



SIKLUS NITROGEN DALAM PERAIRAN

FISIKA KIMIA PERAIRAN

FPIK-UNMUL 2022

Dr. Adi Susanto, S.Pi., M.Si

RUANG LINGKUP

01

Pengertian

Siklus Nitrogen dalam perairan yang mempengaruhi kondisi kualitas air

02

Bentuk dan Sumber

Bentuk stabil dan sumber penghasil nitrogen

03

Transfer dan Fiksasi Nitrogen

Transfer senyawa Nitrogen dan Proses pengikatan Nitrogen dari Biosper.

04

Pembusukan

Proses pemanfaatan bahan organik yang berasal dari nitrogen oleh bakteri

05

Nitrifikasi

Proses perubahan senyawa nitrogen dari ammonia, nitrit dan nitrat

06

Denitrifikasi

Proses perubahan nitrat menjadi nitrogen

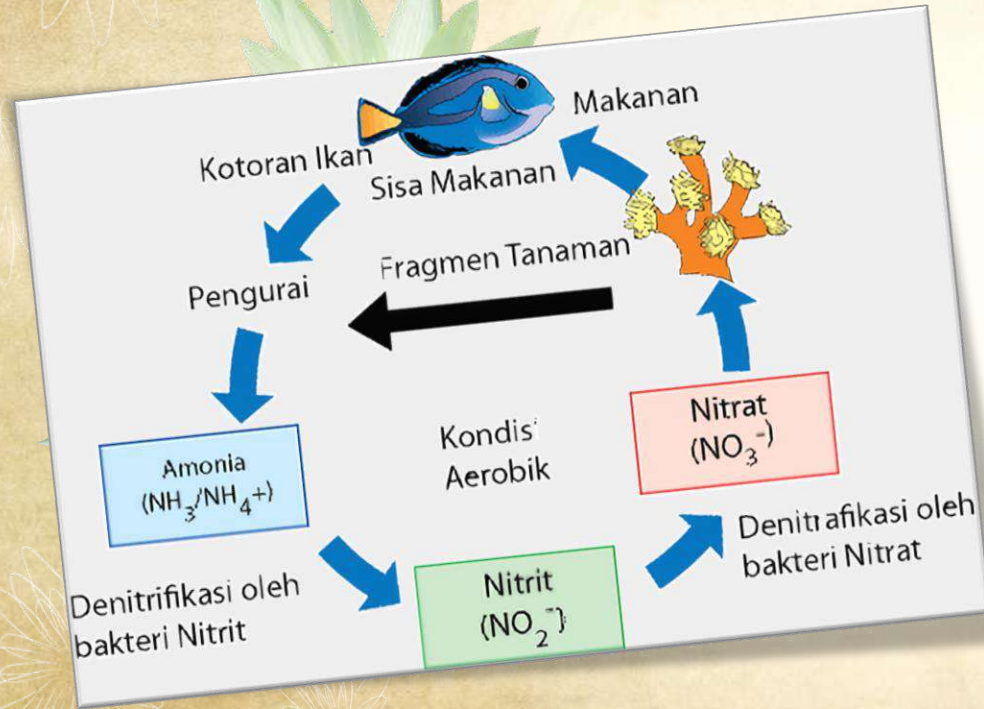


SIKLUS NITROGEN

DALAM PERAIRAN

SIKLUS NITROGEN

Di dalam Perairan



Unsur nitrogen bersifat "inert", artinya tidak mudah digunakan begitu saja secara langsung oleh kebanyakan hewan maupun tumbuhan. Sehingga nitrogen mempunyai aktivitas biologis yang sangat kecil.

Gas ini memasuki semua tubuh organisme, tetapi umumnya keluar lagi tanpa berperan penting dalam proses hidup organisme tersebut.

Nitrogen baru dapat dipergunakan sebagai penyusun elemen-elemen tubuh organisme apabila sudah dalam keadaan terikat.

THE NITROGEN CYCLE

NEXTDAY.com

AMMONIA - NH_3

Produced from fish waste and other organic matter.

Lethal to your fish.

NITRITE - NO_2^-

$\text{NH}_3 + \text{aerobic bacteria (nitrosomonas)} + \text{O}_2 = \text{NITRITE (NO}_2^-)$

Not quite the koi killer that ammonia is, nitrite concentrations over 0.25ppm can still result in fish death.

NITRATE - NO_3^-

$\text{NO}_2^- + \text{aerobic bacteria (nitrobacter)} + \text{O}_2 = \text{NITRATE (NO}_3^-)$


Nitrates, like nitrites, are not as harmful as free ammonia, but concentrations of 120ppm can result in fish death.

WATER CHANGES

// CAUTION! //

Clear water does not mean clean water. Crystal clear water can still have lethal amounts of harmful ammonia or nitrite.

CHECK YOUR LEVELS!



Aquatic plants will use NO_3^- for their own biofunctions. Dead plants will enter back into the cycle as NH_3 .

Udara merupakan cadangan nitrogen utama dalam siklus nitrogen. Dalam udara kadarnya sekitar 78% dan sumber lainnya berada di kulit bumi dan perairan. Nitrogen bukan hanya dihasilkan dari atmosfer saja, namun juga dihasilkan dari kegiatan gunung merapi. Pada tumbuhan dan hewan, senyawa nitrogen ditemukan sebagai penyusun protein dan klorofil. Dalam ekosistem terdapat suatu daur antara organisme dan lingkungan fisiknya

SUMBER NITROGEN

Sumber utama nitrogen (N_2) adalah udara, sedangkan organisme hidup memperoleh nitrogen dalam bentuk garam nitrat kemudian diasimilasikan pada sitoplasma dalam bentuk protein sebagai cadangan pangan (Odum, 1993). Menurut Turk (1985) dan Killham (1996) bahwa di alam ini terdapat tiga gudang nitrogen yaitu **udara**, senyawa **anorganik (misalnya nitrat, nitrit, dan amoniak)**, dan **senyawa anorganik adalah gas N_2 di udara**.



Jaringan Hewan

Kandungan protein hewan yang mati.



Jaringan Tumbuhan

Pembusukan jaringan tanaman.



Kotoran zat metabolit

Feses dan Urine.



Sisa Pakan

Pellet yang tidak termakan.

Nitrogen organik berasal dari jaringan organisme yang sudah mati, kotoran zat sisa, dan sisa pakan yang ditransformasi menjadi ammonia melalui proses dekomposisi/ mineralisasi oleh bakteri pengurai proteolitik

NITROGEN

Atomic number: 7
Atomic weight: 14.007
Per shell: 2, 5



Ammonia

NH_3 Hasil Proses Dekomposisi



Nitrit

NO_2^- -N Proses Nitrifikasi yang belum optimal



Nitrogen Diatomik

N_2 Bentuk Nitrogen Bebas di Udara

Bentuk Nitrogen



Amina

NH_2 Berhubungan dengan Gugus dalam senyawa protein



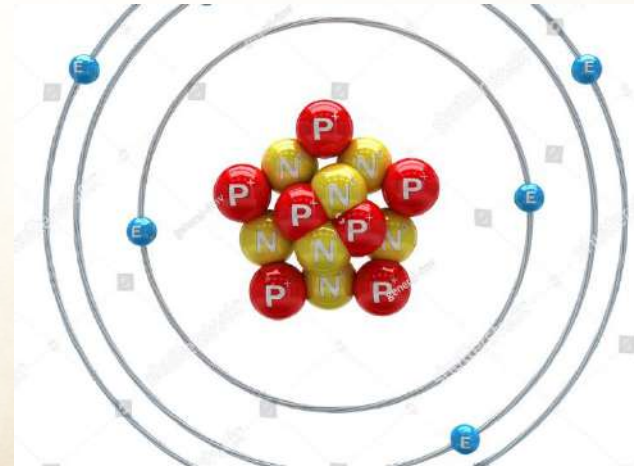
Ammonium

NH_4^+ ion yang umum ditemukan dalam perairan



Nitrat

NO_3^- -N Bentuk aman dalam perairan dan sebagai indicator kesuburan perairan



Transfer dan Fiksasi Nitrogen

Dalam perairan



Transfer Nitrogen

Memproduksi nutrient bagi organisme perairan.



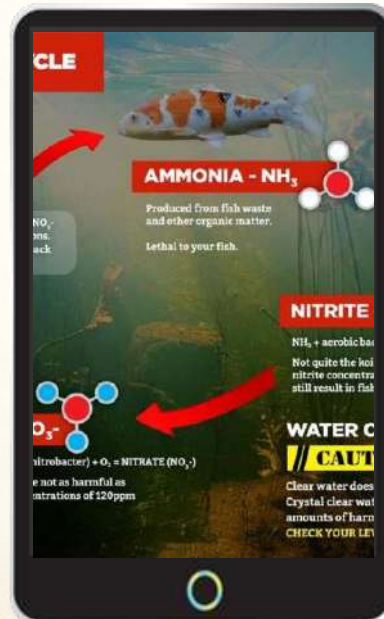
Fiksasi Nitrogen

Pengikatan nitrogen dari alam yang masuk ke ekosistem (halilintar)



Fiksasi Nitrogen

Fiksasi nitrogen ini diperkirakan sekitar 5-8% dari keseluruhannya..

