



PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PENANGANANNYA



**Nurul Fajryani Usman, M.Pd. | Dr. Masra Latjompoh, M.Pd.
Ilyas H. Husain, M.Pd. | Wiranda Hulalata | Darti AsrianiNila Matili
Nur Ain Yusuf | Zakaria Husain | Deys Sintiani Burhan**

Editor: Herinda Mardin, S.Si., M.Pd.

PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PENANGANANNYA

Nurul Fajryani Usman, M.Pd.

Dr. Masra Latjompoh, M.Pd.

Ilyas H. Husain, M.Pd.

Wiranda Hulalata

Darti Asriani

Nila Matili

Nur Ain Yusuf

Zakaria Husain

Deys Sintiani Burhan



TAHTA MEDIA GROUP

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PENANGANANNYA

Penulis:

Nurul Fajryani Usman, M.Pd.

Dr. Masra Latjompoh, M.Pd.

Ilyas H. Husain, M.Pd.

Wiranda Hulalata

Darti Asriani

Nila Matili

Nur Ain Yusuf

Zakaria Husain

Deys Sintiani Burhan

Desain Cover:

Tahta Media

Editor:

Herinda Mardin, S.Si., M.Pd.

Proofreader:

Tahta Media

Ukuran:

vi, 84, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-623-147-444-5

Cetakan Pertama:

Juni 2024

Hak Cipta 2024, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2024 by Tahta Media Group

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP
(Grup Penerbitan CV TAHTA MEDIA GROUP)
Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga kami dapat menyelesaikan buku ini dengan judul "**Pencemaran Lingkungan dan Penanganannya**". Buku ini disusun oleh dosen dan mahasiswa semester VI jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Gorontalo sebagai output mata kuliah Pengembangan Perangkat Pembelajaran yang berbasis Project Based Learning (PjBL). Buku ini terdiri atas 7 bab yaitu bab I berisi definisi pencemaran lingkungan, bab II berisi pencemaran air, bab III berisi pencemaran udara, bab IV berisi pencemaran tanah, bab V berisi konsep penanganan pencemaran, bab VI berisi pengolahan buangan secara mikrobiologia, dan terakhir bab VII berisi sistem pengolahan limbah.

Dalam proses menyelesaikan buku ini dengan sebaik-baiknya, kami menyadari bahwa buku ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna menyempurnakan segala kekurangan dalam penyusunan buku ini.

Akhir kata, kami berharap semoga buku ini memberikan manfaat bagi para pembaca khususnya pembelajar yang ingin mengetahui terkait pencemaran lingkungan dan penanganannya.

Gorontalo, 20 April 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I DEFINISI PENCEMARAN LINGKUNGAN	1
BAB II PENCEMARAN AIR.....	5
A. Pencemaran Air	5
B. Karakteristik pencemaran dan jenis bahan pencemar	6
C. Dampak limbah bagi kualitas air.....	8
D. Sifat fisik air	8
E. Karakteristik sumber pencemaran air.....	9
F. Ciri-ciri pencemaran yang disebabkan oleh mikroorganismes	10
G. Karakteristik pencemaran kimia organik.....	13
H. Sedimen dan material tersuspensi	14
BAB III PENCEMARAN UDARA	15
A. Pengertian pencemaran udara	16
B. Sumber Pencemaran Udara	17
C. Jenis-Jenis Pencemaran Udara	19
D. Pengendalian Pencemaran Udara	20
E. Faktor Pencemaran Udara	21
F. Penyebab Pencemaran Udara	22
G. Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan.....	24
BAB IV PENCEMARAN TANAH	28
A. Pencemaran Tanah	28
B. Dampak Pencemaran Tanah Terhadap Ekosistem	33
C. Bahan-bahan Anorganik Dalam Tanah	34
D. Bahan-bahan Organik Dalam Tanah.....	34
E. Sifat-sifat Tanah	35
F. Dampak Yang di Timbulkan Akibat Pencemaran Tanah	35
G. Strategi Yang Perlu di Lakukan	37
H. Tindakan Penanganan.....	38

BAB V KONSEP PENANGANAN PENCEMARAN.....	40
A. Prinsip pencegahan penanggulangan pencemaran lingkungan (<i>reduce, reuse, dan recycle</i>)	40
B. Pemanfaatan limbah di lingkungan sekitar	42
C. Pengendalian pencemaran air	43
D. Penanggulangan pencemaran udara	43
E. Penanggulangan pencemaran laut dan pesisir	44
F. Penanggulangan kerusakan hutan.....	45
G. Perubahan lingkungan global	47
BAB VI PENGOLAHAN BUANGAN SECARA MIKROBIOLOGIA...	51
A. Konsep Pengolahan Buangan secara Mikrobiologis.....	51
BAB VII SISTEM PENGOLAHAN LIMBAH	61
A. Sistem Pengolahan Limbah	61
B. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Limbah	65
C. Prinsip Pengolahan Limbah.....	66
D. Metode Pengolahan Limbah.....	69
E. Dampak Pengolahan Limbah yang Baik bagi Lingkungan.....	73
DAFTAR PUSTAKA	75
PROFIL PENULIS	80

