BUKU AJAR

PRODUKTIVITAS TANAH KOLAM

(Tekstur Tanah dan Hara Tanah Kolam)

Dr. Saberina Hasibuan, S.Pi, MT
Novreta Ersyi Darfia, ST, MT

UR Press

BUKU AJAR
PRODUKTIVITAS TANAH KOLAM
(Tekstur Tanah dan Hara Tanah Kolam)

Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002, tentang Hak Cipta

PASAL 2

(1) Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut perundang-undangan yang berlaku.

PASAL 72

(1) Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000.00 (Satu Juta Rupiah), atau paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (Lima Miliar Rupiah).
(2) Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000.00 (lima ratus juta rupiah).

BUKU AJAR
PRODUKTIVITAS TANAH KOLAM
(Tekstur Tanah dan Hara Tanah Kolam)

Dr. Saberina Hasibuan, S.Pi, MT
Novreta Ersyi Darfia, ST, MT

Penerbit
UR Press Pekanbaru
2021

BUKU AJAR
PRODUKTIVITAS TANAH KOLAM
(Tekstur Tanah dan Hara Tanah Kolam)

Penulis:
Dr. Saberina Hasibuan, S.Pi, MT
Novreta Ersyi Darfia, ST, MT

© Hak Cipta pada Penulis

Sampul dan Tata Letak: Saberina Hasibuan
Foto Cover : Saberina Hasibuan
Diterbitkan oleh UR Press, Desember 2021

Alamat Penerbit
Jl. Pattimura No. 9, Gobah Pekanbaru 28132,
Riau, Indonesia
Telp. (0761) 22961, Fax. (0761) 857397
e-mail: unri_press@yahoo.co.id
ANGGOTA IKAPI

Hak Cipta © dilindungi Undang-undang
Dilarang mengutip atau memperbanyak
sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

Cetakan Pertama: Desember 2021

ISBN 978-623-255-149-7

KATA PENGANTAR

Pertama sekali penulis ucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah menganugerahkan rahmatnya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ini dengan lancar.

Buku ini disusun dalam 2 (dua) bab yang terdiri dari materi tentang Tanah dan Air serta materi tentang Tanah Kolam. Diharapkan buku ini dapat dijadikan referensi dalam perkuliahan Produktifitas Tanah Dasar Kolam maupun dalam perkuliahan bidang ilmu lain yang terkait.

Penulis menyadari masih adanya kekurangan-kekurangan yang terdapat di dalam buku ini. Penulis berharap buku ini bisa bermanfaat bagi setiap pembaca.

Pekanbaru, Desember 2021
Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar ..... **v**
Daftar Isi ..... **vi**
Daftar Tabel ..... **vii**
Daftar Gambar ..... **viii**

Bab I Tanah dan Air **1**
I. Sistem Satuan 2
II. Struktur Tanah 5
III. Retentivitas Air di Tanah 19

Bab II Tanah Kolam **26**
I. Karakteristik Tanah 27
II. Sifat Tanah 40
III. Komponen Mineral dan Organik Tanah 61

Daftar Pustaka **66**
GLOSARIUM **70**
Indeks **73**

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Besaran Pokok 2
Tabel 2 Besaran Turunan..... 3
Tabel 3 Awalan untuk Satuan 4
Tabel 4 Ukuran Partikel Tanah 6
Tabel 5 Ketentuan Umum untuk Klasifikasi Tekstur Tanah 6
Tabel 6 Proporsi (%) Fraksi Tanah..... 7
Tabel 7 Nilai Derajat Kejenuhan..... 15
Tabel 8 Nilai Berat Spesifik 17
Tabel 9 Ukuran Partikel Jenis Tanah..... 29
Tabel 10 Stratifikasi Tanah - Karakteristik Strata 33
Tabel 11 Proses Transportasi Antara Sedimen dan Air..... 38
Tabel 12 Mekanisme Penyerapan..... 46
Tabel 13 KTK dari Beberapa Tanah Liat 50
Tabel 14 Faktor Pengasaman dan Alkalinisasi yang Terjadi pada Tanah..... 58
Tabel 15 Potensi Redoks yang Terkait dengan Akseptor Elektron Utama..... 60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Klasifikasi Tekstur Tanah menurut USDA 7
Gambar 2 Struktur Tanah 11
Gambar 3 Komposisi Tanah Ideal dan Padat 12
Gambar 4 Komposisi Tanah 13
Gambar 5 Skematik Proses Tanah Mendapatkan Air 19
Gambar 6 Hubungan antara Lamanya Hujan dan Kapasitas Infiltrasi 21
Gambar 7 Ikatan Air oleh Partikel dan Agregat Primer Tanah..... 23
Gambar 8 Pertukaran Antara Air dan Tanah 28
Gambar 9 Pertukaran Antara Air, Air Pori dan Sedimen..... 36
Gambar 10 Silika Tetrahedron dan Oktahedron Alumina dari Kisi Mineral Lempung 44

BAB I
TANAH DAN AIR

PENDAHULUAN

Tanah tersusun atas partikel-partikel tanah atau partikel-partikel lain, dan rongga-rongga atau pori-pori di antara partikel-partikel tanah tersebut sebagian atau seluruhnya terisi air atau cairan lain. Tekstur tanah adalah salah satu sifat tanah yang paling umum didefinisikan. Tekstur tanah merupakan perbandingan kandungan fraksi pasir, debu, dan lempung pada suatu massa tanah. Fraksi ini mengacu pada kisaran ukuran partikel tanah. Struktur tanah dapat didefinisikan sebagai suatu bentuk dari beberapa agregat primer yang merupakan satu kesatuan bentuk. Struktur tanah memberi pengaruh pada jumlah aliran air dan pergantian udara di dalamnya. Apabila terjadi hujan atau tanah mendapat air dari sumber lain, maka sebagian air akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi), sampai batas tertentu apabila telah jenuh akan terus mengalir ke bawah (perkolasi). Air yang tidak masuk ke dalam tanah, sebagian akan mengalir di permukaan tanah (run off) dan sebagian lagi akan menguap kembali (evaporasi).

Tujuan Instruksional Umum (TIU)

Mahasiswa memahami pengertian, penggolongan, ruang lingkup, manfaat dan kegunaan, serta hubungan produktivitas tanah dasar kolam dengan ilmu-ilmu lain. Mahasiswa dapat memahami tentang konsep sistem satuan, struktur tanah, dan retentivitas air di tanah.

Tujuan Instruksional Khusus (TIK)

1. Mahasiswa memahami tentang sistem satuan dan dapat mengaplikasikan pemakaian sistem satuan di dalam perhitungan
2. Mahasiswa dapat menjelaskan tentang struktur tanah
3. Mahasiswa dapat menjelaskan tentang retentivitas air di tanah

I. SISTEM SATUAN

Suatu besaran yang dapat diukur memiliki satuan. Sistem Satuan Internasional (SI) adalah sistem satuan baku yang digunakan di seluruh belahan dunia untuk mengurangi keanekaragaman jenis satuan.

A. Besaran Pokok

Besaran yang dinyatakan dengan angka merupakan sesuatu yang dapat diukur / ditentukan. Panjang suatu benda adalah salah satu besaran karena dapat diukur / ditentukan besarnya dengan angka. Ada tujuh (7) besaran pokok, seperti yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Besaran Pokok

Nama Besaran	Simbol Besaran	Satuan	Simbol Satuan	Dimensi
panjang	l	meter	m	[L]
massa	m	kilogram	kg	[M]
waktu	t	detik	s	[T]
suhu	T	derajat kelvin	^{0} K	[Ɵ]
kuat arus	i	ampere	A	[I]
intensitas cahaya	I	candela	cd	[J]
jumlah zat	n	mol	mol	[N]

Sumber : Mujadi dkk, 2014

B. Besaran Turunan

Besaran turunan adalah besaran fisis yang terdiri dari dua besaran atau lebih yang dapat diturunkan dari beberapa besaran pokok. Misalnya, kecepatan adalah hasil bagi jarak dan waktu. Besaran yang diturunkan dari beberapa besaran pokok disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Besaran Turunan

Nama Besaran	Simbol Besaran	Satuan	Simbol Satuan
luas	A	meter kuadrat	m^2
volume	V	meter kubik	m^3
kecepatan	v	meter per detik	m/s
percepatan	a	meter per detik kuadrat	m/s^2
momentum	p	kilogram meter per detik	kg m/s
gaya	F	kilogram meter per detik kuadrat	kg m/s^2
usaha/energi	W/E	kilogram meter kuadrat per detik kuadrat	kg m^2/s^2
bilangan gelombang	k	per meter	m^{-1}
frekuensi	f	hertz	hz
berat jenis	ρ	kilogram per meter kubik	kg/m^3
rapat arus listrik	J	ampere per meter kuadrat	A/m^2
kuat medan magnet	H	ampere per meter	A/m

Nama Besaran	Simbol Besaran	Satuan	Simbol Satuan
daya	P	kilogram meter kuadrat per detik pangkat tiga	kg m^2/s^3

Sumber : Mujadi dkk, 2014

C. Awalan untuk Satuan

Di dalam perhitungan sering melibatkan bilangan yang sangat besar atau sangat kecil. Jika bilangan-bilangan tersebut ditulis apa adanya maka akan terlalu panjang dan kurang efektif dalam melafalkannya. Beberapa contoh penggunaan awalan yang sering digunakan di antaranya seperti disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Awalan untuk Satuan

Skala Kecil			Skala Besar		
Awalan	**Simbol**	**Pangkat sepuluh**	**Awalan**	**Simbol**	**Pangkat sepuluh**
centi	c	10^{-2}	hekto	h	10^{2}
milli	m	10^{-3}	kilo	k	10^{3}
micro	μ	10^{-6}	mega	M	10^{6}
nano	n	10^{-9}	giga	G	10^{9}
pico	p	10^{-12}	tera	T	10^{12}
femto	f	10^{-15}	peta	P	10^{15}
atto	a	10^{-18}	exa	E	10^{18}
zepto	z	10^{-21}	zetta	Z	10^{21}
yocto	y	10^{-24}	yotta	Y	10^{24}

Sumber : Mujadi dkk, 2014

II. STRUKTUR TANAH

A. Fase Padat dan Pori-Pori Tanah

Tanah tersusun dari partikel padat anorganik dengan berbagai ukuran dan bentuk tidak beraturan. Partikel-partikel ini berasal dari batuan, material yang meletus, dan sedimen di laut, danau, rawa-rawa, dan sungai. Menurut definisi dari *International Society of Soil Science* (ISSS), tanah diklasifikasikan berdasarkan ukuran partikel menjadi lima kelas:

Tanah liat	< 0.002 mm
Lumpur	0.002 – 0.02 mm
Pasir halus	0.02 – 0.2 mm
Pasir kasar	0.2 – 2.0 mm
Kerikil	> 2.0 mm

B. Tekstur Tanah

Tekstur tanah merupakan perbandingan kandungan fraksi pasir, debu, dan lempung pada suatu massa tanah. Fraksi ini mengacu pada kisaran ukuran partikel tanah.

Tanah yang berupa bongkahan tanah terdiri dari bagian-bagian kecil yang disebut partikel-partikel tanah dapat dibedakan menjadi tiga bagian pokok yaitu pasir, debu, lempung dan bahan- bahan organik. Tanah juga dapat berasal dari batu atau batuan induk yang mengalami pelapukan dalam jangka waktu yang lama.

Ukuran partikel tanah menurut USDA (*United State Departement of Agriculture*) dibedakan dalam ukuran garis tengahnya seperti disajikan pada tabel berikut :

Tabel 4. Ukuran Partikel Tanah

Jenis Partikel	Ukuran Garis Tengah (mm)
kasar	2,00 - 1,00
pasir kasar	1,00 - 0,50
pasir sedang	0,50 - 0,25
pasir halus	0,15 - 0,10
pasir sangat halus	0,10 - 0,05
debu	0,05 - 0,002
lempung/liat	< 0,002

Sumber : KemenPUPR, 2016

Klasifikasi tekstur tanah dipengaruhi oleh persentase masing-masing partikel tanah penyusunannya. Klasifikasikan tekstur tanah disajikan pada tabel berikut.

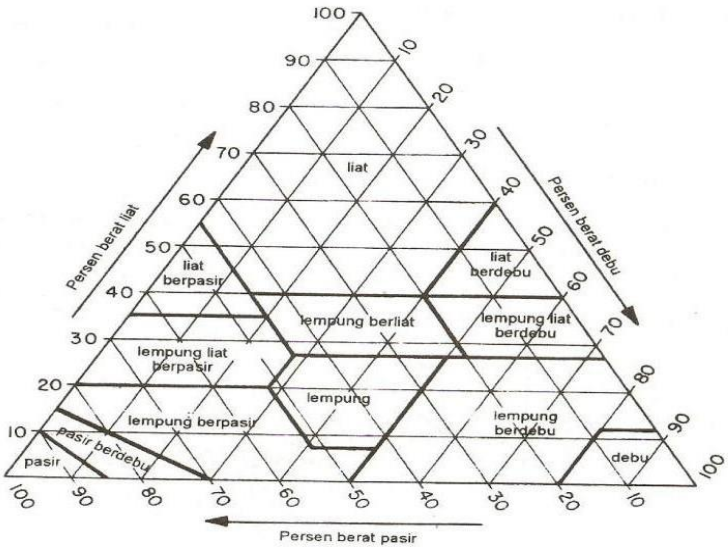
Tabel 5. Ketentuan Umum untuk Klasifikasi Tekstur Tanah

Ketentuan Umum		Klasifikasi Tekstur Tanah
Tanah Pasir	- Tanah berstruktur sangat kasar	- pasir
		- pasir bergeluh
Tanah geluh	- Tanah berstruktur kasar	- geluh berpasir
		- geluh berpasir halus
	-Tanah berstruktur sedang	- geluh berpasir sangat halus
		- geluh
		- geluh berdebu
		- debu
	- Tanah berstruktur halus	- geluh berlempung
		- geluh lempung berpasir
		- geluh lempung berdebu

Ketentuan Umum	Klasifikasi Tekstur Tanah
Tanah berlempung - Tanah berstruktur sangat halus	- lempung berpasir
	- lempung berdebu
	- lempung

Sumber : KemenPUPR, 2016

Klasifikasi tekstur tanah menurut USDA disajikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Klasifikasi Tekstur Tanah menurut USDA

Tabel 6. Proporsi (%) Fraksi Tanah

Kelas Tekstur Tanah	Proporsi (%) Fraksi Tanah		
	Pasir	Debu	Liat
1. Pasir (*Sandy*)	85	15	10
2. Pasir Berlempug (*Loam Sandy*)	70 - 90	30	15
3. Lempung Berpasir (*Sandy Loam*)	40 - 87,5	50	20
4. Lempung (*Loam*)	22,5 - 52,5	30 - 50	10 – 30
5. Lempung Liat Berpasir (*Sandy-Clay-Loam*)	45 - 80	30	20 - 37,5

Kelas Tekstur Tanah	Proporsi (%) Fraksi Tanah		
	Pasir	**Debu**	**Liat**
6. Lempung Liat Berdebu (*Sandy-Silt-Loam*)	20	40 - 70	27,5 – 40
7. Lempung Berliat (*Clay Loam*)	20 - 45	15 - 52,5	27,5 – 40
8. Lempung Berdebu (*Silty Loam*)	47,5	50 - 87,5	27,5
9. Debu (*Silt*)	20	80	12,5
10. Liat Berpasir (*Sandy-Clay*)	45 - 62,5	20	37,5 - 57,5
11. Liat Berdebu (*Silty-Clay*)	20	40 - 60	40 – 60
12. Liat (*Clay*)	45	40	40

Tekstur tanah juga dapat ditentukan dengan cara memijit tanah basah menggunakan jari jempol dan jari telunjuk, sambil dirasakan halus kasarnya dengan cara sebagai berikut:

1. **Pasir**, apabila rasa kasar terasa sangat jelas, tidak melekat, dan tidak dapat dibentuk bola dan gulungan
2. **Pasir Berlempung**, apabila rasa kasar terasa jelas, sedikit sekali melekat, dan dapat dibentuk bola tetapi mudah sekali hancur
3. **Lempung Berpasir**, apabila rasa kasar agak jelas, agak melekat, dan dapat dibuat bola tetapi mudah hancur
4. **Lempung**, apabila tidak terasa kasar dan tidak licin, agak melekat, dapat dibentuk bola agak teguh, dan dapat sedikit dibuat gulungan dengan permukaan mengkilat
5. **Lempung Berdebu**, apabila terasa licin, agak melekat, dapat dibentuk bola agak teguh, dan gulungan dengan permukaan mengkilat
6. **Debu**, apabila terasa licin sekali, agak melekat, dapat dibentuk bola teguh, dan dapat digulung dengan permukaan mengkilat
7. **Lempung Berliat**, apabila terasa agak licin, agak melekat, dapat dibentuk bola agak teguh, dan dapat dibentuk gulungan yang agak mudah hancur

8. **Lempung Liat Berpasir**, apabila terasa halus dengan sedikit bagian agak kasar, agak melekat, dapat dibentuk bola agak teguh, dan dapat dibentuk gulungan mudah hancur
9. **Lempung Liat Berdebu**, apabila terasa halus, terasa agak licin, melekat, dan dapat dibentuk bola teguh, serta dapat dibentuk gulungan dengan permukaan mengkilat
10. **Liat Berpasir**, apabila terasa halus, berat tetapi sedikit kasar, melekat, dapat dibentuk bola teguh, dan mudah dibuat gulungan
11. **Liat Berdebu**, apabila terasa halus, berat, agak licin, sangat lekat, dapat dibentuk bola teguh, dan mudah dibuat gulungan
12. **Liat**, apabila terasa berat dan halus, sangat lekat, dapat dibentuk bola dengan baik, dan mudah dibuat gulungan

C. Struktur Tanah

Struktur tanah dapat didefinisikan sebagai suatu bentuk dari beberapa agregat primer yang merupakan satu kesatuan bentuk.

