

Pertanian Berlanjut : Minggu ke-7

Lansekap Pertanian dan Hidrologi

**Oleh : Widianto dan Kurniatun Hairiah (Cho)
(versi : September 2019)**

(Photo oleh: Danny Dwi Saputra)



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 CO₂ emissions by 10 gigatonnes annually.



That means

>1 BILLION PEOPLE

living in cities would have

ACCESS TO CLEANER WATER.



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 6: CLEAN WATER AND SANITATION

SDG 6-8: Safe drinking water & good sanitation, reliable energy, jobs

Perhatian global terhadap masalah air dan sanitasi menjadi TOP agenda



"Fresh water, in sufficient quantity and quality, is essential for all aspects of life and sustainable development. The human rights to water and sanitation are widely recognized by Member States. Water resources are embedded in all forms of development (e.g. food security, health promotion and poverty reduction), in sustaining economic growth in agriculture, industry and energy generation, and in maintaining healthy ecosystems."

•2030, capai akses universal dan merata ke air minum yang aman dan terjangkau untuk semua

2030, capai akses ke sanitasi dan kebersihan yang memadai, akhiri buang air besar sembarangan

2030, Meningkatkan kualitas air, pengolahan air limbah, dan penggunaan kembali secara aman

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS | **6 CLEAN WATER AND SANITATION**

ENSURE AVAILABILITY AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WATER AND SANITATION FOR ALL | **6**

Target 6.1
By 2030, achieve universal & equitable access to safe and affordable drinking water for all

Target 6.2
By 2030, achieve access to adequate & equitable sanitation and hygiene for all & end open defecation, paying special attention to the needs of women and girls and those in vulnerable situations

Target 6.3
By 2030, improve water quality by reducing pollution, eliminating dumping & minimizing release of hazardous chemicals & materials, halving the proportion of untreated waste water & increasing recycling & safe reuse

Target 6.4
By 2030, substantially increase water-use efficiency across all sectors and ensure sustainable withdrawals and supply of freshwater to address water scarcity and substantially reduce the number of people suffering from water scarcity

Target 6.5
By 2030, implement integrated water resources management at all levels, including through transboundary cooperation as appropriate

Target 6.6
By 2020, protect and restore water-related ecosystems, including mountains, forests, wetlands, rivers, aquifers and lakes

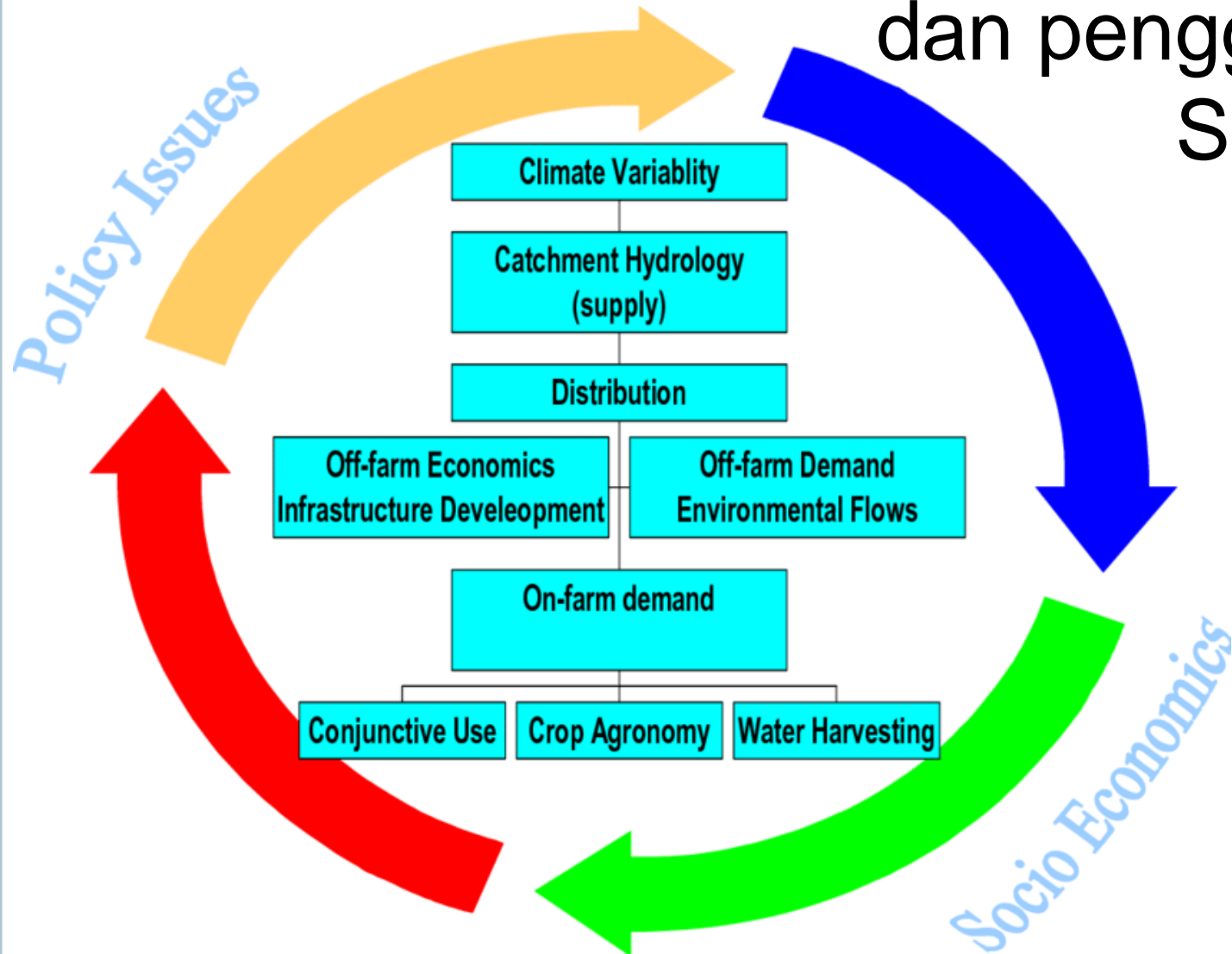
Integrated water resources management (IWRM) implementation

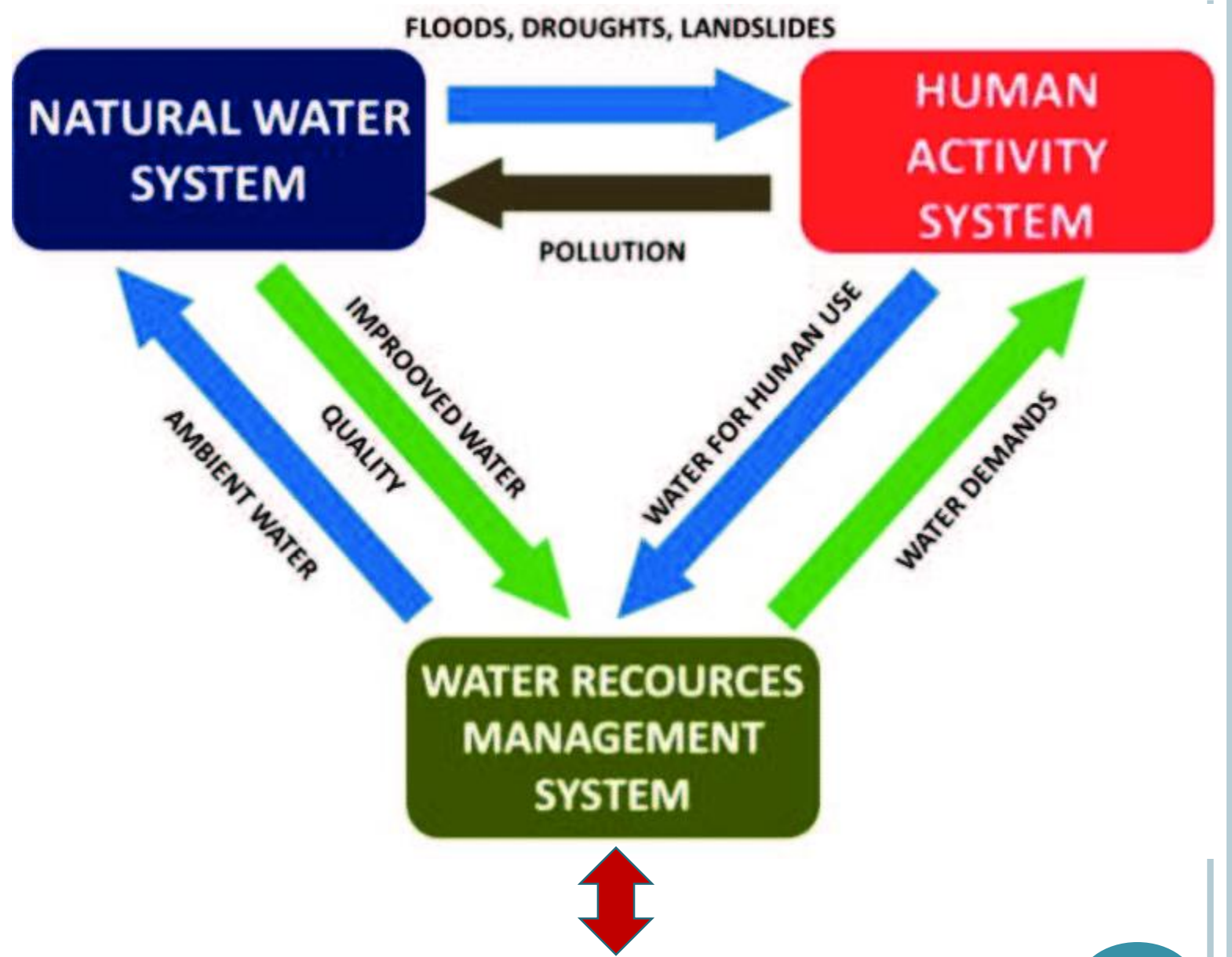
2030, meningkatkan efisiensi penggunaan air di semua sektor untuk mengatasi kelangkaan air bagi semua pihak

