

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)
MATA KULIAH : KIMIA LINGKUNGAN DAN KEBENCANAAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

A IDENTITAS

1 Prodi	Pendidikan Kimia
2 Kode Mata kuliah	2032PKM077
3 Nama Mata kuliah	KIMIA LINGKUNGAN DAN KEBENCANAAN
4 Semester/SKS	7 / 2 sks
5 Jenis Mata Kuliah	MK KEAHLIAN BERKARYA (MKB)
6 Koordinator Mata Kuliah	2003067603 Nurmalahayati, M.Si., Ph.D.
7 Dosen Pengampu	

B CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL-Prodi)

- 1 Sikap
- 2 Pengetahuan
- 3 Keterampilan Umum
- 4 Keterampilan Khusus

C CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH (CPMK)

- 1
 - Menguasai konsep dasar kimia lingkungan dan kebencanaan
 - Menguasai konsep kimia air, standar dan faktor-faktor pencemaran

- Menguasai konsep kimia tanah, standar dan faktor-faktor pencemaran
- Menguasai konsep kimia atmosfer, standar dan faktor-faktor pencemaran
- Memahami konsep sekolah aman bencana, permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh bencana
- Memahami permasalahan lingkungan di tingkat lokal, national dan global

D DESKRIPSI MATA KULIAH

Perkuliahan ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan dasar secara komprehensif tentang konsep dasar kimia lingkungan yang mencakup kimia air, kimia tanah dan kimia udara atmosfer, standar kualitas dan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Selain itu mahasiswa diharapkan mampu memahami konsep satuan pendidikan Aman Bencana serta mengasosiasikan konsep dasar dalam kimia lingkungan dan ilmu kebencanaan baik di tingkat lokal, national dan global.

E MATRIKS KEGIATAN PEMBELAJARAN

NO	Kemampuan akhir yang diharapkan (Sub CPMK)	Bahan Kajian/Materi Perkuliahan	Bentuk Pembelajaran			Metode Pembelajaran	Alokasi Waktu	Pengalaman Belajar Mahasiswa	Penilaian (kriteria, indikator dan bobot)	Referensi
			Luring	Daring	Blanded					
1	Mahasiswa memahami kotrak belajara dan outline materi perkuliahan	Kontrak belajar dan outline materi dalam satu semester	X			Tanya jawab	2 x 50'	Memperoleh penjelasan kontrak kuliah	ketepatan dan penguasaan materi yang disampaikan menjelaskan substansi materi yang	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady

didiskusikan

Hanrahan,
2012, Elseiver,
UK

Kimia
Lingkungan,
teori,
eksperimen
dan aplikasi,
Prodjosantoso
dan Regina
Tutik, 2011,
UNY

Environmental
Chemistry,
Fundamentals,
Jorge G.
Ibanez, et al,
2007, springer,
New York

Adger, W.N.,
(2006)
Vulnerability,
Global
Environmental

Change
Vol.16, pp.
268-281.

Amri, A.
(2017)
Pendidikan
Tangguh
Bencana,
Mewujudkan
Pendidikan
Aman Bencana
di Indonesia,
Sekretariat
National
Pendiidikan
Aman

bencana,
Kementrian
Pendididian
dan
Kebudayaan,
Jakarta.

2. Pendukung

Berbagai
peraturan
perundang-

									undangan terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait	
2	Mahasiswa mampu menguasai konsep dasar kimia lingkungan dan kebencanaan	Pengetahuan dasar tentang kimia lingkungan dan kebencanaan	X			inquiri, diskusi, tanya jawab	2 x 50'	mengecek kebenaran informasi yang telah disusun dan disesuaikan dengan tugas kelompok dan mendiskusikan informasi tersebut didalam kelas menyimpulkan informasi yang diperoleh berdasarkan informasi/referensi yang diperoleh (scientific)	ketepatan memahami dan menganalisis informasi yang disampaikan ketepatan menjelaskan informasi yang diperoleh	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady Hanrahan, 2012, Elseiver, UK Kimia LInggungan, teori, eksperimen dan aplikasi, Prodjosantoso dan Regina Tutik, 2011, UNY

Environmental
Chemistry,
Fundamentals,
Jorge G.
Ibanez, et al,
2007, springer,
New York
Adger, W.N.,
(2006)
Vulnerability,
Global
Environmental
Change
Vol.16, pp.
268-281.
Amri, A.
(2017)
Pendidikan
Tangguh
Bencana,
Mewujudkan
Pendidikan
Aman Bencana
di Indonesia,
Sekretariat
National
Pendiidikan
Aman

										bencana, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta. 2. Pendukung Berbagai peraturan perundang- undangan terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait
3	Mahasiswa mampu memahami konsep Satuan Pendidikan Aman Bencana	Pengetahuan tentang konsep 3 pilar Satuan Pendidikan Aman Bencana	X			inquiri, diskusi, tanya jawab	2 x 50'	menganalisa informasi yang telah diperoleh dan disesuaikan dengan tugas kelompok dan mendiskusikan didalam kelas melalui tanya jawab (kolaboratif)	ketepatan memahami dan menganalisis informasi yang disampaikan ketepatan menjelaskan informasi yang diperoleh	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady Hanrahan, 2012, Elseiver, UK

mengidentifikasi komponen-komponen dalam penerapan konsep satuan pendidikan Aman Bencana (tematik)

Kimia Lingkungan, teori, eksperimen dan aplikasi, Prodjosantoso dan Regina Tutik, 2011, UNY
Environmental Chemistry, Fundamentals, Jorge G. Ibanez, et al, 2007, springer, New York
Adger, W.N., (2006) Vulnerability, Global Environmental Change Vol.16, pp. 268-281.
Amri, A. (2017) Pendidikan Tangguh Bencana,

										Mewujudkan Pendidikan Aman Bencana di Indonesia, Sekretariat National Pendidikan Aman bencana, Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta. 2. Pendukung Berbagai peraturan perundang-undangan terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait
4	Mahasiswa mampu menguasai konsep dasar kimia air	Pengetahuan dasar mengenai kimia air	X			diskusi, presentasi, tanya jawab.	2 x 50'	mengamati masalah yang disajikan melalui	ketepatan dalam penguasaan	1. Wajib

multi media
interaktif

menanyakan dan
mengidentifikasi
pertanyaan terkait
permasalahan yang
disajikan

materi yang
didiskusikan

ketepatan
menjelaskan
substansi
materi ajar

Key concepts
in
Environmental
chemistry,
Grady
Hanrahan,
2012, Elseiver,
UK
Kimia
Lingkungan,
teori,
eksperimen
dan aplikasi,
Prodjosantoso
dan Regina
Tutik, 2011,
UNY
Environmental
Chemistry,
Fundamentals,
Jorge G.
Ibanez, et al,
2007, springer,
New York
Adger, W.N.,
(2006)
Vulnerability,
Global
Environmental

Change
Vol.16, pp.
268-281.
Amri, A.
(2017)
Pendidikan
Tangguh
Bencana,
Mewujudkan
Pendidikan
Aman Bencana
di Indonesia,
Sekretariat
National
Pendiidikan
Aman
bencana,
Kementrian
Pendididian
dan
Kebudayaan,
Jakarta.
2. Pendukung
Berbagai
peraturan
perundang-
undangan
terkait
lingkungan

Ibanez, et al,
2007, springer,
New York
Vulnerability,
Global
Environmental
Change Adger,
W.N., 2006,
Vol.16, pp.
268-281.
Menyikapi
Merkuri
dengan Bijak,
Marlina,
Nurmalahayati,
M. Ya'kub
Aiyub Kadir,
Muhammad
Iqhramullah,
Saiful., Imam
Thanthawi,
Mutia farida,
2021, Bandar
Publishing,
Banda Aceh
2. Pendukung
Berbagai
peraturan
perundang-

									undangan terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait	
6	Mahasiswa mampu menguasai tentang terjadinya pencemaran air yang disebabkan oleh bencana	Pengetahuan terkait pencemaran air yang disebabkan oleh kejadian bencana	X			diskusi, tanya jawab	2 x 50'	mengamati masalah yang disajikan melalui multi media interaktif menanyakan, mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan yang disajikan terkait pencemaran air akibat kejadian bencana	ketepatan memahami dan menganalisis informasi yang disampaikan ketepatan menjelaskan informasi yang diperoleh draft media yang dikembangkan	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady Hanrahan, 2012, Elseiver, UK Kimia Lingkungan, teori, eksperimen dan aplikasi, Prodjosantoso dan Regina Tutik, 2011, UNY Environmental Chemistry, Fundamentals,

Jorge G. Ibanez, et al, 2007, springer, New York
Adger, W.N., (2006) Vulnerability, Global Environmental Change Vol.16, pp. 268-281.
Amri, A. (2017) Pendidikan Tangguh Bencana, Mewujudkan Pendidikan Aman Bencana di Indonesia, Sekretariat National Pendidikan Aman bencana, Kementrian Pendidikan

									dan Kebudayaan, Jakarta. 2. Pendukung Berbagai peraturan perundang- undangan terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait	
7	Mahasiswa mampu menguasai konsep dasar kimia tanah	Pengetahuan tentang kimia tanah	X			diskusi, presentasi, tanya jawab.	2 x 50'	menelaah permasalahan yang disajikan dan mencari informasi terkait sifat-sifat kimia tanah Menganalisa dan mengasosiasikan jawaban yang diperoleh terhadap permasalahan yang disajikan	ketepatan memahami dan menganalisis informasi yang disampaikan ketepatan menjelaskan informasi yang diperoleh	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady Hanrahan, 2012, Elseiver, UK Kimia Lingkungan, teori, eksperimen dan aplikasi,

mempresentasikan jawaban yang diperoleh melalui diskusi

Prodjosantoso dan Regina Tutik, 2011, UNY Environmental Chemistry, Fundamentals, Jorge G. Ibanez, et al, 2007, springer, New York
Adger, W.N., (2006) Vulnerability, Global Environmental Change Vol.16, pp. 268-281.
Amri, A. (2017) Pendidikan Tangguh Bencana, Mewujudkan Pendidikan Aman Bencana di Indonesia, Sekretariat

										National Pendiidikan Aman bencana, Kementrian Pendiidian dan Kebudayaan, Jakarta. 2. Pendukung Berbagai peraturan perundang-undangan terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait
8	Mahasiswa mampu menguasai faktor-faktor pencemaran dan mitigasi pencemaran tanah	Pengetahuan terkait faktor- faktor penyebab pencemaran dan upaya dalam mengurangi	X			diskusi, presentasi, tanya jawab	2 x 50'	mencari informasi dan merumuskan masalah dari permasalahan yang diberikan dosen secara berkelompok	ketepatan dan penguasaan materi yang didiskusikan ketepatan menjelaskan substansi	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady

penyebab dan dampak pencemaran tanah

mencari, menyusun dan mengecek kebenaran informasi penyebab pencemaran dan upaya dalam mengurangi penyebab dan dampak pencemaran tanah

mendiskusikan informasi menyimpulkan informasi yang diperoleh

materi ajar

Hanrahan, 2012, Elseiver, UK
Kimia Lingkungan, teori, eksperimen dan aplikasi, Prodjosantoso dan Regina Tutik, 2011, UNY
Environmental Chemistry, Fundamentals, Jorge G. Ibanez, et al, 2007, springer, New York
Adger, W.N., (2006) Vulnerability, Global Environmental Change Vol.16, pp. 268-281.