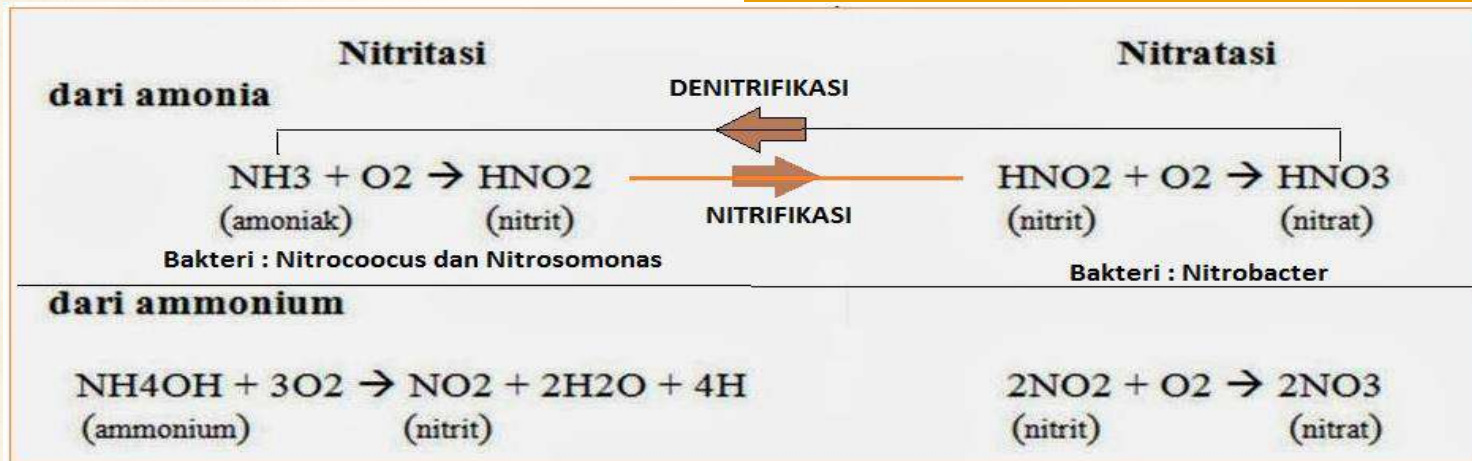


Siklus Nitrogen

Daur Nitrogen melibatkan semua bagian biosfer. Daur Nitrogen merupakan suatu siklus yang sempurna, namun kompleks. Dalam memproduksi nutrient bagi organisme perairan, maka diperlukan transfer senyawa nitrogen. Nitrogen memasuki ekosistem dengan dua jalur alamiah, yang keutamaannya relatifnya sangat bervariasi dari satu ekosistem ke ekosistem lain. Yang pertama, deposit pada atmosfer, merupakan sekitar 5% sampai 10% dari nitrogen yang dapat digunakan, yang , memasuki sebagian besar ekosistem. Dalam proses ini, NH_4^+ dan NO_3^- , ditambahkan melalui kelarutannya dalam air hujan atau pengendapan debu-debu halus atau butiran-butiran lainnya.

Nitrifikasi

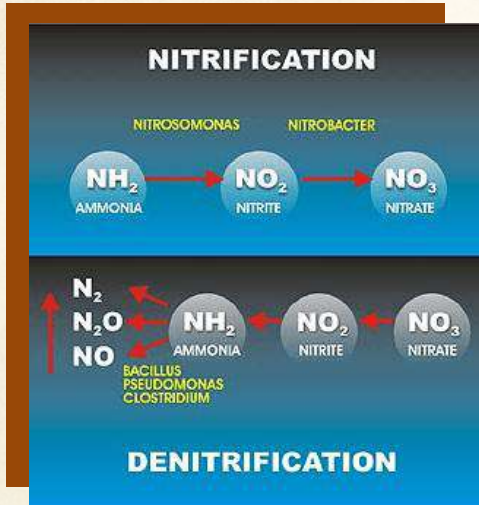
suatu proses oksidasi enzimatis yang dilakukan oleh sekelompok jasad renik/bakteri.



Denitrifikasi

Denitrifikasi merupakan pengubahan nitrat menjadi gas nitrogen , dengan demikian mengisi kembali atmosfer. Proses ini melibatkan peran beberapa bakteri antara lain Bacillus cereus, Bacillus licheniformis, Pseudomonas denitrificans, Thiobacillus denitrificans, Micrococcus, dan Achromabacter.

Nitrifikasi dan Denitrifikasi



Nitri dan Denitrifikasi

Denitrifikasi

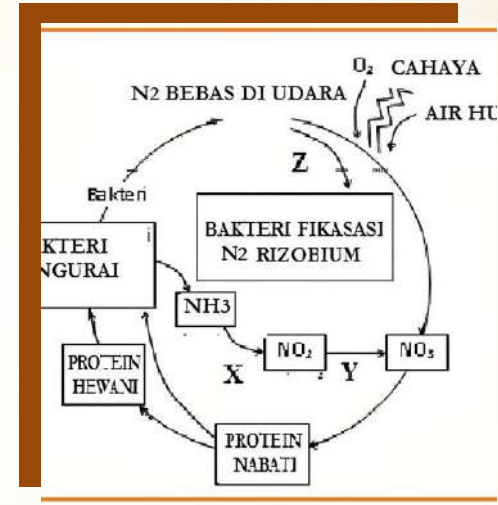
Bakteri ini hidup jauh di dalam tanah dan dalam sedimen air yang jumlah oksigennya sangat terbatas.



Daur Nitrogen

Pemanfaatan Nitrogen

Nitrat yang telah diproduksi dapat diserap oleh tumbuhan untuk keperluan sintesis protein melalui proses metabolisme.



Amonifikasi

Penguraian Protein

Penguraian protein pada bahan organik yang terdekomposisi menjadi asam amino dan ammonia

The background features a series of overlapping, wavy lines in shades of purple, green, blue, yellow, and pink. Scattered throughout are several small, hollow diamond shapes in various colors (orange, pink, blue, green, red) and clusters of small grey 'x' marks. A white L-shaped graphic element is positioned in the top-left corner, and another is in the bottom-right corner.

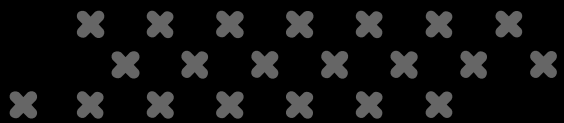
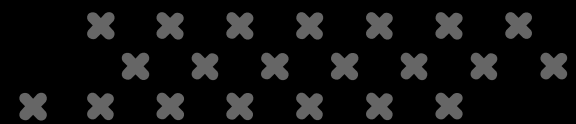
SIKLUS FOSFOR DI PERAIRAN


Dr. Adi Susanto, S.Pi., M.Si



◇ SIKLUS FOSFOR

PERUBAHAN DAN PEMANFAATANNYA ◇





K e g u n a a n F O S F O R Untuk manusia

1. Mendukung Pembentukan Protein
2. Menjaga Kesehatan Gigi dan Tulang
3. **Menyehatkan Saluran Pencernaan**
(rangsangan pada pencernaan riboflavin serta niacin supaya lebih baik.)
4. Mencegah Kelelahan Otot
5. Mengatasi Masalah Seksual
6. Menjaga Kesehatan Ginjal
7. Mengoptimalkan Fungsi Sel Tubuh
8. Menjaga Kesehatan Fungsi Otak
9. Mendukung Proses Biokimia
10. Menurunkan Risiko Obesitas
11. Mengendalikan Hormon

Siklus Fosfor



SIKLUS FOSFOR

01 **PENGERTIAN**

Siklus fosfor atau daur fosfor merupakan salah satu jenis biogeokimia

02 **SEJARAH**

Asal ditemukannya fosfor dan siklusnya.

03 **TAHAPAN PROSES SIKLUS FOSFOR**

Proses terjadinya siklus fosfor

04 **SIFAT DAUR FOSFOR**

Sifat Fisik dan Kimia Fosfor



SIKLUS FOSFOR

05 **MANFAAT SIKLUS FOSFOR**

Kegunaan Siklus Fosfor bagi Lingkungan.

06 **KETERSEDIAAN DAUR FOSFOR**

Keberadaan Siklus Fosfor di alam dan lingkungan perairan.

07 **PERANAN SIKLUS FOSFOR**

Peran dan Fungsi Siklus Fosfor bagi Mahluk Hidup

08 **DAMPAK MANUSIA PADA DAUR FOSFOR**

Pengaruh Siklus Fosfor terhadap manusia dan aktifitasnya

PENGERTIAN SIKLUS FOSFOR



Jenis Siklus

Siklus fosfor atau daur fosfor merupakan salah satu jenis biogeokimia. Yang merupakan siklus yang ada selain siklus karbon, siklus oksigen, siklus air, siklus nitrogen dan siklus sulfur yang terjadi bumi.



