



[www.esaunggul.ac.id](http://www.esaunggul.ac.id)

# MIKROBIOLOGI INDUSTRI

## IBL 362

*By Seprianto S.Pi, M.Si*

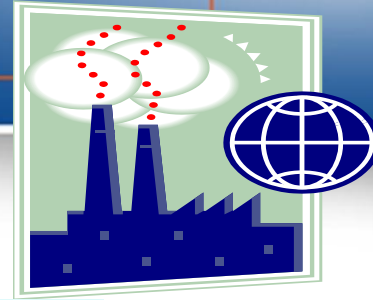


## Pertemuan 12

# Bioindustri dan Dampak Lingkungan

# Sasaran Pembelajaran

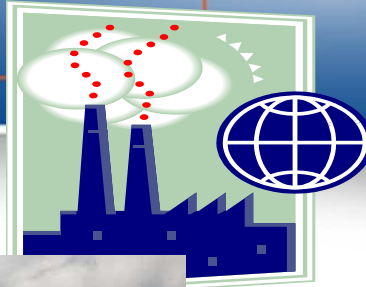
- Mahasiswa dapat menjelaskan mengenai Bioindustri Kaitannya dengan dampak lingkungan
- Mahasiswa dapat menjelaskan tentang Bioremediasi
- Menjelaskan teknologi pengolahan limbah menggunakan mikroba
- Mahasiswa dapat menjelaskan penanggulangan limbah dengan cara lain, yaitu fitoremediasi



# INDUSTRI DAN LINGKUNGAN



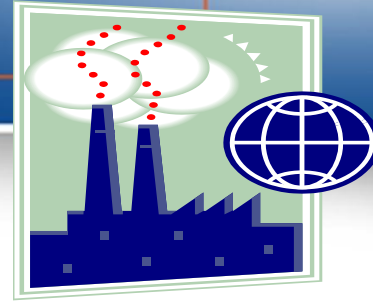
**Industri memiliki dampak terhadap lingkungan**




# INDUSTRI DAN LINGKUNGAN

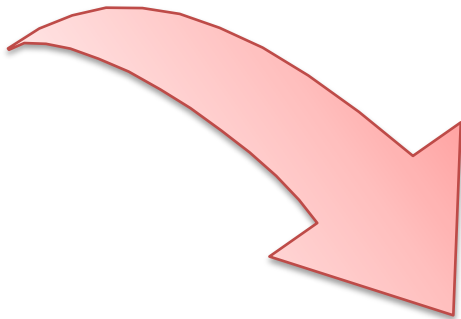


**Industri memiliki dampak terhadap lingkungan**



## CEMARAN LINGKUNGAN

- 
- Pencemaran lingkungan hidup
  - Air Perairan
  - Udara
  - Tanaah

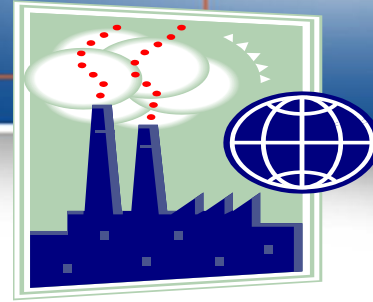
- 
- Penurunan Kualitas Air dan Tanah
  - Melampaui Baku mutu
  - Toksik /Racun

# UPAYA Penanggulangan

Pengendalian adalah upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran agar sesuai dengan baku mutu lingkungan (BML).

- Air
- Udara
- Tanah





# Bahan Pencemar (Polutan)

a. Polutan tak Toksik (bahan-bahan alami (tersuspensi dan nutrien)

b. Polutan Toksik :

(1) Logam Berat : Pb, Ni, Zn, Cu, Hg (No Atom > 20)

(2) Senyawa Organik

- Pestisida Organoklorin

- Herbisida

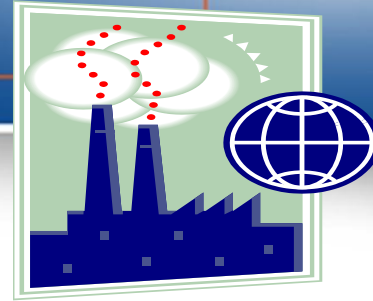
- dll

(3) Gas (Klorin dan Amonia)

(4) Anion (Sianida, Fluorida, Sulfida & Sulfat )

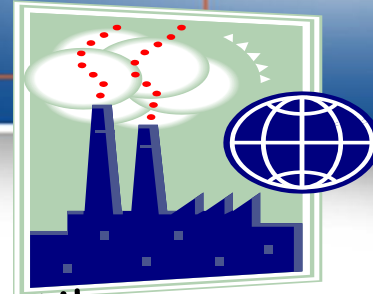
(5) Asam dan Alkali



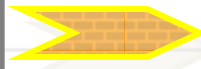


## Jenis zat yang menurunkan kualitas air/keluar dari bakumutu

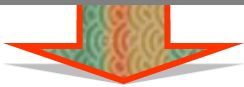




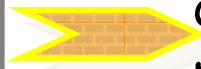
**Bahan Organik**



Pestisida, herbisida, plastik, detergen, senyawa Cloride



**Hara (N&P)**



pertanian, penambangan, domestik, industri, industri pemrosesan makanan



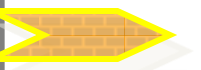
**Sedimen**



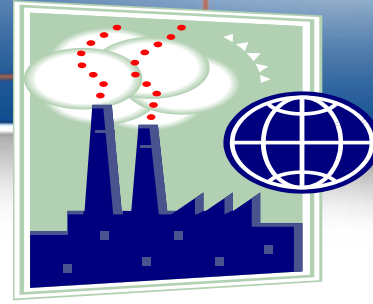
Erosi alamiah, limbah pertanian, tambang, kegiatan konstruksi, kehutanan.



