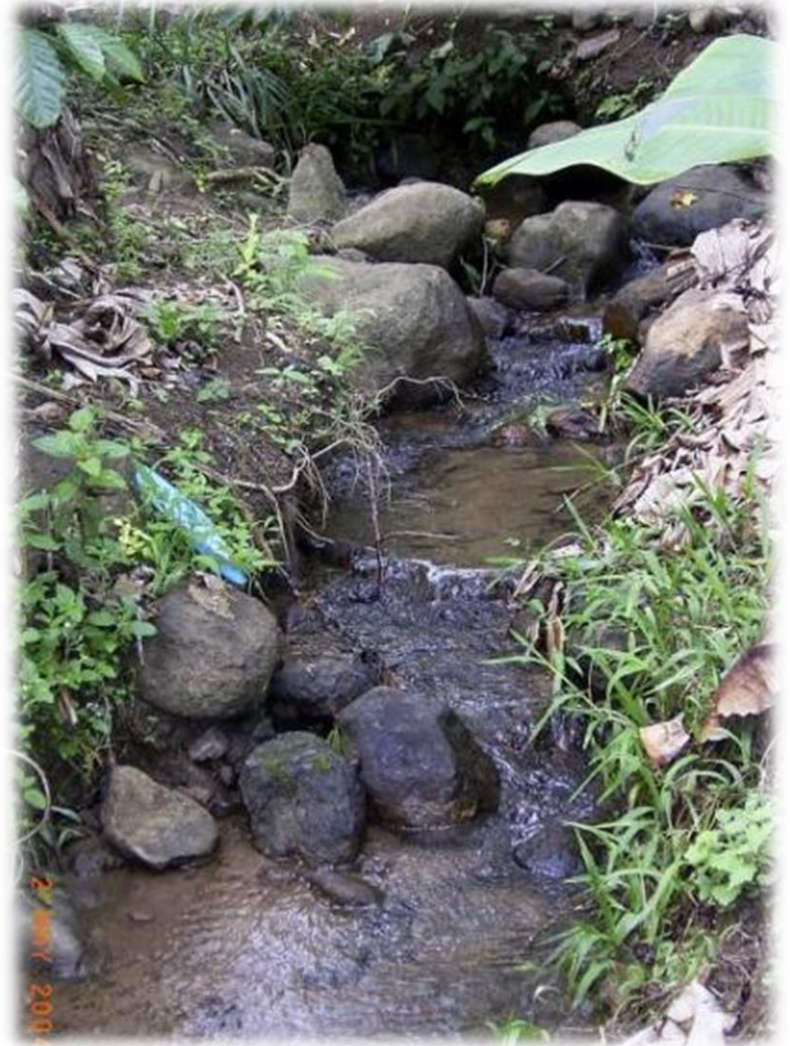


Pertanian Berlanjut : Minggu ke-7

# Lansekap Pertanian dan Hidrologi

Oleh : Widiyanto dan  
Kurniatun Hairiah  
(versi : 2018)



# Manfaat Biodiversitas untuk penyediaan air bersih

Silahkan saksikan animasi di :  
<https://global.nature.org/content/beyond-the-source>

There are many effective source water protection activities, including forest protection, reforestation and improvement of agricultural practices on lands near water sources.

# 10 Gt/yr

Source water protection could reduce CO<sub>2</sub> emissions by 10 gigatonnes annually.

That means

# >1 BILLION PEOPLE

living in cities would have

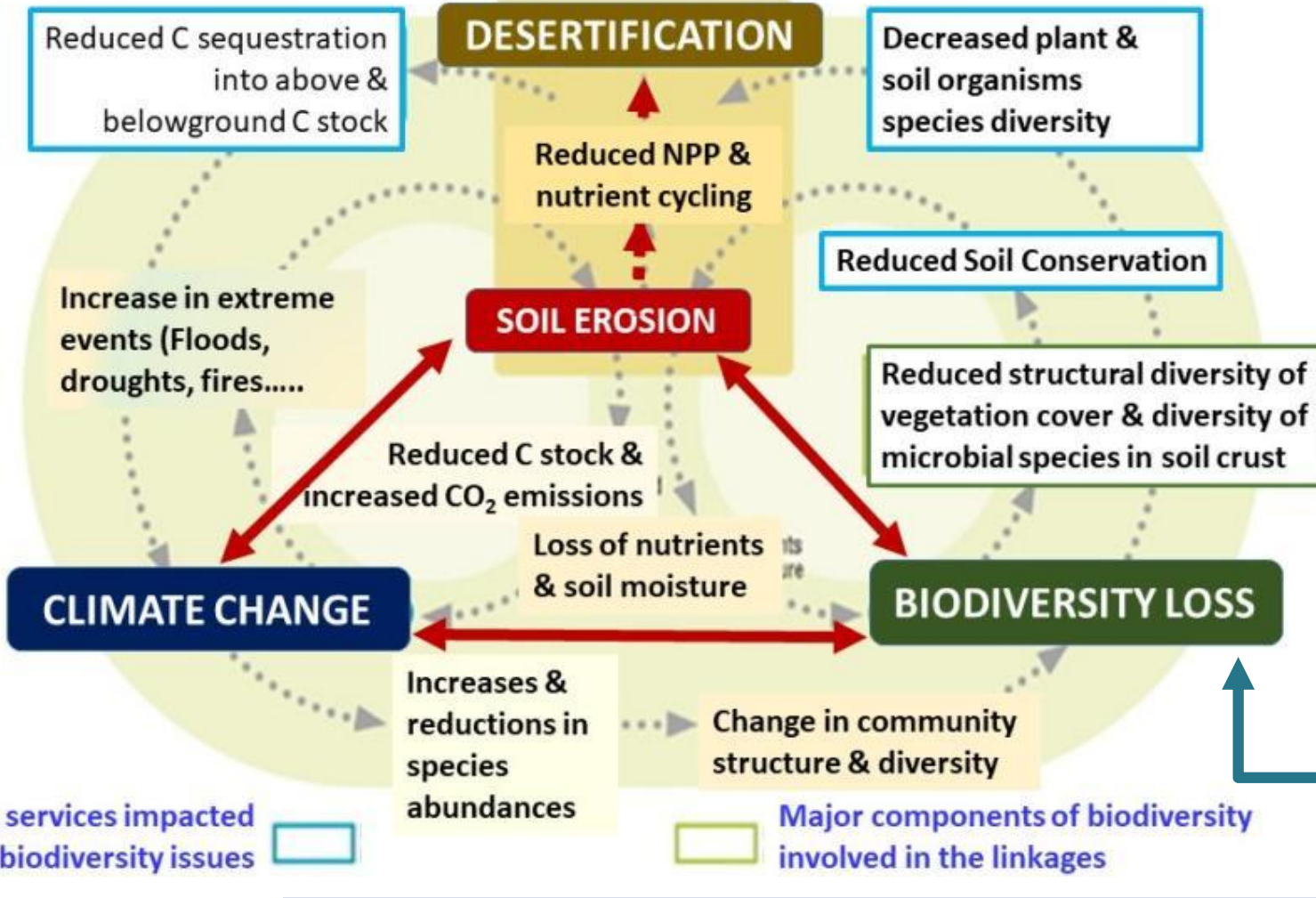
# ACCESS TO CLEANER WATER.





