Nama :
Kelas :

Times Higher Education
Impact Rankings 2025
UIN Sumatera Utara Medan
#2 PTKIN #59 Indonesia #1501+ World

MODUL

KESEHATAN LINGKUNGAN DASAR

"Setiap tindakan menjaga lingkungan adalah langkah menuju hidup yang lebih bermakna"





Disusun oleh:
Yulia Khairina Ashar, SKM, MKM.
Syafran Arrazy, SKM., MKM., Ph.D.
Meutia Nanda, SKM., M.Kes.
Sufia Idya, SKM., MKM.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan **Modul Kesehatan Lingkungan** ini. Modul ini disusun sebagai salah satu upaya untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai konsep, prinsip, dan praktik kesehatan lingkungan yang memiliki peranan penting dalam peningkatan derajat kesehatan masyarakat.

Penyusunan modul ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik berupa dukungan moral, material, maupun pemikiran. Oleh karena itu, penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan modul ini.

Penulis menyadari bahwa modul ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan modul ini di masa mendatang. Besar harapan penulis, modul ini dapat memberikan manfaat yang nyata, khususnya bagi mahasiswa, tenaga kesehatan, serta masyarakat yang memiliki kepedulian terhadap isu-isu kesehatan lingkungan.

Semoga modul ini dapat menjadi salah satu referensi yang berguna dalam membangun kesadaran kolektif untuk menjaga kelestarian lingkungan sebagai bagian integral dari peningkatan kualitas hidup manusia.

Medan, 29 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i
DAFTAR ISI ii
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS) iv
BAB I KESEHATAN LINGKUNGAN 1
1.1 Konsep Kesehatan Lingkungan 1
1.1.1 Kesehatan Lingkungan Menurut Al-Qur'an 1
1.1.2 Kesehatan Lingkungan Menurut Hadits 1
1.2 Ruang Lingkup Kesehatan Lingkungan 1
1.3 Paradigma Kesehatan Lingkungan 6
Lembar Kerja 1 9
Lembar Kerja 2 10
Lembar Kerja 3 11
BAB II TOKSIKOLOGI LINGKUNGAN 12
2.1 Prinsip Dasar Toksikologi Lingkungan 12
2.1.1 Pengenalan Toksisitas dan Faktor yang Mempengaruhinya 13
2.2 Dampak Toksikologi Lingkungan 15
2.3 Konsep Ihsan Fil Ard Dalam Al-Qur'an 15
2.3.1 Penjelasan Konsep *Ihsan fil Ard* 15
2.3.2 Tindakan Preventif untuk Menjaga Lingkungan 16
2.4 Dosis Respon 16
2.4.1 Jenis Kurva Dosis-Respon 16
2.4.2 Parameter Dosis-Respon 17
2.5 Hubungan Dosis Respon Akibat Toksikologi Lingkungan 17
Lembar Kerja 4 20
Lembar Kerja 5 21
BAB III PROSES DINAMIKA PERUBAHAN AGEN 22
3.1 Proses Evaporasi 22
3.2 Sedimentasi 23
3.3 Disosiasi 23
3.4 Transformasi 24
3. 5 Biokonsentrasi 24
3.6 Degradasi 25
3.7 Distribusi Agen Pencemar di Air 25
3.7.1 Sumber Utama Pencemar Air 26
3.7.2 Faktor yang Mempengaruhi Distribusi 26
3.7.3 Dampak Penyebaran Pencemar 26
3.8 Distribusi Agen Pencemar di Udara 26
3.8.1 Sumber Utama Pencemar Udara 26
3.8.2 Faktor yang Mempengaruhi Distribusi 27
3.8.3 Contoh Polutan Udara 27
3.9 Distribusi Agen Pencemar di Tanah 27

3.9.1 Faktor yang Mempengaruhi Distribusi 27
3.9.2 Sumber Pencemar Utama dan Pola Pergerakannya 28
Lembar Kerja 6 29
BAB IV POLUSI UDARA DAN PEMANASAN GLOBAL 31
4.1 Konsep Polusi Udara 31
4.1.1 Pencemaran Udara 31
4.2 Sumber Polusi Udara dan Efek Kesehatannya 31
4.3 Hubungan Polusi Udara dan Pemanasan Global Serta Efek Kesehatan 34
Lembar Kerja 7 35
BAB V PERUBAHAN IKLIM 37
5.1 Faktor Penentu Perubahan Iklim 37
5.2 Upaya Promotif dan Preventif Dampak Perubahan Iklim 38
5.3 Upaya Promotif dan Preventif Efek Penipisan Lapisan Ozon 39
5.4 Analisis Kasus atau Isu Penipisan Lapisan Ozon dan Efek Kesehatannya 40
Lembar Kerja 8 41
BAB VI KEBERLANJUTAN (*SUSTAINABILITY*) DAN *GREEN CHEMISTRY* 43
6.1 Pendahuluan 43
6.2 Pengertian Kimia Hijau 43
6.3 12 (Dua Belas) Prinsip Kimia Hijau 44
6.4 Pentingnya dan Manfaat Kimia Hijau 45
6.5 Contoh Penerapan Kimia Hijau dalam Kehidupan Sehari-hari dan Industri 45
6.6 Dampak Jika Prinsip Kimia Hijau Tidak Diterapkan 47
6.7 Peran Pemerintah dan Masyarakat dalam Menerapkan Kimia Hijau 47
6.7.1 Peran Pemerintah 47
6.7.2 Peran Masyarakat: 48
Lembar Kerja 9 49
BAB VII RADIASI DAN EFEK KESEHATAN 52
7.1 Pendahuluan 52
7.2 Pengertian dan Jenis Radiasi 52
7.2.1 Berdasarkan Massa 52
7.2.2 Berdasarkan Muatan Listrik 52
7.2.3 Berdasarkan Asal 53
7.3 Sumber Radiasi di Sekitar Manusia 53
7.4 Efek Radiasi terhadap Kesehatan Manusia 53
7.4.1 Efek Radiasi Pengion (Sinar-X) 53
7.4.2 Efek Radiasi Elektromagnetik (dari Perangkat Elektronik) 54
7.5 Upaya Pencegahan dan Perlindungan Radiasi 55
Lembar Kerja 10 57
DAFTAR PUSTAKA 59

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

Analisis Pembelajaran

CPL yang dibebankan pada Mata Kuliah Dasar Kesehatan Lingkungan:
CPL1: Mampu menerapkan pengkajian dan analisis situasi di bidang kesmas pada kegiatan tingkat primer dengan pendekatan interdisiplin (*Analysis and Assesment skill*)
CPL2: Mampu menerapkan kebijakan dan perencanaan kesehatan bidang kesmas pada kegiatan tingkat primer dengan pendekatan interdisiplin kesehatan (*Policy development and program planning skill*)
CPL7: Mampu menerapkan kepemimpinan dan berpikir system di bidang kesmas pada tingkat kegiatan di pelayanan kesehatan primer dengan pendekatan interdisiplin (*leadership and systems thinking/total systems skill*)
CPL8: Mampu menerapkan prinsip-prinsip pengelolaan kewirausahaan di bidang kesmas (*entrepreneurial skills*)

↑

EVALUASI/ UJIAN AKHIR SEMESTER (mg ke 16)

↑

SubCPMK-7. mampu menganalisis efek radiasi pengion dan non pengion terhadap kesehatan, serta merumuskan upaya pengendalian paparan radiasi pengion dan non pengion [C5,A3,P3], (mg ke 14-15) (15%);

↑

SubCPMK-6. mampu menganalisis degradasi lingkungan sebagai dampak aktivitas manusia dan perubahan gaya hidup, merumuskan upaya perubahan gaya hidup dan pengelolaan lingkungan menuju keberlanjutan, serta menganalisis efek *green chemistry* terhadap kesehatan [C5, A4, P4], (mg ke 12-13) (15%);

↑

SubCPMK-5. mampu menganalisis upaya promotif preventif dampak perubahan iklim dan menjelaskan faktor penentu perubahan iklim, menganalisis upaya preventif promotif efek penipisan lapisan ozon, isu penipisan lapisan ozon dan efek kesehatannya [C4,A4,P4], (mg ke 9-11) (20%);

↑

EVALUASI/UJIAN TENGAH SEMESTER (mg ke 8)