Bentuk tanah dapat dibedakan menjadi empat, yaitu :

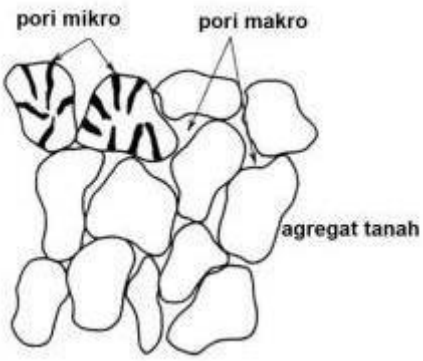
1. Pipih
   Berbentuk pipih tipis, berlapis-lapis secara horizontal. Ukuran horisontal lebih besar dibandingkan ukuran vertikal.
2. Prismatik atau kolom
   Berbentuk pilar-pilar vertikal dengan sisi enam. Ukuran vertikal lebih besar dibandingkan ukuran horisontal.
3. Blok- Blok
   Berbentuk kubus atau bulat dengan diameter hingga 10 cm. Ukuran vertikal dan horisontal hampir sama.
4. Kebulat-bulatan
   Berbentuk butir (ukuran ke segala arah sama), dapat berupa kersai atau remah.

Struktur tanah memberi pengaruh pada jumlah aliran air dan pergantian udara di dalamnya serta kedalaman perakaran dan kemampuan tanah untuk dapat memberikan unsur haranya kepada tanaman.

Struktur tanah dipengaruhi oleh partikel-partikel penyusun primer (pasir, debu dan lempung) dan bahan penyusun sekunder yang bahan perekat yang berwujud koloid tanah yang berasal dari bahan organik atau larutan beberapa jenis garam.

Partikel penyusun tanah merupakan satu kesatuan yang terdiri atas beberapa jenis partikel tanah yang diikat oleh bahan perekat yang berupa koloid tanah, senyawa besi, alumunium, dan lain-lain.

Kesatuan kelompok ini disebut agregat tanah, dapat dibedakan menjadi agregat primer dan agregat sekunder. Agregat primer adalah kelompok yang terdiri dari butir-butir/ partikel tanah, sedangkan gabungan agregat sekunder disebut gumpalan tanah. Susunan dari agregat tanah secara skematis seperti yang disajikan pada gambar berikut.

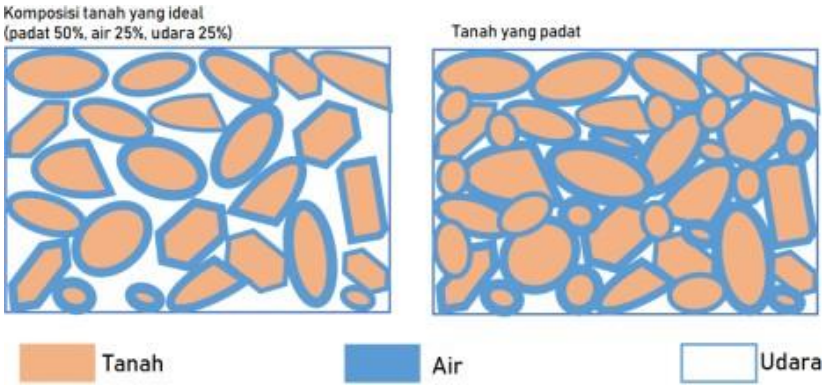


Gambar 2. Struktur Tanah

D. Porositas Tanah

Porositas tanah merupakan kemampuan tanah untuk meloloskan air berlebih sehingga tanah tidak jenuh air, dan udara dapat masuk ke dalam tanah dengan leluasa. Hal ini menyebabkan jumlah udara dan air dalam tanah seimbang.

Pori-pori tanah adalah ruang dalam tanah yang terisi air atau udara dan tidak terisi bahan padat. Semakin banyak pori-pori tanah, maka porositas tanah semakin tinggi. Komposisi tanah pada umumnya terdiri atas padatan dan bahan organik (50%), air (25%), dan udara (25%).



Gambar 3. Komposisi Tanah Ideal dan Padat

Faktor yang mempengaruhi porositas tanah adalah :

1. Kandungan bahan organik. Semakin tinggi kandungan bahan organik maka porositas tanah semakin baik.
2. Struktur tanah

   Struktur tanah yang berbentuk butiran (granuler) atau remah memiliki porositas yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan tanah yang padat. Pengolahan dan penggemburan lahan sebelum ditanami bertujuan untuk meningkatkan porositas tanah dengan memecah struktur tanah yang padat menjadi pecahan-pecahan kecil.

3. Tekstur tanah

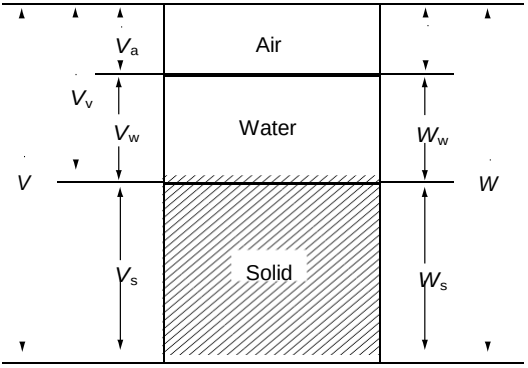
   Terdapat 3 jenis tekstur tanah yaitu debu, liat dan pasir. Jenis tekstur tanah ini memiliki proporsi pori mikro dan makro yang berbeda.

   - Tanah dengan tekstur pasir didominasi oleh pori makro sehingga udara dominan sebaliknya hanya sedikit air yang bisa tertahan.
   - Tanah dengan tekstur liat didominasi oleh pori-pori mikro sehingga sangat kuat dalam menahan air. Karena itulah tanah liat umumnya sulit melepaskan air dan mudah becek atau tergenang.
   - Tanah dengan tekstur debu didominasi oleh pori-pori berukuran sedang. Porositasnya ada diantara tanah pasir dan tanah liat.

E. Komposisi Tanah

Tanah terdiri dari:

- Butiran tanah yang padat (*solid*)
- Air (*water*)
- Udara (*air*)



Gambar 4. Komposisi Tanah

Menghitung volume tanah

$$V = V_s + V_w + V_a \quad (1)$$

$$V_v = V_w + V_a \quad (2)$$

Keterangan:

V = volume total tanah

V_s = volume *solid* (padatan)

V_w = volume *water* (air)

V_a = volume *air* (udara)

V_v = volume *void* (pori)

Menghitung berat tanah

$$W = W_s + W_w \quad (3)$$

Keterangan:

W = berat total tanah

W_s = berat *solid* (padatan)

W_w = berat *water* (air)

F. Hubungan Volume dan Berat

- Angka pori (*void ratio*)
  Perbandingan antara volume pori dan volume butiran padat

$$e = \frac{Vv}{V_s} \quad (4)$$

- Porositas (*porosity*)
  Perbandingan antara volume pori dan volume tanah total

$$n = \frac{Vv}{V} \quad (5)$$

- Hubungan e dan n

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_v}{V - V_v} = \frac{(\frac{7_v}{7})}{1 - (\frac{7_v}{7})} = \frac{n}{1-n} \quad (6)$$

$$e = \frac{n}{1-n} \quad (7)$$

$$n = \frac{e}{1+e} \quad (8)$$

- Derajat kejenuhan (*degree of saturation*)

  Perbandingan antara volume air dan volume pori

$$S_R = \frac{V_w}{V_v} x100\% \quad (9)$$

Tabel 7. Nilai Derajat Kejenuhan

Keadaan Tanah	Derajat Kejenuhan
Tanah kering	0
Tanah agak lembab	> 0 – 0,25
Tanah lembab	0,26 – 0,50
Tanah sangat lembab	0,51 – 0,75
Tanah basah	0,76 – 0,99
Tanah jenuh air	1

- Kadar air (*water content*)

  Perbandingan antara berat air dan berat butiran padat

$$W_c = \frac{W_w}{W_s} x100\% \quad (10)$$

- Berat volume (*unit weight*)

  Berat tanah per satuan volume

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (11)$$

  - Berat volume air : $\gamma_w = \frac{W_w}{V_w}$ (12)

- Berat volume padatan : $\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$ (13)
- Berat volume jenuh ($S_R = 1$) : $\gamma_{sat} = \frac{W_{sat}}{V_{sat}}$ (14)
- Berat volume tanah basah : $\gamma_{moist} = \frac{W}{V}$ (15)
- Berat volume tanah kering : $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{W_s + W_w}{V} = \frac{W_s * 1 + \frac{W_w}{W_s}}{V} = \frac{W_s (1 + W_c)}{V} \quad (16)$$

Bila : $\frac{W_s}{V} = \gamma_d$ → Υ_d = dry unit weight

Maka : $\gamma = \gamma_d (1 + W_c) \longrightarrow \gamma_d = \frac{\gamma}{(1+W_c)}$ (17)

- Berat Spesifik

  Perbandingan antara berat volume butiran padat dan berat volume air

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (18)$$

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \quad (19)$$

$$\gamma_w = \frac{W_w}{V_w} \rightarrow V_w = \frac{W_w}{\gamma_w} \quad (20)$$

Keterangan:

Υ_w = berat volume air

Υ_w = 9,81 kN/m^3

Tabel 8. Nilai Berat Spesifik

Macam Tanah	Berat Spesifik
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau anorganik	2,62 – 2,68
Lempung organik	2,58 – 2,65
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

- Hubungan ϒ, e, W_c, G_s

  Diasumsikan $V_s = 1 \rightarrow \gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \rightarrow \gamma_s = W_s$

  Jadi:

  $$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{\gamma_w} \rightarrow W_s = G_s \, x \, \gamma_w \quad (21)$$

  $$W_c = \frac{W_w}{W_s} \rightarrow W_w = W_c \, x \, W_s = W_c \, x \, G_s \, x \, \gamma_w \quad (22)$$

  $$V_w = \frac{W_w}{\gamma_w} = \frac{W_c \, x \, G_s \, x \, \gamma_w}{\gamma_w} = W_c \, x \, G_s \quad (23)$$

  Tambahan:

  Bila : $V_s = 1 \rightarrow e = V_v$

  Maka : $V = V_s + V_v \rightarrow 1 + e$ (24)

  Berat volume tanah : $\gamma = \frac{W_s(1+W_c)}{V} = \frac{G_s \, x \, \gamma_w(1+W_c)}{1+e}$

  $$\gamma = \frac{G_s \, x \, \gamma_w(1+W_c)}{1+e} \quad (25)$$

  Berat volume tanah kering : $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$

  $$\gamma_d = \frac{G_s \, x \, \gamma_w}{1+e} \quad (26)$$

  Derajat kejenuhan : $S_R = \frac{V_w}{V_v}$

  $$S_R = \frac{W_c \, x \, G_s}{e} \quad (27)$$

  $$S_R \, x \, e = W_c \, x \, G_s$$

Diasumsikan $V_s = 1$ dan $S_R = 1$

$$\gamma_{sat} = \frac{W_w + W_s}{V}$$

Catatan: $W_w = W_c x G_s x \gamma_W$

$W_s = G_s x \gamma_W$

$S_R\ x\ e = W_c\ x\ G_s$

Maka:

$$\gamma_{sat} = \frac{W_w + W_s}{V} = \frac{W_c\ x\ G_s\ x\ \gamma_w + G_s\ x\ \gamma_w}{1 + e}$$

$$\gamma_{sat} = \frac{e\ x\ \gamma_w + G_s\ x\ \gamma_w}{1+e} = \frac{(e+G_s)}{1+e}\gamma_w \qquad (28)$$

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s\ x\ \gamma_w(1+W_{c\ sat})}{1+e} = \gamma_d(w_{c\ sat} + 1) \qquad (29)$$

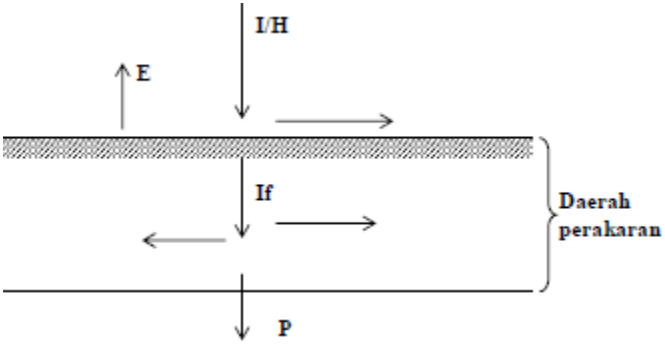
Kesimpulan

Angka pori, e	$e = \frac{Vv}{V_s}$	$e = \frac{n}{1-n}$
Porositas, n	$n = \frac{Vv}{V}$	$n = \frac{e}{1+e}$
Derajat Kejenuhan, S_R	$S_R = \frac{V_w}{V_v} x100\%$	
	$S_R x e = W_c x G_s$	
Kadar Air, W_c	$W_c = \frac{W_w}{W_s} x100\%$	
Berat Volume Basah, ϒ	$\gamma = \frac{W}{V}$	$\gamma = \frac{G_s \gamma_w (W_c+1)}{1+e}$
Berat Volume Kering, $ϒ_d$	$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$ atau	$\gamma_d = \frac{1}{1+W_c}$
	$\gamma_d = \frac{G_s \gamma_w}{1+e}$	
Berat Spesifik, G_s	$G_s = \frac{\gamma s}{\gamma_w}$	
Berat Volume Jenuh	$\gamma_{sat} = \frac{(e+G_s)}{1+e}\gamma_w$	
	$\gamma_{sat} = \gamma_d(W_c + 1)$	

Untuk $S_r = 1$, $ϒ_{sat}$

III. RETENTIVITAS AIR DI TANAH

Proses air yang diterima oleh tanah yang berupa air hujan maupun air irigasi adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Skematik Proses Tanah Mendapatkan Air

Keterangan:

I/H = irigasi atau air hujan

E = evaporasi (penguapan)

Rf = *run off* (air yang mengalir dipermukaan tanah)

If = infiltrasi (air yang meresap ke dalam tanah)

P = perkolasi (air yang mengalir ke bawah melampaui daerah perakaran menuju ke ground water (air tanah)).

Apabila terjadi hujan atau tanah mendapat air dari sumber lain, maka sebagian air akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi), sampai batas tertentu apabila telah jenuh akan terus mengalir ke bawah (perkolasi). Air yang tidak masuk ke dalam tanah, sebagian akan mengalir di permukaan tanah (run off) dan sebagian lagi akan menguap kembali (evaporasi).

