LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA 3

PENCEMARAN AIR

LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM) KIMIA LINGKUNGAN DENGAN STRATEGI PEMBELAJARAN COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING YANG MENGINTEGRASIKAN SOCIOSCIENTIFIC ISSUE

IDENTITAS

Kelompok :

Anggota

1.

2.

3.

4.

LIVEWORKSHEETS

LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM) KIMIA LINGKUNGAN DENGAN STRATEGI PEMBELAJARAN *COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING* YANG MENGINTEGRASIKAN *SOCIOSCIENTIFIC ISSUE*

A. Tujuan Lembar Kegiatan

Lembar kegiatan ini dirancang untuk membantu mahasiswa dalam memahami dan menerapkan konsep kimia lingkungan melalui strategi *Collaborative Problem Solving*. Mahasiswa akan bekerja dalam kelompok untuk menganalisis, mendiskusikan, dan menyelesaikan permasalahan lingkungan yang relevan dengan ilmu kimia lingkungan.

B. Petunjuk Pengerjaan

1. Pembentukan Kelompok
   a. Mahasiswa akan dibagi menjadi beberapa kelompok kecil (5-6 orang per kelompok).
   b. Setiap kelompok akan diberikan isu sosiosaintifik yang berkaitan dengan kimia lingkungan untuk dianalisis.
   c. Setiap anggota kelompok diharapkan berkontribusi secara aktif dalam diskusi dan penyelesaian masalah.
2. Seluruh aktivitas mahasiswa dalam memecahkan permasalahan dilakukan secara berkelompok dan mengikuti pada tahapan sebagai berikut.
   a. Representasi Permasalahan SSI
      Di dalam lembar kegiatan mahasiswa dipaparkan wacana *socioscientific issue.* Pada tahap ini, mahasiswa berkolaborasi dalam kelompok untuk dapat mendefinisikan masalah dalam wacana tersebut.
   b. Penentuan Peran dan Tanggung Jawab Anggota Kelompok
      Mahasiswa menetapkan peran yang diperlukan untuk memecahkan permasalahan dan menentukan anggota kelompok yang bertanggung jawab atas peran tersebut.
   c. Penentuan Solusi Permasalahan
      Selanjutnya, mahasiswa berkolaborasi untuk menyusun pemecahan masalah sesuai permasalahan yang teridentifikasi.
   d. Penyusunan Justifikasi
      Pada tahap ini, mahasiswa berkolaborasi untuk menyusun justifikasi atas solusi permasalahan yang telah disusun.
   e. Evaluasi Solusi SSI
      Selanjutnya, mahasiswa mengevaluasi solusi permasalahan yang telah disusun melalui kolaborasi dengan anggota kelompok.
3. Setelah selesai mengerjakan lembar kegiatan, mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi, menyimpulkan materi pembelajaran, dan diminta untuk melakukan refleksi mengenai proses pembelajaran yang telah mereka lalui.

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan Pembelajaran 5
PENCEMARAN AIR

TUJUAN PEMBELAJARAN

CPMK
Mampu menganalisis terjadinya pencemaran udara, air dan tanah serta mengetahui cara penanggulangannya.

Sub CPMK 2
Mahasiswa mampu menentukan dan menganalisa sifat kimia badan perairan, kualitas air dan pencemaran air serta penyebabnya.

Indikator
2.3 Menyusun pemecahan masalah pencemaran air dan pencegahan/penanggulangan pencemaran cair.

Kemampuan Akhir yang Diharapkan:
Melalui implementasi strategi pembelajaran CPS yang mengintegrasikan SSI, mahasiswa mampu menganalisis dan memecahkan masalah terkait pencemaran air dan pencegahan/penanggulangan limbah cair.

MATERI

PENCEMARAN AIR

Kebijakan Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat masuknya organisme atau zat tertentu yang menyebabkan menurunya kualitas air tersebut. Cottam (1969) mengemukakan bahwa pencemaran air adalah bertambahnya suatu material atau bahan dan setiap tindakan manusia yang mempengaruhi kondisi perairan sehingga mengurangi atau merusak daya guna perairan. Danau, sungai, lautan dan air tanah adalah bagian penting dalam siklus kehidupan manusia dan merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi. Selain mengalirkan air juga mengalirkan sedimen dan polutan. Berbagai macam fungsinya sangat membantu kehidupan manusia.

