



# Pertemuan 10 : PERMASALAHAN LAHAN LEBAK UNTUK PERTANIAN

Ir. ZURAIDA TITIN MARIANA, M.Si



Musim hujan



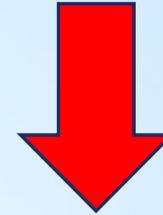
Tanah mineral



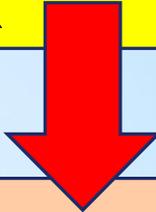
Tanah Organik

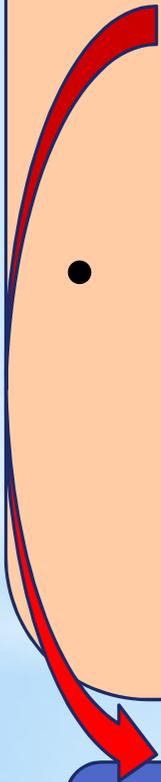
## PERMASALAHAN AIR

- Banjir tahunan dapat terjadi, sebagai akibat dari volume air sungai yang menjadi sangat besar selama musim hujan, dan tekanan balik arus pasang dari bagian muara.
- Sungai di daerah lebak ini tidak mampu menampung semua air, sehingga meluap membanjiri dataran banjir di kiri kanan sungai.



## PERMASALAHAN AIR

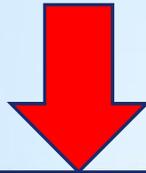


- Fluktuasi genangan air sangat sukar diprediksi. Banjir di lahan rawa lebak, khususnya di kawasan Kalimantan sering bersifat mendadak
  - Di negara Thailand dan Vietnam datangnya air secara bertahap sehingga kenaikan genangan air dapat diikuti oleh pertumbuhan padi yg mempunyai daya memanjang cepat (high elongation ability)
- 

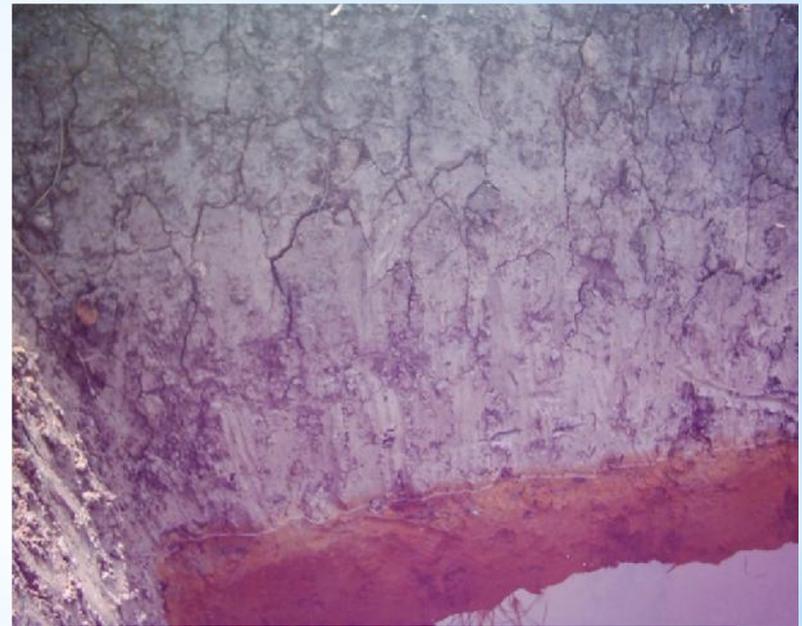
Di Kalimantan, Keterlambatan tanam punya resiko besar, oleh karena itu penetapan waktu tanam sangat penting

# PERMASALAHAN TANAH

Tanah mineral



*bukan* merupakan endapan marin, maka tanah rawa lebak *tidak* mengandung pirit. Namun, di wilayah peralihan dengan rawa pasang surut air tawar, lapisan pirit masih mungkin diketemukan, tetapi biasanya pada kedalaman 50-70 cm atau lebih dari 120 cm.

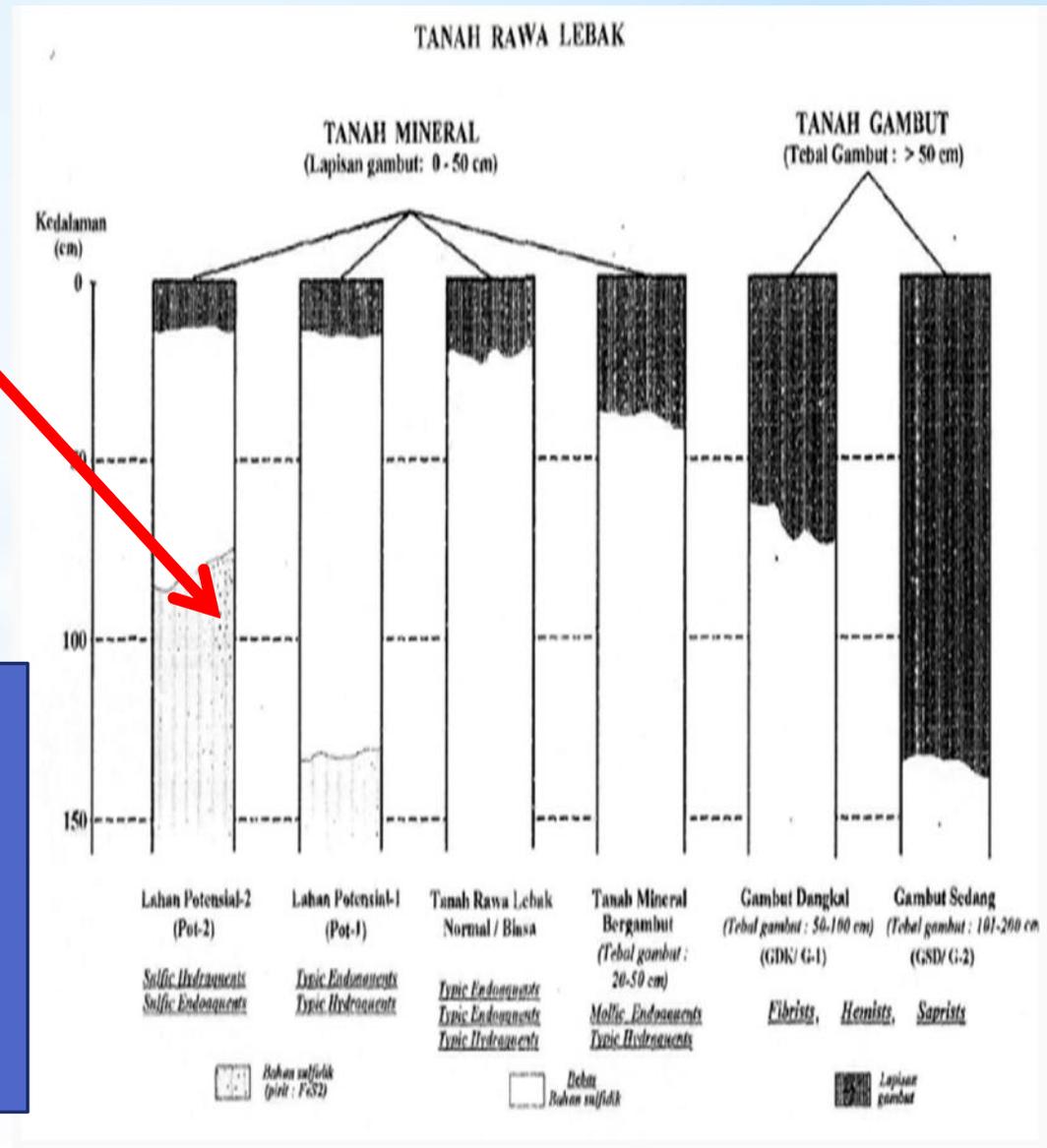


Tanah di rawa Nagara, Hulu Sungai Selatan Kalimantan Selatan

# PERMASALAHAN TANAH

Lapisan pirit  
yg berada di  
kedalaman  
50-70 cm

Hati-hati bila musim  
kemarau, permukaan air  
turun sampai kedalaman  
sumber pirit