Besarnya tiap bagian dalam proses tersebut tergantung pada beberapa faktor berikut :

- sifat tanah (tekstur dan struktur)
- kemiringan tanah
- dalamnya daerah perakaran
- banyak air yang diberikan
- iklim dan lain-lain

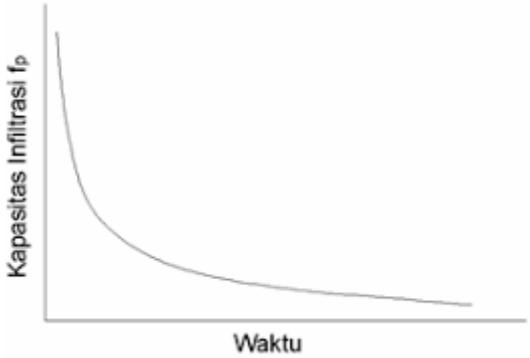
A. Infiltrasi

Infiltrasi merupakan proses masuknya air ke dalam tanah. Pada awalnya, air yang menginfiltrasi ini akan diserap untuk meningkatkan kelembaban tanah hingga batas kemampuan tanah untuk menyerapnya (jenuh), selanjutnya air akan terus bergerak ke bawah yang disebut dengan perkolasi. Kecepatan infiltrasi tergantung pada besarnya intensitas hujan atau pemberian air irigasi dan disebut dengan kapasitas infiltrasi. Kapasitas infiltrasi tergantung pada kondisi tanah antara lain :

1. Kondisi permukaan tanah; ada atau tidaknya tumbuh-tumbuhan serta jenis tumbuhan tersebut di permukaan tanah. Tumbuh-tumbuhan yang sifatnya menahan aliran permukaan (run off) misalnya rumput atau sersah akan memperbesar infiltrasi.
2. Kemiringan tanah; makin miring permukaan tanah maka persentase aliran permukaan akan semakin besar. Sehingga tanah yang mempunyai kemiringan yang tinggi sebaiknya dibiarkan tetap berupa hutan atau dibuat terasering untuk memberi kesempatan air masuk ke dalam tanah dan mengurangi erosi tanah.
3. Tekstur dan struktur tanah; tanah yang berstruktur pasir lebih banyak menyerap air infiltrasi, sedangkan tanah yang berstruktur remah atau berbutir-butir mempunyai kemampuan meloloskan air yang besar.

4. Kelembaban tanah permukaan mempengaruhi besarnya infiltrasi. Selain itu, kandungan lengas tanah di bawahnya juga ikut terpengaruh.
5. Penyumbatan ruang pori oleh partikel-partikel halus yang diendapkan di permukaan tanah dan turut masuk ke dalam tanah bersama air infiltrasi.
6. Adanya pemampatan tanah oleh tenaga mekanik dari luar (misalnya sering dilalui oleh kendaraan atau hewan) sehingga struktur butir tanah dan pori-pori menjadi rusak dan menjadi mampat.

Gambar berikut merupakan hubungan antara lamanya hujan dan kapasitas infiltrasi.



Gambar 6. Hubungan antara Lamanya Hujan dan Kapasitas Infiltrasi

B. Perkolasi

Air yang terserap ke dalam tanah (infiltrasi) pada suatu saat tertentu akan melampaui batas tanah untuk menahan air, dimana pori-pori tanah telah terisi oleh air (tanah jenuh air), maka air kelebihannya akan terus bergerak ke bawah yang disebut perkolasi. Perkolasi dipengaruhi oleh gaya gravitasi.

Besarnya perkolasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Faktor dan struktur tanah; perkolasi lebih cepat dan mudah pada tanah berstruktur pasir dan berstruktur remah atau kersai. Tanah jenis ini mempunyai kemampuan meloloskan air besar sedangkan kemampuan mengikis tanah rendah.
2. Perkolasi dipengaruhi oleh kemampuan infiltrasi dari tanah permukaan. Infiltrasi yang besar mengakibatkan perkolasi besar.
3. Daya hantar air / kemampuan lapisan tanah untuk meloloskan air dari daerah zone perakaran tanaman.
4. Adanya lapisan tanah kedap air; lapisan ini mempunyai daya meloloskan air sangat kecil karena mempunyai struktur mampat.
5. Sistem perakaran tanaman berhubungan erat dengan besarnya perkolasi. Makin dalam perakaran tanaman, maka makin besar perkolasi. Perakaran yang telah membusuk akan memperbesar perkolasi karena adanya jalur-jalur atau lubang-lubang sisa-sisa akar.

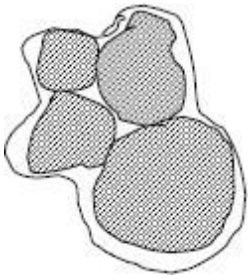
C. Kandungan Lengas Tanah

Kandungan lengas tanah dapat dibedakan menjadi lengas higroskopis (air yang menyelimuti butir-butir partikel tanah), lengas tanah pori-pori mikro (air kapiler di antara agregat primer), dan lengas tanah pori-pori makro (air non kapiler di antara agregat sekunder), dan dapat pula berupa selaput tipis air yang menyelimuti agregat tanah. Letak pori-pori mikro dan pori-pori makro seperti disajikan pada Gambar 2.

Banyaknya air yang dapat diikat oleh tanah tergantung pada tekstur tanah, struktur tanah, dan kandungan bahan organik, sedangkan banyaknya air yang dapat diambil oleh perakaran tanaman lebih tergantung pada daya tahan atau daya ikat agregat-agregat tanah terhadap air.

Gaya kohesi diantara molekul-molekul air dan gaya adhesi antara molekul air dan butir agregat tanah mengakibatkan terikatnya air di dalam pori-pori dan agregat tanah. Gaya kohesi dan adhesi yang terjadi bersamaan, menyebabkan air dapat mengisi pipa-pipa rambut kapiler, mengisi pori mikro dan pori makro dan terikat kuat menyelimuti agregat-agregat tanah. Makin kering tanah maka makin kuat daya ikat tanah terhadap air.

Bentuk ikatan air oleh partikel dan agregat primer tanah secara skematik disajikan seperti pada gambar berikut.



Gambar 7. Ikatan Air oleh Partikel dan Agregat Primer Tanah

D. Gerakan Air Kapiler

Gerakan air kapiler adalah pengisian lengas tanah yang berasal dari tanah di bawahnya. Gerakan air kapiler berupa gerakan air yang berhubungan langsung dengan air tanah (ground water) atau gerakan kapiler dari bagian bawah ke

bagian lebih atasnya.

Gaya yang menyebabkan pergerakan air kapiler adalah adanya pembentukan tekanan pF. Penguapan dan absorbsi air oleh tanaman dan tidak adanya penambahan air oleh hujan atau irigasi mengakibatkan kandungan air lapisan tanah bagian atas lebih kecil dari kandungan air bagian bawahnya sehingga terdapat perbedaan tekanan pF.

Pergerakan air kapiler ini berasal dari lapisan tanah yang mempunyai tekanan pF rendah menuju ke lapisan tanah yang mempunyai tekanan pF tinggi. Harga pF air kapiler antara 4,2 s/d 6,3.

Apabila tanah tidak memperoleh tambahan air dari luar, gerakan air kapiler ini dapat memenuhi maka kebutuhan air di lapisan perakaran tanaman. Tingginya air kapiler dipengaruhi oleh tekstur dan struktur tanah. Hal ini disebabkan karena tingginya air kapiler berbanding terbalik terhadap diameter pipa kapiler. Makin halus tekstur tanah maka kenaikan air kapiler makin tinggi.

Tanah-tanah yang berstruktur lempung lebih dalam dapat mengisap air tanah. Makin kecil butir-butir tanah makin lambat kecepatan air kapilernya. Sehingga tanah berstruktur pasir akan lebih cepat air kapilernya.

Dengan demikian maka tanah berstruktur geluh akan jauh lebih menguntungkan sebagai medium air kapiler, karena disamping cukup tinggi dapat mengisap air juga mempunyai kecepatan yang cukup besar pula.

Rangkuman

Suatu besaran yang dapat diukur memiliki satuan. Sistem Satuan Internasional (SI) adalah sistem satuan baku yang digunakan di seluruh belahan dunia untuk mengurangi keanekaragaman jenis satuan. Tanah tersusun dari partikel padat anorganik dengan berbagai ukuran dan bentuk tidak beraturan. Partikel-partikel ini berasal dari batuan, material yang meletus, dan sedimen di laut, danau, rawa-rawa, dan sungai. Tanah yang berupa bongkahan tanah terdiri dari bagian-bagian kecil yang disebut partikel-partikel tanah dapat dibedakan menjadi tiga bagian pokok yaitu pasir, debu, lempung dan bahan- bahan organik. Porositas tanah merupakan kemampuan tanah untuk meloloskan air berlebih sehingga tanah tidak jenuh air, dan udara dapat masuk ke dalam tanah dengan leluasa. Apabila terjadi hujan atau tanah mendapat air dari sumber lain, maka sebagian air akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi), sampai batas tertentu apabila telah jenuh akan terus mengalir ke bawah (perkolasi). Air yang tidak masuk ke dalam tanah, sebagian akan mengalir di permukaan tanah (run off) dan sebagian lagi akan menguap kembali (evaporasi).

Latihan soal

1. Sebutkan klasifikasi tanah berdasarkan ukuran partikel menurut International Society of Soil Science (ISSS)!
2. Sebutkan hal-hal yang mempengaruhi porositas tanah!
3. Gambarkan komposisi tanah!
4. Gambarkan dan uraikan proses tanah mendapatkan air!

BAB II
TANAH KOLAM

PENDAHULUAN

Produksi dalam budidaya ikan sangat bergantung pada kesuburan alami kolam. Penggunaan pakan buatan atau pakan komposit dalam budidaya ikan masih menenpati 60% dari total biaya produksi. Produksi ikan mengandalkan pakan alami yang diproduksi di dalam kolam, ditingkatkan dengan pemupukan dengan kotoran ternak dan kompos organik, dapat mencapai hasil yang tinggi. Oleh karena itu, ada kebutuhan untuk mengembangkan teknologi berbasis manajemen kesuburan alami kolam atau tambak. Kondisi spesifik mengarah ke produksi yang begitu tinggi, serta sarana untuk mencapainya, harus diatur dengan benar. Pembahasan dalam bab ini dikhususkan untuk tanah kolam, sedimen, dengan penekanan pada pertukaran nutrien dan zat di seluruh antarmuka sedimen-air, dan transformasi terjadi di dalam sedimen.

Tujuan Instruksional Umum (TIU)

Mahasiswa dapat memahami pengertian, penggolongan, ruang lingkup, manfaat dan kegunaan, serta hubungan produktivitas tanah dasar kolam dengan ilmu-ilmu lain. Mahasiswa dapat memahami tentang karakteristik tanah, sifat tanah, dan komponen mineral dan organik tanah.

Tujuan Instruksional Khusus (TIK)

1. Mahasiswa dapat menjelaskan pentingnya tanah untuk produktifitas air
2. Mahasiswa dapat memahami tentang sifat tanah dan mekanisme penyerapan unsur hara di tanah

3. Mahasiswa dapat menjelaskan tentang mineral dan organik tanah

Tanah Kolam

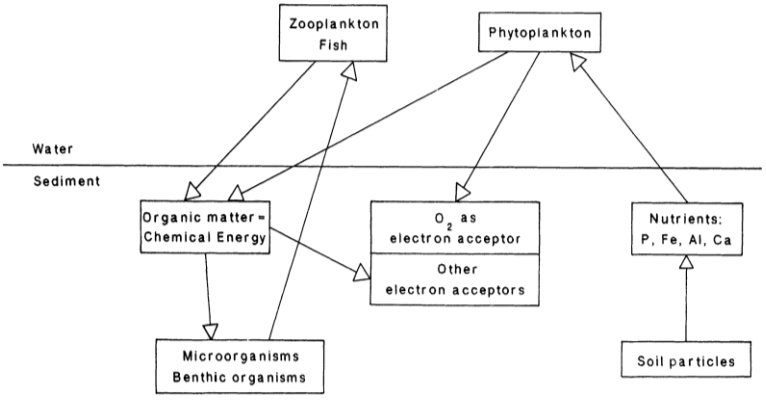
I. Karakteristik tanah

Pentingnya tanah untuk produktivitas air

Lapisan tanah dasar kolam adalah zona perbatasan antara lingkungan terestrial dan akuatik. Daerah ini adalah area pertukaran antara keduanya, yang menghubungkan bersama-sama dan membuat kedua area ini saling bergantung. Tanah lebih padat karena keadaan padat dan kaya akan nutrien, tidak seperti air yang cair dan dengan kandungan nutrien yang lebih encer. Bagian atas sedimen secara mikroba aktif dibandingkan dengan air kolom dan untuk menurunkan tingkat sedimen. Berdasarkan Doremus & Clesceri (1982), satu sentimeter dari sedimen permukaan di Danau George, New York, A.S., kira-kira dua kali lebih produktif daripada kedalaman 18 m kolom air dan lebih produktif daripada sedimen dengan kedalaman lebih dari 5 meter. Interpenetrasi dari dua lingkungan (Gambar 8) menghasilkan transformasi tanah menjadi semiliquid lumpur, direndam dengan air, yang secara kimiawi sangat aktif. Beberapa nutrien dilepaskan dari tanah setelah transformasi, tetapi lumpur juga bertindak sebagai tempat penyimpanan untuk senyawa kimia, yang diimobilisasi dan ditahan olehnya. Air memasok tanah dengan energi dalam bentuk bahan organik. Radiasi matahari, sebagai sumber utama energi bagi makhluk hidup, biasanya tidak sampai ke dasar kolam. Aktivitas biologi di lumpur terjadi tergantung pada pasokan bahan organik. Penghasil energi dari lapisan atas air dalam bentuk sifat fisik, kimia dan biologis tanah itu sendiri. Kehidupan di tanah tambak tergantung pada kondisi tertentu, yang pada dasarnya terkait dengan kemampuan lingkungan untuk mengubah senyawa organik

dan memulihkan sebagian dari kandungan energinya. Kemampuan ini bergantung pada keberadaan akseptor elektron, diperlukan untuk reaksi redoks dekomposisi. Oleh karena itu, sifat spesifik tanah sangat penting.

Konstitusi dasar kolam adalah lingkungan komposit yang dibuat dari materi padat, celah, air, dan organisme makhluk hidup. Ini menjadi lebih abiotik dengan kedalaman. Air yang mengelilingi partikel tanah berperan penting dalam ekosistem perairan dan merupakan bagian yang akan dibahas di bawah ini. Materi padat adalah konglomerat mineral dan partikel organik. Partikel mineral berasal dari tanah dan batuan di bawahnya atau dibawa masuk oleh air yang masuk ke kolam (beban tercuci). Mereka mengendap ke dasar kolam dalam perjalanan waktu. Mineral konstituen tanah muncul sebagai partikel pasir, lempung, lanau atau lempung dan tersebar di berbagai senyawa mineral seperti silika, lempung, aluminium dan besi oksida, karbonat, sulfida, dan lain-lain. Pentingnya mereka tergantung pada bahan kimia yang reaktif. Beberapa konstituen ini, seperti kuarsa pasir (silika kristal), secara kimiawi inert, sedangkan yang lain reaktif, seperti tanah liat koloid. Sebuah tanah adalah dicirikan oleh konstituen utamanya.



Gambar 8. Pertukaran Antara Air dan Tanah

Lingkungan akuatik menyediakan tanah dengan (1) bahan organik, yang memasok energi dan akseptor elektron untuk kehidupan di dalam tanah dan (2) oksigen. Tanah memasok nutrien yang berasal dari geokimia dan beberapa makanan untuk organisme bentik dan mikroorganisme yang dikonsumsi oleh organisme bentofagus Sumber: Doremus & Clesceri (1982).

Ciri-ciri morfologi tanah

Ciri morfologi dengan mempertimbangkan ukuran partikel tanah adalah tekstur tanah atau komposisi granulometri, seperti frekuensi relatif partikel dengan ukuran yang berbeda. Setiap tanah memiliki distribusi ukuran yang spesifik dan khas. Ukuran partikel mineral menentukan apakah mereka adalah pasir, lanau, lempung atau tanah liat. Berbeda klasifikasi ada. Mereka bervariasi dalam batas-batas rentang ukuran masing-masing kelas. Menurut USDA (Departemen Pertanian AS) klasifikasi, tanah jenisnya adalah sebagai berikut (Coche, 1986):

Tabel 9 Ukuran Partikel Jenis Tanah

Jenis tanah	Ukuran partikel
batu atau batu besar	di atas 50 mm
kerikil	2 hingga 50 mm
pasir	0,05 hingga 2 mm
lanau	0,002 hingga 0,05 mm
tanah liat	di bawah 0,002 mm

Partikel yang lebih kecil dari 0.1 pm adalah koloid.
Sunber : Coche, 1986

Sifat lain, seperti struktur, warna dan bintik-bintik, berat atau densitas spesifik, porositas, permeabilitas, kompresibilitas atau plastisitas, lembab konsistensi, dan tegangan geser, juga digunakan

untuk mencirikan suatu tanah. Sifat fisika ini secara ekstensif dibahas dalam Coche (1986). Kandungan tanah liat dan bahan organik tanah memainkan peran kunci dalam interaksi antara tanah dan air.