↑

SubCPMK-3. mampu menganalisis proses dinamika perubahan agen di lingkungan (evaporasi, sedimentasi, disosiasi, transformasi, biokonsentrasi, degradasi) [C4,A3,P3] (mg ke 5-6) (15%);	→	SubCPMK-4. mampu menganalisis hubungan polusi udara dan pemanasan global serta efek kesehatannya, dan menjelaskan konsep polusi udara, sumber serta efek kesehatannya, [C4,A3,P3] (mg ke 7) (15%);
↑		
SubCPMK-2. mampu menganalisis hubungan dosis respon akibat toksikologi lingkungan [C4,A3,P2] (mg ke 3-4) (10%);	←	SubCPMK-1. mampu menjelaskan konsep kesehatan lingkungan, ruang lingkup, dan paradigma kesehatan lingkungan serta signifikansinya dalam kesehatan masyarakat [C2,A2,P1] (mg ke 1-2) (10%);

	UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN **FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT** **PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT**					Kode Dokumen
MATA KULIAH (MK)	KODE	Rumpun MK	BOBOT (sks)		SEMESTER	Tgl Penyusunan
Dasar Kesehatan Lingkungan	010801601	MK Wajib Prodi Kesehatan Masyarakat	T=2	P=0	III	28-07-2025
OTORISASI / PENGESAHAN	Dosen Pengembang RPS		Koordinator RMK		Ka PRODI	
	Yulia Khairina Ashar, SKM, MKM		Yulia Khairina Ashar, SKM, MKM		Rapotan Hasibuan, SKM, M.Kes.	
Capaian Pembelajaran	**CPL-PRODI yang dibebankan pada MK**					
	CPL1	Mampu menerapkan pengkajian dan analisis situasi di bidang kesehatan masyarakat pada kegiatan tingkat primer dengan pendekatan interdisiplin (*Analysis and Assessment Skill*)				
	CPL2	Mampu menerapkan kebijakan dan perencanaan kesehatan bidang kesehatan masyarakat pada kegiatan tingkat primer dengan pendekatan interdisiplin kesehatan (*Policy Development and Program Planning Skill*)				
	CPL7	Mampu menerapkan kepemimpinan dan berpikir sistem di bidang kesehatan masyarakat pada tingkat kegiatan di pelayanan kesehatan primer dengan pendekatan interdisiplin (L*eadership and Systems Thinking/Total System Skill*)				
	CPL8	Mampu menerapkan prinsip-prinsip pengelolaan kewirausahaan di bidang kesehatan masyarakat (*Entrepreneurial Skills*)				
	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)					
	CPMK1	Mampu menjelaskan pengantar kesehatan lingkungan				
	CPMK2	Mampu menganalisis toksikologi lingkungan				
	CPMK3	Mampu menganalisis perubahan dan distribusi agen di lingkungan				
	CPMK4	Mampu menganalisis perubahan iklim dan pemanasan global				
	CPMK5	Mampu menganalisis keberlanjutan (*sustainability*) dan *green chemistry*				

	CPMK6	Mampu menganalisis radiasi dan efek kesehatan
	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar MK (CPMK)	
	SubCPMK1	Mampu menjelaskan konsep kesehatan lingkungan, ruang lingkup, dan paradigma kesehatan lingkungan serta signifikansinya dalam kesehatan masyarakat (C2,A2,P1)
	SubCPMK2	Mampu menganalisis hubungan dosis respon akibat toksikologi lingkungan (C4,A3,P2)
	SubCPMK3	Mampu menganalisis proses dinamika perubahan agen di lingkungan (evaporasi, sedimentasi, disosiasi, transformasi, biokonsentrasi, degradasi) (C4,A3,P3)
	SubCPMK4	Mampu menganalisis hubungan polusi udara dan pemanasan global serta efek kesehatannya, dan menjelaskan konsep polusi udara, sumber serta efek kesehatannya, (C4,A3,P3)
	SubCPMK5	Mampu menganalisis upaya promotif preventif dampak perubahan iklim dan menjelaskan faktor penentu perubahan iklim, menganalisis upaya preventif promotif efek penipisan lapisan ozon, isu penipisan lapisan ozon dan efek kesehatannya (C4,A4,P4)
	SubCPMK6	Mampu menganalisis degradasi lingkungan sebagai dampak aktivitas manusia dan perubahan gaya hidup, merumuskan upaya perubahan gaya hidup dan pengelolaan lingkungan menuju keberlanjutan, menganalisis efek *green chemistry* terhadap kesehatan (C5,A4,P4)
	SubCPMK7	Mampu menganalisis efek radiasi pengion dan non pengion terhadap kesehatan, serta merumuskan upaya pengendalian paparan radiasi pengion dan non pengion (C5,A3,P3)
	Korelasi CPL terhadap Sub-CPMK	

Sub-CPMK	CPL1 (%)	CPL2 (%)	CPL7 (%)	CPL8 (%)	Bobot penilaian (%)	Jumlah Minggu
SubCPMK1	5	5			10	2
SubCPMK2	5		5		10	2
SubCPMK3	10	5			15	2
SubCPMK4	5	5	5		15	1
SubCPMK5	5	5	5	5	20	3
SubCPMK6	5			10	15	2
SubCPMK7	5	5	5		15	2
Jumlah	40	**25**	**20**	**15**	**100**	

Diskripsi Singkat MK	Pada mata kuliah ini mahasiswa belajar tentang konsep dasar, prinsip, dan paradigma kesehatan lingkungan serta faktor-faktor pencemar lingkungan yang berdampak terhadap kesehatan masyarakat. Topik-topik yang dibahas meliputi toksikologi lingkungan, polusi udara, perubahan iklim, radiasi, green chemistry, dan keberlanjutan lingkungan. Mahasiswa juga diharapkan mampu

	menganalisis hubungan antara faktor lingkungan dan kesehatan serta merumuskan strategi promotif dan preventif dalam pengelolaan kesehatan lingkungan
Bahan Kajian: Materi pembelajaran	1. Pengantar kesehatan lingkungan 2. Toksikologi lingkungan 3. Perubahan dan distribusi agen 4. Perubahan iklim dan pemanasan global 5. Keberlanjutan *(Sustainibility)* dan *Green Chemistry* 6. Radiasi dan efek kesehatan
Pustaka	**Utama:** 1. UU RI No. 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan 2. Friis, R. H. (2021). *Essentials of Environmental Health* (4th ed.). Jones & Bartlett Learning. 3. WHO. (2022). *Health and Environment Linkages Initiative (HELI)*. World Health Organization. 4. Klaassen, C. D. (Ed.). (2019). *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons* (9th ed.). McGraw-Hill. 5. Goyer, R. A., & Clarkson, T. W. (2020). *Environmental Toxicology*. Oxford University Press. 6. Alloway, B. J. (2013). *Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability* (3rd ed.). Springer. 7. Manahan, S. E. (2017). *Environmental Chemistry* (10th ed.). CRC Press. 8. IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. 9. Patz, J. A., & Frumkin, H. (2021). *Climate Change and Public Health*. Oxford University Press. 10. Anastas, P. T., & Warner, J. C. (2020). *Green Chemistry: Theory and Practice* (2nd ed.). Oxford University Press. 11. Bell, S., & Morse, S. (2018). *Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable?* (2nd ed.). Earthscan 12. Hall, E. J., & Giaccia, A. J. (2019). *Radiobiology for the Radiologist* (8th ed.). Lippincott Williams & Wilkins. 13. UNSCEAR. (2021). *Sources and Effects of Ionizing Radiation*. United Nations Scientific Committee. **Pendukung:** 1. Rejeki, Sri. (2015). *Sanitasi,hygiene dan kesehatan & keselamatan kerja.* Bandung: penerbit Rekayasa Sains 2. Pandey, G. N. (2020). *Environmental Toxicology*. Springer Nature. 3. Hadi, S. (2013). *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta: Andi. 4. Santoso, I. (2015). *Inspeksi Sanitasi Tempat-Tempat Umum*. Bogor: Gosyen Publishing. 5. WHO. (2022). *Chemical safety and human health*. 6. WHO. (2021). *Climate change and health.* 7. National Geographic Society. (2022). *Climate Change: Causes, Effects, and Solutions*.