BAB I

DEFINISI PENCEMARAN

LINGKUNGAN

Lingkungan hidup adalah anugerah Tuhan Yang Maha Esa yang telah ada di bumi selama bertahun-tahun sebelum manusia diciptakan. Manusia dan lingkungan memiliki keterkaitan yang kuat dan saling mempengaruhi satu sama lain secara signifikan. Kehidupan manusia sangat tergantung pada lingkungan di sekitarnya. Bayangkan jika manusia harus hidup tanpa lingkungan. Lingkungan sekitar membantu manusia dalam mengelola udara yang dihirupnya, menyediakan oksigen (O₂), dan memiliki peran penting dalam kesehatan manusia. Manusia adalah bagian integral dari lingkungan hidup, dan tindakan manusia mempengaruhi organisme lain karena semua elemen dalam lingkungan saling terkait. Dalam lingkungan hidup, terdapat konsep ekosistem yang merupakan kesatuan dari berbagai unsur lingkungan yang saling berinteraksi dan memengaruhi produktivitas lingkungan secara keseluruhan (Apriliani, 2017).

keberadaan sampah menjadi salah satu isu yang mendesak dihadapi oleh masyarakat saat ini. Sampah yang tersebar atau menumpuk di tempat-tempat umum, seperti jalan raya, sungai, atau area publik lainnya, tidak hanya mengganggu estetika lingkungan, tetapi juga membahayakan kesehatan masyarakat. Tumpukan sampah dapat menjadi sarang penyakit dan menjadi sumber penyebaran bakteri dan patogen lainnya. Selain itu, keberadaan sampah yang terbuka juga dapat menarik hewan pengganggu seperti tikus dan serangga yang dapat membawa penyakit. Ini semua mengancam kesehatan masyarakat dan menurunkan kualitas hidup (Hasibuan, 2016).

Selain aspek kesehatan, keberadaan sampah juga memberikan dampak negatif terhadap keindahan lingkungan. Tumpukan sampah yang menumpuk dan berserakan menciptakan pemandangan yang tidak menyenangkan dan mengurangi keindahan alam serta kota. Lingkungan yang tercemar oleh

sampah juga dapat menyebabkan masyarakat kurang nyaman dan menurunkan harga properti di sekitar tempat tersebut (Hasibuan,2016).

Pencemaran lingkungan adalah kondisi di mana lingkungan terkontaminasi oleh makhluk hidup, energi, zat, atau substansi lainnya yang tidak seharusnya ada di lingkungan tersebut, mengganggu keseimbangan ekosistem. Hal ini dapat mengurangi kualitas lingkungan secara keseluruhan dan memiliki dampak negatif terhadap kehidupan manusia serta organisme lain yang bergantung pada lingkungan tersebut (Muslimah, 2017).

Pencemaran lingkungan menurut para ahli sebagai berikut :

1. Pencemaran lingkungan, sebagaimana dijelaskan dalam Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (UU PPLH), dapat diartikan sebagai proses atau kondisi di mana lingkungan terkontaminasi atau tercemar akibat aktivitas manusia atau faktor-faktor lainnya. Dalam konteks ini, pencemaran mencakup berbagai aktivitas manusia seperti pembuangan limbah industri, penggunaan bahan kimia berbahaya, deforestasi, serta penggunaan sumber daya alam secara berlebihan yang mengubah kualitas dan keseimbangan lingkungan. Pencemaran lingkungan memiliki konsekuensi yang signifikan terhadap kelangsungan hidup lingkungan dan kesehatan manusia yang perlu diperhatikan dengan serius. Dampaknya meliputi gangguan pada ekosistem dan risiko terhadap kesehatan manusia yang dapat mengancam keberlanjutan lingkungan secara keseluruhan.
2. Menurut Palar (2012), pencemaran lingkungan merupakan hasil dari modifikasi lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan manusia, peningkatan populasi organisme, tingkat radiasi, dan cara penggunaan energi. Dampak dari modifikasi ini adalah penurunan mutu lingkungan, yang mengakibatkan tidak berfungsi lingkungan. Contoh pencemaran lingkungan mencakup berbagai aktivitas seperti polusi udara dari industri dan kendaraan bermotor, pencemaran air oleh limbah domestik dan industri, deforestasi akibat pembukaan lahan untuk pertanian atau perkebunan, serta penggunaan sumber daya alam secara berlebihan yang menyebabkan degradasi lingkungan. Dampak dari pencemaran lingkungan sangat signifikan, termasuk ancaman terhadap keanekaragaman hayati, gangguan kesehatan pada manusia, serta

BAB V

KONSEP PENANGANAN PENCEMARAN

A. PRINSIP PENCEGAHAN PENANGGULANGAN PENCEMARAN LINGKUNGAN (*REDUCE, REUSE, DAN RECYCLE*)

Jumlah penduduk di dunia semakin meningkat, dan bersamaan dengan itu, tuntutan kehidupan juga semakin bertambah. Ini mencakup kebutuhan pokok seperti makanan, pakaian, dan tempat tinggal, serta kebutuhan tambahan seperti hiburan, transportasi, dan hal lainnya.

