

TOKSIKOLOGI LINGKUNGAN

PENDAHULUAN

- Interaksi manusia dan lingkungan
 - Bahan kimia baru dibuat
Limbah dibuang
 - Kualitas lingkungan?
 - Meningkatkan kesejahteraan manusia?
- ↓
- Toksikologi lingkungan
- Pengaruh racun terhadap manusia: Kasus bom atom di Hiroshima dan Nagasaki, Minamata, dioksin, Pb, dll.

Toksikologi

- Mempelajari tentang toksin (racun) serta efeknya terutama untuk makhluk hidup
- Toksin merusak atau mematikan organisme karena racun bereaksi dengan komponen selular untuk mengganggu fungsi metabolisme

Toksikologi Lingkungan

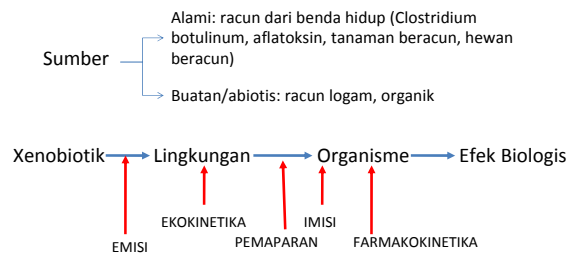
- Atau ekotoksikologi
- Membahas tentang interaksi, transformasi, fate, dan efek dari senyawa kimia alamiah maupun sintetis di dalam biosfer termasuk organisme individual, populasi dan seluruh ekosistem

Toksikologi Lingkungan

- Mencari substansi yang aman
 - Mencegah terjadinya efek yang tidak dikehendaki
 - Membuat kriteria dasar untuk standarisasi lingkungan
 - Memperbaiki cara pengobatan
- Menilai risiko dan memberikan saran atau rekomendasi untuk minimalisasi efek

Xenobiotik

= Bahan asing bagi tubuh organisme



Jenis-jenis xenobiotik

Emisi:
- Point
- Area
- Mobile

Material	Major Sources
1. Arsenic	Treated lumber
2. Lead	Paint, gasoline
3. Mercury	Coal combustion
4. Vinyl chloride	Plastics industrial uses
5. Polychlorinated biphenyls (PCBs)	Electric insulation
6. Benzene	Gasoline, industrial use
7. Cadmium	Batteries
8. Benzo(a)pyrene	Waste incineration
9. Polycyclic aromatic hydrocarbons	Combustion
10. Benzo(b)fluoranthene	Fuels
11. Chloroform	Water purification, industry
12. DDT	Pesticide use
13. Aroclor 1254	Plastics
14. Aroclor 1260	Plastics
15. Trichloroethylene	Solvents
16. Dibenz(a,h)anthracene	Incineration
17. Dieldrin	Pesticides
18. Chromium, hexavalent	Paints, coatings, welding, anticorrosion agents
19. Chlordane	Pesticides
20. Hexachlorobutadiene	Pesticides

Source: Data from U.S. Environmental Protection Agency, 2003.

Sumber: Cunningham, 2008

Ekokinetika

- Proses biotik abiotik (fisik, kimia, dan enzim)
- Transportasi: jarak pendek dan jarak jauh
- Efek regional atau lokal

- Tergantung: sumber, distribusi/transportasi, dan transformasi
- Mudah ditransportasi (gas, partikulat, aerosol dan cairan), kelarutan
 - Persistensi di lingkungan
 - Reaktivitas (interaksi dengan komponen lain) → toksisitas, degradabilitas, distribusi
 - biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi

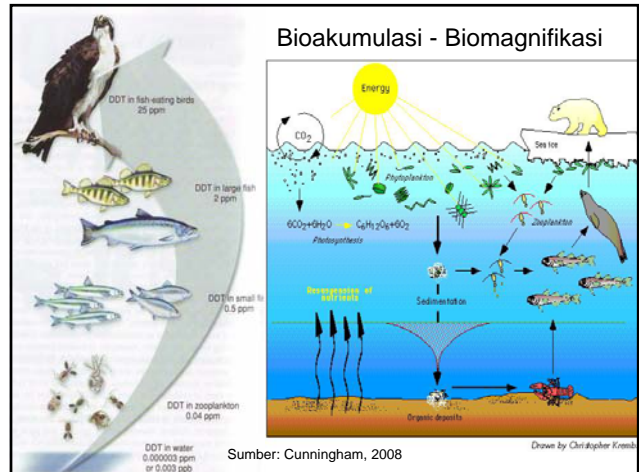
Sumber: Cunningham, 2008



Ekokinetika

Solubilitas dan mobilitas:
Merupakan hal penting

- Larut dalam air: Senyawa akan lebih cepat tersebar luas dan lebih mudah masuk ke dalam sel
- Larut dalam lemak/minyak: (umumnya senyawa organik) memerlukan pembawa untuk dapat menyebar di lingkungan dan ke luar - masuk tubuh.
Dalam tubuh: mudah menembus ke dalam jaringan dan sel karena membran pembungkus sel tersusun oleh senyawa kimia yang serupa (larut di lemak). Senyawa kimia akan terakumulasi dalam sel dan berada selama bertahun2.