	8. Ritchie, H., & Roser, M. (2021). *Environmental impacts of the fashion industry*. Our World in Data. 9. Kementerian LHK. (2021). *Kebijakan Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan di Indonesia*. 10. WHO. (2022). *Radiation: Health effects and protection*. 11. IAEA. (2020). *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources*.
Dosen Pengampu	Yulia Khairina Ashar, SKM, MKM.; Syafran Arrazy, SKM., MKM., Ph.D.; Meutia Nanda, SKM., M.Kes.; Sufia Idya, SKM., MKM.
Mata Kuliah Prasyarat	Tidak ada

Mg Ke-	**Kemampuan akhir tahap belajar (CPMK)**	**Penilaian**		**Bantuk Pembelajaran; Metode Pembelajaran; Penugasan Mahasiswa;** [Estimasi Waktu]		**Materi Pembelajaran (5)**	**Bobot Penilaian (%) (6)**
		Indikator	**Teknik & Kriteria**				
(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**Luring (5)**	**Daring (6)**	(7)	(8)
1.2.3	**SubCPMK 1:** Mampu menjelaskan konsep kesehatan lingkungan, ruang lingkup, dan paradigma kesehatan lingkungan serta signifikansinya dalam kesehatan masyarakat (C2,A2)	1.1 Ketepatan menjelaskan konsep kesling baik berdasarkan teori secara umum, Al-Quran atau hadits 1.2 Ketepatan menjelaskan ruang lingkup kesling 1.3 Ketepatan menjelaskan paradigma kesling serta signifikansinya dalam kesehatan masyarakat	**Teknik non-test dan test:** Meringkas materi kuliah **Kuis 1**: Soal Essay **Kriteria:** Rubrik analitik	• **Kuliah;** • **Diskusi**; [PB:1mgx (2sksx50")]	**Diskusi asingkron;** eLearning: zoom.. [PB:1mgx (2sksx50")]	Penjelasan RPS; 1. Konsep kesehatan lingkungan secara umum, Al'quran atau Hadits 2. Ruang lingkup kesling (higiene sanitasi, pengelolaan air, sampah, limbah, vektor dll) 3. Paradigma kesling serta signifikansinya dalam kesmas	10
				Tugas-1 : Refleksi dan diskusi: a) Menuliskan permasalahan lingkungan di sekitar yang ingin diperbaiki. b) Menemukan ayat Al-Qur'an atau Hadits tentang kesehatan lingkungan dan mendiskusikannya di kelas. **Tugas-2:** Mengumpulkan berita dari koran/online tentang kasus penyakit berbasis lingkungan sesuai paradigma kesehatan			

				lingkungan, kemudian menempelkannya pada lembar kerja. **Tugas-3:** Diskusi kelompok: memilih satu penyakit berbasis lingkungan, menjelaskan alur terjadinya penyakit berdasarkan teori simpul Achmadi (2008), dan melengkapi bagan. [PT:2mgx(2x60")] [KM:2mgx (2sksx60")]		
4.5	**SubCPMK 2:** Mampu menganalisis hubungan dosis respon akibat toksikologi lingkungan (C4,A3)	2.1 Ketepatan menjelaskan prinsip dasar toksikologi lingkungan 2.2 Ketepatan menjelaskan dampak toksikologi lingkungan 2.3 Ketepatan menjelaskan Konsep Ifsad Fil Ardh dalam Al Qur'an 2.4 Ketepatan menganalisis hubungan dosis respon akibat toksikologi lingkungan	**Teknik test**: **Kuis-2**: Soal Esay **Kriteria** : Rubrik holistik	• **Kuliah;** • **Studi Kasus;** [PB: 2mgx(2x50")]	**Diskusi asingkron**; eLearning: zoom **Tugas-4 :** Mencari berita terkait toksikologi lingkungan dari koran atau sumber online, lalu menempelkannya pada lembar kerja. [PT:2mgx(2x60")] [KM:2mgx (2sksx60")]	1. Prinsip dasar toksikologi lingkungan 2. Dampak toksikologi lingkungan 3. Konsep Ifsad Fil Ardh dalam Al Qur'an (perbuatan manusia yang merusak bumi dan dampak terhadap lingkungan) 4. Dosis respon 5. Hubungan dosis respon akibat toksikologi lingkungan	10

6.7	**SubCPMK-3:** Mampu menganalisis proses dinamika perubahan agen di lingkungan (evaporasi, sedimentasi, disosiasi, transformasi, biokonsentrasi, degradasi) (C4,A3)	3.1 Ketepatan menganalisis proses evaporasi, sedimentasi, disosiasi, transformasi, biokonsentrasi, degradasi 3.2 Ketepatan menganalisis distribusi agen pencemar di lingkungan	**Teknik non-test :** mengakses kasus pencemaran lingkungan **Kriteria:** Rubrik holistik	• **Kuliah;** • **Discovery Learning, Diskusi dlm kelompok**; [PB:2mgx(2x50")]	• **Discovery Learning dan diskusi asingkron;** • eLearning: zoom	1. Evaporasi, sedimentasi, disosiasi, transformasi, biokonsentrasi, degradasi 2. Distribusi agen pencemar di air 3. Distribusi agen pencemar di udara 4. Distribusi agen pencemar di tanah	15
				Tugas-5 : Analisis berita toksikologi lingkungan yang telah dikumpulkan: a) Identifikasi dosis dan respons yang terjadi. b) Tuliskan dampak kesehatan. c) Kaitkan dengan ayat Al-Qur'an atau Hadits. **Tugas-6** : Pilih satu kasus pencemaran lingkungan (air/tanah/udara) yang melibatkan senyawa kimia/toksikan/logam berat/polutan organik. Lakukan analisis terhadap dinamika agen pencemar tersebut berdasarkan proses evaporasi, sedimentasi, disosiasi, transformasi, biokonsentrasi, degradasi [PT:2mgx(2x60")] [KM:2mgx (2sksx60")]			
8	UTS						15
9.10	**SubCPMK-4:** Mampu menganalisis hubungan polusi udara dan	4.1 Ketepatan sistematika dan mensarikan artikel jurnal	**Teknik non-test:** Meringkas artikel jurnal	• **Kuliah;** • **Diskusi;** [PB: 1x(2x50")]	**Diskusi asingkron;** eLearning: zoom	1. Konsep polusi udara 2. Sumber polusi udara dan efek kesehatannya	10

	pemanasan global serta efek kesehatannya, dan menjelaskan konsep polusi udara, sumber serta efek kesehatannya, (C4,A3)	4.2 Ketepatan menjelaskan konsep polusi udara, sumber, efek kesehatannya 4.3 Ketepatan menganalisis hubungan polusi udara dan pemanasan global	dengan tepat dan benar, memilih artikel jurnal bereputasi **Kriteria:** Rubrik holistik	**Tugas-7 :** analisis artikel ilmiah tentang hubungan polusi udara dan pemanasan global, lalu dituliskan dalam bentuk ringkasan kritis (CJR) [PT:1mgx(2x60")] [KM:1mgx (2sksx60")]		3. Hubungan polusi udara dan pemanasan global serta efek kesehatannya	
11.12	**SubCPMK-5**: Mampu menganalisis upaya promotif preventif dampak perubahan iklim dan menjelaskan faktor penentu perubahan iklim, menganalisis upaya preventif promotif efek penipisan lapisan ozon, isu penipisan lapisan ozon dan efek kesehatannya (C4,A4,P4)	5.1 Ketepatan menjelaskan faktor penentu perubahan iklim 5.2 Ketepatan menganalisis upaya promotif preventif dampak perubahan iklim 5.3 Ketepatan menjelaskan upaya promotif preventif efek penipisan lapisan ozon 5.4 Ketepatan menganalisis isu penipisan lapisan ozon dan efek kesehatannya	**Teknik test: Kuis-3**: Soal Esay **Teknik non-test:** Penilaian dokumen tentang perubahan iklim, penisipisan lapisan ozon dan upaya promotif preventif **Kriteria:** Rubrik analitik	• **Kuliah:** • **Debat Akademik,** [PB: 2mgx(2x50")]	• **Diskusi asingkron** eLearning: zoom [PB: 1mgx(2x50")]	1. Faktor penentu perubahan iklim 2. Upaya promotif preventif dampak perubahan iklim 3. Upaya promotive preventif efek penipisan lapisan ozon 4. Analisis kasus atau Isu penipisan lapisan ozon dan efek kesehatannya	10
				Tugas-8 : Debat akademik mengenai isu perubahan iklim, lingkungan, dan kesehatan. [PT:3mgx(2x60")] [KM:3mgx (2sksx60")]			
13.	**SubCPMK-6:** Mampu menganalisis degradasi lingkungan sebagai dampak	6.1 Ketepatan dalam menganalisis degradasi lingkungan sebagai dampak	**Teknik non-test:** • Diskusi kelompok;	• **Kuliah** • **Studi Kasus;** [PB: 1mgx(2x50")]	• **Diskusi daring asinkron**	1. Degradasi lingkungan sebagai dampak aktivitas manusia dan	10