2030, terapkan manajemen sumber daya air terintegrasi di semua tingkatan, termasuk melalui kerja sama lintas batas yang sesuai

2020, Lindungi dan pulihkan ekosistem terkait air (pegunungan, hutan, rawa, sungai, danau dsb.)

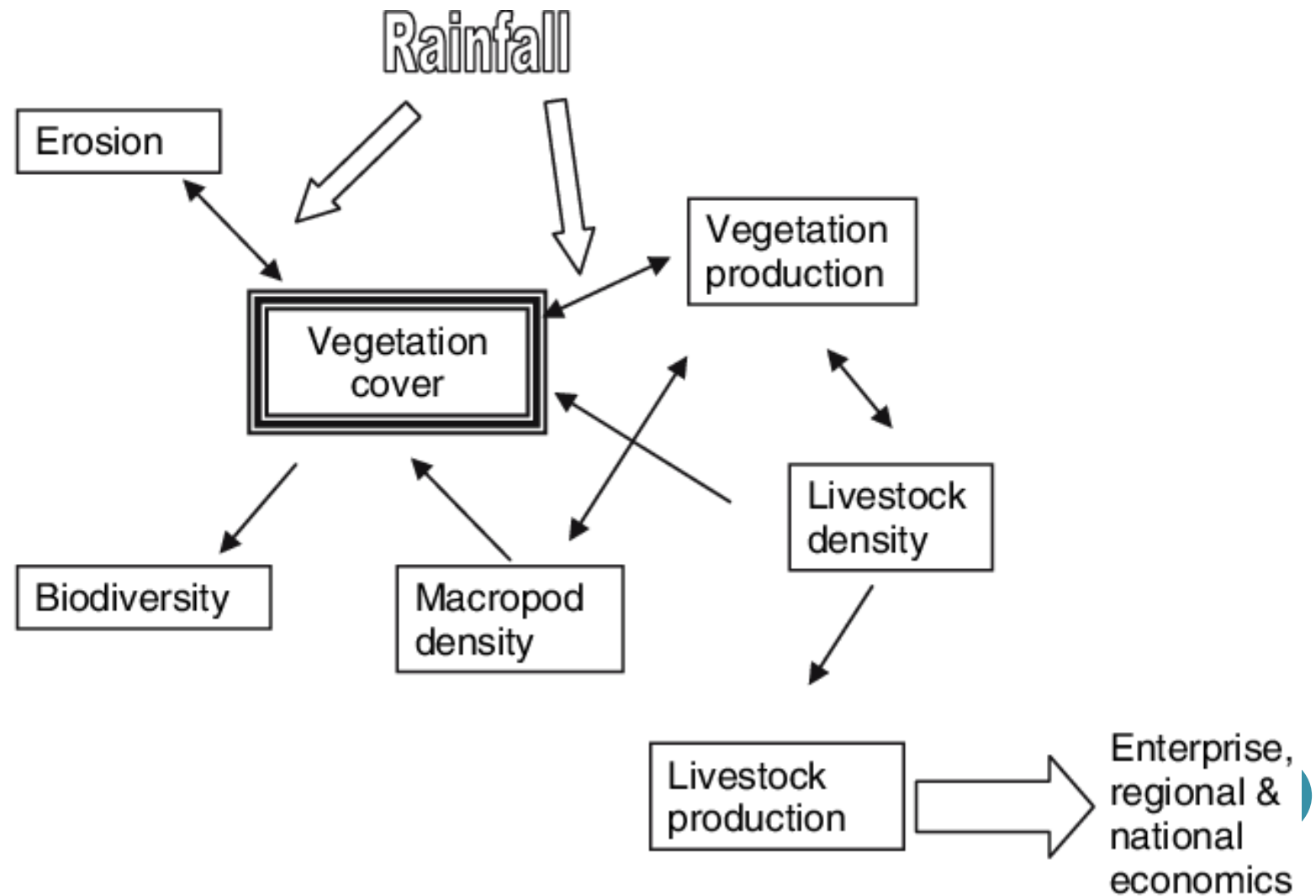
Hubungan Variabilitas Iklim, ketersediaan dan kebutuhan air, dan penggunaan air (Policy dan Sosio economic issues)





BIODIVERSITY Management

HUBUNGAN ANTARA TUTUPAN LAHAN DENGAN FUNGSI HIDROLOGI DAN NILAI EKONOMI DI LANSKAP PERTANIAN



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 sifat² 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, keaneka-ragaman dalam lansekap semakin besar



Lansekap (sem



Lansekap modern

Contoh :

