

**PTI 4208. Pertanian Berlanjut**

**Bab 5**

# **ANALISIS SPASIAL**

**Aplikasi Penginderaan Jauh & SIG untuk  
Mendukung Manajemen Landsekap Pertanian  
yang berkelanjutan**

Oleh: Didik Suprayogo, Sudarto,  
Kurniatun Hairiah (Cho)

(Foto: Atik Widayati)

- **Sumber: Sonya Dewi, Pornwilai Saipothong, David Thomas;**

Updated: 13 September 2019

# Sustainable Agriculture is Multifunctional



Photo: Kurniatun Hairiah

# Obyektif

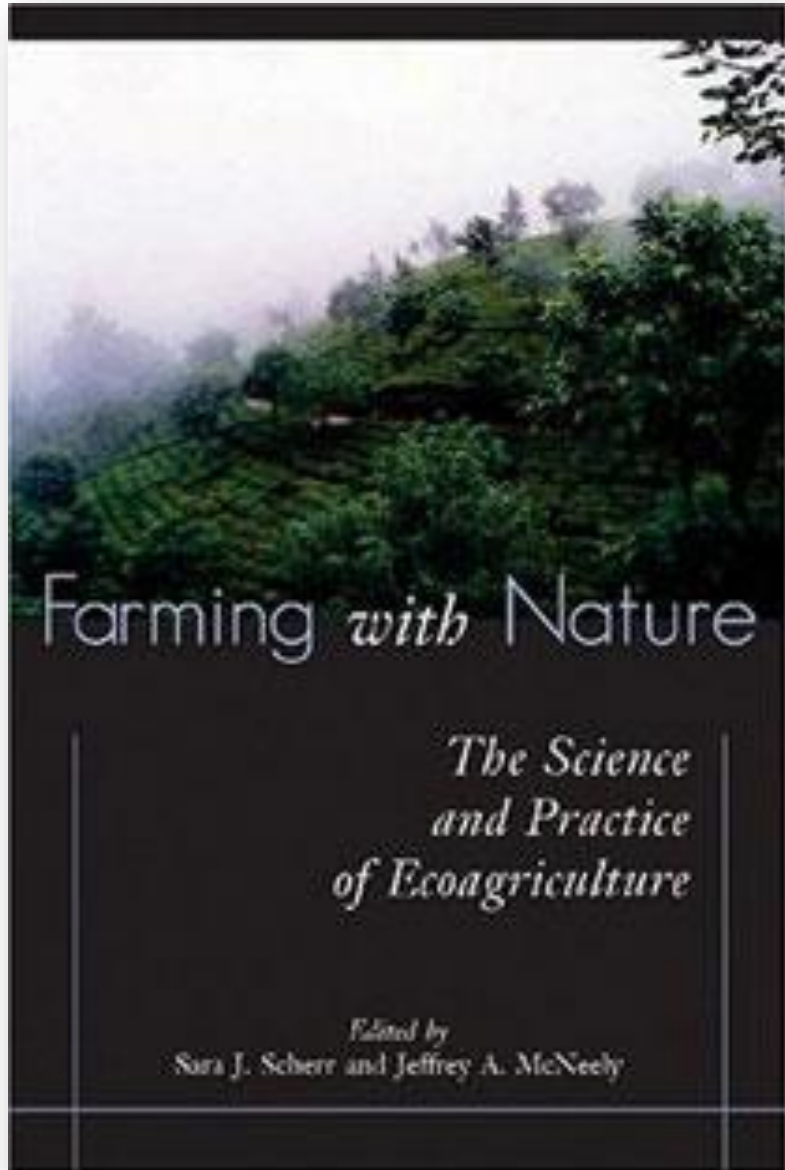


## Pemanfaatan Teknologi GIS untuk mendukung Pertanian Berkelanjutan

Aplikasi *GIS* (*Geographic Information Systems*) dan *RS* (*Remote Sensing*) sebagai ALAT BANTU dalam:

1. Mengambil keputusan untuk pengelolaan lanskap terkait dengan **konservasi sumber Air, Biodiversitas dan Cadangan karbon** (untuk C dibahas pada M 13)
2. Menentukan titik-titik pengambilan contoh
3. Sarana negosiasi untuk penyelesaian konflik sosial

# Bahan bacaan



1. Farming with Nature (Scherr S J and McNeely J A , 2007). **Chapter 14.** Remote sensing. P 250-264 (Aaron Dushku, Sandra Brown, Tim Pearson, David Shoch, and Bill Howley)
2. GIS Application in Agriculture (eds: Pierce F J and Clay D, 2007). **Chapter 1.** Application of GIS to Integrated pest management on U.S. Fish and wildlife service land (Seelig B and Alfonzo J, 2007).

# Pertanian Berlanjut ~ pendekatan berbasis lanskap

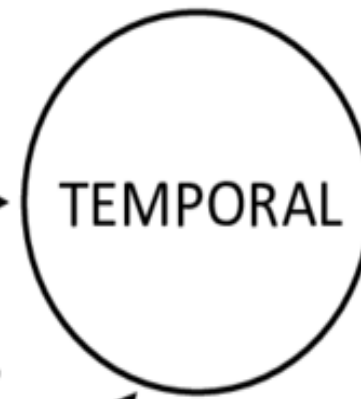
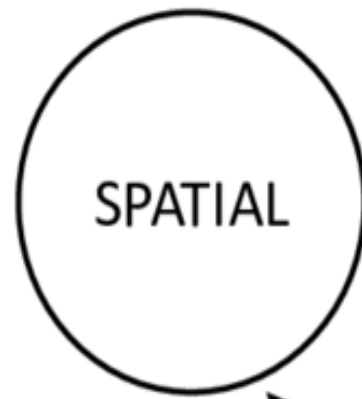


*Landscape approach* : pendekatan yang memastikan adanya **SINERGI** antar berbagai **penggunaan lahan** oleh **berbagai pihak** (pemangku kepentingan) yang saling melengkapi, **tidak saling tumpang tindih** yang memperhatikan faktor **ekonomi, ekologi, sosial budaya** dari masing-masing pemangku kepentingan bisa tercapai.

<https://www.globallandscapesforum.org/about/what-is-the-landscape-approach/>

- Dimana terjadi masalah, mengapa terjadi masalah
- Bagaimana kita mengatasinya dan dimana kita harus bertindak? => perlu ALAT BANTU SIG (spasial) & MODEL simulasi (Multiyears, berbagai scenario)

- Heterogeneity
- Patterns
- Transition zones

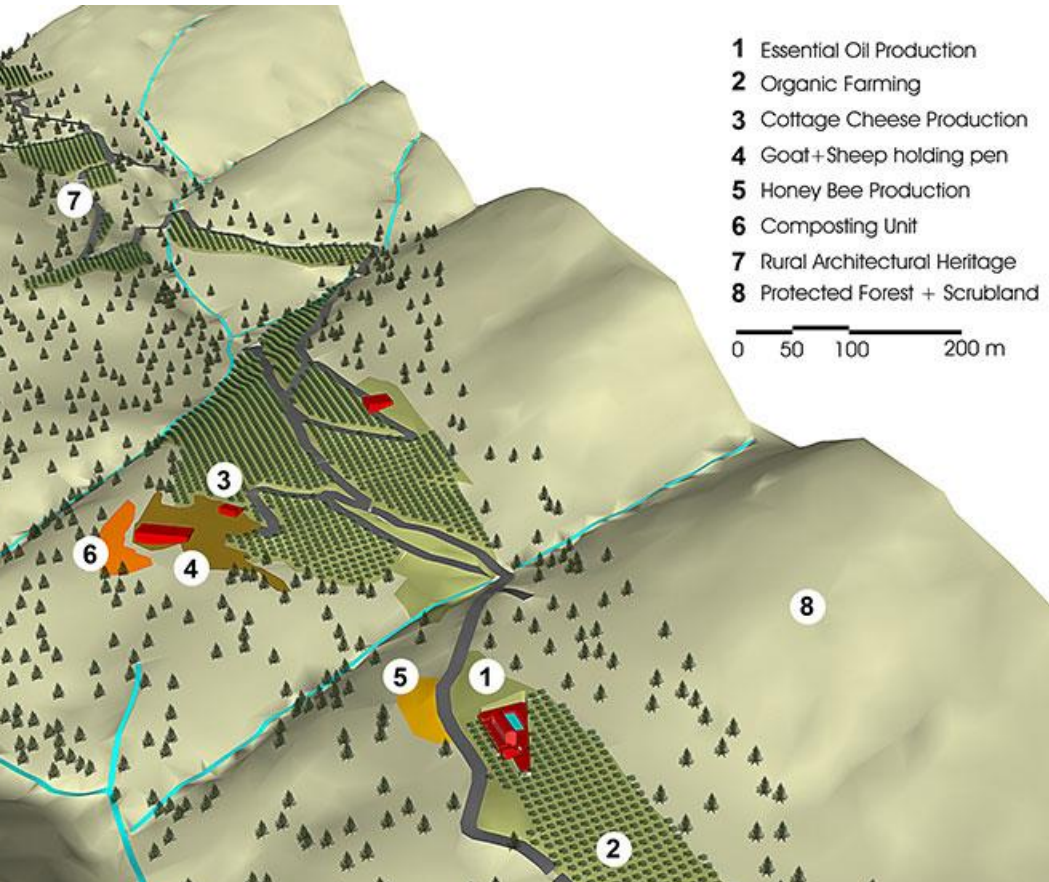


- Change
- Processes
- Dynamics

# LANDSCAPE



- Land use
- Traditions
- Management



- 1 Essential Oil Production
- 2 Organic Farming
- 3 Cottage Cheese Production
- 4 Goat+Sheep holding pen
- 5 Honey Bee Production
- 6 Composting Unit
- 7 Rural Architectural Heritage
- 8 Protected Forest + Scrubland