Beberapa sifat tanah liat

Partikel tanah liat berukuran kecil, seperti lempeng dan serpihan, bentuk tabular atau bahkan bulat, dan banyak dari sifat mereka berasal dari ukurannya yang kecil. Pada bagian akhir memerlukan rasio permukaan terhadap volume yang ditinggikan, didefinisikan oleh permukaan atau luas permukaan tertentu, yaitu luas permukaan luar sebagai satu satuan berat partikel. Tanah liat koloid memiliki permukaan spesifik yang bervariasi antara 10 hingga 1000 m^2 g^{-1}, dibandingkan dengan lanau atau pasir, yang masing-masing adalah 1 dan 0,1 m^2 g^{-1} (Brady, 1984). Beberapa properti lain dihasilkan dari karakteristik ukuran partikel ini: misalnya, retensi air oleh kapilaritas, dan adsorpsi nutrien. Tanah liat kering membentuk gumpalan tanah yang sangat sulit untuk dipecahkan. Tanah liat yang lembab dapat dengan mudah diperas menjadi bola atau sebuah gulungan. Daya tampung air pada tanah lempung adalah tinggi seperti yang ditunjukkan oleh potensi shrink-swell yang tinggi. Mineral lempung adalah alumino-silikat (feldspars) atau silikat besi atau aluminium (mika), terbuat dari bahan tipis lembaran silika tetrahedral atau alumina oktahedral, tersusun seperti halaman-halaman buku. Mineral tersebut adalah diklasifikasikan menurut jumlah silika dan lembaran aluminium / magnesium yang terkandung dalam kristal struktur. Mineral lempung yang umum adalah kaolinit, smektit, ilit, montmorillonit. Mineral lempung adalah dicirikan oleh variasi komposisi bahan kimianya, di mana atom silikon dan aluminium dapat digantikan oleh atom lain dengan ukuran yang sama. .Montmorillonit adalah

silikat campuran aluminium, natrium, besi dan magnesium. Illite adalah campuran silikat kalium dan aluminium. Tanah liat ditemukan di daerah tropis kaya akan besi dan aluminium oksida (Brady, 1984). Tanah liat halus adalah koloid dan sifat properti kimianya terkait dengan kimia permukaan, dalam hubungan dengan fenomena permukaan dan situs pertukaran. Pentingnya dan peran mereka dalam tanah adalah unggul.

Bahan organik dalam tanah

Partikel organik bisa mati atau hidup. Sedimen sering dianggap sebagai abiotik materi, tanpa memperhitungkan mikroorganisme atau invertebrata makro bentik yang hidup disana. Namun, populasi besar bakteri terkait dengan detritus di tanah (Hart, 1982). Mereka tidak mudah diisolasi dari substratnya, apa lagi mengidentifikasi dan menghitungnya. Mikroorganisme ini adalah elemen dinamis dari sedimen, saat mereka berubah bahan organik mati menjadi bahan hidup. Kematian partikel organik adalah sisa-sisa organisme yang hidup di kolom air kolam dan mengendap di dasar kolam setelah kematian dan organisme yang hidup di lumpur itu sendiri. Dimensi mereka bervariasi selama berbagai macam ukuran, dari bahan kasar sampai ukuran asli organisme dari mana mereka berasal, menjadi materi yang ditransformasikan dan dikumpulkan. Mereka sering dicirikan oleh garis besar yang menyebar; dalam hal ini mereka sering disebut agregat. Keragaman senyawa sangat besar karena keragaman senyawa yang tersedia dalam organisme hidup dan pola dekomposisi. Bentuk akhir dari bahan organik adalah humus, sekelompok senyawa organik dalam keadaan terhambur (koloid), melapisi partikel silika dan lempung serta sulit diisolasi. Kehadirannya terungkap oleh warna coklat tua dari sebuah tanah. Bahan organik dalam bentuk koloid berperan penting dalam kapasitas tukar kation tanah. Dia dapat disamakan dengan

polielektrolit yang mengadsorpsi dan melepaskan zat terlarut. Tanah dicirikan oleh proporsi bahan organiknya, materi versus kandungan mineral (persentase organik). Itu harus mengandung lebih dari 80% bahan organik untuk memenuhi syarat sebagai organik. Tanah organik adalah umum di rawa-rawa, lahan basah, dataran banjir, rawa, daerah rawa, dan zona muara, di mana mereka berada mengalami periode terus menerus atau lama genangan, yang menghambat oksidasi bahan organik. Tanah organik berwarna coklat tua atau hitam.

Stratifikasi tanah yang tergenang

Komposisi sedimen dasar tambak juga bervariasi dengan kedalaman. Di permukaan dan di atas lapisan, pengaruh kolom air di atasnya kuat, tetapi menurun kekuatannya pada kedalaman yang lebih besar. Kandungan bahan organik tanah terutama dihasilkan oleh kolom air. Kandungan bahan organik ini meningkat dengan kedalaman, menunjukkan akumulasi terhadap waktu (Twinch & Breen, 1982).

Tiga zona dapat dibedakan pada tanah yang tergenang. Karakteristik mereka dirangkum dalam Tabel 10.

Tabel 10. Stratifikasi Tanah - Karakteristik Strata

Status Fisika		Status Kimia		Status Biologi		
				Mikrobio-tik	Alga Ben-tik	Zoo-bentos
Superfisial mikrozone	hilang	oksidasi	aerobik	+++	+++	+++
Lapisan superfisial	Agak padat	oksidasi	aerobik	+	+	++
Lapisan lebih dalam	dipadatkan	reduksi	anaerobik	-	-	+
Jenis transformasi dalam sedimen			PERTUKARAN DENGAN LAPISAN LAIN DAN AIR:			
Superfisial mikrozone	organik		- sedimentasi organik dan partikel mineral - adsorpsi -absorbsi	- resuspensi - predasi - transfer ke lapisan superfisial -diffusi		
Lapisan superfisial	Organik/kimiawi		- transfer dari zona mikro - migrasi ke atas	- resuspensi - pencucian		
Lapisan lebih dalam	Organik/kimia/ fisik		- akumulasi pencucian nutrien	- semburan gas		

- zona mikro teroksidasi permukaan, material yang baru diendapkan, longgar, tidak dipadatkan, flokulan tidak terstruktur dan serpihan halus, sekitar 1 cm tebal (antara 1 sampai 20 mm), dengan distribusi yang tidak merata dan terputus-putus, dengan mudah terganggu oleh pencampuran turbulen (Twinch & Breen, 1982; Doremus & Cleresci, 1982; Permen et al., 1986);
- lapisan superfisial (-1.5 sampai -5 cm stratum), lebih terkonsolidasi, masih aerob atau teroksidasi, bervariasi ketebalan. (Levitan (1987)

mengamati oksidasi capping memanjang setidaknya 10 cm di Danau Mitchell, AS);

- lapisan yang lebih dalam (di atas -5 cm), anaerobik atau anoksik, dengan kondisi pereduksi, lebih sedikit mikroba aktif.

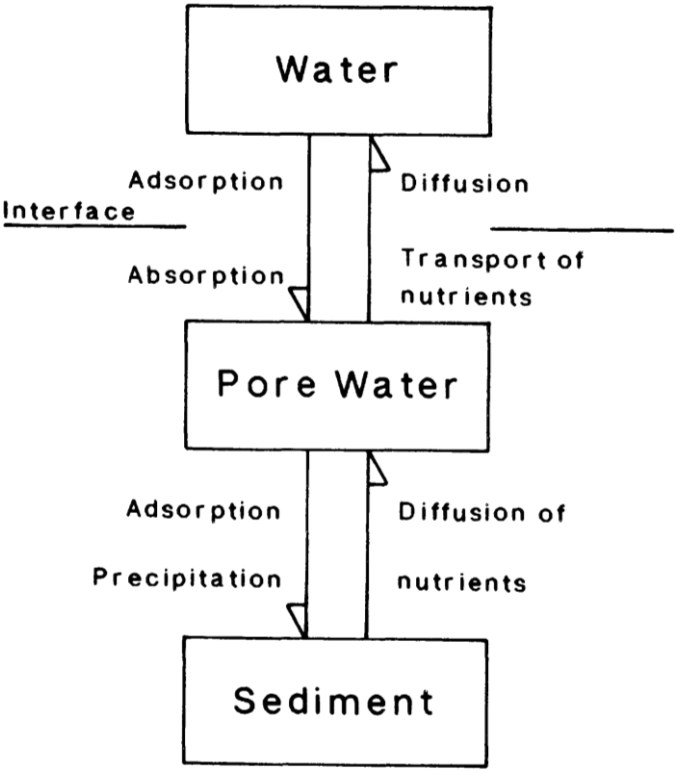
Sumber: Levitan (1987

Tiga strata memainkan peran analog dengan tanah khas: lapisan atas memberikan kontribusi paling besar untuk aktivitas biologis. Ini mengumpulkan bahan organik sedimentasi dari kolom air dan koloni bakteri, alga bentik, zoobenthos, dan spektrum pengurai, dengan tingkat heterotrofik yang tinggi potensial (juga ditunjukkan oleh potensi serapannya yang tinggi). Lapisan di bawahnya adalah lapisan sedimen, terdiri dari bahan yang diubah sebagian, dengan nutrien yang buruk kualitasnya, sedangkan lapisan terdalam adalah lapisan tanah asli, di mana nutrien terlarut, seperti kalsium, magnesium, dan fosfat menumpuk. Nutrien ini dapat hilang dari lingkungan jika: diasingkan tetapi sebaliknya dapat menyebar ke atas oleh sarana air interstisial dan dikembalikan ke siklus akuatik. Penetrasi oksigen ke dalam tanah mencapai pada kedalaman tertentu di mana ia membentuk zona perbatasan aerobik / anaerobik. Area ini bertepatan dengan perubahan kondisi kimia, beralih dari pengoksidasi ke reduksi lingkungannya. Perbatasan ini disebut redoks-klin atau batas oksik/anoksik (atau oxycline) dan tidak dapat digambarkan dengan tajam, jika lingkungan redoks berubah secara bertahap. Dua perbatasan ini sangat penting bagi kehidupan di dalam tanah. Garis batas antara dasar tambak dan kolom air disebut antarmuka sedimen-air dan lebih merupakan konsep daripada penghalang fisik yang berbeda. Area ini adalah pertukaran antara tanah dan air, memungkinkan pengangkutan zat terlarut dan nutrien masuk dan keluar dari sedimen.

Air pori atau air interstitial, karena penimbunan, tanah dasar kolam menjadi tergenang air. Pori-pori antara tanah partikel terisi air.

Volume total pori air yang terkandung dalam sedimen dapat menjadi signifikan ketika dibandingkan dengan jumlah air di kolam, tapi sangat tergantung pada sifat-sifat tanah yang mendasarinya (permeabilitas) dan kedekatan muka air tanah. Di Danau Sodra Bergundasjon, Swedia, airnya terkandung di lapisan atas tanah mewakili hingga 5% dari total volume air (Enell & LOfgren, 1988). Bagian utama dari air ini adalah ponsel media cair, yang mengelilingi partikel tanah dan menghubungkan lapisan sedimen yang lebih dalam dengan lingkungan akuatik melalui jaringan kompleks saluran kecil. Air ini dinamakan air interstitial atau air pori dan mengandung zat terlarut, yang dapat ditransfer ke lapisan air atasnya (Gambar 9). Komposisi pengantara air dikendalikan oleh interaksi kompleks antara sistem pengisian air tanah (mengencerkan), konsentrasi beberapa zat terlarut yang dilepaskan di dalam sedimen dan membawa beberapa zat terlarut bersamanya), pelarutan mineralogi dan presipitasi (karena terjadinya interaktif zat terlarut yang mengarah ke pembentukan mineral autigenik), aktivitas biologis (sequestering dan pelepasan beberapa zat terlarut tertentu) dan fisik interaksi antara lumpur dan air (adsorpsi dan desorpsi zat terlarut) (Enell & Lofgren, 1988). Air interstisial sebagai kompartemen transisi. Air di tanah sebagian besar interstisial atau pori air. Hanya sebagian kecil air yang terikat pada bahan padat. Bagian terbesarnya adalah secara kimiawi bentuk aktif dari pelarut. Air interstisial adalah kompartemen transisi untuk zat terlarut antara tanah dan air. Sebagai air pori mengelilingi partikel tanah, nutrien dilepaskan dari tanah, atau dikeluarkan dari air. Komposisi dan konsentrasi zat terlarut dalam air interstitial adalah hasil dari pertemuan konsentrasi gradien dan kinetika kelarutan zat terlarut, bersama dengan pergerakan pori-pori air. Perubahan komposisi muncul dengan kedalaman (Nembrini et al., 1982). Gradien konsentrasi dan mobilitas air

dalam tanah memastikan pengangkutan nutrien melintasi antarmuka sedimen-air.



Gambar 9. Pertukaran Antara Air, Pori Air dan Sedimen.
(Sumber: Nembrini et al., 1982)

Pertukaran nutrien di seluruh antarmuka adalah cukup penting untuk status trofik dan produktivitas tambak. Pergerakan air tanah mempengaruhi retensi kapasitas suatu tanah. Dalam percobaan laboratorium, Van Liere & Mur (1982) mengamati peningkatan konsentrasi nutrien (dalam kasus khusus mereka, dasarnya pelepasan fosfor) di pori air, setiap kali ada gerakan ke atas atau ke bawah dari air tanah. Selama gerakan ke bawah air tanah, pelepasan fosfor terjadi di arah yang berlawanan dengan gerakan

air, sedangkan difusi dan migrasi ke atas bekerja di arah yang sama. Kandungan air yang tinggi (lebih dari 90%) dari sedimen mendorong Davison (1982) untuk menyimpulkan bahwa sedimen terkadang berperilaku sebagai cairan dengan konsentrasi tinggi dari partikel. Pada lapisan sedimen atas, aktivitas biologis, kimia dan fisik yang tinggi, gradien konsentrasi muncul dan zat terlarut dan kandungan nutrien air pori berubah dalam perjalanan waktu, sedangkan di lapisan bawah konsentrasi stabil.

Mekanisme untuk transportasi melintasi antarmuka. Proses transportasi dikelompokkan menurut: arah fluks (Tabel 11). Pengendapan proses adalah mekanisme transportasi ke bawah dan meliputi sedimentasi partikulat mineral tersuspensi dalam air yang memasuki kolam juga sebagai sedimentasi organisme hidup setelah kematian. Sedimentasi plankton merupakan fenomena yang cukup besar di kolam yang produktif. Sedimentasi beban tinggi dan gizi buruk dinilai dapat berkontribusi secara signifikan terhadap pendangkalan sebuah kolam. Semua proses ini menghasilkan pertumbuhan kolom sedimen di kolam dan bersifat makroskopik. Berkenaan dengan fluks ke atas, yang paling penting dalam proses ini adalah pengangkutan materi partikulat dan zat terlarut karena turbulensi, bioturbasi (turbulensi disebabkan oleh organisme) dan pengerjaan ulang sedimen lainnya, sementara migrasi ke atas lainnya pada dasarnya adalah fenomena difusi molekuler, yang disebabkan oleh konsentrasi gradien atau dengan perubahan aliran pori air. Aliran ke atas sebagai fenomena makroskopik adalah proses yang tidak menentu dan acak, sedangkan difusi zat terlarut dan nutrien terjadi terus menerus. Ketika mencoba untuk menilai pentingnya pertukaran antara sedimen dan air, seseorang harus mempertimbangkan sifat bahan ditukar. Sedimen mengandung berbagai jenis material dan reaksi individualnya terhadap

transportasi bervariasi. Misalnya, bahan inert, seperti tanah partikel pasir, lempung atau lanau, dan bahan organik berserat, seperti sisa-sisa dedak, akan berperilaku berbeda, sesuai dengan ukuran partikel dan gaya kohesi (konsistensi tanah dan pemadatan) yang menyatukan mereka. Pergerakan partikel bermuatan listrik seperti tanah liat dan partikel organik akan bergantung pada gaya listrik (potensial listrik) dan medan dan mobilitas elektroforesisnya. Pada saat tidak ada potensi listrik, mereka membawa awan dari ion-ion yang muatannya berlawanan. Pada keadaan tidak adanya medan listrik, pengangkutan ion, jauh lebih kecil daripada elektrolit koloid, tergantung pada sifat intrinsik pergerakan pori air (pergerakan dalam air tanah, modifikasi ketinggian water tabel), dan juga pada difusi, yang terakhir adalah tergantung untuk setiap ion yang dipertimbangkan pada konsentrasi gradien (potensi kimia) yang dihasilkan dan mobilitas ion dari spesies ion. Ion diangkut dalam pori air, apalagi akan bereaksi dengan spesies ion lain yang mereka temui untuk membentuk senyawa baru.