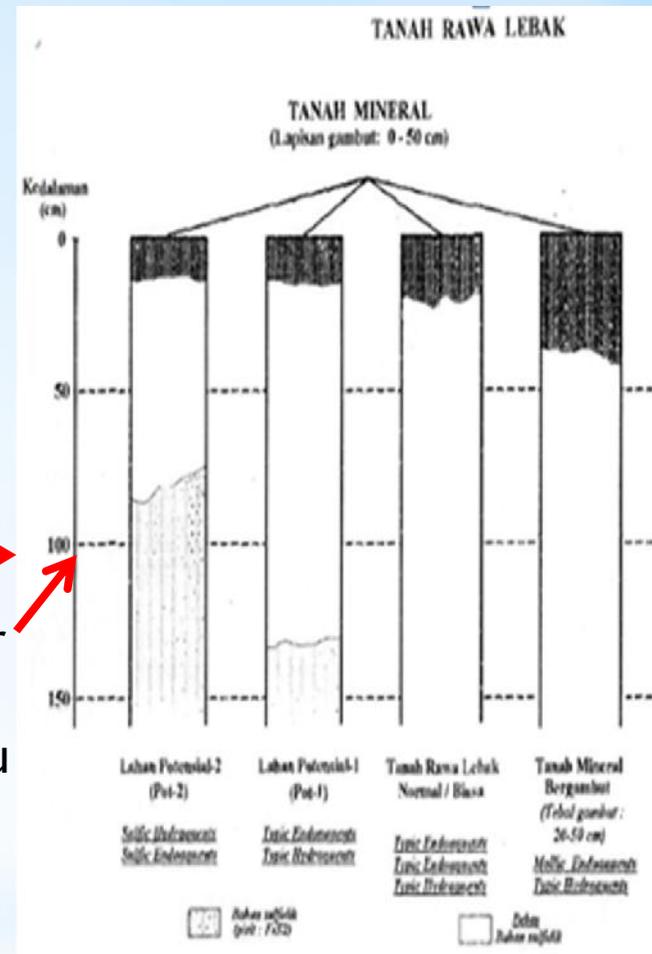


Reaksi oksidasi pirit dengan oksigen pada tanah berlangsung dalam beberapa tahapan, meliputi reaksi-reaksi kimia dan biologis.

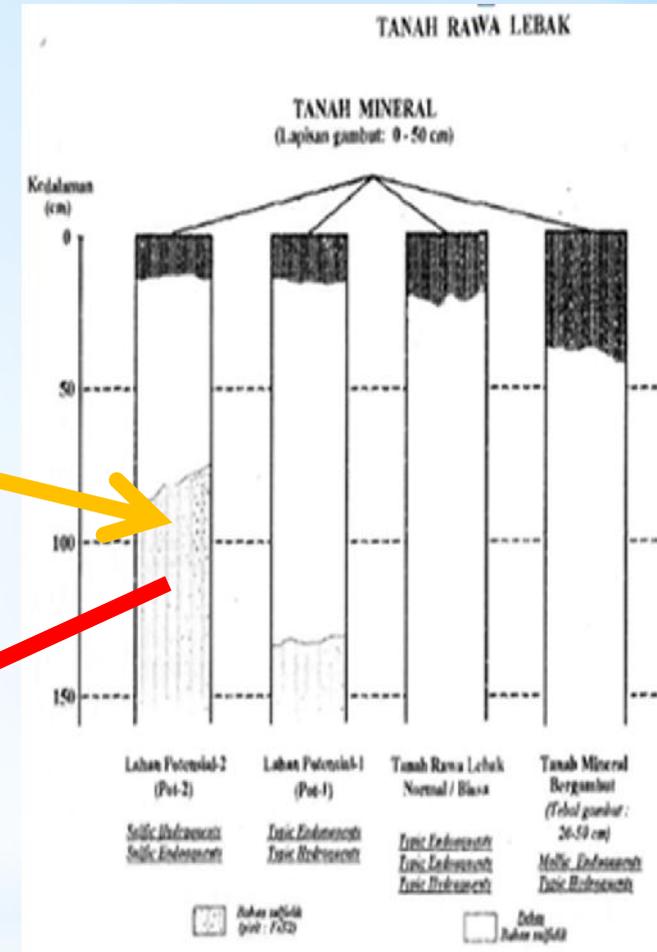
Pada tahap awal, oksigen terlarut secara lambat bereaksi dengan pirit menghasilkan 4 molekul H<sup>+</sup> per molekul pirit yang dioksidasi :



Muka air musim kemarau



Identifikasi pirit di lapangan menggunakan  $H_2O_2$ . Kami persilahkan mahasiswa untuk melihat video reaksi pirit setelah ditetesi dengan  $H_2O_2$ .



Bila pH menurun hingga di bawah 4, maka feri ( $\text{Fe}^{3+}$ ) menjadi larut dan akan mengoksidasi pirit dengan cepat. Reaksi oksidasi pirit oleh  $\text{Fe}^{3+}$  secara lengkap menghasilkan 16 molekul  $\text{H}^+$



Tanah menjadi  
masam

# Oksidasi pirit (Secara bio-kimia)



⊙ Dalam proses oksidasi pirit ini sangat ditentukan oleh adanya bakteri yang bisa mengoksidasi besi dan sulfur di dalam tanah. Reaksi oksidasi yang melibatkan mikroorganisme (bakteri) dapat dijelaskan sebagai berikut :

⊙  $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{S}_2$  (reaksi kimia murni)

⊙  $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + e$  (dipengaruhi bakteri *Thiobacillus ferrooxidans*)

⊙  $\text{Fe}^{3+} + \text{FeS}_2 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{S}_2 + e$  (reaksi kimia murni)

⊙  $\text{S}_2 + 8 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{SO}_4^{2-} + 16 \text{H}^+$  (dipengaruhi bakteri *Thiobacillus thiooxidans*).