0 50 100 200 m

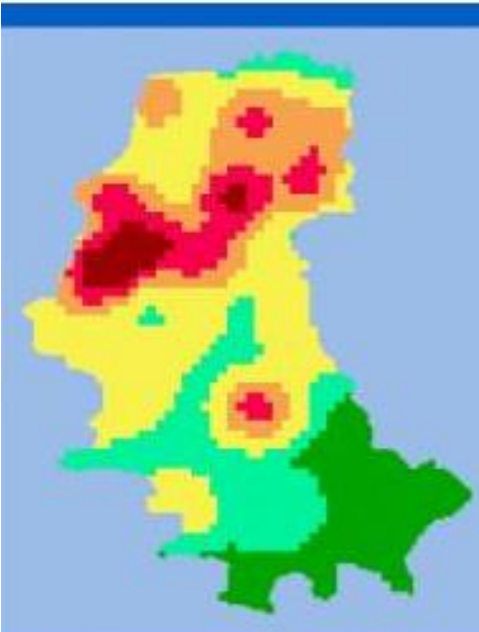
**Schematic illustration of a holistic landscape approach and three key dimensions.**



## Bab 5. Analisis Spasial

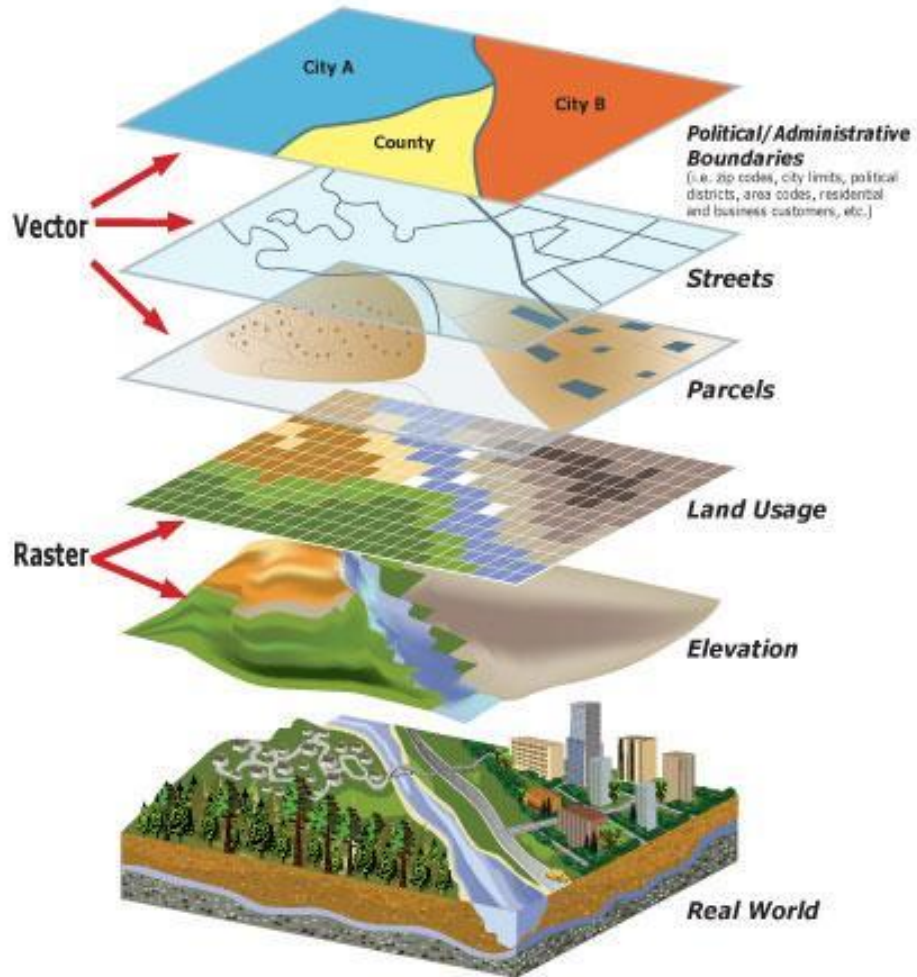
# Analisis Spasial

**Teknik analisis data geografis berdasarkan distribusi spasial obyek-obyek geografis.**



Analisis spasial  
analisis statistik,  
analisis grafis dan  
analisis matematis.

# Mengapa Butuh Spatial Analysis?

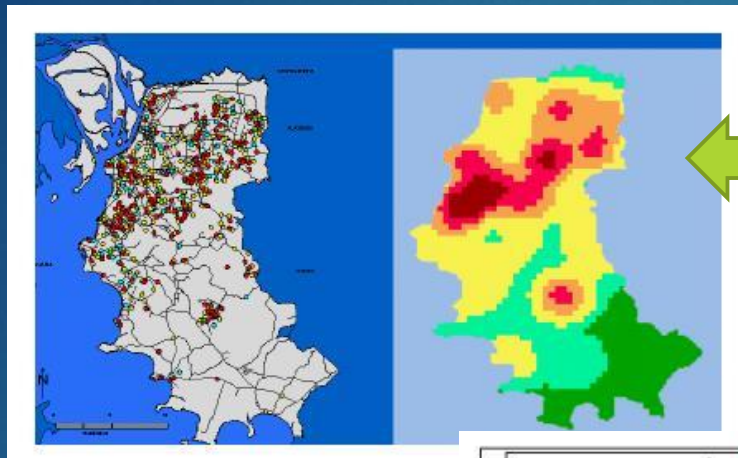


Manusia menggunakan lahan dan sumberdaya tergantung pada:

- Rupa /corak alam, termasuk kuantitas dan kualitas hutan, tanah, topografi, iklim, sungai
- Terbangunnya *infrastructure* seperti jalan, jembatan, jaringan jalan kereta api, pelabuhan, dan jaringan listrik
- Kenampakan perekonomian seperti pasar untuk input dan output
- Pusat pemerintahan, institusi
- Kebijakan, sektor luar yang terkait

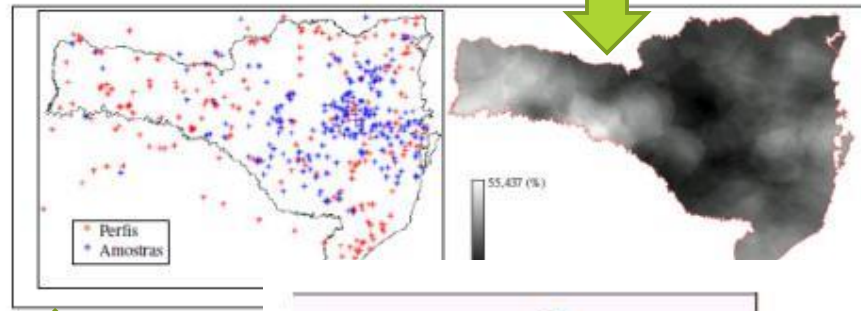


# Tipe data dalam Analisis Spasial

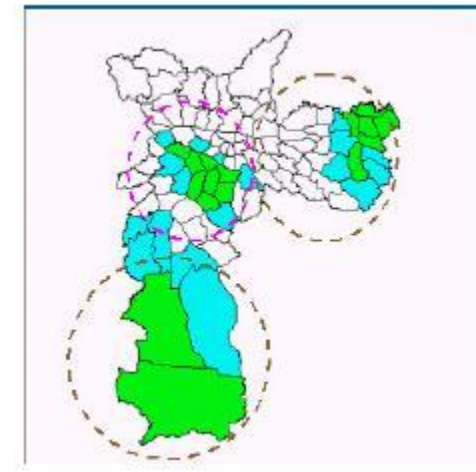
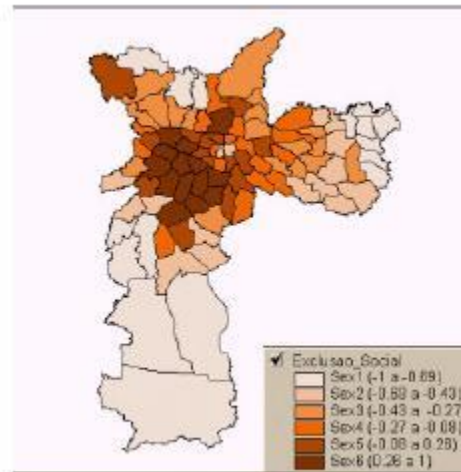