Tabel 11. Proses Transportasi Antara Sedimen dan Air

TRANSPORTASI SELURUH ANTARMUKA (U = ke atas; D = ke bawah)		
Transportasi fisik	Transportasi kimia	Transportasi biologis
Difusi molekul (U, D) Ebulisi gas (U) Turbulensi: efek dari angin dan gelombang (U) Sedimentasi (D)	Elektroforesis migrasi (U, D)	Bioturbasi (U) Predasi (U

Sumber: Davison (1982)

Konsentrasi beberapa ion akan menyebabkan pembentukan senyawa mineral stabil atau metastabil. Akhirnya, batas redoks memisahkan oksik dari daerah anoksik, dan membentuk bahan kimia penghalang, menyiratkan perubahan pada ion dan senyawa melintasinya. Meskipun batas ini tidak umum hadir pada antarmuka sedimen-air, keberadaannya di lapisan yang lebih dalam mempengaruhi transportasi global melintasi antarmuka. Contoh khas spesies ion yang dikonversi saat melintasi batas redoks ini adalah besi dan mangan. Bentuk teroksidasi tidak memiliki kelarutan yang sama sebagai ion tereduksi. Besi (Fe^{2+}) dan ion mangan (Mn^{2+}) larut dan bergerak dalam bentuk tereduksinya, tetapi tidak larut dan mengendap ketika teroksidasi (Fe^{3+}, Mn^{3+}). Satu kali diendapkan mereka membentuk partikel dan diangkut sebagai partikel. Kecepatan di mana mangan dan besi tereduksi sangat berbeda. Mangan berkurang 50 kali lebih lambat dari besi (Davison, 1982).

Pentingnya tanah untuk produktivitas air :

1. Tanah kaya akan zat terlarut dan nutrien dan menukarnya dengan air melintasi antarmuka tanah-air.
2. Unsur hara dan zat terlarut yang dilepaskan oleh tanah dan batuan terakumulasi di dalam tanah dan dapat dialirkan ke kolom air.
3. Sedimentasi bahan organik dari kolom air didaur ulang dan dikembalikan ke air kolom berupa organisme hidup atau nutrien.
4. Peran daur ulang tanah tergantung pada reaktivitas kimia tanah, pada dasarnya permukaan kimia dan ikatan energi rendah dari ion mineral, terutama tanah liat, dan koloid organik, dan pada aktivitas pengurai.

5. Transformasi kimia di dalam tanah bergantung pada oksidasi atau berlaku kondisi pereduksi, yang berubah dengan kedalaman.
6. Pertukaran nutrien antara air dan sedimen terjadi di interstisial atau pori air, yang mengangkut zat terlarut. Antarmuka sedimen-air memainkan peran kunci dalam pertukaran kation.

II. Sifat tanah

Sifat-sifat tanah yang berhubungan dengan siklus hara adalah: kepentingan langsung kepada pembudidaya ikan, karena mereka mempengaruhi produktivitas tambak. Aktivitas tanah terkait dengan kuantitas dan kualitas bahan yang dapat ditransformasikan dan kondisi yang kondusif untuk reaksi. Tanah liat dan bahan organik termasuk yang paling banyak komponen aktifnya. Nutrien dan zat terlarut adalah teradsorpsi dan tertahan pada permukaan partikel koloid dan dilepaskan ketika kondisi berubah. Selain sifat pertukaran, berbagai bahan kimia dan transformasi biologis terjadi di dalam tanah. Transformasi ini tunduk pada kondisi bahan kimia tanah, baik yang mereduksi atau pengoksidasi, asam atau basa. Tanah organik atau tanah gambut memiliki sifat yang berbeda-beda dari tanah mineral; perbedaan yang mencolok adalah kapasitas retensi air (dan nutrien) mereka. Pada tanah mineral yang tergenang air mempertahankan sekitar 2 hingga 4 kali beratnya dalam air, sedangkan tanah organik memiliki kapasitas untuk menahan 12 sampai 20 kali beratnya (Brady, 1984).

2.1. Koloid dan sifat adsorpsinya

Pada masa lalu, studi tentang koloid tanah didekati secara analitis. Komponen tanah utama yang diduga bertanggung jawab atas sifat koloid adalah dipelajari secara ekstensif, secara in vitro dan kapasitas adsorpsinya disimpulkan dari analisis tekstur. Fraksi

tanah yang memiliki sifat koloid adalah terutama partikel tanah liat dan senyawa organik, dan sebagainya, koloid diklasifikasikan sebagai mineral atau organik. Namun, pengamatan mikroskopis elektron mengungkapkan bahwa senyawa organik dan oksida logam melapisi tanah liat atau partikel silika dan tanah liat cenderung bertindak hanya sebagai substrat (Hart, 1982). Kapasitas adsorpsi tanah lebih lanjut diperumit oleh gangguan dari biologis penyerapan oleh mikroorganisme tanah. Biologis penyerapan dan ekskresi nutrien oleh mikroorganisme berlangsung dengan cepat dan dapat menyebabkan kebingungan (Bjork-Ramberg, 1985). Jadi, sudut pandang analitisnya adalah diganti dengan pendekatan yang lebih fungsional, dimana kapasitas penyerapan total (semua jenis fisik atau adsorpsi kimia gabungan) dijelaskan menggunakan isoterm sorpsi dan di mana sorpsi spesifik setiap spesies, misalnya fosfat atau senyawa berat logam (dalam kasus polusi), dianggap secara mandiri.

2.1.1. Koloid mineral

Padahal tanah liat tidak berperan dalam nutrien penyerapan yang sebelumnya dianggap berasal darinya, itu masih layak pertimbangan. Tanah liat koloid memiliki dimensi partikel berkisar dari 0,5 hingga 0,2 µm. Partikelnya negatif dibebankan dan muatannya bersifat lokal pada permukaan, yang, dalam kasus lempung, adalah eksternal dan internal, antara unit kristal atau silika dan lapisan alumina. Ion bebas dalam larutan pori air diserap ke eksternal dan internal permukaan koloid. Ion teradsorpsi ke internal permukaan tidak mudah dilepas. Molekul air, karena karakter kutubnya, menembus lapisan kristal dari beberapa lempung, seperti smektit atau montmorillonit, membuat tanah liat membengkak /mengembang. Fiksasi situs di permukaan luar

partikel adalah dikelilingi oleh segerombolan muatan elektronik dan situs-situs itu penting untuk kapasitas pertukaran tanah liat.

Muatan listrik pada tanah liat

Berdasarkan sudut pandang kimia, lempung adalah aluminosilikat. Muatan negatif berasal dari atom substitusi di dalam tetrahedron silikat atau oktahedron alumina (Gambar 10), atom isomorf substitusi atom silikon atau aluminium dengan atom heterovalen menyebabkan munculnya muatan negatif yang tidak dinetralkan. Pada silikat tetrahedron, atom silikon dapat diganti dengan atom aluminium atau besi dan dalam oktahedron alumina, atom aluminium oleh besi, magnesium atau atom seng. Muatan ini bersifat permanen dan tidak tergantung pada pH lingkungan. Kapan penggantian tersebut terjadi, oksigen dan ion hidroksil, sebelumnya dinetralkan oleh silikon atau aluminium, jadi tidak lagi, maka penampilannya dari muatan negatif. Penyebab lain munculnya muatan negatif pada tanah liat adalah ionisasi hidroksil kelompok di tepi patahan kisi tanah liat. Muatan ini bergantung pada pH dan muncul dalam batas tertentu kisaran pH:

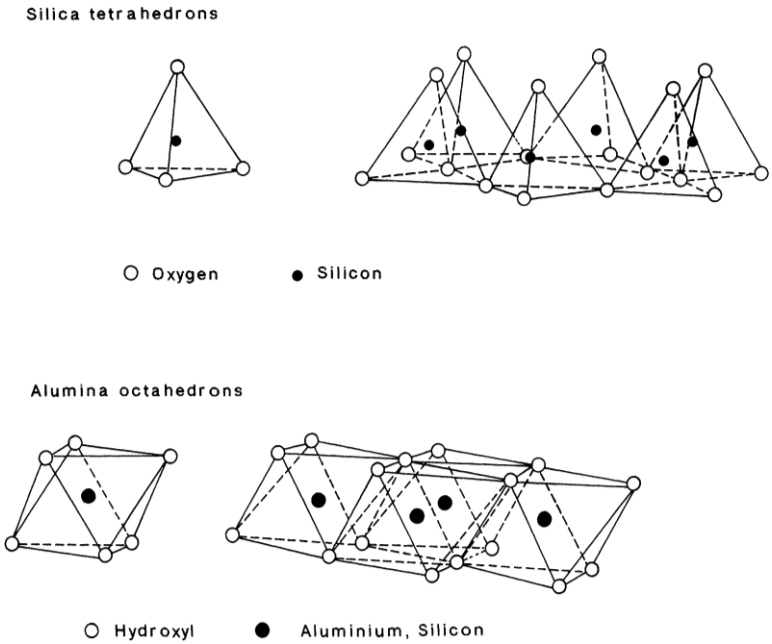
	Clay-Al-OH_2^+	Clay-Al-OH	Clay-Al-$O^=$
pH:	dibawah 3	sekitar 3	diatas 3

pH di mana tanah liat tidak memiliki muatan bersih, disebut titik muatan nol, berbeda dari tanah liat ke tanah liat. Tanah yang tidak sangat asam terutama penukar kation. Pada tanah yang sedikit asam hingga sangat asam, hidrogen ion (H^+) terikat erat dan hanya dapat dipertukarkan dengan kation asam, seperti Al^{3+} atau Fe^{3+}. Pada pH 6 dan lebih banyak lagi, kation hidrogen dipertukarkan dengan kation basa, seperti Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ dan Na^+, atau gugus hidroksil, yang lebih mobile daripada kebanyakan anion lain, digantikan oleh

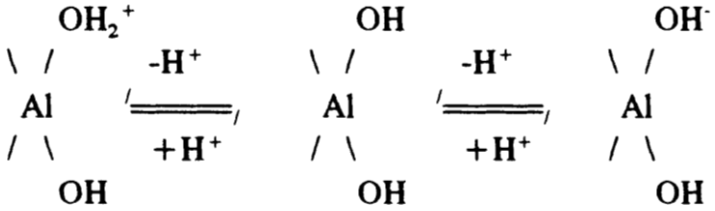
SO_4^{2}, $H_2PO_4^{2-}$ atau lainnya anion terlarut (pertukaran ligan). Jumlah situs pertukaran tergantung pada jenis tanah liat.

Jenis perubahan lainnya

Oksida logam, terutama alumina, Al_2O_3, FeOOH (amorf), dan $Mn0_2$, yang berasal dari besi dan lempung aluminium oksida, umum di tanah tropis, memainkan peran penting dalam mekanisme adsorpsi. Di dalam bahan partikulat, besi dan mangan hidroksida atau oksida terjadi sebagai pelindung permukaan pada material dan partikel halus terdispersi. Mereka hadir dalam bentuk amorf, mikrokristalin, dan lebih 'berumur' bentuk kristal (Forstner, 1982). Di dalam air, oksida logam ditutupi dengan hidroksil permukaan gugus dan adsorpsi ion, kation atau anion, terjadi pada antarmuka air-oksida (Hart, 1982). Pada danau Leman, Swiss, bentuk besi (III) kompleks polinuklear yang sangat reaktif dan memiliki kapasitas penyerapan yang tinggi (Nembrini et al., 1982). Perilaku aluminium atau besi hidro oksida adalah sebagai berikut (Holtan et al., 1982):



Gambar 10. Silika Tetrahedron dan Oktahedron Alumina dari Kisi Mineral Lempung.
(Sumber: Holtan et al., 1982)



Muatan (positif, negatif, atau netral) dari oksida tergantung pada pH. Gugus hidroksil permukaan adalah situs reaktif dan mengikat ion. Menukarkan kation atau ligan terjadi tergantung pada pH dan potensial redoks, pada konstanta pembentukan kompleks, dan pada konsentrasi spesies yang bereaksi, kekuatan ionik, dan kompetisi ion (Hart, 1982). Kekuatan situs pengikatan tergantung juga pada

kepadatan penyerapan, situs tidak semua sama dalam kapasitas mengikat mereka. Pada kepadatan sorpsi yang lebih tinggi, jumlah ikatan terkuat situs berkurang. Besi hidro yang baru diendapkan dan oksida mangan menyerap lebih dari yang lama hidroksida (Nembrini et al., 1982; Forstner, 1982). Oksida logam juga aktif dalam mengadsorbsi bahan organik. Adsorpsi pada oksida logam dijelaskan sebagai: pengompleksan permukaan atau pertukaran ion dengan kation (Forstner, 1982); di Danau Neusiedler, Austria, Fe^{3+} dan Al^{3+} yang terkompleks secara organik adalah situs yang paling mungkin untuk adsorpsi pada bahan organik permukaan (Gunatilaka, 1982). Berbagai senyawa, seperti asam amino serta fulvat alami dan bahan humat, tampaknya teradsorpsi ke oksida. Di dalam Lough Neagh, Irlandia Utara, sebuah danau eutrofik, adsorpsi oksida besi hidro pada bahan organik menunjukkan keterlibatan pertukaran ligan dengan gugus $FeOH^{+}$ atau FeOH permukaan (Tipping et al., 1982). Dengan adanya ion kalsium dan magnesium, persaingan antara kation dan oksida untuk situs fiksasi negatif pada humik meningkat dengan pH. Oksida menyerap lebih banyak bahan humat, dalam mengurangi situs fiksasi humik (Hart, 1982). Karbonat tanah juga menunjukkan beberapa sifat adsorpsi. Di Neusiedlersee, Austria, baru saja endapan kalsium karbonat memiliki afinitas tinggi untuk mengikat fosfat dengan kopresipitasi (Gunatilaka, 1982). Anion fosfat diserap dalam lapisan tunggal di permukaan kristal kalsit, menggantikan sorbed molekul air, bikarbonat atau ion hidroksil (Holtan et al., 1988). Mekanisme penyerapannya adalah diringkas dalam Tabel 12.

Tabel 12. Mekanisme Penyerapan yang berbeda terjadi di tanah bahan organik dikelompokkan menurut molekul berat.

MEKANISME SORPSI		
Penyerapan fisik	Adsorpsi (reversibel)	- Tanah liat - Logam (besi dan aluminium) oksida dan hidroksida - Karbonat (kalsit) - Bahan organik (sendiri atau bersama) logam): humat dan fulvic bahan
Penyerapan kimia	Kemisorpsi (sebagian reversibel) Precipitasi (non reversibel)	- Tanah liat - Garam karbonat dan kalsium
Penyerapan biologis	Penyerapan, diikuti oleh pengeluaran	- Mikroorganisme

Sumber: Holtan et al., 1988

2.1.2. Koloid organik

Bahan organik padat dalam tanah hadir sebagai berbagai senyawa, tergantung pada asal dan transformasinya. Tidak ada cara mudah untuk mengklasifikasikan materi organik ini, karena variabilitas senyawa. Beberapa terdefinisi dengan baik, seperti asam amino dan asam organik, sementara sebagian besar tidak dikarakterisasi dan seperti bahan disebut fulvic dan humic alami. Budidaya ikan sering berlokasi di rawa-rawa daerah di mana air asam kaya akan bahan humat, terlihat dari warna air yang gelap. Kadang-kadang bahan

organik melapisi partikel silika dan tanah liat dan membentuk biofilm. Permukaan organik berasal dari berbagai cara:

- sisa-sisa mikroorganisme yang tinggal di substrat seperti bakteri, alga, dan jamur
- kondensasi senyawa organik rendah berat molekul membentuk agregat organik
- penyerapan senyawa organik ke dalam tanah liat atau oksida logam.