# PERTANIAN >> PERUBAHAN IKLIM saling mempengaruhi.....

▼ Linkages and Feedback Loops among Desertification, Global Climate Change and Biodiversity Loss



Mengembangkan strategi nasional untuk konservasi dan pemanfaatan keanekaragaman hayati yang berkelanjutan (Rio Convention 2012)

# REVITALISASI Ecosystem Services untuk mencapai Pertanian berkelanjutan

- Kompetisi penggunaan lahan
- Land use mismanagement
- Bencana Alam

## ECOSYSTEM DISSERVICES

1. Sedimentasi
2. Hilangnya biodiversitas & habitat satwa liar
3. Emisi GRK
4. Hilangnya top soil
5. Panas & berdebu



**Rio convention 2012 (biodiversity conservation)**

Mengembangkan strategi nasional untuk konservasi dan pemanfaatan keanekaragaman hayati yang berkelanjutan

- Kebijakan, legislatif dan ekonomi
- Kelembagaan, individu, kapasitas ~ MLB / MAB
- Awareness dari para pihak

## ECOSYSTEM SERVICES

1. **Provisioning:** Makanan, serat, bioenergi, pakan, buah2an, obat2an
2. **Regulating:** Air, Emisi GRK, hama & penyakit
3. **Supporting:** Habitat u Biodiv., tanah
4. **Cultural & Landscape beauty**  
Edukasi, kepercayaan, ekoturisme dsb

- a. Mengurangi tekanan pada SDA,
- b. Uji mekanisme pembiayaan inovatif untuk MLB& MAB,
- c. Praktik monitoring dampak dan menilai jasa ekosistem terbaik



# Tujuan Pembelajaran

1

- Memahami manfaat biodiversitas lanskap pertanian bagi hidrologi

2

- Memahami proses dan mekanisme hubungan antara biodiversitas pertanian dengan hidrologi lanskap

3

- Mampu merancang pengelolaan lanskap (&plot) untuk mempertahankan jasa lingkungan dalam hal kuantitas dan kualitas air





## BAGIAN 1

# Keaneka-ragaman Penggunaan Lahan dan Tutupan Lahan dalam Lansekap Pertanian





# Lansekap Pertanian

## Lansekap Tradisional

- Berbagai penggunaan lahan tradisional dalam suatu lansekap mencerminkan sifat dan kondisi sumberdaya lahan (geologi, tanah, lereng, hidrologi, dsb)

## Lansekap Modern

- Intervensi teknologi (revolusi hijau) bisa memodifikasi sifat<sup>2</sup> lahan, sehingga vegetasi tidak selalu mencerminkan sifat dan kondisi alami sumberdaya lahan

Tekanan sosial dan ekonomi mengakibatkan fragmentasi dan fraksionasi lahan; ukuran individu persil semakin kecil, keanekaragaman dalam lansekap semakin besar





Lansekap modern



## **Contoh :**

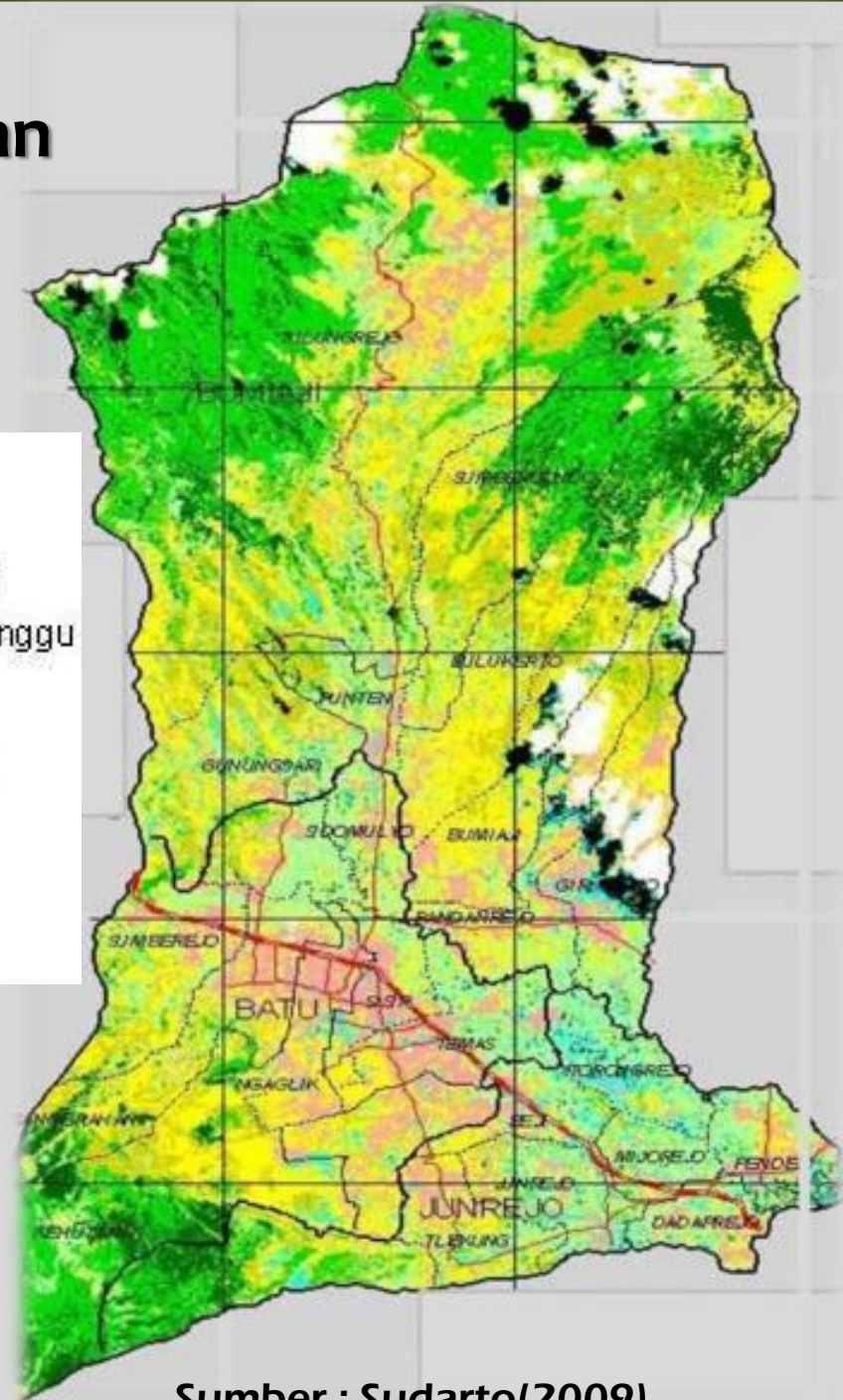
Keaneka-ragaman Vegetasi, Tutupan Lahan atau Penggunaan Lahan dalam sebuah Lansekap : dari kawasan (DAS) Sumber Brantas

## **Tujuan :**

Memahami hubungan antara geomorfologi, tanah, hidrologi dan topografi dengan Tutupan Lahan atau Penggunaan Lahan dan Manajemen Lahan



# Peta Tutupan/Penggunaan Lahan DAS Sumber Brantas (2005)



Sumber : Sudarto(2009)





# Tutupan Lahan & Penggunaan Lahan di DAS Sumber Brantas

Perhatikan hal-hal berikut dalam setiap macam tutupan lahan dan penggunaan lahan yang anda lihat di DAS Brantas Hulu :

1. Kanopi dan manajemen kanopi
2. Pengolahan tanah (guludan, parit, dsb)
3. Penutupan tanah (terbuka/tertutup)
4. Pemupukan
5. Pemberantasan Hama, Penyakit, Gulma
6. Irigasi dan/atau Drainasi
7. Pembuangan limbah/sampah



# Apa itu Tahura?

LU 1 : Taman Hutan Raya (Tahura) R. Soerjo

## Dasar Hukum UU no 5 th 1990

### Taman Hutan Raya:

- Kawasan pelestarian alam untuk tujuan koleksi **TUMBUHAN** dan atau **SATWA** yang alami atau bukan alami, jenis asli dan atau bukan asli,
- Dimanfaatkan bagi kepentingan umum: tujuan penelitian, ilmu pengetahuan dan pendidikan; sebagai fasilitas yang menunjang budidaya, budaya, pariwisata dan rekreasi





**LU 2 : Beberapa Macam Penggunaan Lahan untuk Pertanian di DAS Sumber Brantas**








**LU 3 : Kondisi Kerapatan Pohon, Tajuk dan Tutupan Lantai Tanah Bisa Sangat Beragam**



**Hutan Tanaman (Perhutani)**



A photograph of a rural agricultural landscape. In the foreground, a man wearing a yellow hat and a brown shirt is walking through a field of green leafy vegetables, likely cabbages. To his right, a woman in a white long-sleeved shirt and a dark cap is standing near a small, rustic structure with a thatched roof and a red tarp covering the top. A dirt path runs between the fields. In the background, there are terraced hillsides, some with green vegetation and others with brown soil, suggesting a mountainous region. The sky is overcast.