Analisis **data titik**, sebelah kiri plotting data asli sebelah kanan hasil interpolasi (yang telah diklasifikasi)

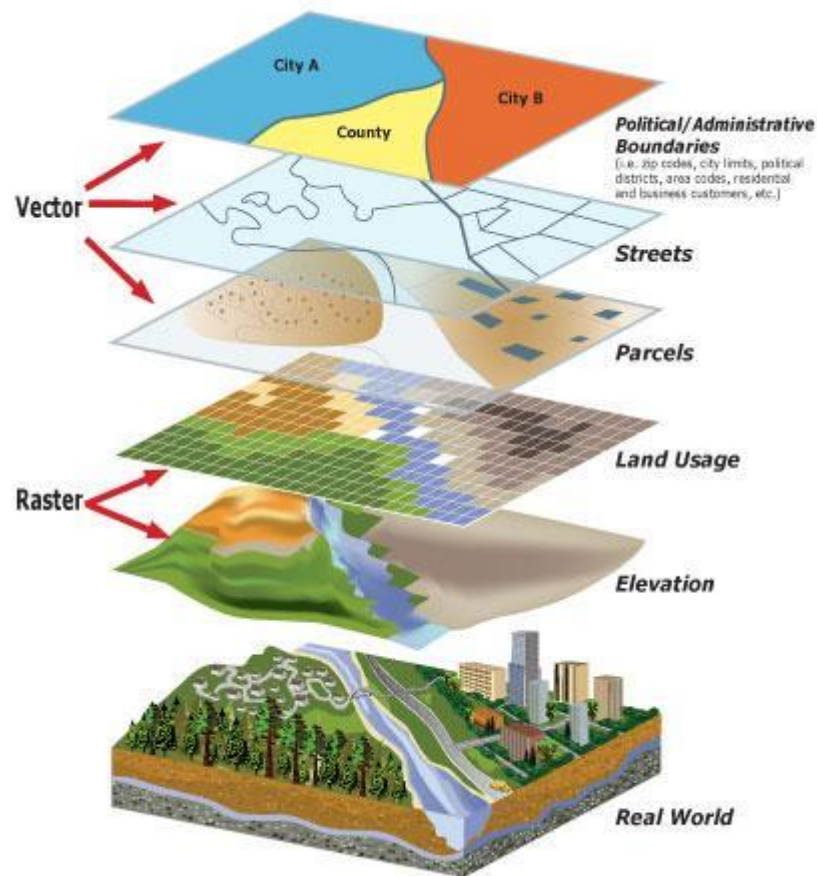
Analisis **data kontinyu**, sebelah kiri plotting data asli sebelah kanan hasil interpolasi (data



Analisis **data area/ luasan**,



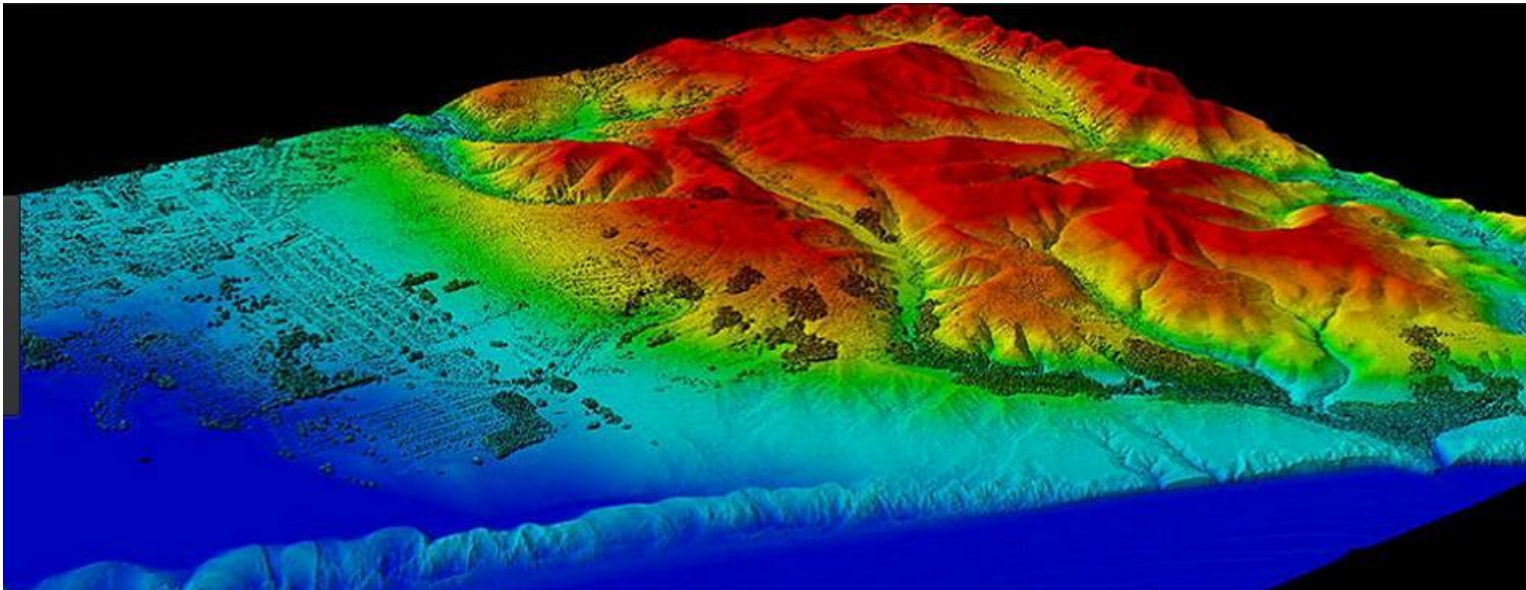
# Kegunaan Analisis Spasial

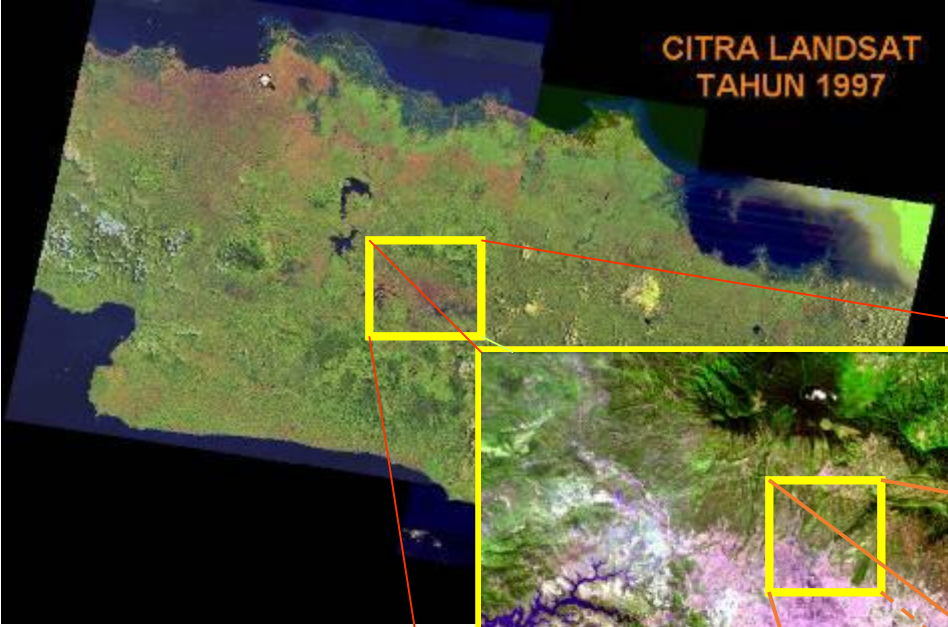


1. Sampling site selection
2. Overlaying planning
3. Spatial clustering diagnosis
4. Land cover change analysis monitoring
5. Carbon Stock estimation
6. Assess the potential contamination of water resources
7. DII.

# What is REMOTE SENSING ?

- REMOTE SENSING includes all methods and techniques used to gain qualitative and quantitative information about distant objects without coming into direct contact with these objects.