Menurut Hart (1982), permukaan benda padat dalam sistem akuatik lebih homogen daripada yang diharapkan dari temuan bahwa semua partikel memiliki muatan negatif dan elektroforesis mobilitasnya hanya sedikit berbeda, menunjukkan kesamaan permukaan; muatan negatif adalah hasil dari kehadiran film organik yang menutupi sebagian besar partikel. Gugus pengikat bahan organik melibatkan beberapa bentuk kimia, tetapi sebagian besar gugus karboksilat dan fenolik, dan khususnya asam salisilat. Materi humus adalah biasanya bermuatan negatif dan lebih disukai mengikat kation. Namun, dalam kaitannya dengan zat besi tertentu dan spesies kation aluminium, ia mampu membentuk kompleks yang juga mengikat anion. Mekanisme penyerapan ini cukup penting karena mendukung fiksasi fosfat dalam sedimen. Ligan organik atau senyawa dapat memblokir dan mengurangi jumlah situs penyerapan pada permukaan mineral. bahan organik bertindak dalam dua cara: dalam menyerap ion dan dalam memblokir situs untuk fiksasi. Interaksi antara oksida logam dan organik senyawa kompleks: seperti besi dan aluminium oksida menyerap bahan organik dan sebaliknya. Mekanisme tidak dipahami dengan baik. Mengikat antara bahan organik dan larutan senyawa organik atau ligan juga terjadi. Ini menyebabkan kondensasi senyawa organik.

Sifat reaksi ini sering membuat sulit untuk tarik garis antara fisik dan kimia penyerapan.

2.1.3. Ion yang diserap oleh koloid

Partikel koloid adalah misel polielektrolit, membawa muatan listrik pada permukaannya, dan dikelilingi oleh ion yang teradsorpsi. Misel sebagai keseluruhan bermuatan negatif, meskipun permukaannya menampilkan situs fiksasi untuk ion positif dan negatif. Muatan yang terkait dengan partikel tanah sederhana kation dan anion serta senyawa organik kompleks dan kompleks muatan anorganik. Kekuatan gaya retensi kation untuk misel tergantung pada jari-jari ionik terhidrasi dan pada valensi spesies kation, kation dengan pendek jari-jari dan yang memiliki valensi lebih tinggi menjadi lebih diserap dengan kuat, dan pada kekuatan ionik pori larutan air yang mengelilingi partikel. Komposisi dan kekuatan ion di pori air secara lokal berubah signifikan dengan kedalaman. Hal ini menjelaskan mengapa konsentrasi kalsium dan magnesium di Danau Leman, Swiss, meningkat dengan kedalaman, sementara nitrat dan sulfat menurun (Nembrini et al., 1982). Interaksi antara spesies kation yang berbeda adalah penting untuk sifat penyerapan tanah, meskipun mode dan jangkauan interaksi tidak dimengerti. Misalnya, magnesium dan ion kalsium secara signifikan mempengaruhi jumlah bahan organik yang diserap ke permukaan padat, meningkat tingkat penyerapan bahan fulvat menjadi goetit (Hart, 1982); besi, aluminium dan mangan adalah penting untuk ketersediaan nutrien (Nembrini et al., 1982). Reaksi kompetitif antara padatan permukaan, koloid dan larutan air pori tidak dimengerti. Koloid dalam suspensi dikelilingi oleh air molekul, dan ion terhidrasi monovalen, yang tidak terikat kuat, tetapi meningkatkan keelektronegatifan dari partikel koloid. Hal ini memungkinkan individu partikel untuk saling tolak-menolak dan

menstabilkannya. Keadaan ini disebut dispersi sebagai lawan dari flokulasi, yang merupakan pengurangan elektronegativitas disertai dengan peningkatan ukuran partikel koloid dan kecepatan pengendapan. Flokulasi adalah diperkuat oleh ion divalen dan trivalen. Ion-ion ini teradsorpsi lebih rapat oleh koloid dan meningkatkan gaya tarik menarik antar partikel. Aluminium, hidrogen, dan ion kalsium disukai flokulasi (Brady, 1984). Flokulasi mineral partikel dan padatan organik memodifikasi or nyata ukuran partikel efektif. Di Wilton Creek, Ontario, A.S., fenomena ini bersifat musiman dan terkait dengan aktivitas biologis dalam sedimen (Ongley et al., 1982). Perbedaan harus dibuat antara asam, dan ion alkali: hidrogen, aluminium dan besi adalah asam, dan magnesium, kalsium, kalium dan kation amonium alkali. Pengasaman tanah adalah hasil dari dua proses yang berbeda: pelepasan keasaman yang disebabkan oleh dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme (nitrifikasi dan sulfat) pengurangan); dan pelindian kation basa dari lapisan atas tanah menuju cakrawala yang lebih dalam. Sifat asam atau basa suatu tanah akan dibahas kemudian.

2.1.4. Kapasitas pertukaran ion

Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas tanah untuk menyerap dan melepaskan ion adalah sangat penting untuk kesuburan air di atasnya. Karena partikel tanah bersifat negatif bermuatan, ion yang ditahan oleh koloid terutama kation. Jumlah kation yang diserap ke dalam tanah dapat ditentukan dan disebut KTK. Ini mewakili jumlah kation teradsorpsi ke tanah dan dinyatakan sebagai miliekuivalen kation per 100 g tanah kering atau sebagai sentimol muatan positif per kg tanah (cmol kg^{-1}), menurut sistem Internasional satuan. Konversinya adalah: 1 meq $(100\ g)^{-1}$ sama dengan 1 cmol kg^{-1}. Kation yang dapat ditukar

adalah Al^{3+}, H^{+}, Fe^{3+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, NH_4^{+}. KTK tanah terkait dengan kandungan liatnya. Beberapa jenis lempung memiliki KTK lebih tinggi dari yang lain: Ilite memiliki kapasitas tukar yang lebih tinggi daripada kaolinit, karena ukuran partikel rata-rata atau luas permukaan per gram partikel. KTK dari beberapa tanah liat terdaftar di bawah ini (dinyatakan sebagai meq (100 g tanah kering^{-1}):

Tabel 13. KTK dari Beberapa Tanah Liat

Jenis Mineral Lempung	meq (100 g tanah kering^{-l})
Kaolinite	3-10
Illite	15-40
Montmorillonite	80-25
Vermiculite	85
Smectite	118

Sumber: Brady, 1984

KTK juga bergantung pada kandungan organik a tanah; semakin besar proporsi bahan organiknya, semakin lebih tinggi KTK-nya. Di tanah yang kaya humus, KTK masuk kelebihan 180 meq (100 g tanah kering^{-1}) tidak luar biasa. Contoh tanah diambil dari bagian yang lebih dalam kolam ikan di Auburn, Alabama, U.S.A., memiliki KTK lebih tinggi daripada dari bagian yang lebih dangkal (Boyd, 1976b). Ini dijelaskan oleh organik yang lebih tinggi konten di bagian kolam yang lebih dalam dibandingkan dengan zona dangkal, di mana proses mineralisasi lebih cepat. Dalam sedimen di bawah kandang dipasang di dua Danau Polandia (Danau Szczytno Male dan L~towo) digunakan untuk budidaya ikan trout, KTK sekitar 20 hingga 30 meq (100 g tanah kering^{-1}) lebih tinggi dari yang berdekatan sedimen. Demikian pula, kandungan karbon organik dari tanah di bawah kandang sekitar 0,5 hingga 9,5% lebih

tinggi daripada di sedimen pesisir, mencapai konsentrasi 12 sampai 17% (Korzeniewski & Moczulska, 1985). Perubahan keasaman atau kebasaan sedimen mempengaruhi KTK. Dalam kondisi asam, ion hidrogen diserap lebih erat dan tidak dipertukarkan dengan kation lain semudah dalam kondisi basa. Selain itu, banyak muatan yang bergantung pada pH tidak lebih lama tersedia dan jumlah situs pertukaran adalah berkurang. Pengasaman sedimen dapat sangat mengurangi jumlah yang dapat ditukar kation, terutama yang bersifat basa seperti kalsium dan magnesium; bersama dengan ini, sulfat atau anion klorida juga dicuci. Proses ini adalah disebut pencucian. Proporsi relatif asam kation seperti aluminium meningkat dan sedimen mengembangkan reaksi asam. Pemulihan kondisi basa dicapai melalui pengapuran. Fraksi KTK (dinyatakan sebagai persentase) ditempati oleh kation basa disebut kejenuhan basa dan fraksi kation asam adalah basa tidakjenuh. Kejenuhan basa, pH tanah dan kesadahan total air tambak berhubungan erat (Boyd, 1979).

Pertukaran anion

Sebagian besar nutrien penting untuk produktivitas kolam, seperti karbonat, nitrat, dan fosfat, adalah anion. Ketersediaannya dalam sedimen sebagai anion yang dapat dipertukarkan adalah penting. Umum lainnya anion yang ada di tanah adalah klorida, sulfat, sulfida dan ion hidroksida. Di beberapa sedimen tropis, koloid yang membawa muatan positif. Mereka sebagian besar adalah tanah liat yang kaya akan aluminium hidro atau besi oksida, berwarna kemerahan atau kekuningan. Mineral ditemukan di tanah tersebut adalah gibbsite, $Al_20_3.3H_20$, goetit, α-FeOOH, dan hematit, α-Fe_2O_3 Di sebagian besar tanah, pertukaran anion lebih kompleks, karena Penyerapan anion dikaitkan dengan kation seperti: Fe^{2+} , Al^{3+} dan Ca^{2+} yang merupakan dirinya sendiri dipertukarkan

(Holtan et al., 1988). Pengukuran dari kapasitas pertukaran anion tidak umum dilakukan keluar, ketersediaan anion spesifik menjadi diperkirakan dengan bantuan isoterm sorpsi.

Isoterm sorban

Isoterm sorban menyatakan hubungan antara jumlah ion yang diserap dan konsentrasinya ion dalam larutan. Hubungan ini pertama kali dikembangkan untuk menjelaskan penyerapan gas pada padatan. NS Isoterm Langmuir mengasumsikan bahwa ion yang teradsorpsi menutupi permukaan sampai saturasi penuh dari situs pertukaran terjadi, setelah itu tidak ada lagi adsorpsi. Ini mengasumsikan bahwa tidak ada interaksi antara ion yang teradsorpsi, yang saling bertukar ion dapat melanjutkan dengan mudah seperti di situs telanjang, dan bahwa tidak ada variasi dalam energi sorpsi dengan derajat kejenuhan permukaan. Freundlich isoterm memperkenalkan faktor koreksi ke dalam hubungan; ketika situs pertukaran hampir jenuh, konstanta pertukaran berkurang dan ketika situs pertukaran membebaskan pertukaran konstan meningkat. Data eksperimen cocok dengan isoterm ini secara relatif baik, asalkan rentang konsentrasinya tidak terlalu lebar, jenuh, konstanta pertukaran berkurang dan ketika situs pertukaran membebaskan pertukaran konstan meningkat. Data eksperimen cocok dengan isoterm ini secara relatif baik, asalkan rentang konsentrasinya tidak terlalu lebar.

Pentingnya sifat koloid tanah :

1. Koloid tanah mengikat zat terlarut dan nutrien melalui ikatan berenergi rendah dan membentuk simpanan yang dapat ditukar nutrien.
2. Koloid tanah biasanya diklasifikasikan sebagai mineral atau organik. Koloid mineral terutama terdiri dari lempung dan

oksida logam, sedangkan koloid organik terdiri dari sekelompok besar senyawa tak dikenal, di mana bahan fulvat dan humat adalah yang paling penting.

3. Beberapa pengamatan dengan mikroskop elektron memberikan bukti bahwa sebagian besar partikel tanah dilapisi oleh sebuah film organik, yang membawa muatan negatif mampu mengikat kation. Ini memberikan kepastian homogenitas pada permukaan benda padat.
4. Penyerapan kation terjadi di tempat fiksasi negatif, sedangkan penyerapan anion terjadi dalam hubungannya dengan besi, aluminium dan ion kalsium. Kation dipisahkan menjadi asam dan spesies alkali.
5. Jumlah kation yang diserap ke dalam tanah diukur dengan KTK, yaitu kapasitas tukar kation. Proporsi kation basa yang diserap ditentukan kejenuhan basa dan proporsi kation asam yang diserap adalah basa tidak jenuh.
6. Jumlah anion yang diserap ditentukan oleh kurva sorpsi isoterm.
7. Penyelidikan sifat-sifat serapan tanah terhambat oleh gangguan dari penyerapan biologis oleh mikroorganisme.

2.2. Reaksi asam atau basa tanah

Banyak sifat tanah tergantung pada sifat asam atau basanya karakter, karena ini menentukan pengoksidasi atau mengurangi sifat. Selain itu, di tanah asam, situs fiksasi pada partikel koloid jenuh dengan ion yang tidak cocok untuk produktivitas, sedangkan ion penting untuk produktivitas tidak tersedia. Sebuah tanah adalah dikatakan asam jika pH-nya di bawah 7, dan basa jika di atas 7. Suatu senyawa didefinisikan sebagai asam jika menghasilkan ion hidrogen terdisosiasi dalam larutan. Sebuah hasil dasar ion hidroksil dalam larutan dan per ekstensi a larutan dikatakan asam bila konsentrasi ion hidrogen lebih tinggi daripada hidroksil ion.

pH dengan demikian merupakan ukuran konsentrasi ion hidrogen, dinyatakan sebagai logaritma negatif dari konsentrasi ion hidrogen. PH tanah ditentukan tidak hanya oleh kehadiran ion hidrogen tetapi oleh semua asam lainnya ion, kebanyakan kation aluminium dan besi, atau dengan hidroksil dan ion alkali, seperti kalsium, magnesium, kalium, dan natrium. PH tanah adalah ukuran keasamannya pada suatu momen, tetapi karena tanah adalah sistem dinamis, berubah terjadi terus menerus selama reaksi berlangsung. Dia Oleh karena itu penting untuk menentukan faktor bertanggung jawab untuk memodifikasi pH tanah. Dalam beberapa kasus, pH mampu menahan perubahan dan dikatakan buffer. Sistem penyangga tanah sangat banyak minat. Banyak faktor yang mempengaruhi pH tanah: tekstur, dengan kontribusi mineral tanah yang dihasilkan oleh pelapukan; kandungan bahan organik, yang memiliki reaksi asam atau basa sendiri dan yang, melalui proses pembusukan, mengasamkan tanah; biologis aktivitas mikroorganisme, melepaskan asam karbonat, dan yang densitasnya berkorelasi dengan bahan organik isi; konsentrasi air pori dan suplai ion alkali dan asam ke tanah; pasokan oksigen ke tanah yang mendukung oksidasi atau, dalam tidak adanya, mengurangi reaksi; drainase tanah, yang membersihkan ion alkali, seperti kalsium, magnesium, sulfat dan nitrat, yang tidak rapat diserap. Tanah organik memiliki pH dengan buffering tinggi kapasitas dan pergeseran pH asam gambut ini tanah menuju nilai yang cocok untuk produksi tidak mudah. Singkatnya, semua proses yang menghasilkan proton mengasamkan tanah, sementara semua proses yang mengkonsumsi proton memiliki efek alkali. Peran pengasaman aluminium dan besi Aluminium dan besi dikatakan sebagai kation asam. Di dalam tanah dengan pH di bawah 4,5, aluminium larut bentuk ion Al^{3+}; dalam pH antara 4,5 hingga 9, aluminium diendapkan sebagai $Al(OH)_3$; di atas 9, itu muncul

sebagai ion aluminat, $Al(OH)_4^-$ Dalam air, semua spesies aluminium dikenakan hidrasi. Ion Al^{3+}, misalnya, dikelilingi oleh air molekul dan bentuk: Ion aluminium dalam tanah dengan pH di atas 4,5 bereaksi dengan air untuk membentuk dua spesies hidrous yang larut ion. Mereka dapat ditulis sebagai berikut, meninggalkan menghidrasi molekul air dan hanya mempertimbangkan ion anhidrat:

$$Al^{3+} + 6H_2O \longrightarrow [Al(H_2O)_6]^{3+}$$

Ion aluminium dalam tanah dengan pH di atas 4,5 bereaksi dengan air untuk membentuk dua spesies hidrous yang larut ion. Mereka dapat ditulis sebagai berikut, meninggalkan menghidrasi molekul air dan hanya mempertimbangkan ion anhidrat:

$$Al^{3+} + H_2O \rightleftharpoons AlOH^{2+} + H^+$$

$$AlOH^{2+} + H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_2^+ + H^+$$

$$Al(OH)_2^+ + H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 + H^+$$

Pada setiap langkah, ion hidrogen dilepaskan ke penambahan larutan, pada pengasaman. Ion-ion ini terbentuk sebagian teradsorpsi dan sebagian bebas dalam larutan, dan konsentrasi relatifnya bergantung pada konstanta kesetimbangan dan laju reaksi. Selain itu, ion-ion ini mampu berpolimerisasi dan membentuk kelat. Dengan adanya silika, yang umum di tanah, aluminium oksida hidro bereaksi membentuk:

$$H_4SiO_4 + AlOH^{2+} \longrightarrow H_3SiO_4\text{-}AlOH^+ + H^+$$

yang merupakan ion alumino-silikat, dan yang merupakan molekul dasar kaolinit.