Populasi manusia semakin bertambah, begitu juga dengan kebutuhannya, yang mencakup kebutuhan dasar dan tambahan. Kebutuhan dasar mencakup hal-hal esensial seperti makanan, pakaian, dan tempat tinggal, sedangkan kebutuhan tambahan meliputi hal-hal seperti rekreasi, transportasi, dan lainnya.

Berbagai kebutuhan manusia dapat terpenuhi melalui pemanfaatan beragam sumber daya alam, termasuk yang bersifat terbaru dan tidak terbaru. Eksploitasi yang berkelanjutan terhadap sumber daya alam ini menyebabkan penipisan cadangan, terutama pada sumber daya yang tidak dapat diperbarui. Selain itu, ekstraksi dan penggunaan sumber daya alam ini juga mengakibatkan kerusakan lingkungan yang dapat mengancam keberlangsungan hidup manusia.

Untuk mengurangi efek negatif dari penggunaan sumber daya alam terhadap lingkungan, manusia perlu mengadopsi beberapa langkah penting. Langkah-langkah ini termasuk mengurangi penggunaan bahan yang dapat mencemari lingkungan (*reduce*), Menggunakan kembali barang-barang untuk tujuan yang sama (*reuse*) dan mengolah kembali barang-barang yang tidak terpakai lagi (*recycle*) adalah praktek yang penting dalam menjaga lingkungan dan meminimalkan limbah. Mengurangi pemakaian bahan-bahan pencemaran lingkungan (*reduce*)

Reduce atau pengurangan sampah adalah upaya untuk meminimalisir jumlah sampah yang dihasilkan, yang dimulai dari sumbernya dan dilakukan bahkan sebelum sampah tersebut tercipta. Setiap individu bisa mengurangi sampah dengan mengubah gaya hidup konsumtif menjadi lebih hemat dan efisien, sehingga menghasilkan lebih sedikit sampah. Namun, perubahan ini membutuhkan kesadaran dan keinginan dari masyarakat untuk mengubah perilaku mereka. Pendidikan tentang perilaku ini dapat ditanamkan sejak dini di sekolah-sekolah. (Arisona, 2018)

Pengurangan sampah merupakan inisiatif untuk meminimalkan volume sampah yang dibuat langsung dari asal-usulnya, bahkan sebelum sampah itu terbentuk. Individu dapat berkontribusi dalam mengurangi sampah dengan merubah kebiasaan konsumsi mereka menjadi lebih berhemat dan efektif, yang berarti menghasilkan sampah yang lebih sedikit. Perubahan perilaku ini, bagaimanapun, memerlukan kesadaran dan kemauan dari komunitas. Edukasi mengenai pengurangan sampah dan pentingnya perubahan gaya hidup ini perlu diajarkan dari usia dini di institusi pendidikan.

Melalui edukasi terstruktur di sekolah, anak-anak dapat dibimbing untuk memahami pentingnya menghasilkan lebih sedikit sampah dan cara-cara untuk mencapai itu. Dengan menanamkan prinsip-prinsip hemat dan efisien sejak dini, kita dapat mengharapkan pembentukan kebiasaan yang lebih berkelanjutan dalam jangka panjang. Ini tidak hanya membantu lingkungan tetapi juga membentuk generasi masa depan yang lebih bertanggung jawab terhadap penggunaan sumber daya dan pengelolaan sampah. (Arisona, 2018)

Memakai Ulang (Reuse)

Reuse, atau penggunaan kembali, adalah praktik memanfaatkan kembali bahan atau material tanpa memprosesnya kembali, sehingga mengurangi pembentukan sampah. Hal ini bisa dilakukan dengan cara sederhana seperti menggunakan kertas bolak-balik atau mengisi kembali kaleng susu dengan susu isi ulang. Di lingkungan sekolah, ini dapat diterapkan dengan menggunakan bahan yang ramah lingkungan sebagai alat bantu dalam kegiatan pembelajaran. (Arisona, 2018)

Dalam lingkungan pendidikan, penerapan prinsip reuse bisa dilakukan dengan memanfaatkan alat-alat dan bahan yang ramah lingkungan yang dapat digunakan berulang kali dalam berbagai aktivitas belajar. Ini tidak hanya mengajarkan siswa tentang pentingnya konservasi sumber daya, tapi juga

mengurangi jumlah sampah yang dihasilkan oleh sekolah. Penggunaan ulang ini merupakan langkah praktis yang dapat memperkenalkan konsep tanggung jawab lingkungan sejak usia dini kepada para siswa. . (Arisona, 2018)

Daur ulang (Recycle)

Recycle, atau daur ulang, adalah proses mengubah material yang tidak terpakai (sampah) menjadi material baru setelah melalui proses pengolahan. Sebagai contoh, mengubah sisa kain menjadi produk seperti selimut, kain lap, atau keset kaki. Botol atau plastik bekas juga dapat diolah menjadi pelet plastik yang kemudian dicetak ulang menjadi barang-barang seperti ember, gantungan baju, atau pot. kertas bekas bisa diproses menjadi bubur kertas dan dicetak ulang menjadi kertas dengan kualitas yang lebih rendah. Contoh aplikasi daur ulang di sekolah meliputi menggunakan bubur kertas untuk membuat model meletusnya gunung api sebagai alat peraga pembelajaran. (Arisona, 2018)

