sekolah
 - c. Undang-Undang nomor 2 tahun 1989 tentang Sistem Pendidikan Nasional
 - d. TAP MPR No. II/MPR/1998 tentang Garis-Garis Besar Haluan Negara
 - e. Ganti rugi dan rehabilitasi atas tindakan yang salah terhadap anak

Perlindungan Anak

Perlindungan anak adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi anak dan hak-haknya agar dapat hidup, tumbuh, berkembang, dan berpartisipasi secara optimal sesuai dengan harkat dan martabat kemanusiaan, serta mendapat perlindungan dari kekerasan dan diskriminasi. Perlindungan anak dilakukan agar anak tidak menjadi korban tindakan kebijaksanaan siapa saja, baik oleh individu, kelompok, organisasi swasta, maupun pemerintah, secara langsung ataupun tidak langsung. Anak yang menjadi korban yang dimaksud adalah anak menderita kerugian (mental, fisik, dan sosial) akibat tindakan yang aktif atau pasif orang lain atau kelompok, secara langsung ataupun tidak langsung. Kemungkinan anak menjadi korban juga oleh diri sendiri, dimana situasi dan kondisi dirinya mempengaruhi tindakan-tindakannya yang merugikan, yang

juga dipengaruhi oleh sikap dan tindakan orang atau kelompok lain.

Setiap anak mempunyai hak untuk melaksanakan kewajibannya yaitu memperjuangkan kelangsungan hidupnya (*survival*), menumbuhkembangkan dirinya, melindungi dirinya sesuai dengan kemampuan, atas usaha sendiri atau dengan bantuan orang lain. Keseimbangan antara hak dan kewajiban tersebut harus manusiawi agar dapat terwujud keadilan. Keadilan yang dimaksud adalah suatu kondisi dimana setiap orang dapat melaksanakan hak dan kewajibannya secara seimbang dan manusiawi. Perlindungan anak jalanan menjadi hal yang penting karena mereka sering dianggap sebagai benda milik orang tua yang dapat diperlakukan sekehendak hati. Anak-anak jalanan disiksa bahkan dibunuh oleh orang tua mereka tanpa alasan yang jelas. Anak-anak jalanan juga dijual atau disewakan sebagai pekerja tanpa jaminan perlindungan dan perawatan.

Anak-anak jalanan, disadari atau tidak, dapat menjadi korban eksploitasi keluarga dan lingkungannya yang tidak mengindahkan hak-hak universal seorang anak. Bentuk-bentuk perbuatan atau perlakuan penyebab timbulnya korban anak jalanan dapat diklasifikasikan ke dalam lima jenis (Simatupang, 1999:6) yaitu :

- a. penganiayaan fisik
- b. penganiayaan emosional
- c. pengabaian anak
- d. penganiayaan seksual
- e. eksploitasi

Anak-anak jalanan pada kenyataannya telah menjadi korban eksploitasi anak. Mereka dimanfaatkan oleh orang tua mereka untuk bekerja mencari nafkah demi membantu

mencukupi kebutuhan hidup yang mengakibatkan hak-haknya yang universal sebagai anak terampas. Suatu pemahaman yang harus disadari adalah anak harus dilindungi terhadap apa saja atau siapa saja, agar dapat menentukan strategi pencegahan dan tindak lanjut terhadap berbagai macam viktimisasi yang struktural maupun non struktural. Viktimisasi dapat dirumuskan sebagai suatu perbuatan yang menurut hukum dapat menimbulkan penderitaan mental, fisik dan sosial pada seseorang atau kepentingan diri sendiri maupun orang lain. Hal ini sering terkait dengan kepentingan tertentu seorang individu atau kelompok tertentu harus menderita atau menjadi korban akibat tindakan manusia atau hasil karya manusia, sehingga yang bersangkutan dapat menderita mental, fisik, dan sosial. Berbagai macam bentuk kegiatan perlindungan anak antara lain adalah sebagai berikut (simatupang, 1999:27):

- Mengusahakan perlakuan adil terhadap anak, mencegah pengambilan tindakan yang diskriminatif
- Mengusahakan kesejahteraan anak di dalam dan luar lingkungan keluarga
- Menganjurkan untuk melakukan sesuatu atau tidak melakukan sesuatu demi kepentingan anak
- Mengusahakan penyuluhan dan pembinaan mengenai perlindungan anak untuk yang bersangkutan
- Pengembangan, penyertaan dan pendampingan dalam melindungi diri sendiri
- Pengasuhan (asah, asih, asuh) anak terutama menyangkut permasalahan mental, fisik, dan sosial
- Mengembangkan pendidikan formal maupun non formal yang bertujuan mendukung perlindungan anak

- Mengembangkan komunikasi antar anggota keluarga untuk mencegah pertentangan yang dapat menimbulkan korban antar anggota keluarga
- Membantu menanggulangi permasalahan yang dihadapi oleh anak
- Pembinaan anak mempersiapkan kedewasaannya menghadapi tantangan hidup
- Penyadaran dan pengembangan hak dan kewajiban anak agar tidak menjadi korban mental, fisik, dan sosial di kemudian hari
- Membiarkan anak melakukan sesuatu di bawah pengawasan agar mendapat pengalaman yang diperlukan kemudian
- Penyaluran, kanalisasi dinamika dan kreatifitas anak
- Pemasyarakatan, partisipasi sosial
- Pengadaan sesuatu agar anak terlindungi, diselamatkan dari sesuatu
- Pencegahan dari segala sesuatu yang dapat merugikan dan mengorbankan anak
- Pengawasan agar anak dapat bertumbuh kembang dengan baik secara intern dan ekstern
- Penjagaan terhadap gangguan dari dalam maupun dari luar diri si anak
- Memberikan imbalan yang positif, konstruktif atas kegiatan anak
- Pengadaan pengaturan dan jaminan hukum yang mengatur dan menjamin perlindungan anak secara tuntas

- Pengadaan pengaturan dan jaminan hukum yang mengatur dan menjamin pelaksanaan perlindungan anak secara tuntas

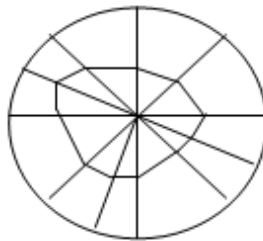
Berbagai macam bentuk kegiatan perlindungan anak secara tidak langsung juga perlu diperhatikan. Kegiatan perlindungan anak secara tidak langsung melibatkan partisipasi pihak lain yang terkait seperti pejabat, petugas, pembina, ahli, dan semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan dan pengawasan perlindungan anak. Kegiatan perlindungan anak tersebut antara lain:

- Pencegahan orang lain merugikan, mengorbankan kepentingan anak
- Peningkatan pengertian mengenai manusia anak serta hak dan kewajibannya
- Penyuluhan mengenai pembinaan anak, dan keluarga yang mendukung perlindungan anak
- Pengadaan sesuatu yang mengontrol perlindungan anak
- Pembinaan mental, fisik, dan sosial para partisipan yang terlibat dalam pelaksanaan perlindungan anak
- Penyertaan dan pendampingan yang bersangkutan dalam pelaksanaan perlindungan anak
- Pengambilan tindakan terhadap mereka yang menghalangi pelaksanaan perlindungan anak
- Penjaminan pelaksanaan perlindungan anak dengan pengaturan perundang-undangan
- Pengadaan penelitian mengenai pelaksanaan perlindungan anak yang rasional positif, dapat dipertanggungjawabkan dan bermanfaat

- Pengadaan suatu mekanisme yang memantau (memonitor) dan mengawasi pelaksanaan perlindungan anak sampai tuntas dan tidak menimbulkan korban dari yang bersangkutan
- Pengembangan dan peningkatan kooperasi, koordinasi, sinkronisasi, simplifikasi dalam pelaksanaan perlindungan anak yaitu dalam pembinaan, penentuan, kebijaksanaan, penyusunan strategi, pembuatan program kerja, pengumpulan dana, pemanfaatan tenaga kerja.

