

**BIOREMEDIASI DANAU SEBAGAI UPAYA
PEMULIHAN KRISIS LINGKUNGAN**

SKRIPSI

Oleh:

**Zahratul Madilla
NPM. 1711060130**

Pembimbing 1: Suci Wulanpawhestri, M.Si

Pembimbing 2: Shinta Anisya, M.Si



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
2022 M / 1443 H**

BIOREMEDIASI DANAU SEBAGAI UPAYA PEMULIHAN KRISIS LINGKUNGAN

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas Akhir dan Memenuhi
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Biologi



Pembimbing 1: Suci Wulanpawhestri, M.Si

Pembimbing 2: Shinta Anisya, M.Si

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
2022 M / 1443 H**

ABSTRAK

Lingkungan hidup pada masa ini sedang mengalami krisis atau kerusakan. Kerusakan tanah, polusi, air, dan lainnya sedang banyak terjadi pada sudut-sudut dunia. Kontaminasi bahan pencemar yang berasal dari aktivitas industri, pertanian, peternakan ataupun kegiatan rumah tangga telah menyebabkan menurunnya kualitas air yang signifikan. Ada banyak teknik remediasi secara fisik, kimia atau biologis. Terdapat teknik remediasi menggunakan metode biologis atau disebut bioremediasi. Bioremediasi terkenal cukup murah untuk biaya operasionalnya dan juga efek samping yang disebabkan sedikit. Bioremediasi adalah pemanfaatan agen biologis yang telah diseleksi untuk tumbuh pada bahan pencemar tertentu dalam upaya menurunkan kadar pencemar tersebut. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan bioremediasi sebagai upaya pemulihan krisis lingkungan. Danau sering menjadi tempat pembuangan dari aktivitas industri, pertanian ataupun rumah tangga sehingga air danau menjadi tercemar. Bioremediasi teknik dengan pengolahan dengan tujuan penguraian polutan. Agen biologi yang biasa digunakan bioremediasi seperti alga, jamur, bakteri (mikroorganisme), dan tumbuhan. Bioremediasi merupakan teknik penggunaan agen biologis terpilih kemudian ditumbuhkan pada polutan tertentu sebagai upaya menurunkan kadar polutan tersebut.

Kata kunci: Lingkungan, Danau, Bioremediasi, Agen Biologi

ABSTRACT

The environment at this time is experiencing a crisis or damage. Damage to land, pollution, water, and others that are happening in many places of the world. Contamination of pollutants originating from industrial, agricultural, livestock or household activities has caused a significant decrease in water quality. There are many physical, chemical or biological remediation techniques. There is a remediation technique using biological methods or called bioremediation. Bioremediation is known to be quite cheap for its operational costs and also the few side effects it causes. Bioremediation is the use of selected biological agents to grow on certain pollutants in an effort to reduce the levels of these pollutants. This paper aims to determine the effectiveness of bioremediation as an effort to recover from the environmental crisis. The lake is often a dumping ground for industrial, agricultural or household activities so that the lake water becomes polluted. Bioremediation techniques with treatment with the aim of decomposition of pollutants. Biological agents commonly used in bioremediation are algae, fungi, bacteria (microorganisms), and plants. Bioremediation is a technique of using selected biological agents and then growing them on certain pollutants as an effort to reduce the levels of these pollutants.

Keywords: Environment, Lakes, Bioremediation, Biological Agents

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zahratul Madilla
NPM :1711060130
Jurusan/Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Bioremediasi Danau Sebagai Upaya Pemulihan Krisis Lingkungan**” adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebutkan daftar pustaka. Apabila dilain waktu terbukti adanya penyimpangan dari karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, Juni 2022

Penulis,

Zahratul Madilla

1711060130



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
LABORATORIUM BIOLOGI JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin, Sukarame I, Bandar Lampung 35131 Telp.(0721) 783260 Fax.780422

PERSETUJUAN

Judul : Bioremediasi Danau Sebagai Upaya Pemulihan Krisis Lingkungan
Nama : Zahratul Madilla
NPM : 1711060130
Jurusan : Pendidikan Biologi

MENYETUJUI

Telah diperiksa oleh pembimbing I dan pembimbing II, maka pembimbing I dan pembimbing II menyetujui untuk dimunaqasyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

Pembimbing I

Suci Wulanpawhestri, M.Si
NIP.

Pembimbing II

Shinta Anisya, M.Si
NIP.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP. 197505142008011009



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Let. Kol. H. Endro suratmin, Sukarume Bandar Lampung Telp. (0721) 7032d0.

PENGESAHAN SKRIPSI

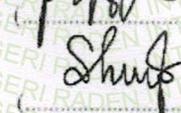
Skripsi dengan judul "Bioremediasi Danau Sebagai Upaya Pemulihan Krisis Lingkungan" disusun oleh: Zahratul Madilla, NPM. 1711060130, Jurusan: Pendidikan Biologi, telah diujikan dalam sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Rdaen Intan Lampung, pada: Hart Tanggal: Jum'at, 24 Juni 2022.

TIM MUNAQOSYAH

Ketua : Prof. Dr. H Charul Anwar, M.Pd. 

Sekretaris : Ahmad Mughofar, M.Si. 

Pembahas Utama : Dr. Yuni Saifitiningrum, M.Si. 

Pembahas Pendamping I : Suci Wulanpawhestri, M.Si. 

Pembahas Pendamping II : Sinta Anisya, M.Si. 



Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan


Dr. Hi. Nirva Diana, M.Pd.
NIP. 19640828198803 2 002

MOTTO

□ ...فَإِذَا عَزَمْتَ فَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الْمُتَوَكِّلِينَ

...Kemudian apabila kamu telah membulatkan tekad, maka bertawakallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang bertawakal kepada-Nya. (Q.S Al 'Imran: 159)



PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah swt atas segala Rahmat dan karunia-nya yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana S1. Serta tak lupa pula shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang kita harapkan Syafa'at di yaumul akhir kelak. Dengan segala rasa syukur dan kerendahan hati, kupersembahkan tugas akhir ini sebagai tanda perjuangan, cinta dan kasih sayangku kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, Ayahanda Kusnan dan Ibu Suhartati atas do'a dan dukungan yang luar biasa sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini di UIN Raden Intan Lampung.
2. Almamater Tercinta UIN Raden Intan Lampung.
3. Ibu Suci Wulan Pawhestri, M.Si. sebagai Dosen pembimbing 1 dan Ibu Shinta Anisya, M.Si sebagai Dosen pembimbing 2 yang dengan sabar membimbing penulisan modul.
4. Kaprodi beserta staf-staf Pendidikan Biologi yang telah membantu dan memotivasi dalam penulisan modul.