- Bioakumulasi:
Sel mempunyai kemampuan utk mengakumulasi nutrisi dan mineral esensial, sel juga dapat mengabsorpsi dan menyimpan senyawa toksik
- Biomagnifikasi:
efek toksik yang meningkat pada rantai makanan

Persistensi

- Senyawa yang mudah terurai: konsentrasi segera menurun pada saat masuk ke lingkungan
- Senyawa persisten: Metal (Pb), plastik PVC, pestisida hidrokarbon terklorinasi, asbes

Persisten Organic Pollutans (POPs)

Terakumulasi dalam rantai makanan dan mencapai nilai toksik

- PBDE (Polybrominated diphenyl ethers): penahan tekstil terbakar, plastik komputer → 150 jt ton pertahun. Gangguan syaraf pada bayi lahir
- Perfluorooctane sulfonate (PFOS) & Perfluorooctane Acid (PFOA) → C8: Produk anti lengket, tahan air dan noda seperti Teflon, Gortex. Pada tikus: kerusakan liver, kanker dan sistem reproduksi
- Phthalates: digunakan pada kosmetika, deodorant dan plastik (PVC) mainan anak. Hewan uji: kerusakan liver dan ginjal bahkan kanker.
- Antrazine: Herbisida. Mengganggu sistem hormon endocrine → aborsi spontan, berat lahir kurang, gangguan neurologis



Imisi

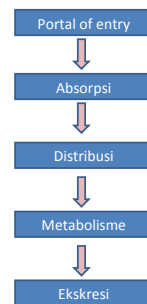
- Lingkungan: air, udara, tanah, makanan, tempat kerja
- Portal of entry:
 - inhalasi
 - oral
 - kulit
- Berapa yang masuk (intake dose) ?

Sumber: Cunningham, 2008

TABLE 8.3 Factors in Environmental Toxicity	
Factors Related to the Toxic Agent	
1.	Chemical composition and reactivity
2.	Physical characteristics (such as solubility, state)
3.	Presence of impurities or contaminants
4.	Stability and storage characteristics of toxic agent
5.	Availability of vehicle (such as solvent) to carry agent
6.	Movement of agent through environment and into cells
Factors Related to Exposure	
1.	Dose (concentration and volume of exposure)
2.	Route, rate, and site of exposure
3.	Duration and frequency of exposure
4.	Time of exposure (time of day, season, year)
Factors Related to Organism	
1.	Resistance to uptake, storage, or cell permeability of agent
2.	Ability to metabolize, inactivate, sequester, or eliminate agent
3.	Tendency to activate or alter nontoxic substances so they become toxic
4.	Concurrent infections or physical or chemical stress
5.	Species and genetic characteristics of organism
6.	Nutritional status of subject
7.	Age, sex, body weight, immunological status, and maturity

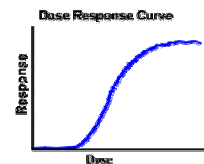
Source: U.S. Department of Health and Human Services, 1995.

Farmakokinetika



- Oral: mulut → lambung → usus halus → usus besar
Proses: enzimatis, netralisasi, absorpsi, reaksi dengan senyawa lain
- Inhalasi: nasofaring → trakeo-bronkial → alveoli
Proses: transfer gas dan masuk ke peredaran darah
- Dermal: permukaan kulit
Proses: barrier, reaksi dengan kulit, menembus kulit

Dosis vs konsentrasi?



Efek pada manusia

Efek pada organisme tergantung:

- toleransi,
- hipersensitivitas,
- kumulasi

Pada: sel, enzim, DNA, RNA, organ target (hati, sistem saraf, paru-paru, ginjal, kulit)

Efek berdasarkan gejala:

- Fibrosis
- Granuloma
- Demam
- Anfiksia
- Alergi
- Mutan, kanker, dan teratoma
- Endocrine disrupture
- Neurotoksik

Keracunan sistemik

Kandungan Pb pada darah

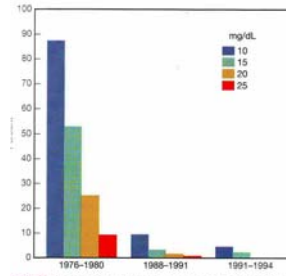


FIGURE 1 Blood lead levels in U.S. preschoolers fell 90 percent between the 1970s and 1990s. This is one of our greatest environmental health successes ever. Source: J. Potoski et al., 1998.

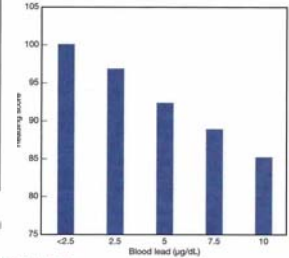


FIGURE 2 Reading score of U.S. children are inversely related to blood lead levels even below 10 µg/dL, the amount considered safe by the U.S. EPA. Source: J. Potoski et al., 1998.

Sumber: Cunningham, 2008