Kegiatan perlindungan anak terdapat dalam berbagai bidang kehidupan yang meliputi masalah kepentingan anak. Hal ini dapat digambarkan seperti pada sosiogram berikut ini (Simatupang, 1999:31).

Gambar 1. Sosiogram Berbagai Bidang Kehidupan yang Meliputi Masalah Kepentingan Anak yang Perlu Mendapat Perlindungan



Keterangan:

- Lingkaran luar : bidang-bidang kehidupan bernegara dan bermasyarakat atau berkeluarga
- Lingkaran dalam : bidang-bidang kepentingan anak dalam bidang-bidang kehidupan bernegara dan bermasyarakat/berkeluarga

Kegiatan perlindungan anak di Indonesia meliputi sektor kesehatan, sektor pendidikan, sektor agama, dan kesejahteraan sosial (Simatupang, 1999:32). Perlindungan anak bertujuan untuk menciptakan kesejahteraan anak. Hal ini dapat diupayakan pencapaiannya melalui pembentukan suatu yayasan seperti di Indonesia yang dikenal dengan nama Yayasan Kesejahteraan Anak Indonesia, yang bertugas memantau dan melakukan kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan usaha perwujudan kesejahteraan anak. Uraian diatas mengenai berbagai bentuk perlindungan anak menggambarkan bahwa kepentingan anak terdapat di dalam berbagai bidang kehidupan dan penghidupan. Pengaturan pelaksanaan kepentingan anak tersebut memerlukan suatu hukum perlindungan anak yang didasarkan pada ketentuan-ketentuan tertulis maupun tidak tertulis. Peraturan hukum yang khusus bernama Undang-Undang Perlindungan Anak belum ada di Indonesia, tetapi hukum perlindungan anak ini tersebar di dalam berbagai peraturan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia di berbagai bidang hukum.

c. Rangkuman

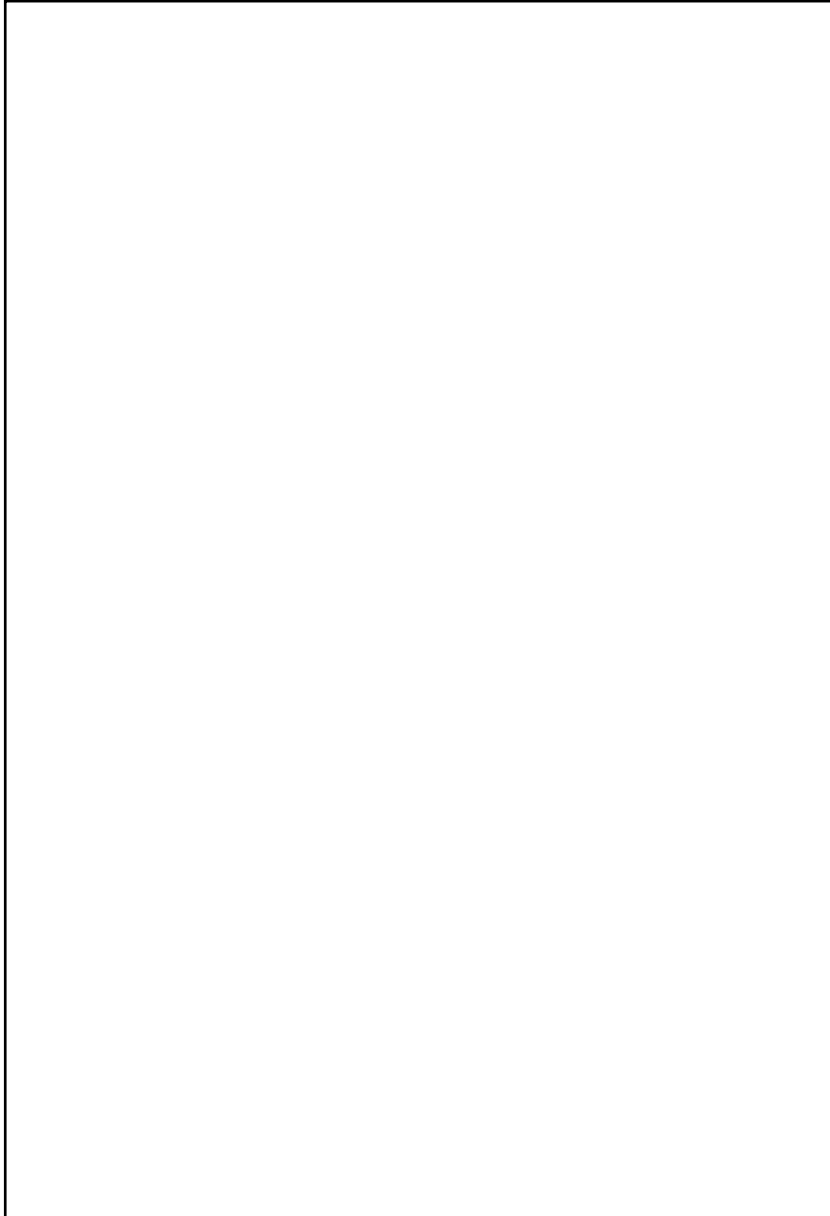
Anak jalanan adalah anak yang sebagian besar waktunya berada di jalanan atau di tempat-tempat umum. Anak jalanan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut : berusia antara 5 sampai dengan 18 tahun, melakukan kegiatan atau berkeliaran di jalanan, penampilannya kebanyakan kusam dengan pakaian tidak terurus, dan mempunyai mobilitas yang tinggi. Anak-anak jalanan adalah manusia yang perlu dilindungi dan diberikan perhatian ekstra karena tanpa adanya perhatian seperti itu maka sangat mustahil anak-anak tersebut dapat keluar dari kehidupan beresiko tinggi

yang setiap hari dijalani oleh mereka. Perlindungan anak adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi anak dan hak-haknya agar dapat hidup, tumbuh, berkembang, dan berpartisipasi secara optimal sesuai dengan harkat dan martabat kemanusiaan, serta mendapat perlindungan dari kekerasan dan diskriminasi. Perlindungan anak dilakukan agar anak tidak menjadi korban tindakan kebijaksanaan siapa saja, baik oleh individu, kelompok, organisasi swasta, maupun pemerintah, secara langsung ataupun tidak langsung. Kegiatan perlindungan anak di Indonesia meliputi sektor kesehatan, sektor pendidikan, sektor agama, dan kesejahteraan sosial (Simatupang, 1999:32). Perlindungan anak bertujuan untuk menciptakan kesejahteraan anak. Hal ini dapat diupayakan pencapaiannya melalui pembentukan suatu yayasan seperti di Indonesia yang dikenal dengan nama Yayasan Kesejahteraan Anak Indonesia, yang bertugas memantau dan melakukan kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan usaha perwujudan kesejahteraan anak.