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Berdo'a sebelum memulai pembelajaran
2. Baca materi pada modul dengan seksama dan cermat
3. Pastikan membaca materi dengan runtutan yang sesuai agar materi mudah dipahami
4. Jangan ragu untuk membaca kembali materi apabila kurang memahaminya
5. Jawab soal latihan dengan teliti
6. Selamat belajar dan mengerjakan



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT, yang senantiasa telah memberikan rahmat dan hidayah-nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan modul pembelajaran. Modul ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung. Penyelesaian modul ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, serta bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd. selaku dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung yang telah memberikan kesempatan dalam mengikuti pendidikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan modul ini.
2. Dr. Eko Kuswanto, M.Si selaku Ketua Jurusan Program Studi Pendidikan Biologi sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan modul ini.
3. Suci Wulan Pawhestri, M.Si selaku Pembimbing 1 dan Shinta Anisya, M.Si selaku Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan arahan dalam penyelesaian penulisan modul ini. Semoga kebaikan yang telah diberikan dengan ikhlas, dicatat sebagai amal ibadah oleh Allah SWT, dan semoga modul ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya. Aamiin Yaa Robbal' Alaamiin.
4. Seluruh keluargaku, kedua orang tua, dan adik-adikku yang senantiasa memberikan dukungan.
5. Sahabat-sahabat yang ku sayangi karena Allah SWT., terimakasih telah membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini dan motivasi serta waktu untuk menemani penulis dalam menyelesaikan tulisan ini.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu-persatu oleh penulis, yang telah membantu dalam penyelesaian tulisan ini.

Semoga semua bantuan, bimbingan, dan kontribusi yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan ridho dari Allah SWT, Aamiin.

Selanjutnya penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, mengingat keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis, maka kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangatlah penulis harapkan untuk perbaikan dimasa mendatang.

Bandar Lampung, Juni 2022
Penulis,

ZAHRATUL MADILLA

NPM. 1711060130



RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Zahratul Madilla, Lahir di Kota Bandar Lampung Pada Tanggal 15 Agustus 1999, yang merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Kusnan dan Ibu Suhartati.

Penulis menempuh pendidikan yang pertama di SD Negeri 1 Labuhan Ratu dari tahun 2005 sampai 2011, Penulis melanjutkan jenjang pendidikan berikutnya di SMP Negeri 8 Bandar Lampung dari tahun 2011 sampai 2014, Penulis melanjutkan jenjang pendidikan berikutnya di SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung dari 2014 sampai 2017, kemudian penulis melanjutkan pendidikan tinggi di UIN Raden Intan Lampung dari 2017 hingga sekarang.

Pada tahun 2020 penulis mengikuti program KKN-DR UIN Raden Intan Lampung di kelurahan Labuhan Ratu, kota Bandar Lampung dan juga mengikuti program PPL UIN Raden Intan Lampung di MI Masyariqul Anwar 7 Bandar Lampung. Demikian riwayat singkat dari penulis, Terima kasih.



DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	vii
KATA PENGANTAR	viii
RIWAYAT HIDUP	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Sasaran Belajar	3
C. Tujuan Pembelajaran	4
KEGIATAN PEMBELAJARAN I	5
A. Jenis dan Karakteristik Perairan	5
B. Eutrofikasi	13
C. Media Pembelajaran	14
KEGIATAN PEMBELAJARAN II	19
A. Ilmu Kesehatan Lingkungan	19

B. Krisis Lingkungan	22
C. Kesadaran Masyarakat Atas Hukum Lingkungan.....	24
D. Bioremediasi Sebagai Salah Satu Upaya Pemulihan.....	26
BAB IV	35
LATIHAN SOAL.....	35
A. Latihan Kegiatan Pembelajaran I.....	35
B. Latihan Kegiatan Pembelajaran II	35
BAB V	37
KESIMPULAN.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	43



DAFTAR TABEL

Table 1. Klasifikasi Perairan Danau	6
Table 2. Karakteristik Hidrodinamik Ekosistem Waduk	10
Table 3. Karakteristik Hidrodinamik Ekosistem Sungai	12



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rawa di Desa Karang Anyar, Lampung Selatan	8
Gambar 2. Contoh waduk: Bendungan Sumur Putri.....	9
Gambar 3. Sungai yang mengalir	11
Gambar 4. Selokan tercemar oleh limbah rumah sekitar	13
Gambar 5. Sungai yang tercemar oleh sampah warga	19
Gambar 6. Pembuangan limbah di rawa.....	23
Gambar 7. Danau setelah dan sesudah di bioremediasi	32



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kontaminasi bahan pencemar yang berasal dari aktivitas industri, pertanian, peternakan, maupun kegiatan rumah tangga telah menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air yang signifikan pada badan air seperti sungai, danau dan waduk. Walaupun saat ini telah diberlakukan berbagai macam kebijakan dan peraturan terkait dengan pengendalian pencemaran air, diantaranya: PP No. 82 tahun 2001 dan Permen LH No. 13 Tahun 2010, namun lemahnya praktek pengawasan dan penegakan hukum menyebabkan penurunan kualitas air di badan air terus berlangsung.¹

Masa saat ini tengah dihantui oleh krisis lingkungan hidup. Deforestasi, kerusakan tanah, polusi, kepunahan spesies, lubang ozon, hujan asam, serta pemanasan global merupakan sebagian bentuk krisis lingkungan yang membayangi peradaban disaat ini. Krisis lingkungan ialah pengingat yang memperingatkan kita bahwa terdapat yang salah dengan pola hidup manusia modern. Kesadaran akan akibat peradaban modern menjadi titik berat untuk memikirkan serta mengupayakan tatanan hidup bersama yang menunjang kelestarian lingkungan.²

Lingkungan alam jauh lebih kuat daripada manusia. Dari sudut pandang evolusioner dan ekologi, manusia berasal dan bergantung pada alam. Jadi apapun yang dilakukan manusia terhadap lingkungannya pasti akan berdampak buruk bagi dirinya. Krisis lingkungan saat ini telah membuka mata kita pada kenyataan bahwa kontrol mutlak atas alam tidak mungkin.³

Untuk lingkungan yang terkontaminasi logam, ada banyak teknik remediasi, baik dengan cara fisik, kimia atau biologis. Baru-baru ini,

¹ Bambang Priadie, "Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air," *Jurnal Ilmu Lingkungan* 10, No. 1 (15 April 2012): 38, <https://doi.org/10.14710/jil.10.1.38-48>.