Rangkaian Siklus

Siklus fosfor merupakan suatu rangkaian pergerakan fosfor yang melewati sebuah bidang ekosistem hidrosfer, litosfer, dan biosfer



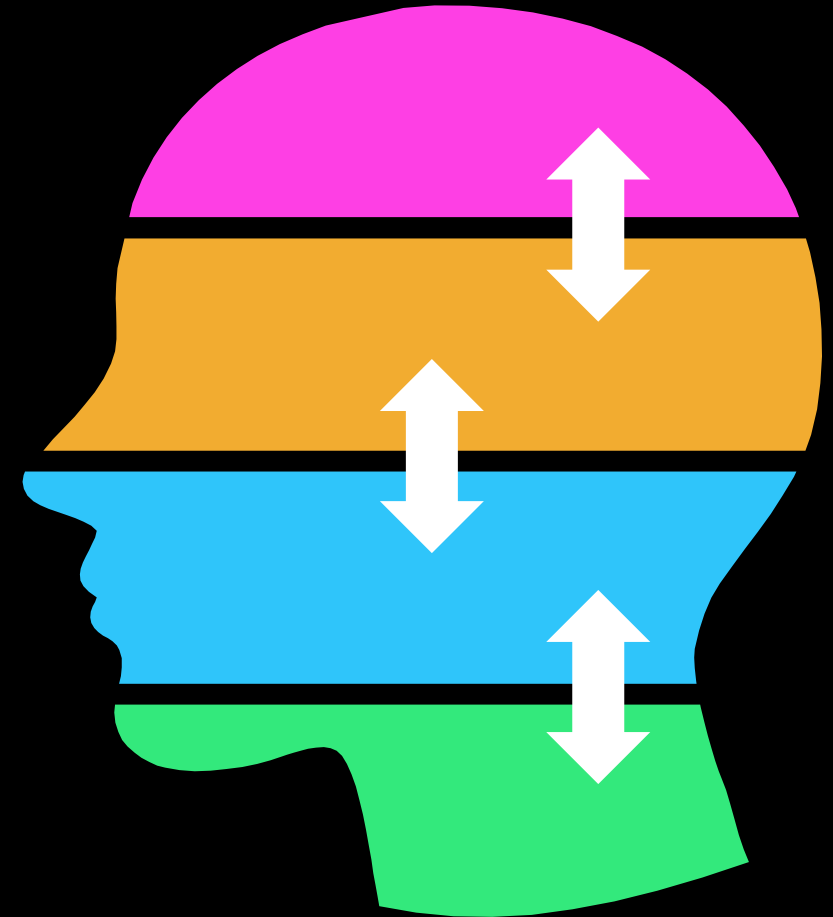
Mineral Penting

Fosfor merupakan sebuah mineral penting yang biasa kita temukan di seluruh hewan dan tanaman. Selain itu, fosfor juga bisa ditemukan di dalam air, tanah dan juga batu sedimen, akan tetapi tidak bisa kita temukan dalam kandungan udara.



Asal Fosfor

Batuan yang melalui proses pelapukan akan melepaskan ion yang nantinya akan larut ke dalam air dan tanah. Kemudian akan diserap oleh berbagai tanaman terestrial sebagai nutrisi



Sejarah Siklus Fosfor

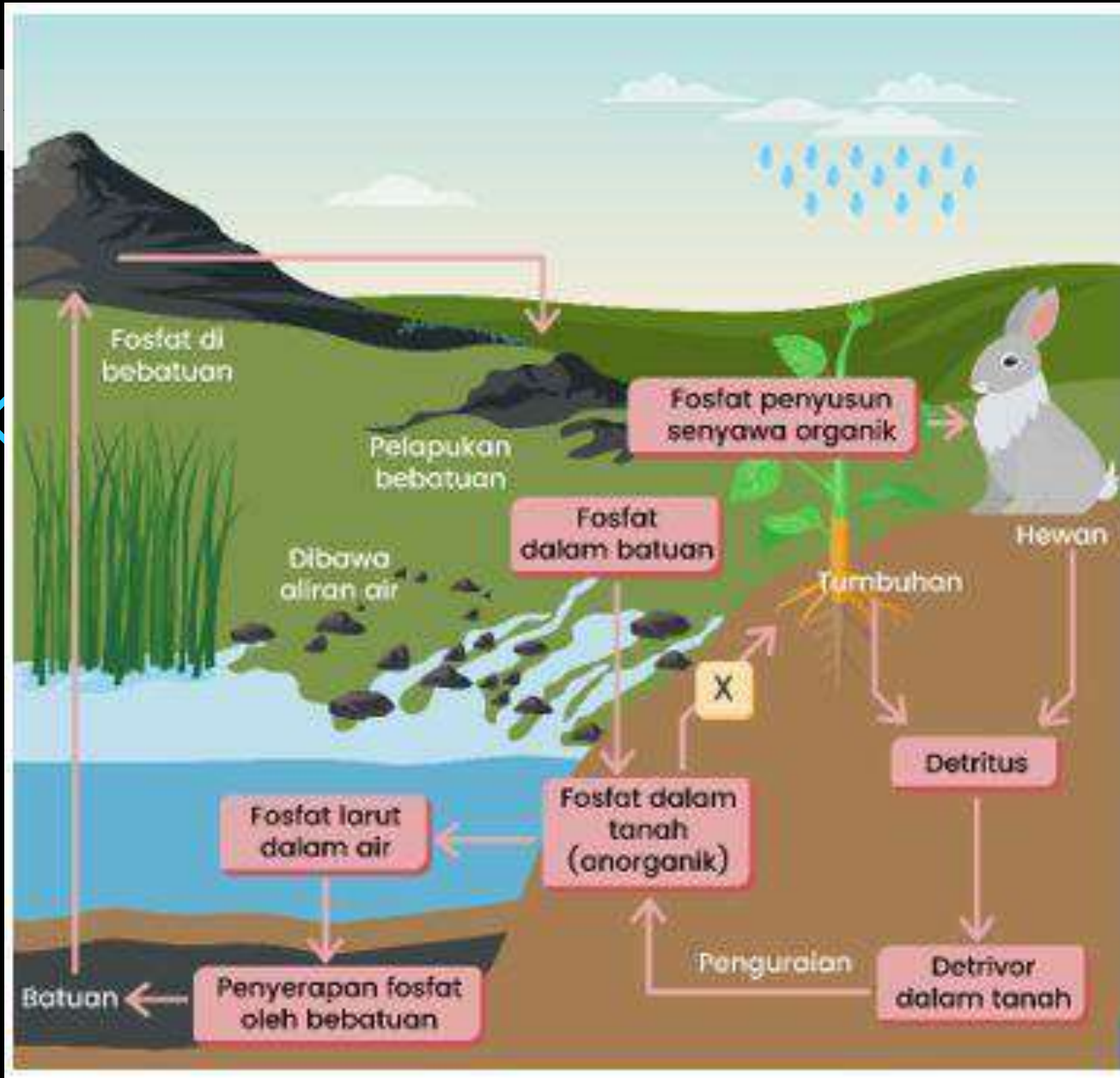
1669
Hannig Brand dari Jerman, menyuling air urin dengan Teknik penyulingan

1900
Abad ke-19 James Readman memulai proses pemurnian fosfor sampai sekarang

2000
Perkembangan industry fosfor dan pemanfaatannya dalam dunia pertanian

Timeline

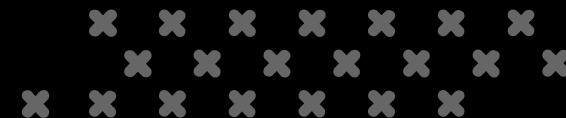
Unsur atau senyawa tersebut dinamai phosphorus yang berasal dari bahasa latin dan memiliki arti pembawa terang karena keunikannya fosfor yang bercahaya ketika di dalam gelap (glow in the dark).



Tahapan Siklus Fosfor

Sumber dari pelapukan batuan, dimanfaatkan oleh tanaman untuk menjadi ATP dan oleh hewan menjadi sumber energi melalui pemanfaatan ATP, Dekomposisi, terurai di tanah (anorganik), larut ke dalam air dan diserap lagi oleh batuan (fiksasi dan pengendapan)

- ◆ Hewan teresterial dan burung
- ◆ Tumbuhan
- ◆ Distritus
- ◆ Ditrifora



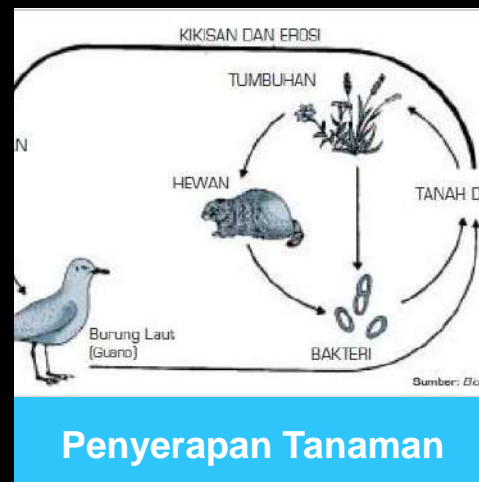
Tahapan Siklus Fosfor

Siklus fosfor melalui beberapa tahapan dan proses untuk bisa menjadi senyawa yang baik untuk digunakan manusia



Batuan

Siklus fosfor dimulai dari sumber utama fosfor yang sering dijumpai dalam batuan dengan proses pelapukan



Tanaman dan Hewan

Fosfat yang sudah terkandung dalam tanah akan dimanfaatkan oleh tumbuhan, jamur, dan mikro organisme yang ada di sekitarnya.