**Citra satelit LANDSAT  
Resolusi 30 meter**

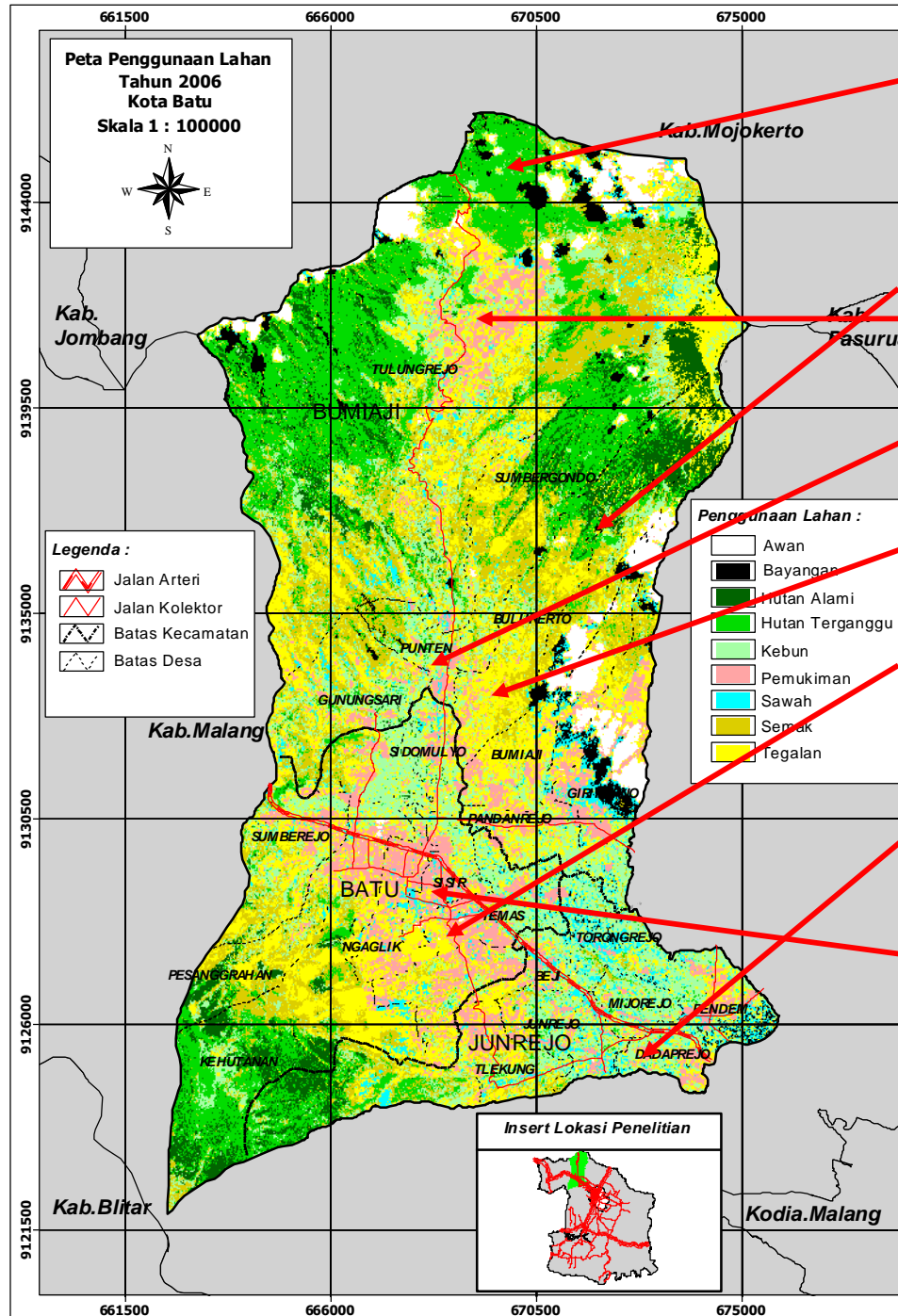


**Citra satelit ASTER JAPAN  
Resolusi 15 meter**



**Citra satelit SPOT FRANCE  
Resolusi 5 meter**

# Contoh citra satelit berbagai resolusi

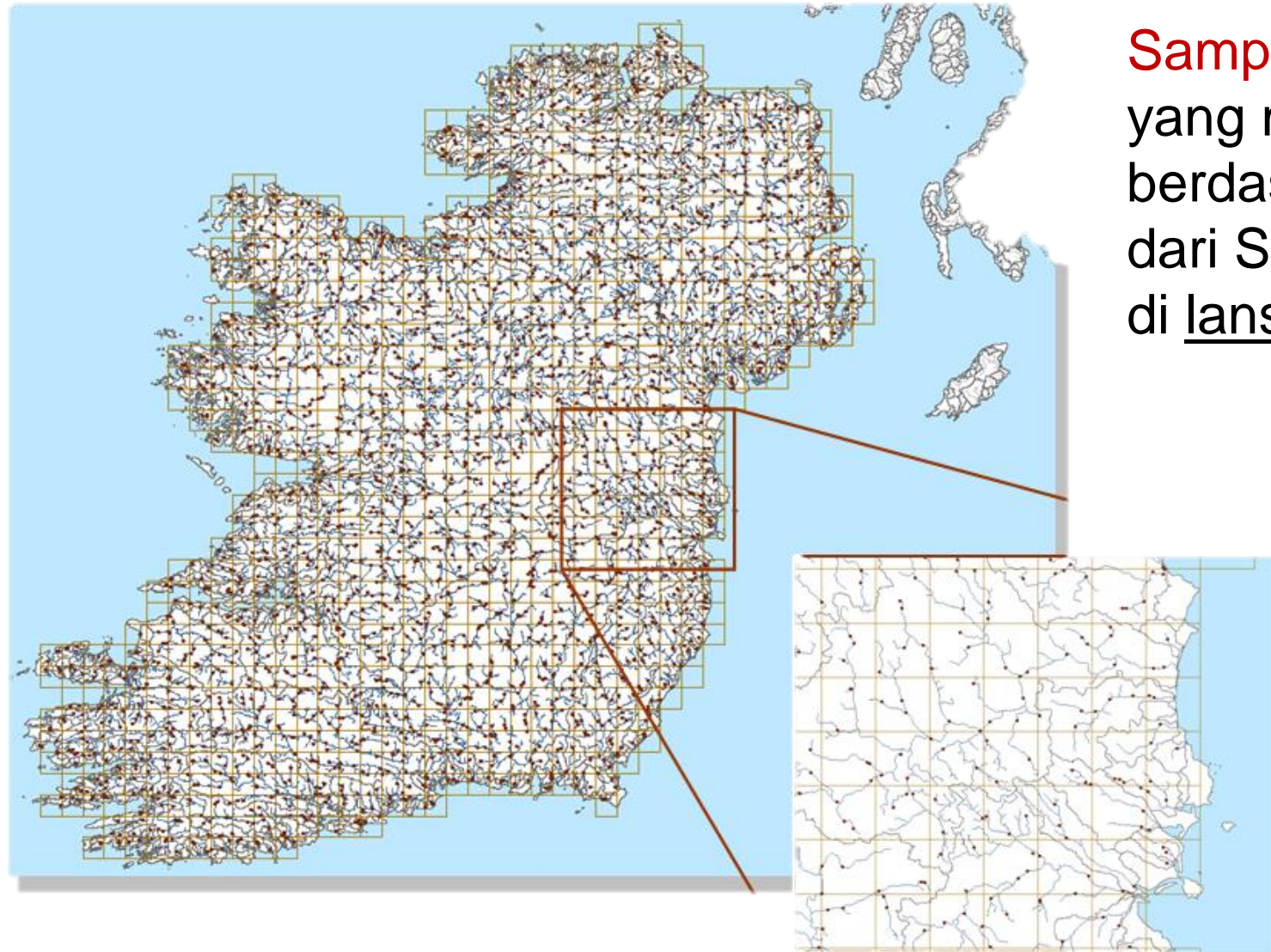


**CONTOH HASIL KLASIFIKASI CITRA SATELIT**

## 2. Sampling Site selection

**Sampling design**, bagian penting penelitian yang melibatkan pemodelan dan estimasi berdasarkan data yang contohnya diambil dari SDA atau fenomena lain yang terjadi di lanskap.

Pertimbangan statistic: pengetahuan teoritis dan beberapa aspek external (perilaku dan pola yang sebelumnya terdeteksi dari fenomena yang ada di lapangan, biaya, aksesibilitas ke lokasi sampel, politik dsb) → algoritma desain sampling harus cukup fleksibel untuk mengakomodasi pertimbangan eksternal dalam rancangan yang digunakan



**Contoh 1:** Stratifikasi Variasi Geografis dari studi **KONSERVASI BIODIVERSITAS** di Jharkhand India (Belcher Achdiawan, Dewi. 2002) → baca artikel lengkapnya

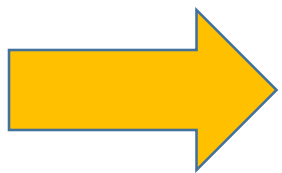


### Research Question:

Bagaimana kondisi masyarakat di Jharkhand bila ditinjau dari ketergantungannya terhadap hutan (biodiversitas).