**Bahan radioaktif**



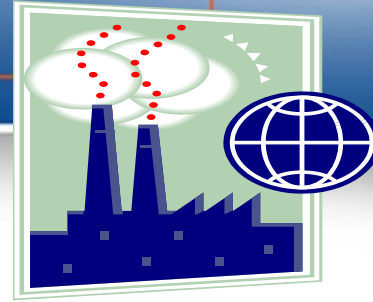
Alamiah (tanah, karang), penambangan uranium, pembangkit tenaga nuklir, percobaan senjata nuklir



## Ciri limbah B3:

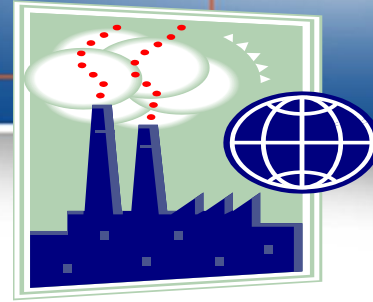
- Mudah menyala (*inflammable*)
- Mudah meledak (*explosive*)
- Korosif
- Reaktif
- Beracun
- Dapat menginfeksi





## Keterlibatan Aspek Pencemaran Air Sehubungan Dengan Penanggulangan :

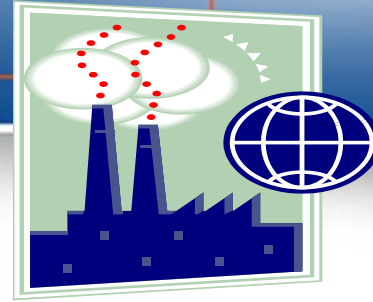
- Aspek legal (legislatif dan eksekutif)
- Aspek engineering (tata kota, Dep.PU)
- Aspek kesehatan (Dep.Kes)
- Aspek sumber pencemaran (Dep.Perindustrian, DLLAJ, RS, permukiman)
- Aspek lingkungan hidup (Dep.LH)



# Penanganan Masalah Pencemaran Air Secara Global

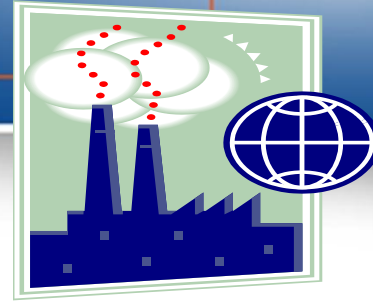
1. Emission (sumber emisi/sumber pencemar)
2. Exchange (mekanisme pertukaran)
3. Effect (pengaruh)
4. Environment (lingkungan)
5. Enforcement (undang-undang)





## Dampak pada Kualitas Udara dan Iklim dari Industri

- Tingkat dan konsentrasi dari emisi kimia dan pengaruhnya terhadap lingkungan
- Bahan partikulat
- Bau yang dihasilkan
- perubahan iklim



# Komposisi Udara Bersih (BLH)

<b>Komponen</b>	<b>Konsentrasi (ppm)</b>
Nitrogen	780,800
Oxygen	209,500
Argon	9,300
Carbon dioxide	315
Neon	18
Helium	5.2
Methane	1.0
Krypton	1.0
Nitrous oxide	0.5
Hydrogen	0.5
Xenon	0.08
Nitrous dioxide	0.02
Ozone	0.01

Konsentrasi polutan dipengaruhi :  
Tinggi-rendah tempat, Keadaan cuaca

Pergerakan atmosfer udara :