PERSIAPAN TANAM

KENTANG

WORTEL

KOBIS

**LU 4: Pertanaman Sayur (Kentang, Wortel, Kobis, dsb)**





**PENYEMPROTAN  
PESTISIDA**



**TUTUPAN TAJUK DAN LANTAI DASAR TANAH**

**LU 5 : Kebun Apel dan Jeruk**



**TUTUPAN TAJUK DAN LANTAI DASAR TANAH**



**PEMUPUKAN**





**POSISI PEMUKIMAN DAN AKTIVITAS PENDUDUK DENGAN PEMANFAATAN DAN PEMBUANGAN AIR**



**LU 6: Pemukiman (Dusun, Desa)**

# Diskusikan :

1. Bagaimana kondisi hal<sup>2</sup> berikut ini pada masing<sup>2</sup> tutupan atau penggunaan lahan yang anda lihat dari foto<sup>2</sup> tadi :

Kondisi	LU1	LU2	LU3	LU4	LU5	LU6
Manajemen Kanopi	0	1				
Pengolahan Tanah : guludan, parit, dsb	0	3				
Tutupan Tanah : terbuka/tertutup	4	2				
Pemupukan	0	4				
Pengendalian Hama, Penyakit, Gulma	0	3				
Irigasi, Drainasi	0	4				
Pengelolaan limbah/sampah	0	3				

2. Adakah perbedaan dan persamaan tentang hal<sup>2</sup> tersebut diantara berbagai tutupan/penggunaan lahan



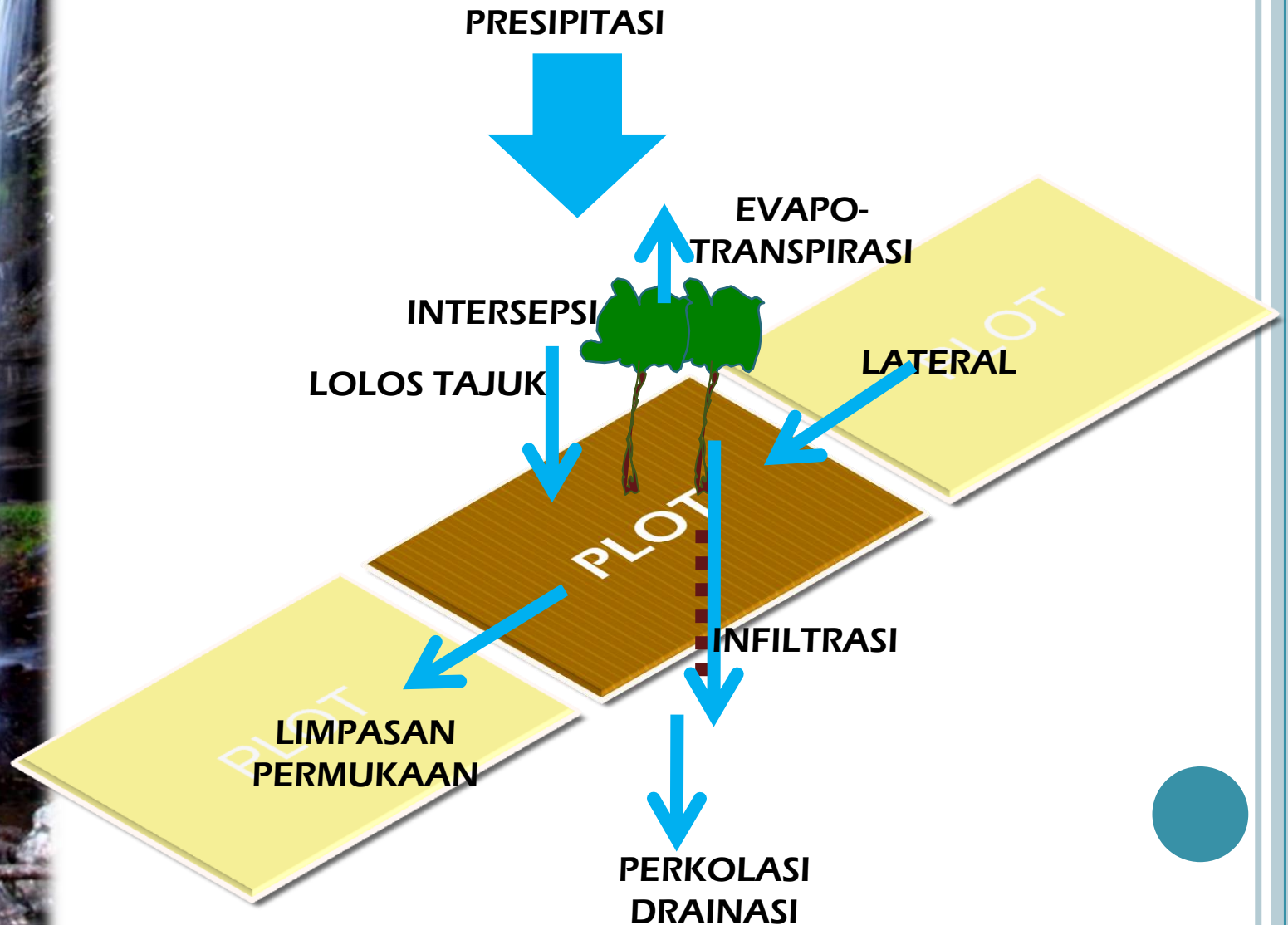


## BAGIAN 2

# Siklus dan Neraca Air dalam PLOT dan LANSEKAP



# Siklus Air dalam Plot





# Siklus Air dalam Plot



# Siklus Air dalam Plot

**Komponen Siklus Air (yang relevan) :**

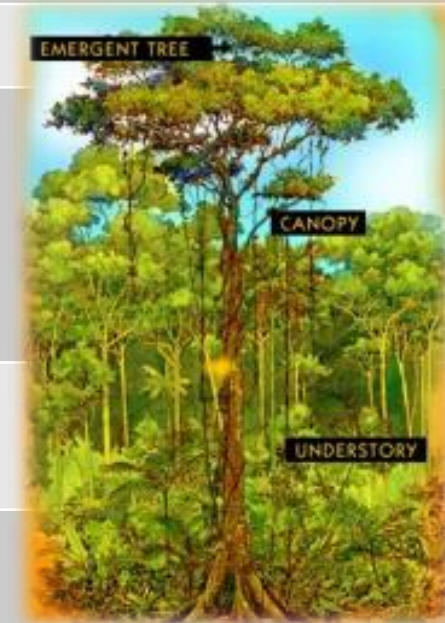
- **Presipitasi (Hujan)**
- **Intersepsi (oleh tajuk tanaman)**
- **Lolos Tajuk**
- **Infiltrasi**
- **Perkolasi**
- **Limpasan Permukaan**
- **Aliran Lateral (masuk dan keluar)**





# Faktor yang berpengaruh terhadap besaran komponen siklus air di tingkat plot

Komponen Siklus Air	Faktor yang mempengaruhi besaran komponen
<b>Presipitasi</b>	(variabel bebas)
<b>Aliran Lateral<sup>1)</sup></b>	Kondisi Petak di bagian Hulu/Atas
<b>Intersepsi</b>	Penutupan Tajuk : <ul style="list-style-type: none"><li>• Kerapatan Tajuk</li><li>• Tebal dan susunan Lapisan Tajuk (strata)</li></ul>
<b>Lolos Tajuk</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Intensitas dan durasi Hujan</li><li>• Kerapatan Tajuk</li></ul>
<b>Infiltrasi</b>	Laju Infiltrasi : <ul style="list-style-type: none"><li>• Porositas (makro)</li><li>• Profil Tanah</li><li>• Intensitas Hujan dan Simpanan Permukaan</li></ul>
<b>Perkolasi</b>	Permeabilitas Tanah, Ketebalan Solum
<b>Evapotranspirasi<sup>2)</sup></b>	Ketersediaan air tanah, cuaca dan kondisi tanaman
<b>Limpasan Permukaan</b>	Resultante semua komponen