Ada 2 faktor yang mempengaruhi :

- Road accessibility
- Kualitas dan luas hutan



**MEMBUTUHKAN ANALISIS SPASIAL**  
(GIS, peta hutan, peta jalan untuk mengklasifikasikan desa yang diamati)



## Forest-Based Livelihoods Strategies Conditioned by Market Remoteness and Forest Proximity in Jharkhand, India

BRIAN BELCHER<sup>a,b</sup>, RAMADHANI ACHDIAWAN<sup>b</sup> and SONYA DEWI<sup>c,\*</sup>

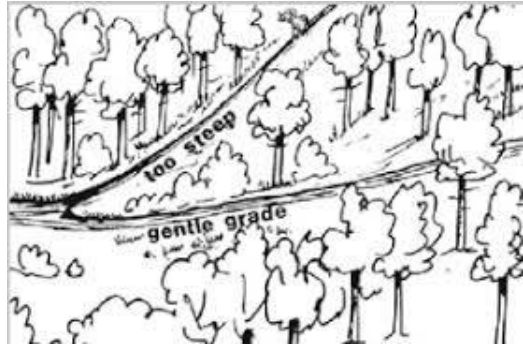
<sup>a</sup> Royal Roads University, Victoria, Canada

<sup>b</sup> Centre for International Forestry Research, Indonesia

<sup>c</sup> World Agroforestry Centre, Indonesia

**Summary.** — The study uses a novel method to investigate the role of forest proximity, market remoteness, and caste in determining household income, especially forest income, in an underdeveloped region of India. A high (>50%) proportion of total income is earned in cash. Forest products contribute substantially to total income, with fuelwood as the most important forest product. Proximity to forest is associated with higher forest incomes as expected, but remote villages do not have higher forest incomes or lower cash incomes than less remote villages. Higher off-farm income is associated with better road access and higher income households generally.

© 2014 Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>).

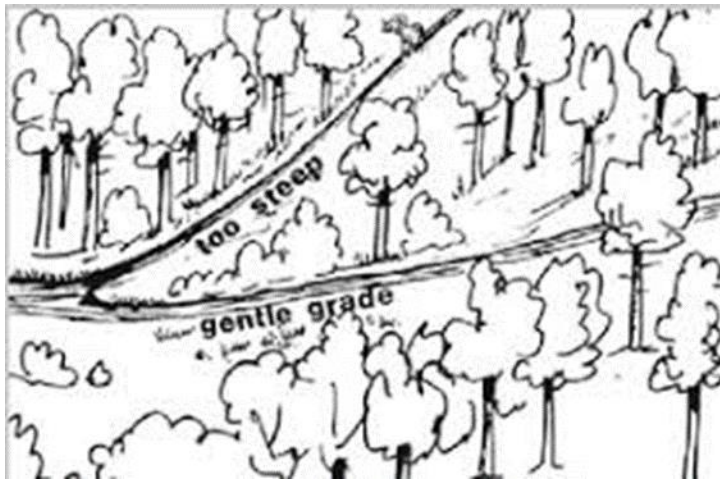


Metode baru digunakan untuk mengetahui peran kedekatan hutan, keterpencilan pasar, dan kasta dalam menentukan pendapatan rumah tangga, terutama pendapatan dari hutan, di daerah tertinggal di India. Proporsi tinggi (> 50%) dari total pendapatan diperoleh dalam bentuk tunai. Hasil hutan berkontribusi besar terhadap total pendapatan, dimana kayu bakar sebagai produk hutan yang paling penting. Kedekatan dengan hutan dikaitkan dengan jumlah pendapatan diperoleh dari hutan lebih tinggi seperti yang diharapkan, tetapi untuk desa-desa terpencil tidak ada pendapatan hutan yang lebih tinggi atau pendapatan tunai yang lebih rendah daripada desa-desa yang kurang terpencil. Pendapatan off-farm yang lebih tinggi adalah terkait dengan akses jalan yang lebih baik dan berpenghasilan tinggi di tingkat rumah tangga pada umumnya.





# Diskusi

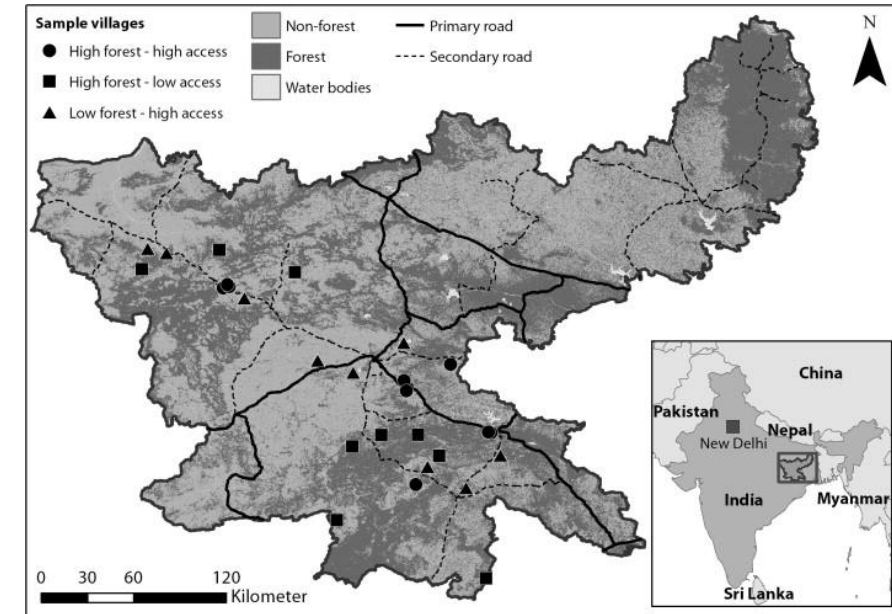


- Mengapa **Faktor akses jalan raya** dan **Faktor kondisi hutan (luas dan kondisi hutan)** perlu dipertimbangkan sebelum melakukan konservasi?
- Apa hipotesis yang bisa dibangun dalam kegiatan penelitian ini?



# Hypothesis

- Peluang keberhasilan konservasi Hutan lebih besar bila *Road accessibility* terbatas



Ada 4 kondisi:

Bagaimana caranya? Dimana kita harus mengambil sampel?

H = High

L = Low

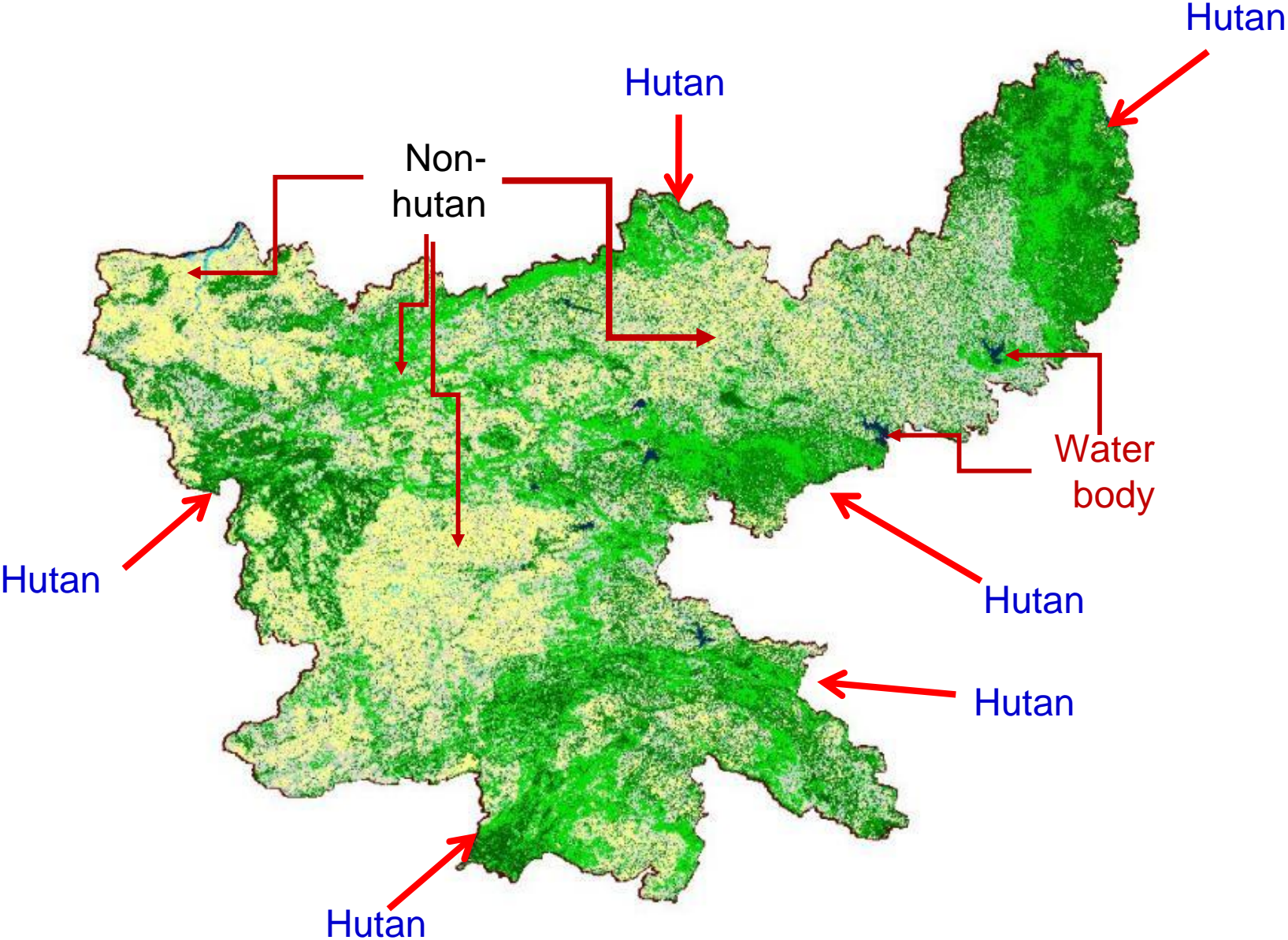
1. H	Forest	H access
2. H	Forest	L access
3. L	Forest	H access
4. L	Forest	L access