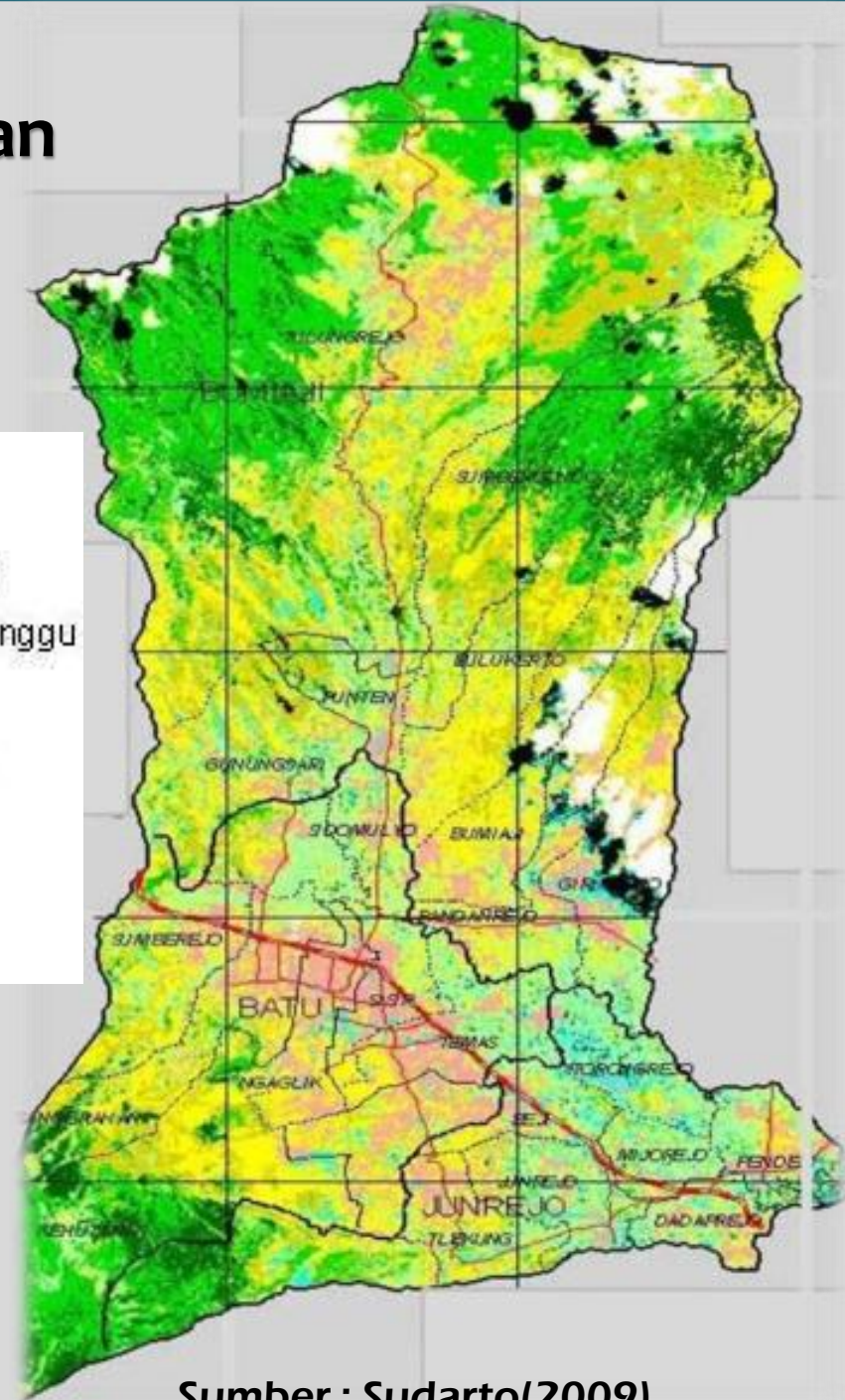
Keaneka-ragaman Vegetasi, Tutupan Lahan atau Penggunaan Lahan dalam sebuah Lansekap : dari kawasan (DAS) Sumber Brantas

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



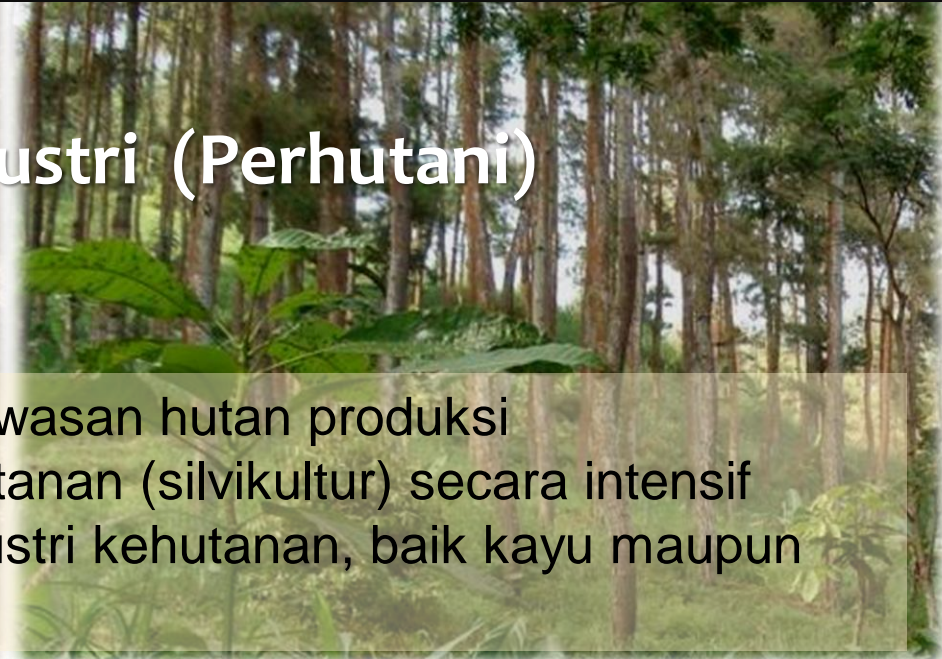


LU 2 : Beberapa Macam Penggunaan Lahan untuk Pertanian di DAS Sumber Brantas





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



Hutan Tanaman Industri (Perhutani)

Hutan tanaman industri (HTI) : kawasan hutan produksi yang menerapkan budidaya kehutanan (silvikultur) secara intensif untuk memenuhi bahan baku industri kehutanan, baik kayu maupun non kayu.





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 hal² berikut ini pada masing² tutupan atau penggunaan lahan yang anda lihat dari foto² 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 hal² tersebut diantara berbagai tutupan/penggunaan lahan

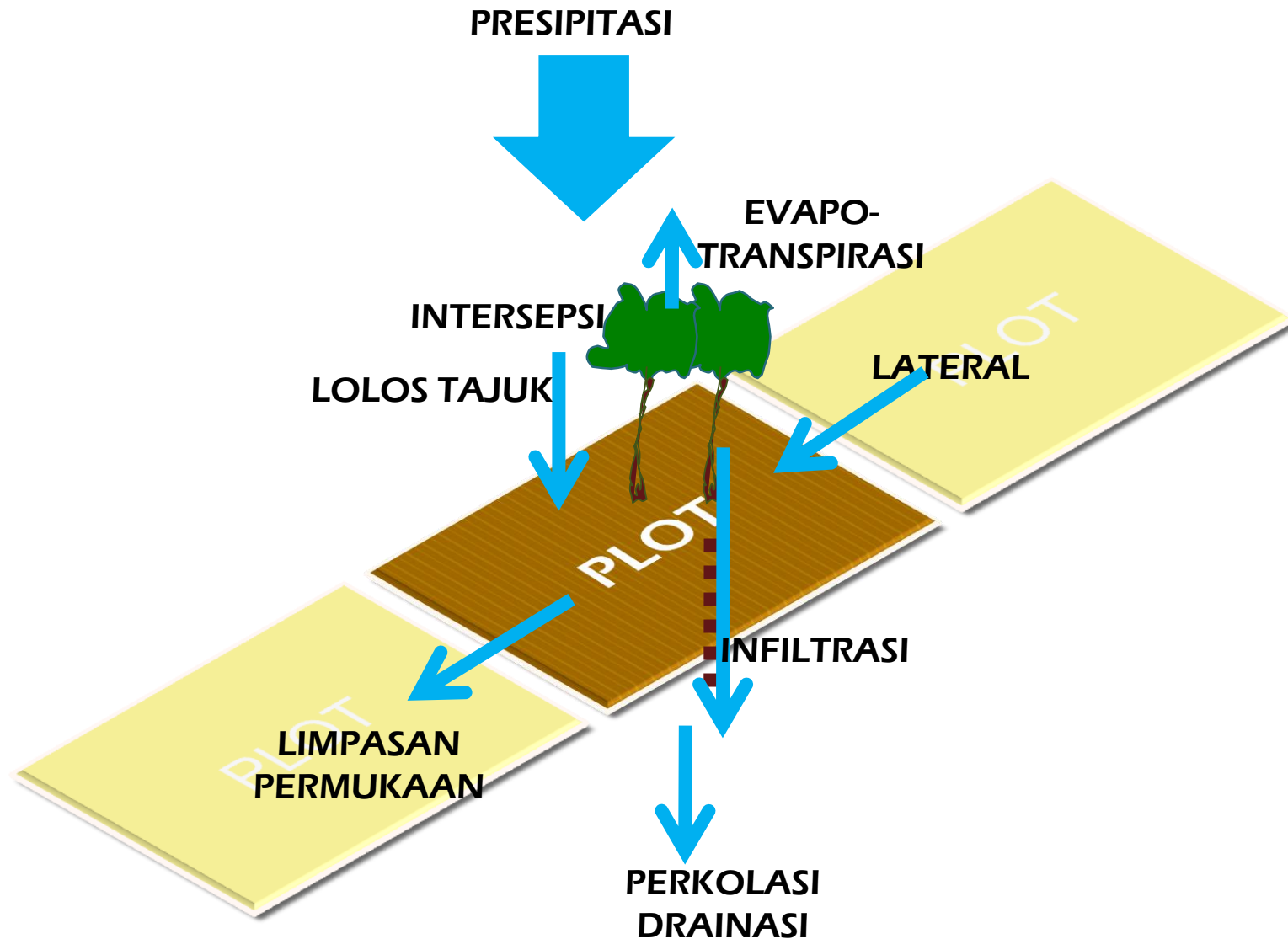


BAGIAN 2

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)