# DISKUSI

## Estimasi Neraca Air dalam Petak Tanaman saat terjadi hujan

### Diskusikan :

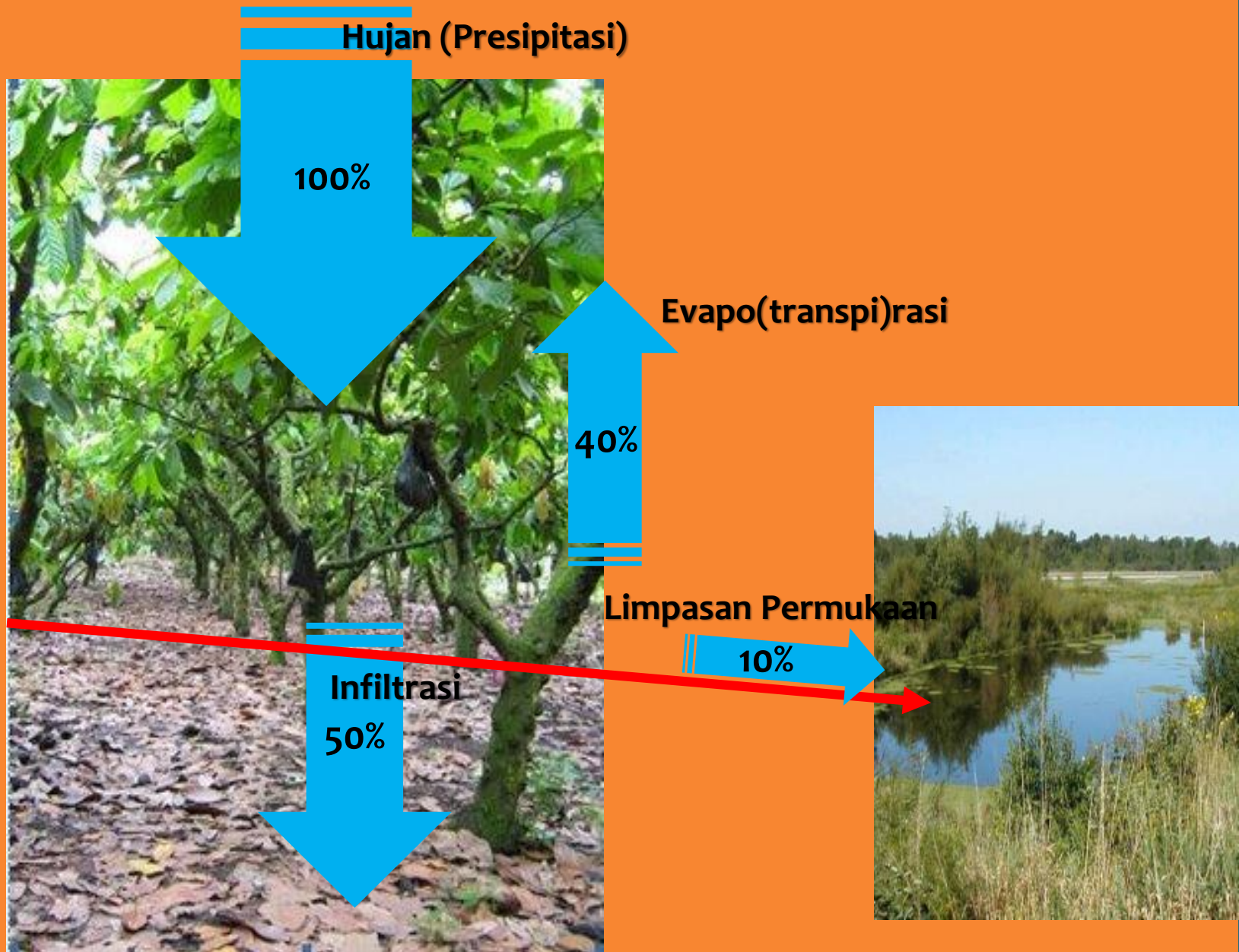
- Berapa proporsi masing-masing komponen ketika terjadi hujan 100 %
- Berapa besarnya limpasan permukaan dari berbagai macam penggunaan lahan ini
- Komponen apa saja yang berbeda? Mengapa demikian ?

Komponen Siklus Air	Hutan Alam	Hutan Tnm Pinus	Kebun Apel	Sayuran : Kentang
Presipitasi	100	100	100	100
Aliran Lateral	?	?	?	?
Intersepsi	?	?	?	?
Lolos Tajuk	?	?	?	?
Infiltrasi	?	?	?	?
Perkolasi	?	?	?	?
Evapotrasnpirasi	?	?	?	?
Limpasan Permukaan	?	?	?	?

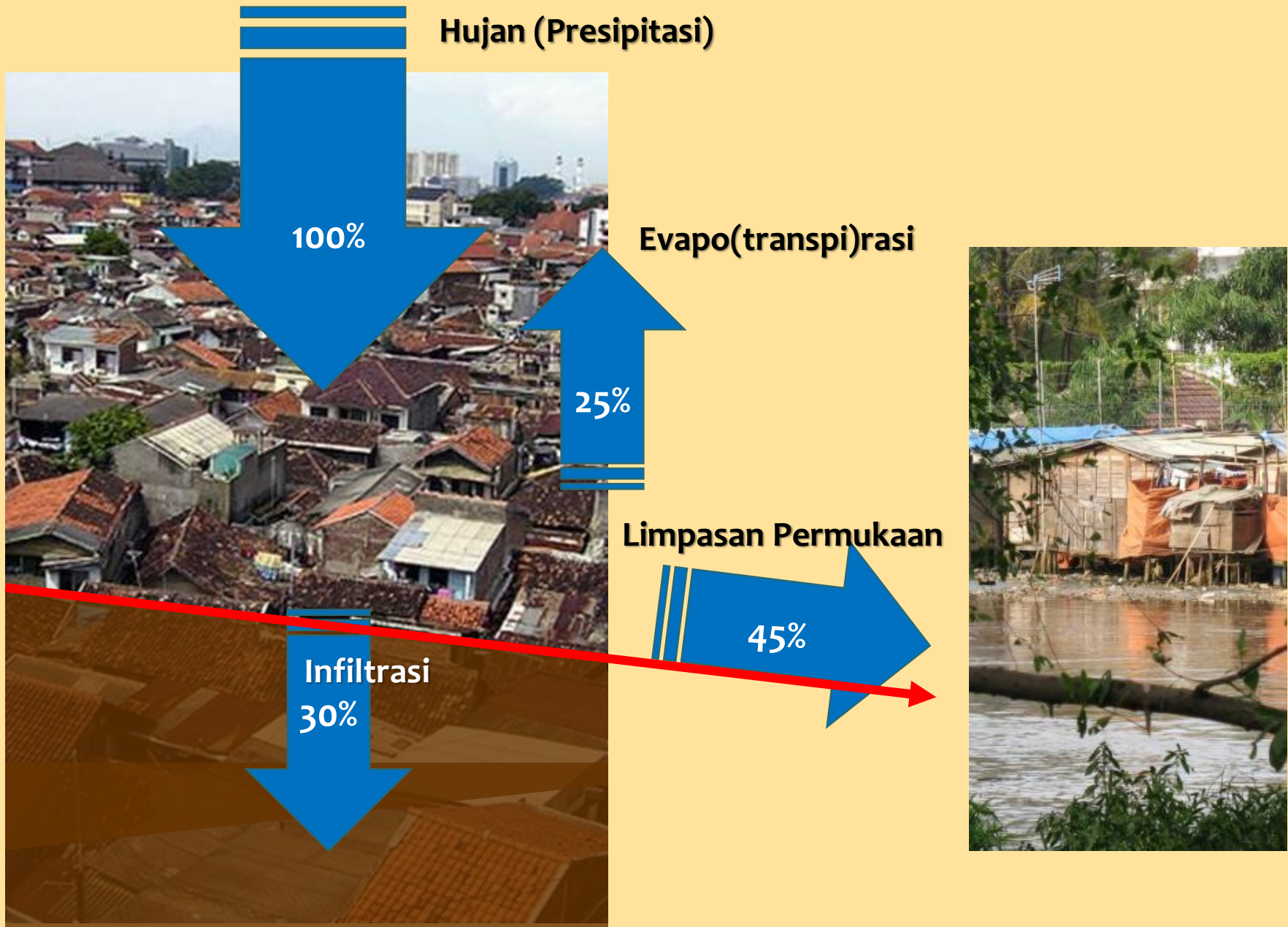
<sup>1)</sup> Aliran lateral tergantung dari limpasan yang berasal dari petak dibagian hulu/atasnya