B. PEMANFAATAN LIMBAH DI LINGKUNGAN SEKITAR

1. Pemanfaatan limbah organik

Limbah organik merupakan jenis limbah yang dapat mengalami dekomposisi secara alami melalui proses alamiah, proses biologis, baik yang memerlukan oksigen (aerob) maupun tidak (anaerob). Contoh limbah organik termasuk sisa makanan, sayuran, kayu, dan daun kering. Limbah ini dapat membusuk dan mengalami dekomposisi menjadi partikel kecil dengan aroma khas.

Limbah organik yang cenderung cepat melapuk dan membusuk dapat diolah menjadi bahan dasar untuk membuat kompos. Bahan untuk kompos ini bisa diperoleh dari limbah pertanian serta limbah non-pertanian seperti limbah kota dan industri. Contoh pakan ternak, limbah organik untuk bahan baku industri, sebagai sumber energi, (Uswatun, 2023)

2. Pemanfaatan limbah anorganik

Limbah anorganik merupakan jenis limbah yang tidak bisa terurai oleh bakteri. Contohnya termasuk botol plastik, limbah logam, sisa kain, residu detergen, dan limbah dari pabrik.

Mengolah limbah anorganik menjadi produk yang dapat digunakan kembali adalah solusi efektif untuk mengurangi sampah sekaligus

mengembangkan kreativitas masyarakat. Kegiatan ini memungkinkan warga untuk memanfaatkan limbah anorganik di rumah dan mengubahnya menjadi produk yang bernilai seperti tas, vas bunga, celengan, dan lampu hias. Produk-produk ini kemudian dapat dijual secara online atau langsung, membuka peluang tambahan untuk mendapatkan penghasilan. (Ni'mah & Susila, 2022)

C. PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Pencemaran air sangat umum, terutama di kawasan urban yang padat penduduk dan banyak industri. Tanpa kontrol yang efektif, pencemaran air dapat menyebabkan berbagai penyakit. Pengendalian pencemaran air melibatkan langkah-langkah pencegahan, mengatasi sumber pencemaran, dan memulihkan kualitas air agar tetap dapat digunakan sesuai kebutuhan. Ini bertujuan untuk memastikan bahwa air tetap dapat digunakan berkelanjutan.

Upaya pemerintah dalam menjaga lingkungan perairan akan efektif jika didukung oleh masyarakat, termasuk pelajar. Berikut beberapa langkah yang dapat diambil untuk mendukung pelestarian lingkungan perairan kita:

1. Hindari membuang sampah atau zat pencemar ke dalam sungai, danau, atau laut.
2. Lakukan pengolahan limbah sebelum dibuang ke perairan agar tidak merusak ekosistem.
3. Laporkan kepada pihak berwenang jika ada individu yang mencemari lingkungan perairan, terutama dengan limbah berbahaya.
4. Berkolaborasi dengan komunitas untuk mengambil langkah-langkah proaktif dalam melindungi sungai dari pencemaran.

D. PENANGGULANGAN PENCEMARAN UDARA

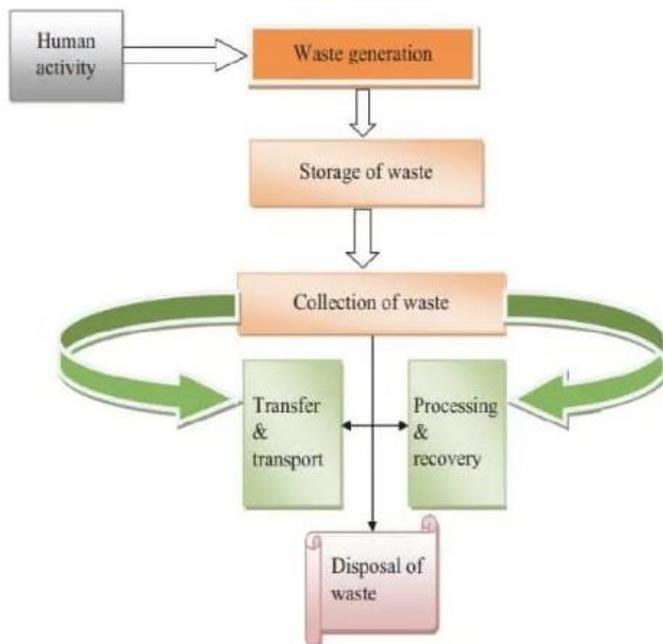
Upaya untuk mengendalikan pencemaran udara dapat dilakukan dengan cara berikut:

Langkah awal dalam mengelola pencemaran udara melibatkan pengkajian atau identifikasi untuk memahami berbagai sumber, cara penyebaran, dan dampak pencemaran tersebut. Sumber emisi, yang merupakan titik asal pelepasan polutan ke atmosfer, sangat penting untuk diidentifikasi dalam proses ini.

mengurangi volume limbah dan mengurangi penggunaan bahan-bahan baru yang dapat merusak lingkungan.