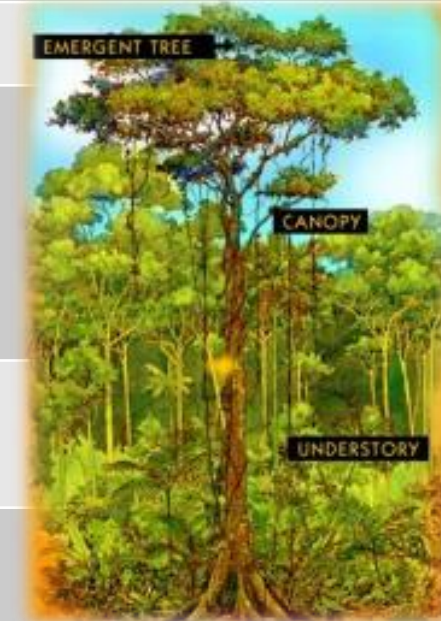
<https://doliphoto.files.wordpress.com/2012/07/farmland.jpg>



(Photo oleh: Kurniatun Hairiah)

Faktor yang berpengaruh terhadap besaran komponen siklus air di tingkat plot

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



DISKUSI

Estimasi Neraca Air dalam Petak Tanaman saat terjadi hujan

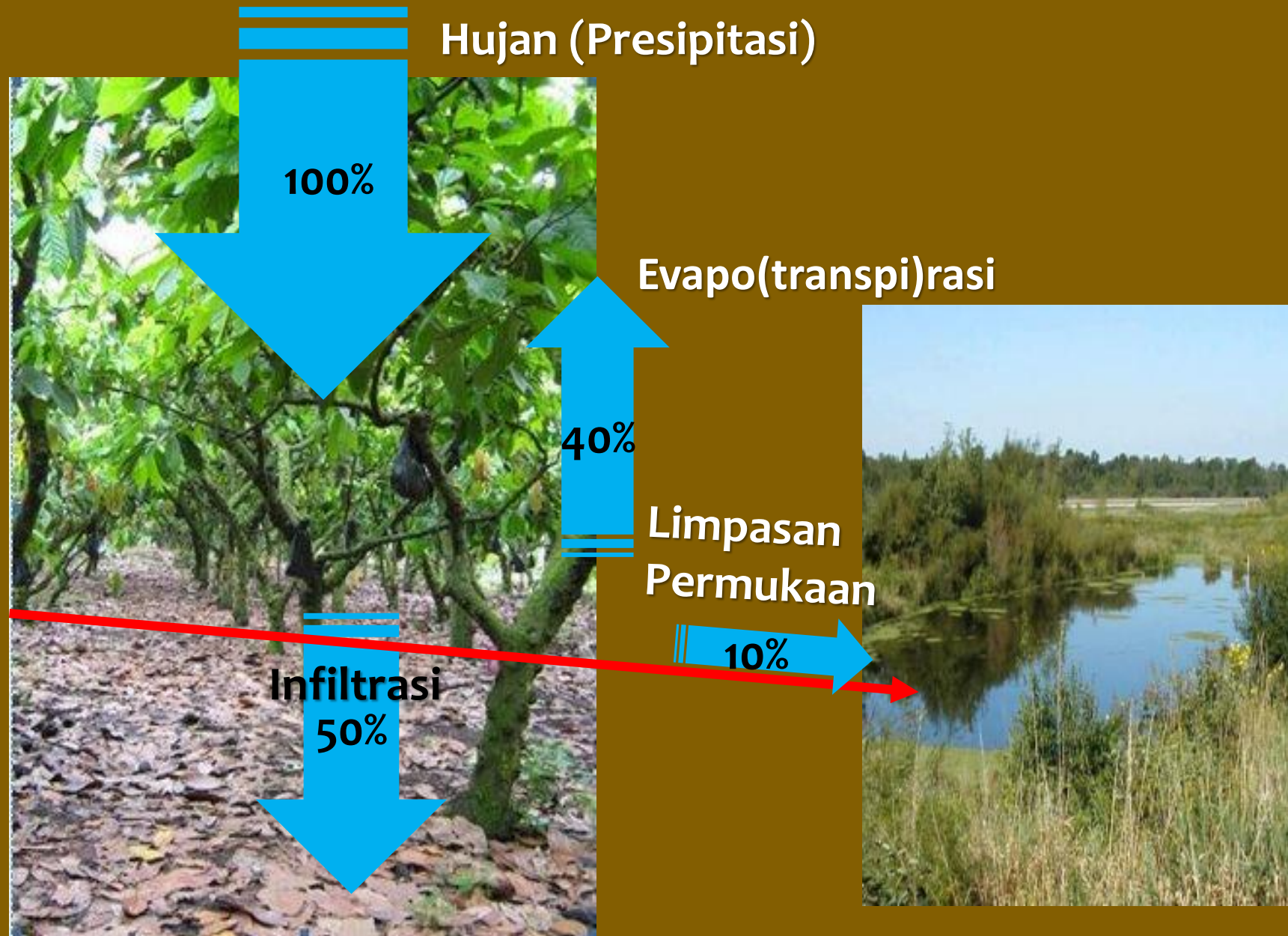
Diskusikan :

- 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?

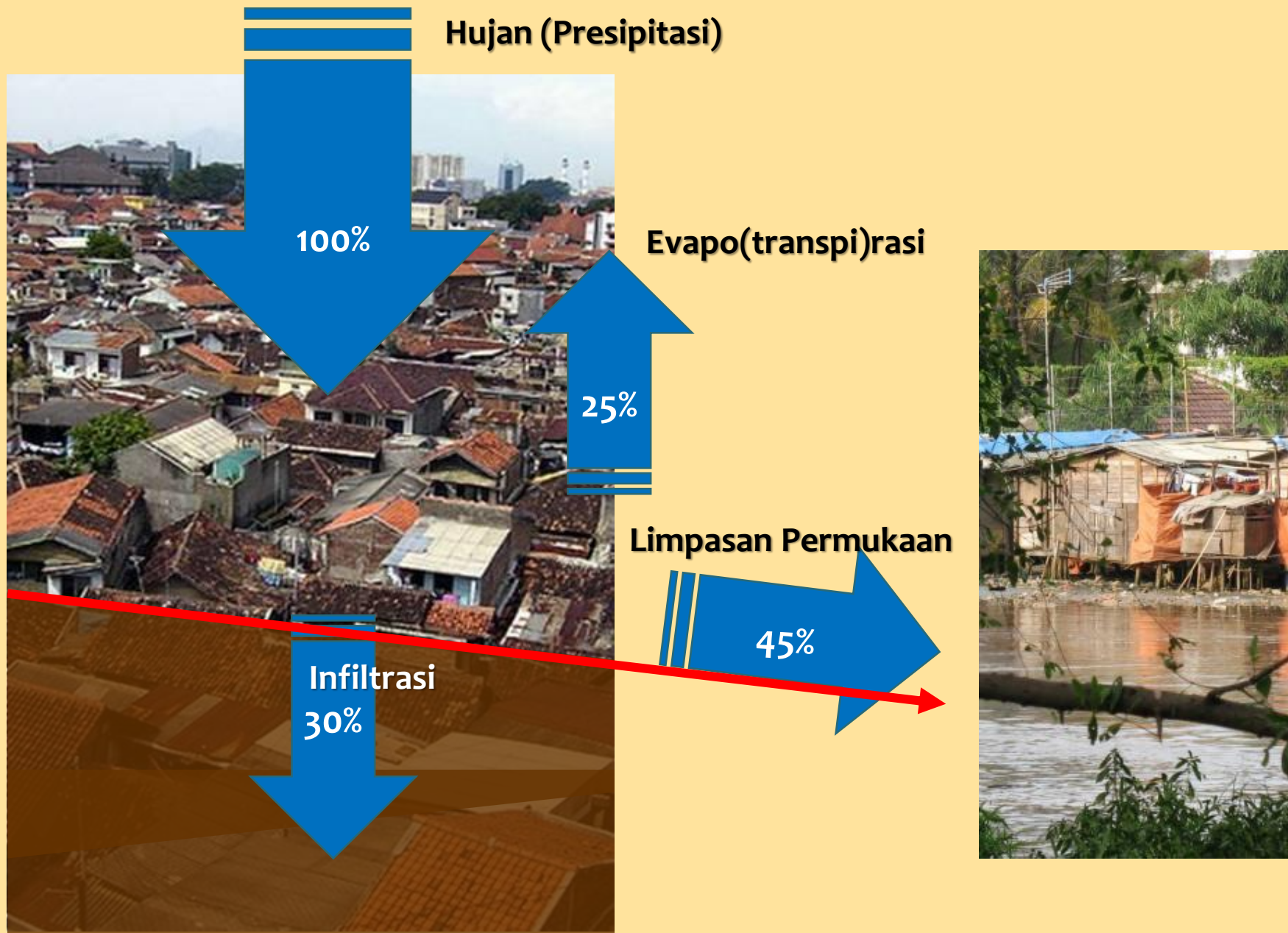
Siklus Air	Hutan Alam	Pinus	Kebun Apel	Sayuran : Kentang
Presipitasi	100	100	100	100
Aliran Lateral	?	?	?	?
Intersepsi	?	?	?	?
Lolos Tajuk	?	?	?	?
Infiltrasi	?	?	?	?
Perkolasi	?	?	?	?
Evapotranspirasi	?	?	?	?
Limpasan Permukaan	?	?	?	?