Mikroorganisme

Fosfat yang sudah masuk ke dalam tanaman atau hewan akan di urai oleh dekomposer ketika tanaman atau hewan tersebut mati, maka fosfat organik akan kembali ke tanah atau air sebagai tempat asalnya



Pelapukan

Bakteri yang terkandung di dalam tanah akan memecah bahan-bahan organik ke wujud yang lebih kecil agar bisa dengan mudah terserap oleh tanaman.

PELAPUKAN BATUAN

Pelapukan tersebut berlangsung secara alami dan dipengaruhi oleh faktor hujan, cuaca dan juga erosi yang menyebabkan fosfor berpindah ke tanah

Pada saat batuan yang didalamnya mengandung fosfor terkena air hujan, maka secara langsung akan melepaskan ion fosfat dan mineral lainnya yang terdapat didalamnya..

Siklus Fosfor

PENYERAPAN TANAMAN & HEWAN

Fosfat yang sudah terkandung dalam tanah akan dimanfaatkan oleh tumbuhan, jamur, dan mikro organisme yang ada di sekitarnya

Sedangkan, pada manusia dan hewan herbivora, akan menyerap fosfor yang di dalamnya terkandung pada tanaman ketika mengonsumsinya

Pada hewan karnivora, fosfor akan diperoleh pada saat hewan memangsa hewan herbivora

Siklus Fosfor

DEKOMPOSISI

DEKOMPOSER

Fosfor akan kembali lagi ke alam atau lingkungan melalui proses penguraian atau yang biasa disebut dekomposisi

Fosfat yang sudah masuk ke dalam tanaman atau hewan akan di urai oleh dekomposer ketika tanaman atau hewan tersebut mati, maka fosfat organik akan kembali ke tanah atau air sebagai tempat asalnya

Proses siklus fosfat tersebut dilanjutkan oleh bakteri yang ada di dalam tanah yang berperan memecah bahan organik menjadi bentuk fosfat yang dapat diserap oleh tanaman dan proses ini disebut dengan mineralisasi.

Fosfor yang terdapat di dalam air akan terus berlanjut siklusnya sampai menjadi sedimen sampai mengarah ke lautan

Siklus Fosfor



MINERALISASI F O S F O R

Bakteri yang terkandung di dalam tanah akan memecah bahan-bahan organik ke wujud yang lebih kecil agar bisa dengan mudah terserap oleh tanaman

Fosfat yang diserap ke dalam tanah akan terus-menerus mengalir dan biasanya akan berakhir di sebuah saluran air atau lautan bahkan bisa masuk ke dalam lapisan sedimen dari waktu ke waktu

Siklus Fosfor

SIFAT DAUR FOSFOR

SIFAT FISIKA

Fosfor terkadang tidak berwarna, atau bisa juga berwarna merah dan putih dengan bentuk unsur yang sama. Unsur tersebut memiliki titik didih sebesar 277°C atau 550°K dan titik lelehnya sebesar $44,2^{\circ}\text{C}$ atau $317,3^{\circ}\text{K}$.

MASSA JENIS



Massa jenis yang ada terdiri dari fosfor merah fosfor putih ($1,823\text{ g/cm}^3$), ($2,34\text{ g/cm}^3$), dan juga fosfor hitam ($2,609\text{ g/cm}^3$).

SIFAT WARNA



Pada saat fosfor murni, berubah menjadi tidak berwarna dan transparan biasanya fosfor akan membentuk padatan putih dengan sifat yang lengket dan mempunyai bau yang tidak enak.

SIFAT KIMIA

Fosfor putih memiliki sifat yang sangat reaktif, mudah terbakar pada saat di udara, sangat beracun, dan bisa memancarkan cahaya.



FUNGSI FOSFOR PUTIH

Fungsi dari fosfor putih ini salah satunya yaitu sebagai bahan baku utama dalam pembuatan asam fosfat di sebuah industri.

FOSFOR MERAH

Sedangkan, fosfor merah kebalikan dari fosfor putih yaitu mempunyai sifat yang kurang reaktif dan kurang beracun. Fungsi dari fosfor merah menjadi bahan campuran dalam pembuatan bidang gesek korek api dan juga pasir halus.



MANFAAT SIKLUS FOSFOR

MANFAAT FOSFOR

Manusia, hewan dan tumbuhan sangat membutuhkan kehadiran fosfor dalam kehidupan ini.



Metabolisme

Fosfor berguna untuk proses dalam tubuh, seperti lemak, metabolisme karbohidrat, dan juga asam nukleat.



Industri Pupuk dan Pestisida

Fosfor berguna untuk pembuatan pupuk, kembang api, bahan peledak, deterjen, pasta gigi, korek api, dan pestisida.



Penyusunan Materi Gen

Fosfat juga mempunyai pengaruh secara biologis pada susunan nukleotida dan asam nukleat sebagai pembentuk DNA dan RNA tubuh.



Larutan Penyangga

Fosfor berguna sebagai agen penyangga tubuh untuk menjaga homeostasis asam basa dalam tubuh.

MANFAAT SIKLUS FOSFOR

MANFAAT FOSFOR

Manusia, hewan dan tumbuhan sangat membutuhkan kehadiran fosfor dalam kehidupan ini.



Energi (ATP)

Fosfor berguna dalam reaksi metabolisme pada pelepasan energi dari tubuh makhluk hidup



DNA

DNA makhluk hidup juga sangat dipengaruhi oleh fosfor.



Korosi

Fosfor berguna untuk melunakkan air, membersihkan, dan menjaga korosi pada pipa.

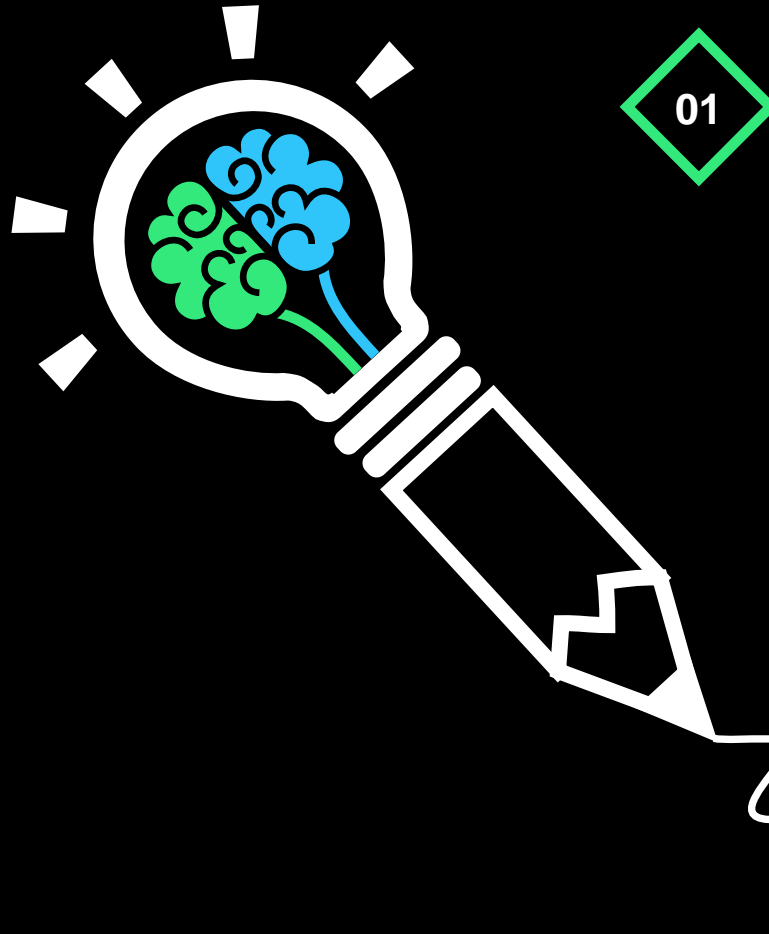


Jaringan Tubuh

Fosfor berguna bagi sel-sel protoplasma dan jaringan tulang serta saraf.

Ketersediaan Siklus Fosfor

Sebagian besar fosfor tersimpan dalam sedimen dan juga bebatuan lain, maka tidak tersedia untuk tumbuhan agar bisa dipergunakan. Dan banyak sekali fosfor didalam tanah yang juga tidak tersedia untuk tanaman. Ketersediaan fosfor dalam tanah tersebut membuat tanaman disesuaikan pada beberapa jalur yang dapat dipulihkan, diantaranya sebagai berikut.



01

Bakteri

Bakteri bisa mengubah fosfat yang ada dalam tanaman menjadi bentuk organik yang kemudian tidak tersedia lagi untuk tumbuhan. Walaupun, bakteri lain bisa membuat fosfat tersedia dengan mineralisasi, akan tetapi kontribusinya sangat kecil

02

Absorpsi

Fosfor anorganik dapat terikat secara kimia atau teradsorpsi ke partikel tanah yang membuatnya tidak tersedia lagi buat tanaman. Desorpsi ialah pelepasan fosfor teradsorpsi yang berasal dari kondisi terikat ke dalam larutan tanah.