# Sifat fisiko-kimia tanah mineral lahan rawa lebak

Sifat-sifat tanah	Lebak pematang		Lebak tengahan		Lebak dalam	
Tekstur	hC; C; SiC; SiCL; SiL; L; SL (Ps: <15%; Db: 5-60%; liat: 18-90%)		hC; C; SiC; SiCL (Ps: <10%; Db: 20-60%; liat: 35-80%)		hC; SiC (Ps: <5%; Db: 20-45%; liat: 55-80%)	
Reaksi tanah						
▪ pH-lapang	5,5-7,0	sm-nt	5,0-7,0	sm-nt	5,5-6,5	sm-sdm
▪ pH-lab	4,0-5,5	mlb-sm	3,5-4,5	me-mlb	3,5-4,5	me-mlb
% karbon						
▪ Kisaran (%)	0,09-12,04	sr-st	0,52-17,20	sr-st	1,20-18,92	sr-st
▪ Terbanyak (%)	(0,40-8,60)	sr-t	(0,30-10,32)	sr-st	(1,72-12,04)	r-st
Fosfat dan kalium (terbanyak)						
▪ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g)	5-40	sr-s	3-40	sr-s	2-25	sr-r
▪ K <sub>2</sub> O (mg/100 g)	5-40	sr-s	5-60	sr-t	5-25	sr-s
▪ P-Bray (ppm)	3-23	sr-s	2-27	sr-t	3-15	sr-r
Basa dapat tukar	Terbanyak Ca & Mg; K dan Na sangat sedikit		Terbanyak Ca & Mg; K dan Na sangat sedikit		Terbanyak Ca & Mg; K dan Na sangat sedikit	
Total kation dapat tukar	0,6-21%	sr-t	1-20%	sr-t	4-18%	r-t
Kejenuhan basa	10-100%	sr-st	3-80%	sr-t	6-75%	sr-t

## Keterangan :

- Tekstur : hC = liat berat; C = liat; SiC = liat berdebu; SiCL = lempung liat berdebu; SiL = lempung berdebu; L = lempung; dan SL = lempung berpasir.
- Reaksi tanah : me = masam ekstrim (pH ≤ 3,5); mlb = masam luar biasa (pH 3,6-4,5); sms = sangat masam sekali (pH 4,6-5,0); sm = sangat masam (pH 5,1-5,5); am = agak masam (pH 5,6-6,0); sdm = sedikit masam (pH 6,1-6,5); nt = netral (pH 6,6-7,3).
- Kandungan sifat kimia lainnya : sr = sangat rendah; r = rendah; s = sedang; t = tinggi; dan st = sangat tinggi.

## Masalah tanah mineral lahan rawa lebak

- Kesuburan tanah :

Lebak Pematang > Lebak Tengahan > Lebak Dalam

- Bahan Organik :

Lebak Tengahan dan Lebak Dalam > Lebak Pematang

- $P_2O_5$  dan  $K_2O$  :

Lebak Pematang > Lebak Tengahan > Lebak Dalam

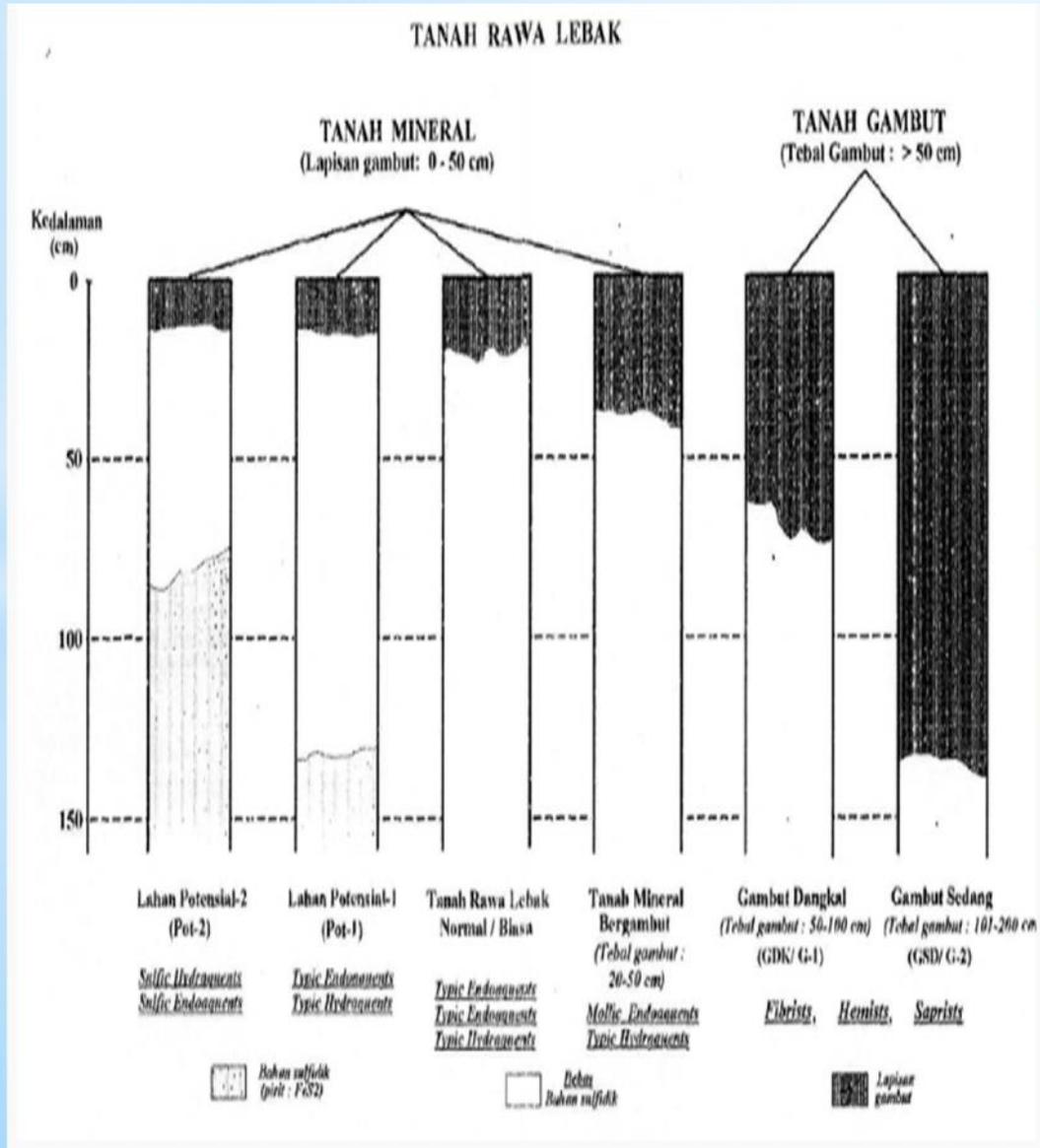
- Total kation :

Lebak Pematang > Lebak Tengahan > Lebak Dalam

- Kejenuhan Basa :

Lebak Pematang > Lebak Tengahan > Lebak Dalam

# PERMASALAHAN TANAH



**SIFAT FISIKO-KIMIA TANAH GAMBUT**

**KOMPOSISI KIMIA BAHAN GAMBUT**

# PERMASALAHAN TANAH

## TANAH GAMBUT

- Tanah Gambut dengan ketebalan lapisan gambut  $>50$  cm
- menempati wilayah Lebak Tengahan dan Lebak Dalam, khususnya di cekungan-cekungan



TANAH GAMBUT (*Peat Soil*)



## SIFAT FISIKA TANAH GAMBUT

### Berat volume /Bulk density

- Gambut dataran rendah dicirikan oleh berat volume yg relatif rendah berkisar antara  $0,1 - 0,3 \text{ gcm}^{-3}$ .
- Berat volume : gambut fibrik  $< 0,1 \text{ gcm}^{-3}$ .  
gambut hemik  $0,07 - 0,18 \text{ gcm}^{-3}$   
gambut saprik  $> 2,0 \text{ gcm}^{-3}$ .