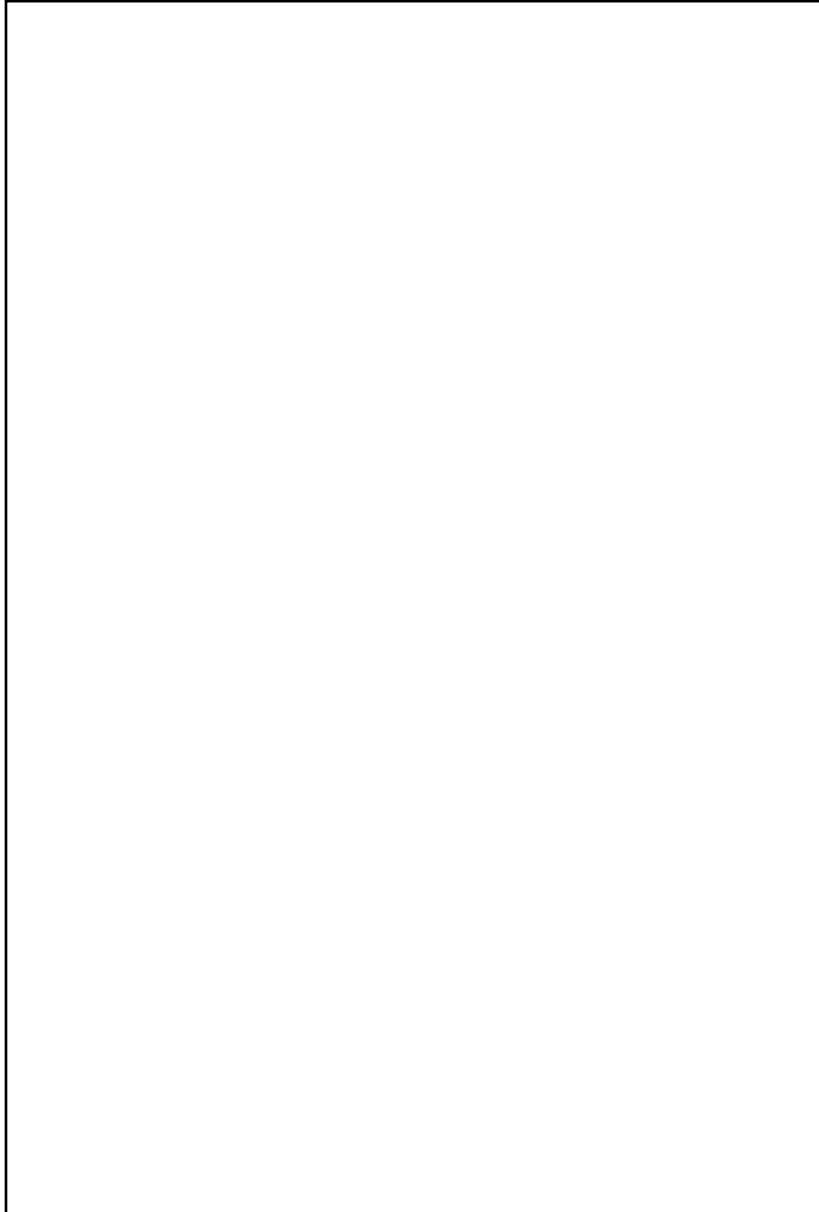
d. Latihan (Penugasan Kelas)

Menurut pandanganmu bagaimana perlindungan anak di Indonesia? Apakah pemerintah sudah memberikan perlindungan yang baik untuk anak? Sementara masih banyak terjadi kekerasan yang dilakukan oleh sesama anak bahkan oleh orang dewasa kepada anak. Berikan tanggapanmu!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for handwritten or printed evaluation notes.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for providing feedback. It occupies the majority of the page below the section header.

PENUTUP

RANGKUMAN MODUL

Angka kelahiran total (TFR) adalah rata-rata jumlah anak yang dilahirkan oleh seorang wanita sampai dengan akhir masa reproduksinya, yang diperoleh dari jumlah angka fertilitas menurut umur (ASFR). TFR merupakan ukuran paling baik untuk membandingkan keadaan fertilitas di beberapa daerah atau negara. Menurut survei demografi dan kesehatan Indonesia (SDKI) tahun 2002-2003, TFR di Indonesia menurun dibandingkan nilai TFR tahun 1967-1970 sebesar 5.605. Penurunan TFR di Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor. Tingkat pendidikan ibu dalam suatu rumah tangga berpengaruh kuat terhadap kelahiran dibawah umur 20 tahun. Tingkat pendidikan ibu yang tinggal di kota biasanya lebih tinggi dari tingkat pendidikan ibu yang tinggal di desa. Pengaruh tingkat pendidikan ibu terhadap kelahiran dibawah umur 20 tahun. Setiap anak mempunyai hak untuk melaksanakan kewajibannya yaitu memperjuangkan kelangsungan hidupnya (survival), menumbuh kembangkan dirinya, melindungi dirinya sesuai dengan kemampuan, atas usaha sendiri atau dengan bantuan orang lain. Keseimbangan antara hak dan kewajiban tersebut harus manusiawi agar dapat terwujud keadilan. Keadilan yang dimaksud adalah suatu kondisi dimana setiap orang dapat melaksanakan hak dan kewajibannya secara seimbang dan manusiawi. Perlindungan anak jalanan menjadi hal yang penting karena mereka sering dianggap sebagai benda milik orang tua yang dapat diperlakukan sekehendak hati. Anak-anak jalanan disiksa bahkan dibunuh oleh orang tua mereka tanpa alasan yang jelas. Anak-anak jalanan juga dijual atau disewakan sebagai pekerja tanpa jaminan perlindungan dan perawatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bintariningrum, M. F., & Budiantara, I. N. (2014). Pemodelan Regresi nonparametrik spline truncated dan aplikasinya pada Angka Kelahiran Kasar di Surabaya. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 3(1), D7 D12.
- Haling, S., Halim, P., Badruddin, S., & Djanggih, H. (2018). Perlindungan hak asasi anak jalanan dalam bidang pendidikan menurut hukum nasional dan konvensi internasional. *Jurnal Hukum & Pembangunan*, 48(2), 361-378.
- Idris, M. (2019). Implementasi Data Mining Dengan Algoritma Naive Bayes Untuk Memprediksi Angka Kelahiran. *Pelita Informatika: Informasi dan Informatika*, 7(3), 421-428.
<https://dppkbpppa.pontianak.go.id/informasi/berita/laju-pertumbuhan-penduduk-merupakan-bertambahnya-angka-jumlah-penduduk-yang-diakibatkan-oleh-meledaknya-angka-kelahiran>
- <https://ppid.purbalinggakab.go.id/tingginya-angka-kelahiran-dikendalikan-melalui-program-kb/>
- Said, M. F. (2018). Perlindungan hukum terhadap anak dalam perspektif hak asasi manusia. *JCH (Jurnal Cendekia Hukum)*, 4(1), 141-15.