03

pH

Senyawa fosfor anorganik diperlukan larut, agar bisa diambil oleh tanaman dan ini tergantung dengan tingkat keasaman (pH) suatu tanah. Kalau pH tanah kurang dari 4 atau lebih besar dari pH 8, maka fosfor akan mulai terikat dengan senyawa lain dan jadi kurang untuk tanaman.

Keberadaan Unsur Fosfor

Senyawa Organik

01

Dalam bentuk senyawa organik, fosfor dapat berupa gula fosfat dan hasil oksidasinya, nukleoprotein dan fosfo protein.

Anorganik

02

Bentuk senyawa anorganik meliputi ortofosfat dan polifosfat. Senyawa anorganik fosfat dalam air laut pada umumnya berada dalam bentuk ion (orto) asam fosfat (H_3PO_4), dimana 10% sebagai ion fosfat dan 90% dalam bentuk HPO_4^{2-} .

Sumber Fosfat

03

Sumber fosfat diperairan laut pada wilayah pesisir dan paparan benua adalah sungai. Karena sungai membawa hanyutan sampah maupun sumber fosfat daratan lainnya, sehingga sumber fosfat di sungai lebih besar dari sekitarnya. Keberadaan fosfat di dalam air akan terurai menjadi senyawa ionisasi, antara lain dalam bentuk ion $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} .

Fosfor tidak ditemukan dalam elemen (unsur) tersendiri .

Di perairan unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat. Senyawa fosfor membentuk kompleks ion besi dan kalsium pada kondisi aerob, bersifat tidak larut, dan mengendap pada sedimen sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh algae akuatik.

Proses Pembentukan Fosfor

01 Fosfat Primer

Fosfat primer terbentuk dari pembekuan magma alkali yang bersusunan nefelin, syenit dan takhit, mengandung mineral fosfat apatit, terutama fluor apatit $\{Ca_5(PO_4)_3F\}$ dalam keadaan murni mengandung 42 % P_2O_5 dan 3,8 % F₂.

02 Fosfat sedimenter (marin)

Fosfat sedimenter (marin), merupakan endapan fosfat sedimen yang terendapkan di laut dalam, pada lingkungan alkali dan suasana tenang, mineral fosfat yang terbentuk terutama frankolit

03 Fosfat guano

Fosfat guano, merupakan hasil akumulasi sekresi burung pemakan ikan dan kelelawar yang terlarut dan bereaksi dengan batugamping karena pengaruh air hujan dan air tanah. Berdasarkan tempatnya endapan fosfat guano terdiri dari endapan permukaan, bawah permukaan dan gua.

Pembentukan Fosfor

Fosfat merupakan satu-satunya bahan galian (diluar air) yang mempunyai siklus, unsur fosfor di alam diserap oleh mahluk hidup, senyawa fosfat pada jaringan mahluk hidup yang telah mati terurai, kemudian terakumulasi dan terendapkan di lautan

Dampak Manusia terhadap Siklus Fosfor

DAMPAK



01

Pupuk Sintetis

Dampak manusia kepada siklus fosfor berasal dari pengenalan pupuk sintetis.

02

Sedimen

Fosfat dapat ditemukan di dalam sedimen air yang terdapat di bawah badan air.

04

Pakan Ikan

Di dalam pakan besar tertentu bisa menyebabkan fosfat menjadi berlebihan masuk ke sungai.

03

Eutrofikasi (Penyuburan)

Eutrofikasi perairan laut dan perairan pantai yang mengarah kepada mekar ganggang bisa terjadi karena disebabkan fosfat memiliki konsentrasi yang tinggi dalam sistem air



THANK YOU

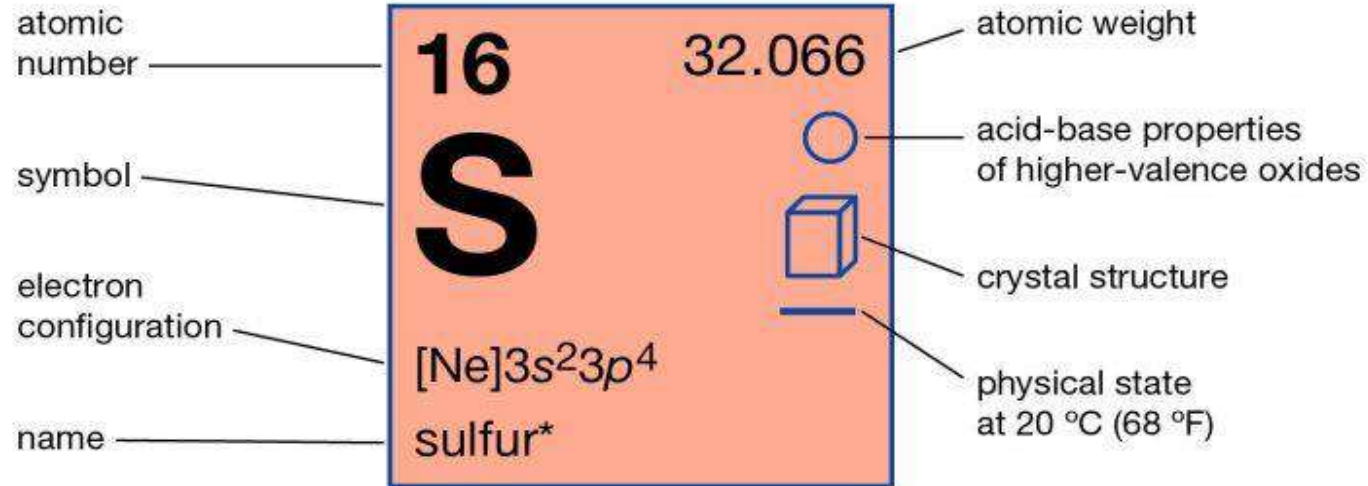
Siklus Sulfur


Dr. Adi Susanto, S.Pi, M.Si.



Sulfur


Sulfur*



 Other nonmetals

 Solid

 Orthorhombic

 Strongly acidic

*Also spelled sulphur.

Siklus Sulfur



Proses

Daur atau siklus belerang merupakan rangkaian perpindahan zat kimia yang di dalamnya terdapat unsur belerang dan juga unsur sulfur di permukaan bumi. Dalam lingkungan atmosfer, belerang ini tidak hanya berupa gas SO_2 yang biasanya berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, atau dari aktivitas vulkanis. Namun, belerang juga bisa ditemukan di dalam gas H_2S .



Pemanfaatannya

Sulfur atau belerang juga memiliki manfaat untuk manusia. Selain untuk manusia zat tersebut juga bermanfaat untuk tumbuhan yang berupa anion sulfat dan biasanya berada di dalam tanah..

Peranan Bakteri dalam Siklus Sulfur



Desulfovibrio Desulfuricans

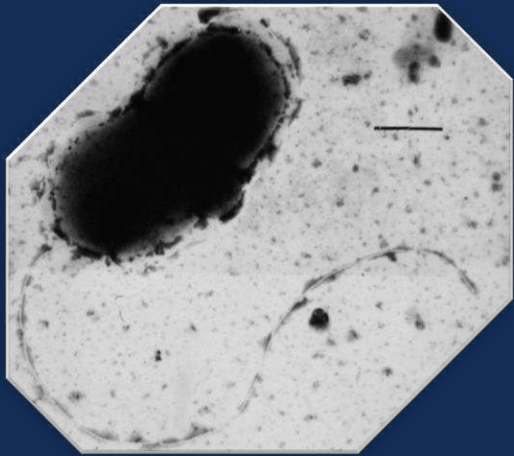
Mikroorganisme yang satu ini mampu mengurangi jumlah sulfat yang ada di dalam kondisi anaerob,



Thiobacillus

$H_2S \rightarrow SO_4^{-2}$, yang terdiri dari bakteri thiobacillus dan bakteri kemolitotrof.

Bakteri dalam Siklus Sulfur



Bakteri Desulfovibrio Desulfuricans

Bakteri yang mampu membentuk logam sulfide apabila atom S saling terikat dengan kation, yang berasal dari logam bebas yang terdapat di air. Mikroorganisme ini termasuk ke dalam Sulfate Reducing Bacteria (SRB).




Bakteri dalam Siklus Sulfur



Bakteri Thiobacillus

Ukuran pada bakteri yang satu ini kecil dengan ukuran gram negatif sekitar $0,5 \times 1,0 - 4,0 \mu\text{m}$, dan di dalamnya terdapat sel juga yang bentuknya seperti batang



Peranan Bakteri dalam Siklus Sulfur



Protein

Aspergillus spp., *Neurospora* spp., *Escherichia* spp., *Proteus* spp., adalah beberapa organisme yang dapat mengubah protein dari bahan organik menjadi senyawa H_2S ketika terjadi proses pembusukan.



Karbohidrat

Organisme pengurai, seperti *Vibrio desulphuricans*, *Aerobacter*, dan *Desulphovibrio* berperan dalam merubah karbohidrat dari bahan organik menjadi H_2 dan senyawa-senyawa lainnya.