Ini tidak relevan

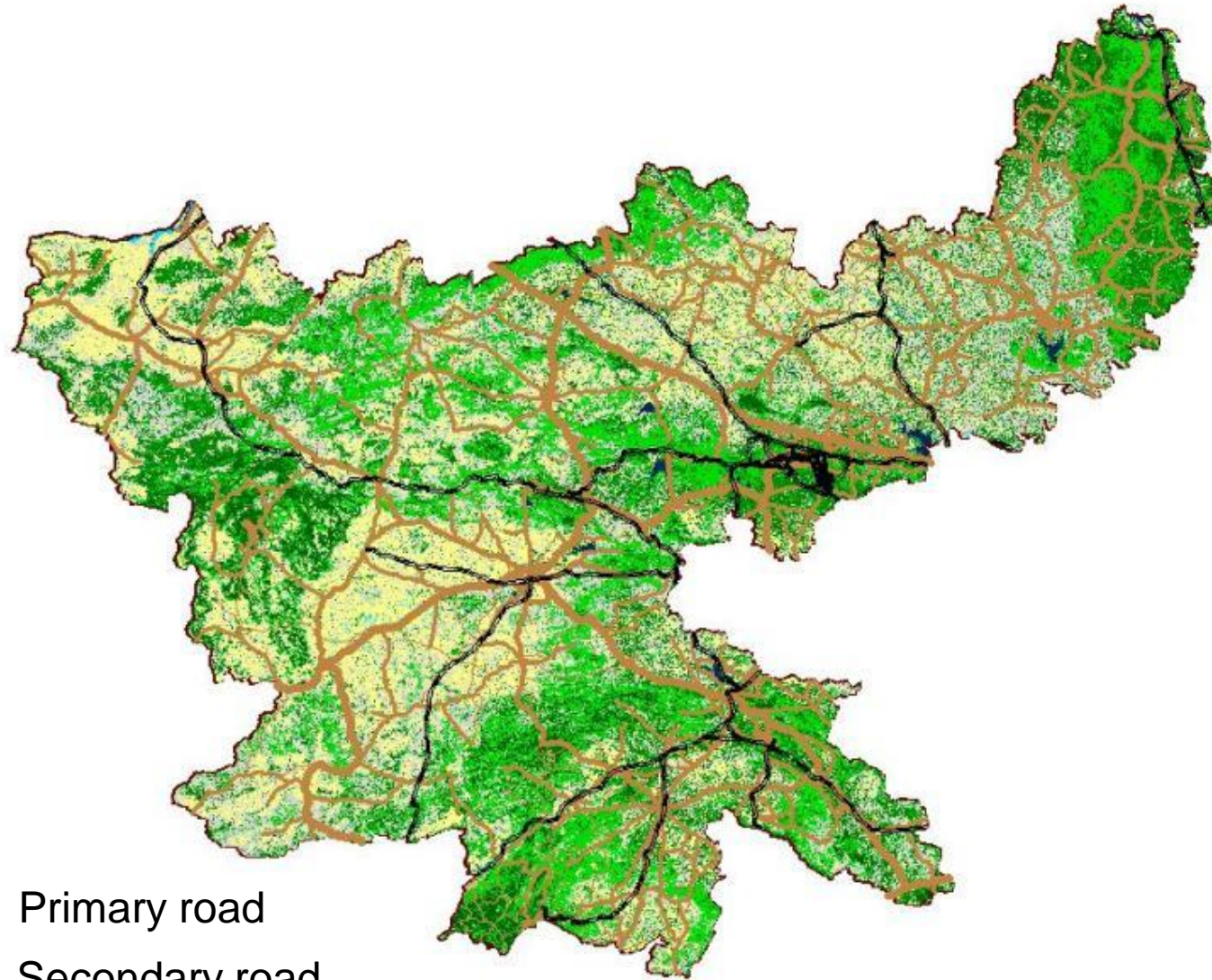
# Peta LUS Di Jharkhand India (Hasil interpretasi citra)