MODUL 9

KIMIA LINGKUNGAN UNTUK POLITIK

Deskripsi pokok bahasan Defenisi Kimia Lingkungan Untuk Politik

Lingkungan hidup yang baik dan sehat merupakan hak asasi setiap warganegara Indonesia sebagaimana diamanatkan dalam Pasal 28H ayat (1) Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 (selanjutnya disebut UUD 1945). Pemanasan global yang semakin meningkat mengakibatkan perubahan iklim sehingga memperburuk penurunan kualitas lingkungan hidup maka perlu dilakukan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Materi pokok pada modul 9 ini adalah defenisi kimia lingkungan pada tanah, air dan udara yang dibagi menjadi 2 sub materi pokok yaitu:

1. Politik Hukum Perlindungan Lingkungan Hidup
2. Pengelolaan Hukum Lingkungan Hidup

Capaian Pembelajaran

Capaian yang diharapkan pada modul 9 ini adalah mahasiswa mampu memahami, mentransfer pengetahuan dan mengkomunikasikan terkait hukum kimia lingkungan dan konsep-konsep aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Kemampuan Akhir

Mahasiswa mampu mengkaji dan mensarikan artikel journal yang relevan dari internet kemudian merumuskan masalah terkait politik kimia lingkungan.

Kegiatan Mahasiswa

Mahasiswa memahami, mentransfer pengetahuan dan mengkomunikasikan terkait hukum kimia lingkungan dan konsep-konsep aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Kegunaan Modul

Modul ini membahas berkaitan dengan Kimia lingkungan untuk politik dalam kehidupan sehari-hari yang sangat perlu kita dalami.

Materi Pokok dan Sub Materi Pokok

Materi Pokok	Sub materi Pokok
Politik Hukum Perlindungan Lingkungan Hidup	
Pengelolaan Hukum Lingkungan Hidup	

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

POLITIK HUKUM PERLINDUNGAN LINGKUNGAN HIDUP

- a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan Politik Hukum Perlindungan Lingkungan Hidup:**
- Mampu menjelaskan politik hukum perlindungan lingkungan hidup di Indonesia
- b. Materi Pembelajaran**

Politik Hukum Perlindungan Lingkungan Hidup

Pemerintah telah membuat hukum, terutama hukum lingkungan, untuk menjerat mereka yang merusak dan mencemar lingkungan. Ini dibuat untuk memastikan bahwa masyarakat sadar akan pentingnya berpartisipasi dalam pelestarian lingkungan, baik Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Lingkungan Hidup (UULH) dan Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (UUPLH) adalah undang-undang yang dimaksud, yang telah disempurnakan oleh Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (UUPPLH). Diharapkan undang-undang ini akan membantu penegak hukum menindak orang yang sengaja atau tidak sengaja mencemari lingkungan. Para penegak hukum dapat menangani pelanggaran lingkungan, terutama pencemaran air, oleh limbah industri yang sering marak terjadi terutama di kota-kota besar

Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1982 Tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup (UUPPLH1982) adalah awal untuk penegakan hukum lingkungan hidup di Indonesia. UUPPLH1982 memuat prinsip-prinsip pengelolaan lingkungan hidup yang berfungsi memberikan arahan (direction) bagi sistem hukum lingkungan nasional. Setelah 15 Tahun akhirnya undang-undang ini pun dicabut karena dianggap kurang sesuai agar terwujud pembangunan berkelanjutan seperti apa yang dicita-citakan Undang-Undang Nasional Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 (selanjutnya disebut UUPPLH Tahun 1997) dan diganti lagi oleh Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 (selanjutnya disebut UUPPLH2009) dengan alasan agar lebih menjamin kepastian hukum dan memberikan perlindungan terhadap hak setiap orang untuk mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat, melalui penjatuhan sanksi pidana yang cukup berat didalam Undang- Undang Nomor 32 Tahun 2009.

Sangat penting bahwa tatanan hukum lingkungan yang fleksibel berkembang seiring dengan munculnya masalah baru di lapangan. Untuk mewakili masyarakat secara keseluruhan, organisasi swadaya masyarakat pemerhati lingkungan telah menuntut lingkungan yang bersih dan sehat. Dan dikombinasikan dengan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap masalah lingkungan hidup. Untuk meningkatkan kualitas hidup tanpa pencemaran, konsep dasar hukum lingkungan harus difokuskan pada kebijaksanaan dasar yang ramah lingkungan.

Untuk memahami undang-undang lingkungan Indonesia yang berkaitan dengan perlindungan, pengelolaan, dan pengendalian pencemaran lingkungan hidup, serta untuk mengetahui bagaimana pengendalian pencemaran lingkungan hidup dijalankan dan bagaimana hukumnya diterapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berbagai perubahan yang terjadi di masyarakat memengaruhi pembaharuan undang-undang pengelolaan lingkungan hidup. Perubahan ini termasuk pengaruh era demokratisasi, industrialisasi, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta semakin maraknya tuntutan kesejahteraan dari berbagai kelompok. Karena sumber daya alam yang ada belum dapat dioptimalkan untuk kemakmuran dan kesejahteraan rakyat, elemen politik dalam Undang-Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup tidak berjalan sesuai dengan tujuan politiknya. Selain itu, pembalakan hutan, pencemaran air, polusi udara, dan tindakan terus terjadi.

Pembahasan masalah lingkungan membawa kita pada masalah yang rumit, keterkaitan beberapa faktor dan masalah serta persepsi baru yang mengharuskan kita untuk meninggalkan pandangan-pandangan yang sudah dianggap usang (obstinate). Perkembangan ini dengan segera membawa kita pada suatu persoalan pokok penting, yaitu cara bagaimana sistem hukum harus mampu menjawab secara efektif persoalan yang timbul dari benturan-benturan kepentingan yang timbul dari pemanfaatan lingkungan yang terjadi akhir-akhir ini. Maka Artinya bahwa pemerintah harus mampu membuat suatu pilihan politik hukum yang mampu

menciptakan sistem hukum lingkungan yang kuat dan efektif dalam menyelesaikan setiap permasalahannya.