Kesadaran masyarakat dalam pengelolaan limbah juga memegang peranan penting dalam pengurangan dampak negatif limbah terhadap lingkungan. Masyarakat dapat melakukan pengolahan limbah rumah tangga dengan cara memilah jenis limbah dan memanfaatkan limbah tersebut, seperti mengolah sampah organik menjadi pupuk kompos dan limbah kertas menjadi bahan daur ulang.

Dalam menghadapi isu limbah, pemerintah, masyarakat, dan pelaku industri harus bekerja sama untuk meningkatkan implementasi pengelolaan limbah yang baik dan benar. Tanpa sinergi ini, upaya pengurangan dampak negatif limbah terhadap lingkungan yang kita harapkan sulit dicapai. Oleh karena itu, penting sekali bagi semua pihak untuk menjaga dan memelihara lingkungan dengan melakukan pengelolaan limbah yang baik dan benar. Berikut proses pengelolaan limbah secara mikrobiologis:



Gambar 1. Skema proses pengelolaan limbah secara mikrobiologis

Proses pengelolaan limbah secara mikrobiologis adalah metode yang melibatkan penggunaan mikroorganisme dalam menguraikan berbagai jenis limbah manusia, baik itu limbah padat atau limbah cair. Proses ini meliputi beberapa tahap, mulai dari aktivitas manusia yang menghasilkan limbah, penyimpanan limbah, pengumpulan limbah, transfer, transportasi, pemrosesan, dan pembuangan akhir limbah.

- a) Aktivitas manusia merupakan sumber utama dari limbah di lingkungan. Setiap orang menghasilkan limbah dalam bentuk berbagai jenis, seperti limbah makanan, kertas, plastik, logam, dan lain sebagainya. Setelah limbah terbentuk, limbah tersebut kemudian disimpan untuk jangka waktu tertentu dalam tempat-tempat penyimpanan yang aman, seperti tong sampah dan wadah khusus untuk limbah medis.
- b) Setelah limbah disimpan dalam jangka waktu yang ditentukan, limbah harus dikumpulkan oleh petugas yang memiliki tanggung jawab untuk mengumpulkan dan memproses limbah tersebut. Petugas ini dapat menjadi pemerintah atau kontraktor swasta yang berlisensi. Mereka memungut limbah tersebut dari tempat penyimpanannya dengan menggunakan kendaraan dan mengirimkan ke tempat pengolahan limbah.
- c) Setelah dikumpulkan, limbah didorong ke tempat pemrosesan dan pemulihan. Di sini, limbah tersebut akan diolah dan dipulihkan dalam metode pengelolaan limbah secara mikrobiologis. Mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan virus digunakan untuk memecah limbah menjadi substansi yang lebih kecil dan aman bagi lingkungan. Hasil dari pengolahan ini dapat dijadikan sumber energi alternatif atau bahan baku industri.
- d) Setelah diproses dan dipulihkan, limbah yang sudah tidak berbahaya kemudian dibuang. Pilihan pembuangan akhir limbah harus memperhatikan aspek lingkungan dan kesehatan masyarakat. Beberapa bentuk pembuangan akhir limbah yang umum digunakan adalah landfill, insinerasi, dan pengolahan air limbah yang hanya melepaskan limbah yang telah diolah ke badan air terdekat.

|| DAFTAR PUSTAKA

- Agus, R, Rudi S. (2008). Global Warming.
- Alkafh, M. I., Razikah, Y. A., Nurisman, E. (2021). Pengolahan Amonia Pada Air Limbah Industri Pupuk Secara Biologis dengan Bakteri Petrofilik Biological. *JTK (Jurnal Teknik Kimia)* 27, No. 3, 74–81.
- Arisona, R. D. (2018). Pengelolaan Sampah 3R (Reduce, Reuse, Recycle) Pada Pembelajaran IPS Untuk Menumbuhkan Karakter Peduli Lingkungan. *Al Ulya: Jurnal Pendidikan Islam*, 3(1), 39-51.
- Basri, I. S. (2010). Pencemaran Udara Dalam Antisipasi Teknis Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan. *SMARTek*, 8(2).
- BrittonG. (1994). *Radioactive Emulsion From Coal Tired Station Central Electricity*. Gematery Board.
- Budiyono, A. (2010). Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan. *Berita Dirgantara*, 2(1).
- Dahruji, D., Wilianarti, P. F., & Hendarto, T. T. (2017). Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga dan Dampak Bagi Kesehatan di Wilayah Kenjeran, Surabaya. *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 36-44.
- Darmono. (2001) *.Lingkungan hidup dan Pencemaran*. Penerbit Universitas Indonesia.
- Depkes RI. (1993). *.Petunjuk Teknis Pengendalian Pencemaran Air Edisi I*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Depkes RI. (1993). *.Petunjuk Teknis Pengendalian Pencemaran Air Edisi I*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Depkes RI. (2005). Laporan Dampak Pencemaran Industry di Daerah Bali. Departemen Kesehatan Republik Indoneisia Provinsi Bali.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air (Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan)*. Yogyakarta: Kanisius.
- Elvania, N. C. (2022). *Manajemen dan Pengelolaan Limbah*.
- Fairchild, G.I., D.A.J. Barry, M.J. Goss, A.S. Hamill, P. Lafrance, P.H. Milburn, R.R. Simard., and B.J. Zearth. (2000). *Groundwater Quality. In The Health of Our Water Toward Sustainable Agriculturein*.