<sup>2)</sup> Evapotranspirasi sangat kecil (nol) karena durasi kejadian yang singkat dan cuaca hujan (kelembaban udara maksimum/jenuh)





**Contoh Neraca Air dari Kawasan Hutan/Pertanian**



**Contoh Neraca Air dari Kawasan Urban/Pemukiman**



# Hasil Diskusi :

## Salah satu interpretasi jawaban (alternatif)

Komponen Siklus Air	Hutan Alam	Hutan Tnm Pinus	Kebun Apel	Sayuran : Kentang
Presipitasi	100	100	100	100
Aliran Lateral <sup>1)</sup>	x	x	x	x
Intersepsi	++++	+++	++	+
Lolos Tajuk	++	+++	+++	++++
Infiltrasi	+++	++	++	+
Perkolasi	++	++	++	+
Evapotrasnpirasi <sup>2)</sup>	0	0	0	0
Limpasan Permukaan	+	+++	+++	++++

<sup>1)</sup> Aliran lateral tergantung dari limpasan yang berasal dari petak dibagian hulu/atasnya , dianggap sama

<sup>2)</sup> Evapotranspirasi sangat kecil (nol) karena durasi kejadian yang singkat dan cuaca hujan (kelembaban udara maksimum/jenuh)



**Apakah jawaban anda berbeda dengan jawaban di atas : Apa pendapat anda ????**

# Apa saja yang bisa terbawa keluar dari Plot bersama dengan aliran permukaan ?



- Material Tanah (sedimen)
- Bahan Organik :
  - Pupuk Kandang (manure)
  - Kompos
- Sampah, seresah
- Unsur-unsur kimia :
  - Unsur Hara
  - Pupuk
  - Pestisida, Herbisida, dsb
- Lainnya ..... ?

- ❑ Kondisi seperti apa yang bisa mendorong terangkutnya bahan<sup>2</sup> tsb bersama limpasan permukaan ?





# Pertanyaan selanjutnya :

1. Adakah tindakan<sup>2</sup> pengelolaan yang justru bisa mendorong terjadinya :

- Limpasan permukaan
- Erosi
- Pencemaran air

di tingkat PLOT ???



## BAGIAN 3

### Dari PLOT ke LANSEKAP





# PETAK dan LANSEKAP

**Apakah hal-hal yang terjadi dalam petak akan sama dengan yang terjadi di lansekap ?**

- 1. Debit sungai merupakan akumulasi limpasan permukaan dari semua petak pertanian dan non pertanian dalam lansekap**
- 2. Jumlah sedimen yang terangkut sungai merupakan akumulasi dari erosi dari seluruh petak dalam lansekap**

# Apakah hal-hal yang terjadi di tingkat petak akan sama dengan di tingkat Lansekap ?

Indikator	Kemungkinan 1	Kemungkinan 2
<b>Limpasan Permukaan dan Debit</b>	Debit Banjir di sungai lebih besar dari jumlah semua limpasan yang keluar dari setiap petak dalam DAS	Debit Banjir di sungai lebih kecil dari jumlah semua limpasan yang keluar dari setiap plot (petak) dalam DAS
<b>Erosi dan Sedimen</b>	Jumlah Sedimen yang terangkut di sungai lebih besar dari jumlah erosi (kehilangan tanah) dari setiap petak dalam DAS	Jumlah sedimen yang terangkut di sungai lebih kecil dari jumlah erosi (kehilangan tanah) dari setiap petak dalam DAS





**Adanya cekungan alami (embung) dan relief mikro menjadi tempat singgah air permukaan sehingga tidak langsung mengalir ke sungai, meningkatkan kapasitas infiltrasi kawasan dan mengendapkan bahan terangkut air (sedimen dsb)**

**Adanya strip filter atau buffer sepanjang bantaran/ sempadan sungai bisa mengurangi jumlah sedimen yang bisa masuk ke sungai, sehingga air sungai bisa tetap jernih**







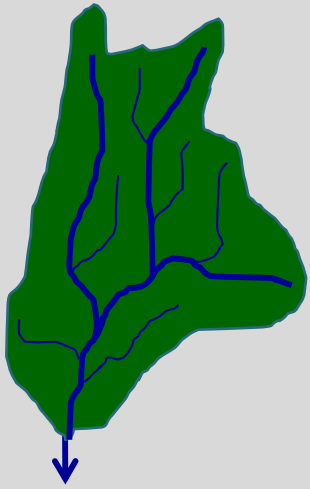
**Erosion hazard**

**Filter zones**

**Clear streams**



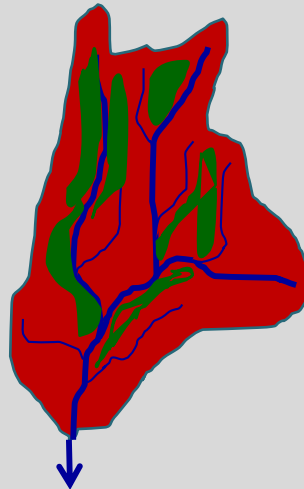
# Skema Perkembangan Lansekap dalam DAS



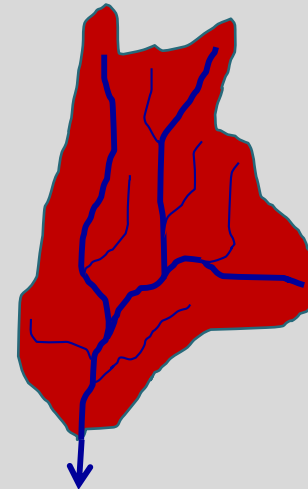
**Seluruh DAS  
tertutup  
HUTAN**



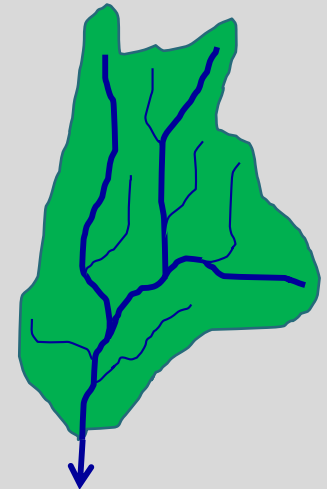
**Mulai ada  
Pembukaan  
Hutan untuk  
Pertanian**