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

²⁾ 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 ¹⁾	x	x	x	x
Intersepsi	++++	+++	++	+
Lolos Tajuk	++	+++	+++	++++
Infiltrasi	+++	++	++	+
Perkolasi	++	++	++	+
Evapotrasnpirasi ²⁾	0	0	0	0
Limpasan Permukaan	+	+++	+++	++++

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

2) 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 ?



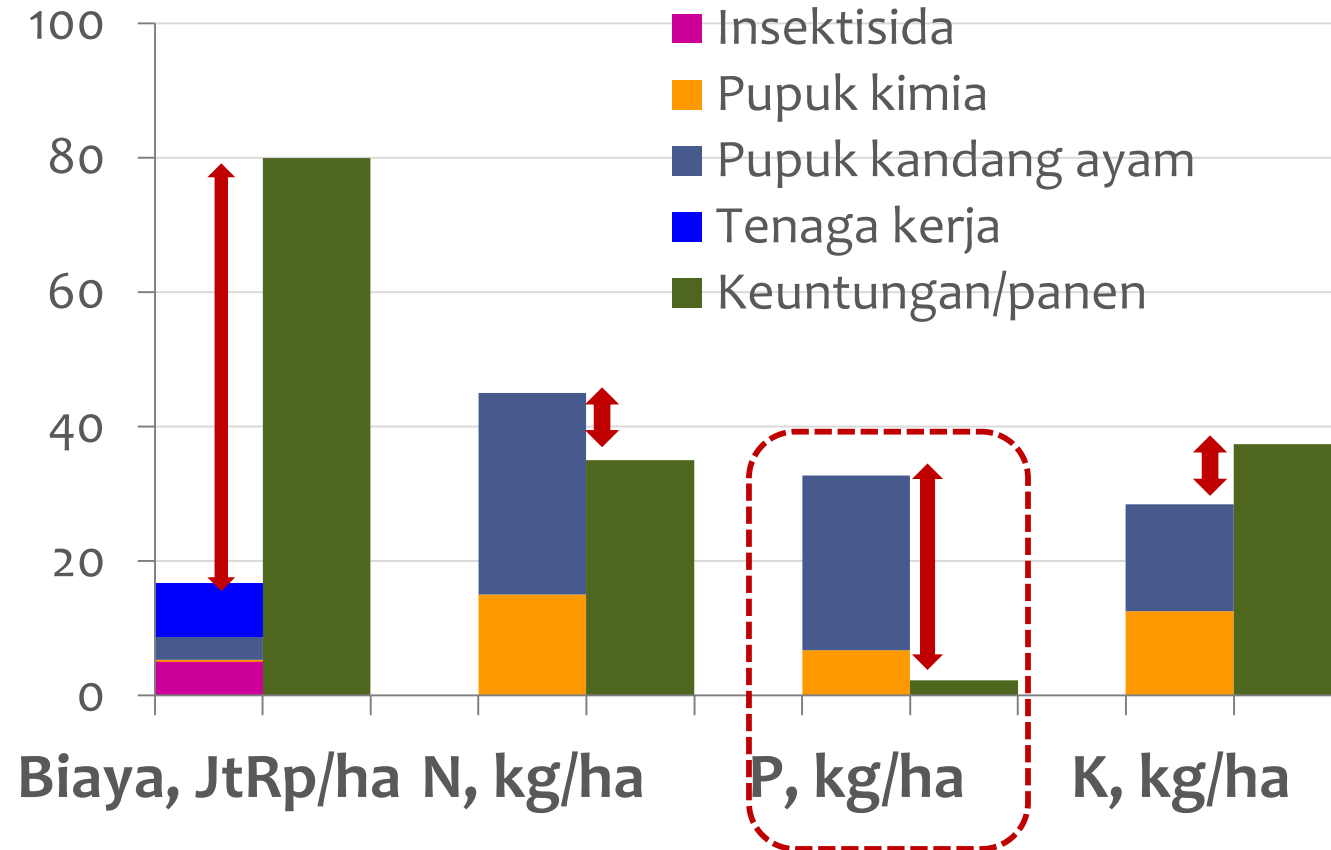
- Material Tanah (sedimen)
- Bahan Organik :
 - Pupuk Kandang (manure)
 - Kompos
- Sampah, seresah
- Unsur-unsur kimia :
 - Unsur Hara
 - Pupuk
 - Pestisida, Herbisida, dsb
- Lainnya ?

- ❑ Kondisi seperti apa yang bisa mendorong terangkutnya bahan² tsb bersama limpasan permukaan ?



BUDIDAYA KENTANG : NERACA HARA DI RANU PANI (CONTOH KASUS DI RANU PANI)

- KAYA dari Bertani kentang
- Masalah hara sangat berlebih pada **P**, sedikit berlebih akan N
- Unsur K masih kurang
- Pemberian pupuk kandang dikombinasi dengan pupuk tunggal mungkin lebih mudah



(Sumber: Hairiah dan Rahmadhani, 2018)

Pertanyaan selanjutnya :

1. Adakah tindakan² pengelolaan yang justru bisa mendorong terjadinya :

- Limpasan permukaan
- Erosi
- Pencemaran air

di tingkat PLOT ???