	aktivitas manusia dan perubahan gaya hidup, merumuskan upaya perubahan gaya hidup dan pengelolaan lingkungan menuju keberlanjutan, serta menganalisis efek *green chemistry* terhadap kesehatan (C5,A4,P4)	aktivitas manusia dan perubahan gaya hidup, 6.2 Ketepatan dalam merumuskan upaya perubahan gaya hidup dan pengelolaan lingkungan menuju keberlanjutan, 6.3 Ketepatan dalam menganalisis efek *green chemistry* terhadap kesehatan	**Kriteria**: Rubrik analitik	**Tugas-9** : Menganalisis studi kasus pencemaran lingkungan menggunakan prinsip Kimia Hijau: [PT:2mgx(2x60")] [KM:2mgx (2sksx60")]		perubahan gaya hidup, 2. Upaya perubahan gaya hidup dan pengelolaan lingkungan menuju keberlanjutan, 3. Efek *green chemistry* terhadap kesehatan	
14, 15	**Sub CPMK-7 :** Mampu menganalisis efek radiasi pengion dan non pengion terhadap kesehatan, dan merumuskan upaya pengendalian paparan radiasi pengion dan non pengion (C5,A3,P3)	7.1 Ketepatan dalam menganalisis efek radiasi pengion dan non pengion terhadap kesehatan, 7.2 Ketepatan dalam merumuskan upaya pengendalian paparan radiasi pengion dan non pengion	**Teknik non-test:** • Review dokumen proposal penelitian; • Presentasi mandiri; **Kriteria**: Rubrik analitik	• **Kuliah** • **Kampanye;** [PB: 1mgx(2x50")]	• **Diskusi daring asinkron** [PB: 1mgx(2x50")]	1. Efek radiasi pengion dan non pengion terhadap kesehatan, 2. Upaya pengendalian paparan radiasi pengion dan non pengion	10
				Tugas-10 : Membuat materi kampanye edukasi (infografis/media sosial atau modul penyuluhan) tentang bahaya radiasi elektromagnetik dari perangkat elektronik di tempat kerja serta langkah pencegahan praktis. [PT:2mgx(2x60")] [KM:2mgx (2sksx60")]			
16	UAS						20
	Total Bobot Penilaian						100%

RENCANA PENILAIAN

Bentuk Evaluasi	Sub-CPMK	Instrumen Penilaian (Frekuensi)	Tagihan (Bukti)	Bobot Penilaian (%)
Kuis	Sub-CPMK 1-7	Rubrik penilaian kuis (3x)	Lembar kuis (Gform/Quiziz)	5
Diskusi kelompok (LK 1–3)	Sub-CPMK 1, 2, 3	Rubrik penilaian tugas (3x)	Lembar kerja 1–3 dalam modul	15
Tugas Studi Literatur/kasus (LK 4–6 & 9)	Sub-CPMK 3, 4, 9	Rubrik penilaian tugas (4x)	Lembar kerja 4–6 & 9 dalam modul	15
Critical Journal Review (LK 7)	Sub-CPMK 4	Rubrik penilaian CJR (1x)	Lembar kerja 7 dalam modul + softcopy artikel/jurnal terlampir	10
Debat Akademik (LK 8)	Sub-CPMK 5	Rubrik penilaian debat (1x)	Ringkasan hasil debat di lembar kerja 8 dalam modul	10
Project/Kampanye (LK 10)	Sub-CPMK 7	Rubrik penilaian project (1x)	Lembar kerja 10 dalam modul + produk kampanye (infografis/modul)	10
Ujian Tulis Tengah Semester	Sub-CPMK 1–3	Rubrik penilaian ujian (1x)	Lembar jawaban UTS (essay/pilgan)	15
Ujian Tulis Akhir Semester	Sub-CPMK 4–7	Rubrik penilaian ujian (1x)	Lembar jawaban UAS (essay/pilgan)	20
Total				**100**

BAB I

KESEHATAN LINGKUNGAN

Tujuan Pembelajaran

1. Mahasiswa mampu menjelaskan konsep kesehatan lingkungan
2. Mahasiswa mampu mengidentifikasi ruang lingkup, dan paradigma kesehatan lingkungan serta signifikansinya dalam kesehatan masyarakat.

1.1 Konsep Kesehatan Lingkungan

Kesehatan lingkungan merupakan kondisi lingkungan yang mendukung kesejahteraan fisik, mental, dan sosial manusia serta mencegah timbulnya penyakit. Menurut WHO, kesehatan lingkungan mencakup aspek air bersih, sanitasi, udara, pangan, perumahan, pembuangan limbah, dan pengendalian vektor penyakit. Prinsip utamanya adalah menjaga kualitas lingkungan agar tetap sehat dan tidak menimbulkan gangguan kesehatan. (Sari et al., 2023; Sukesi et al., 2023)

1.1.1 Kesehatan Lingkungan Menurut Al-Qur'an

Dalam Al-Qur'an, konsep kesehatan lingkungan banyak dijelaskan melalui perintah menjaga kebersihan, keseimbangan ekosistem, dan larangan membuat kerusakan di bumi. Seperti contohnya dalam QS. Al-A'raf :56 . (Ika et al., 2023)

وَلَا تُفْسِدُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَٰحِهَا وَٱدْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ
ٱللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ ٱلْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya: "Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik." (QS. Al-A'raf: 56)

1.1.2 Kesehatan Lingkungan Menurut Hadits

yang berteduh, atau sumber air (HR. Abu Dawud, Ibnu Majah), serta anjuran menutup makanan dan minuman di malam hari (HR. Bukhari, Muslim). Hadis lain juga menekankan kebersihan rumah, halaman, dan masjid sebagai wujud kepedulian terhadap lingkungan. Dengan demikian, konsep kesehatan lingkungan dalam Islam sejalan dengan prinsip kesehatan modern, namun memiliki dimensi spiritual yang lebih xnxx bcm, yaitu menjaga lingkungan bukan hanya untuk kesehatan jasmani tetapi juga merupakan bagian dari ibadah kepada Allah SWT. (musyaffa, 2024)

1.2 Ruang Lingkup Kesehatan Lingkungan

Ruang lingkup kesehatan lingkungan mencakup seluruh aspek lingkungan yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Beberapa ruang lingkup utama meliputi:

1.2.1 Hygiene Sanitasi

Hygiene adalah upaya atau tindakan untuk memelihara dan melindungi kesehatan seseorang melalui kebersihan diri. Ruang lingkupnya mencakup kebersihan tubuh, pakaian,

BAB II
TOKSIKOLOGI LINGKUNGAN

Tujuan Pembelajaran
1. Mahasiswa mampu menganalisis hubungan dosis respons akibat toksikologi lingkungan
2. Mahasiswa mampu menjelaskan dampak toksikologi lingkungan

2.1 Prinsip Dasar Toksikologi Lingkungan

Toksikologi lingkungan merupakan cabang ilmu yang mempelajari efek zat beracun dari lingkungan terhadap kesehatan manusia, hewan, maupun ekosistem secara keseluruhan. Prinsip-prinsip dasar dalam toksikologi lingkungan membantu memahami bagaimana zat kimia, fisik, maupun biologis yang ada di lingkungan dapat menimbulkan risiko bagi kehidupan. (Nurhayati & Wardani, 2021)

Berikut adalah prinsip dasarnya:

1. Prinsip Dosis-Respon

Setiap zat dapat menjadi racun jika masuk dalam jumlah tertentu. Hubungan dosis dan respon menggambarkan bahwa semakin tinggi dosis paparan suatu zat, maka semakin besar pula efek toksik yang ditimbulkan. Prinsip ini mendasari konsep "the dose makes the poison".