Karena tanah gambut punya Berat Volume rendah, maka daya dukung (bearing capacity) rendah

HATI-HATI DALAM PENGGUNAAN

# SIFAT KIMIA TANAH GAMBUT



**Tabel 4.10** Karakteristik Kimia Gambut Kalimantan Tengah dan Sumatera Selatan (Sabiham, dkk. 1997).

Karakteristik Gambut	Kalimantan Tengah	Sumatera Selatan
pH (H <sub>2</sub> O)	2,27	3,20
N-total (%)	1,82	0,41
Bahan organik (%)	57,23	54,60
P tersedia (ppm)	14,29	18,11
KTK (me 100 g <sup>-1</sup> )	110,00	101,69
Ca (me 100 g <sup>-1</sup> )	2,50	7,88
Mg (me 100 g <sup>-1</sup> )	0,53	3,25
K (me 100 g <sup>-1</sup> )	0,20	0,25
Na (me 100 g <sup>-1</sup> )	1,88	0,69
Kejenuhan basa (%)	4,65	11,88
Unsur Mikro (ppm)		
Cu	0,50	0,28
Zn	1,60	0,27
Mn	1,40	0,46
Fe	8,90	2,98
Senyawa organik (%)		
Lignin	78,70	57,45
Selulosa	14,30	22,20
Protein	2,20	12,45
Kadar abu (%)	0,94	5,10

## SIFAT KIMIA TANAH GAMBUT



Masalah untuk pertanian

- ❑ Tingginya kemasaman tanah gambut disebabkan oleh tingginya kandungan asam-asam fenolat yg dihasilkan dari dekomposisi bahan organik yg banyak mengandung lignin
- ❑ Tingginya kemasaman tanah gambut disebabkan oleh tingginya kandungan asam-asam organik (asam humat dan asam fulvat)
- ❑ Tapak pertukaran tanah gambut didominasi oleh ion hidrogen menyebabkan pH tanah rendah

# SIFAT KIMIA TANAH GAMBUT

Tabel 4.8 Kadar Unsur Hara Lapisan Olah Gambut Lunang Sumatera Barat (Taher dan Zaini, 1989)

Unsur Hara	Tebal Gambut (cm)			
	0 - 50	50 - 100	100 - 200	> 200
Ca (me/100g)	2,14	4,05	3,44	8,37
Mg (me/100g)	1,74	1,83	2,53	5,76
K (me/100g)	0.31	0.23	0.18	0,36
Cu (ppm)	1,44	2,09	1,42	2,77
Zn (ppm)	5,31	6,39	4,17	3,94
Mn (ppm)	199	171	72	190
Fe (ppm)	77	128	139	130
SO <sub>4</sub> (ppm)	251	336	321	350



HATI-HATI

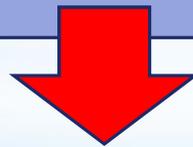
# SIFAT KIMIA TANAH GAMBUT

**Tabel 4.9** Kandungan Beberapa Unsur Mikro pada Gambut Tropika di Indonesia (Driessen, 1978).

Unsur Mikro	Kandungan (kg Ha <sup>-1</sup> )	
	0 – 25 cm	80 – 100 cm
Kobal (Co)	0,1 – 0,2	0,05 – 0,10
Tembaga (Cu)	0,8 – 8,0	0,2 – 0,8
Besi (Fe)	143 – 175	67 – 220
Mangan (Mn)	4,1 – 25	1,1 – 7,1
Molibdenum (Mo)	0,6 – 1,0	0,3 – 0,6
Seng (Zn)	2,8 – 4,4	1,8 – 4,8

## Tanah Gambut

Pada beberapa kasus, kandungan unsur hara mikro (terutama Fe) dalam bahan gambut pd lapisan bawah, yg berdekatan bahan dgn tanah mineral yg berasal dr endapan marin dapat menjadi lebih tinggi apabila terjadi pencampuran antara bahan gambut tersebut dengan bahan mineral membentuk *peaty clay*



Jika bahan dibawah lapisan gambut mengandung mineral pirit ( $\text{FeS}_2$ ), maka bila teroksidasi akan menyumbangkan ion  $\text{H}^+$  shg tanah semakin masam

# Komposisi Kimia Bahan Gambut



## TANAH GAMBUT (*Peat Soil*)

Komposisi gambut Ombrogen di Indonesia dan kapasitas tukar kation (Driessen, 1978)

Komposisi	Bobot	KTK
	%	me/100g
Lignin	64-74	150-180
Senyawa humat	10-20	40-80
Selulosa	0,2-10	7
Hemiselulosa	1-2	1-2
Lainnya	<5	-
Total gambut	100	190-270

## TANAH GAMBUT (*Peat Soil*)

Tabel 4.2 Komposisi Kimia Gambut Hutan Tropika di Indonesia (Polak, 1975)

Komponen	Sumatra	Kalimantan
	% bahan kering	
Komponen gambut larut dalam :		
Eter	4.77	2.50
Alkohol	4.75	6.65
Air	1.87	0.87
Hemiselulosa	1.95	1.95
Selulosa	10.61	3.61
Lignin	63.99	73.67
Protein	4.41	3.85

## TANAH GAMBUT TROPIKA

```
graph TD; A[TANAH GAMBUT TROPIKA] --> B[LIGNIN TINGGI]; B --> C[✓ Lignin adalah suatu sistem dr polimer tiga dimensi termoplastik yg berasal dr monomer-monomer alkohol konferil atau propana guaiasil. ✓ Lignin tanaman dapat dibagi kedalam 3 tipe : 1. Lignin dari kayu lunak 2. Lignin dari kayu keras 3. Lignin dari rumput-rumputan, bambu dan palm];
```

### LIGNIN TINGGI

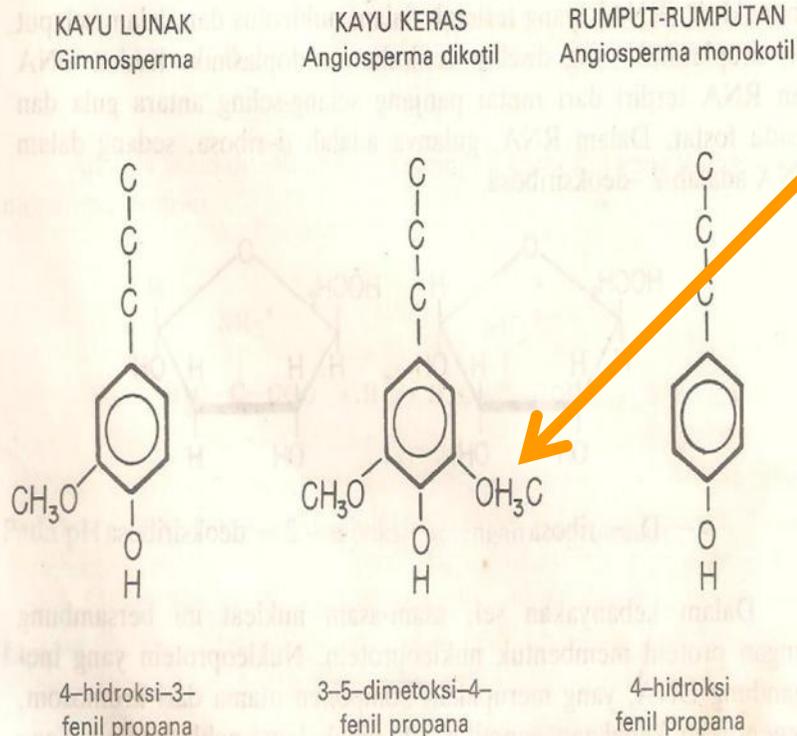
- ✓ Lignin adalah suatu sistem dr polimer tiga dimensi termoplastik yg berasal dr monomer-monomer alkohol konferil atau propana guaiasil.
- ✓ Lignin tanaman dapat dibagi kedalam 3 tipe :
  1. Lignin dari kayu lunak
  2. Lignin dari kayu keras
  3. Lignin dari rumput-rumputan, bambu dan palm

# TANAH GAMBUT TROPIKA

## LIGNIN TINGGI

Gugus metoksil ( $\text{CH}$ ,  $\text{CH}_2$ ,  $\text{CH}_3$ ) cenderung bersifat hidrofobik sehingga dapat menolak air