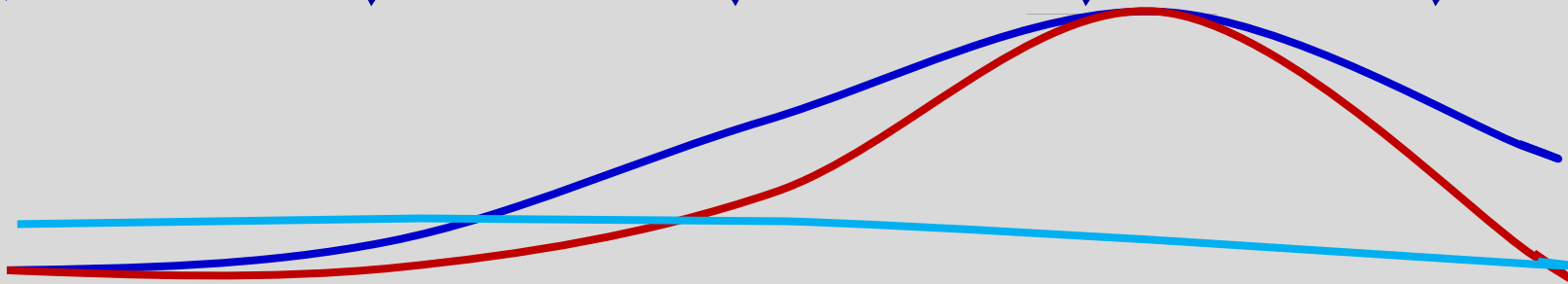
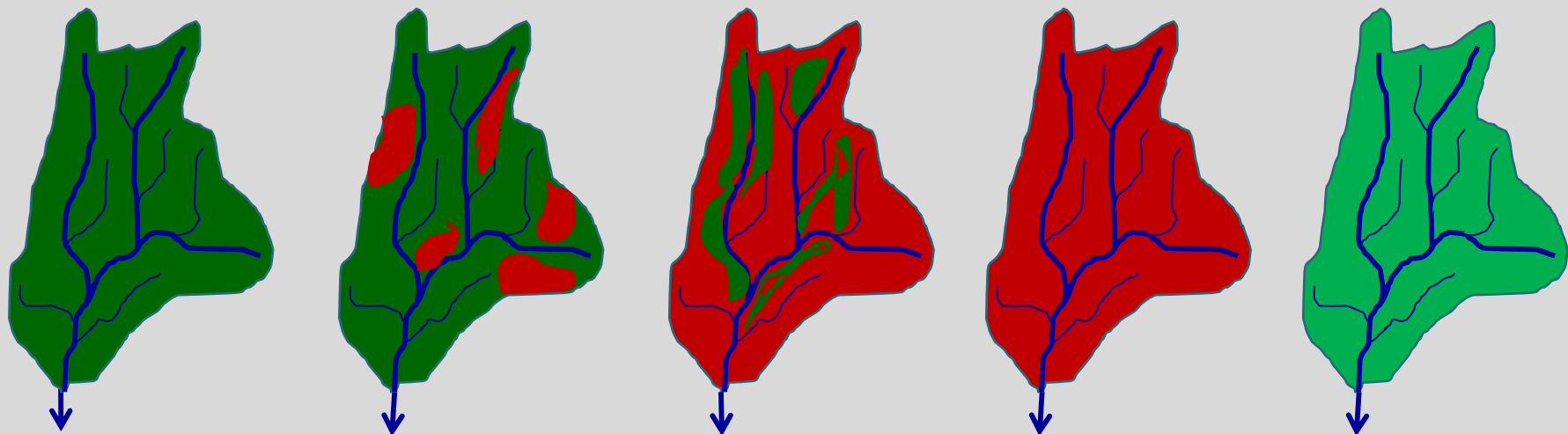
**Pertanian  
intensif, Hutan  
tersisa di  
bantaran  
sungai**






**Peningkatan  
pemanfaatan  
lahan  
menghabiskan  
hutan tersisa**



**Upaya  
restorasi  
dengan  
agroforestri  
dan  
konservasi  
vegetatif**



-  Debit Banjir (tahunan)
-  Jumlah Sedimen Terangkut
-  Debit dasar (tahunan)

*Dimodifikasi dari sumber : Susswein, van Noordwijk and Verbist (2002)*



# Erosi dan longsor

A landscape photograph showing a steep, eroded hillside in the background. In the middle ground, there are several small buildings and a series of terraced rice fields. The terraces are filled with young rice plants and are labeled 'FILTER dan BUFFER'. In the foreground, a river flows through the landscape, with a small dam or structure visible on the right side. The river is labeled 'Air Jernih'.

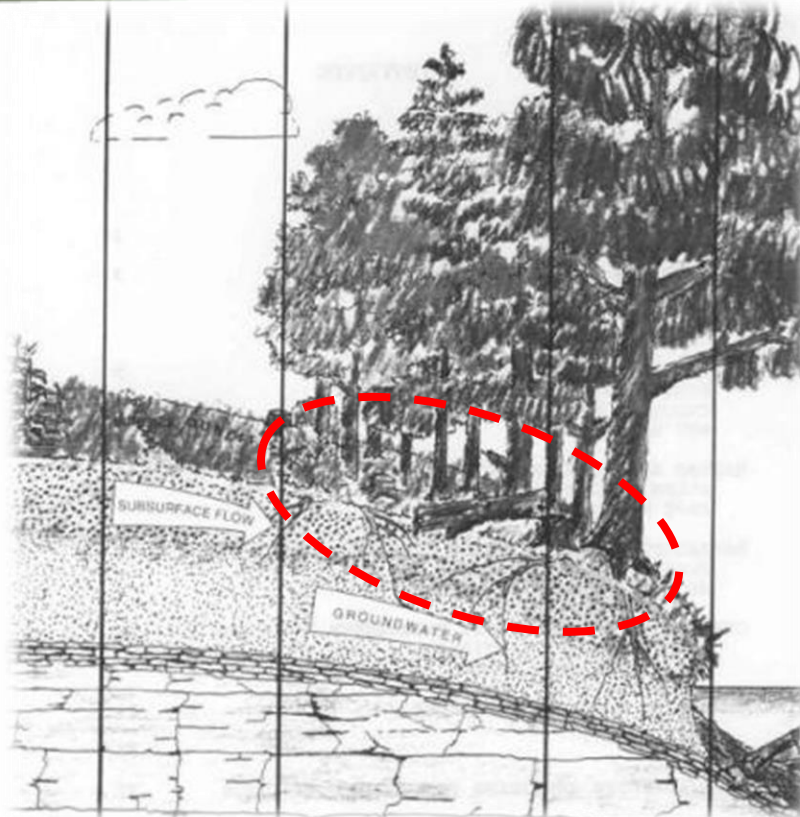
**FILTER dan BUFFER**

**Air Jernih**



# BAGIAN 4

## Agricultural Best Management Practices (BMPs)





# Prinsip Pengelolaan di Tingkat Plot :

**MENINGKATKAN  
INTERSEPSI**

**MENINGKATKAN  
KAPASITAS  
INFILTRASI**

**MENINGKATKAN  
KAPASITAS  
TANAH  
MENAHAN AIR**

**MENGURANGI  
LIMPASAN  
PERMUKAAN**

**1**

**PERBAIKAN  
NERACA  
AIR**

**MENINGKATKAN  
KAPASITAS  
PERKOLASI**



# Prinsip Pengelolaan di Tingkat Plot :

**MENEKAN LAJU  
LIMPASAN  
PERMUKAAN**

**MELINDUNGI  
PERMUKAAN  
TANAH**

**MENGURANGI  
LIMPASAN  
PERMUKAAN**

**MENGURANGI  
PENGUNAAN  
BAHAN  
AGROKIMIA**

**2**  
**MENEKAN  
EROSI DAN  
PENCEMARAN  
AGROKIMIA**







**Jenis Tanaman Beragam**



**Tanaman Beragam dan Tajuk berlapis**

**Agroforestri berbasis kopi dan kakao : Salah satu pilihan pengelolaan (BMPs)**



**Tajuk berlapis**



**Lantai Tanah Tertutup Vegetasi dan Seresah**





**BMPs : (Tanaman) Penutup Tanah diantara Barisan Tanaman Pokok**





# Teknik Pengelolaan di tingkat lansekap :

## PERBAIKAN NERACA AIR KAWASAN

Meningkatkan LUAS lahan dengan tutupan permanen dan berlapis

Meningkatkan kapasitas simpanan permukaan (surface storage) melalui kekasaran permukaan

Meningkatkan kapasitas tanah untuk menahan air

Meningkatkan kapasitas infiltrasi dan drainasi untuk pengisian groundwater



# Teknik Pengelolaan di tingkat lansekap :

**MENGURANGI  
EROSI DAN  
PENCEMARAN**

Mengendalikan laju aliran permukaan dengan cara mekanik dan biologi

Meningkatkan luas kawasan dengan tutupan permanen

Mengurangi dan mengendalikan penggunaan bahan agrokimia

Membangun zona penyaring (filter)