Pemanfaatan terbesar danau, sungai, lautan dan air tanah adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan sebenarnya berpotensi sebagai objek wisata. Air merupakan kebutuhan vital bagi seluruh makhluk hidup, termasuk manusia. Untuk dapat dikonsumsi air harus memenuhi syarat fisik, kimia maupun biologis. Akan tetapi apabila air tersebut tidak baik dan tidak layak untuk dikonsumsi, maka air tersebut bisa dikatakan tercemar.

LIVEWORKSHEETS

Polutan bagi perairan dapat bersumber dari logam berat; polutan anorganik seperti sianida, amonia; nutrisi alga; polutan organik seperti limbah; sabun dan detergen; pestisida; antibiotik; dan radionuklida. Penyebab pencemaran air diantaranya:

1. Pembuangan limbah industri ke perairan (sungai, danau, laut).
2. Pembuangan limbah rumah tangga (domestik) ke sungai, seperti air cucian, air kamar mandi.
3. Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan.
4. Terjadinya erosi yang membawa partikel-partikel tanah ke perairan.
5. Penggunaan racun dan bahan peledak dalam menangkap ikan.
6. Pembuangan limbah rumah sakit, limbah peternakan ke sungai.
7. Tumpahan minyak karena kebocoran tanker atau ledakan sumur minyak lepas pantai.

Berbagai penyebab pencemaran air (polutan) dapat menimbulkan dampak yang berbeda.

Eutrofikasi

Istilah eutrofikasi, yang berasal dari kata Yunani yang berarti "cukup gizi," menggambarkan kondisi danau atau waduk yang melibatkan pertumbuhan alga yang berlebihan. Meskipun beberapa produktivitas alga diperlukan untuk mendukung rantai makanan dalam ekosistem perairan, pertumbuhan yang berlebihan dalam kondisi eutrofik pada akhirnya dapat menyebabkan kerusakan parah pada badan air. Langkah pertama dalam eutrofikasi badan air adalah masukan nutrisi tanaman dari limpahan daerah aliran sungai atau limbah. Badan air yang kaya nutrisi kemudian menghasilkan banyak biomassa tanaman melalui fotosintesis, bersama dengan sejumlah kecil biomassa hewan. Biomassa yang mati terakumulasi di dasar danau, di mana sebagian membusuk, mendaur ulang nutrisi karbon dioksida, fosfor, nitrogen, dan kalium. Jika danau tidak terlalu dalam, tanaman yang berakar di dasar mulai tumbuh, mempercepat akumulasi material padat di cekungan. Akhirnya, rawa terbentuk, yang akhirnya terisi untuk menghasilkan padang rumput atau hutan.

Dalam kebanyakan kasus di air tawar, satu-satunya nutrisi tanaman yang paling mungkin menjadi pembatas adalah fosfor, dan secara umum disebut sebagai penyebab eutrofikasi berlebihan. Deterjen rumah tangga seringkali mengandung fosfat dalam air limbah, dan pengendalian eutrofikasi difokuskan pada penghilangan fosfat dari deterjen, penghilangan fosfat di pabrik pengolahan limbah, dan pencegahan limbah cair yang mengandung fosfat memasuki badan air yang memungkinkan pertumbuhan alga berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi.

LIVEWORKSHEETS

Pengolahan Air Limbah

Pengolahan air dapat dibagi menjadi empat kategori utama berdasarkan tujuan penggunaan air:

- Pemurnian untuk penggunaan domestik di sistem air kota
- Perawatan untuk aplikasi industri khusus
- Pengolahan air limbah agar layak untuk dibuang (misalnya ke sungai)
- Renovasi total air limbah agar layak untuk penyediaan air domestik.

Spesifik pada pengolahan air limbah, sebelum diolah, air limbah industri harus dikarakterisasi secara menyeluruh dan biodegradabilitas komponen air limbah harus ditentukan. Air limbah industri dapat diolah melalui berbagai proses kimia, termasuk netralisasi asam/basa, presipitasi, dan oksidasi/reduksi. Terkadang, langkah-langkah ini harus mendahului pengolahan biologis; misalnya, air limbah yang bersifat asam atau basa harus dinetralkan agar mikroorganisme dapat berkembang biak di dalamnya. Sianida dalam air limbah dapat dioksidasi dengan klorin dan zat organik dengan ozon, hidrogen peroksida yang ditingkatkan dengan radiasi ultraviolet, atau oksigen terlarut pada suhu dan tekanan tinggi. Logam berat dapat diendapkan dengan basa, karbonat, atau sulfida. Beberapa teknik untuk mengolah air limbah dijelaskan sebagai berikut.