Hati-hati pada kandungan air tertentu, sifat menolak air dari bahan gambut menyebabkan gambut bersifat kering tak balik (*Irreversible drying*)



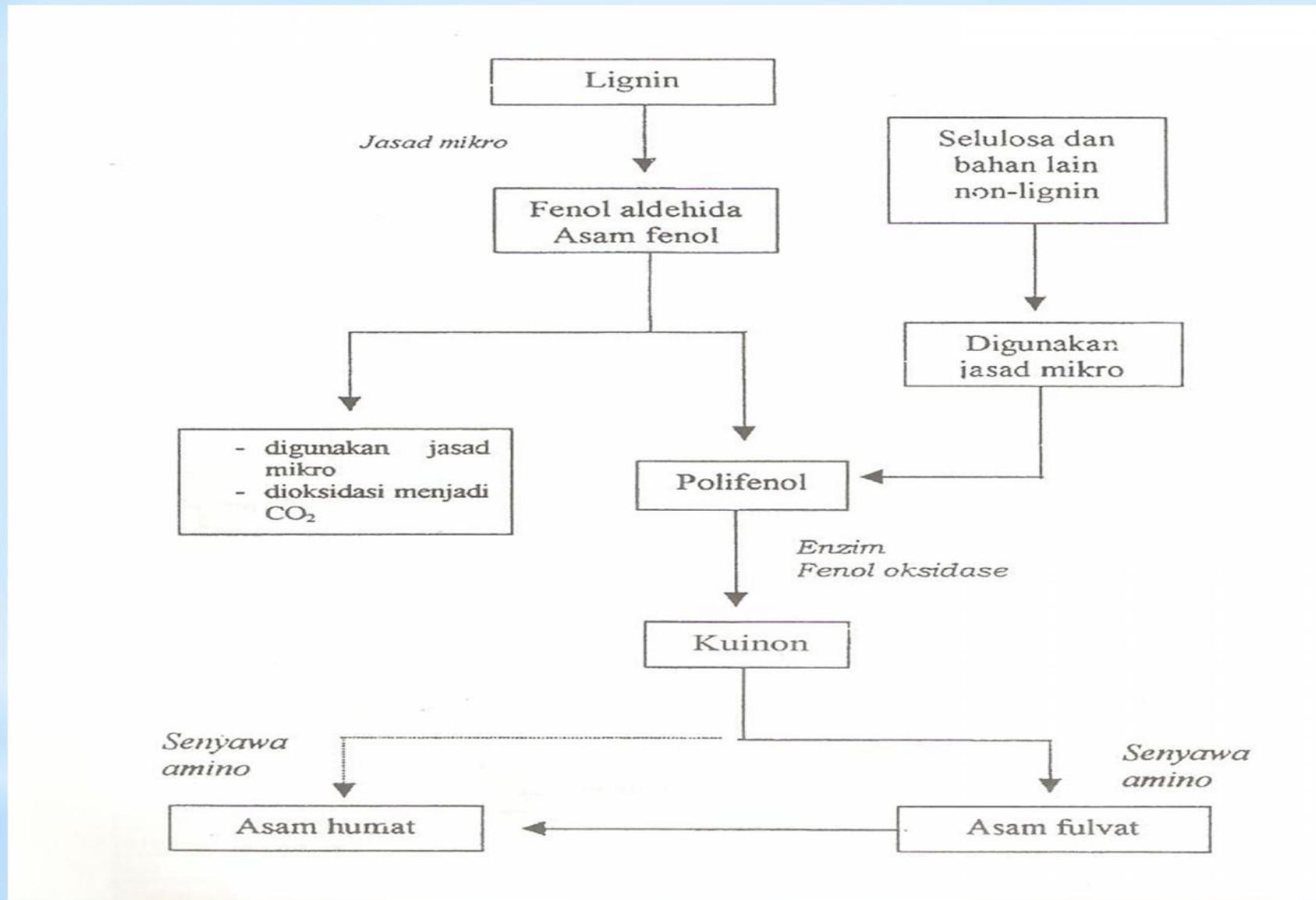
Gambar 4.2. Struktur kimia bahan penyusun lignin dari kayu lunak, kayu keras dan rumput-rumputan.

## TANAH GAMBUT

```
graph TD; A[TANAH GAMBUT] --> B[BAHAN YG TERHUMIFIKASI]; B --> C[✓ Bahan gambut yg kandungan ligninnya relatif lebih tinggi mengandung asam humat lebih banyak dibandingkan dg bahan gambut yg kandungan selulosanya relatif tinggi  
✓ Bahan gambut dr tanaman kayu-kayuan mengandung senyawa C-alkil, C-aromatik, C-fenolik, & C-karbonil lebih banyak dr bahan gambut yg berbahan induk rumput-rumput rawa & lumut Spagnum];
```

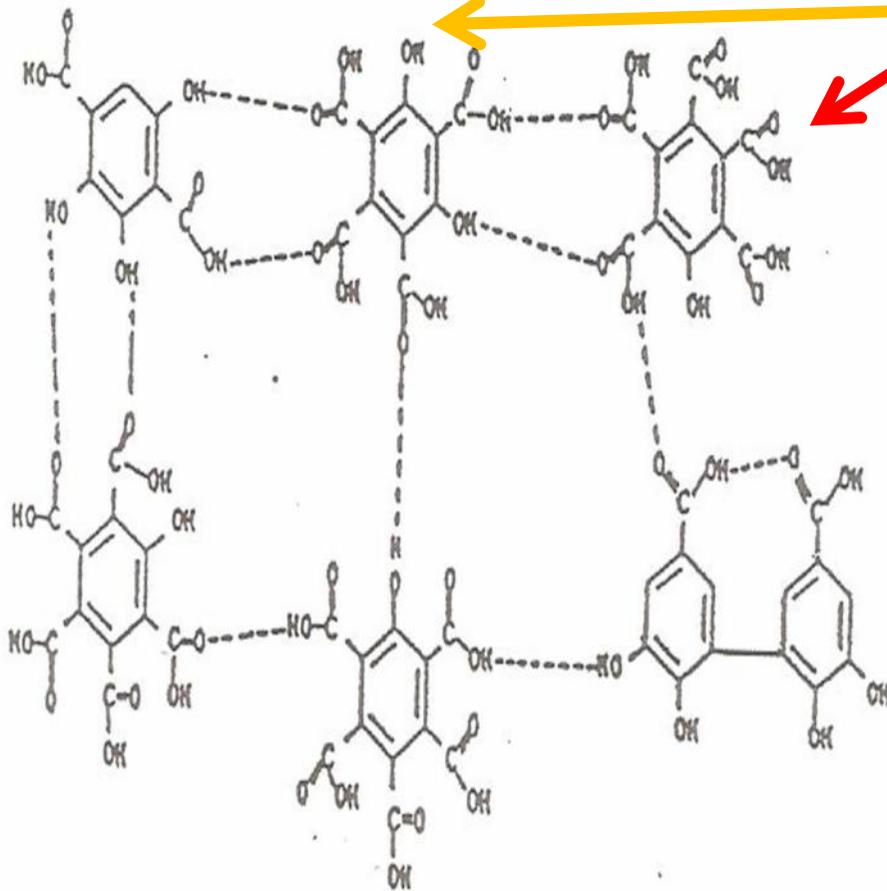
## BAHAN YG TERHUMIFIKASI

- ✓ Bahan gambut yg kandungan ligninnya relatif lebih tinggi mengandung asam humat lebih banyak dibandingkan dg bahan gambut yg kandungan selulosanya relatif tinggi
- ✓ Bahan gambut dr tanaman kayu-kayuan mengandung senyawa C-alkil, C-aromatik, C-fenolik, & C-karbonil lebih banyak dr bahan gambut yg berbahan induk rumput-rumput rawa & lumut Spagnum