- Canada.Ed. Coote, D. R.and Gregorich, L. J. Research Branch Agriculture and Agri-Food Canada. Publ. 2020/E.
- Giyatmi. (2003). *Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Dokter Sarjito Yogyakarta Terhadap Pencemaran Radioaktif*. Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada.Yogyakarta.
- Haerun, Ridwan, Mallongi, A., Natsir, M. F., (2018). Departemen Kesehatan Lingkungan, and Fakultas Kesehatan Masyarakat. Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Biofilter Sistem Upflow Dengan Penambahan Efektif Mikroorganisme 4 Efficiency Toward Liquid Waste of Tofu Industry Using Biofilter Upflow System with Additional Effective Microorganism 4.” *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK) LP2M Unhas 1* (2018): 1–11.
- Ingmanson, Dale E. dan Wallace, William J. (1985). *Oceanography An Introduction*. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.
- Irianto, I. K. (2015). Buku Bahan Ajar Pencemaran Lingkungan.
- Isramadhanti, H. H. W. (2021). *Gambaran Kualitas Udara Di Kota Yogyakarta Berdasarkan Pemantauan Air Quality Monitoring System Tahun 2019-2020*. (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta).
- Jaya. (1994). *Pedoman Analisis Kualitas Air dan Tanah Perairan Payau*. Jepara. Balai Budi Daya Air Payau.
- Jekti dan Dyah, D. S. (2018). Peranan Mikroba Dalam Pengelolaan Lingkungan.” *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 1–9.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No. 1 Tahun 2021. *Kementrian LHK RI*, 2021, 249.
- Khasanah, M. N., Faishal, M., & Suharyanto, T. T. (2021). Analisis Pengolahan Limbah Industri Rumah Tangga Konveksi dengan Prinsip Lean Manufacturing (Studi Kasus UKM Konveksi Kelurahan Kalitengah). *Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 69-76.
- Kusnoputranto, H. (1997). *Air Limbah dan Ekstrata Manusia*. Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Jakarta.
- Lola, E. (2021). *Modul Praktikum Pencemaran Tanah* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Martin,F. R. J. A.Bootsma, D.R.Coote, B. G. Fairley., L. J.gregorich, J.

- Lebedin, P. H. Milburn, B. J. Stewart and T. W. Vander Gulik. (2000). *Canada's Rural Water Resources .In The Hhealth of Our Water Toward Sustainable Agriculture in Canada* Ed. Coote, D.R. and Gregorich, L.J. Research Branch Agriculture and Agri-Food Canada. Publ. 2020/E.
- Medeiros, Alexandre D'Lamare Maia de, Cláudio José Galdino da Silva Junior, Julia Didier Pedrosa de Amorim, Italo José Batista Durval, Andréa Fernanda de Santana Costa, and Leonie Asfora Sarubbo. (2022). Oily Wastewater Treatment: Methods, Challenges, and Trends. *Processes* 10, No. 4, 1–20. <https://doi.org/10.3390/pr10040743>.
- Megalina, Y. (2015). Pengaruh Pencemaran Udara di Daerah Terminal Amplas Bagi Kehidupan Masyarakat. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 21(79), 95-101.
- Mubin F. (2016). *Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Manado
- Muslimah, M. S., & Si, S. (2017). Dampak Pencemaran Tanah dan Langkah Pencegahan. *J. Penelit. Agrisamudra*, 2(1), 11-20.
- Muslimah. (2017). Dampak Pencemaran Tanah Dan Langkah Pencegahan. *Jurnal Penelitian Agrisamudra*, 2.1, 11–20
- Ni'mah, E. A., & Susila, D. A. (2022). Pemanfaatan Limbah Anorganik. *SULUH: Jurnal Seni Desain Budaya*, 5(2), 21-27.
- Palit, S. M. & Debnant. (2019). Effective Role of Microorganism in Waste Management and Environmental Sustainability. *Springer Link*.
- Puji dan Rahmi, N. (2009). *Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Lumpur Aktif Proses ANaerob*. Universitas Diponegoro, Fakultas Teknik. Semarang.
- Ramadhan, N. I. (2018). Pengaturan Tindak Pidana Pencemaran Lingkungan di Indonesia: Studi Pencemaran Tanah di Brebes. *Logika: Jurnal Penelitian Universitas Kuningan*, 9(02), 96-102.
- Ramadhan, T. R. (2023). *Laporan PKM-Validasi Data Model Wrf–Chem Dan Data Observasi Aqms Kualitas Udara (Studi Kasus Kota Ternate)*.
- Ratnani, R. D. (2008). Teknik Pengendalian Pencemaran Udara yang Diakibatkan Oleh Partikel. *Jurnal Ilmiah MOMENTUM*, 4(2).
- Riawati, L. (2015). *Pencemaran Tanah*. di unduh dari <https://www.google.com/url>.