BAGIAN 3

Dari PLOT ke LANSEKAP



PETAK dan LANSEKAP

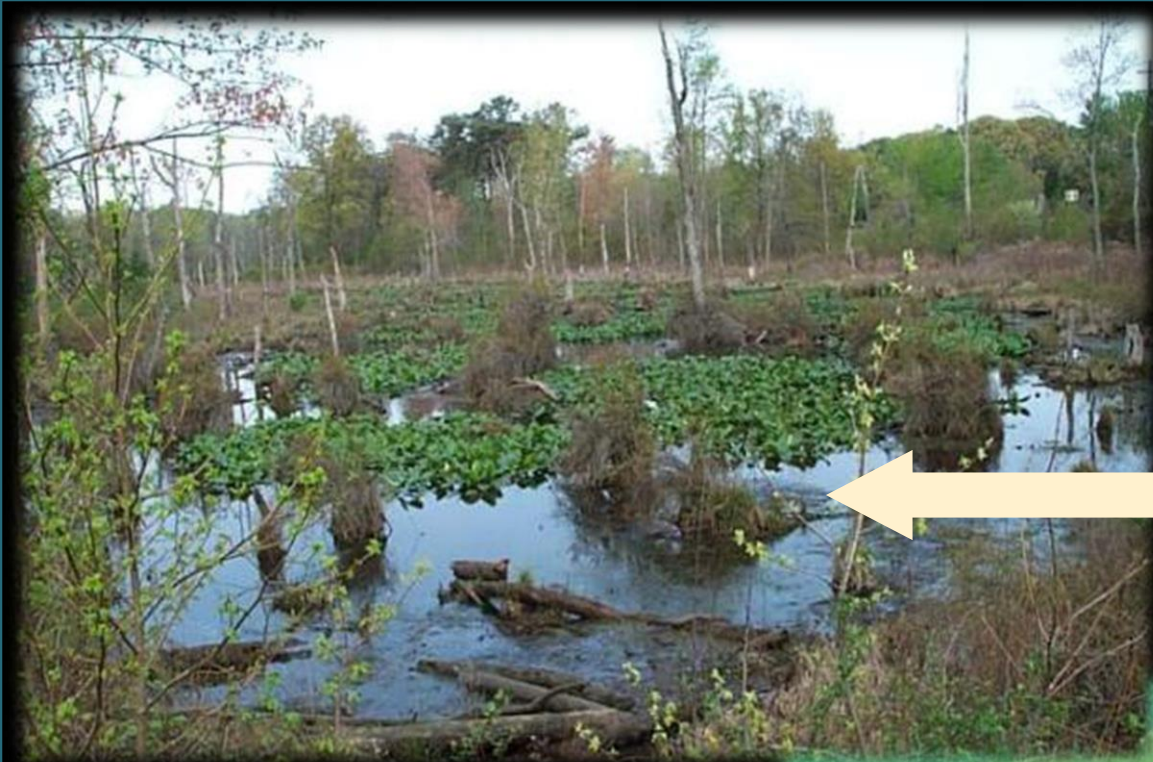
Apakah hal-hal yang terjadi dalam petak akan sama dengan yang terjadi di lansekap ?

- 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
Limpasan Permukaan dan Debit	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
Erosi dan Sedimen	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





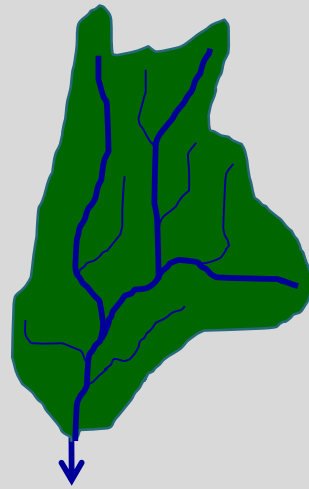
Erosion hazard

Filter zones

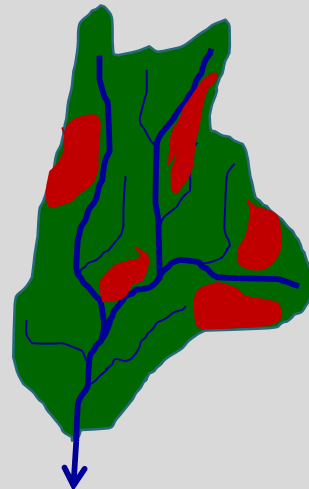
Clear streams



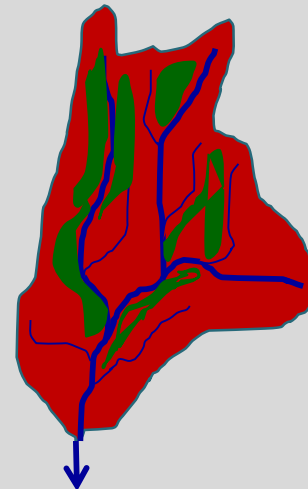
Skema Perkembangan Lansekap dalam DAS



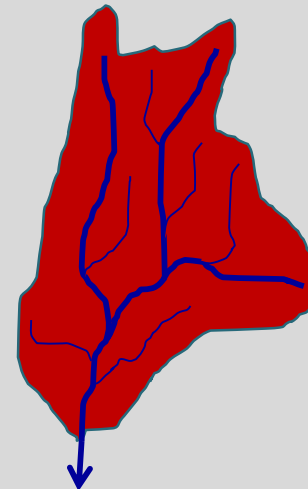
Seluruh DAS
tertutup
HUTAN



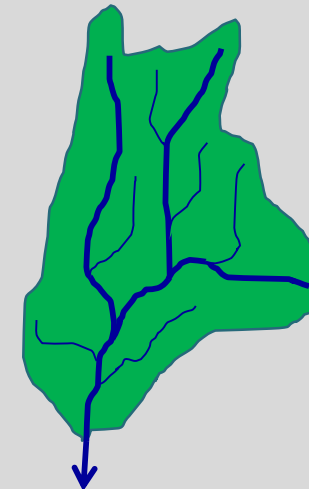
Mulai ada
Pembukaan
Hutan untuk
Pertanian



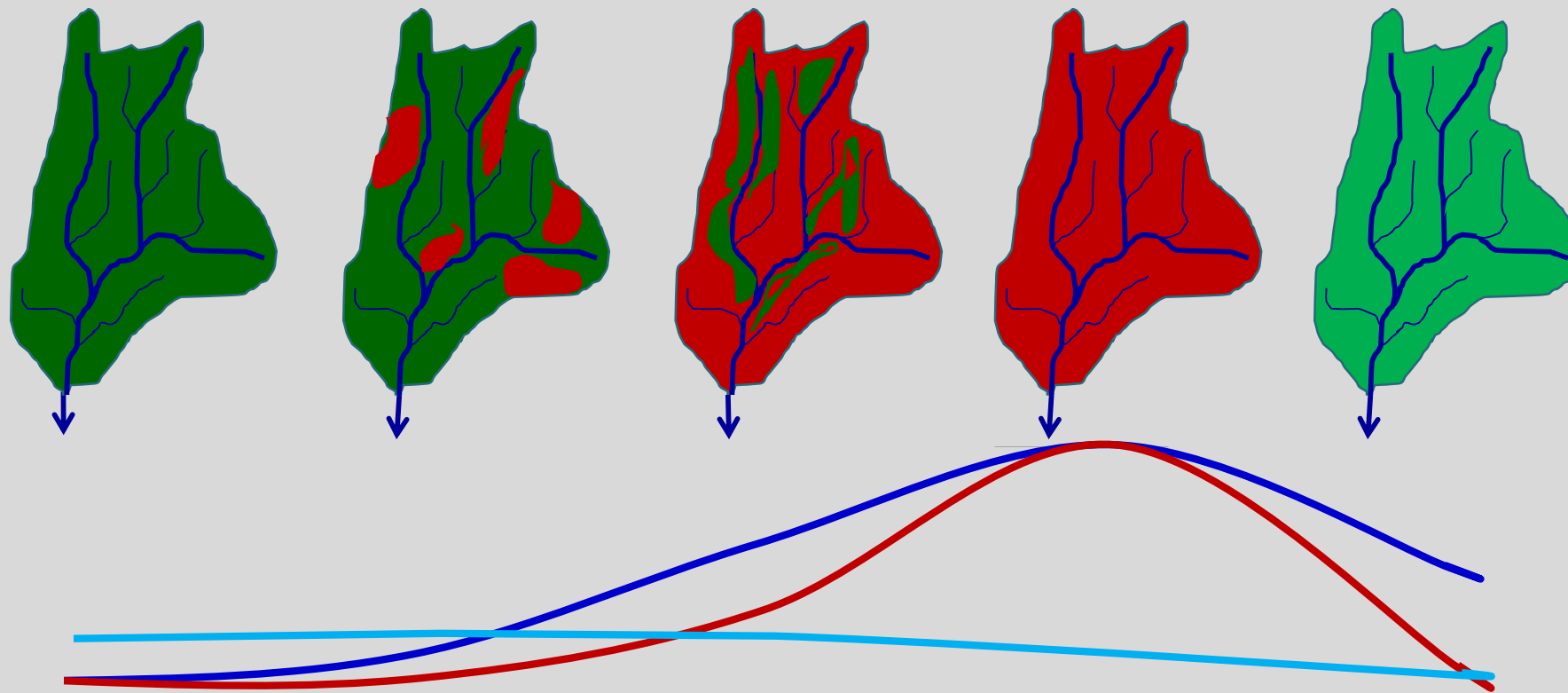
Pertanian
intensif, Hutan
tersisa di
bantaran
sungai