a. Penyerapan oleh Karbon Aktif

Salah satu proses utama untuk menghilangkan bahan organik dari air limbah adalah penyerapan oleh karbon aktif. Karbon aktif dan pengolahan biologis dapat dikombinasikan dengan penggunaan karbon aktif bubuk dalam proses lumpur aktif. Karbon aktif bubuk menyerap beberapa konstituen yang mungkin beracun bagi mikroorganisme dan dikumpulkan bersama lumpur. Pertimbangan utama dengan penggunaan karbon aktif untuk mengolah air limbah adalah bahaya yang mungkin timbul dari karbon aktif bekas dari limbah yang ditahannya. Contoh penyerapan klorin dalam limbah dengan memanfaatkan karbon aktif.

b. Presipitasi

Logam berat dapat diendapkan dengan basa, karbonat, atau sulfida. Selain itu, polutan fosfat juga paling sering dihilangkan dengan presipitasi oleh beberapa presipitasi, yang paling umum adalah $Ca(OH)_2$ dengan reaksi sebagai berikut.

$$5Ca(OH)_2 + 3HPO_4^{2-} \rightarrow \mathbf{Ca_5OH(PO_4)_3}\ \boldsymbol{(s)} + 3H_2O + 6OH^-$$

Proses presipitasi mampu menghilangkan setidaknya 90%–95% fosfor dengan biaya yang wajar. Kapur memiliki kelebihan berupa biaya rendah dan kemudahan regenerasi. Efisiensi penghilangan fosfor oleh kapur menurun akibat presipitasi $Ca_5OH(PO_4)_3$ yang lambat, pembentukan koloid yang tidak mengendap, presipitasi kalsium sebagai $CaCO_3$ dalam rentang pH tertentu, dan fakta bahwa fosfat dapat hadir sebagai fosfat terkondensasi (polifosfat) yang membentuk kompleks larut dengan ion kalsium.

LIVEWORKSHEETS

AKTIVITAS PEMECAHAN MASALAH KOLABORATIF

Seluruh aktivitas mahasiswa dalam memecahkan permasalahan dilakukan secara berkelompok dan didasarkan pada tahapan yang meliputi: a) merepresentasi permaslahan SSI, b) pembagian peran dan tugas, c) penentuan solusi permasalahan SSI, d) penyusunan justifikasi, dan e) evaluasi solusi permasalahan SSI.

Bacalah wacana socioscientific issue di bawah ini dan jawablah pertanyaan yang diberikan.

Tim Ekspedisi Sungai Nusantara Temukan Sungai Siak Tercemar Klorin dan Fosfat

TEMPO.CO, Jakarta - Penelitian Tim Ekspedisi Sungai Nusantara (ESN) menemukan fakta bahwa Sungai Siak di Riau tercemar bahan kimia klorin dan fosfat dan mikroplastik. Penelitian ini dilakukan ESN bersama dengan Mahasiswa Pecinta Alam Fakultas Ekonomi Universitas Riau dan Badan Teritori Telapak Riau pada 1 - 3 Juli 2022.

"Hasil pengukuran uji kualitas air menunjukkan bahwa kadar klorin bebas Sungai Siak telah melebihi baku mutu PP 22/2021, pada beberapa lokasi kadar phospat menunjukkan kadar diatas baku mutu yang cukup tinggi," ujar salah seorang Peneliti ESN, Prigi Arisandi dalam keterangannya, Ahad, 3 Juli 2022.

Dok. Tempo.co

Prigi menjelaskan, sampel air yang diambil dan diteliti berasal dari enam lokasi dari hulu di Jembatan Siak II, Rumbai, hingga di Siak Hilir Tanjung Rhu, Kecamatan Lima puluh. Hasilnya, kadar klorin di Sungai Siak menunjukan angka 0,9-0,16 ppm dengan standar baku mutu maksimal 0,03 ppm. Sementara untuk fosfat, angkanya mencapai 2,5 ppm dengan standar baku mutu 1 ppm.

Prigi menjelaskan dampak pencemaran klorin dan fosfat dapat menganggu kesehatan masyarakat dan menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Selain itu, Prigi mengatakan klorin yang sering digunakan sebagai disinfektan dapat bereaksi dengan senyawa organik dalam limbah di dalam air dan menyebabkan karsinogen.

Adapun asal muasal klorin di Sungai Siak diduga berasal dari industri kertas, limbah rumah tangga berupa pemutih pakaian, desinfektan, dan dari bahan tambahan herbisida yang banyak digunakan dalam perkebunan sawit.

Prigi mengatakan bahan kimia klorin dapat masuk ke tubuh manusia melalui tiga jalur, yakni melalui jalur *ingesti* dan kontak kulit atau terlarut.