- Rofik, M., & Mokhtar, A. (2021). Pencemaran Dalam Lingkungan Hidup. In Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur (Vol. 1, No. 1).
- Romansyah, M. (2019). Analisis Korelasi Karbon Monoksida (Co) dan Particulate Matter (Pm1 0) Dengan Kendaraan Bermotor Dan Faktor Yang Berhubungan (Studi Kasus Pasar Induk Tradisional Bojonegoro). *Disertasi, UIN Sunan Ampel, 5*.
- Rosyadi, I., & Wulandari, I. P. (2021). Penegakan Hukum Lingkungan terhadap Pencemaran Udara Akibat Aktivitas Industri di Kabupaten Gresik. *Al-Qanun: Jurnal Pemikiran dan Pembaharuan Hukum Islam, 24(2), 279-307*.
- Saptaningrum, E. (2024). *Bunga Rampai Pencemaran Lingkungan*. PT Media Pustaka Indo.
- Sastrawidana, I D K, Maryam, S. and Sukarta. (2012). Perombakan Air Limbah Tekstil Menggunakan Jamur Pendegradasi Kayu Jenis Polyporus Sp Teramobil Pada Serbuk Gergaji Kayu. *Jurnal Bumi Lestari*. Vol.12, No. 2, 382–89.
- Siburian, S. M. M., & Mar, M. (2020). *Pencemaran Udara dan Emisi Gas Rumah Kaca*. Kreasi Cendekia Pustaka.
- Suherman, S. D. M., Firdaus, M. A., Ryansyah, M. H. D., & Sari, D. A. (2020). Teknologi dan Metode Pengolahan Limbah Cair Sebagai Pencegahan Pencemaran Lingkungan. *Barometer, 5(1), 232-238*.
- Supriatna, S., Siahaan, S., & Restiaty, I. (2021). Pencemaran Tanah Oleh Pestisida di Perkebunan Sayur Kelurahan Eka Jaya Kecamatan Jambi Selatan Kota Jambi (Studi Keberadaan Jamur Makroza dan Cacing Tanah). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 21(1), 460-466*.
- Sutanto, A. (2014). Bioremediasi Limbah Cair Nanas. *Metro, 174*.
- Sutanto, R. (2001). Pencemaran Tanah dan Air Tanah Oleh Pestisida dan Cara Menanggulangnya. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia, 7(1), 9-15*.
- Sokidjo, N. (2011). *Kesehatan Masyarakat, Ilmu dan Seni*. Yogyakarta, Rineka Cipta
- Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Uswatun, H. (2023). *Pemanfaatan Limbah Organik Menjadi Pupuk Kompos Menggunakan Metode Takakura dan Pengaruh Terhadap Pertumbuhan*

- Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L.)* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Wardhana, Wisnu A. (2001). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Widodo, Lestanto U. (2016). *Sejarah, Ruang Lingkup, dan Perkembangan Mikrobiologi*, 2016, 1–55. <http://repository.ut.ac.id/4337/>.
- Yuniartika, M. D. (2022). Limbah Cair Menyebabkan Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Ilmu Sosial* 1, No. 8.5.2017 (2022): 2003–5.
- Yusri, Zaki A. dan Diyan. (2020). Pengolahan Limbah Hasil Produksi Foam Cv. Gesalunda Foam Sidoarjo. *Jurnal Ilmu Pendidikan* 7, No. 2, 809–20.

|| PROFIL PENULIS



Nurul Fajryani Usman, dilahirkan di Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan pada tanggal 31 Oktober 1995, anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan bapak Drs. Usman, dan ibu Wahidah Sultan, S.Pd. Pendidikan menengah pertama ditempuh di MTs Negeri 400 Watampone dan selesai pada tahun 2010. Selanjutnya pendidikan menengah atas ditempuh di SMA Negeri 1 Watampone dan selesai pada tahun 2013.

Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Makassar dan selesai tahun 2017. Selanjutnya penulis melanjutkan studi ke jenjang magister pada program studi Pendidikan Biologi di Pascasarjana Universitas Negeri Malang. Semasa menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi kedaerahan yaitu organisasi Forum Mahasiswa Magister Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat di Kota Malang. Sekarang penulis menjadi dosen tetap di Jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo, Email: nurulfajryaniusman@ung.ac.id



Dr. Masra Latjompoh, M.Pd.

Lahir di Gorontalo pada tanggal 12 Februari 1967. Tahun 1991 memperoleh gelar sarjana pendidikan di bidang Pendidikan Biologi FKIP Unsrat Manado di Gorontalo yang sekarang menjadi Universitas Negeri Gorontalo. Tahun 2000 memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd.) dalam bidang Pendidikan Sains di Universitas Negeri Surabaya, Selanjutnya tahun 2016 memperoleh gelar doktor pendidikan di bidang Pendidikan Sains di Universitas Negeri Surabaya.