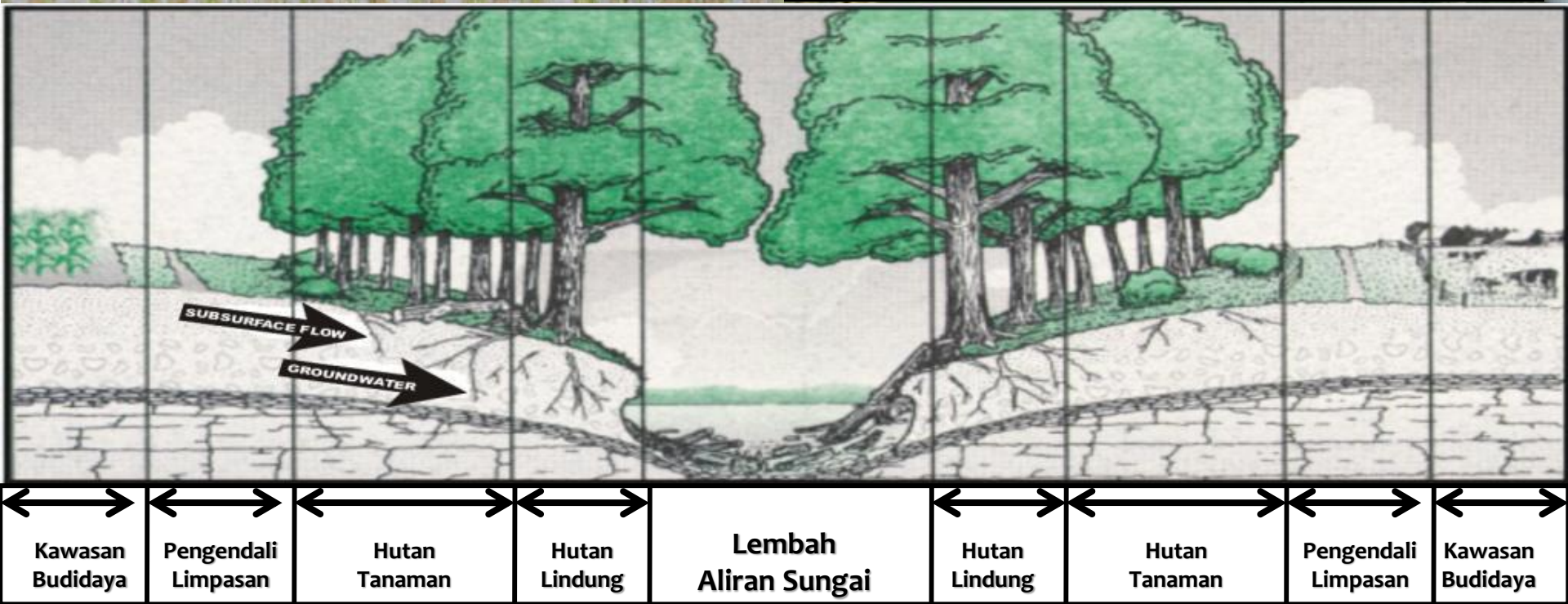




Sumber : Bruno Verbist (2009)



Penanaman yang rapat di sepanjang KAKISU (Sempadan Sungai)





## Manajemen pertanian terkait dengan kualitas air :



- ❑ Praktek pertanian yang meningkatkan bahan organik dan biologi tanah
- ❑ Praktek konservasi tanah dan air untuk mengendalikan limpasan dan erosi
- ❑ Kombinasikan tanaman tahunan, semak, rumput dan tanaman semusim
- ❑ Tanaman yang bisa menangkap unsur hara seperti penutup tanah
- ❑ Kawasan penyangga antara lahan dengan tubuh air (sungai, danau, dsb)
- ❑ Pengelolaan irigasi untuk menghindari pencucian hara
- ❑ Mengintegrasikan ternak dalam sistem pertanian





## BAGIAN 5

### INDIKATOR Pertanian Berlanjut





# INDIKATOR LINGKUNGAN PERTANIAN SEHAT

- Tidak ada tanah yang terbuka (bero)
- Dalam selokan dan parit mengalir air yang jernih
- Terdapat hewan/binatang liar sangat banyak
- Dijumpai ikan pada selokan dan sungai yang mengalir melalui lahan pertanian
- Pada Lansekap Pertanian dijumpai aneka vegetasi (sangat beragam)

*Preston Sullivan, 2003*






**INDIKATOR** apa yang bisa ditunjukkan dari gambar-gambar ini ?

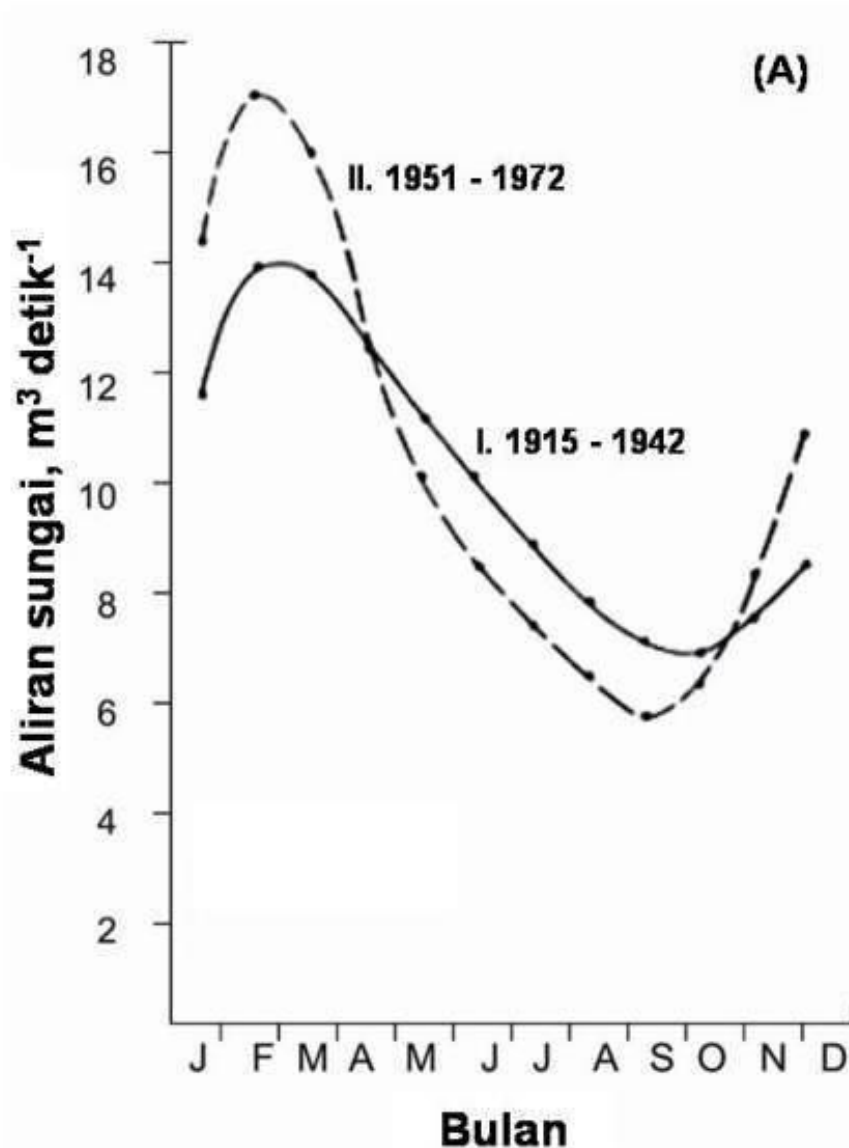




Karakteristik Lokal	Fungsi DAS (kriteria)	Relevansi bagi pengguna	Indikator 
<p>Curah hujan</p> <p>Bentuk lahan</p> <p>Jenis tanah</p> <p>Kedalaman akar (dari vegetasi alami)</p>	Transmisi air	Pengguna air di daerah hilir	Ketersediaan air sepanjang waktu
	Menyangga pada kejadian puncak hujan	Masyarakat yang tinggal di bantaran sungai dan bantaran banjir	Tinggi muka air sampai batas terkendali
	Infiltrasi & melepaskan air secara bertahap	Masyarakat yang tidak memiliki sistem penyimpanan air	Sumur dangkal yang tidak kering
	Memelihara kualitas air	Masyarakat yang tidak memiliki sistem purifikasi, PLTA	Ketersediaan air bersih sepanjang waktu
	Mengurangi longsor	Masyarakat yang tinggal di kaki bukit	Intensitas kejadian longsor
	Mengurangi erosi	Petani, Nelayan, PLTA	Ketebalan seresah & top-soil, biodiversitas ikan bioindikator bentos
	Mempertahankan iklim mikro	Petani & wisatawan	Suhu dan kelembaban