**DEGRADASI SENYAWA LIGNIN MENJADI ASAM HUMAT**

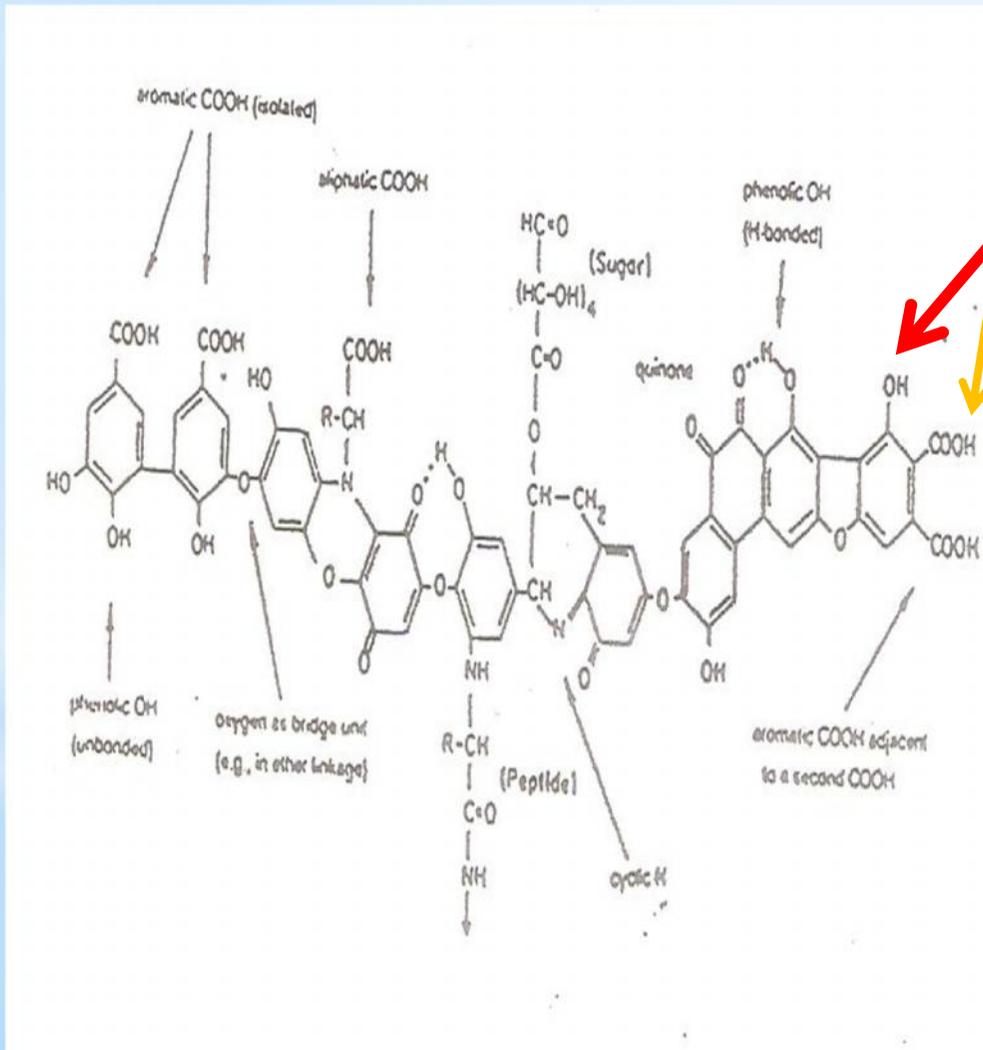
# STRUKTUR TEORITIK ASAM FULVAT



Gugus polar (OH, COOH) bersifat hidrofilik sehingga membantu penyerapan air

Gugus polar dipertahankan agar tidak mengalami proses oksidasi (gugus fungsional -OH, -COOH sebagai kompleks jerapan bahan gambut dalam bentuk koloid organik harus tetap ada

# STRUKTUR TEORITIK ASAM HUMAT



Gugus polar (OH, COOH) bersifat hidrofilik sehingga membantu penyerapan air

Gugus polar dipertahankan agar tidak mengalami proses oksidasi (gugus fungsional -OH, -COOH sebagai kompleks jerapan bahan gambut dalam bentuk koloid organik harus tetap ada

## TANAH GAMBUT



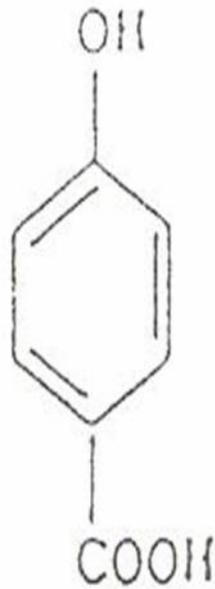
## BAHAN YG TERHUMIFIKASI



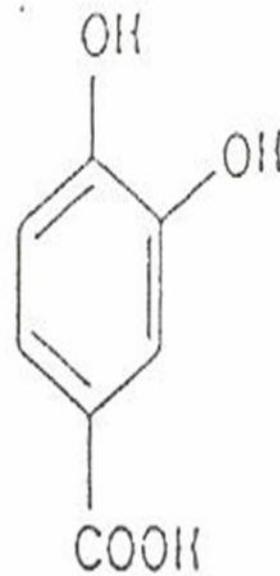
- ✓ Bahan gambut yg kandungan ligninnya dalam jumlah relatif tinggi biasanya tahan terhadap dekomposisi
- ✓ Bahan gambut yg kandungan selulosa & hemiselulosa dalam jumlah relatif tinggi tdk tahan terhadap dekomposisi
- ✓ Gambut tropika Indonesia berbahan induk dr hutan kayu-kayuan (lignin tinggi)
- ✓ Gambut non tropika berbahan induk dr lumut Spagnum (selulosa & hemiselulosa tinggi)

## TANAH GAMBUT

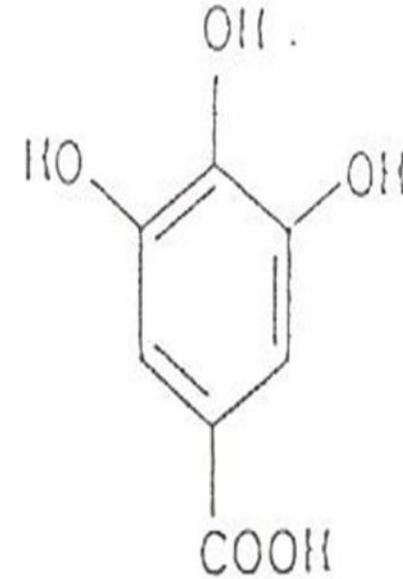
- Biodegradasi gambut yg berasal dr kayu banyak mengandung lignin pada lingkungan anaerob menghasilkan asam-asam fenolat.
- Derivatif asam-asam fenolat seperti asam p-hidroksibenzoat, vanilat, siringat, p-kumarat, ferulat dan sinapat ditemukan di gambut Sumatra Selatan (Prasetyo, 1999), di tiga fisiografi lahan gambut : pantai, transisi & pedalaman Jambi (Riwandi, 2000) & di tiga fisiografi lahan gambut Kalimantan Tengah (Salampak 1999, Barchia, 2002)