Arah angin

Kecepatan angin

Perubahan angin

Pergerakan suhu panas

Pengaruh tinggi/rendah/permukaan

**Pergerakan polusi udara :**

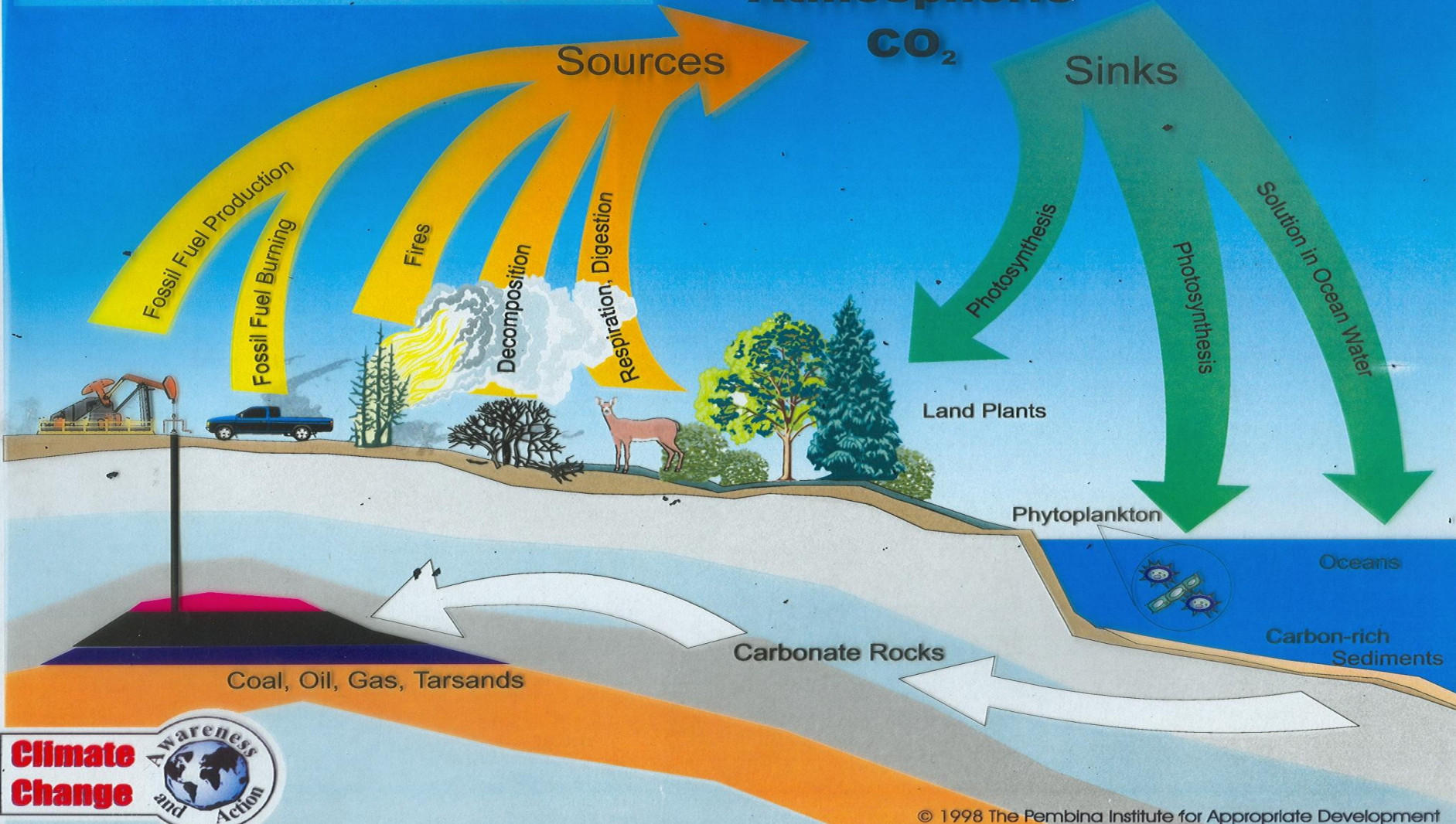
1. Lokal (dalam industri, desa, kota)
2. Regional (berberapa negara terdekat)
3. Global (perubahan cuaca dunia)

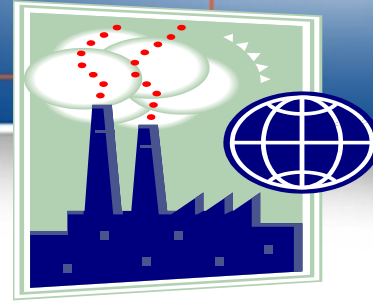




Emisi gas CO<sub>2</sub>

# The Carbon Cycle

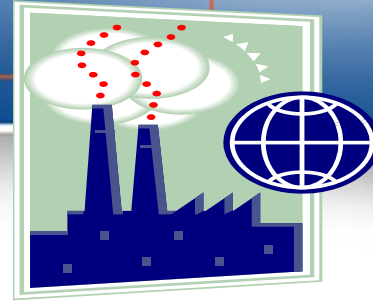




# Apa Pencemaran Itu?



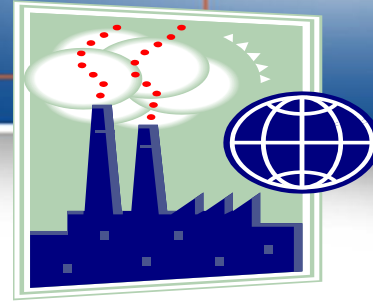
- **Pencemaran tanah adalah keadaan di mana bahan kimia (buatan manusia) masuk dan merubah lingkungan tanah alami**



# Soil contamination

- Penyebabnya : kebocoran limbah cair, bahan kimia industri, fasilitas komersial; penggunaan [pestisida](#); masuknya air permukaan tanah tercemar; kecelakaan kendaraan;
- air limbah dari [tempat penimbunan sampah](#) serta limbah [industri](#) yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (ilegal dumping).





# Akibat Pencemaran Tanah

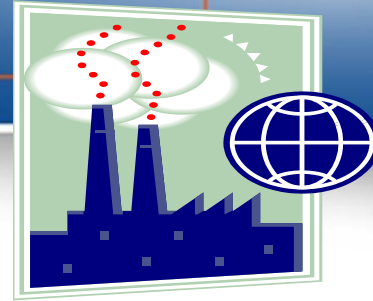
## Pada kesehatan,

- pencemaran tanah dapat mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan.