² Yohanes I Wayan Marianta, "Akar Krisis Lingkungan Hidup" 11, No. 2 (2011): 231.

³ Yafeth Wetipo, Jubhar Ch. Mangimbulude, Dan Ferdy S. Rondonuwu, "Potensi *Chlorella* Sp Sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat Di Air," *Universitas Kristen Satya Wacana*, 2018, 1.

banyak teknik remediasi lingkungan tercemar telah menggunakan metode biologis (bioremediasi) karena efek samping dan biaya operasi yang mereka hasilkan.⁴

Di antara hadis-hadis Nabi yang berkaitan dengan menjaga lingkungan ialah “*Apabila seorang muslim menanam sesuatu lalu hasilnya dimakan oleh burung, manusia ataupun hewan ternak, itu adalah sedekahnya.*” (HR. Muslim). “*Upayamu menyingkirkan batu, duri dan tulang dari jalan yang dilalui manusia adalah sedekah.*” (HR. Al-Baihaqi). “*Janganlah kalian buang air kecil di genangan air yang tak mengalir.*” (HR. Al-Bukhari). Ketiga hadis ini menjelaskan hal-hal yang perlu dilakukan untuk menjaga kelestarian lingkungan makhluk hidup dan alam dimulai dari hal yang sederhana seperti menanam tanaman dan membuang sampah pada tempatnya karena sekecil apapun amal yang dilakukan demi kemaslahatan bersama maka bernilai sedekah.⁵

Saat ini upaya pengendalian pencemaran air pada umumnya dilakukan untuk mencegah dan mengendalikan pencemaran air dengan memilih teknologi yang memperhatikan karakteristik air limbah dan baku mutu efluennya. Teknologi yang dipilih diharapkan dapat mengubah kualitas efluen (standar efluen) sehingga memenuhi standar kualitas badan air penerima (standar sungai), sehingga mengoptimalkan aplikasi untuk melindungi lingkungan dan memberikan toleransi bagi perkembangan industri.⁶

Bioremediasi adalah pemanfaatan agen biologis yang telah diseleksi untuk tumbuh pada bahan pencemar tertentu dalam upaya menurunkan kadar pencemar tersebut. Terkait bioremediasi, pemerintah Indonesia memiliki payung hukum melalui Kementerian Lingkungan Hidup untuk mengatur kriteria standar kegiatan bioremediasi untuk mengatasi permasalahan lingkungan akibat

⁴ Yafeth Wetipo, Jubhar Ch. Mangimbulude, Dan Ferdy S. Rondonuwu, “Potensi *Chlorella* Sp Sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat Di Air,” *Universitas Kristen Satya Wacana*, 2018, 1.

⁵ Icha Nurhaliza, “Bioremediasi Air Laut Tercemar Minyak Bumi Dengan Menggunakan Bakteri *Pseudomonas Aeruginosa* Era Revolusi Industri 4.0 Dalam Perspektif Al-Qur’an,” *Uin Raden Fatah Palembang* 1, No. 1 (T.T.): 2, <https://Pionir.Uin-Malang.Ac.Id/Assets/Uploads/Berkas/Artikel%2030.Pdf>.

⁶ Priadie, “Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air,” 39.

kegiatan pertambangan dan minyak serta bentuk pencemaran lainnya (logam berat dan pestisida), Menteri Lingkungan Hidup No. 2003 Keputusan No. 128, tentang persyaratan prosedural dan teknis dan pengelolaan (bioremediasi) limbah minyak bumi dan tanah yang terkontaminasi organisme minyak bumi, yang juga mengatur penggunaan mikroorganisme lokal untuk bioremediasi.⁷

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat menuntut dunia pendidikan untuk meningkatkan mutu pendidikan. Mutu pendidikan dapat ditingkatkan dengan mengubah cara berpikir yang mendasari pelaksanaan kurikulum. Hal ini dapat digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran. Namun, masih banyak guru/dosen yang masih belum mampu mengembangkan media pembelajaran yang efektif dan efisien, khususnya pendidikan biologi. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis artikel dari hasil penelitian sebelumnya untuk memahami media yang cocok untuk pembelajaran biologi.⁸

Berdasarkan masalah yang ada, maka penulis membuat modul dengan ringkasan yang sudah dipilih dan di ringkas dari beberapa sumber guna memudahkan pembelajaran dengan tema Bioremediasi Danau sebagai Upaya Pemulihan Krisis Lingkungan untuk Program Studi Pendidikan Biologi UIN Raden Intan Lampung.

B. Sasaran Belajar

1. Untuk Mahasiswa

Modul yang penulis buat ini diharapkan mampu membantu mahasiswa dalam menempuh perkuliahan di Program Studi Pendidikan Biologi, sehingga mahasiswa mampu mencapai tujuan pembelajaran.

2. Untuk Masyarakat

Modul yang penulis buat ini diharapkan mampu mengedukasi masyarakat agar tidak mencemari lingkungan sekitar, serta

⁷ Priadie, 39.

⁸ I Ketut Surata, I Made Sudiana, Dan I Gede Sudirgayasa, "Meta-Analisis Media Pembelajaran Pada Pembelajaran Biologi," *Journal Of Education Technology* 4, No. 1 (10 Maret 2020): 22–23, <https://doi.org/10.23887/Jet.V4i1.24079>.

membantu menyadarkan bahwasannya kita sedang mengalami keadaan krisis lingkungan.