1



# Peta jalan raya Di Jharkhand India

2



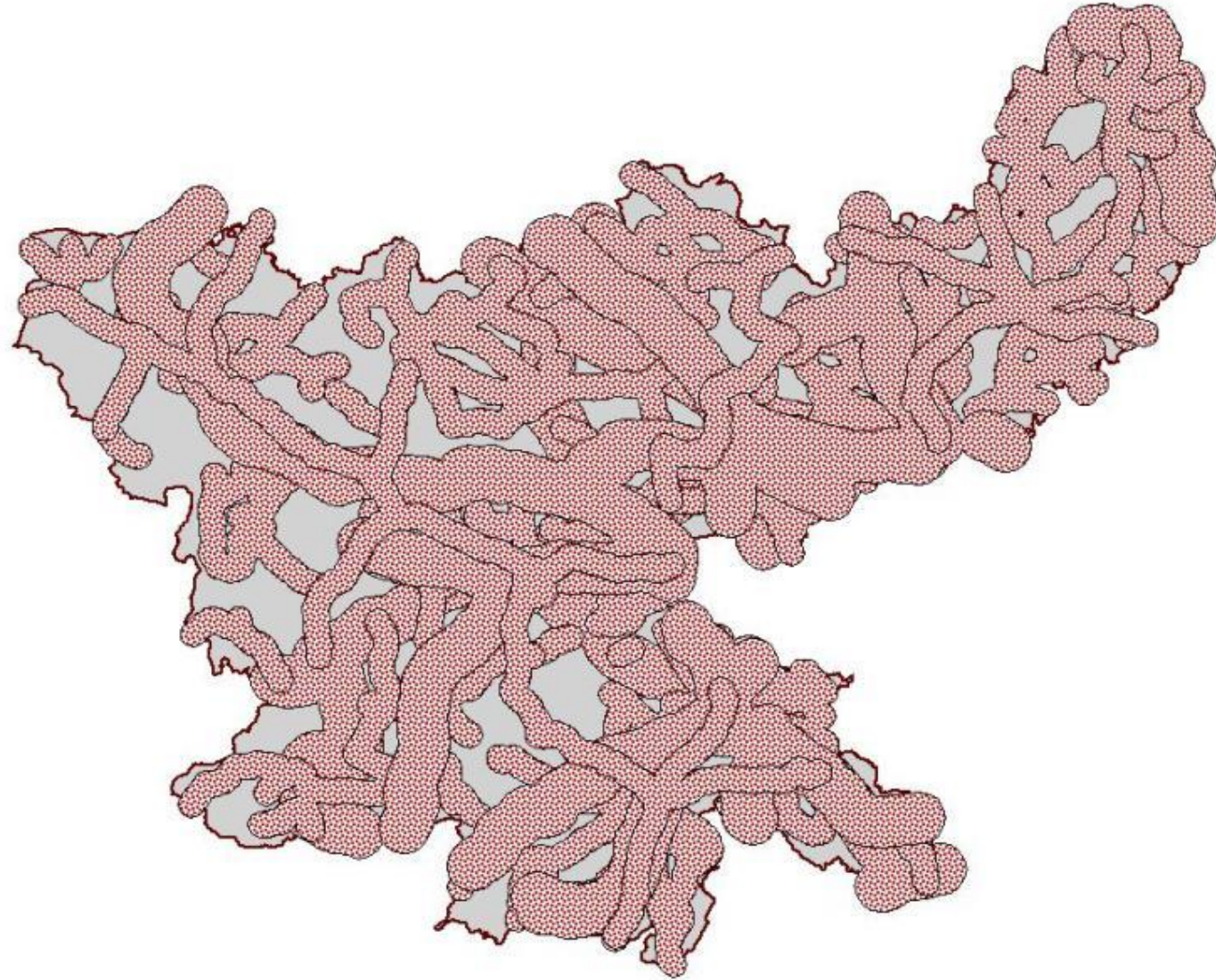
Primary road



Secondary road

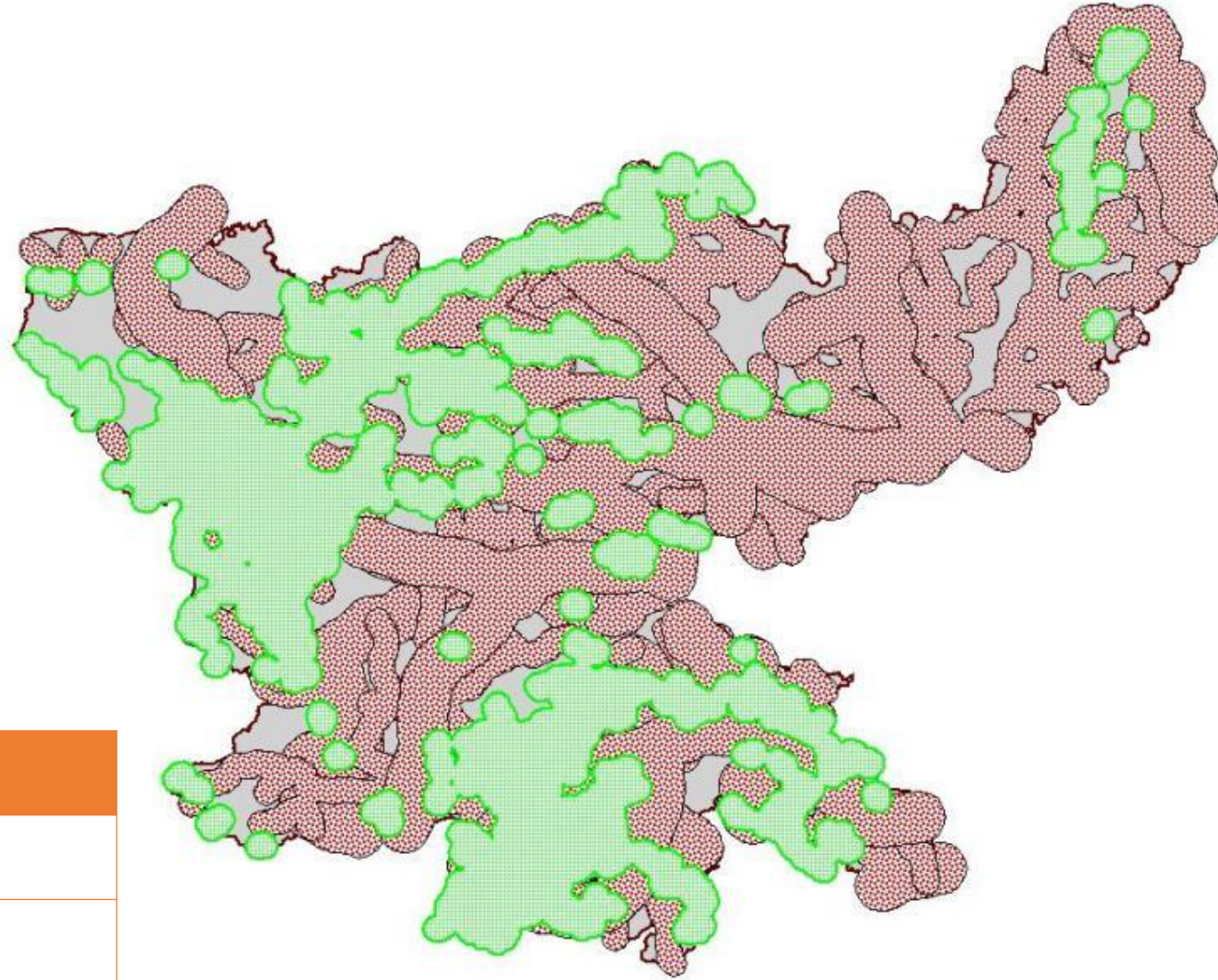
# Peta jarak terhadap jalan raya (Buffer zone to road)

3



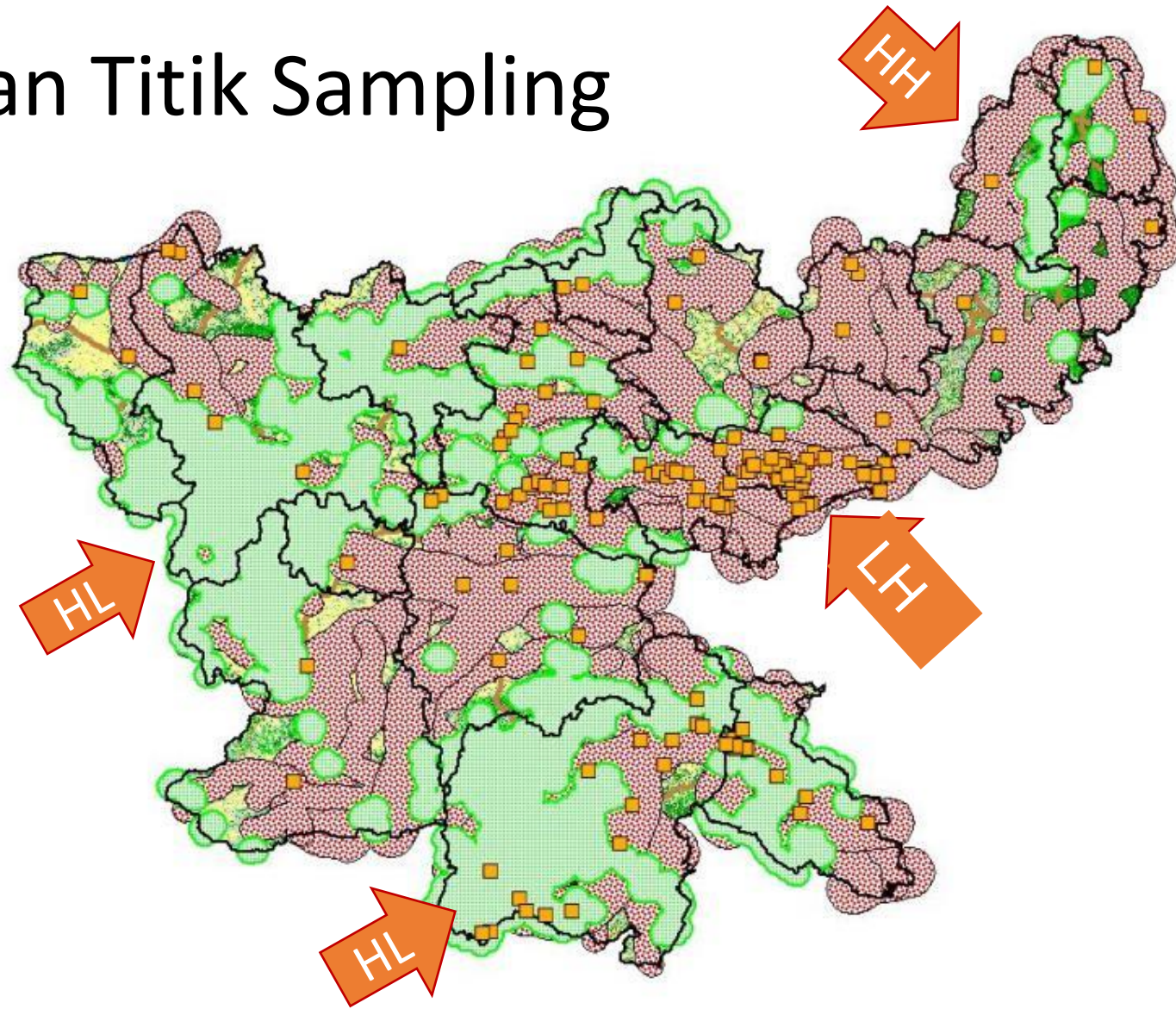
# Overlay peta Land Use dengan peta jalan raya