Asam *p*-hidroksibezoat

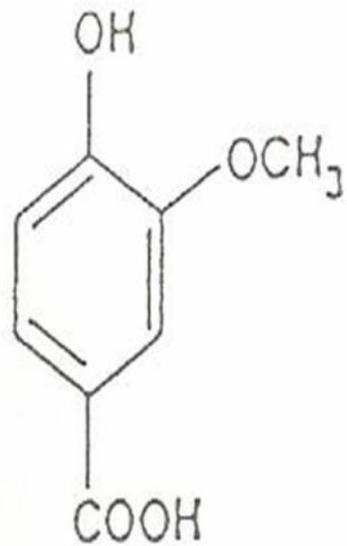


Asam Protokatekuat

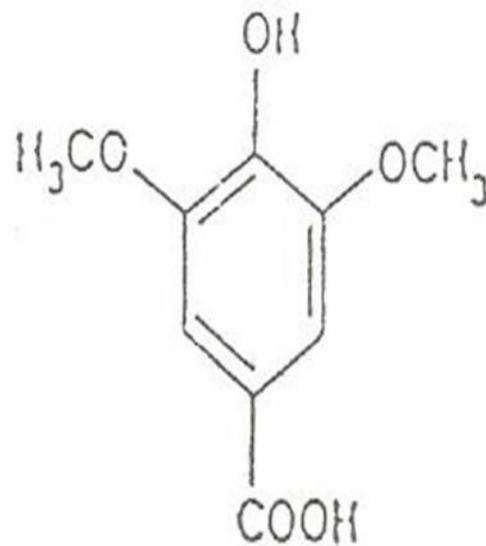


Asam Galat

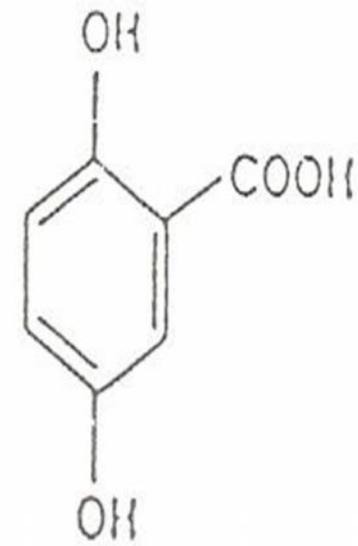
Rumus bangun beberapa asam fenolat  
(Stevenson, 1982)



Asam Vanilat

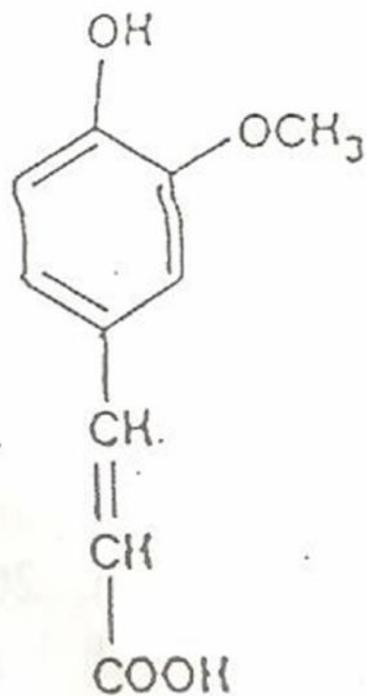


Asam Siringat

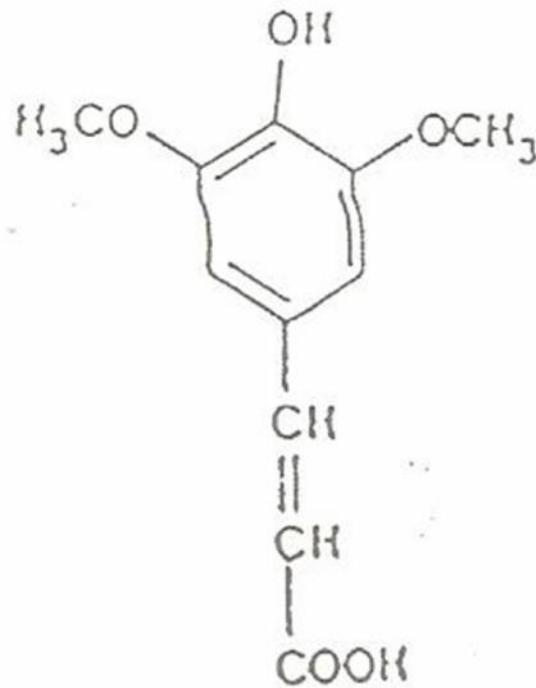


Asam Gentisat

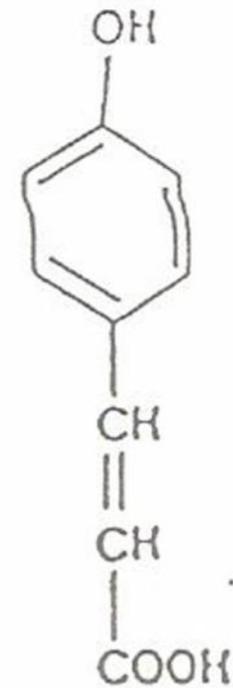
Rumus bangun beberapa asam fenolat  
(Stevenson, 1982)



Asam Ferulat



Asam Sinapat



Asam *p*-Kumarat

Rumus bangun beberapa asam fenolat  
(Stevenson, 1982)

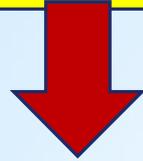
Tabel 4.4 Kandungan Derivat Asam-Asam Fenolat di Tiga Fisiografi Gambut Kalimantan Tengah (Barchia, 2002)

Derivat Asam Fenolat	Pantai	Transisi	Pedalaman
p-Hidroksibenzoat (mM)	0.647	0.799	0.909
Vanilat (mM)	0.657	0.776	0.836
Siringat (mM)	0.581	0.705	0.835
p-kumarat (mM)	1.332	1.542	1.830
Ferulat (mM)	1.427	1.647	2.246
Sinapat (mM)	1.348	1.762	2.324

**TERLETAK DI  
RAWA LEBAK**

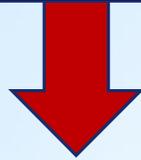
**Asam fenolat  
ini dapat  
bersifat  
toksik**