Amri, A.
(2017)
Pendidikan
Tangguh
Bencana,
Mewujudkan
Pendidikan
Aman Bencana
di Indonesia,
Sekretariat
National
Pendiidikan
Aman
bencana,
Kementrian
Pendididian
dan
Kebudayaan,
Jakarta.
2. Pendukung
Berbagai
peraturan
perundang-
undangan
terkait
lingkungan
dan bencana,

									jurnal dan referensi terkait	
9	Mahasiswa dapat menganalisis media pembelajaran kimia lingkungan dan kebencanaan online (UTS)	UTS (Analisis media edukasi online topik lingkungan dan kebencanaan)	X			Tes tulis	2 x 50'	Menganalisis media pembelajaran kimia lingkungan dan kebencanaan yang tersedia secara online	Ketepatan mengerjakan tugas yang diberikan sesuai alokasi waktu.	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady Hanrahan, 2012, Elseiver, UK Kimia LIngkungan, teori, eksperimen dan aplikasi, Prodjosantoso dan Regina Tutik, 2011, UNY Environmental Chemistry, Fundamentals, Jorge G. Ibanez, et al, 2007, springer, New York

Adger, W.N.,
(2006)
Vulnerability,
Global
Environmental
Change
Vol.16, pp.
268-281.

Amri, A.
(2017)
Pendidikan
Tangguh
Bencana,
Mewujudkan
Pendidikan
Aman Bencana
di Indonesia,
Sekretariat
National
Pendiidikan
Aman
bencana,
Kementrian
Pendididian
dan
Kebudayaan,
Jakarta.
2. Pendukung

									Berbagai peraturan perundang-undangan terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait	
10	Mahasiswa mampu menguasai faktor pencemaran tanah yang disebabkan oleh bencana alam	Pengetahuan terkait pencemaran tanah yang disebabkan oleh bencana alam	X			inquiri, diskusi, tanya jawab	2 x 50'	mencari informasi dan merumuskan masalah dari permasalahan yang diberikan dosen secara berkelompok mencari, menyusun dan mengecek kebenaran informasi terkait pencemaran tanah	ketepatan memahami dan menganalisis informasi yang disampaikan ketepatan menjelaskan informasi yang diperoleh draft media yang dikembangkan	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady Hanrahan, 2012, Elseiver, UK Kimia Lingkungan, teori, eksperimen dan aplikasi, Prodjosantoso

yang disebabkan
oleh kejadian
bencana alam

mendiskusikan
informasi
menyimpulkan
informasi yang
diperoleh.

dan Regina
Tutik, 2011,
UNY
Environmental
Chemistry,
Fundamentals,
Jorge G.
Ibanez, et al,
2007, springer,
New York
Adger, W.N.,
(2006)
Vulnerability,
Global
Environmental
Change
Vol.16, pp.
268-281.
Amri, A.
(2017)
Pendidikan
Tanggung
Bencana,
Mewujudkan
Pendidikan
Aman Bencana
di Indonesia,
Sekretariat

									National Pendiidikan Aman bencana, Kementrian Pendiidian dan Kebudayaan, Jakarta. 2. Pendukung Berbagai peraturan perundang-undangan terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait	
11	Mahasiswa mampu menguasai konsep dasar kimia atmosfer	Pengetahuan tentang konsep dasar kimia atmosfer	X			inquiri, diskusi, tanya jawab	2 x 50'	mengamati pengetahuan konseptual yang disajikan melalui media interaktif	ketepatan memahami dan menganalisis informasi yang disampaikan	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady

mencari informasi dan konsep dasar kimia atmosfer

menyusun dan mengecek kebenaran informasi yang telah disusun dan disesuaikan dengan literatur secara berkelompok

mendiskusikan informasi menyimpulkan informasi yang diperoleh.

ketepatan menjelaskan informasi yang diperoleh

Hanrahan, 2012, Elseiver, UK
Kimia Lingkungan, teori, eksperimen dan aplikasi, Prodjosantoso dan Regina Tutik, 2011, UNY
Environmental Chemistry, Fundamentals, Jorge G. Ibanez, et al, 2007, springer, New York
Adger, W.N., (2006)
Vulnerability, Global Environmental Change Vol.16, pp. 268-281.

Amri, A.
(2017)
Pendidikan
Tangguh
Bencana,
Mewujudkan
Pendidikan
Aman Bencana
di Indonesia,
Sekretariat
National
Pendiidikan
Aman
bencana,
Kementrian
Pendididian
dan
Kebudayaan,
Jakarta.
2. Pendukung
Berbagai
peraturan
perundang-
undangan
terkait
lingkungan
dan bencana,

									jurnal dan referensi terkait	
12	Mahasiswa mampu menguasai faktor-faktor dan mitigasi pencemaran atmosfer	Pengetahuan terkait faktor-faktor penyebab pencemaran dan upaya dalam mengurangi penyebab dan dampak pencemaran atmosfer (udara)	X			diskusi, tanya jawab,	2 x 50'	mencari informasi dan merumuskan masalah terkait faktor-faktor penyebab pencemaran dan upaya dalam mengurangi penyebab dan dampak pencemaran atmosfer (udara) menyusun dan mengecek kebenaran informasi yang telah disusun dan disesuaikan dengan literatur secara berkelompok mendiskusikan informasi menyimpulkan	ketepatan memahami dan menganalisis informasi yang disampaikan ketepatan menjelaskan informasi yang diperoleh	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady Hanrahan, 2012, Elseiver, UK Kimia Lingkungan, teori, eksperimen dan aplikasi, Prodjosantoso dan Regina Tutik, 2011, UNY Environmental Chemistry, Fundamentals, Jorge G. Ibanez, et al, 2007, springer, New York

informasi yang
diperoleh

Adger, W.N.,
(2006)
Vulnerability,
Global
Environmental
Change
Vol.16, pp.
268-281.
Amri, A.
(2017)
Pendidikan
Tangguh
Bencana,
Mewujudkan
Pendidikan
Aman Bencana
di Indonesia,
Sekretariat
National
Pendiidikan
Aman
bencana,
Kementrian
Pendididian
dan
Kebudayaan,
Jakarta.
2. Pendukung

									Berbagai peraturan perundang-undangan terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait	
13	Mahasiswa mampu menguasai faktor pencemaran udara yang disebabkan kejadian bencana alam	Pengetahuan terkait berbagai faktor pencemaran udara yang disebabkan oleh bencana alam	X			diskusi, presentasi, tanya jawab	2 x 50'	mencari informasi dan merumuskan masalah berbagai faktor pencemaran udara yang disebabkan oleh bencana alam menyampaikan, mendiskusikan dan menyimpulkan informasi yang diperoleh (interaktif)	ketepatan memahami dan menganalisis informasi yang disampaikan ketepatan menjelaskan informasi yang diperoleh	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady Hanrahan, 2012, Elseiver, UK Kimia Lingkungan, teori, eksperimen dan aplikasi, Prodjosantoso dan Regina Tutik, 2011, UNY

Environmental
Chemistry,
Fundamentals,
Jorge G.
Ibanez, et al,
2007, springer,
New York
Adger, W.N.,
(2006)
Vulnerability,
Global
Environmental
Change
Vol.16, pp.
268-281.
Amri, A.
(2017)
Pendidikan
Tangguh
Bencana,
Mewujudkan
Pendidikan
Aman Bencana
di Indonesia,
Sekretariat
National
Pendiidikan
Aman

									<p>bencana, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.</p> <p>2. Pendukung Berbagai peraturan perundang-undangan terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait</p>	
14	Mahasiswa mampu mengembangkan draft media pembelajaran kimia lingkungan dan kebencanaan	Review draft media pembelajaran kimia lingkungan dan kebencanaan yang telah dikembangkan	X			diskusi	2 x 50'	Mengembangkan media pembelajaran kimia lingkungan dan kebencanaan berdasarkan topik yang diberikan	draft media pembelajaran kimia lingkungan dan kebencanaan	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady Hanrahan, 2012, Elseiver, UK

Kimia
Lingkungan,
teori,
eksperimen
dan aplikasi,
Prodjosantoso
dan Regina
Tutik, 2011,
UNY
Environmental
Chemistry,
Fundamentals,
Jorge G.
Ibanez, et al,
2007, springer,
New York
Adger, W.N.,
(2006)
Vulnerability,
Global
Environmental
Change
Vol.16, pp.
268-281.
Amri, A.
(2017)
Pendidikan
Tangguh
Bencana,

Mewujudkan Pendidikan Aman Bencana di Indonesia, Sekretariat National Pendiidikan Aman bencana, Kementrian Pendiidian dan Kebudayaan, Jakarta.