$$H_4SiO_4 + Al(OH)_2^+ \longrightarrow H_3SiO_4\text{-}Al(OH)_2 + H^+$$

Di tanah asam, ion hidrogen bukan satu-satunya ion yang dapat dipertukarkan yang bertanggung jawab atas keasaman, sebagai ion aluminium Al^{3+} juga terlibat. Ketika ini ion aluminium yang dapat ditukar dikeluarkan dari tanah, mereka digantikan setelah waktu yang singkat oleh beberapa ion aluminium lain yang muncul secara spontan pada lokasi yang sama. Mereka mungkin diekstraksi dari kisi tanah liat untuk menempati posisi di situs pertukaran (Segalen, 1973). Besi bereaksi dengan cara yang sama, membentuk hydrous oksida. Ini hadir sebagai ion Fe (II) dan Fe (III), tergantung pada potensial redoks tanah. besi ion larut dan relatif bebas dari kompleksasi, sedangkan ion besi tidak larut (Davison, 1982) dan di Danau Erie, AS dan L. Windermere, Inggris, cenderung membentuk koloid kompleks dengan organik (Forstner, 1982). besi ion mulai mengendap sebagai besi hidroksida, Fe(OH)2 pada pH 6,0, dan reaksi selesai pada pH 7,8, sedangkan pengendapan ion penawaran sebagai $Fe(OH)_3$ terjadi pada pH antara 2,3 dan 3,4. Ion besi gratis tidak mungkin ditemukan di tanah, karena keasaman jarang turun begitu rendah. Transformasi Fe^{3+} dan Fe^{2+} ion menjadi oksida hidro menimbulkan perantara ion yang mirip dengan reaksi aluminium-oksida, yang meningkatkan keasaman, tetapi pada tingkat yang lebih rendah. Selain itu, besi dengan mudah membentuk kelat dan lainnya kompleks dengan senyawa organik. Kompleks agregat antara mineral lempung, ion besi dan senyawa humat dapat terbentuk. Termasuk di dalamnya agregat, besi kehilangan sifatnya sebagai ion asam. Dengan meningkatnya pH, pengaruh aluminium dan besi berkurang dan mereka berubah menjadi oksida hidro yang diendapkan. Situs pertukaran mereka diduduki dibebaskan dan dapat diakses oleh orang lain ion, terutama yang bersifat basa. Keasaman aktif dan potensial Keasaman aktif mengukur jumlah ion asam dalam tanah, hadir dan

aktif pada saat pencatatan. Ini adalah sebuah ukuran intensitas keasaman pada waktu tertentu. Ini keasaman tergantung pada potensial, pertukaran atau cadangan keasaman, yang merupakan jumlah total asam ion dalam cadangan atau teradsorpsi ke partikel tanah dan yang pada akhirnya akan dirilis. Potensi

Potensi keasaman terkait dengan KTK, ketidakjenuhan basa dan kapasitas penyangga tanah. koreksi dari keasaman lumpur kolam harus dipertimbangkan total, yaitu keasaman aktif dan potensial. Faktor pengasaman dan alkalinisasi Pengasaman umumnya dikaitkan dengan tiga faktor: konsentrasi tinggi ion asam bebas, pencucian ion alkali, dan pelepasan asam dan hidrogen ion oleh mikroorganisme, melalui respirasi, nitrifikasi dan oksidasi sulfida (Tabel 14). Bahan organik yang membusuk melepaskan bahan organik dan asam anorganik, asam karbonat dan ion nitrat. Ion asam menggantikan ion alkali dari yang teradsorpsi situs, yang mengalami pencucian. Alkalinisasi disebabkan oleh peningkatan basa dan ion hidroksil dalam lumpur. Ini hasil dari netralisasi ion asam atau pemakan proton proses. Penuaan sedimen menyebabkan netralisasi dari tanah. Tanah yang mengalami penguapan tinggi di daerah kering menunjukkan pH basa. Konsumsi proton prosesnya adalah: pelarutan batu kapur oleh asam karbonat membebaskan ion basa, denitrifikasi, dan reduksi sulfat. Ketersediaan nutrien dan pH Peningkatan ion aluminium, besi, dan mangan konsentrasi dengan penurunan pH memerlukan penurunan dalam ketersediaan fosfat, yang bereaksi dengan yang pertama untuk membentuk senyawa yang tidak larut seperti $FeP0_4$ (Golterman, 1982). Selanjutnya, logam ion beracun pada konsentrasi tinggi. Pada pH basa, konsentrasi kalsium meningkat dan dengan fosfat membentuk kalsium apatit, $Ca_5(PO_2)_6(OH)$, yang tidak larut. Besi dan mangan diendapkan pada pH tinggi, sehingga menjadi tidak tersedia. Kebutuhan mikroorganisme untuk oligoelemen tersebut tidak lagi

terpenuhi, dan kekurangan muncul. pH optimal ditemukan dalam zona median di mana kelarutan, dan dengan demikian ketersediaan, dari nutrien yang berbeda secara maksimal. Pada yang cocok pH, dekomposisi mikroba dirangsang dan nutrien regenerasi dioptimalkan. pH bekerja pada komposisi fauna bentik juga.

2.3. Potensi redoks

Potensi redoks menunjukkan jenis oksidasi kemungkinan terjadi pada sedimen. redoks atau potensial oksidasi-reduksi suatu larutan adalah proporsi zat teroksidasi menjadi zat tereduksi. Dia disebut Eh dan diukur dengan hidrogen elektroda (Boyd, 1979). Kondisi pengurangan adalah ditunjukkan oleh potensial negatif dan pengoksidasi kondisi dengan nilai positif. Potensial redoks dari air alami menunjukkan nilai sekitar 0,5 V (Boyd, 1979). Nilai potensial redoks distandarisasi ke pH 7, menggunakan rumus berikut:

E7 = Em + 244 - 57 (7 - pH) di mana Em adalah nilai potensial redoks

Tabel 14. Faktor Pengasaman dan Alkalinisasi yang Terjadi pada Tanah

FAKTOR ASIDIFIKASI	FAKTOR ALKALINISASI
Pencucian - drainase tanah	Penguapan
Dekomposisi organik (pelepasan karbon dioksida)	Penuaan sedimen
Produksi atau pelepasan ion asam: Al^{3+}, Fe^{2+} , SO_4^{2}, $N0_3^{-}$, $HC0_3^{-}$	Produksi ion alkali atau hidroksil (pelarutan batu gamping): Ca^{2+}, Mg^{2+}
Nitrifikasi	Denitrifikasi
sulfida Oksidasi	Reduksi sulfat

Sumber: Boyd, 1979

direkam, semua nilai potensial dinyatakan dalam mV (Smayda, 1990). Setiap perubahan satu satuan pH adalah disertai dengan perubahan Eh dari 57 m V, 58 m V atau 59 mV menurut Smayda (1990), Pearsall & Mortimer (1939) dan Boyd (1979), masing-masing. Untuk nilai pH di atas dan di bawah 7, potensial redoks adalah masing-masing meningkat atau menurun sebesar 57 mV per satuan pH. Seperti yang ditunjukkan sebelumnya, sebagian besar transformasi dalam sedimen berhubungan dengan kandungan bahan organik yang mengendap dari air di atasnya. Non-fotosintetik organisme memenuhi kebutuhan energinya dengan mengubah bahan organik tereduksi, memulihkan bagian dari energi ikatan energi tinggi. Oksidator atau akseptor elektron yang paling umum adalah molekul oksigen, tetapi sejumlah elektron lainnya akseptor tersedia. Pemuatan organik dari sedimen dan mineralisasi tampaknya bertanggung jawab untuk perubahan profil kedalaman potensial redoks (Rippey & Jewishon, 1982; Lijklema & Hieltjes, 1982). sebagai beban meningkat, perubahan potensial redoks di kedalaman yang berbeda menunjukkan pergeseran dari oxic ke an lingkungan anoksik awal di bawah sedimen permukaan, yang kemudian kembali menjadi oksik (Rippey & Yahudison, 1982). Energi bebas yang dilepaskan oleh masing-masing reaksi ini berkurang sebagai kondisi pereduksi bertambah atau potensial redoks berkurang. Urutan redoks yang dimediasi secara mikroba proses adalah sebagai berikut:

- Reduksi O_2 menjadi O^{2-}
- denitrifikasi, $N0_3^-$ menjadi NO_2^- dan NH_4 +
- Reduksi $Mn0_2$ menjadi Mn(II)
- Reduksi FeOOH menjadi Fe(II), misalnya $FeC0_3$
- Reduksi SO_4^{2-} menjadi S_2^-
- Fermentasi metana atau metanogenesis, CO_2 atau asetat menjadi CH_4.

Potensi redoks di mana reaksi ini berlangsung tempat tercantum di bawah ini (Seitzinger, 1988).

Konsentrasi oksigen yang dibutuhkan untuk nitrat-nitrit dan reduksi nitrit-amonium untuk dilanjutkan adalah 4 mg L^{-I} dan 0,4 mg L^{-I}, masing-masing. Untuk besi reduksi, konsentrasi oksigen adalah 0,1 mg L^{-I}, dan nihil untuk sulfat-sulfida pengurangan. Efisien dalam hal hasil energi transformasi bahan organik akan tergantung pada kondisi redoks yang berlaku atau pada penyediaan oksigen ke sedimen. Kondisi redoks juga penting untuk mobilisasi fosfat dalam sedimen. Besi besi mengendap sebagai oksida besi hidro, yang menyerap fosfat, sedangkan besi besi membebaskan fosfat.

Tabel 15. Potensi Redoks yang Terkait dengan Akseptor Elektron Utama

Potensial Redoks	Elektron akseptor (mV)
O_2	720-740
NO_3^-	710
MnO_2	470
FeO(OH)	60
$SO_4^=$	-200
CO_2	-250

Sumber: Rippey & Yahudison, 1982

Pentingnya pH dan sifat potensial redoks

1. Sifat asam atau basa suatu tanah menunjukkan jenis ion yang ada (basa atau asam) dalam larutan dan diukur dengan pH
2. Dua jenis keasaman terjadi: aktif dan potensial. Keasaman aktif adalah nilai aktual yang tercatat, sedangkan potensi kemasaman merupakan indikasi jumlah total ion asam yang

teradsorpsi ke dalam tanah dan kemungkinan akan dirilis pada waktunya. Ini sesuai dengan kapasitas buffer asam dari tanah.

3. Aluminium dan besi berperan penting sebagai ion asam dalam tanah.
4. PH sedimen pada dasarnya mempengaruhi ketersediaan nutrien, terutama fosfat.
5. pH dihasilkan dari serangkaian proses yang berlangsung secara simultan di dalam tanah. Aktivitas mikrobiologi dalam tanah memiliki efek pengasaman dan alkalinisasi pada tanah.
6. Potensi redoks menunjukkan sifat pengoksidasi atau pereduksi tanah.
7. Sebagian besar reaksi reduksi yang terjadi pada sedimen dihasilkan dari aktivitas heterotrofik organisme pengurai bahan organik.
8. Jumlah energi yang dihasilkan oleh transformasi tergantung pada ketersediaan elektron akseptor.
9. Potensi redoks berperan penting dalam imobilisasi atau mobilisasi fosfat dalam sedimen.

III. Komponen mineral dan organik tanah

Tanah adalah gudang besar nutrien, asalkan oleh tanah atau batu induknya, oleh air, oleh dekomposisi bahan organik. Bersepeda dan ketersediaan nutrien dalam lumpur membuat yang terakhir menarik bagi pembudidaya ikan. Tanah adalah campuran zat kimia, beberapa dalam jumlah besar, beberapa dalam jumlah menit. Sebuah tanah dapat dicirikan oleh zat pembawanya, yang adalah konstituen utama yang dilampirkan atau di mana elemen jejak dimasukkan (Jacquet et. al., 1982), dan nutrien utama. Yang paling pembawa penting adalah tanah liat, oksida logam, silikat,

batugamping, dan dolomit. Beberapa elemen utama tanah, seperti: fosfor, kalsium dan magnesium sangat erat terkait dengan bahan organik hidup, sementara yang lain, seperti aluminium, besi dan kalium, terkait dengan bahan anorganik, terutama tanah liat (Ongley et al., 1982). Model, khususnya model keseimbangan massa, adalah sering digunakan untuk mempelajari interaksi antara air, sedimen, dan siklus elemen tertentu, seperti: sebagai fosfor. Mereka membantu menguji asumsi mendasari pengetahuan kita, membawa kesadaran kompleksitas sistem, dan mengidentifikasi area di mana lebih banyak pengetahuan diperlukan. penilaian dari parameter perlu dibuat pada satu set pengamatan, sedangkan validasi memerlukan kumpulan data independen. Hanya dengan begitu prediksi dan ekstrapolasi dibuat (Lijklema & Hieltjes, 1982). Model-model ini membagi lingkungan menjadi serangkaian kotak, mensimulasikan kompartemen utama a badan air. Fluks antara kotak yang berbeda diformulasikan secara matematis. Model seperti itu bervariasi dalam kompleksitas dan dalam resolusi dan mewakili lebih banyak or deskripsi yang kurang komprehensif tentang lingkungan nyata. Sebuah diskusi tentang penggunaan hierarki model ditemukan di Lam et al. (1982). Kemampuan dari model untuk mengatasi kenyataan lebih baik ketika hanya mempertimbangkan fenomena fisik dan kimia daripada ketika memasukkan situasi biologis yang kompleks. Contoh kegagalan dalam penggunaan model sebagai hasilnya informasi biologis yang tidak lengkap diberikan oleh Fryer (1987).

3.1. Komponen mineral tanah

Dalam kaitannya dengan komponen mineral tanah, nutrien yang paling relevan untuk kolam produktifitas. Namun, seseorang harus mempertimbangkan tidak hanya unsur-unsur seperti kalsium, fosfor dan nitrogen, tetapi juga yang lain seperti belerang dan besi, yang

berperan peran yang lebih signifikan daripada pentingnya mereka dalam organisme hidup mungkin menyarankan.

3.1.1. Kalsium

Kalsium hadir dalam tanah sebagai sedimen berkapur, misalnya kalsium karbonat atau kalsit, dalam bentuk mineralnya. Elemen ini ditemukan dalam banyak variasi umum mineral tanah seperti apatit atau gipsum, dan juga dalam feldspar, zeolit, amfibol, garnet, epidot, piroksen, dan mineral lempung seperti illite, smektit, vermikulit, dll, dan dalam bentuk padat. Adsorpsi ion kalsium terlarut ke dalam tanah koloid memperkuat kejenuhan basa atau basa kapasitas penyangga tanah. Sebagai ion bebas, mereka berkontribusi pada konsentrasi ion alkali dalam air pori. Pelarutan kalsium karbonat melepaskan ion kalsium dan karbonat. Ion-ion terakhir ini berpartisipasi dalam sistem karbonat-bikarbonat buffer pH terhadap perubahan mendadak. Ion karbonat dalam sistem alkalinitas ini tidak memiliki asal geokimia, tetapi berasal terutama dari bahan organik dan proses pembusukan. Ada dua cara, kalsium berpartisipasi dalam regulasi pH tanah, yaitu ketersediaan fosfat berkurang dengan adanya konsentrasi kalsium yang tinggi, seperti apatit terbentuk, yang tidak larut, dam Kalsium bertindak pada flokulasi bahan organik terlarut. Kalsium dan magnesium mempengaruhi penyerapan kation lain, terutama logam, seperti: mangan, seng, tembaga, pada oksida logam (Al_2O_3 dan FeOOH). Ini karena mangan biasanya hadir pada konsentrasi banyak lebih tinggi dari logam dan dengan demikian menempati sebagian besar situs pengikatan permukaan, meskipun mereka membentuk kompleks permukaan yang kurang stabil. Kalsium dan magnesium memiliki efek yang signifikan pada jumlah organik alami diserap ke permukaan padat dari oksida. Bahan fulvic alami dua kali lebih banyak diserap ke goethite ketika kalsium dan magnesium hadir

daripada saat tidak ada (Hart, 1982). Selanjutnya, kalsium mempromosikan flokulasi koloid. Terakhir, kalsium juga penting secara biologis karena dibutuhkan oleh organisme untuk fisiologisnya kebutuhan, seperti dalam regulasi enzim. Kalsium tunduk pada pencucian dan oleh karena itu konsentrasi dalam tanah meningkat dengan kedalaman. Magnesium mengikuti tren yang sama (Nembrini et al., 1982). Pengendalian pH tanah dilakukan melalui pengapuran, pada praktek umum di kolam ikan. Tujuannya adalah untuk mengamankan peningkatan pH kolam yang tahan lama air.