C. Tujuan Pembelajaran

Adapun tujuan dari penyusunan modul ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jenis-jenis perairan.
2. Untuk menjelaskan cemaran yang terjadi di danau.
3. Untuk memahami ilmu kesehatan lingkungan
4. Untuk menjelaskan tentang krisis lingkungan yang terjadi.
5. Untuk mengetahui bioremediasi sebagai upaya dalam pemulihan krisis lingkungan yang terjadi.



BAB II

KEGIATAN PEMBELAJARAN I

A. Jenis dan Karakteristik Perairan

Terdapat 2 jenis perairan di dunia, yakni perairan menggenang dan perairan mengalir. Perairan menggenang biasa dikenal dengan sebutan perairan lentik, sedangkan perairan mengalir biasa disebut dengan perairan lotik. Contoh dari perairan lentik yaitu danau, waduk, rawa, dan telaga. Untuk contoh perairan lotik antara lain sungai dan selokan.

Perairan menggenang dibedakan lagi menjadi perairan alami dan juga buatan. Perairan buatan yang dimaksud seperti waduk yang dibuat oleh tangan manusia untuk memenuhi pengairan suatu daerah atau alat pembangkit. Sedangkan perairan alami dibagi lagi berdasarkan proses pembentukannya yaitu akibat aktivitas tektonik dan akibat aktivitas vulkanik.

1. Danau

Danau adalah wilayah perairan yang terendam sepanjang tahun dan terbentuk secara alami. Danau adalah kolam yang agak kompleks, terpisah dari laut, di area terbuka yang relatif dalam. Danau adalah wilayah perairan yang lentik secara alami yang terdiri dari danau vulkanik, danau yang terbentuk dari letusan gunung berapi, dan danau tektonik yaitu danau yang terbentuk oleh peristiwa tektonik seperti gempa bumi.⁹

Danau ini dalam dan jernih, dengan pemupukan yang relatif lambat, produktivitas primer yang rendah, dan keanekaragaman hayati yang rendah pada tahap awal perkembangannya. Pada awal pembentukan danau vulkanik, suhu airnya tinggi, kandungan belerangnya kaya, dan bahan organikanya buruk. Hanya *cyanobacteria* dan organisme lain dengan kemampuan beradaptasi khusus yang menjadi organisme pionir di sini. Sedikit berbeda dengan danau vulkanik, pada awal perkembangannya, danau tektonik memiliki suhu air yang rendah, air yang jernih, dan kandungan bahan organik yang relatif lengkap, yang dapat

⁹ Harlina, "Limnologi (Kajian Menyeluruh Mengenai Perairan Darat)," *Gunawan Lestari*, 2021, 23.

menghuni berbagai jenis organisme, meskipun spesies dan kepadatannya masih sangat besar. Hal ini terbatas karena tingkat pembuahan yang relatif lambat.¹⁰

Proses pembentukan danau terjadi akibat adanya suatu proses yang disebabkan oleh faktor sebagai berikut:

- a. Oleh adanya pengaruh sungai es (glasial). Suatu daerah tertutup sejak zaman purba telah kaya dengan sungai es yang akhirnya membentuk danau glistler. Proses terbentuknya danau glistler:
 - 1) Terangkatnya dasar (lapisan) suatu perairan
 - 2) Dengan melalui endapan es (dari reruntuhan es) yang mencair dan membentuk kolom air yang tertutup
 - 3) Tertumpuknya lapisan es pada suatu tempat yang disebabkan terhalang oleh gunung sehingga membentuk gundukan es di bawah lembah glistler
 - 4) Oleh pencairan massa es yang sangat besar yang bertumpuk di suatu lembah
- b. Terdorongnya lapisan tanah sehingga merintang salah satu sisi lembah dan membentuk suatu kolom air.
- c. Larutnya dasar batuan yang menyebabkan tenggelamnya permukaan tanah seperti terjadinya pencucian batu kapur.
- d. Bergesernya lapisan kerak bumi.
- e. Akibat kawah gunung api yang sudah tidak aktif.
- f. Berbagai macam aktivitas sungai seperti berubahnya saluran yang menimbulkan oxbow, yaitu terhalangnya mulut anak sungai yang mengalir di daerah tersebut.¹¹

Klasifikasi perairan danau ditunjukkan pada Tabel 1

Table 1. Klasifikasi Perairan Danau¹²

No	Sifat	Oligotrophic	Eurotropic	Histophic
1	Kedalaman Suhu	Sangat dalam Dingin	Relatif dangkal yang dingin	lebih dangkal

¹⁰ Harlina, 25.

¹¹ Harlina, 25–26.

¹² Harlina, 27.

	Ratio Hypolimnion/Epilimnion	Sangat besar	sedikit	berubah-ubah tidak tentu
2	BO terlarut	Rendah	Tinggi	Sangat Tinggi
3	Elektrolit Hara Ca, N, P Humus Transparansi cahaya	Rendah Rendah Rendah Tinggi	Relatif Tinggi Tinggi Tinggi Sedang	Rendah Rendah Sangat Tinggi Sedang
4	Oksigen terlarut	Tinggi sepanjang tahun	rendah s/d tidak ada di hypolimnion	rendah s/d tidak ada pada bagian terdalam
5	Tann tingkat tinggi pada daerah litoral	Jarang	Banyak	Jarang
6	Plankton • Jumlah • Blooming • Yang dominan	• Rendah • Jarang • Chlorophyceae	• Banyak • Sering • Mycophyceae (Cyanophyceae dan Diatom)	• rendah • Jarang • Tidak tentu
7	Binatang profundal	Banyak	Sedikit	Sedikit/ Tidak ada
8	Ikan penghuni dasar	Banyak	Tidak ada	Tidak ada
9	Perubahan perairan	Eutrophic	Histrophic	Rawa-rawa/ payau

10	Contoh	Danau Tempe	Waduk Jatiluhur Waduk saguling	Danau rawa pening
----	--------	-------------	-----------------------------------	-------------------------