Selama lebih dari satu dasawarsa masalah-masalah yang berkenaan dengan pencemaran lingkungan hidup manusia telah mendapatkan perhatian yang sangat serius dari masyarakat internasional. Masalah-masalah seperti ledakan penduduk, meningkatnya jumlah kaum miskin, menderasnya arus urbanisasi, terlantarnya tanah-tanah pedesaan, dan pembangunan industri yang tidak mengindahkan ketahanan sumber-sumber daya alam telah memprihatinkan banyak kalangan seperti kaum politisi, intelektual, tokoh-tokoh masyarakat, dan para kritisi pembangunan. Dalam berbagai kesempatan pertemuan internasional rasa prihatin yang sangat beralasan itu sempat dituangkan ke dalam deklarasi-deklarasi politik penting yang dapat dipandang sebagai kritik terhadap gaya-gaya pembangunan yang tidak mempedulikan tuntutan-tuntutan keseimbangan ekologis. Dalam perkembangannya sampai hari ini pun paradigma pembangunan yang berkelanjutan yang dideklarasikan oleh para kaum politisi, kaum intelektual, dan pemerhati lingkungan di dunia tersebut tidak dijalankan sesuai dengan apa yang telah disepakati bersama-sama tersebut bisa dibilang mengalami kegagalan. itu bisa dilihat dari kerusakan lingkungan (dampak dari gas rumah kaca, semakin panasnya bumi, dan perubahan iklim) yang terjadi diseluruh dunia termasuk di Indonesia.

Proses penegakan hukum harus ditingkatkan; hukum harus dapat menjelaskan standar dasar kerusakan lingkungan hidup. Dengan undang-undang perlindungan dan pengelolaan

lingkungan hidup yang telah disempurnakan ini, setiap kasus kerusakan lingkungan hidup oleh limbah industri atau perusahaan lebih banyak disebabkan oleh ketidaktahuan tentang batas kerusakan dan dampak yang ditimbulkannya, yang tidak diantisipasi oleh undang-undang atau peraturan pengelolaan lingkungan hidup. Dengan demikian, pelaku yang menyebabkan kerusakan lingkungan hidup dapat dikenakan pidana setimpal.

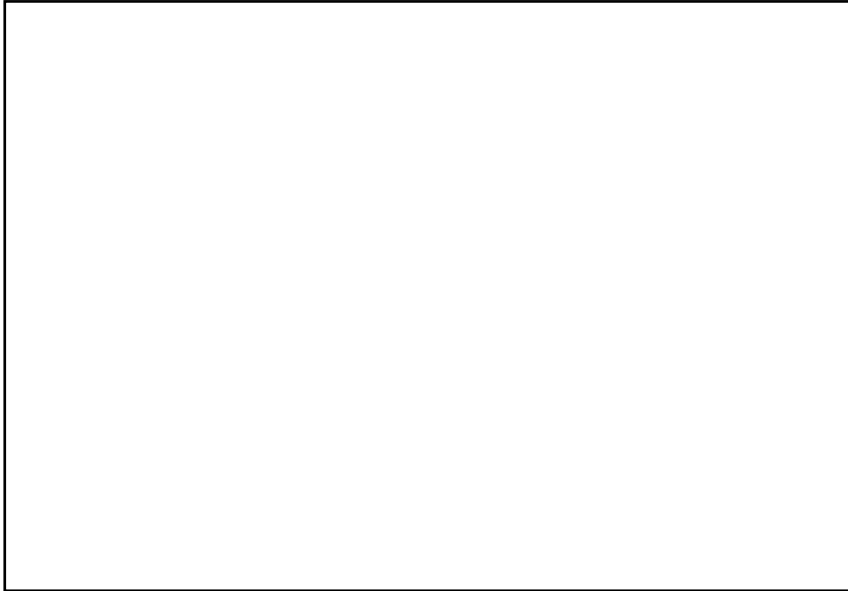
c. Rangkuman

Politik hukum undang-undang perlindungan pengelolaan lingkungan hidup yang dilakukan oleh pemerintah harus memberikan jaminan bahwa dengan produk hukum tersebut maka lingkungan hidup akan lestari menuju kesejahteraan hidup warga masyarakat. Maka produk hukum yang diharapkan adalah produk hukum yang berkarakter responsif, proses pembuatannya bersifat partisipatif, yakni mengundang sebanyak-banyaknya partisipasi masyarakat melalui kelompok-kelompok sosial dan individu-individu di dalam masyarakat. Perlu dedikasi dan profesionalisme aparat hukum dalam menangani dan memberikan sanksi tegas kepada perusahaan maupun perorangan yang sengaja maupun tidak sengaja merusak lingkungan demi penegakan hukum lingkungan yang selama ini masih lemah.

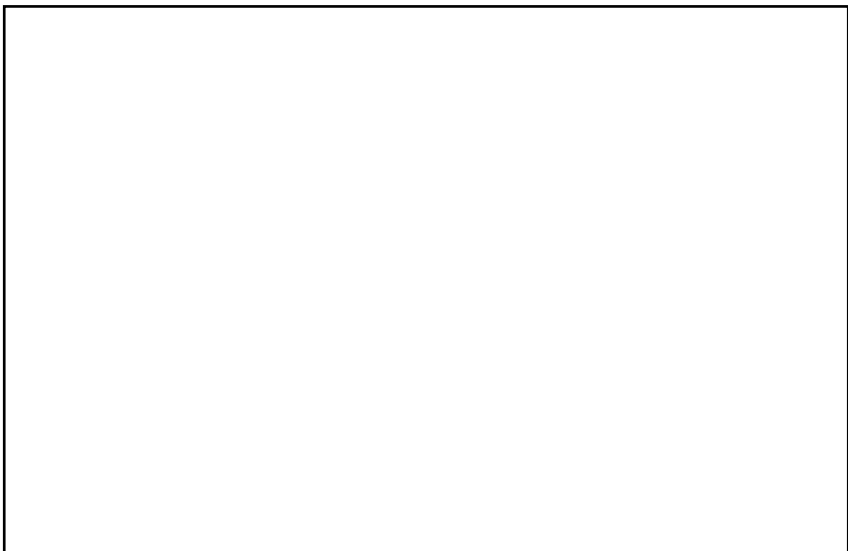
d. Latihan (Penugasan Kelas)

Bentuklah kelompok yang terdiri dari 4-5 orang. Buatlah laporan kelompok yang mengkaji tentang perlindungan hukum kimia lingkungan!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large, empty rectangular box with a black border, intended for a detailed evaluation of the learning process.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a black border, intended for providing feedback on the learning process.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

PENGELOLAAN HUKUM LINGKUNGAN HIDUP

**a. Kemampuan Akhir Mahasiswa Sub Pokok Bahasan
Pengelolaan Lingkungan Hidup:**

- Mampu menjelaskan pengelolaan hukum lingkungan hidup di Indonesia

b. Materi Pembelajaran

Pengelolaan Hukum Lingkungan Hidup

Berbagai aspek terkait hukum lingkungan, mulai dari konstitusi lingkungan, prinsip-prinsip hukum lingkungan, pengelolaan lingkungan, perlindungan hutan dan keanekaragaman hayati, izin lingkungan, tanggung jawab sosial perusahaan, hukum lingkungan internasional, dan penegakan hukum lingkungan di Indonesia. Salah satu tujuan utama hukum lingkungan di Indonesia adalah untuk memastikan bahwa setiap individu atau entitas yang terlibat dalam kegiatan yang dapat merusak lingkungan dianggap bertanggung jawab.