Pentingnya kalsium dalam tanah

1. Kalsium hadir dalam banyak mineral di tanah, sebagian besar dalam bentuk kristal dan tertutup, batu kapur menjadi bentuk yang paling umum.
2. Ketika dilarutkan, kalsium karbonat menghasilkan ion kalsium, yang menjadi basa, memperkuat kejenuhan basa tanah, dan ion karbonat, yang berpartisipasi dalam kapasitas penyangga. Kalsium dengan demikian memiliki peran penting dalam pengaturan pH tanah.
3. Kalsium bekerja pada flokulasi bahan organik.
4. Banyak organisme membutuhkan kalsium untuk kebutuhan fisiologis mereka.
5. Ion kalsium dapat mengalami pencucian.

Rangkuman

Lapisan tanah dasar kolam adalah zona perbatasan antara lingkungan terestrial dan akuatik. Setiap tanah memiliki distribusi ukuran yang spesifik dan khas. Ukuran partikel mineral menentukan apakah tekstur tanah adalah pasir, lanau, lempung atau tanah liat. Sifat lain, seperti struktur, warna dan bintik-bintik, berat

atau densitas spesifik, porositas, permeabilitas, kompresibilitas atau plastisitas, lembab konsistensi, dan tegangan geser, juga digunakan untuk mencirikan suatu tanah. Sifat-sifat tanah yang berhubungan dengan siklus hara memberi pengaruh langsung kepada pembudidaya ikan, karena siklus hara mempengaruhi produktivitas tambak. Kapasitas tanah untuk menyerap dan melepaskan ion sangat penting untuk kesuburan air di atasnya. KTK juga bergantung pada kandungan organik tanah; semakin besar proporsi bahan organiknya, semakin tinggi KTK-nya. Tanah adalah gudang besar nutrien, yang berasal dari tanah atau batu induknya, air, dan dekomposisi bahan organik.

Latihan soal

1. Gambarkan pertukaran antara air dan tanah!
2. Sebutkan pentingnya tanah untuk produktifitas air!
3. Sebutkan pentingnya pH dan sifat potensial redoks!
4. Gambarkan komposisi tanah!
5. Gambarkan dan jelaskan skematik proses tanah mendapatkan air!

DAFTAR PUSTAKA

1. Bjork-Ramberg, S., 1985. Uptake of phosphate and inorganic nitrogen by a sediment- algal system in a subartic lake. Freshwat. BioI. 15: 175-183.
2. Boyd, C. E., 1979. Water quality in warmwater fish ponds. Auburn University, Craftmaster Printers, Opelika, Alabama, 359 pp.
3. Brady, N. C., 1984. The nature and properties of soil. Ninth Edition. Macmillan Publ. Co., New York, 750 pp.
4. Coche, A., 1986. Pisciculture continentale- Le sol. Methodes simples pour I'aquaculture. Collection FAO: Formation N° FAO, Rome, 174 pp.
5. Das, B.M. dan Khalid Sobhan. 2018. *Principle of Geotechnical Engineering Ninth Edition*. Cengane Learning. Boston.
6. Davison, W., 1982. Transport of iron and manganese in relation to the shapes of their concentration depth profiles. Hydrobiologia 91: 463-471.
7. Doremus, C. & L. S. Cleresci, 1982. Microbial metabolism in surface sediments and its role in the immobilization of phosphorus in oligotrophic lake sediments. Hydrobiologia 91: 261-268.
8. Effendi, Asnal. 2012. *Fisika I*. Bab 1 Besaran, Satuan dan Pengukuran. 1.1-1.19.
9. Enell, M. & S. Lofgren, 1988. Phosphorus in interstitial water: methods and dynamics. Hydrobiologia 170: 103-132.
10. Forstner, U., 1982. Accumulative phases for heavy metals in limnic sediments. Hydrobiologia 91: 269-284.
11. Fryer, G., 1987. Quantitative and qualitative: numbers and reality in the study of living organisms. Freshwat. BioI. 17: 177-189.
12. Golterman, H. L., 1982. Loading concentration models for phosphate in shallow lakes. Hydrobiologia 91: 169-174.

13. Gunatilaka, A., 1982. Phosphate adsorption kinetics of resuspended sediments in a shallow lake, Neusiedlersee, Austria. Hydrobiologia 91: 293-298.
14. Hart, B. T., 1982. Uptake of trace metals by sediments and suspended particulates: a review. Hydrobiologia 91: 299-313.
15. Holtan, H., L. Kamp-Nielsen & A. O. Stuanes, 1988. Phosphorus in soil, water and sediment: an overview. Hydrobiologia 170: 19-34.
16. Jacquet, J.-M., E. Davaud, F. Rapin & J.-P. Vernet, 1982. Basic concepts and associated statistical methodology in the geochemical study of lake sediments. Hydrobiologia 91: 139-146.
17. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2016. *Modul Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. Bandung.
18. Kurnia, Undang dkk. 2006. *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
19. Lam, D. C. L., W. M. Schertzer & A. S. Fraser, 1982. Mass balance models of phosphorus in sediments and water. Hydrobiologia 91: 217-225.
20. Levitan, C., 1987. Formal stability analysis of a planktonic freshwater community. In W. C. Kerfoot & A. Sih (eds), Predation: direct and indirect impacts on aquatic communities. The University Press of New England, Hanover (N.H.); Lond.: 71-100.
21. Lijklema, L. & A. H. M. Hieltjes, 1982. A dynamic phosphate budget model for a eutrophic lake. Hydrobiologia 91: 227-233.
22. Nembrini, G., J. A. Capobianco, J. Garcia & J. M. Jaquet, 1982. Interaction between interstitial water and sediment in two cores of Lake Uman, Switzerland. Hydrobiologia 91: 363-375.

23. Lam, D. C. L., W. M. Schertzer & A. S. Fraser, 1982. Mass balance models of phosphorus in sediments and water. Hydrobiologia 91: 217-225.
24. Levitan, C., 1987. Formal stability analysis of a planktonic freshwater community. In W. C. Kerfoot & A. Sih (eds), Predation: direct and indirect impacts on aquatic communities. The University Press of New England, Hanover (N.H.); Lond.: 71-100.
25. Lijklema, L. & A. H. M. Hieltjes, 1982. A dynamic phosphate budget model for a eutrophic lake. Hydrobiologia 91: 227-233.
26. Nembrini, G., J. A. Capobianco, J. Garcia & J. M. Jaquet, 1982. Interaction between interstitial water and sediment in two cores of Lake Uman, Switzerland. Hydrobiologia 91: 363-375.
27. Miyazaki, Tsuyoshi. 2005. *Water Flow in Soils, Second Edition*. Taylor & Francis Group. Tokyo, Japan.
28. Mujadi, dkk. *Fisika Dasar 1*. Buku Materi Pokok PEF14101/3SKS/Modul 1-9. Universitas Terbuka.
29. Muntohar, A.S. 2007. *Rekayasa Geoteknik Mekanika Tanah*. UMY Press. Yogyakarta.
30. http://www.fao.org/3/r4082e/r4082e03.htm
31. https://www.youtube.com/watch?v=MM7Nfog4Ay4
32. Ongley, E. D., M. C. Bynoe &J. B. Percival, 1982. Physical and geochemical characteristics of suspended solids, Wilton Creek, Ontario. Hydrobiologia91: 41-57.
33. Rippey, B. & D. H. Jewson, 1982. The rates of sediment-water exchange of oxygen and sediment bioturbation in Lough Neagh, Northern Irland. Hydrobiologia 91: 377-382.
34. Twinch, A. L. & C. M. Breen, 1982. Vertical stratification in sediments from a young oligotrophic South African impoundment: implication in phosphorus cycling. Hydrobiologia 91: 395-404.

35. Smayda, T., 1990. The influence of lime and biological activity on sediment pH, redox and phosphorus dynamics. Hydrobiologia 192: 191-203.
36. Tipping, E., C. Woof & M. Ohnstad, 1982. Forms of iron in the oxygenated waters of Eastwaite Water, U. K.
37. Hydrobiologia 91: 383-393.Twinch, A. L. & C. M. Breen, 1982. Vertical stratification in sediments from a young oligotrophic South African impoundment: implication in phosphorus cycling. Hydrobiologia 91: 395-404.
38. Van Liere, L. & L. R. Mur, 1982. The influence of groundwater-movement on the phosphorus release from sediments, as measured in a continuous flow system. Hydrobiologia 91: 511-518.

GLOSARIUM

Agregat tanah: bongkahan tanah yang merupakan hubungan antar partikel tanah atau butiran tanah yang banyak terikat menajdi satu massa atau bongkah tunggal seperti gumpal, kersai, kubus atau prisma.

Aliran massa: mekanisme gerakan unsur hara di dalam tanah menuju ke permukaan akar bersama-sama dengan gerakan massa air.

Anion: ion yang bermuatan negatif.

Bahan organik: sisa tanaman atau hewan yang telah mati dan mengaami dekomposisi menghasilkan hara yang dibutuhkan tanaman.

Bioaktivator: mikroorganisme yang berfungsi sebagai akttivator, atau pembangkit proses mikrobiologis pada tanah atau bahan organik.

Biodekomposer: mikroorganisme yang berfungsi sebagai pendekomposer, atau perombak bahan organik.

Biofertilizer: pupuk hayati, atau penambahan mikroorganisme menguntungkan ke dalam tanah sebagai pupuk.

Dolomit: merupakan salah satu bentuk kapur pertanian yang berfungsi menaikkan kemasaman tanah dan menyumbangkan unsure hara Ca dan Mg, dengan rumus kimia $CaMg(CO_3)_2$.

Evaporasi: proses hilangnya air melalui penguapan dari permukaan tanah, permukaan batang dan daun tanaman.

Kapasitas pertukaran kation (KTK): Kapasitas tanah dalam menahan unsur hara untuk keperluan tanaman. Secara khusus, CEC adalah jumlah tagihan negatif yang tersedia di tanah liat serta

humus untuk menahan ion bermuatan positif. Efektif pertukaran kation kapasitas (ECEC) dilaporkan untuk tanah masam (pH <5). Dinyatakan sebagai sentimol muatan per kilogram tanah (cmolc / kg).

Kation: Partikel bermuatan positif; reaksi antara anion dan kation menciptakan gaya listrik.

Lapisan tanah liat / film: Lapisan berorientasi tanah liat pada permukaan ped dan butiran dan lapisan mineral pori, Juga disebut tanah liat kulit, tanah liat aliran, cutans illuviation, atau argillans.

Limbah kolam: Limbah asli yang sudah ditampung dalam kolam penampungan limbah, sebelum dialirkan ke perairan umum.

Makroagregat (butir sekunder): agregat yang terbentuk dari butiran primer (mikro agregat tanah) akibat sekresi senyawa-senyawa polisakarida, asam organik dan lendir yang diproduksi oleh hifa-hifa eksternal.

Mikroagregat (butir primer): agregat terkecil dari tanah yang terbentuk secara primer tanpa sekresi senyawa-senyawa polisakarida, asam organik dan lendir yang diproduksi oleh hifa-hifa eksterna.

Mineral tanah liat: Aluminium silikat hidro seukuran tanah liat memiliki ruang antar lapisan yang besar yang dapat menampung banyak air dan zat lainnya; mereka memiliki luas permukaan yang besar sehingga memungkinkan terjadinya pembengkakan dan penyusutan; contohnya adalah montmorilonit atau smektit dan kaolinit.

Penukar ion dasar: Humus, senyawa karbon organik yang mempunyai kemampuan mengikat dan melepaskan kembali ion-ion dalam tanah.

Pertukaran kation: Persimpangan antara a kation dalam solusi dan lainnya kation di lapisan batas antara larutan dan permukaan material bermuatan negatif seperti tanah liat atau bahan organik.

Rasio C/N: Merupakan perbandingan antara berat karbon organik dan bobot nitrogen total pada bahan tanah atau pada bahan organik.

Tanah liat: Partikel tanah berdiameter kurang dari 0.002 mm dengan luas spesifik yang tinggi terutama mempengaruhi sifat koloid tanah (lihat juga koloid) serta stabilitas struktur tanah: stabilitas tinggi baik dalam kondisi basah maupun kering atau kelas tekstur tanah dengan 40% atau lebih lempung, kurang dari 45% pasir, dan kurang dari 40% lumpur.

Indeks

A

Agregat · viii, 10, 11, 24, 71
Air · v, vi, vii, viii, 13, 18, 19, 20, 21, 24, 28, 29, 35, 37, 39, 68

D

Dekomposisi · 59
Derajat Kejenuhan · vii, 15, 18

E

Evaporasi · 71

I

Infiltrasi · viii, 20, 21, 22

K

Kapasitas Infiltrasi · viii, 21
Kapasitas Tukar Kation · 50
Kation · 50, 54, 72
Koloid · 41, 42, 47, 49, 53

L

Lengas · 22
Liat · vii, 7, 8, 9, 51

M

Mineral · vi, viii, 29, 31, 45, 51, 52, 72
Misel · 49
Montmorillonit · 31

N

Nutrien · 35, 41

O

Oksidasi · 59
Organik · vi, 34

P

Partikel · vii, viii, 5, 6, 24, 25, 29, 30, 31, 32, 49, 72, 73
Perkolasi · 21, 22
Pori · viii, 5, 12, 35, 37
Porositas · 11, 14, 18, 25

R

Redoks · vii, 61
Reduksi · 59, 60

S

Sedimen · vii, viii, 32, 37, 38, 39
Silika · viii, 45
Struktur · vi, viii, 1, 10, 11, 12
Struktur Tanah · vi, viii, 10, 11

T

Tekstur · i, iii, iv, vii, viii, 1, 5, 6, 7, 8, 13, 20

U

Udara · 13

BIOGRAFI PENULIS

Saberina Hasibuan, Penulis lahir di Pekanbaru, 9 September 1969, menyelesaikan pendidikan S1 dalam bidang manajemen Sumberdaya Perairan pada Tahun 1993 di Fakultas Perikanan UNRI. Tahun 1996 melanjutkan pendidikan S2 di Institut Teknologi Bandung pada Fakultas Teknik Lingkungan Jurusan Teknologi Pengelolaan Lingkungan dan selesai pada tahun 1998 dengan dana BPPS-DIKTI.

Penulis juga mengambil pendidikan non formal AA/Pekerti tahun 2000. Kecintaan penulis terhadap ilmu lingkungan budidaya perikanan diperdalam dengan mengambil S3 di UGM tahun 2005 pada program studi Ilmu Tanah dengan tema penelitian: Rekayasa Tanah Dasar Kolam Inceptisol melalui Penambahan Ultisol dan Vertisol untuk Meningkatkan Pertumbuhan Alga Dasar Pakan Larva Nila Merah *(Oreochromis sp.)* dengan beasiswa dari PT, Chevron Pasific Indonesia serta selesai tahun 2011. Penulis telah menulis buku ajar Produktivitas Tanah Dasar pada Tahun 2014 dan terus dikembangkan sampai saat ini.

Novreta Ersyi Darfia, Penulis lahir di Air Tiris, 21 November 1987, menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Riau. Melanjutkan pendidikan S2 pada Jurusan Teknik Sipil dengan bidang keahlian Rekayasa Sumber Daya Air Institut Teknologi Bandung.

ISBN 978-623-255-149-7

9 786232 551497