2. Prinsip Jalur Paparan (*Exposure Pathway*)

Efek toksik sangat dipengaruhi oleh cara masuknya zat ke dalam tubuh, seperti melalui inhalasi (pernapasan), ingesti (pencernaan), absorpsi kulit, maupun kontak langsung. Dalam konteks lingkungan, jalur paparan bisa berasal dari udara tercemar, air minum yang terkontaminasi, tanah, maupun makanan.

3. Prinsip Absorpsi, Distribusi, Metabolisme, dan Ekskresi (ADME)

Setelah masuk ke dalam tubuh, zat beracun akan diserap (absorpsi), dialirkan melalui sistem peredaran darah (distribusi), diubah menjadi bentuk lain melalui proses metabolisme (biasanya di hati), lalu dikeluarkan melalui urin, feses, keringat, atau udara yang dihembuskan. Proses ADME sangat menentukan seberapa besar efek toksik yang muncul.

4. Prinsip Toksisitas Akut dan Kronis

Paparan zat beracun dapat menimbulkan efek toksik secara cepat (akut) atau lambat dalam jangka panjang (kronis). Misalnya, paparan pestisida dosis tinggi bisa menimbulkan keracunan akut, sedangkan paparan logam berat dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan organ vital.

5. Prinsip Variabilitas Individu

Efek toksik tidak selalu sama pada setiap individu. Faktor usia, jenis kelamin, status gizi, kesehatan, dan genetik berperan besar dalam menentukan tingkat kerentanan terhadap zat beracun. Anak-anak, ibu hamil, dan lansia biasanya lebih rentan dibandingkan orang dewasa sehat.

6. Prinsip Interaksi Zat

Zat beracun tidak selalu bekerja secara tunggal, melainkan dapat berinteraksi satu sama lain. Interaksi ini dapat bersifat aditif (efek bertambah), sinergis (efek lebih besar dari

BAB III
PROSES DINAMIKA PERUBAHAN AGEN

Tujuan Pembelajaran

1. Mahasiswa mampu menganalisis proses dinamika perubahan agen di lingkungan (evaporasi. sedimentasi, disosiasi, transformasi, biokonsentrasi, degradasi).
2. Mahasiswa mampu distribusi agen di air, udara dan tanah.

3.1 Proses Evaporasi

Evaporasi adalah suatu proses yang bertujuan memekatkan larutan yang terdiri atas pelarut (*solvent*) yang volatil dan zat terlarut (*solute*) yang non volatil. Evaporasi adalah proses pengentalan larutan dengan cara mendidihkan atau menguapkan pelarut. Di dalam pengolahan hasil pertanian proses evaporasi bertujuan untuk, meningkatkan larutan sebelum proses lebih lanjut, memperkecil volume larutan, menurunkan aktivitas air. Dalam kebanyakan proses evaporasi, pelarutnya adalah air (Adi et al., 2024).

Evaporasi dilakukan dengan menguapkan sebagian dari pelarut sehingga didapatkan larutan zat cair pekat yang konsentrasinya lebih tinggi. Evaporasi tidak sama dengan pengeringan. Dalam evaporasi sisa penguapan adalah zat cair yang sangat kental, bukan zat padat. Evaporasi berbeda pula dengan destilasi, karena uapnya adalah komponen tunggal. Evaporasi berbeda dengan kristalisasi, karena evaporasi digunakan untuk memekatkan larutan bukan untuk membuat zat padat atau Kristal (Heryanto et al., 2022).

Evaporasi ini berlangsung dengan adanya mesin atau alat-alat penyuplai panas pengganti dari sinar matahari, alat tersebut dinamakan evaporator. Evaporator adalah sebuah alat yang berfungsi mengubah sebagian atau keseluruhan sebuah pelarut dari sebuah larutan dari bentuk cair menjadi uap. Evaporator mempunyai dua prinsip dasar, yaitu untuk menukar panas dan untuk memisahkan uap yang terbentuk dari cairan. Evaporator umumnya terdiri dari tiga bagian, yaitu penukar panas, bagian evaporasi (tempat dimana cairan mendidih lalu menguap), dan pemisah untuk memisahkan uap dari cairan lalu dimasukkan ke dalam kondensor (untuk diembunkan/kondensasi) atau ke peralatan lainnya. Hasil dari evaporator (produk yang diinginkan) biasanya dapat berupa padatan atau larutan berkonsentrasi.

Larutan yang sudah dievaporasi bisa saja terdiri dari beberapa komponen volatile (mudah menguap). Evaporator biasanya digunakan dalam industri kimia dan industri makanan. Pada industri kimia, contohnya garam diperoleh dari air asin jenuh (merupakan contoh dari proses pemurnian) dalam evaporator. Evaporator mengubah air menjadi uap, menyisakan residu mineral di dalam evaporator. Uap dikondensasikan menjadi air yang sudah dihilangkan garamnya.

Pada sistem pendinginan, efek pendinginan diperoleh dari penyerapan panas oleh cairan pendingin yang menguap dengan cepat (penguapan membutuhkan energi panas). Evaporator juga digunakan untuk memproduksi air minum, memisahkannya dari air laut atau zat kontaminasi lain. Titik didih cairan yang diuapkan pada evaporasi dapat dikontrol dengan mengatur tekanan pada permukaan uap-cair.

BAB IV
POLUSI UDARA DAN PEMANASAN GLOBAL

Tujuan Pembelajaran
1. Mahasiswa mampu menganalisis hubungan polusi udara dan pemanasan global serta efek kesehatannya,
2. Mahasiswa mampu menjelaskan konsep polusi udara, sumber serta efek kesehatannya.

4.1 Konsep Polusi Udara

Udara adalah campuran berbagai gas yang membentuk lapisan atmosfer yang menyelimuti bumi, dengan komposisi yang tidak selalu tetap. Sebagai salah satu unsur penting bagi kelangsungan hidup, kualitas udara perlu dijaga dan ditingkatkan. Kondisi udara di suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh daya dukung lingkungan alami serta banyaknya sumber pencemar di daerah tersebut. Secara umum, udara bersih tersusun atas nitrogen sekitar 78%, oksigen 21%, argon 0,9%, karbon dioksida 0,03%, neon 0,002%, helium 0,001%, metana 0,0002%, dan kripton 0,0001%. (Maharani & Aryanta, 2023)

Udara yang dihirup setiap saat bernafas disebut udara ambien, yaitu udara bebas yang terdapat di permukaan bumi. Udara ambien memiliki peran penting karena dapat memengaruhi kesehatan manusia, kehidupan makhluk hidup, serta berkontribusi terhadap perubahan iklim global, baik secara langsung maupun tidak langsung.

4.1.1 Pencemaran Udara

Pencemaran udara merupakan masuknya zat, energi, atau komponen lain ke dalam udara ambien akibat aktivitas manusia, sehingga menurunkan kualitas udara hingga tidak lagi dapat menjalankan fungsinya. Polusi udara dapat terjadi baik karena aktivitas manusia maupun proses alamiah, yang menyebabkan penurunan mutu udara hingga menimbulkan gangguan atau kerugian bagi makhluk hidup maupun benda di sekitarnya. Dengan demikian, polusi udara dapat dipahami sebagai masuknya zat asing ke dalam udara yang menyebabkan perubahan kualitas udara normal dan berdampak negatif terhadap kehidupan makhluk hidup serta lingkungan (Sopiani, 2024).

4.2 Sumber Polusi Udara dan Efek Kesehatannya

Sumber polusi udara secara umum dapat dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu polutan primer dan polutan sekunder.

1. Polutan Primer

   Polutan primer adalah pencemar yang dilepaskan langsung dari sumber tertentu. Polutan ini dapat berupa:

   a. Polutan gas, yang terdiri atas:

   1) Senyawa karbon: hidrokarbon, hidrokarbon teroksigenasi, dan karbon monoksida (CO).
   2) Senyawa sulfur: sulfur oksida.
   3) Senyawa nitrogen: nitrogen oksida dan amonia.
   4) Senyawa halogen: fluor, klorin, hidrogen klorida, hidrokarbon terklorinasi, dan bromin.