Danau ini dicirikan oleh aliran yang sangat lambat sekitar 0,001-0,01 m/s, dan terkadang tidak mengalir sama sekali. Karena itu, waktu tinggalnya (residence time) bisa sangat lama. Arus di danau bisa bergerak ke segala arah. Air danau sering memiliki stratifikasi vertikal suhu dan kualitas air lainnya, tergantung pada kedalaman dan musim.¹³

2. Rawa

Rawa terdapat di hampir semua ekosistem kecuali ekosistem gurun. Istilah rawa lebih umum digunakan di Indonesia untuk menggantikan istilah lahan basah, meskipun tidak semua lahan basah dapat diklasifikasikan sebagai lahan yang rentan. Menurut Konvensi Ramsar, rawa adalah kawasan paya, rawa gambut atau air di mana terdapat air yang statis atau mengalir, tawar, payau atau asin, alami atau buatan, permanen atau sementara, termasuk air laut, tidak melebihi 6 meter.¹⁴



Gambar 1. Rawa di Desa Karang Anyar, Lampung Selatan¹⁵

Lahan rawa memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, sehingga perlindungan rawa merupakan salah satu kegiatan yang sangat dibutuhkan di dunia. Dalam kondisi alami, rawa menjadi habitat ikan dan ditumbuhi berbagai tanaman air, baik

¹³ Harlina, 27–28.

¹⁴ Harlina, 35.

¹⁵ “Dokumen Pribadi,” T.T.

rerumputan, perdu, kayu, maupun hutan. Menurut Ponnampuruma Lahan rawa memiliki karakteristik yang unik, yang dapat dikenali dengan adanya atau kondisi : (a) terbatas molekul oksigen, (b) penurunan senyawa penerima elektron dan terakumulasinya senyawa-senyawa tereduksi, (c) teroksidasi nya lapisan atas tanah yang tergenang, (d) terjadinya pertukaran senyawa air, (e) terjadinya akumulasi bahan organik, dan (f) adanya tumbuhan air.¹⁶

3. Waduk

Waduk adalah suatu kawasan yang terendam oleh suatu badan air sepanjang tahun, dibentuk atau dibangun oleh rekayasa manusia, sehingga suatu waduk digolongkan sebagai kawasan perairan buatan. Waduk dapat dibangun di dataran tinggi atau dataran rendah, dan waduk yang dibangun di dataran tinggi atau hulu sungai sebagian besar berbentuk jari, sempit dan curam. Di sisi lain, waduk yang dibangun di dataran rendah atau di hilir sungai, cenderung bulat, lebih luas, dengan badan air yang lebih dangkal. Waduk menempati ruang yang lebih kecil bila dibandingkan dengan lautan maupun daratan, namun demikian ekosistem perairan darat ini memiliki peranan yang sangat penting. Karakteristik hidrodinamik ekosistem Waduk disajikan pada tabel 2.¹⁷



Gambar 2. Contoh waduk: Bendungan Sumur Putri¹⁸

¹⁶ Harlina, "Limnologi (Kajian Menyeluruh Mengenai Perairan Darat)," 37.

¹⁷ Harlina, 40.

¹⁸ "Dokumen Pribadi."

Table 2. Karakteristik Hidrodinamik Ekosistem Waduk¹⁹

No	Karakteristik Hidrodinamik Ekosistem Waduk
1	Fluktuasi level airnya besar, tidak beraturan
2	Aliran air masuk, terdapat <i>run off</i> memasuki waduk melalui anak-anak sungai dengan aliran tinggi, penetrasi melalui strata berstratifikasi bersifat kompleks (<i>over inter</i> dan <i>underflow</i>) Sering berlangsung melewati lembah sungai tua.
3	Aliran Air keluar; Sangat tidak beraturan sesuai penggunaan air melalui lapisan lapisan permukaan atau hipolimnion
4	Laju aliran (<i>flushing rate</i>); singkat, bervariasi (beberapa hingga minggu). meningkat sesuai aliran keluar permukaan, gangguan stratifikasi Sesuai aliran keluar pada Zone hipolimnion model tiga dimensi

Waduk memiliki ciri yang berbeda dengan badan air yang lain. Waduk menerima masukan air secara terus menerus dari sungai yang mengalirinya. Air sungai ini memiliki bahan organik serta anorganik yang bisa menyuburkan perairan waduk. Pada mula terbentuknya inundasi (*pengisian air*), berlangsung dekomposisi bahan organik berlebihan yang berasal dari perlakuan saat sebelum terjalin inundasi. Dengan demikian, seluruh perairan waduk hendak mengalami eutrofikasi setelah 1–2 tahun inundasi sebab sebagai hasil dekomposisi bahan organik. Eutrofikasi akan menimbulkan meningkatnya produksi ikan sebagai kelanjutan dari trofik tingkat organik dalam suatu ekosistem.²⁰

4. Sungai

Aliran adalah tempat dan penampung serta jaringan aliran air dari mata air ke muara yang dibatasi oleh ambang (UU No. 35 Tahun 1991). Aliran sungai dari hulu dalam keadaan landai curam menjadi agak curam, agak miring, dan agak datar. Arus cukup cepat di wilayah hulu dan bergerak semakin lambat di wilayah

¹⁹ Harlina, "Limnologi (Kajian Menyeluruh Mengenai Perairan Darat)," 41.

²⁰ Harlina, 41.

hilir. Sungai adalah tempat berkumpulnya air dalam lingkungan sekitar yang mengalir ke tempat yang lebih rendah. Daerah di sekitar sungai yang menyediakan air ke jalur air dikenal sebagai daerah tangkapan air atau zona penyangga. Keadaan pasokan air dari zona penyangga dipengaruhi oleh aktivitas dan perilaku penghuninya. Sungai sebagai mata air merupakan aset sumber daya alam yang memiliki fungsi fleksibel untuk kehidupan dan pekerjaan manusia.²¹



Gambar 3. Sungai yang mengalir²²

Menurut Masduki dkk., ada dua fungsi utama sungai alami, yaitu mengalirkan air dan mengangkat sedimen dari erosi pada cekungan dan alirannya (self-purification). Kedua fungsi ini terjadi secara bersamaan dan saling mempengaruhi. Sungai termasuk perairan yang mengalir, titik pergerakan air seperti aliran terus menerus yang hanya ditemukan di habitat seperti sungai. Faktor-faktor yang menentukan arah dan kecepatan pergerakan air yaitu: (a) bentuk dasar Sungai, (b) lebar dan kedalaman Sungai (kasar/halus), (c) dan kemiringan dasar sungai. Fathan maksimum arus air terjadi di bagian pinggir saluran (sungai).²³

Tabel dibawah ini menjelaskan karakteristik hidrodinamik ekosistem dari sungai dengan beberapa kriterianya:

²¹ Harlina, 46.