## Pada Ekosistem

- terganggunya rantai makanan
- Penurunan fungsi tanaman kaitannya dengan erosi tanah.

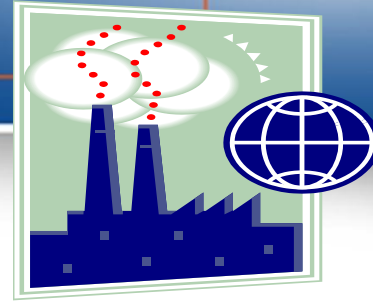




# Upaya Penanganan

## Remediasi

- Remediasi adalah kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar.
- Remediasi tanah:
  - in-situ
  - ex-situ



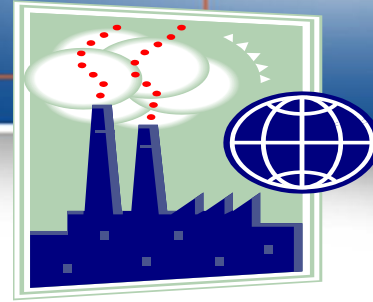
# Upaya Penanganan

## \* **Bioremediasi**

Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran dengan menggunakan mikroorganisme ([jamur](#), [bakteri](#)).

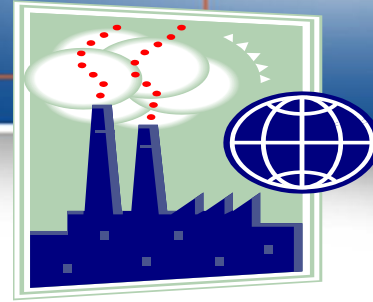
- Proses penguraian limbah organik/anorganik polutan secara biologi dalam kondisi terkendali dengan tujuan mengontrol, mereduksi atau bahkan mereduksi bahan pencemar dari lingkungan.





# UpayAplikasi rekayasa genetika Penanganan

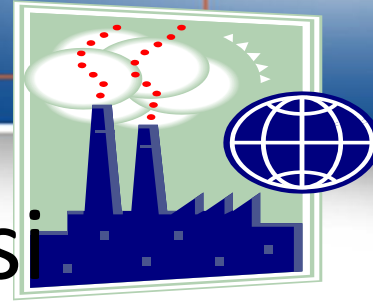
- Untuk mendapatkan organisme khusus yg berpotensi besar dalam bioremediasi
- Contoh *Deinococcus radiodurans* dimodifikasi untuk dapat mengkonsumsi & mencerna toluene & ionic mercury dari limbah dengan kandungan radioactive nuclear yang tinggi



# Teknik dasar dalam bioremediasi

- a. (1) stimulasi aktivitas mikroorganisme asli (di lokasi tercemar) dengan penambahan nutrisi, pengaturan kondisi redoks, optimasi pH, dsb populasi (biostimulasi)
- b. (2) Inokulasi (penanaman) mikroorganisme di lokasi tercemar, yaitu mikroorganisme yang memiliki kemampuan biotransformasi khusus (bioaugmentasi)
- c. (3) Penerapan immobilized enzymes
- d. (4) Penggunaan tanaman (phytoremediation) untuk menghilangkan atau mengubah pencemar.





# Proses yang mengikuti bioremediasi

Bioremediasi

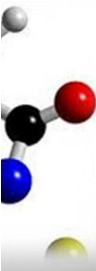
Biorestorasi

Bioreklamasi atau  
biotreatment

# Contoh mikroba yang digunakan untuk bioremediasi

Table 1 Microorganisms studied for bioremediation function

Pollutants	Organisms	Function	References
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)	<i>Methanococcus</i> sp.	Biotransformation	Boopathy and Kulpa (1994)
Atrazine	<i>Pseudomonas</i> sp. (ADP)	Biodegradation	Newcombe and Crowley (1999)
Chlorpyrifos	<i>Enterobacter</i> strain B-14	Biodegradation	Singh et al. (2004)
Dibenzothiophene (DBT)	<i>Rhizobium meliloti</i>	Biodegradation	Frassinetti et al. (1998)
Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine (RDX)	<i>Acetobacterium paludosum</i> <i>Clostridium acetobutylicum</i>	Biodegradation	Sherburne et al. (2005) Zhang and Hughes (2003)
PAHs	<i>Pseudomonas</i> sp., <i>Pycnoporus sanguineus</i> , <i>Coriolus versicolor</i> , <i>Pleurotus ostreatus</i> , <i>Fomitopsis palustris</i> , <i>Daedalea elegans</i>	Biodegradation	Arun et al. (2008)
Phenanthrene, PAH	<i>Agrobacterium</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Burkholderia</i> , <i>Pseudomonas</i> , and <i>Sphingomonas</i>	Biodegradation	Aitken et al. (1998)
Polychlorinated biphenyl (PCB)	<i>Rhodococcus erythropolis</i> TA421 <i>Rhizobium</i> sp.	Biodegradation	Chung et al. (1994) Damaj and Ahmad (1996)
Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH)	Fungi	Biodegradation	Atagana (2009)