Peningkatan
pemanfaatan
lahan
menghabiskan
hutan tersisa



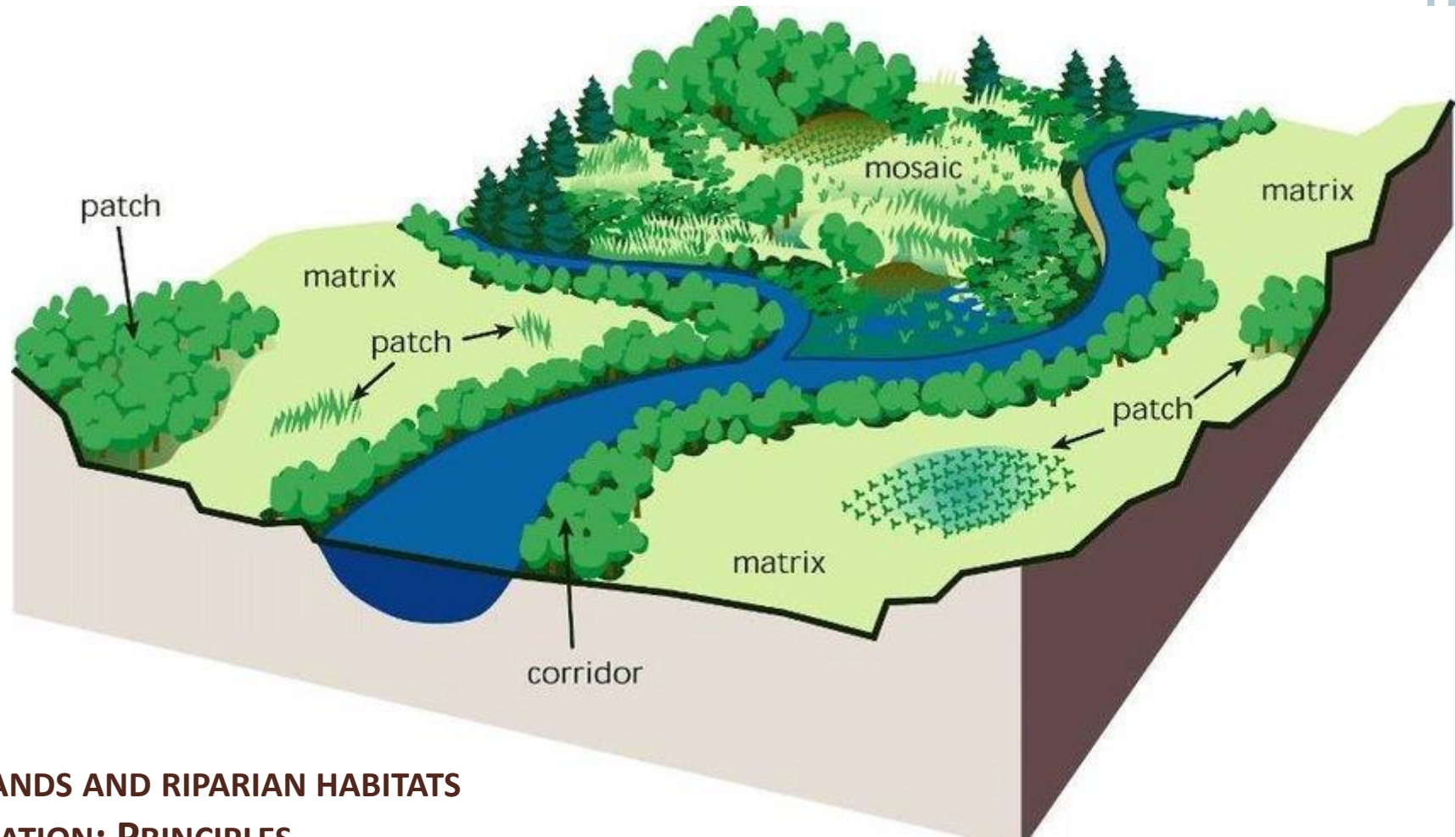
Upaya
restorasi
dengan
agroforestri
dan
konservasi
vegetatif



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

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





LANDSCAPE RELATIONSHIPS OF UPLANDS AND RIPARIAN HABITATS
[FROM STREAM CORRIDOR RESTORATION: PRINCIPLES,
PROCESSES, AND PRACTICES, 10/98, BY THE FEDERAL
INTERAGENCY STREAM RESTORATION WORKING GROUP



Erosi dan longsor

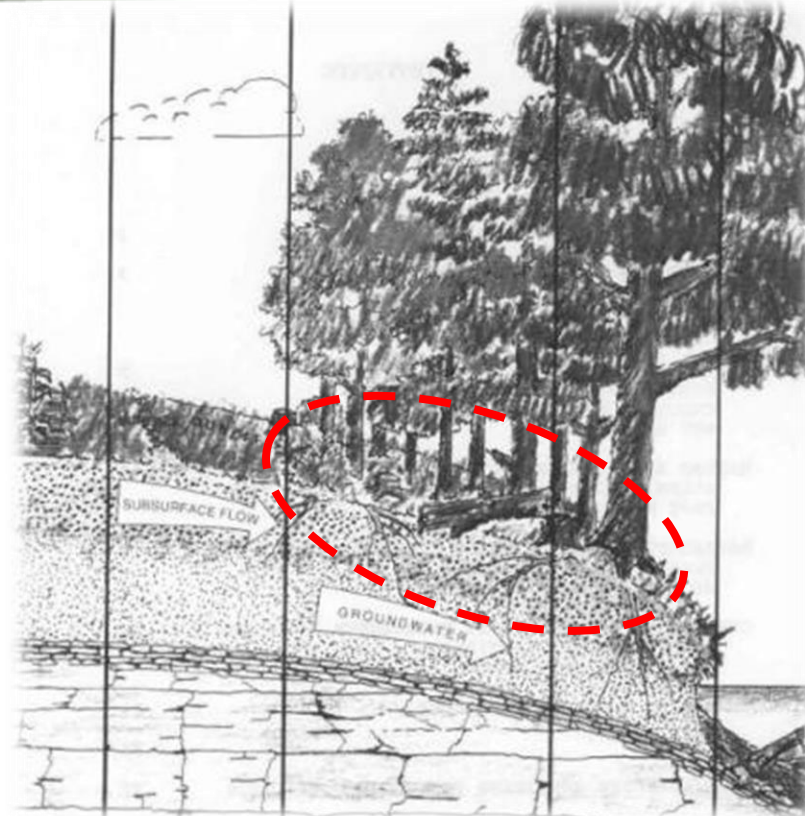
FILTER dan BUFFER

Air Jernih



BAGIAN 4

Agricultural Best Management Practices (BMPs)



Prinsip Pengelolaan di Tingkat Plot :



Prinsip Pengelolaan di Tingkat Plot :





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 :

1. Praktek pertanian yang meningkatkan bahan organik dan Organisma tanah
2. Praktek konservasi tanah dan air untuk mengendalikan limpasan dan erosi
3. Kombinasikan tanaman tahunan, semak, rumput dan tanaman semusim
4. Tanaman yang bisa menangkap unsur hara seperti penutup tanah
5. Kawasan penyangga antara lahan dengan tubuh air (sungai, danau, dsb)
6. Pengelolaan irigasi untuk menghindari pencucian hara
7. 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