²² "Dokumen Pribadi."

²³ Harlina, "Limnologi (Kajian Menyeluruh Mengenai Perairan Darat)," 47-48.

Table 3. Karakteristik Hidrodinamik Ekosistem Sungai²⁴

No	Karakteristik hidrodinamik ekosistem sungai
1	Fluktuasi level air; cepat besar, tidak beraturan, banjir
2	Aliran air masuk; Run off di atas tanah dan air tanah, sangat tidak beraturan dan musiman, aliran mata air kecil- besar
3	Aliran air keluar; sangat tidak beraturan sesuai frekuensi aliran masuk dan kejadian hujan
4	Laju aliran (flushing rate); cepat, gabungan dari berbagai arah horizontal

Kondisi (kecepatan dan arah) aliran air di sungai sangat mempengaruhi bentuk kehidupan organisme akuatik di sungai. Selain pengaruhnya terhadap bentuk kehidupan organisme akuatik, aliran sungai juga tidak dapat dipisahkan oleh erosi, pengendapan, dan pengangkutan unsur hara dan zat terlarut lainnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju erosi adalah jumlah air, laju pergerakan air (aliran) dan kondisi saluran. Proses erosi pada umumnya adalah pengikisan lapisan tanah dengan titik aliran air, selain itu kondisi tanah di sekitar aliran sungai seperti tanah gundul akibat pengolahan pertanian menyebabkan semakin banyak tanah yang tersapu. Sebagai bagian dari proses ini, sungai adalah pemasok dan pembawa lumpur, padatan tersuspensi, dan nutrisi ke laut atau danau.²⁵

5. Selokan

Sistem saluran pembuangan adalah pipa yang menyalurkan air limbah dan/atau air hujan ke suatu tempat sehingga tidak menjadi masalah bagi lingkungan dan kesehatan. Parit biasanya terletak di sisi jalan, dimaksudkan untuk mengalirkan kelebihan air hujan dan air permukaan dari jalan, tempat parkir, trotoar dan atap. Ukuran parit dihitung berdasarkan curah hujan, debit yang lebih

²⁴ Harlina, 48.

²⁵ Harlina, 48.

tinggi atau limpasan air tanah (terutama di daerah pegunungan), atau waduk drainase untuk keperluan irigasi. Jika terlalu kecil dapat menyebabkan air dari selokan meluap ke selokan, bahkan dapat menyebabkan banjir. Agar air mengalir dengan lancar dari selokan, perlu dilakukan perawatan saluran pembuangan secara teratur untuk menghilangkan aliran air dari sampah.²⁶



Gambar 4. Selokan tercemar oleh limbah rumah sekitar²⁷

B. Eutrofikasi

Eutrofikasi adalah proses pengayaan air dengan unsur hara dan bahan organik dalam badan air. Perairan menjadi kaya akan nutrisi terutama nitrogen dan fosfor. Eutrofikasi cenderung terjadi di perairan yang tergenang. Peningkatan unsur hara di dalam air, selain dapat menyebabkan ledakan spesies fitoplankton, juga dapat memicu munculnya berbagai fitoplankton yang bersifat racun bagi organisme perairan.²⁸

²⁶ Harlina, 54.

²⁷ "Dokumen Pribadi."

²⁸ Harlina, "Limnologi (Kajian Menyeluruh Mengenai Perairan Darat)," 189.

Berbagai aktivitas masyarakat seperti permukiman, pertanian kering dan basah, aktivitas budidaya di luar maupun di dalam danau, merupakan sumber pencemar bagi danau. Ada beberapa jenis bahan pencemar dapat mencemari air danau diantaranya sedimen, limbah anorganik, limbah organik, residu pestisida dan lain-lain. Keberadaan bahan pencemar tersebut menyebabkan menurunnya manfaat serta fungsi danau. Sehingga diperlukannya pemulihan dari pencemaran lingkungan danau tersebut.²⁹

Eutrofikasi sering dianggap sebagai kondisi air yang tidak diinginkan karena efeknya dapat secara signifikan mengganggu manfaat badan air bagi manusia. Oleh karena itu, eutrofikasi juga dianggap sebagai pencemaran lingkungan. Pada dasarnya tidak ada perbedaan antara eutrofikasi di daerah subtropis dan tropis. Kalau perbedaannya, lebih banyak dalam besaran atau waktu daripada substansi. Perairan danau eutrofikasi merupakan perairan dengan produktivitas dan biomassa yang tinggi, dan sering terjadi blooming alga.³⁰

C. Media Pembelajaran

Pendidikan adalah proses yang membantu orang mempelajari informasi baru.³¹ Pendidikan adalah cara terbaik untuk meningkatkan kesadaran tentang multikulturalisme.³² Belajar adalah suatu proses dimana kemampuan siswa untuk berperilaku dengan cara yang baru berubah sebagai akibat dari interaksi stimulus dan respon lingkungan yang mereka terima.³³

Proses pembelajaran yang efektif, menyenangkan, menarik, dan bermakna bagi siswa dipengaruhi oleh berbagai unsur antara lain guru

²⁹ I Made Sumarya, Ni Ketut Ayu Juliasih, Dan I Putu Sudiartawan, "Sumber Pencemar Kualitas Dan Tingkat Pencemaran Air Danau Buyan Di Kecamatan Sukasada Kabupaten Buleleng Bali," *Ecotrophic : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal Of Environmental Science)*, 14, No. 2 (24 Desember 2020): 163-64. <https://doi.org/10.24843/Ejes.2020.V14.I02.P07>.

³⁰ Harlina, "Limnologi (Kajian Menyeluruh Mengenai Perairan Darat)," 33.

³¹ Dr. Chairul Anwar, M.Pd, *Buku Terlengkap Teori-Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer* (Yogyakarta: Ircisod, 2017), 13.