# Contoh mikroba yang digunakan untuk bioremediasi

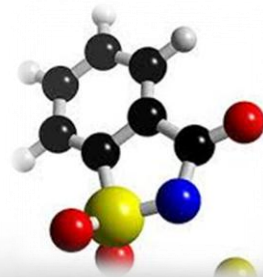
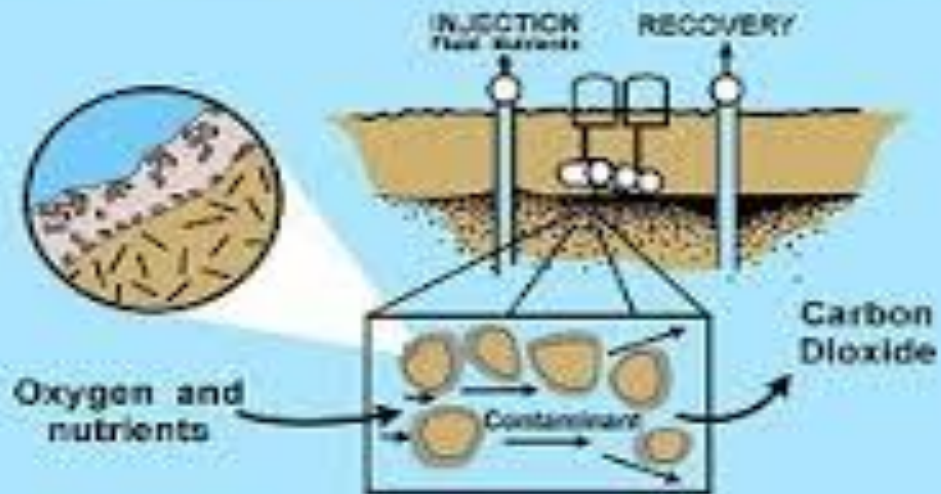
Mikroorganismenya digunakan sebagai pengurai (pendegradasi) berbagai jenis limbah. Misalnya : Limbah Minyak (*Pseudomonas sp.*) ; Limbah plastik (*Chaetosporium resinae*) ; Limbah pabrik gula (*Clostridium butyrium*) ; Limbah rumah tangga (*Sporotrichium sp.*) ; Limbah Pb(II) (*Phellinus badius*) ; Limbah Cu (*Rhizo mucor*) ; dll.



# BIOREMEDIASI MINYAK BUMI



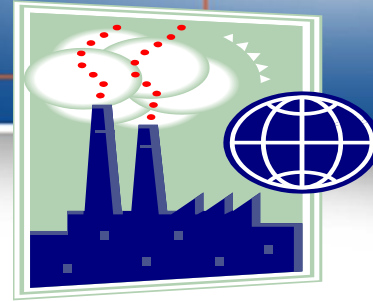
## Bioremediation



# Bioremediasi Perairan

Penanggulangan pencemaran lingkungan dengan  
Bioremediasi



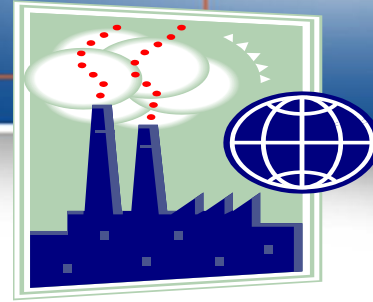


## PENGOLAHAN BIOLOGIS LAHAN TERCEMAR SENYAWA ORGANIK

Pengolahan lahan tercemar senyawa organik dapat dikelompokkan ke dalam:

***Ex situ*** – pengolahan dilakukan di tempat lain sehingga perlu pemindahan.

***In situ*** – pengolahan dilakukan di tempat pencemaran tanpa pemindahan.

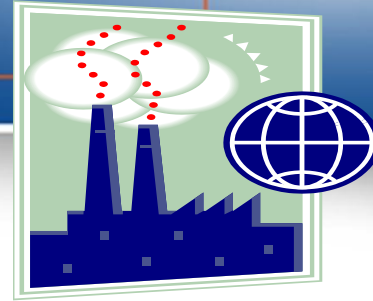


## PENGOLAHAN TANAH

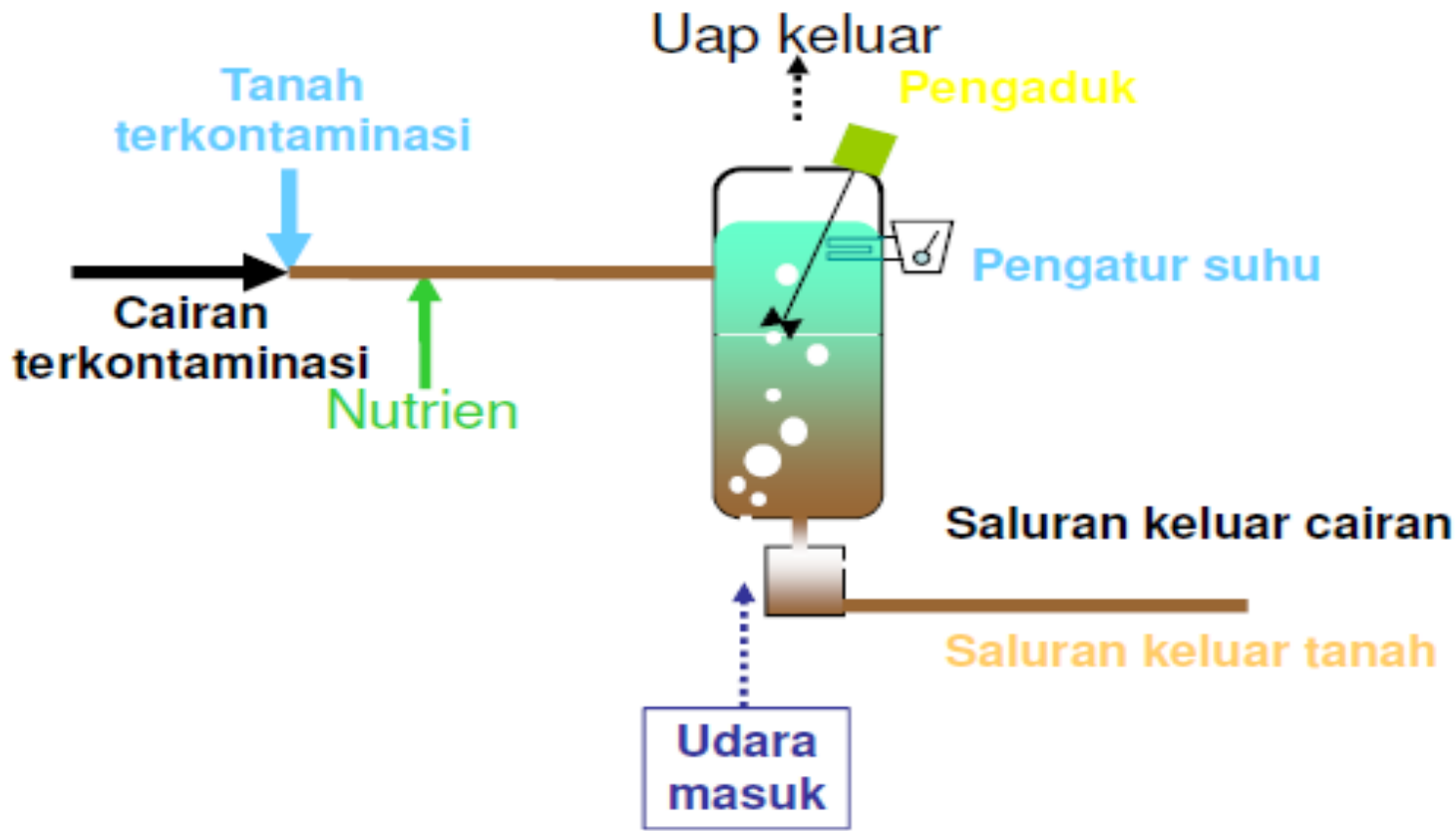
### TERCEMAR SENYAWA ORGANIK SECARA *EX SITU*

#### ***Slurry Phase : Bejana besar***

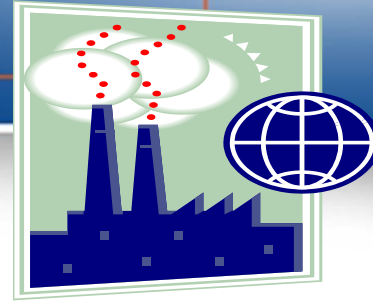
digunakan sebagai “*bio-reactor*” yang mengandung tanah, air, nutrisi dan udara untuk membuat mikroba aktif mendegradasi senyawa pencemar.



# BIOREAKTOR







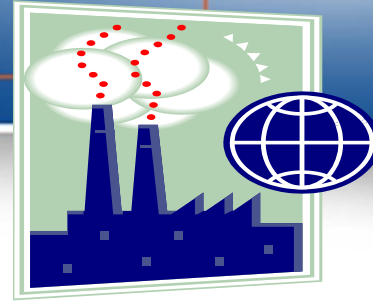
## PENGOLAHAN TANAH TERCEMAR SENYAWA ORGANIK SECARA *EX SITU*

### ***Composting:***

Limbah dicampur dengan jerami atau bahan lain untuk mempermudah masuknya air, udara, dan nutrisi.

Tiga tipe pengomposan:

- \* **Dalam Lubang**
- \* ***Mechanically agitated in-vessel***
- \* ***Tumpukan***