2. Pendukung Berbagai peraturan perundang-undangan terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait

15	Mahasiswa mampu mengembangkan media pembelajaran kimia lingkungan dan kebencanaan yang dapat digunakan untuk program edukasi	Review final produk media pembelajaran kimia lingkungan dan kebencanaan yang telah dikembangkan	X			diskusi	2 x 50'	Mendiskusikan dan menyimpulkan kembali materi yang telah dipelajari yang relevant dengan media yang dikembangkan.	draft media pembelajaran kimia lingkungan dan kebencanaan yang telah dikembangkan	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady Hanrahan, 2012, Elseiver, UK Kimia Lingkungan, teori, eksperimen dan aplikasi, Prodjosantoso dan Regina Tutik, 2011, UNY Environmental Chemistry, Fundamentals, Jorge G. Ibanez, et al, 2007, springer, New York Adger, W.N., (2006) Vulnerability,
----	--	---	---	--	--	---------	---------	---	---	---

Global
Environmental
Change
Vol.16, pp.
268-281.
Amri, A.
(2017)
Pendidikan
Tangguh
Bencana,
Mewujudkan
Pendidikan
Aman Bencana
di Indonesia,
Sekretariat
National
Pendiidikan
Aman
bencana,
Kementrian
Pendididian
dan
Kebudayaan,
Jakarta.
2. Pendukung
Berbagai
peraturan
perundang-
undangan

									terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait	
16	Mahasiswa dapat menyelesaikan tugas media pembelajaran kebencanaan	UAS (Produk media pembelajaran)	X			kerja kelompok	2 x 50'	Menyelesaikan tugas (media pembelajaran) kimia lingkungan dan kebencanaan sesuai topik yang diberikan (berpusat pada mahasiswa)	Ketepatan menyelesaikan tugas (media pembelajaran) sesuai alokasi waktu.	1. Wajib Key concepts in Environmental chemistry, Grady Hanrahan, 2012, Elseiver, UK Kimia LIngkungan, teori, eksperimen dan aplikasi, Prodjosantoso dan Regina Tutik, 2011, UNY Environmental Chemistry, Fundamentals,

Jorge G.
Ibanez, et al,
2007, springer,
New York
Adger, W.N.,
(2006)
Vulnerability,
Global
Environmental
Change
Vol.16, pp.
268-281.
Amri, A.
(2017)
Pendidikan
Tangguh
Bencana,
Mewujudkan
Pendidikan
Aman Bencana
di Indonesia,
Sekretariat
National
Pendiidikan
Aman
bencana,
Kementrian
Pendididian

dan
Kebudayaan,
Jakarta.
2. Pendukung
Berbagai
peraturan
perundang-
undangan
terkait
lingkungan
dan bencana,
jurnal dan
referensi
terkait

17

18

19

20

F REFERENSI

1 Wajib

- a
 - Key concepts in Environmental chemistry, Grady Hanrahan, 2012, Elseiver, UK
 - Kimia Llingkungan, teori, eksperimen dan aplikasi, Prodjosantoso dan Regina Tutik, 2011, UNY
 - Environmental Chemistry, Fundamentals, Jorge G. Ibanez, et al, 2007, springer, New York

- Adger, W.N., (2006) Vulnerability, Global Environmental Change Vol.16, pp. 268-281.
- Amri, A. (2017) Pendidikan Tangguh Bencana, Mewujudkan Pendidikan Aman Bencana di Indonesia, Sekretariat National Pendidikan Aman bencana, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.

2 Pendukung

- a Berbagai peraturan perundang-undangan terkait lingkungan dan bencana, jurnal dan referensi terkait

Mengetahui:
Ketua Prodi Pendidikan Kimia

Dr. Mujakir, M.Pd.Si.
NIDN : 2005037701

Banda Aceh, 22 Agustus 2022
Koordinator/Dosen Mata Kuliah



Nurmalahayati, M.Si., Ph.D.
NIDN : 2003067603

TUGAS KEGIATAN TERSTRUKTUR (TKT)

Nama Mata Kuliah	KIMIA LINGKUNGAN DAN KEBENCANAAN
Kode mata Kuliah	2032PKM077
Semester/SKS	7/2 sks
1 Tujuan Tugas	memahami faktor-faktor pencemaran air yang disebabkan oleh bencana alam
2 Uraian Tugas	
a Obyek garapan	kasus bencana alam yang menyebabkan terjadinya pencemaran air
b Yang harus dikerjakan dan batasan-batasan	Mengumpulkan dan menganalisa media/article terkait bencana alam yang menyebabkan terjadinya pencemaran air
c Metode/ cara pengerjaan, acuan yang digunakan	tugas individu, mereview mediaa/artkel yang relevan
d Deskripsi luaran tugas yang dihasilkan/dikerjakan	laporan hasil review dari topik yang dipilih
3 Kriteria Penilaian	
a Ketepatan penyerahan tugas	20 persen
b Kesempurnaan	40 persen

substansi/isi tugas

c. Desain tugas 40 persen

Mengetahui:

Ketua Prodi Pendidikan Kimia



Dr. Mujakir, M.Pd.Si.
NIDN : 2005037701

Banda Aceh, 22 Agustus 2022
Koordinator/Dosen Mata Kuliah

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nurmalahayati'.

Nurmalahayati, M.Si., Ph.D.
NIDN : 2003067603

TUGAS KEGIATAN MANDIRI (TKM)

Nama Mata Kuliah KIMIA LINGKUNGAN DAN KEBENCANAAN
Kode mata Kuliah 2032PKM077
Semester/SKS 7/2 sks

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

- 1 • Menguasai konsep dasar kimia lingkungan dan kebencanaan
 • Menguasai konsep kimia air, standar dan faktor-faktor pencemaran
 • Menguasai konsep kimia tanah, standar dan faktor-faktor pencemaran
 • Menguasai konsep kimia atmosfer, standar dan faktor-faktor pencemaran
 • Memahami konsep sekolah aman bencana, permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh bencana
 • Memahami permasalahan lingkungan di tingkat lokal, national dan global

Jenis Tugas :

Pengayaan/remedial mata kuliah secara mandiri: dapat berupa membaca referensi tambahan mata kuliah atau observasi mandiri dengan tujuan pemenuhan secara maksimal capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK).

Mengetahui:

Ketua Prodi Pendidikan Kimia



Dr. Mujakir, M.Pd.Si
NIDN : 2005037701

Banda Aceh, 22 Agustus 2022
Koordinator/Dosen Mata Kuliah

Nurmalahayati, M.Si., Ph.D.
NIDN : 2003067603

.PENILAIAN SIKAP, PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN

A. PENILAIAN SIKAP (RUBRIK)

Prediket	Skor Angka	Deskripsi Perilaku
----------	------------	--------------------

Keterangan :

Prediket :

Diisi dengan deskripsi tingkatan nilai, dengan jumlah tingkat yang kerinciannya sesuai dengan yang dikehendaki (sangat baik, baik, cukup, kurang, gagal).

Skor Angka :

Diisi dengan rentang angka yang sesuai dengan tingkat nilai pada kolom jenjang.

B. KRITERIA PENILAIAN PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN

Nilai Huruf (NH)	Nilai Bobot (NB)	Nilai Angka (NA)	Predikat
A	4.00	90-100	Sangat Baik Sekali
A-	3.67	85-89	Sangat Baik
B+	3.33	78-84	Baik
B	3.00	72-77	Agak Baik
B-	2.67	68-71	Cukup
C+	2.33	65-67	Agak Kurang Baik
C	2.00	60-64	Kurang Baik
D	1.00	50-59	Sangat Kurang Baik
E	0	0-49	Gagal

Mengetahui:
Ketua Prodi Pendidikan Kimia



D. Mujakir, M.Pd.Si.
NIDN : 2005037701

Banda Aceh, 22 Agustus 2022
Koordinator/Dosen Mata Kuliah

Nurmalahayati, M.Si., Ph.D.
NIDN : 2003067603



MENYIKAPI MERKURI DENGAN LEBIH BIJAK



Tahun 2021

PENYUSUN

MENYIKAPI MERKURI DENGAN LEBIH BIJAK

Penulis:

Prof. Dr. Ir. Marlina, M.Si
Nurmalahayati, M.Si, Ph.D
Dr. M. Ya'kub Aiyub Kadir
Muhammad Iqhrammullah, S.Si., M.Si
Dr. Saiful., M.Si
Imam Thanthawi, S.Si., M.T
Mutia farida, M.Si

Desain & Layout:

Wahyu Wahidin

ISBN : 978-623-6114-31-5

Di Cetak Oleh :
Bandar Publishing
Telp. 0811-6880-801
Syiah Kuala, Banda Aceh
bandar.publishing@gmail.com
2021

KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur kami ucapkan kehadiran Allah *subhana-hu wata'ala* yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Shalawat beriringkan salam penulis sanjung dan sajikan kepada Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wa sallam* yang telah membuka jendela ilmu pengetahuan hingga ke seluruh alam.

Dengan ini para penyusun telah merampungkan sebuah modul pembelajaran dengan judul **“Menyikapi Merkuri Dengan Lebih Bijak”** yang ditujukan sebagai bahan rujukan dan pembelajaran bagi masyarakat untuk memberdayakan masyarakat dalam memahami merkuri dan dampaknya terhadap kesehatan maupun lingkungan.

Semoga Allah senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta petunjuk bagi kita semua. Kami menyadari bahwa modul ini masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu parapenyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Banda Aceh, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	1
Penyusun	2
Kata Pengantar	3
Daftar isi	4
BAG 1. MERKURI	5
BAG 2. DAMPAK MERKURI TERHADAP KESEHATAN	8
BAG 3. DAMPAK MERKURI TERHADAP LINGKUNGAN.....	11
BAG 4. SUMBER MERKURI.....	13
BAG 5. USAHA PENGURANGAN KADAR MERKURI	18
BAG 6. CO-EXAMPLE: COMMUNITY ENRICHMENT PROGRAM TO COMBAT MERCURY POLLUTION	21
BAG 7. DASAR HUKUM PELANGGARAN MERKURI	34
Kesimpulan	36
Daftar Pustaka	37
Dokumentasi Kegiatan	38

BAGIAN I. MERKURI



Merkuri atau dikenal dengan nama raksa atau *hydrargyrum* (Hg) adalah unsur kimia dengan nomor atom 80 dan nomor massa 200,59 u.