Sulfur Dioksida

Reaksi $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ melalui proses kimia terjadi saat gas H_2S terbentuk melalui kegiatan biologis ketika bakteri mengurai bahan organik dalam keadaan tanpa oksigen atau anaerobik, seperti di lingkungan rawa dan saluran pembuangan limbah.



Asam Sulfat

Persamaan reaksinya adalah $1S^{-2}(s) + 2H^+(g) \rightarrow (S_2)$, belerang dioksida (SO_2) dan (H_2S) berubah menjadi SO_4 atau sebaliknya dengan bantuan mikroorganisme dekomposer..



Gas Sulfida

$H_2S \rightarrow S \rightarrow SO_4^{-2} \leftrightarrow SO_4^{-2} \rightarrow H_2S$
 $H_2S \rightarrow SO_4^{-2}$ Senyawa Organik $\rightarrow SO_4^{-2} + H_2S$.

Proses Pembentukan Senyawa Sulfur



Pembentukan Firit



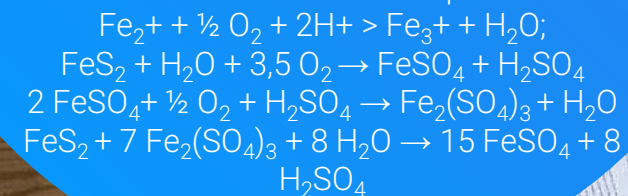
Bakteri Firit

Thiobacillus ferrooxidans mampu mengoksidasi Fe (II) menjadi Fe (III) dan mengoksidasi senyawa belerang. Senyawa belerang yang tereduksi digunakan sebagai sumber daya energinya. Kemudian *Sulfolobus acidocaldarius* adalah bakteri khemolithotrof yang hidup di lingkungan bersuhu optimum 70° Celcius dengan pH optimum 2-3. Bakteri ini juga sanggup mengoksidasi Fe (II) serta senyawa sulfur..



Senyawa Firit

Di perairan sungai, danau dan pantai, spesies *Thiobacillus* merupakan pengoksidasi sulfur paling penting. Bakteri ini mampu mengoksidasi besi yang menyebabkan mereka mampu memetabolisme ion logam seperti besi ferro





Asam Sulfat

Pembentukan sulfat yang berasal dari oksidasi mineral sulfida yaitu $2 \text{FeS}_2 + 7 \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4 \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+$ atau mineral besi sulfida. Pembentukan ini berasal dari proses kimia pada saat gas SO_2 terbentuk, dari hasil pembentukan emisi gas belerang. Bisa juga berasal dari aktivitas gunung berapi..



Asam Sulfida

Proses $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$, yang terdiri dari Desulfomaculum dan bakteri Desulfovibrio..



Gas Sulfida

Reaksi yang terjadi pada $\text{S (s)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{SO}_2 \text{ (g)}$ biasanya akan melalui proses kimia, kemudian ketika kegiatan biologis seperti yang terjadi pada bakteri yang mengurai bahan organik, maka terjadilah proses kimia di sana

Proses Pembentukan Senyawa Sulfur



Siklus Sulfur



Sulfur dioksida

Terdapat di atmosfer, berasal dari Emisi Pabrik, Pembakaran Bahan Bakar Fosil (Batubara), Pertambangan



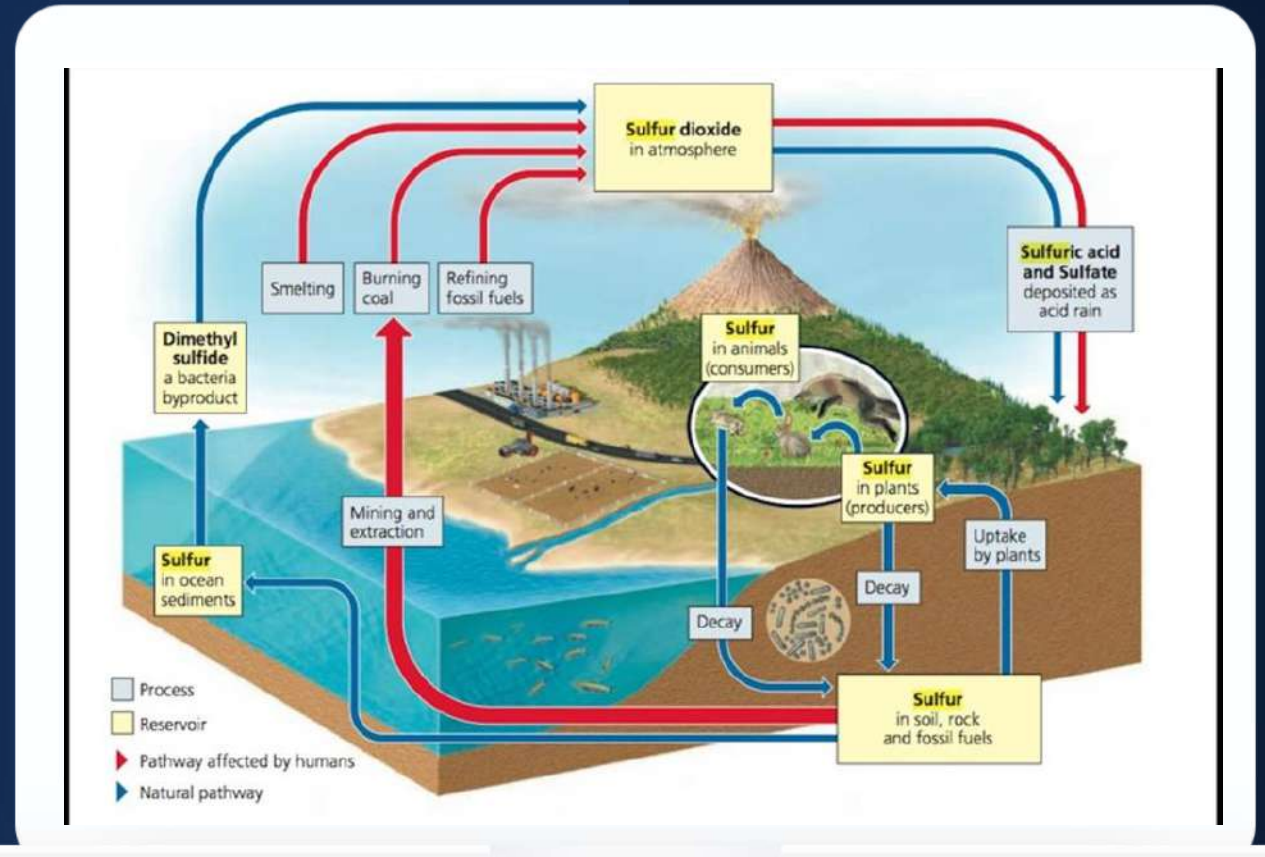
Asam Sulfur dan Sulfat

Perubahan bentuk menjadi hujan asam



Sulfur

Unsur yang berasal dari hewan, tanaman, tanah, batuan, fosil, sedimentasi dari lautan dan produk samping dari bakteri



Siklus Sulfur

Udara

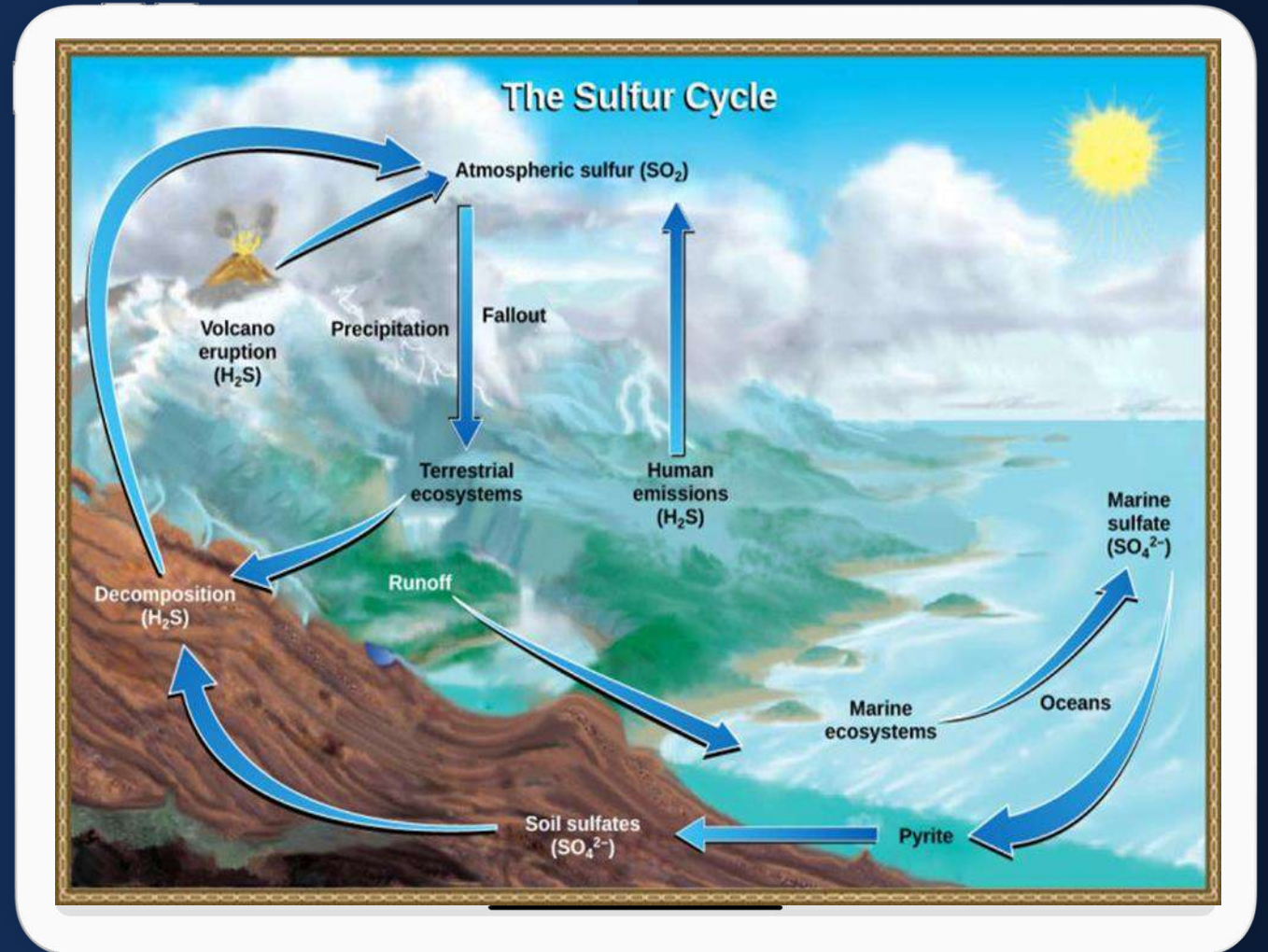
Emisi gas baik yang disebabkan oleh manusia seperti emisi cerobong pabrik, atau pun yang berasal dari gunung berapi.