BAB V
PERUBAHAN IKLIM

Tujuan Pembelajaran
1. Mahasiswa mampu menganalisis upaya promotif preventif dampak perubahan iklim
2. Mahasiswa mampu menjelaskan faktor penentu perubahan iklim,
3. Mahasiswa mampu menganalisis upaya preventif promotif efek penipisan lapisan ozon, isu penipisan lapisan ozon dan efek kesehatannya.

5.1 Faktor Penentu Perubahan Iklim

Perubahan iklim adalah berubahnya iklim yang diakibatkan, langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia yang dapat mengakibatkan perubahan komposisi atmosfer secara global serta perubahan variabilitas iklim alamiah yang dapat diamati pada kurun waktu yang dapat dibandingkan. Komposisi global ini bermakna komposisi material atmosfer bumi berupa Gas Rumah Kaca (GRK) yang terdiri dari karbon dioksida, metana, nitrogen, dan lainnya. Kondisi iklim di bumi ditentukan oleh keseimbangan panas. Proses perpindahan panas dalam sistem iklim berlangsung melalui radiasi, di mana matahari menjadi sumber radiasi terbesar. (Ainurrohmah & Sudarti, 2022)

Perubahan iklim di sini meliputi:
1. Peningkatan suhu bumi atau tren suhu
2. Perubahan curah hujan
3. Kenaikan suhu dan tinggi muka laut
4. Peningkatan kejadian iklim dan cuaca ekstrem

Perubahan iklim dipicu oleh berbagai faktor, baik yang bersumber dari proses alami maupun dari aktivitas manusia, seperti emisi gas rumah kaca dan deforestasi.

1. Gas Rumah Kaca

   Faktor utama penyebab perubahan iklim adalah meningkatnya kadar karbon dioksida (CO_2) dan gas rumah kaca (GRK) lainnya di atmosfer. Kenaikan konsentrasi CO_2 dan GRK terutama dipicu oleh aktivitas manusia, khususnya pembakaran bahan bakar fosil dalam produksi energi serta perubahan penggunaan lahan. Seiring meningkatnya kebutuhan manusia, aktivitas industri, penebangan hutan, praktik pertanian, kegiatan rumah tangga, dan berbagai aktivitas lain semakin intensif, sehingga memperbesar emisi GRK ke atmosfer. Karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O) merupakan gas rumah kaca utama yang berperan besar dalam perubahan iklim. Gas-gas ini mampu menahan panas di atmosfer sehingga menimbulkan efek rumah kaca. CO_2, yang banyak dilepaskan melalui pembakaran bahan bakar fosil dan penebangan hutan, menyumbang sekitar 64% pemanasan global. Meski jumlah metana lebih sedikit, daya pemanasannya jauh lebih tinggi, sehingga menyumbang sekitar 17% terhadap pemanasan global.(Irma & Gusmira, 2023)
2. Peningkatan Emisi

   Kegiatan manusia, terutama pembakaran batu bara, minyak, dan gas, mempercepat peningkatan emisi gas rumah kaca. Selain menghasilkan CO_2, proses ini juga melepaskan nitrogen dioksida yang turut memperburuk perubahan iklim. Penebangan

BAB VI

KEBERLANJUTAN (*SUSTAINABILITY*) DAN *GREEN CHEMISTRY*

Tujuan Pembelajaran

1. Mahasiswa mampu menganalisis degradasi lingkungan sebagai dampak aktivitas manusia dan perubahan gaya hidup,
2. Mahasiswa mampu merumuskan upaya perubahan gaya hidup dan pengelolaan lingkungan menuju keberlanjutan,
3. Mahasiswa mampu menganalisis efek *green chemistry* terhadap kesehatan

Perkembangan industri kimia modern telah membawa kemajuan signifikan, namun juga menimbulkan tantangan serius bagi kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan, termasuk pencemaran yang meluas dan dampak kesehatan yang merugikan. Kimia hijau atau *green chemistry* hadir sebagai solusi komprehensif yang memfokuskan pada perancangan, penggunaan, dan produksi bahan kimia untuk meminimalkan atau menghilangkan dampak berbahaya terhadap makhluk hidup dan lingkungan. Makalah ini akan membahas pengertian kimia hijau, kedua belas prinsip utamanya, berbagai manfaat dan contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari dan industri, serta konsekuensi jika prinsip-prinsip ini tidak diterapkan, dan peran penting pemerintah serta masyarakat dalam mewujudkan kesehatan lingkungan yang berkelanjutan.

6.1 Pendahuluan

Sejak pertengahan abad ke-20, perkembangan industri kimia telah menunjukkan dua sisi mata uang: kemajuan yang positif dan dampak negatif. Penggunaan zat-zat kimia tanpa kendali menyebabkan tubuh manusia terkontaminasi sejumlah besar zat kimia sintetis hasil industrialisasi yang banyak di antaranya bersifat racun dan penyebab kanker. Zat-zat berbahaya ini dapat masuk ke tubuh manusia melalui produk makanan, aditif, udara, air, dan bahkan debu, serta telah tersebar luas dalam rantai makanan global, bahkan ditemukan di Kutub Utara dan pada mamalia laut.

Situasi ini memicu munculnya gerakan kimia hijau (*green chemistry*) sebagai upaya untuk menekan efek kerusakan tersebut dan meminimalkan dampak kesehatan. Kimia hijau menjadi bagian esensial dalam program komprehensif untuk melindungi kesehatan manusia dan lingkungan dunia. Penerapan prinsip kimia hijau mencakup seluruh siklus hidup produk kimia, mulai dari desain, manufaktur, penggunaan, hingga pembuangan akhirnya, dengan tujuan mengurangi atau menghilangkan risiko yang ditimbulkan. Makalah ini akan menguraikan secara mendalam bagaimana kimia hijau dapat menjadi fondasi untuk kesehatan lingkungan yang berkelanjutan.

6.2 Pengertian Kimia Hijau

Green chemistry atau kimia hijau adalah kajian di bidang kimia yang memfokuskan pada penerapan sejumlah prinsip kimia dalam merancang, menggunakan, atau memproduksi bahan kimia untuk mengurangi pemakaian atau produksi bahan berbahaya yang dapat mengganggu kesehatan makhluk hidup dan pelestarian lingkungan. Konsep ini berarti

BAB VII

RADIASI DAN EFEK KESEHATAN

Tujuan Pembelajaran

1. Mahasiswa mampu menganalisis efek radiasi pengion dan non pengion terhadap kesehatan,
2. Mahasiswa mampu merumuskan upaya pengendalian paparan radiasi pengion dan non

7.1 Pendahuluan

Radiasi adalah pancaran energi yang bergerak melalui materi atau ruang dalam bentuk panas, partikel, atau gelombang elektromagnetik (foton) dari suatu sumber energi. Meskipun sering kali memiliki konotasi negatif di benak banyak orang karena insiden masa lalu seperti tragedi Chernobyl, radiasi sebenarnya adalah fenomena alami yang juga dimanfaatkan secara luas oleh manusia. Salah satu bentuk radiasi yang paling dikenal adalah sinar-X, yang telah berkembang pesat dan banyak digunakan di bidang kesehatan, seperti untuk diagnosis penyakit, pemeriksaan gigi, dan radioterapi kanker. Penggunaan sinar-X sangat menguntungkan karena memungkinkan diagnosis tanpa pembedahan dan dalam waktu relatif singkat.

Namun, di samping manfaatnya, paparan radiasi, termasuk sinar-X dan radiasi dari perangkat elektronik sehari-hari, dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Risiko ini tidak hanya mengancam pasien dan tenaga medis, tetapi juga pengunjung rumah sakit. Oleh karena itu, penting untuk memahami dampak dari paparan radiasi dan bagaimana cara meminimalkannya. Makalah ini akan menganalisis secara mendalam tentang berbagai aspek radiasi dan efeknya pada kesehatan manusia.

7.2 Pengertian dan Jenis Radiasi

Secara sederhana, radiasi adalah peristiwa penyebaran atau pelepasan energi. Radiasi dapat dikelompokkan berdasarkan beberapa kriteria:

7.2.1 Berdasarkan Massa

1. Radiasi Elektromagnetik: Jenis radiasi ini muncul dari kombinasi medan magnet dan medan listrik yang menghasilkan energi dan merambat. Radiasi elektromagnetik tidak memiliki bentuk atau massa, contohnya termasuk cahaya tampak, gelombang radio, sinar-X, dan inframerah.
2. Radiasi Partikel (Korpuskuler): Radiasi ini adalah pancaran atom yang memiliki kemampuan memindahkan energi kinetik ke bahan yang ditumbuknya.