Pelaksanaan pengelolaan lingkungan hidup untuk melestarikan dan mengembangkan kemampuan lingkungan hidup yang serasi, selaras dan seimbang guna menunjang terlaksananya pembangunan yang berkelanjutan yang berwawasan lingkungan hidup. Penegak hukum dalam memahami sistem hukum lingkungan dirasakan masih mengalami kesulitan. Perlunya penegakan hukum yang jelas bagi para pelaku/perusak lingkungan hidup agar

menimbulkan efek Jera dan di antara 3 sanksi (pidana, perdata dan administrasi) tersebut tidak adanya tumpang tindih.

Hukum Lingkungan memiliki peranan penting dalam rangka menanggulangi kerusakan lingkungan hidup. Tidak hanya dengan aturan hukum, penegakan hukum lingkungan juga merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dalam rangka memberikan perlindungan dan pengelolaan lingkungan yang baik dan benar. Istilah Hukum Lingkungan merupakan terjemahan dari beberapa istilah seperti *Environmental law*, dalam bahasa Inggris, *Millieu Recht*, dalam bahasa Belanda, Hukum Alam Seputar, dalam bahasa Malaysia. Hukum Lingkungan dapat diartikan sebagai hukum yang mengatur tatanan lingkungan atau hukum yang mengatur, memelihara dan melindungi lingkungan di sekitar manusia. Menurut Takdir Rahmadi, hukum lingkungan adalah sebuah bidang atau cabang hukum yang memiliki ciri khas tersendiri, oleh Drupsteen disebut sebagai bidang hukum fungsional karena di dalamnya terdapat berbagai unsur yaitu hukum administrasi, hukum pidana, dan hukum perdata.

Dalam mengelola lingkungan hidup serta sumber daya alam yang ada di dalamnya, setiap negara harus melakukan pendekatan secara terpadu atas perencanaan dan pembangunan sesuai dengan kebutuhan untuk melindungi lingkungan hidup serta dapat bermanfaat bagi penduduk sekitar. Setiap negara juga diharapkan dapat memanfaatkan sumber daya alam yang dimilikinya secara wajar (*reasonable use*) serta tidak menyalahgunakan hak eksploitasi yang dimilikinya (*abuse of rights*) dan juga akan memanfaatkan *shared resources* dengan menggunakannya secara seimbang (*equity and equitable utilization*).

Penegakan hukum terhadap pelaku perusakan lingkungan di Indonesia. Pengertian Penegakan Hukum Lingkungan adalah suatu upaya untuk mencapai ketaatan terhadap peraturan dan persyaratan yang terdapat dalam ketentuan hukum lingkungan yang berlaku secara umum dan individual melalui pengawasan serta penerapan sanksi. Kata “penegakan hukum lingkungan” (“environmental law enforcement”) didefinisikan oleh G.A. Biezeveld sebagai penerapan kekuatan hukum pemerintah untuk memastikan kepatuhan dengan peraturan lingkungan dengan beberapa cara, antara lain:

- a. Supervisi administrative kepatuhan dengan peraturan lingkungan (inspeksi, terutama dalam bidang pencegahan)
- b. Tindakan administrative atau sanksi dalam kasus ketidakpatuhan (aktivitas korektif)
- c. Investigasi pidana kasus dugaan pelanggaran (aktivitas represif)
- d. Tindakan atau sanksi pidana apabila terjadi pelanggaran (aktivitas represif)
- e. Aksi sipil (gugatan hukum) dalam hal mengancam ketidakpatuhan (aktivitas preventif).

Penegakan hukum lingkungan dapat dibedakan menjadi tiga aspek yaitu Penegakan hukum lingkungan administratif yang dilakukan oleh aparatur pemerintah; Penegakan hukum lingkungan kepidanaan yang dilakukan dengan prosedur yuridis peradilan; Penegakan hukum lingkungan keperdataan dan juga “environmental disputes resolution” yang dilakukan secara litigasi maupun non litigasi. Penegakan hukum lingkungan tidak hanya untuk memberikan hukuman atau

sanksi kepada pelaku perusak lingkungan hidup tetapi juga bertujuan untuk mencegah terjadinya perbuatan yang menimbulkan kerusakan lingkungan, maka dari itu penegakan hukum lingkungan tidak hanya bersifat represif namun juga bersifat preventif. Penegakan hukum lingkungan secara represif bertujuan untuk menanggulangi kerusakan dan/atau pencemaran lingkungan dengan cara menjatuhkan sanksi kepada pelaku yang dapat berupa sanksi pidana, sanksi perdata, dapat juga diberikan sanksi administrasi. Sedangkan penegakan hukum lingkungan yang bersifat preventif bertujuan untuk mencegah adanya kerusakan dan/atau pencemaran lingkungan. Dalam hal ini hukum lingkungan yang bersifat preventif menggunakan AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan) dan perizinan untuk dijadikan instrument hukum. Pemberian sanksi pidana yang tajam diharapkan dapat menimbulkan rasa takut dan efek jera kepada pelaku pencemaran dan perusakan lingkungan hidup agar kedepannya tidak mengulang perbuatan yang sama. Selain upaya penal yaitu dengan penerapan hukum pidana, upaya yang Kedua dilakukan dengan cara non penal , lebih bersifat preventif yakni mengarahkan pada tindakan yang bersifat pencegahan yang hasilnya akan jauh lebih efektif. Tujuannya untuk meminimalkan peluang terjadinya masalah lingkungan hidup.