Warna dari unsur logam golongan transisi ini adalah keperak-perakan, dengan sifat yang tidak berbau dan berbentuk cair pada suhu kamar. Bila dipanaskan, merkuri akan mengalami perubahan fasa menjadi gas. Berikut sifat fisik dan kimia dari logam merkuri.

Sifat Fisik

Simbol	: Hg
Nomor atom	: 80
Massa atom	: 200,59 u
Titik lebur	: -38,83°C
Titik didih	: 356,7°C
Tekanan uap	: 0,3 Pa
Kerapatan	: 13, 534 g/cm ³ pada 25°C
Konfigurasi elektron	: [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ²
Bersifat	: Mudah menguap dan akan memadat pada tekanan 7.640 atm.

Sifat Kimia

Merkuri tidak bereaksi dengan sebagian besar asam seperti asam sulfat encer. Meskipun demikian, merkuri dapat larut dalam asam sulfat pekat dan aqua regia. Seperti halnya perak, merkuri juga bereaksi dengan hidrogen sulfida yang ada di udara. Merkuri dapat bereaksi dengan sulfur padat; biasanya digunakan dalam peralatan untuk menyerap merkuri.

Merkuri sukar larut dalam air dan tidak larut dalam asam klorida. Namun, dapat larut secara sempurna dalam lemak, asam nitrat, pentana, dan asam sulfat panas.

Merkuri adalah logam cair yang sangat berbahaya. Bila bersentuhan dengan emas maka segera akan memutuskan ikatan kisi logam dan membentuk *alloy* yang dikenal dengan proses amalgama. Hal ini terjadi akibat terganggunya gerakan teratur elektron antar partikel atom pada emas akibat adanya vibrasi yang ditimbulkan oleh logam cair merkuri sehingga melepaskan ikatan logam antar atom emas. Merkuri dan pelarut lainnya (seperti sianida) dapat menghilangkan pengotor dan logam lainnya yang bersatu dengan emas dengan membentuk koagulan emas.

Ada tiga bentuk struktur merkuri yaitu:

1. Unsur Merkuri yaitu bentuk yang paling umum (Hg^0)

Merkuri dengan struktur ini memiliki fasa cair pada suhu ruang, berwarna keperakan (disebut juga raksa), dan didapatkan melalui pemrosesan bijih cinnabar. Bijih ini mudah pecah dan membentuk tetesan yang mudah menguap pada suhu kamar, membentuk menghasilkan uap tidak berwarna, tidak berbau dan mudah terhirup.

2. Merkuri Anorganik (Hg^+ dan Hg^{2+})

Merkuri anorganik biasanya berwarna putih, kecuali cinnabar yang berwarna merah. Senyawa merkuri anorganik dalam bentuk garam banyak digunakan di laboratorium. Merkuri (I) klorida merupakan padatan tak berwarna yang dikenal sebagai *calomel*, senyawa dengan rumus molekul Hg_2Cl_2 (Cl-Hg-Hg-Cl). Senyawa ini sering digunakan sebagai larutan standar dalam bidang elektrokimia. Contoh lain dari garam merkuri adalah reagen Nessler.

3. Merkuri Organik

Merkuri organik yaitu metil merkuri paling banyak ditemukan di lingkungan, terutama pada ikan. Merkuri ini merupakan hasil biometilasi oleh bakteri terhadap merkuri anorganik. Merkuri organik memiliki rumus HgR_2 yang mudah menguap, atau HgR_x yang berupa padatan (R adalah aril atau alkil dan X biasanya adalah halida atau asetat). Metil merkuri merupakan istilah umum untuk senyawa dengan rumus CH_3Hg_x .

BAGIAN 2

DAMPAK MERKURI TERHADAP KESEHATAN



Penambangan Emas Skala Kecil (PESK) umumnya menggunakan metode amalgamasi untuk mendapatkan emas murni. Proses ini dilakukan dengan cara mencampurkan merkuri (Hg) cair dengan bubuk halus bebatuan sehingga membentuk amalgam. Amalgam yang terbentuk kemudian dibakar sehingga senyawa Hg akan menguap ke udara dan Hg cair yang tidak bereaksi dengan mineral pengganggu, pada umumnya tidak ditampung pada kolam penampungan yang sesuai dengan aturan pembuangan limbah berbahaya dan beracun. limbah merkuri yang tidak diolah secara baik ini kemudian akan dialirkan ke sungai atau air tanah menuju sumur.

Uap Hg akan stabil di udara dan akan bertahan di atmosfer selama 1 tahun dan dapat terbawa angin sejauh ribuan meter, sehingga tanpa disadari, uap Hg akan terhirup oleh para penambang dan juga tersebar ke daerah sekitar lokasi penambangan.

Kontaminasi melalui udara ini merupakan proses kontaminasi yang paling berbahaya, yang mana dampak yang sangat signifikan dapat menyebabkan iritasi pada mata dan paru-paru. Sedangkan Hg cair dapat bereaksi dengan bakteri tertentu membentuk metil merkuri (MeHg) yang sangat beracun, senyawa inilah pencetus utama pencemaran merkuri di dunia.



sumber gambar: www.cbsnews.com

Contoh kasus

Kasus Minamata

- Penyakit terdeteksi pada Mei 1956; hasil laut Teluk Minamata menunjukkan tingkat kontaminasi yang (5,61 – 35,7 mg/L)
- Sekitar 17 ribu warga melapor ke pemerintah terkait gejala penyakit Minamata dengan jumlah total penderita tidak diketahui secara pasti. Para penderita penyakit Minamata dilaporkan mengalami gejala susah berbicara, lumpuh, hilangnya keseimbangan tubuh, tremor, kejang, keterbelakangan mental hingga kematian. Selain itu gejala Minamata juga ditunjukkan oleh hewan sekitar, seperti kucing dan burung-burung.
- Pencemaran merkuri di Minamata berasal dari industri Chisso Corp, yaitu pabrik yang memproduksi pupuk kimia, asam asetat, vinil klorida dan zat pemlastis. Merkuri digunakan untuk memproduksi asam asetat, yang mana merkuri digunakan sebagai katalis. Limbah Hg dan logam berat lainnya yang dihasilkan dibuang tanpa pengolahan yang layak ke Teluk Minamata dalam jumlah yang sangat besar.
- Tahun 1968, Chisso menghentikan produksi asam asetat.
- Tercatat, kasus pencemaran merkuri di teluk Minamata membunuh 43 orang.

Kasus keracunan merkuri di Irak

- Terjadi pada tahun 1961
- Tercatat 35 orang meninggal dan 321 orang menderita cacat
- Keracunan merkuri terjadi karena adanya kontaminasi pada gandum yang disemprotkan pembasmi serangga atau jamur yang mengandung merkuri.

Kasus di Indonesia

Keracunan merkuri di Indonesia dilaporkan terjadi di daerah Paboya, kota Palu, Sulawesi Tengah. Menurut penelitian Dinas Kesehatan Kota Palu tahun 2014, pencemaran merkuri di daerah tersebut sangat mengkhawatirkan, dimana sampel yang diteliti menunjukkan bahwa 7 dari 10 sumur Baku Mutu Air Bersih memiliki kadar merkuri di atas $0,005 \mu\text{g/L}$. Kadar merkuri tersebut melebihi standar normal yang telah ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK). Menurut Permenkes No 416/Menkes/Per/IX/1990, kadar merkuri dalam air bersih harus di bawah $0,001 \mu\text{g/L}$.

Selain itu, kasus pencemaran merkuri telah terindikasi di daerah



sumber gambar: www.mongabay.co.id

Krueng Sabee, Aceh Jaya. Kadar merkuri yang diberitakan mencapai $0,15094 \text{ (mg/kg berat kering)}$ namun hal ini masih dibawah toleransi standar yang telah ditetapkan oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) No 03725/B/SKNII/89 yaitu $0,5 \text{ mg/kg}$.

Klaim pencemaran merkuri ini dikaitkan dengan adanya kematian massal ikan di sungai Teunom dan pengakuan masyarakat yang mengatakan bahwa mereka merasakan pusing setelah mengonsumsi ikan dari sungai yang tercemar tersebut.



BAGIAN 3

DAMPAK MERKURI TERHADAP LINGKUNGAN

Merkuri sudah digunakan dalam pertambangan emas dan perak sejak berabad silam. Logam mulia biasanya ditemukan di alam di antara pasir dan lumpur dan bercampur dengan unsur non logam lainnya seperti belerang.

Emas larut dalam merkuri, tetapi kotoran lain tidak. Campuran merkuri dan emas kemudian dipanaskan sampai merkuri mendidih. Hal ini bertujuan untuk memisahkan emas dari merkuri. Selama proses pemisahan tersebut sebagian merkuri menguap ke udara yang dapat menyebabkan kontaminasi udara, dan sebagian lagi dibuang ke saluran air bersama limbah tambang lainnya.