"Kontak langsung melalui kulit dengan klorin bersifat iritan, maka efek yang ditimbulkan yaitu iritasi kulit, mata, dan iritasi saluran pernapasan atas," kata Prigi.

Sementara untuk fosfat, Prigi menjelaskan bahan kimia ini diduga berasal dari dari limpasan pupuk pada pertanian, kotoran manusia, hewan, kadar sabun, pengolahan sayuran, serta industri pulp dan kertas di sekitar Sungai Siak. Penggunaan detergen dalam rumah tangga juga menjadi penyumbang kadar fosfat yang signifikan dalam perairan.

LIVEWORKSHEETS

"Tingginya konsentrasi kadar fosfat di perairan yang telah melebihi baku mutu maka dapat dipastikan berakibat pada menurunnya kualitas perairan dan berdampak negatif pada kepunahan beragam jenis ikan yang ada di Siak" kata Prigi.

Selain klorin dan fosfat, mereka juga menemukan tumpukan sampah plastik di Sungai Siak. Sampah plastik itu berbahaya karena dapat menjadi mikroplastik yang masuk ke dalam tubuh manusia.

"Hasil uji kandungan mikroplastik di Sungai Siak, menunjukkan bahwa jenis mikroplastik fiber atau benang-benang 73 persen, paling mendominasi dibandingkan jenis filament 19 persen, fragmen 7 persen, dan granula 1 persen," kata Prigi.

Plastik tersebut diduga berasal dari limbah rumah tangga. Prigi menyatakan mereka menemukan banyaknya tumpukan sampah plastik di pinggir sungai akibat buruknya pelayanan pengolahan sampah di sana.

Sungai Siak merupakan sungai terpanjang di Provinsi Riau. Sungai ini melintasi wilayah Kabupaten Kampar, Kota Pekanbaru hingga Kabupaten Siak. Sungai ini hingga kini masih digunakan oleh sebagian masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari seperti mencuci dan mandi. Sungai ini pernah tercatat sebagai sungai terdalam di Indonesia dengan kedalaman mencapai 30 meter. Namun akibat pendangkalan, sungai ini kini hanya memiliki kedalaman kurang dari 20 meter.

Sumber: https://www.tempo.co/politik/tim-ekspedisi-sungai-nusantara-temukan-sungai-siak-tercemar-klorin-dan-fosfat-329015

Representasi Permasalahan SSI

Setelah membaca wacana socioscientific issue di atas, *lakukan analisis permasalahan dan diskusi untuk menjawab pertanyaan berikut.*

1. Berdasarkan wacana, parameter kualitas air apa saja yang menunjukkan terjadinya pencemaran di Sungai Siak?

LIVEWORKSHEETS

2. Bagaimana sumber pencemarannya dan dampak pencemaran tersebut terhadap ekosistem serta kesehatan masyarakat?

Dari wacana di atas, permasalahan yang teridentifikasi adalah ...

Pembagian Peran dan Tugas

Tentukan peran yang diperlukan untuk pemecahan masalah dan tetapkan anggota kelompok yang bertanggung jawab terhadap peran tersebut.

LIVEWORKSHEETS

Penentuan Solusi Permasalahan SSI

Tentukan solusi permasalahan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini.

3. Apa saja metode pengelolaan yang dapat diterapkan untuk mengurangi kadar klorin dan fosfat di Sungai Siak?

Penyusunan Justifikasi

Susun justifikasi untuk solusi permasalahan yang telah diajukan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini.

4. Bagaimana mekanisme ilmiah dari solusi yang telah dipilih? Jelaskan reaksi kimia atau proses yang terjadi dalam metode pengolahan yang dipilih untuk menurunkan kadar klorin dan fosfat dalam air.

LIVEWORKSHEETS

Evaluasi Solusi Permasalahan SSI

Lakukan evaluasi terhadap solusi permasalahan yang disusun.

5. Bagaimana cara menilai keberhasilan solusi yang telah diterapkan dalam mengurangi pencemaran Sungai Siak? Sebutkan parameter yang harus dipantau!

Sintesis dan Refleksi

Berdasarkan hasil presentasi dan diskusi kelompok, susunlah kesimpulan dalam mengatasi permasalahan pencemaran air.

LIVEWORKSHEETS

Tuliskan hasil refleksi bersama berkaitan pengalaman belajar pemecahan masalah secara kolaborasi dalam memecahkan permasalahan pencemaran air yang telah diikuti.

LIVEWORKSHEETS