³² Dr. Chairul Anwar, M.Pd, *Multikulturalisme, Globalisasi, Dan Tantangan Pendidikan Abad Ke-21* (Yogyakarta: Diva Press, T.T.), 21.

³³ Dr. Chairul Anwar, M.Pd, *Buku Terlengkap Teori-Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer* (Yogyakarta: Ircisod, 2017), 18.

yang memahami secara utuh hakikat sifat, dan karakteristik siswa, metode pembelajaran yang berpusat pada kegiatan siswa, sarana belajar siswa yang memadai, tersedia suku sumber belajar dan media yang menarik dan mendorong Siswa untuk belajar, dan lain-lain. Secara khusus, Tersedianya berbagai sumber belajar akan mendukung terhadap penciptaan kondisi belajar siswa yang menarik dan menyenangkan. Salah satu sumber belajar tersebut adalah media pembelajaran.³⁴

Kata media berasal dari kata latin, merupakan bentuk jamak dari kata medium titik secara harfiah kata tersebut mempunyai arti perantara atau pengantar.³⁵ Akan tetapi sekarang kata tersebut digunakan, baik untuk bentuk jamak maupun tunggal. Menurut heinich 1993 media merupakan alat saluran komunikasi. Media pembelajaran selalu terdiri atas dua unsur penting yaitu unsur peralatan atau perangkat keras (hardware) dan unsur pesan yang dibawanya (message atau software). Dari banyaknya pendapat tentang makna dari kata media dapat disimpulkan bahwa (a) media pembelajaran merupakan wadah dari pesan, (b) materi yang ingin disampaikan adalah pesan pembelajaran, (c) Tujuan yang ingin dicapai ialah proses pembelajaran. Selanjutnya penggunaan media secara kreatif akan memperbesar kemungkinan bagi siswa untuk belajar lebih banyak, mencamkan apa yang dipelajarinya lebih baik, meningkatkan penampilan dalam melakukan keterampilan sesuai dengan yang menjadi tujuan pembelajaran.³⁶

Secara umum media mempunyai kegunaan diantaranya yaitu:

1. Memperjelas pesan agar tidak terlalu verbalistis
2. Mengatur keterbatasan ruang, waktu tenaga dan daya Indra.

³⁴ Cepy Riyana, *Media Pembelajaran* (Jakarta Pusat: Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Kementerian Agama Ri, 2012), 3, https://www.google.co.id/books/edition/Media_Pembelajaran/Ku0_Dwaaqbaj?hl=Id&gbpv=1&dq=Media+Pembelajaran&printsec=frontcover.

³⁵ Surata, Suidiana, Dan Sudirgayasa, "Meta-Analisis Media Pembelajaran Pada Pembelajaran Biologi," 23.

³⁶ Riyana, *Media Pembelajaran*, 9–11.

3. Menimbulkan gairah belajar, interaksi lebih langsung antara murid dengan sumber belajar.
4. Memungkinkan anak belajar mandiri sesuai dengan bakat dan kemampuan visual, auditori dan kinestetiknya.
5. Memberi rangsangan yang sama, mempersamakan pengalaman dan menimbulkan persepsi yang sama.³⁷

Fungsi media pembelajaran dapat ditekankan dalam beberapa hal berikut ini:

1. Penggunaan media pembelajaran bukan merupakan fungsi tambahan, tetapi memiliki fungsi tersendiri sebagai sarana bantu untuk mewujudkan situasi pembelajaran yang lebih efektif.
2. Media pembelajaran merupakan bagian integral dari keseluruhan proses pembelajaran. Hal ini mengandung pengertian bahwa media pembelajaran sebagai salah satu komponen yang tidak berdiri sendiri tetapi saling berhubungan dengan komponen lainnya dalam rangka menciptakan situasi belajar yang diharapkan.
3. Media pembelajaran Dalam penggunaannya harus relevan dengan kompetensi yang ingin dicapai dan isi pembelajaran itu sendiri. Fungsi Ini mengandung makna bahwa penggunaan media dalam pembelajaran harus selalu melihat kepada kompetensi dan bahan ajar.
4. Media pembelajaran bukan berfungsi sebagai alat hiburan dengan demikian tidak diperkenankan menggunakannya hanya sekedar untuk permainan atau memancing perhatian siswa semata.
5. Media pembelajaran bisa berfungsi untuk mempercepat proses belajar. Fungsi Ini mengandung arti bahwa dengan media pembelajaran siswa dapat menangkap tujuan dan bahan ajar lebih mudah dan lebih cepat.
6. Media pembelajaran berfungsi untuk meningkatkan kualitas proses belajar mengajar. Pada umumnya hasil belajar siswa dengan menggunakan media pembelajaran akan tahan lama mengendap sehingga kualitas pembelajaran mereka memiliki nilai yang tinggi

³⁷ Riyana, 13.

7. Media pembelajaran meletakkan dasar-dasar konkret untuk berpikir, oleh karena itu dapat mengurangi terjadinya penyakit verbalisme.³⁸