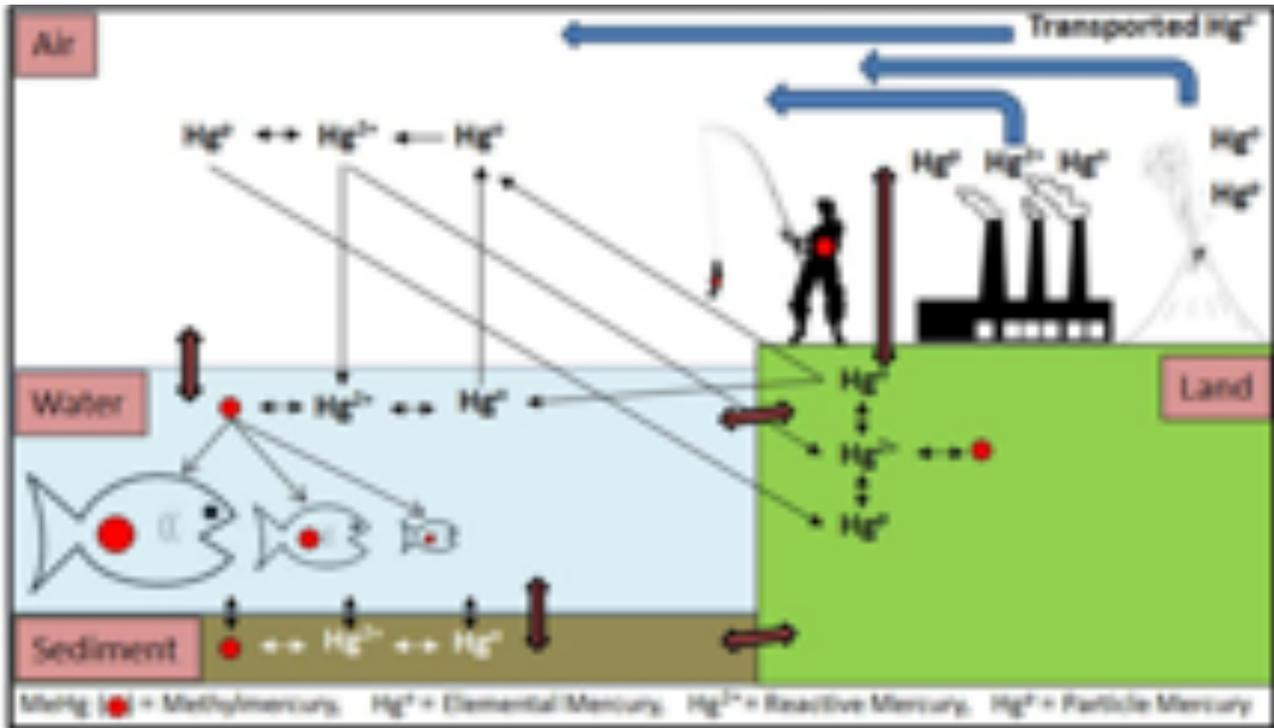
Secara umum merkuri masuk ke lingkungan melalui 3 cara ini yaitu:

1. Merkuri diemisikan ke udara secara **alami dari gunung berapi**, pelapukan batuan dan tanah.
2. Merkuri diemisikan ke udara dari **pembakaran bahan bakar fosil** limbah domestik dan medis.
3. **Penguapan air laut**

Merkuri di atmosfer kembali ke darat atau saluran air dalam bentuk endapan kering, dan endapan basah bila terbawa hujan dan salju. Kemudian merkuri masuk ke badan air bersamaan dengan buangan industri dan limbah domestik. Melalui proses bakteri merkuri anorganik diubah menjadi organik yang berbentuk metil merkuri. Metil merkuri menjadi bioakumulasi rantai makanan dari organisme air ikan kecil, ikan besar, satwa liar dan manusia.

Siklus merkuri di udara

Setelah lepas ke udara merkuri dapat terbang jauh sebelum diendapkan pada permukaan bumi. Merkuri bertahan di lingkungan dalam waktu yang lama (merkuri anorganik bertahan di udara hingga 2 tahun) terutama merkuri organik (MeHg) dapat bertahan di tanah sampai beberapa dekade.



Merkuri tidak pernah keluar dari lingkungan tetapi hanya berpindah tempat dan akhirnya terkubur di bawah tanah dan sedimen, hal inilah yang menyebabkan pencemaran oleh merkuri dapat menyebabkan keracunan. Merkuri di lingkungan juga berdampak terhadap satwa liar, seperti burung pemakan ikan (elang) dan mamalia (berang-berang)

yang menunjukkan perubahan perilaku dan reproduksi. Merkuri yang terakumulasi dalam tubuh hewan akan merusak sistem enzimatik, yang mengakibatkan penurunan kemampuan adaptasi hewan tersebut terhadap pencemaran.

BAGIAN 4

SUMBER MERKURI

Sumber risiko paparan merkuri yang ada di lingkungan dapat berasal dari pencemaran yang terjadi pada air, tanah, udara bahkan dalam makanan yang dikonsumsi seperti pada beras, ikan, sayuran atau buah-buahan.

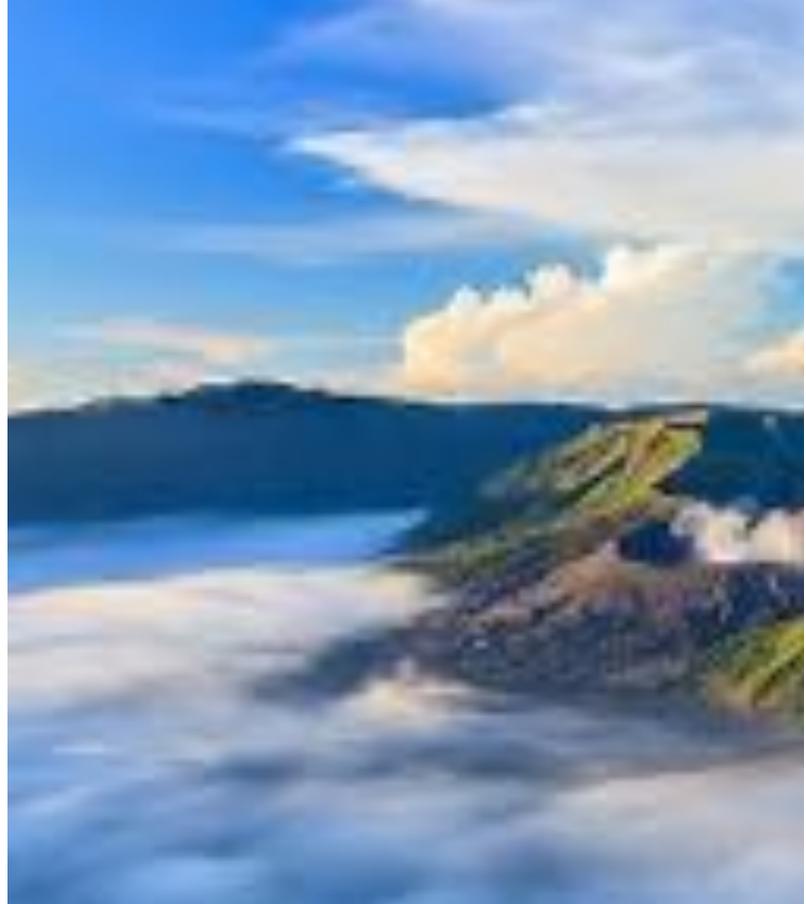
Asal-usul pencemaran merkuri dapat berasal dari alam, baik dari sumber primer dan sumber sekunder. Sumber primer adalah merkuri yang dihasilkan dari aktivitas gunung berapi vulkanik, geothermal, kebakaran hutan, samudra dan tanah yang kaya akan merkuri.

Vulkanik

Merkuri dilepas ke biosfer dari aktivitas gunung berapi. Merkuri ada di kerak bumi pada konsentrasi 0,05 ppm, biasanya membentuk merkuri sulfida (HgS) karena prevalensi sulfida dalam gas vulkanik.

Kebakaran Hutan

Biomassa, terutama pohon dan semak belukar menumpuk dan



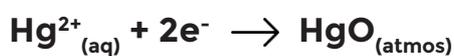
menyimpan sebagian besar merkuri dari biosfer. Saat kebakaran hutan, suhunya dapat melampaui titik didid merkuri (357°C), menyebabkan terlepasnya merkuri ke atmosfer sebagai Hg^{2+} atau HgO , dan dapat teroksidasi di udara kembali menjadi Hg^{2+} dan cukup larut dalam air. Kebakaran hutan dan hujan bertanggung jawab atas pengangkutan dan pengendapan merkuri di sebagian permukaan bumi.

Terusan Samudra

Merkuri juga merupakan komponen air laut dan dilepaskan secara alami



melalui penguapan unsur merkuri dari permukaan laut. Merkuri dalam bentuk unsur dan ionik larut dalam air, dan senyawa merkuri lainnya dalam kadar yang lebih kecil. Unsur merkuri yang kurang larut akan menguap. Reaksi kesetimbang antara ionik dan unsur adalah sebagai berikut:



Merkuri ionik dapat terbentuk dari oksidasi unsur merkuri atau dari demetilasi monometil merkuri. Sedangkan sumber sekunder adalah re-emisi merkuri yang telah tersimpan di tanah atau air, maupun

tanaman akibat perubahan penggunaan lahan yang disebabkan oleh aktivitas manusia (antropogenik). Beberapa contoh pelepasan merkuri akibat aktivitas antropogenik adalah sebagai berikut:

Pertambangan

Kontaminasi merkuri terbesar selalu dikaitkan dengan pertambangan. Hampir semua merkuri yang digunakan hilang dalam aliran air. Studi terhadap bahan hayati menunjukkan bahwa sungai dan waduk berfungsi sebagai interseptor baik untuk merkuri anorganik berupa sedimen maupun metil merkuri.



Peningkatan kadar merkuri terjadi pada ujung hulu sungai.

Pembangkit Listrik Tenaga Batubara

Batu bara mengandung merkuri sebagai hasil pengujian terhadap gas buang yang dikeluarkan dari pembangkit listrik. Jumlah merkuri yang dikeluarkan oleh pembakaran batu bara di dunia diperkirakan sekitar 3.000 ton, setara dengan jumlah total yang dihasilkan dari semua proses industri.

Selama pembakaran batu bara, awalnya merkuri berbentuk unsur kemudian saat gas buang mendingin dan keluar dari pabrik sebagian besar

merkuri teroksidasi karena adanya logam lain di udara. Merkuri yang teroksidasi tersebut (Hg^{2+}) dapat larut dalam air..

Pembakaran Minyak dan Bensin

Minyak bumi mentah mengandung merkuri dalam jumlah kecil tapi masih dapat diukur. Rata-rata jumlah merkuri dalam minyak bumi adalah 0,41 ppm. Konsumsi minyak mentah Amerika sekitar 16 sampai dengan 18 barel setiap hari. Dengan demikian dapat dipastikan pembakaran minyak dan bensin merupakan sumber

utama pencemaran merkuri di udara.