Daratan

Ekosistem daratan, dari pembusukan tanaman atau binatang ternak, tanah sulfat

Perairan

Melalui sedimentasi atau aliran permukaan (run off) menjadi sulfat (H_2SO_4) dan pembusukan organisme dan bahan organik lainnya menjadi H_2S (Asam Sulfida)



Siklus Sulfur



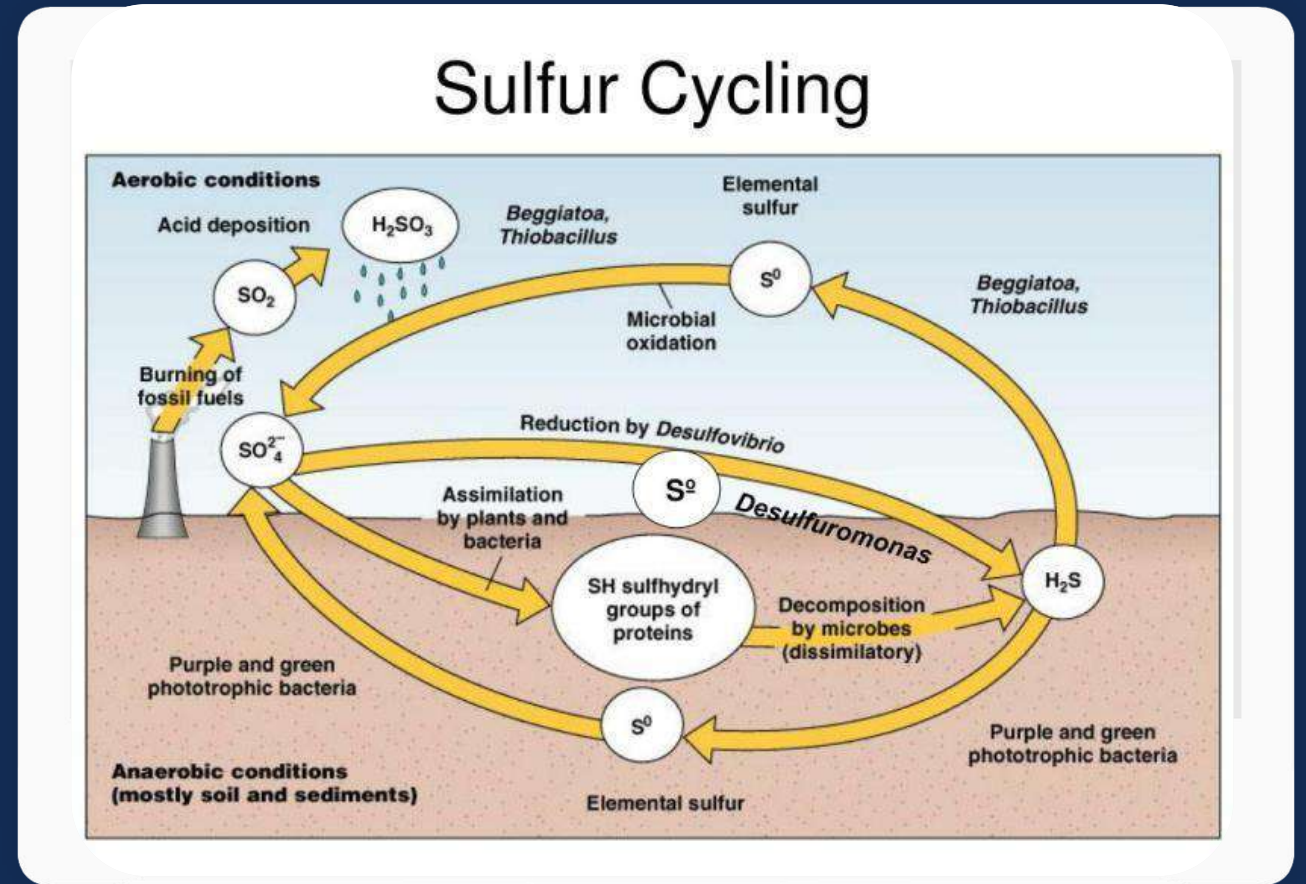
Kondisi Aerobik

Deposisi asam dari pembakaran bahan bakar fosil SO_2 menjadi H_2SO_3 dan H_2SO_4 oleh oksidasi mikrobia (*Beggiatoa*, *Thiobacillus*)



Kondisi Anaerobik

Kebanyakan berasal dari tanah dan sedimen yang dilakukan oleh bakteri phototrofik hijau dan ungu



(stomach and liver)

Elemental

near the surface

phototrophic bacteria

Siklus Sulfur



Kondisi Aerobik

Serapan Akar dan diikuti oleh asimilasi



Kondisi Anaerobik

Oksidasi oleh bakteri sulfur



Manfaat Siklus Sulfur



Perbaiki Aroma

Mampu memperbaiki aroma, membuat umbi-umbian dan bawang merah menjadi lebih besar, serta mengurangi pertumbuhan menyimpang dan penyusutan.



Zat Hijau Daun

Membantu proses pembentukan pada butir hijau daun yang menyebabkan warna daun menjadi lebih hijau.



Tanaman Tembakau

Memperbaiki warna, struktur kelenturan dan juga aroma pada tanaman tembakau..



Protein Tanaman

Membuat kandungan vitamin dan protein pada tanaman semakin meningkat..



Zat Gula (CHO)

Berperan dalam proses pembentukan zat gula

Manfaat Siklus Sulfur



Anakan Padi

Menambah jumlah anakan pada tanaman padi.



Struktur Protein

Membuat struktur protein menjadi lebih stabil..



Anti Racun

Mampu meredam racun karena gugus sulfur yang masih aktif bersenyawa langsung dengan racun, maka racun tersebut menjadi tidak berbahaya. Setelah itu barulah dikeluarkan melalui urine



Enzimatis

Mampu mengaktifkan enzim, karena ada beberapa enzim yang masih memerlukan gugus sulfhidril dalam melakukan aktivasinya, dimana gugus tersebut merupakan gugus yang sifatnya bebas. Oleh sebab itulah, sulfur berperan dalam pernapasan jaringan atau yang dinamakan dengan proses oksidasi-reduksi..



Metabolisme Energi

Melakukan proses pembentukan senyawa dengan koenzim-A, sehingga sulfur ini berperan juga dalam meningkatkan metabolisme energi

Dampak Sulfur



Positif

Industri Pupuk, Cairan Pembersih,
Detergen dll



Negatif

Pencemaran Udara yang berujung
pada kerusakan atmosfera sebagai
pelindung bumi dari radiasi sinar
matahari, Pencemaran Air dengan
tingginya penggunaan detergen dan
pupuk anorganik

Keberadaan Sulfur



Tubuh Organisme

Dalam tubuh organisme berupa penyusun struktur protein dan turunannya



Tanah

Sulfur ditemukan dalam tanah dalam bentuk unsur atau mengalami mineralisasi menjadi mineral non logam.



Udara

Ditemukan di udara berupa gas sulfur dioksida yang berasal dari emisi gas dari pabrik dan gunung berapi



TERIMA KASIH



A decorative graphic featuring various colored circles (teal, green, yellow, orange, pink) and dashed lines of different colors (teal, green, yellow) scattered around the central text.