³⁸ Riyana, 14.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, M.Pd, Dr. Chairul. *Buku Terlengkap Teori-Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer*. Yogyakarta: IRCiSoD, 2017.
- . *Hakikat Manusia dalam Pendidikan: Sebuah Tinjauan Filosofi*. Yogyakarta: SUKA-Press, t.t.
- . *Multikulturalisme, Globalisasi, dan Tantangan Pendidikan Abad Ke-21*. Yogyakarta: DIVA Press, t.t.
- Atlas, Ronald M, dan Richard Bartha. *Microbial Ecology Fundamentals And Applications*. Ketiga. Benjamin/Cummings Publishing Co, 1992.
- Budiyanto, Mochamad Agus Krisno. “Bioremediasi Lingkungan Berpolutan,” t.t.
<https://aguskrisnoblog.wordpress.com/2011/01/11/bioremediasi-lingkungan-berpolutan/>.
- “Dokumen Pribadi,” t.t.
- Ethica, Stalis Norma. *Buku Referensi Bioremediasi Limbah Biomedik Cair*. Yogyakarta: Deepublish Publisher, 2020.
- Fidiastuti, Hasminar Rachman, Anis Samrotul Lathifah, Mohamad Amin, Yudhi Utomo, dan Chandra Adi Prabowo. *BIOREMEDIASI LIMBAH INDUSTRI*. Malang: Penerbit Forind, 2019.
- Handayanto, Eko, Yulia Nuraini, Nurul Muddarisna, Netty Syam, dan Amrullah Fiqri. *Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah*. Malang: UB Press, 2017.
https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=VQJODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=fitoremediasi&ots=-YAHr9Yke2&sig=2Jhh65gAn2ZK7EzTmWwkAsoeZfE&redir_esc=y#v=onepage&q=fitoremediasi&f=false.
- Harlina. “LIMNOLOGI (Kajian Menyeluruh Mengenai Perairan Darat).” *Gunawan Lestari*, 2021, 223.
- Hidayati, Nurul. “Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator.” *HAYATI Journal of Biosciences* 12, no. 1 (Maret 2005): 35–40. [https://doi.org/10.1016/S1978-3019\(16\)30321-7](https://doi.org/10.1016/S1978-3019(16)30321-7).
- Hudha, Atok Miftachul, Husamah, dan Abdulkadir Rahardjanto. *Etika Lingkungan (Teori dan Praktik Pembelajaran)*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang, 2019.
https://www.google.co.id/books/edition/ETIKA_LINGKUNG

- AN_Teori_dan_Praktik_Pembe/87LpDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=krisis+lingkungan&printsec=frontcover.
- JNS. “KLHK Jabarkan Capaian Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan 2021,” t.t.
- Jurusan Teknologi Industri Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya, Saundra Rosallina Lutfi, Wignyanto Wignyanto, Evi Kurniati, dan Jurusan Keteknikan Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya. “BIOREMEDIASI MERKURI MENGGUNAKAN BAKTERI INDIGENOUS DARI LIMBAH PENAMBANGAN EMAS DI TUMPANG PITU, BANYUWANGI.” *Jurnal Teknologi Pertanian* 19, no. 1 (1 April 2018): 15–24. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2018.019.01.2>.
- Marianta, Yohanes I Wayan. “AKAR KRISIS LINGKUNGAN HIDUP” 11, no. 2 (2011): 23.
- Marzuki, Ismail, dan Sattar Yunus. “APLIKASI MIKROSIMBIONS SPONS LAUT SEBAGAI MATERIAL DALAM METODE BIOREMEDIASI TOKSISITAS LOGAM BERAT,” 2019, 6.
- Melati, Irma. “TEKNIK BIOREMEDIASI: KEUNTUNGAN, KETERBATASAN DAN PROSPEK RISET,” t.t., 15.
- Mukhlis. *Buku Ajar Hukum Lingkungan*. Surabaya: copindo Media Pustaka, 2019. https://www.google.co.id/books/edition/BUKU_AJAR_HUKUM_LINGKUNGAN/NF_UDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&q=kerusakan+lingkungan&printsec=frontcover.
- Nurhaliza, Icha. “Bioremediasi Air Laut Tercemar Minyak Bumi dengan Menggunakan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Era Revolusi Industri 4.0 dalam Perspektif Al-Qur’an.” *UIN Raden Fatah Palembang* 1, no. 1 (t.t.). <https://pionir.uin-malang.ac.id/assets/uploads/berkas/ARTIKEL%2030.pdf>.
- Priadie, Bambang. “TEKNIK BIOREMEDIASI SEBAGAI ALTERNATIF DALAM UPAYA PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR.” *Jurnal Ilmu Lingkungan* 10, no. 1 (15 April 2012): 38. <https://doi.org/10.14710/jil.10.1.38-48>.
- Riyana, Cepy. *Media Pembelajaran*. Jakarta Pusat: Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Kementerian Agama RI, 2012. https://www.google.co.id/books/edition/MEDIA_PEMBELAJARAN/ku0_DwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=Media+Pembelajaran&printsec=frontcover.
- Sabrina, Anisa Nurul, dan Stalis Norma Ethica. “Potensi Bakteri Indigen Penghasil Enzim Protease dan Lipase sebagai Agen

- Bioremediasi Limbah Biomedis Puskesmas Tlogosari Kulon”
1 (2018): 7.
- Siombo, Marhaeni Ria. *Hukum Lingkungan dan Pelaksanaan Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2012.
https://www.google.co.id/books/edition/Hukum_Lingkungan/VmNUdWAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=upaya+pemulihan+krisis+lingkungan&printsec=frontcover.
- Sumantri, S.K.M, Prof. Dr. H. Arif. *Kesehatan Lingkungan (Edisi Keempat)*. Depok: Kencana, 2017.
https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=cvOldwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=ilmu+kesehatan+lingkungan&ots=EC-hzYrTH0&sig=0InkWoLXL3xqDTw7wNu1h00eCsI&redir_esc=y#v=onepage&q=ilmu%20kesehatan%20lingkungan&f=false.
- Sumarya, I Made, Ni Ketut Ayu Juliasih, dan I Putu Sudiartawan. “SUMBER PENCEMAR KUALITAS DAN TINGKAT PENCEMARAN AIR DANAU BUYAN DI KECAMATAN SUKASADA KABUPATEN BULELENG BALI.” *ECOTROPHIC : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)* 14, no. 2 (24 Desember 2020): 165.
<https://doi.org/10.24843/EJES.2020.v14.i02.p07>.
- Surata, I Ketut, I Made Sudiana, dan I Gede Sudirgayasa. “META-ANALISIS MEDIA PEMBELAJARAN PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI.” *Journal of Education Technology* 4, no. 1 (10 Maret 2020): 22.
<https://doi.org/10.23887/jet.v4i1.24079>.
- Waluyo, Drs., M.Kes, Dr. Lud. *Bioremediasi Limbah*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang, 2018.
https://www.google.co.id/books/edition/BIOREMEDIASI_LIMBAH/mgZ-DwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=bioremediasi+danau&pg=PA221&printsec=frontcover.
- Wetipo, Yafeth, Jubhar Ch. Mangimbulude, dan Ferdy S. Rondonuwu. “POTENSI *Chlorella Sp* SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM BERAT DI AIR.” *Universitas Kristen Satya Wacana*, 2018.