Peleburan

Peleburan bijih untuk menghasilkan logam murni dapat melepaskan merkuri ke atmosfer. Sebagian besar bijih logam mempunyai konsentrasi merkuri yang lebih tinggi daripada batu bara, namun dengan volum yang dilebur lebih sedikit daripada pembakaran batubara.

Merkuri digunakan pada lebih 2.000 industri dan produk, diantaranya: barometer, termometer, lampu floresen, cermin, katalis, ekstraksi emas serta perak, amalgam gigi, pemutih klorin, pelembut kain dan lain-lain.

“Amerika Serikat setiap tahunnya menggunakan sekitar 3.500 ton merkuri untuk bahan baku industrinya, yaitu sebesar 50% untuk industri kelistrikan, 25% untuk pabrik klor alkali untuk menghasilkan klorin dan soda api, 12% untuk pembuatan cat dan 3% untuk amalgam gigi.”



Beberapa bentuk merkuri antropogenik adalah:

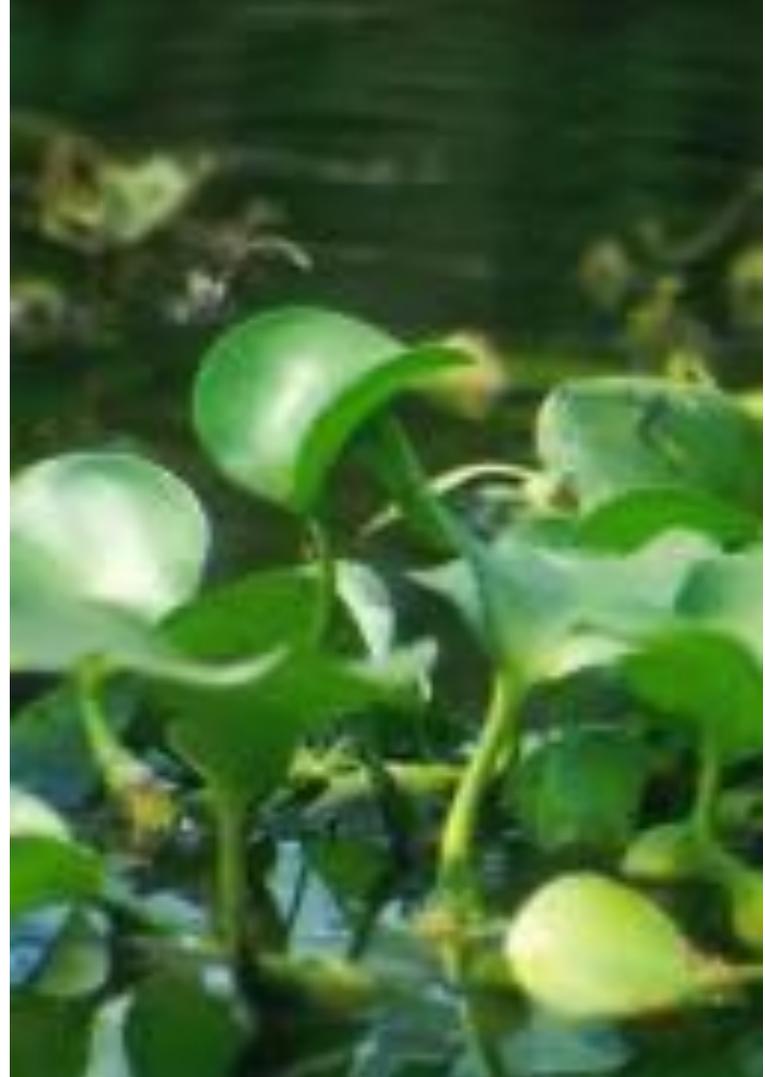
- Pada tahap awal pengendapan merkuri berbentuk Hg^{2+} , kemudian berubah menjadi HgS yang bersifat kurang larut.
- HgO (air raksa) merupakan jenis merkuri yang biasa digunakan dalam pertambangan emas.
- HgCH_3 (metil merkuri) terbentuk dalam sedimen anaerobik dan air.

Perubahan merkuri dari satu bentuk ke bentuk yang lain terus berlangsung membentuk suatu siklus sebagai hasil dari reaksi kimia dan biologi yang aerobik dan anoksik dalam lingkungan mikro.

Faktor yang mempengaruhi polusi merkuri adalah pH, suhu, tingkat redoks, laju pembentukan sedimen, salinitas, toksisitas, laju pengendapan merkuri (HgO dan Hg^{2+}) dan laju penghilangan merkuri HgCH_3 dengan bioakumulasi.

pH

pH air permukaan sangat mempengaruhi jumlah merkuri dalam sediaan hayati. Merkuri dalam jaringan ikan terutama sebagai metil merkuri, perubahan biogeokimia senyawa tersebut akan menyebabkan peningkatan bioakumulasi. Diketahui bahwa merkuri anorganik mengikat bahan organik lebih kuat karena penurunan pH, sehingga menurunkan kelarutan merkuri. Tetapi pada pH yang lebih rendah akan meningkatkan kelarutan HgS . Alkalinitas dan nilai pH mempengaruhi biogeokimia merkuri, yang meliputi pengikatan berbagai spesies, laju pembentukan dan penyerapan metil merkuri. Proses produksi, transportasi dan akumulasi metil merkuri berlangsung baik pada kondisi pH rendah (<7).



Salinitas

Semakin besar salinitas maka kelarutan merkuri semakin kecil. Peningkatan salinitas juga akan menurunkan laju metilasi merkuri dan konsentrasi metil merkuri dalam keseimbangan.

Konsentrasi Sulfat

Metilasi merkuri berlanjut melalui proses metabolik bakteri pereduksi sulfur (BPS) di lingkungan anoksid. Konsentrasi sulfur air tawar lebih rendah daripada air laut.

BAGIAN 5

TINDAKAN PENGURANGAN

KADAR MERKURI

Tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar pencemaran merkuri baik di udara, tanah, sedimen maupun badan air ada 2 jenis, yaitu:

A. Pengendalian jumlah merkuri yang dihasilkan

1. Pengurangan penggunaan bahan baku dan produk yang menghasilkan merkuri

Tindakan ini merupakan pencegahan yang paling sering dilakukan pada produk dan proses yang mengandung merkuri, serta untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan mentah dan bahan bakar untuk pembangkit listrik. Hal ini meliputi: pemilihan bahan baku alternatif seperti gas alam untuk pembangkit listrik, atau menggunakan batu bara yang kaya akan klorin karena lebih mudah dikendalikan. Pada kasus ini, kandungan merkuri dalam batu bara tergantung pada daerah asalnya.

2. Menggantikan dengan bebas merkuri

Substitusi bahan merupakan tindakan pencegahan untuk mengurangi emisi merkuri dan pada umumnya hemat biaya.

3. Teknologi buangan akhir

Mengontrol emisi merkuri pada ujung pipa buangan akhir, seperti penyaringan gas buang, sangat sesuai untuk bahan mentah terkontaminasi merkuri, termasuk pembangkit listrik berbahan fosil, produksi semen (berasal dari batu kapur yang mengandung semen), ekstraksi dan pengolahan logam seperti besi, baja dsb. Gas buang yang dikontrol diantaranya adalah SO_2 , NO_2 , *Particulate Matters* (PMs), dan merkuri. Pada boiler berbahan bakar batu bara, pengurangan merkuri berkisar 0 hingga 96%. Semakin rendah kualitas batu bara, semakin rendah kadar pengurangan merkuri.

4. Pengolahan limbah

Limbah merkuri berpotensi menjadi sumber emisi di masa depan dan harus dibuang atau digunakan kembali dengan cara ramah lingkungan. Limbah merkuri, termasuk residu yang diperoleh dari gas buang, berpotensi berpengaruh terhadap populasi yang jauh dari sumber awal. Pengelolaan limbah merkuri terdiri dari usaha membuat merkuri menjadi tidak aktif, mengolah limbah sebelum dibuang ke TPA, dan penyediaan TPA yang terkontrol. Penyimpanan akhir dan pengolahan limbah dapat dilakukan di bawah tanah.

B. Pencegahan lanjutan

Pengelolaan limbah merkuri menjadi kompleks karena merkuri berasal dari berbagai sumber yang sangat beragam termasuk gas buang industri, lumpur, abu, residu mineral, tabung lampu flouresen, batu baterai dan sebagainya. Adanya permintaan merkuri maka sebagian produk buangan yang mengandung merkuri didaur ulang, sehingga menurunkan produksi merkuri. Limbah merkuri dengan konsentrasi yang tinggi harus dibuang dan diolah pada tempat yang dirancang khusus sehingga mudah dikendalikan, yaitu untuk menghindari pelepasan merkuri ke lingkungan.



Biaya pembuangan limbah merkuri sangat tinggi sehingga produsen mencari teknologi alternatif untuk pengelolaan limbah merkuri.

Kombinasi tindakan pencegahan dan pengendalian emisi merkuri harus dipikirkan secara efektif untuk mencapai pengurangan pelepasan merkuri ke lingkungan secara optimal. Tindakan pencegahan dan pengendalian pada sumber merkuri antropogenik dan lingkungan diantaranya adalah:

- **Emisi merkuri dari insinerator limbah kota dan medis, dipisahkan sebagian limbah sebelum dibakar**
- **Menambahkan penyerap karbon pada ruang kontrol gas buang**
- **Mengumpulkan limbah merkuri rumah tangga untuk didaur ulang menghasilkan produk lain.**
- **Teknik fitoremediasi (membersihkan limbah dengan tanaman) dengan menggunakan tumbuhan tertentu misalnya kangkung air, enceng gondok dan teratai.**
- **Pengolahan limbah dengan menggunakan arang tempurung kelapa dan zeolit alam.**

Proses pemisahan terkadang sulit atau mahal untuk diterapkan secara umum, hal ini mendorong para produsen untuk memilih metode yang menggunakan merkuri. Namun perlu diingat, bijaklah menggunakan merkuri karena sekecil apapun kadar merkuri yang digunakan dapat mengancam kesehatan dan lingkungan kita.