Peranan COD dan BOD dalam Status Kualitas Air



Pengertian

COD (Chemical Oxygen Demand)

COD atau Chemical Oxygen Demand adalah pemanfaatan oksigen dalam mengoksidasi bahan organik. Hal ini karena bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat (Boyd, 1990; Metcalf & Eddy, 1991).

Biological Oxygen Demand

BOD atau Biochemical Oxygen Demand adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Umay dan Cuvin, 1988; Metcalf & Eddy, 1991)



1

COD

Chemical Oxygen Demand



A decorative background featuring a large, light blue dashed circle. Inside and outside this circle are various colored shapes: a large lime green circle at the top left, a smaller green circle with a white dot, a blue circle, a large cyan ring at the top center, a blue circle containing a white double quote, a large yellow circle at the top right, a small pink circle, a large orange circle at the bottom left, a small pink circle, a large yellow circle at the bottom left, a large orange ring at the bottom right, a large lime green circle with a white dot, and a small cyan circle.

“

COD atau Chemical Oxygen Demand adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990).



Parameter COD penting karena

- ③ COD adalah parameter penduga jumlah total bahan organik yang ada dalam air atau perairan, baik yang mudah urai maupun yang sulit urai.
- ③ Dengan memperbandingkan nilai COD dan BOD, akan diketahui gambaran jumlah bahan organik persisten (sulit urai) yang terkandung di dalamnya.



COD merupakan gambaran :

Bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat (Boyd, 1990; Metcalf & Eddy, 1991), sehingga segala macam bahan organik, baik yang mudah urai maupun yang kompleks dan sulit urai, akan teroksidasi.



COD (Chemical Oxygen Demand)

- ⦿ Pada prinsipnya pengukuran COD adalah penambahan sejumlah tertentu kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$) sebagai oksidator pada sampel (dengan volume diketahui) yang telah ditambahkan asam pekat dan katalis perak sulfat, kemudian dipanaskan selama beberapa waktu.
- ⦿ Selanjutnya, kelebihan kalium bikromat ditera dengan cara titrasi.
- ⦿ Dengan demikian kalium bikromat yang terpakai untuk oksidasi bahan organik dalam sampel dapat dihitung dan nilai COD dapat ditentukan.



Kelemahan dan Keuntungan Pengukuran COD

Kelemahan

Senyawa kompleks anorganik yang ada di perairan yang dapat teroksidasi juga ikut dalam reaksi (De Santo, 1978), sehingga dalam kasus-kasus tertentu nilai COD mungkin sedikit '*over estimate*' untuk gambaran kandungan bahan organik



Keuntungan

Bilamana nilai BOD baru dapat diketahui setelah waktu inkubasi lima hari, maka nilai COD dapat segera diketahui setelah satu atau dua jam.



2

BOD (Biological Oxygen Demand)

Bahan organik yang terdekomposisi dalam BOD adalah bahan organik yang siap terdekomposisi (readily decomposable organic matter)

BOD (Biological Oxygen Demand)



- ⦿ Kemampuan organisme (bakteri) dalam menguraikan bahan organik secara aerob
- ⦿ BOD sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang terkandung dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai.



BOD (Biological Oxygen Demand)

Nilai BOD adalah menyatakan jumlah oksigen, tetapi untuk mudahnya dapat juga diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik mudah urai (biodegradable organics) yang ada di perairan.



Hal yang mempengaruhi kadar BOD (Biological Oxygen Demand) di Perairan

Pengukuran BOD memerlukan kecermatan tertentu mengingat kondisi sampel atau perairan yang sangat bervariasi, sehingga :

- ⦿ Kemungkinan diperlukan penetralan pH,
- ⦿ Pengenceran,
- ⦿ Aerasi, atau
- ⦿ Penambahan populasi bakteri.



Mengapa BOD masih diperlukan dalam penentuan status bahan organik

Stabilisasi BO

BOD penting untuk mengetahui perkiraan jumlah oksigen yang akan diperlukan untuk menstabilkan bahan organik yang ada secara biologi

Fasilitas IPAL

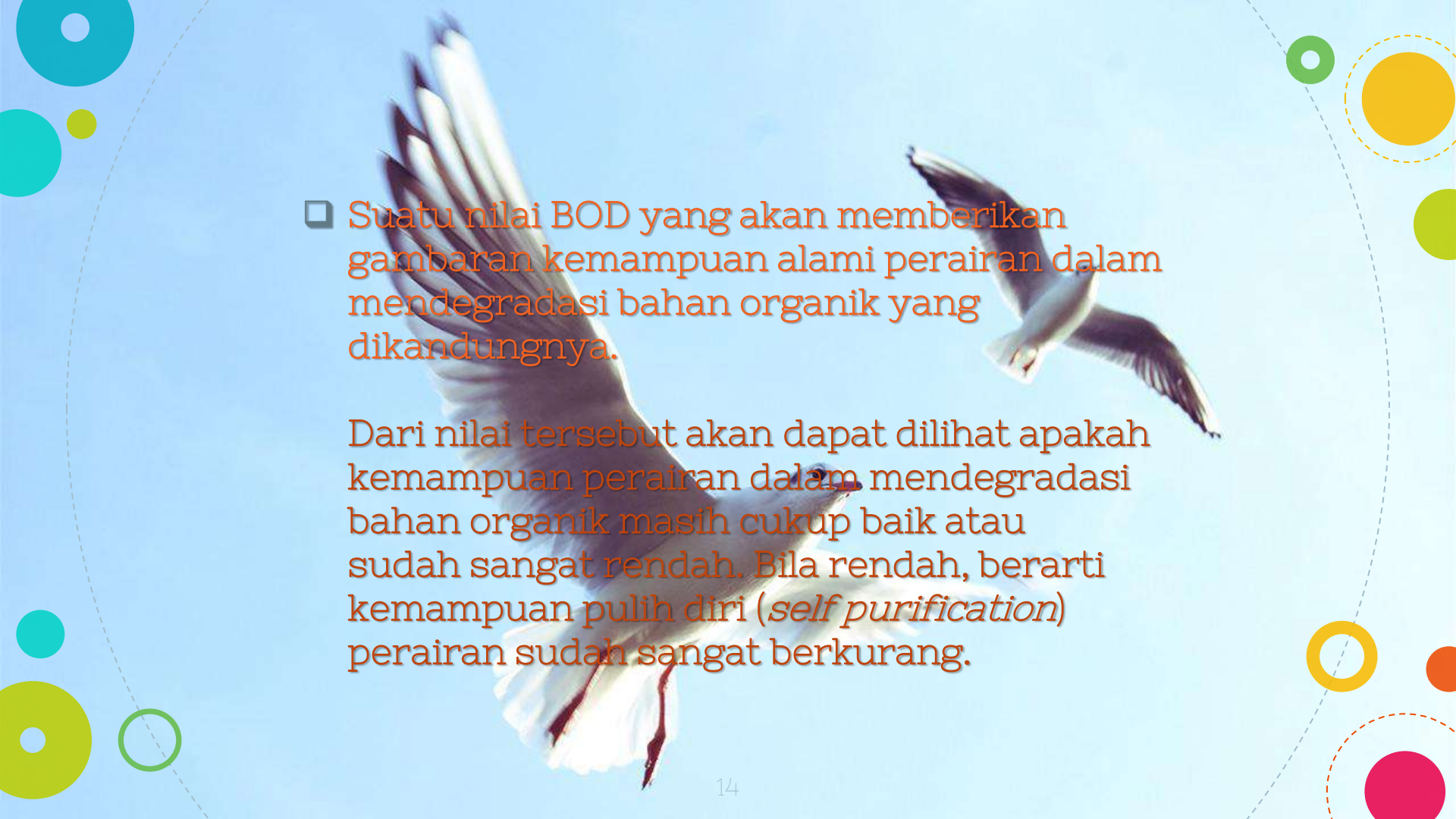
Mengetahui ukuran fasilitas unit pengolahan limbah.

Efisiensi Treatment

Mengukur efisiensi suatu proses perlakuan dalam pengolahan limbah

Kesesuaian BML pada IPAL

Mengetahui kesesuaiannya dengan batasan yang diperbolehkan bagi pembuangan air limbah

- 
- ❑ Suatu nilai BOD yang akan memberikan gambaran kemampuan alami perairan dalam mendegradasi bahan organik yang dikandungnya.

Dari nilai tersebut akan dapat dilihat apakah kemampuan perairan dalam mendegradasi bahan organik masih cukup baik atau sudah sangat rendah. Bila rendah, berarti kemampuan pulih diri (*self purification*) perairan sudah sangat berkurang.




Kegunaan COD dan BOD

Penduga Pencemaran

BOD dan COD masih diperlukan sebagai parameter dalam baku mutu air limbah atau sebagai parameter pencemaran perairan, karena perannya sebagai penduga pencemaran bahan organik dan kaitannya dengan penurunan kandungan oksigen terlarut perairan (oksigen penting bagi kehidupan biota air dan ekosistem perairan pada umumnya)

Parameter Kunci

Peranan BOD dan COD bukan sebagai penentu, tetapi setara dengan parameter lainnya yang menjadi parameter kunci sehubungan dengan dugaan pencemaran oleh kegiatan tertentu.



Thanks!



Any questions?

adisusanto@fpik.unmul.ac.id