7.2.2 Berdasarkan Muatan Listrik

1. Radiasi Pengion: Radiasi ini mampu menghasilkan ion ketika berinteraksi dengan materi, termasuk sel tubuh manusia. Sinar-X adalah salah satu contoh radiasi pengion.
2. Radiasi Non-pengion: Radiasi jenis ini tidak akan memunculkan partikel listrik berupa ion ketika menabrak sesuatu. Gelombang radio frekuensi elektromagnetik yang ada pada sinyal ponsel adalah contoh radiasi non-pengion.

DAFTAR PUSTAKA

Adi, Zulfikar Syaiful, a., & Gazali, a. (2024). Desain dan pengujian kinerja prototype falling film evaporator (ffe). *Saintis*, *5*(2).

Adrian, m. A. (2024). Analisis pengaruh aktivitas ekonomi terhadap peningkatan emisi karbon: studi empiris empat negara asean. *Jurnal ekonomi indonesia*, *12*(2), 187–202. Https://doi.org/10.52813/jei.v12i2.379

Ainurrohmah, s., & sudarti, s. (2022). Analisis perubahan iklim dan global warming yang terjadi sebagai fase kritis. *Jurnal phi jurnal pendidikan fisika dan fisika terapan*, *3*(3), 1. Https://doi.org/10.22373/p-jpft.v3i3.13359

Akbar, m. I. (2024). Ekospiritualisme al-qur'an (studi atas tanggungjawab manusia sebagai khalifah fî al-ardh dalam penyelamatan alam). *Blantika: multidisciplinary journal*, *2*(5), 507–523. Https://doi.org/10.57096/blantika.v2i5.141

Alvian maranalom siregar, asima tiara agnesia pasaribu, dwidya nuari, & meilinda suriani harefa. (2023). Pengolahan sampah menjadi bahan kerajinan untuk mengurangi sampah di masyarakat. *Jurnal wilayah, kota dan lingkungan berkelanjutan*, *2*(2), 60–67. Https://doi.org/10.58169/jwikal.v2i2.238

David, m., kamal, a. I., wicaksono, r. B., & hidayat, b. (2025). Optimalisasi scrubber dalam menurunkan kadar sulfur dioksida di kapal mv. Cma cgm elbe. *Jurnal maritim malahayati*, *6*(1), 284–291. Https://doi.org/10.70799/jumma.v6i1.109

Decy arwini, n. P. (2020). Dampak pencemaran udara terhadap kualitas udara di provinsi bali. *Jurnal ilmiah vastuwidya*, *2*(2), 20–30. Https://doi.org/10.47532/jiv.v2i2.86

Diniah, b. N., & ropii, a. (2023). Analisis spasial kerawanan wilayah determinan risiko lingkungan dan kualitas air bersih berdasarkan indeks pencemaran air dengan kejadian water borne diseases. *Jurnal ilmu kesehatan bhakti husada: health sciences journal*, *14*(02), 381–389. Https://doi.org/10.34305/jikbh.v14i02.851

Fadli, R. (2020, 27 Februari). *Apakah aman sering terkena paparan X-ray?* Halodoc. Diakses 28 Mei 2024, dari https://www.halodoc.com/artikel/apakah-aman-sering-terkena-paparan-x-ray

Fatria, e., priadi, a., suwandi sn, f. R., ashra, f., boytoleny, s. P., & sunarti, s. (2024). Edukasi mengenai penyakit berbasis lingkungan sebagai dampak bencana perubahan iklim. *Lamahu: jurnal pengabdian masyarakat terintegrasi*, *3*(2), 93–105. Https://doi.org/10.37905/ljpmt.v3i2.26548

Herman, mursi, h. S., anam, a. K., hasan, a., & huda, a. N. (2023). Relevansi dekadensi moral terhadap degradasi lingkungan. *Jurnal ilmu al-qur'an dan tafsir*, *8*(01), 1. Https://doi.org/10.30868/at.v8i0

Heryanto, e., sarwoko, s., & meliyanti, f. (2022). Faktor resiko dermatitis pada anak yang datang berobat ke uptd puskesmas penyandingan kabupaten oku tahun 2022. *Jurnal kesehatan abdurrahman*, *11*(1), 10–16. Https://doi.org/10.55045/jkab.v11i1.133

Hidajat, d., tilana, f. G., & kusuma, i. G. B. S. A. (2023). Dampak polusi udara terhadap kesehatan kulit. *Unram medical journal*, *12*(4), 371–378. Https://doi.org/10.29303/jk.v12i4.4565

Husen, f., suzana, d., & haryanto. (2023). *Dasar-dasar biomedik (pengantar ilmu biomedik)*

haryanto haryanto independent researcher (issue july). Https://www.researchgate.net/publication/372448306

Ibad, i. (2022). *Konsep khalifah dalam al-qur'an dan implikasinya terhadap masalah lingkungan hidup*. 1–83.

Ika, rohani, ananda, s., & safitri, s. (2023). Pandangan islam tentang kesehatan dan higenitas. *Jurnal pendidikan, sains dan teknologi*, *2*(1), 516–524. Https://doi.org/10.47233/jpst.v2i3.1041

Ilhami, s. Q., & nurdini, j. A. (2024). Analisis faktor biokonsentrasi dan faktor translokasi dari logam berat cu pada mangrove rhizopora sp. *Juvenil: jurnal ilmiah kelautan dan perikanan*, *5*(4), 394–401. Https://doi.org/10.21107/juvenil.v5i4.28067

Indrifa. (2025). Analisis kinerja pengendapan sedimen pada kantong lumpur bendung sekka-sekka. In *gastronomía ecuatoriana y turismo local.* (vol. 1, issue 69). Universitas sulawesi barat majene.

Irma, m. F., & gusmira, e. (2023). Evaluasi kebijakan lingkungan terhadap emisi gas rumah kaca di indonesia. *Jurnal kolaborasi sains dan ilmu terapan*, *2*(1), 12–18. Https://doi.org/10.69688/juksit.v2i1.26

Iskandar, d. V, juwitasari, k. S., pasha, e. I., sari, e. T., & arini, l. D. D. (2025). Studi toksikologi biokimia: dampak senyawa beracun terhadap proses metabolisme seluler dan kesehatan manusia. *Student scientific creativity journal*, *3*(2), 84–96.

Ismelina, m., rahayu, f., & susanto, a. F. (2021). Paradigma relasi manusia dan lingkungan hidup berbasis kearifan lokal di masa pandemi covid-19. *Bina husada lingkungan*, *5*(3), 487.

Karlina, n., rusli, b., muhtar, e. A., & candradewini, c. (2021). Sosialisasi pemeliharaan personal hygiene dan proteksi diri di lingkungan perumahan pada era new normal. *Kumawula: jurnal pengabdian kepada masyarakat*, *4*(1), 49. Https://doi.org/10.24198/kumawula.v4i1.30658

Ketaren, i. B. B., & sitompul, y. S. (2021). Analisis kinerja ozonator pada proses water treatment di pt tirta sukses perkasa. *Prosiding konferensi nasional social & engineering polmed (konsep)*, *2*(1), 261–271.

Kurniawidjaja, l. M., lestari, f., tejamaya, m., & ramdhan, d. H. (2021). *Konsep dasar toksikologi industri* (i. A.-f. Nurfigni & p. Panjiasa (eds.); 1st ed.). Fakultas kesehatan masyarakat universitas indonesia.

Larasati, v., sabloak, r., rasyid, r. S. P., zulissetiana, e. F., susilawati, s., & fertilita, s. (2023). Hubungan kebiasaan olahraga dengan kadar antibodi immunoglobulin g setelah vaksinasi covid 19. *Jurnal kedokteran dan kesehatan : publikasi ilmiah fakultas kedokteran universitas sriwijaya*, *10*(1), 39–52. Https://doi.org/10.32539/jkk.v10i1.19620

Lourrinx, e., mulyani, w., susilowati, d., paramita, p., darmayani, s., iswati, t. Y., handoko, l., nur, s., musa, b., rustiah, w., daryanto, t. J., hardiana, a., & mamede, m. (2022). *Toksikologi lingkungan* (s. T. K. Rantika maida sahara (ed.)). Pt global eksekutif teknologi.