BAGIAN 6

CO-EXAMPLE: COMMUNITY ENRICHMENT PROGRAM TO COMBAT MERCURY POLLUTION

A. Membangun Kesadaran

Masyarakat

Masyarakat merupakan modal utama dalam mewujudkan lingkungan yang sehat dan bebas polusi. Bahan berbahaya seperti merkuri dapat memberikan dampak kesehatan yang dapat diturunkan hingga ke generasi-generasi selanjutnya. Partisipasi kita semua sangat diharapkan untuk memecahkan permasalahan pencemaran merkuri. Untuk itu, kita perlu terlebih dahulu membangun kesadaran akan sifat-sifat merkuri.

Merkuri harus dinilai sebagai bahan yang berbahaya. Oleh karenanya, penggunaan merkuri perlu dikontrol. Selama bekerja dengan merkuri kita pun harus memiliki alat pelindung diri yang memadai. Perlu juga dipikirkan bagaimana pembuangan limbah merkuri agar tidak mencemari lingkungan sekitar. Sebaiknya, kita perlu berhati-hati agar tidak terpapar merkuri baik yang berasal dari air maupun bahan pangan, serta dari udara.

B. Keterlibatan Masyarakat

Menangkal Merkuri

Selain pemahaman akan bahaya merkuri, perlu juga diketahui tingkat keparahan dan pola distribusi dari pencemaran merkuri yang telah terjadi. Sumber-sumber paparan merkuri dapat berasal dari sumber makanan (tumbuhan dan hewan), air minum dan udara. Masyarakat dapat berpartisipasi aktif dalam mengetahui kandungan merkuri yang ada di lingkungan tempat kita tinggal.

Untuk itu, masyarakat dapat melakukan pengujian kadar merkuri dengan lembaga-lembaga penelitian yang menyediakan jasa tersebut, salah satunya adalah Jurusan Kimia, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala. Selain mengandalkan pihak luar, masyarakat juga dapat memantau tanda-tanda pencemaran merkuri sebagai indikasi awal.

Dengan mengetahui tingkat keparahan dan pola distribusi pencemaran merkuri,



maka masyarakat dapat merespon dengan membuat peraturan-peraturan yang sesuai. Diskusi dan musyawarah sangat dianjurkan agar dapat ditemukan jalan tengah yang terbaik. Perlu diingat bahwa masalah pencemaran merkuri merupakan kepentingan masyarakat sendiri dan masa depan anak-anak kita.



Selanjutnya, masyarakat juga diharapkan untuk membangun kerja sama dan melibatkan pihak pemerintah dalam menyelesaikan persoalan pencemaran merkuri.

Pemerintah sebagai pihak yang memiliki sumber daya, seharusnya mampu mengkomodir langkah-langkah strategis yang dapat menguntungkan masyarakat.

Secara mandiri, masyarakat bisa mengurangi dampak pencemaran dengan menghindari sumber-sumber pencemaran.

Misalnya dengan mengurangi atau tidak lagi mengonsumsi ikan-ikan karnivora

berukuran besar, udang, dan kerang yang hidup di perairan yang tercemar merkuri. Selain itu, masyarakat yang melakukan aktivitas pengolahan emas diharapkan dapat menumbuhkan rasa tanggungjawab untuk mengolah limbah secara baik dan benar. Jika perlu, para penambang emas dapat mencari alternatif lain pengganti merkuri.

C. Co-Example: Community Enrichment Program To Combat Mercury Pollution

Motivasi dilakukannya kegiatan co-example dikarenakan adanya peristiwa-peristiwa pencemaran oleh merkuri, pencemaran merkuri telah dilaporkan beberapa kali menyebabkan kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia. Di Kecamatan Krueng Sabee, Kabupaten Aceh Jaya, penambangan emas tradisional telah diakui sebagai sumber pencemaran merkuri. Hal ini disebabkan fakta bahwa merkuri digunakan sebagai pilihan yang murah untuk memisahkan emas dari bijihnya (Gambar 1). Namun, pengelolaan air limbah yang tidak tepat dan tidak standar (Gambar 2) menyebabkan pelepasan zat berbahaya ke lingkungan dan mencemari sumber air.



Gambar 1. Mesin penggilingan bijih emas dengan penggunaan merkuri dalam prosesnya

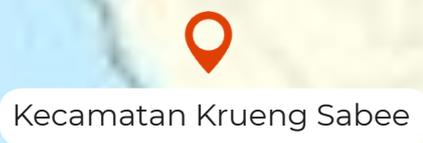


Gambar 2. Bak pembuangan air limbah di gelondongan

Kegiatan ini dirancang khusus untuk mengatasi pencemaran merkuri yang disebabkan oleh penggunaan merkuri secara masif dalam kegiatan ekstraksi emas di Kecamatan Krueng Sabee, Kabupaten Aceh Jaya, Aceh, Indonesia melalui peningkatan kesadaran masyarakat lokal yang telah lama menggunakan merkuri dalam proses ekstraksi emas. Penambangan dan pengolahan emas telah menjadi mata pencaharian penduduk setempat tanpa mengetahui dampak buruk kesehatan akibat paparan merkuri, penggunaan merkuri oleh penduduk setempat telah menyebabkan pencemaran lingkungan sekitar, mencemari sumber air dan makanan. Kegiatan co-example ini dilakukan dalam tiga tahap yang diawali dengan sosialisasi (membangun pemahaman masyarakat yang menyeluruh tentang toksisitas merkuri), kajian demografi dan pengumpulan data (sampel yang diduga tercemar merkuri),

tahap kedua meliputi diskusi dan desiminasi temuan tahap I dan pengembangan materi edukasi tentang penanggulangan pencemaran merkuri, dan tahap terakhir mendesak pemerintah untuk memberlakukan aturan penggunaan merkuri dan pengelolaan air limbah.

Uji coba ini melibatkan seluruh pemangku kepentingan, mulai dari pemerintah daerah, Dinas Kesehatan, Dinas Lingkungan Hidup, Bappeda Aceh Jaya, Tenaga ahli dari USK, tokoh desa hingga masyarakat. Jangka waktu pelaksanaan proyek ini antara 01 November 2019 – 31 Oktober 2020. Ruang lingkup pelaksanaan dilakukan di dua desa yaitu Desa Paya Seumantok dan Desa Datar Luas, kecamatan Krueng Sabee, Aceh Jaya, Aceh.



1. Demografi

Kajian demografi dilakukan untuk memahami sosial budaya dan ekonomi masyarakat. Sebanyak 37 peserta, 22 dari Paya Semantok dan 15 dari Datar Luas, dipilih secara acak dari kedua desa untuk mengisi kuesioner. Kuesioner dirancang untuk menyelidiki aspek-aspek: A). Tingkat pendidikan, B). Sosial ekonomi, C). Sosial budaya, dan D). Kesehatan masyarakat.

Semua data yang diperoleh dianalisis secara statistik oleh tim dari UNSYIAH menggunakan EXCEL. Berdasarkan data sekunder didapatkan bahwa Desa Paya Seumantok dihuni oleh 519 laki-laki dan 518 perempuan, dengan jumlah penduduk 1.037 jiwa dan 329 KK. Sedangkan Desa Datar Luas dihuni oleh 743 laki-laki dan 699 perempuan, dengan jumlah penduduk 1.442 jiwa dan 456 KK.

Sebagian besar masyarakat desa memiliki mata pencaharian utama di sektor pertanian dan pekerjaan tambahan sebagai penambang atau bekerja di gelondongan. Hal ini didukung oleh data yang dikumpulkan dari kuesioner yang diisi oleh masyarakat. Pengamatan langsung yang dilakukan saat kunjungan lapangan dan pengambilan sampel menunjukkan bahwa praktek penambangan emas merupakan hal yang biasa dilakukan di depan rumah hunian masyarakat. Kami menduga masyarakat tidak ingin pekerjaan mereka sebagai penambang emas dicatat dalam dokumen tertulis, meski mereka cukup terbuka saat diskusi. Selain itu, survei menemukan bahwa 30 dari 37 responden dari kedua desa tersebut adalah lulusan SMP / SMA dan tidak melanjutkan studi, banyak di antaranya menjadi petani.



Gambar 3. Kegiatan Demografi di desa Datar Luas dan Paya Seumantok

Masyarakat memiliki hubungan yang baik satu sama lain dan mereka tetap menjaga semua tradisi yang ada di desa, seperti *khanduri blang* (pesta berkumpul dan berdoa di sawah) dan *khanduri batee meuh* (pesta berkumpul dan berdoa untuk batu emas). Untuk *khanduri batee meuh*, ritual ini dilakukan sejak 2009 dan diadakan setiap tahun di tempat penggalian emas (Gunong Ujeun). Karena kami tertarik untuk memahami lebih jauh tentang dampak kegiatan ekstraksi emas menggunakan merkuri, kami mengajukan beberapa pertanyaan tentang konsumsi sehari-hari dan masalah kesehatan di masyarakat. Studi tersebut menemukan bahwa sumber utama untuk konsumsi air adalah PDAM dan sumur bor bersama. Sumur bersama terletak di sekolah dan fasilitas umum. Hanya satu yang menggunakan air sungai. Makanannya sebagian besar dari produksi rumahan. Serta bahan pangan yang umumnya didapatkan dari pasar terdekat.

2. Sampling

Kegiatan sampling dilakukan untuk mendapatkan sampel yang diduga mengandung merkuri. Pengambilan sampel air, tanah, makanan laut, dan tumbuhan dilakukan bersama masyarakat untuk meningkatkan pemahaman masyarakat terkait tingkat dan distribusi pencemaran merkuri dengan menggunakan teknik *purposive* sampling. Sampel harus memiliki setidaknya salah satu kriteria:

- Dapat diakses oleh publik.
- Untuk tanaman sampel harus dikonsumsi secara umum oleh masyarakat sekitar.
- Relatif dekat dengan sumber pencemaran merkuri (ekstraksi emas).