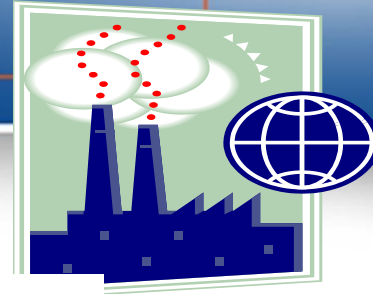


## PENGOLAHAN TANAH

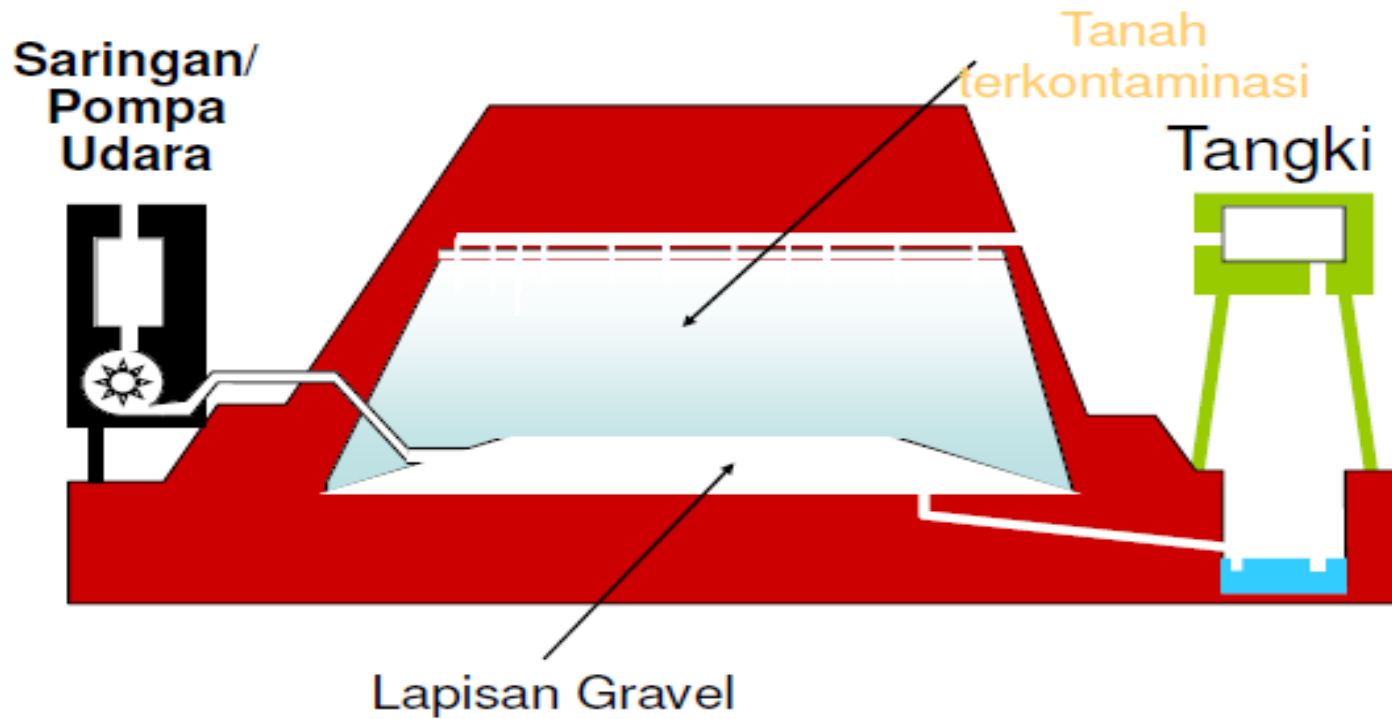
### TERCEMAR SENYAWA ORGANIK SECARA *EX SITU*

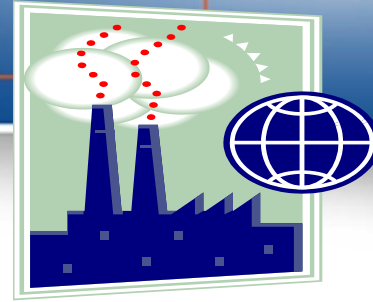
***Biopile: tanah tercemar tidak dipindahkan***

namun diangkat ke permukaan, ditumpuk,  
dan diberi perlakuan penambahan air,  
udara, dan nutrien.



# BIOPILE



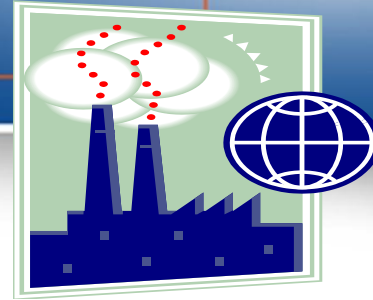


## PENGOLAHAN TANAH

### TERCEMAR SENYAWA ORGANIK SECARA *EX SITU*

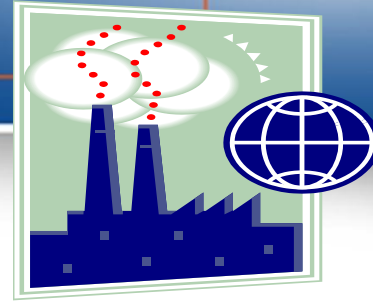
#### ***Landfarming: Tanah terkontaminasi***

dipindahkan dan disebar di permukaan lapangan kemudian diperlakukan dengan penambahan bakteri, air, udara, dan nutrisi. Cara ini yang paling sering digunakan.