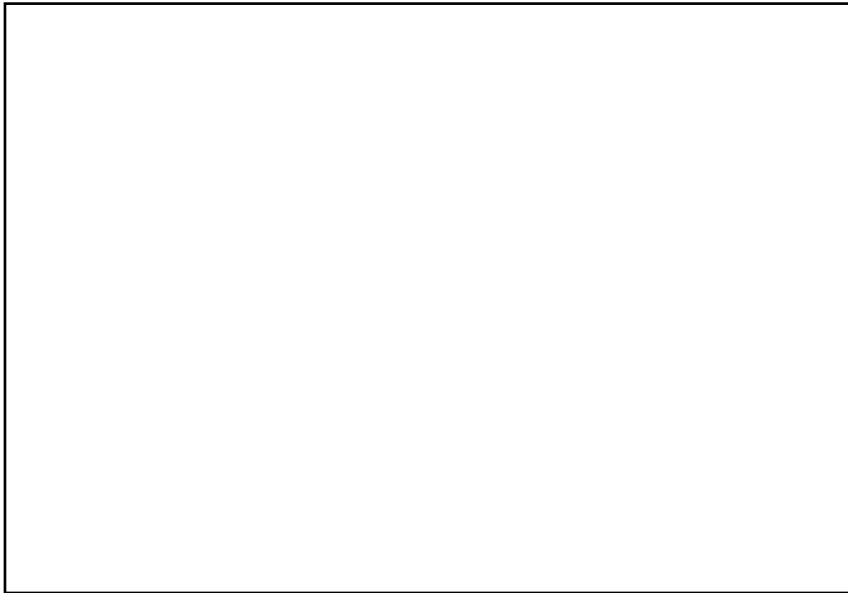
c. Rangkuman

Hukum Lingkungan memiliki peranan penting dalam rangka menanggulangi kerusakan lingkungan hidup. Tidak hanya dengan aturan hukum, penegakan hukum lingkungan juga merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dalam rangka memberikan perlindungan dan pengelolaan lingkungan yang baik dan benar. Hukum Lingkungan dapat diartikan sebagai hukum yang mengatur tatanan lingkungan atau hukum yang mengatur, memelihara dan melindungi lingkungan di sekitar manusia. Dalam mengelola lingkungan hidup serta sumber daya alam yang ada di dalamnya, setiap negara harus melakukan pendekatan secara terpadu atas perencanaan dan pembangunan sesuai dengan kebutuhan untuk melindungi lingkungan hidup serta dapat bermanfaat bagi penduduk sekitar.

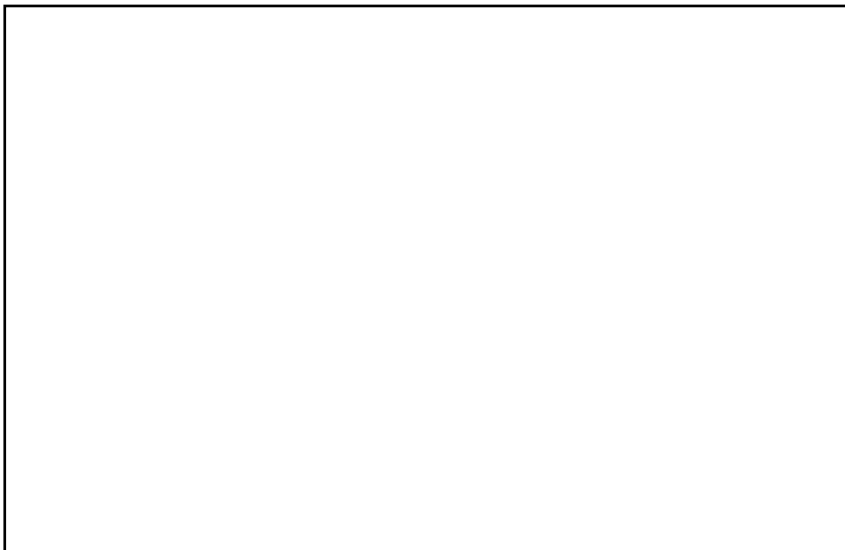
d. Latihan (Penugasan Kelas)

Kimia hijau membantu mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh industri kimia terhadap kimia lingkungan. Dengan mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dan limbah kimia, kimia hijau membantu melindungi ekosistem dan menjaga keberlanjutan lingkungan hidup. Sebagai generasi selanjutnya, buatlah rancangan untuk memperbaiki pengelolaan hukum kimia lingkungan di negara kita!

e. Evaluasi Pembelajaran

A large, empty rectangular box with a black border, intended for notes or content related to the 'Evaluasi Pembelajaran' section.

f. Umpan Balik

A large, empty rectangular box with a black border, intended for notes or content related to the 'Umpan Balik' section.

PENUTUP

RANGKUMAN MODUL

Hukum Lingkungan memiliki peranan penting dalam rangka menanggulangi kerusakan lingkungan hidup. Tidak hanya dengan aturan hukum, penegakan hukum lingkungan juga merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dalam rangka memberikan perlindungan dan pengelolaan lingkungan yang baik dan benar. Hukum Lingkungan dapat diartikan sebagai hukum yang mengatur tatanan lingkungan atau hukum yang mengatur, memelihara dan melindungi lingkungan di sekitar manusia. Penegakan Hukum Lingkungan adalah suatu upaya untuk mencapai ketaatan terhadap peraturan dan persyaratan yang terdapat dalam ketentuan hukum lingkungan yang berlaku secara umum dan individual melalui pengawasan serta penerapan sanksi. Penegakan hukum lingkungan tidak hanya untuk memberikan hukuman atau sanksi kepada pelaku perusak lingkungan hidup tetapi juga bertujuan untuk mencegah terjadinya perbuatan yang menimbulkan kerusakan lingkungan, oleh karena itu penegakan hukum lingkungan tidak hanya bersifat represif tapi juga bersifat preventif. Maka produk hukum yang diharapkan adalah produk hukum yang berkarakter responsif, proses pembuatannya bersifat partisipatif, yakni mengundang sebanyak-banyaknya partisipasi masyarakat melalui kelompokkelompok sosial dan individu-individu di dalam masyarakat. Perlu dedikasi dan profesionalisme aparat hukum dalam menangani dan memberikan sanksi tegas kepada perusahaan maupun perorangan yang sengaja maupun tidak sengaja merusak lingkungan demi penegakan hukum lingkungan yang selama ini masih lemah.

DAFTAR PUSTAKA

- Danang, H., & Ramadayanti, E. (2021). Menilai Kembali Politik Hukum Perlindungan Lingkungan dalam Undang-Undang Cipta Kerja untuk Mendukung Keberlanjutan Ekologis .*Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 7(2).
- Hakim, D. A. (2015). Politik Hukum Lingkungan Hidup Di Indonesia Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Fiat Justisia: Jurnal Ilmu Hukum*, 9(2).
- Johar, O. A. (2021). Realitas Permasalahan Penegakan Hukum Lingkungan Di Indonesia. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(1), 54-65.
- Nugraha, A. A., Handayani, I. G. A. K. R., & Najicha, F. U. (2021). Peran hukum lingkungan dalam mencegah kerusakan dan pencemaran lingkungan hidup. *Jurnal Hukum To-Ra: Hukum Untuk Mengatur Dan Melindungi Masyarakat* , 7(2), 283-298.
- Putra, D. A. (2018). IMPLIKASI POLITIK PENEGAKAN HUKUM PIDANA DALAM UNDANG-UNDANG NOMOR 32 TAHUN 2009 TENTANG PERLINDUNGAN DAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP TERHADAP UPAYA PENEGAKAN HUKUM LINGKUNGAN HIDUP. *AL IMARAH: JURNAL PEMERINTAHAN DAN POLITIK ISLAM*, 3(1), 81-106.
- Sutrisno, A. (2011). Politik hukum perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. *Ius Quia Iustum Law Journal*, 18(3), 444-464.