Semua titik pengambilan sampel ditandai dengan GPS. Berikut adalah lokasi pengambilan sampel:



2.1. Polusi Merkuri

Analisis sampel dilakukan menggunakan alat yang disebut *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS). Data yang diperoleh ditampilkan dalam tabel sebagai berikut :

Kadar Merkuri pada sampel air

No.	Nama Sample	Koordinat	Konsentrasi* (mg/L)
1.	Air sumur 1	04°37'05.5"N 95°39'23.5"E	0,005
2.	Air sumur 2	04°37'11.1"N 95°39'18.2"E	0,005
3.	PDAM	-	< 0,0004
4.	Air selokan	04°36'48.55"N 095°39'02.71"E	0.007
5.	Air Sungai (atas)	04°37' 25.3"N 95°39'20.2"E	0,041
6.	Air limbah gelondongan	04°37'20.8"N 95°39'23.3"E	6,4
7.	le rot	04°37'55.4" 95°40'03.2"	0,038
8.	Air sungai (tengah)	04°36'55.71"N 095°38'59.31"E	0,053
9.	Air sumur dekat gelondongan	04°36'43.60" 095°39'06.60"	0,026
10.	Air sumur di kebun	N 04°36'26.10" E 095°39'23.51"	0,014
11.	Air sumur pesantren	04°36'46.10"N 095°38'58.65"E	0,012
12.	Sumur bor pesantren	04°36'46.10"N 095°38'58.65"E	0,013
13.	Air RO pesantren	04°36'46.10"N 095°38'58.65"E	< 0,0004
14.	Air muara	04°35'27.78"N 095°38'28.92"E	0,081

Konsentrasi ambang batas pada air minum 0,001 mg/L

Kadar Merkuri pada sampel tanah

No.	Nama Tanah	Koordinat	Konsentrasi* (mg/kg)
1.	Rumah 1	04°37'05.5"N 95°39'23.5"E	0,012
2.	Rumah 2	04°37'11.1"N 95°39'18.2"E	0,011
3.	Sungai Krueng Sabee (atas)	04°37' 25.3"N 95°39'20.2"E	4,18
4.	Selokan	04°37'17.6"N 95°39'20.5"E	2,36
5.	Gelondongan 1	04°37'20.8"N 95°39'23.3"E	4,3
6.	Sawah	04°37'20.8"N 95°39'23.3"E	2,01

Konsentrasi ambang batas pada tanah pertanian 0,5 mg/kg

Kadar Merkuri pada sampel tumbuhan

No.	Nama Tumbuhan	Koordinat	Konsentrasi* (mg/kg)
1.	Padi	04°37'17.6"N 95°39'20.5"E	0,48
2.	Daun paku	04°37' 25.3"N 95°39'20.2"E	0,67
		04°36'55.71"N 095°38'59.31"E	1,407
3.	Kangkung air	04°37' 25.3"N 95°39'20.2"E	0,85
4.	Daun kopi	04°36'55.71"N 095°38'59.31"E	0,043
5.	Daun jambu	04°36'55.71"N 095°38'59.31"E	0,039
6.	Daun kari	04°36'43.60"N 095°39'06.60"E	1.925
7.	Daun rambutan	04°36'47"N 095°39'00"E	0.039
		04°36'43.23"N 095°39'29.79"E	1.211

Konsentrasi ambang batas pada bahan makanan produk pertanian 0,05 mg/kg

Masyarakat di Kabupaten Aceh Jaya, khususnya di Kecamatan Krueng Sabee selama ini tidak menyadari adanya pencemaran merkuri pada sumber makanan dan air mereka. Padahal, sebelum program ini dilaksanakan, masyarakat setempat sudah paham bahwa Sungai Krueng Sabee (sungai utama yang mengalir melalui pemukiman masyarakat) tercemar merkuri yang dilepaskan dari kegiatan penambangan masyarakat. Namun demikian, sebaran pencemaran merkuri lebih buruk dari prediksi masyarakat setempat. Kesadaran ini diharapkan dapat mendorong para pemangku kepentingan dan pemerintah untuk berkomitmen penuh dalam penyelesaian masalah ini.



3. Desiminasi dan *Focus Group Discussion* (FGD)

Data-data yang telah dikumpulkan merupakan milik masyarakat, sehingga wajib didiseminasikan kembali ke masyarakat. Tujuannya, agar masyarakat mendapatkan kesadaran dan pemahaman lebih jauh terkait pencemaran merkuri yang telah terjadi untuk dapat ditindaklanjuti secara bijak. Data pencemaran merkuri sangat bermanfaat dalam membangkitkan kesadaran masyarakat.

Selama diseminasi, masyarakat berbagi pandangan mereka tentang temuan kami yakni pencemaran merkuri. Masyarakat juga aktif mengikuti FGD dengan pemerintah (Dinas Kesehatan, Dinas Lingkungan Hidup, Bappeda Provinsi), tokoh agama (Ikatan Ulama), dan Pakar dari USK. Melalui kegiatan tersebut, masyarakat mengetahui fakta bahwa pencemaran merkuri telah terjadi di desa mereka, dan hal tersebut merupakan masalah yang serius bagi mereka. Mereka menyadari bahwa pencemaran merkuri dalam sumber makanan dan air mereka bukanlah klaim belaka. Program yang kami laksanakan ini telah meningkatkan kesadaran masyarakat, di mana mereka merasa perlu lebih selektif dalam mengonsumsi makanan atau menggunakan air. Mereka lebih bersemangat mencari alternatif penggunaan merkuri dalam pengolahan bijih emas dan membangun instalasi yang tepat untuk pengolahan air limbah.



Gambar 4 : Desiminasi dan FGD

Usaha pengurangan kadar merkuri bisa dilakukan oleh pemerintah daerah dan masyarakat dengan menggunakan bahan bebas merkuri. Pengolahan limbah merkuri harus berstandar dengan menggunakan bak penampungan limbah yang dapat mencegah pelepasan merkuri ke lingkungan. Melakukan fitoremediasi yaitu dengan memanfaatkan tanaman-tanaman penyerap merkuri, seperti kangkung, paku, enceng gondok, dan sebagainya.

BAGIAN 7

DASAR HUKUM PELARANGAN MERKURI

Apa yang menjadi dasar hukum pelarangan merkuri?

1. Konvensi Minamata mengenai Merkuri Tahun 2013.
2. Undang-undang No.11 Tahun 2017 tentang Pengesahan Konvensi Minamata tentang Merkuri.
3. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
4. Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan.
5. Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun.
6. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
7. Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan
8. Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
9. Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2015 tentang Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
10. Peraturan Presiden Nomor 21 Tahun 2019 tentang Pengurangan dan Penghapusan Merkuri.
11. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.81/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2019 tentang Pelaksanaan Peraturan Presiden Nomor 21 Tahun 2019 Tentang Rencana Aksi Nasional Pengurangan Dan Penghapusan Merkuri.



- 12.** Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 445/Menkes/Per/V/1998 tentang Pelarangan Penggunaan Merkuri dalam Sediaan Kosmetika.
- 13.** Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 75/M-DAG/PER/10/2014 tentang Perubahan kedua atas Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 44/M-DAG/PER/9/2009 tentang Pengadaan, Distribusi, dan Pengawasan Bahan Berbahaya dengan tegas melarang penggunaan merkuri di Pertambangan Emas.





Kesimpulan

1. Merkuri merupakan logam yang berbentuk cair, mempunyai titik beku yang rendah, mudah menguap dan bercampur dengan logam lain.
2. Merkuri banyak dimanfaatkan dalam kebutuhan manusia seperti pertambangan, kecantikan, pertanian, dan kesehatan.
3. Merkuri mempunyai dampak negatif yaitu dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup karena sifatnya yang mudah larut sehingga dapat membahayakan saraf, otak, ginjal dan kulit.
4. Penggunaan merkuri dalam pengolahan emas harus dilengkapi dengan alat pelindung diri yang memadai agar tidak membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Daftar Pustaka

- Alloway, B.J and D.C Ayres. 1995. Chemical Principle of Environmental Pollution, 2nd Edition, Blackie Academic and Professional, Chapman & Hall, London
- Connel, D.W., G.J. Miller. 1984. Chemistry adn Ecotoxicologym of Pollution. John Wiley Sons, New York, PP. 14
- Ginting, A.R. 1999. Perkimiaan pada Ekstraksi Emas dan Detoksifikasi Limbah. Proc. Penempatan Tailing di Dasar Laut. Kantor Wilayah Dep. Pertambangan & Industri Prop. Sulawesi Utara Bekerjasama dengan Fakultas Perikanan & Ilmu Kelautan. UNSTRAT.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemarannya; Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. UI Press, Jakarta.
- Irukurama K. 1967. The Pollution of Minamata Bay and Minamata Diseases. Advance In Wat. Pol. Proc. 3rd Inc. Conf., Munich, Germany, Sept.1967; 3: 153-156.
- Notodarmojo dan Suprihanto. 2004. Pencemaran Tanah dan Air Tanah. Penerbit ITB, Bandung.
- Ruslan dan Khairuddin, 2011. Studi Potensi Pencemaran Lingkungan Dari Kegiatan Pertambangan Emas Rakyat Poboya Kota Palu.

Proses pemurnian emas secara tradisional





survei dan sosialisasi awal kepada warga







Proses pengambilan sampel yang melibatkan warga











Penyusunan sampel sebelum diuji





Audiensi bersama Dinas Kesehatan Aceh Jaya



Desiminasi hasil penelitian kepada warga





FGD bersama jajaran Aparatur Pemerintah Aceh Jaya





Ucapan Terimakasih



Terimakasih dan apresiasi setinggi-tingginya tim ucapkan kepada Prof. Dr. Ir. Marlina, M.Si (Rahimahallah) yang telah mempromotori program Pengabdian masyarakat yang telah dilakukan, juga dalam penulisan buku ini. Semoga tulisan dan ilmu pengetahuan yang dituangkan dalam tulisan ini menjadi amal jariyah untuk beliau dan juga tim penyusun. Semoga Allah tempatkan beliau di Surga Firdaus dan kita bisa kembali di perjumpakan di Surga Allah kelak. Dengan adanya buku ini semoga menjadi wasilah dan warisan khazanah pengetahuan yang dapat bermanfaat untuk generasi yang akan datang.

“Bijaklah menggunakan merkuri karena sekecil apapun kadar merkuri yang digunakan dapat mengancam kesehatan dan lingkungan kita”



ISBN 978-623-6114-31-5