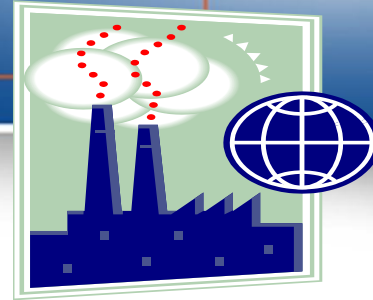
# LANDFARMING





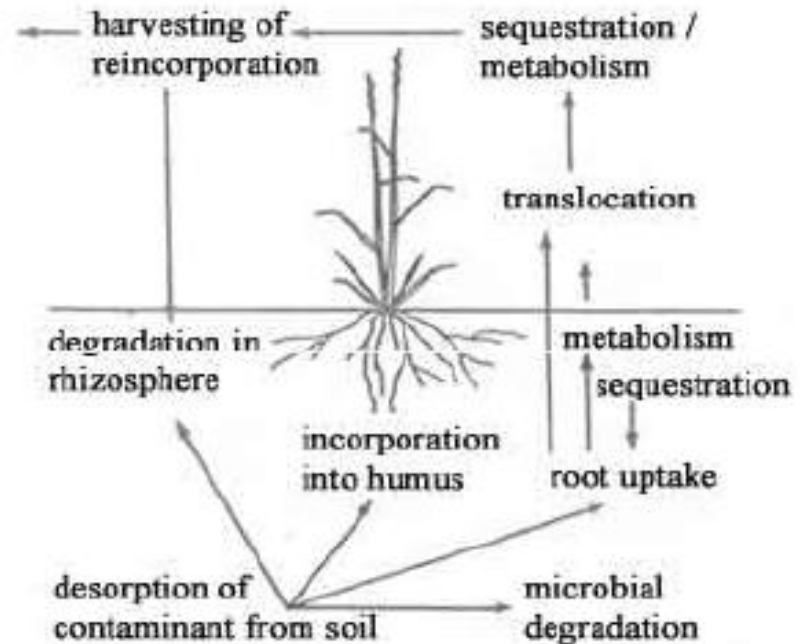
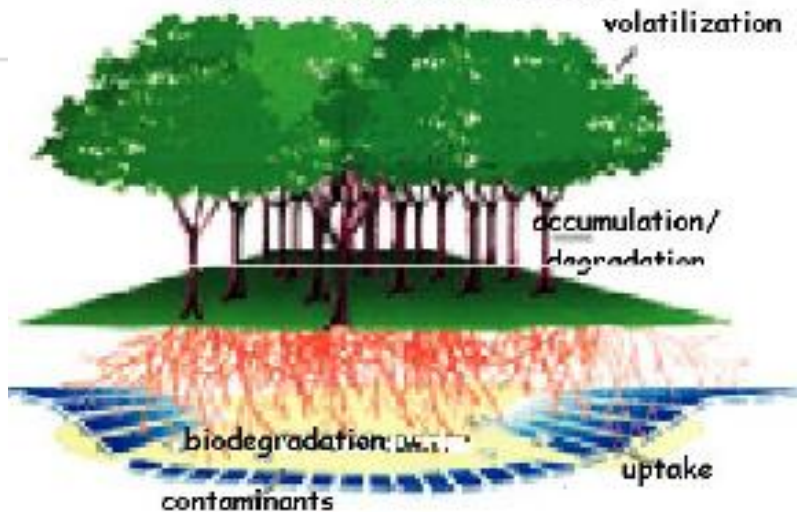
# Fitoremediasi

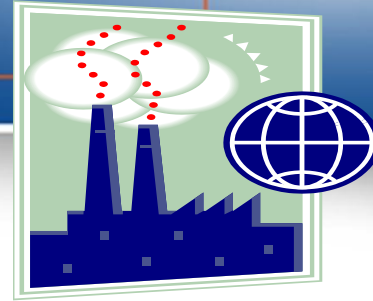
- Fitoremediasi ➡ teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan polutan berbahaya, seperti logam berat, pestisida, dan senyawa organik beracun dalam tanah atau air dengan menggunakan bantuan tanaman (hiperakumulator plant).



# Fitoremediasi

**Phytoremediation Overview**

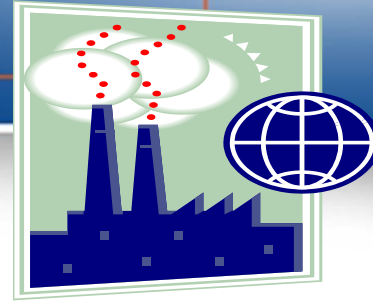




# Proses Fitoremediasi

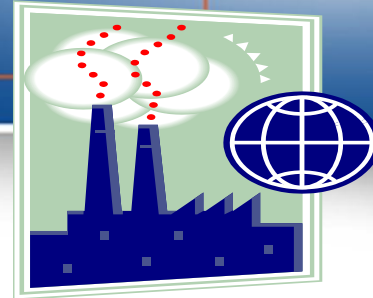
1. **Phytoaccumulation** : tumbuhan menarik zat kontaminan sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan
2. **Rhizofiltration** : proses adsorpsi / pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar.
3. **Phytostabilization** : penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap kedalam batang tumbuhan.





# Proses Fitoremediasi

4. **Rhizodegradation** : penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas microba
5. **Phytodegradation** : penguraian zat kontaminan
6. **Phytovolatilization** : transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya



# RHIZOFILTRASI

## Penghilangan logam dari lingkungan perairan