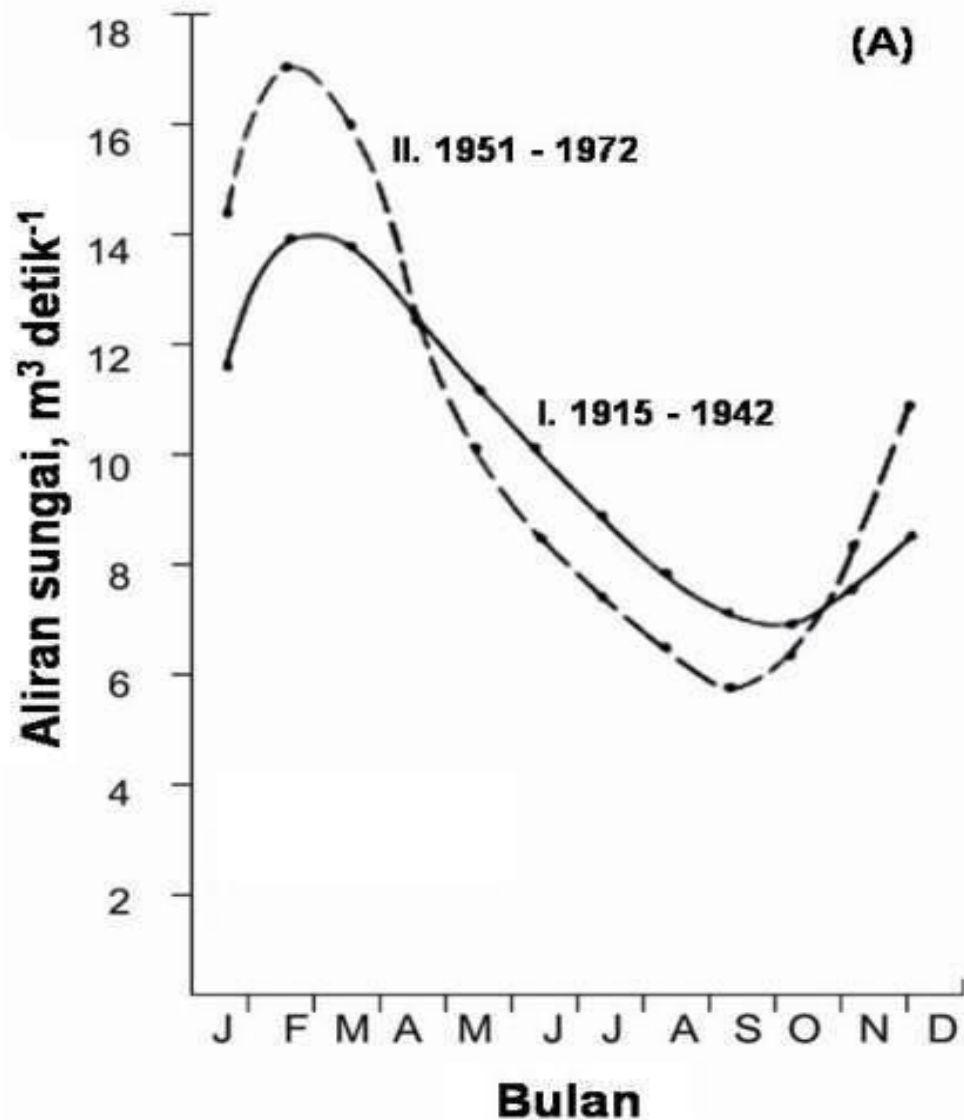


INDIKATOR apa yang bisa ditunjukkan dari gambar-gambar ini ?



Karakteristik Lokal	Fungsi DAS (kriteria)	Relevansi bagi pengguna	Indikator
<ul style="list-style-type: none"> • Curah hujan • Bentuk lahan • Jenis tanah • Kedalaman akar (dari vegetasi alami) 	Transmisi air	Pengguna air di daerah hilir	Air selalu tersedia 
	Menyangga pada kejadian puncak hujan	Masyarakat di bantaran sungai & 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, 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 :





**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

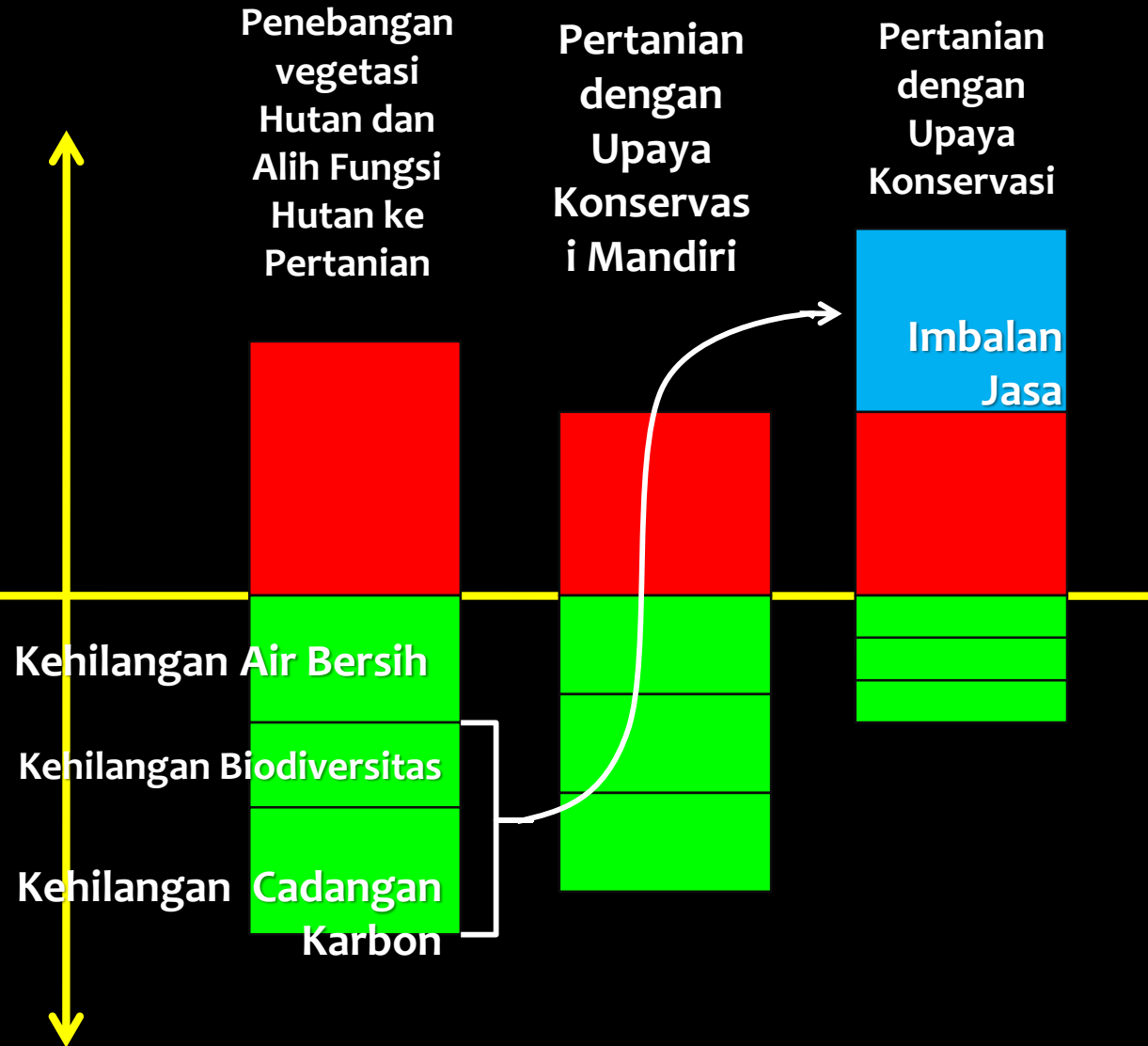
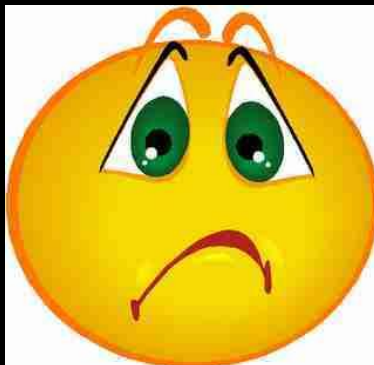
LAYANAN JASA LINGKUNGAN





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



TRIMAKASIH



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 hal² berikut ini pada masing² tutupan atau penggunaan lahan yang anda lihat dari foto² 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 hal² tersebut diantara berbagai tutupan/penggunaan lahan



Integrated Monitoring Guide for Sustainable Development Goal 6 on Water and Sanitation

Targets and global indicators



This publication will be continually updated throughout the duration of the 2030 Agenda for Sustainable Development, to incorporate new developments and lessons learned.
Version: 14 July 2017



Integrated Monitoring Guide for Sustainable Development Goal 6 on Water and Sanitation

Good practices for country monitoring systems



Photo credit: Georgina Smith, Creative Commons Attribution



This publication will be continually updated throughout the duration of the 2030 Agenda for Sustainable Development, to incorporate new developments and lessons learned.
Version: 12 July 2017