## Contoh Indikator Fungsi Hidrologi DAS Kali Konto



Perubahan distribusi musiman aliran sungai di (A) DAS Kalikonto (Indonesia), dimana pada periode ke II (1951-1972) terjadi alih guna hutan menjadi lahan pertanian dalam skala besar (sumber: Bruijnzeel, 1990)





**Pelajar Sekolah dilatih untuk mengamati bio-indikator (bentos) di sungai untuk memantau kualitas air sungai**



# PENCEMARAN DARI LAHAN PERTANIAN

## Potensi Pencemar Air dari Lahan Pertanian :



Pemberian Bahan Agrokimia (Pupuk dan Pestisida) dan Bahan Organik (Pupuk Kandang) yang berlebihan berpotensi menjadi **potensi** sumber pencemar







**Kali Konto di musim penghujan,  
Air keruh, berlumpur....  
Darimana sumber asal sedimen?**





# Water hyacinth (enceng gondok) early warning of a new threat to the reservoir?



Pollution ~ high concentration of nutrient N and P



## BAGIAN 6

# LAYANAN JASA LINGKUNGAN

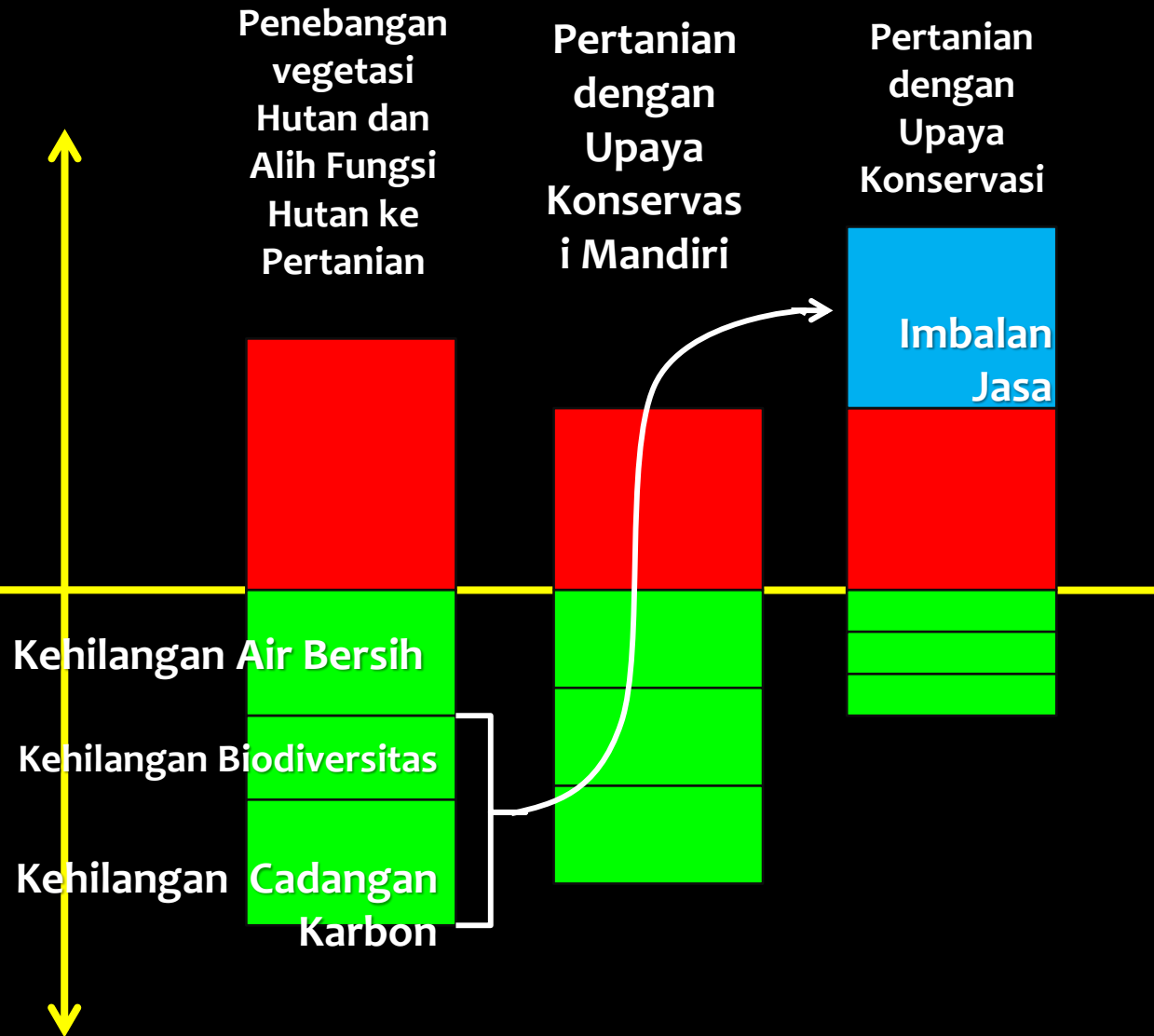
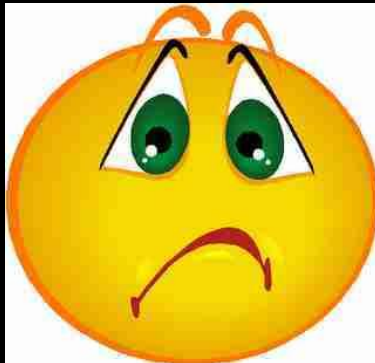






Keuntungan yang diperoleh Pemilik Lahan (PETANI)

Tambahan biaya yang ditanggung masyarakat (Kerugian MASYARAKAT)





# Layanan Lingkungan

**Manfaat (keuntungan)** yang dirasakan oleh masyarakat karena adanya perbaikan ekosistem

## BAHAN DISKUSI :

- Apa bentuk layanan lingkungan yang perlu diberikan ?
- Siapa yang memberikan layanan lingkungan ?
- Siapa yang menerima manfaat layanan lingkungan ?





# Masyarakat perlu air bersih



## Layanan Lingkungan : Mengatur Tata Air DAS





# Masyarakat perlu air bersih



Layanan Lingkungan : mengatur  
Tata Air DAS



Foto2 : Kurniatun Hairiah





**THE END**



# Layanan Lingkungan (Environmental Services)

Selamat Menonton Film tentang Imbal  
Jasa Lingkungan :

1. Pertanian dan Ecotourism serta ancamannya bagi lingkungan
2. Mengubah Lumpur menjadi Listrik (RUPES)

**RUPES** – REWARDS FOR, USE OF AND SHARED INVESTMENT IN PRO-  
POOR ENVIRONMENTAL SERVICES





# Diskusikan :

1. Bagaimana kondisi hal<sup>2</sup> berikut ini pada masing<sup>2</sup> tutupan atau penggunaan lahan yang anda lihat dari foto<sup>2</sup> tadi :

Kondisi	LU1	LU2	LU3	LU4	LU5	LU6
Manajemen Kanopi	1	0	2	0	1	0
Pengolahan Tanah : guludan, parit, dsb	0	3	2	3	3	0
Tutupan Tanah : terbuka/tertutup	3	0	2	0	2	0
Pemupukan	0	3	1	3	3	0
Pengendalian Hama, Penyakit, Gulma	0	3	0	3	3	0
Irigasi, Drainasi	0	3	0	3	3	0
Pengelolaan limbah/sampah	0	2	0	2	2	3

2. Adakah perbedaan dan persamaan tentang hal<sup>2</sup> tersebut diantara berbagai tutupan/penggunaan lahan