Sejak tahun 1992 sampai saat ini bekerja di Universitas Negeri Gorontalo sebagai dosen dengan Jabatan Lektor Kepala di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Pelatihan nasional yang pernah diikuti adalah SEQIP (*Science Education Quality Improvement Project*) dan BAPS (*Bird Flu Awareness in Primary School*) merupakan program kerjasama Pemerintah Republik Indonesia dengan Pemerintah Jerman. Email: masralatjompoh@ung.ac.id



Ilyas H. Husain, S.Pd., M.Pd.

Dilahirkan di Sulawesi Tengah pada tanggal 02 September 1989. Menyelesaikan pendidikan sarjana pada program studi Pendidikan biologi Universitas Negeri Gorontalo pada tahun 2014, program magister Pendidikan Biologi pada program pascasarjana Universitas Negeri Gorontalo pada tahun 2017. Lektor dalam bidang Pendidikan Biologi dengan pangkat/golongan III c. Pengajar dalam mata kuliah Strategi Pembelajaran

Biologi, Pengembangan Peserta Didik, Pengantar Pendidikan, Kurikulum Pembelajaran Biologi, Literasi Digtal dan Analisis Vegetasi. Aktif meneliti dalam bidang Ekologi dan Biologi Lingkungan serta Pendidikan Biologi, Aktif menulis buku, artikel. Saat menjabat sebagai Koordinator Program Studi Pendidikan biologi periode 2024-

2028. Kepala Pusat Studi Biologi Biosfer (PSB_BIOSFER) Jurusan Biologi UNG tahun 2022-sekarang. Kegiatan pengabdian pada masyarakat dalam kerjasama dengan beberapa NGO, dalam dan luar negeri pada bidang konservasi lingkungan antara lain GEF-SGP pada tahun 2023 yang disponsori oleh UNDP, YBUL dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan R.I. pada tahun 2023, aktif sebagai tenaga lapangan dalam penyusunan berbagai dokumen-dokumen daerah Provinsi Gorontalo dalam bidang Lingkungan. Email: ilyas.husain@ung.ac.id



Wiranda Hulalata

Penulis lahir di Bohabak, 22 Juli 2002. Pada tahun 2015 telah menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 1 Bohabak 4. Tahun 2018 telah menyelesaikan sekolah menengah, di SMP Negeri 1 Bolangitang Timur, Dan tahun 2021 telah menyelesaikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Bolangitang Timur, Dan saat ini penulis telah melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi program studi pendidikan biologi. Jurusan Biologi di Universitas Negeri Gorontalo. Email : wirandahulalata738@gmail.com



Darti Asriani

Penulis lahir di Buol 22 Februari 2003. Pada tahun 2015 telah menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 6 Gadung. Tahun 2018 telah menyelesaikan sekolah menengah di SMP N 5 Gadung. Dan tahun 2021 telah menyelesaikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 2 Biau. Dan saat ini penulis telah melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi program studi pendidikan biologi. Jurusan Biologi di Universitas Negeri Gorontalo. Email dartiasriani02@gmail.com



Nila Matili

Penulis lahir di Bohabak 25 September 2003 Pada tahun 2015 telah menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN Bohabak 1. Tahun 2018 telah menyelesaikan sekolah menengah SMP N I Bolangitang timur. Dan tahun 2021 telah menyelesaikan sekolah menengah atas di SMA N I Bolangitang timur. Saat ini penulis telah melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi program studi pendidikan biologi. Jurusan Biologi di Universitas Negeri Gorontalo. Email nilamatili25@gmail.com



Nur Ain Yusuf

Penulis lahir di Kabila 24 Maret 2003 Pada tahun 2015 telah menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 2 Tilongkabila. Tahun 2018 telah menyelesaikan sekolah menengah SMP N 1 Tilongkabila. Dan tahun 2021 telah menyelesaikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Kabila. Dan saat ini penulis telah melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi program studi pendidikan biologi. Jurusan Biologi di Universitas Negeri Gorontalo. Email nurainyusuf561@gmail.com



Zakaria Husain

Penulis lahir di Gorontalo 30 Juni 2002 Pada tahun 2015 telah menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 21 Telaga Biru. Tahun 2018 telah menyelesaikan sekolah menengah SMP N 3 Telaga Biru. Dan tahun 2021 telah menyelesaikan sekolah menengah atas di SMA N I Telaga Biru. Dan saat ini penulis telah melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi program studi pendidikan biologi. Jurusan Biologi di Universitas Negri Gorontalo.

Email: zakariasky566@gmail.com



Deys Sintiani Burhan

Penulis lahir di PINOGU 10 desember 2002, tahun 2014 telah menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 2 Pinogu, tahun 2017 telah menyelesaikan Sekolah menengah pertama di SMPN 1 Pinogu dan tahun 2021 menyelesaikan sekolah menengah atas di SMA N 1 Suwawa Timur. Saat ini penulis telah melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi mengambil program studi pendidikan biologi, Jurusan Biologi di Universitas Negesi Gorontalo. Email: dysbrhn02@gmail.com



CV. Tahta Media Group
Surakarta, Jawa Tengah
Web : www.tahtamedia.com
Ig : tahtamediagroup
Telp/WA : +62 896-5427-3996