Maharani, s., & aryanta, w. R. (2023). Dampak buruk polusi udara bagi kesehatan dan cara meminimalkan risikonya. *Jurnal ecocentrism*, *3*(2), 47–58. Https://doi.org/10.36733/jeco.v3i2.7035

Maliga, i., rafi'ah, lestari, a., & hasifah, h. (2022). Penyuluhan adaptasi dan mitigasi dampak

perubahan iklim bagi perkembangan penyakit berbasis lingkungan. *Jurnal altifani penelitian dan pengabdian kepada masyarakat*, *2*(4), 297–303. Https://doi.org/10.25008/altifani.v2i4.261

Malihah, l. (2022). Tantangan dalam upaya mengatasi dampak perubahan iklim dan mendukung pembangunan ekonomi berkelanjutan: sebuah tinjauan. *Jurnal kebijakan pembangunan*, *17*(2), 219–232. Https://doi.org/10.47441/jkp.v17i2.272

Masdat, d. W., putra, y. S., & adriat, r. (2023). Keterkaitan karbon monoksida (co) terhadap ozon permukaan (o3) di wilayah kalimantan barat. *Prisma fisika*, *10*(3), 251. Https://doi.org/10.26418/pf.v10i3.57853

Mualimin, l., sekar arum, m., satika dewi, p., fahmi briliansyah, d., & ihsan alfarizi, m. (2025). Analisis pengaruh kemasan plastik terhadap lama penyimpanan sayuran segar pasca ozonisasi: studi parameter fisik, water vapour transmission rate (wvtr), dan water vapour permeability (wvp). *Jurnal teknologi pangan dan industri perkebunan (lipida)*, *5*(1), 34–44. Https://doi.org/10.58466/lipida.v5i1.1770

Muhammad nursidiq. (2021). Pengelolaan limbah industri sebagai upaya pencegahan pencemaran lingkungan pada masyarakat kelurahan tangkahan di kawasan industri modern medan. *Ihsan: jurnal pengabdian masyarakat*, *vol. 3*, *no*(pengelolaan limbah industri sebagai upaya pencegahan pencemaran lingkungan pada masyarakat kelurahan tangkahan di kawasan industri modern medan), 90–102.

Musyaffa, rifky ijlal. (2024). Korelasi_hadits_kebersihan_dengan_pendid. *Journal of internasional multisiplinary research*, *2*, 1–6.

Noor, y. E. I., sihombing, i. U. A., oktafiani, d., veranita, a., andriani, l., qurniyawati, e., sholihin, r. M., zaelani, a., ihtiaringtyas, s., sidabutar, s., sukardin, & mardian, a. (2025). *Pengendalian vektor penyakit* (issue may).

Nugraheni, F., Anisah, F., & Susetyo, G. A. (2022). Analisis efek radiasi sinar-X pada tubuh manusia. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*.

Nurhayati, n., & wardani, t. S. (2021). *Pengantar toksikologi* (issue january).

Rany, n. (2023). Strategi promosi kesehatan. *Widina media utama*, 71.

Rizaldi, m. A., azizah, r., latif, m. T., sulistyorini, l., & salindra, b. P. (2022). Literature review: dampak paparan gas karbon monoksida terhadap kesehatan masyarakat yang rentan dan berisiko tinggi. *Jurnal kesehatan lingkungan indonesia*, *21*(3), 253–265. Https://doi.org/10.14710/jkli.21.3.253-265

Sari, m., haris, r., syamsul, m., sinaga, j., sari, n. P., & ... (2023). Kesehatan lingkungan bencana. In *researchgate.net* (issue march). Https://books.google.com/books?hl=en%5c&lr=%5c&id=enpqeaaaqbaj%5c&oi=fnd%5c&pg=pr7%5c&dq=sanitasi+lingkungan+dan+hygieni+terhadap+stunting+pada+balita+usia+%221+3%22+tahun%5c&ots=ahv5asehow%5c&sig=m1tifu9knzgrodxqbykbuxeyvx0

Septiana, e. (2023). Hubungan pengetahuan tentang sunscreen dan pengetahuan tentang bahaya paparan sinar matahari dengan perilaku penggunaan sunscreen pada pegawai rumah sakit bandar negara husada lampung selatan. *Jurnal ilmu kesehatan masyarakat indonesia (jikmi)*, *3*(1), 1–12.

Sila, n., sudarmaji, dimjati lusno, m. F., & handayani, s. (2025). Environmental health risk assessment of manganese (mn) in refilled drinking water on small island. *Health*

information : jurnal penelitian, *17*(1). Https://doi.org/10.36990/hijp.v17i1.1662

Sofia, s., & sungkar, a. N. (2025). Faktor risiko sanitasi lingkungan dan strategi pencegahan terhadap kejadian hepatitis: suatu kajian sistematik. *Jurnal kesehatan lingkungan indonesia*, *24*(2), 218–226. Https://doi.org/10.14710/jkli.71513

Sopiani, s. (2024). Analisis putusan pengadilan dalam perkara tindak pidana pencemaran udara. *Savana: indonesian journal of natural resources and environmental law*, *1*(2), 97–108. Https://doi.org/10.25134/savana.v1i2.128

Sudibya, d. P. S., afaaf, d. A. A., satria, l., prasna, n. U. P., & kamal, u. (2025). Implementasi kebijakan baku mutu udara sebagai bentuk penanggulanan pemanasan global. *Jurnal ilmu sosial dan humaniora*, *3*(4), 571–598. Https://doi.org/10.57248/jishum.v3i4.593

Sukesi, t. W., khair, u., mulasari, s. A., tentama, f., dahlan, u. A., prof, j., janturan, s., & umbulharjo, w. (2023). Hubungan antara kesehatan lingkungan dengan gangguan emosional. *Jurnal kesehatan lingkungan indonesia*, *22*(2), 128–133.

Syafitri, i., erwany, l., & nelly, r. (2023). Analisis wacana efek penipisan lapisan ozon dalam hukum lingkungan internasional dan linguistik fungsional sistemik. *Jurnal insitusi politeknik ganesha medan*, *6*(2), 78–89.

Takuloe, sri., r., jusuf, h., nakoe, moh., r., & arsad, n. (2023). Risiko paparan sulfur oksida (so2) pada petugas stasiun pengisian bahan bakar umum (spbu). *Jambura journal of epidemiology*, *2*(2), 50–58. Https://doi.org/10.37905/jje.v2i2.

Turnip, E., Lumban Gaol, M. S., Hutajulu, P. S., Sirait, Y., & Lubis, R. H. (2024). Pengaruh radiasi elektromagnetik terhadap kesehatan dan upaya pencegahannya. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya*, *7*(2), 97-101.

Widiasmadi, n. (2023). Analisa distribusi mikroba pada setiap kedalaman tanah laterit lahan tanaman kopi dengan teknologi biosoildam. *Jurnal cahaya mandalika*, *4*(2), 75–84.

Wijayanti, D. M. P. (2022). *Analisis efek radiasi sinar-X terhadap janin* [Karya Tulis Ilmiah, Universitas Widya Husada Semarang].

Zaenab, & azizah, n. (2025). Risiko pajanan karbon monoksida (co) dan nitrogen dioksida (no_2) terhadap kesehatan ibu dan anak: literature review. *Care journal*, *4*(2), 6–13. Https://jurnalstikestulungagung.ac.id/index.php/care/article/view/200

Zain, a. S., sigit, p., & sitogasa, a. (2025). *Potensi fitoremediasi salvinia molesta terhadap logam berat dalam limbah cair : pendekatan melalui analisis biokonsentrasi faktor dan faktor translokasi*. *X*(3), 14113–14120.

Zendrato, o., damanik, y. D. P., sinaga, e. P., & subekti, a. (2024). Pelestarian sistem kelola air bersih yang efektif untuk mengatasi tantangan kualitas dan ketersediaan air bersih di kelurahan titi papan kecamatan medan deli kota medan. *Cermin: jurnal penelitian*, *8*(1), 263. Https://doi.org/10.36841/cermin_unars.v8i1.46