Lampiran 1. Formulir Review Buku Materi Pembelajaran

FORMULIR REVIEWER

BUKU MATERI PEMBELAJARAN (BMP)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P., M.Si

NIP/NIDN : 141142/0319088102

Jabatan : Kepala Program Studi Pendidikan Kimia

: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Kristen Indonesia

menyatakan bahwa saya sudah memeriksa isi pokok buku materi pembelajaran (BMP) dengan informasi sebagai berikut:

Judul BMP : Kimia Lingkungan dan Bahan Alam

Rumpun Mata Kuliah : Kimia Lingkungan dan Bahan Alam

Nama penulis : Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P., M.Si

NIP/NIDN : 141142/0319088102

Jabatan : Dosen tetap prodi

Tabel 1. Hasil Review (*)

No	Komponen Yang Dinilai	Ya	Tidak
1	Judul BMP sudah sesuai dengan nama Mata Kuliah yang diajarkan penulis	V	
2	BMP sudah sesuai dilengkapi dengan RPS terbaru	V	
3	Isi BMP sudah sesuai dengan RPS Mata Kuliah	V	
4	BMP sesuai dengan kepakaran penulis	V	

*Berikan tanda pada pilihan YA atau TIDAK

Sesuai dengan hasil review di atas, saya menyetujui Buku Materi Pembelajaran (BMP) ini diserahkan kepada Biro Administrasi Akademik dan Kemahasiswaan (BAAK) untuk dapat diproses sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang berlaku.

Jakarta, 12 Juni 2024

Kepala Program Studi Pendidikan Kimia



(Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P., M. Si)

Lampiran 2. Surat Tugas Penyusunan Buku Materi Pembelajaran



Universitas Kristen Indonesia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

SURAT TUGAS

Nomor: 0117/UKL.F1.PPK/PPA/2023

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA TENTANG PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN

Ketua Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kristen Indonesia:

Nama : Dr. Familia Novita Simanjuntak, M.Si
NIP/NIDN : 141142/0319088102
Pangkat/Golongan/Ruang : Penata/III.c
Jabatan Fungsional : Lektor
Unit Kerja : Pendidikan Kimia

Dengan ini menyatakan bahwa Kimia Lingkungan dan Bahan Alam merupakan mata kuliah aktif yang sedang diampu pada Semester Gasal T.A 2023/2024 di Prodi Pendidikan Kimia FKIP UKI.

Demikian surat penugasan untuk pembuatan bahan ajar ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.

Jakarta, 15 Desember 2023

Ketua Program Studi Pendidikan Kimia,



Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P., M.Si

• RENDAH HATI • BERBAGI DAN PEDULI • PROFESIONAL • DISIPLIN • BERTANGGUNG JAWAB • BERINTEGRITAS

Jl. Mayjen Sutoyo no.2 Cawang - Jakarta 13630 INDONESIA Telp. 021.8092425, 8009190
E-mail: fkip-uki@uki.ac.id Website: <http://fkip.uki.ac.id>

Lampiran 3. Surat Pengajuan Buku Materi Pembelajaran



Universitas Kristen Indonesia
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Jl. Mayjen Sutoyo No. 2
Cawang – Jakarta 13630
Indonesia
Telp. 021 8092425, 8009190
Psw. 310, 301, 302, 303
Faks. 021 809885229
E-mail:
sekretariat.fkip@uki.ac.id
Web: <https://fkipuki.org>

Nomor: 0018/UKI.F1.PPK/PPA/2024

29 Januari 2024

Lamp :

Hal : Permohonan Pencetakan dan Honor BMP (Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P., M.Si)

Kepada Yth.

Dr. Drs. Kerdid Simbolon, M.Pd.

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
di Tempat

Dengan hormat,

Bersama ini kami teruskan permohonan anggaran Buku Materi Pembelajaran (BMP) Prodi untuk mata kuliah Kimia Lingkungan dan Bahan Alam (3 sks) atas nama terlampir.

Demikian permohonan ini kami sampaikan. Atas perhatian dan bantuan Bapak, kami sampaikan terima kasih.

Ketua Program Studi Pendidikan Kimia



Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P., M.Si

Tembusan:

1. Kepala Tata Usaha FKIP
2. Staff FKIP

Lampiran 4. Surat Pengajuan Buku Materi Pembelajaran



Universitas Kristen Indonesia
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Jl. Mayjen Sutoyo No. 2
Cawang – Jakarta 13630
Indonesia

Telp. 021 8092425, 8009190

Psw. 310, 301, 302, 303

Faks. 021 809885229

E-mail:

sekretariat.fkip@uki.ac.id

Web: <https://fkipuki.org>

Program Sarjana :
Bimbingan dan Konseling
Pendidikan Matematika
Pendidikan Biologi
Pendidikan Fisika
Pendidikan Kimia
Pendidikan Agama Kristen

Nomor: 0024/UKI.F1.D/HMI.03/2024

Lamp : Satu Berkas

Hal : Pencetakan dan Honor BMP Dosen a/n. Dr. Familia Novita
Simanjuntak, S.P., M.Si

29 Januari 2024

Kepada Yth.

Dr. Hulman Panjaitan, SH., MH

Wakil Rektor bidang Akademik dan Inovasi
di Tempat

Dengan hormat,

Bersama ini kami teruskan permohonan honor dan pencetakan Buku Materi Pembelajaran (BMP) dari dosen Prodi Pendidikan Kimia atas nama Dr. Familia Novita Simanjuntak, S.P., M.Si untuk mata kuliah Kimia Lingkungan dan Bahan Alam (3 sks) atas nama terlampir.

Demikian permohonan ini kami sampaikan. Atas perhatian dan bantuan Bapak, kami ucapkan terima kasih.

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Drs. Kerdid Simbolon, M.Pd.

Tembusan:

1. Wakil Rektor bidang Keuangan dan Pemasaran
2. Kepala Bagian Sosialisasi, Pelatihan, dan Pengembangan
3. Kepala Biro Administrasi Akademik
4. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

BIBLIOGRAFI PENULIS



Penulis modul ini adalah Dr. Familia Novita Simanjuntak, M.Si dosen dari Program studi Pendidikan Kimia, FKIP-UKI. Lahir di Medan, 19 Agustus 1981. Sejak tahun 2022-2026, penulis adalah Ketua Program Studi. Pendidikan penulis lulus dari Sekolah Ilmu Lingkungan (S3) dan Program Studi Ilmu Lingkungan (S2) di Universitas Indonesia, sedangkan pendidikan S1 lulus dari Program Studi Pemuliaan Tanaman, Jurusan Budidaya Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penulis adalah dosen pengampu MK Kimia Lingkungan dan Bahan Alam, MK Kimia Bahan Makanan, MK Pendidikan Lingkungan Hidup. Penulis aktif mempublikasikan hasil penelitiannya baik di Jurnal Nasional Terakreditasi maupun Jurnal Internasional Terindeks. Fokus penelitian penulis terkait dengan remaja, media sepiring makanan, ilmu lingkungan, dan ilmu pendidikan.



UKI PRESS

Pusat Penerbit dan Pencetakan
Universitas Kristen Indonesia
Jl. Mayjen Sutoyo No. 2, Cawang
Jakarta Timur 13630