## Toksisitas Asam fenolat

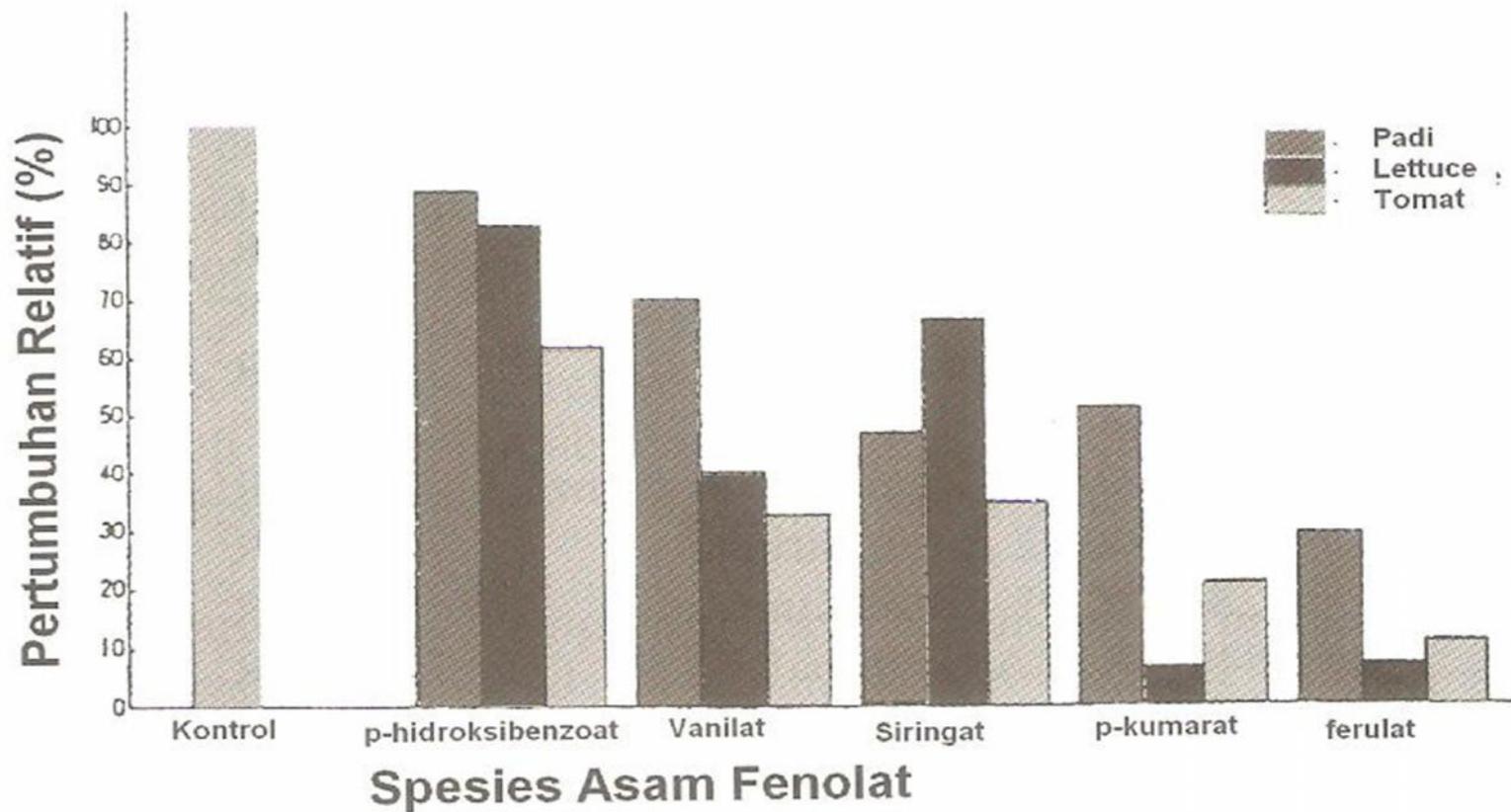


- ❑ Senyawa fenolat merupakan penanda proses dekomposisi gambut dalam kaitannya dengan sifat alelopatik & toksisitas terhadap tanaman
- ❑ Asam fenolat umumnya berpengaruh buruk terhadap serapan hara oleh tanaman & pertumbuhan tanaman

## Toksisitas Asam fenolat



- ❑ Pada konsentrasi asam fenolat 4 – 30 mM sudah menunjukkan pengaruh meracun terhadap beberapa jenis tanaman
- ❑ Pada konsentrasi asam fenolat yg lebih rendah yaitu 0,6 – 3 mM dapat menghambat pertumbuhan akar padi sampai 50%



**Gambar 4.9** Pengaruh Derivat Asam Fenolat (0,2 mM) pada Pertumbuhan Padi, *Lettuce*, dan Tomat (Tadano, dkk. 1992).

## TANAH GAMBUT (*Peat Soil*)

Dekomposisi bahan organik dalam keadaan anaerob akan menghasilkan beberapa senyawa dan gas, antara lain adalah metan, hidrogen sulfida, etilen, asam asetat, asam butirat, asam laktat, dan asam-asam organik lainnya seperti asam-asam fenolat. Sebagian besar dari asam-asam ini bersifat racun bagi tanaman (Tsutsuki dan Ponnampereuma, 1987, Tsutsuki dan Kondo, 1995).

## TANAH GAMBUT (*Peat Soil*)

- Tanah-tanah gambut di Indonesia mempunyai kandungan lignin yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah-tanah gambut yang berada di daerah yang beriklim sedang (Driessen dan Suhardjo, 1976; Driessen, 1978).
- Lignin tersebut akan mengalami proses degradasi menjadi senyawa humat, dan selama proses degradasi tersebut akan dihasilkan asam-asam fenolat (Kononova, 1968).

## TANAH GAMBUT (*Peat Soil*)

- Beberapa jenis asam fenolat yang umum dijumpai dalam tanah adalah : asam vanilat, *p*-kumarat, *p*-hidroksibenzoat, salisilat, galat, sinapat, gentisat, dan asam siringat (Tsutsuki, 1984).
- Asam-asam fenolat tersebut berpengaruh langsung terhadap proses biokimia dan fisiologi tanaman, serta penyediaan hara di dalam tanah.
- Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa asam-asam fenolat bersifat fitotoksik bagi tanaman dan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (Driessen, 1978; Stevenson, 1994; Tsutsuki, 1984).

## TANAH GAMBUT (*Peat Soil*)

Bahan-bahan fitotoksik hasil dekomposisi bahan organik berpengaruh terhadap perubahan permeabilitas sel tanaman, sehingga asam-asam amino dan bahan lain mengalir keluar dari sel, nekrosis pada sel akar, menghambat dan menunda perkecambahan. Selain bahan fitotoksik ini dapat mematikan biji, menghambat pertumbuhan akar, pertumbuhan tanaman kerdil, mengganggu serapan hara, klorosis layu, dan akhirnya dapat mematikan tanaman

# PERMASALAHAN AIR DI LAHAN GAMBUT

BAHAN CAIRAN (bahan aktif)

**AIR GAMBUT**

- Intensitas warna yang tinggi (kuning atau merah kecoklatan)
- pH yang rendah antara 2-5
- Kandungan zat organik tinggi
- Rasanya asam
- Kandungan kation yang rendah



## Humic Substances (pigmented polymers)

Fulvic acid		Humic acid		Humic
Light yellow	Yellow brown	Dark brown	Grey black	Black

	—————	Increase in intensity of colour	—————>	
	—————	Increase in degree of polymerization	—————>	
2 000	—————	Increase in molecular weight	—————>	300 000 ?
45 %	—————	Increase in carbon content	—————>	62 %
48 %	—————	Decrease in oxygen content	—————>	30 %
1 400	—————	Decrease in exchange acidity	—————>	500
	—————	Decrease in degree of solubility	—————>	

Chemical properties of humic substances (Stevenson, 1982)

Tanah Gambut

**AIR GAMBUT**

Syarat kualitas meliputi parameter fisik, kimia, radioaktivitas, dan mikrobiologis yang memenuhi syarat kesehatan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air

Tanah Gambut

**AIR GAMBUT, berwarna coklat kemerahan**

Warna coklat kemerahan pada air gambut merupakan akibat dari tingginya kandungan zat organik (bahan humus) terlarut terutama dalam bentuk asam humus dan turunannya. Asam humus tersebut berasal dari dekomposisi bahan organik seperti daun, pohon atau kayu.

Tanah Gambut

**AIR GAMBUT, pH rendah**

disebabkan oleh kehadiran zat organik dalam bentuk asam serta adanya kation yang berasal dari mineral-mineral terlarut

**Manusia yg paling ideal adalah manusia yg mencapai derajat ketinggian iman dan ilmu pengetahuan**

Terima Kasih  
Sampai jumpa  
pada pertemuan berikutnya