1 + 2

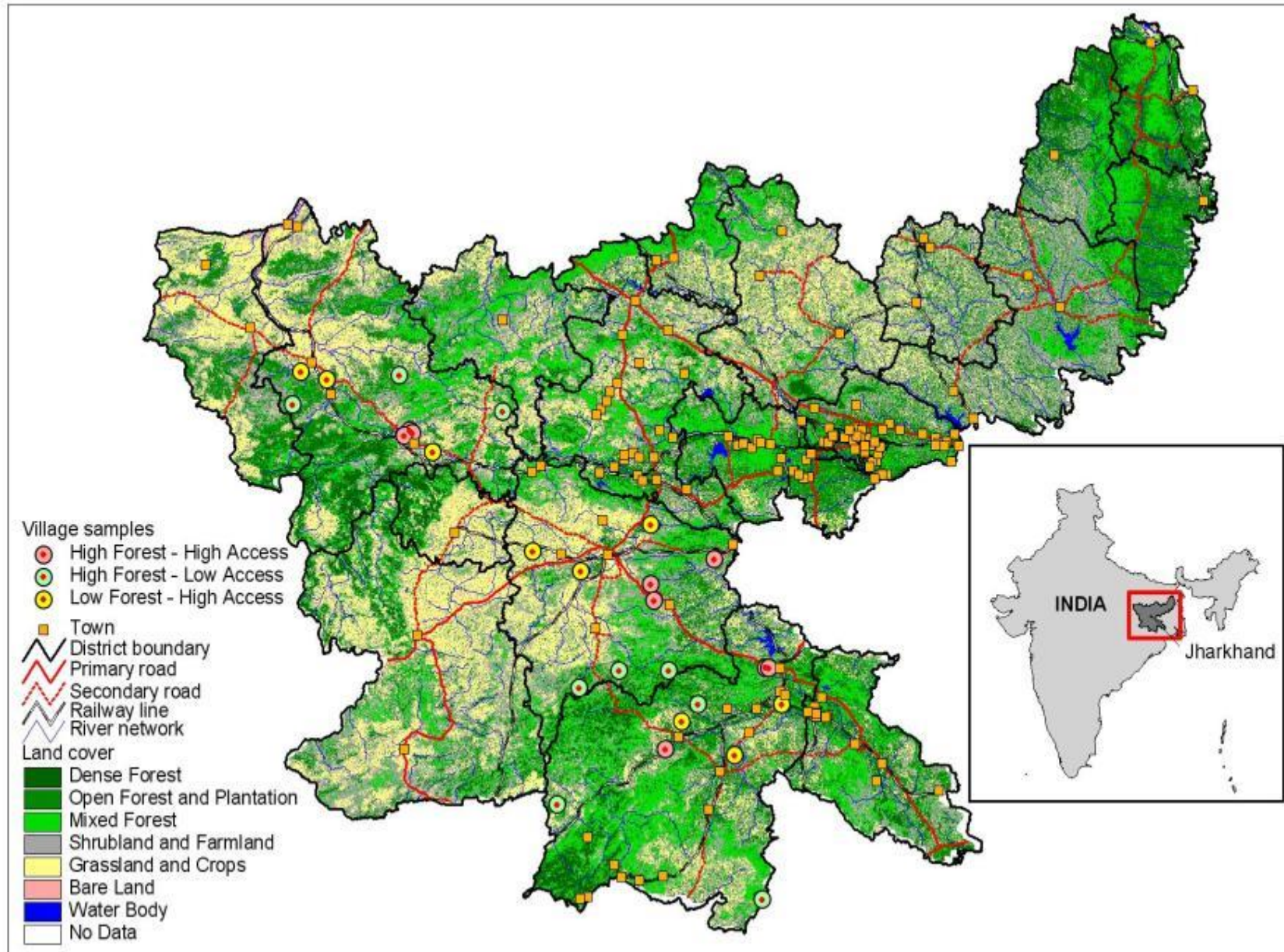


1. H	Forest	H access
2. H	Forest	L access
3. L	Forest	H access
4. L	Forest	L access

# Penentuan Titik Sampling

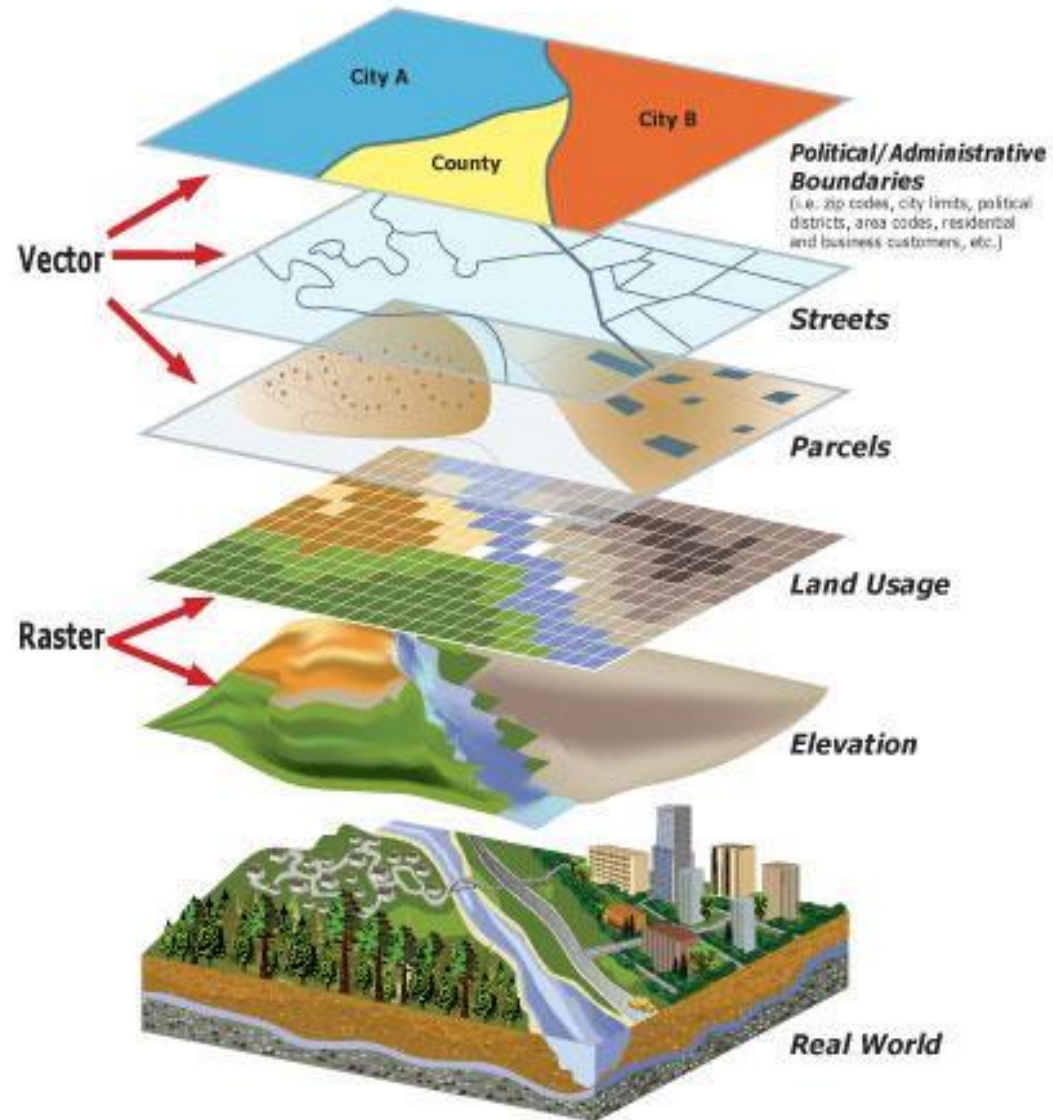


# Peta sebaran titik sampling



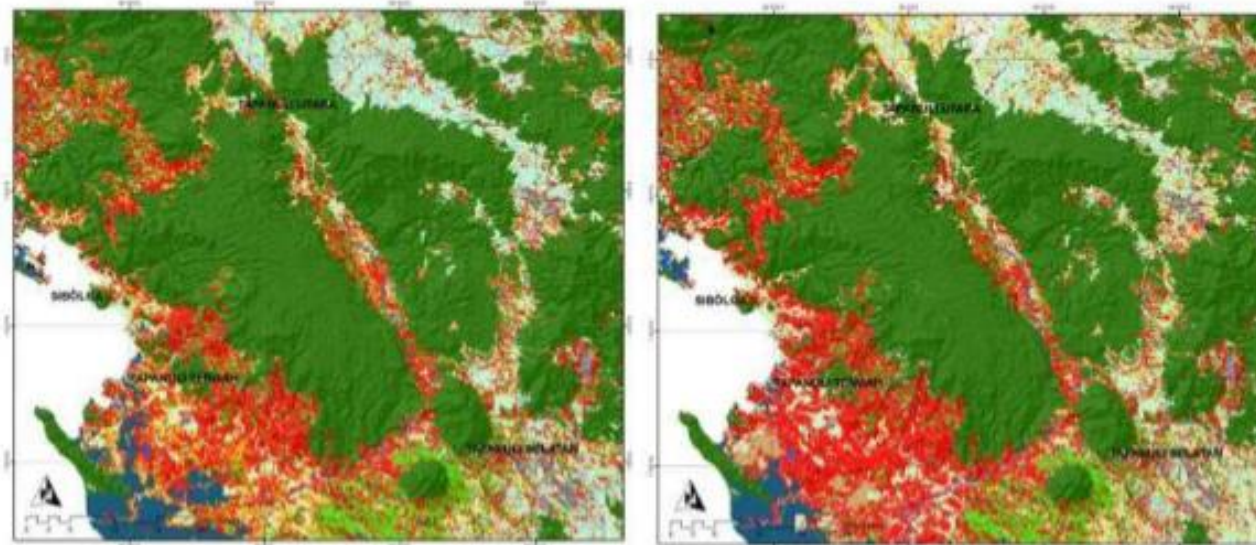


## 2. Overlaying Planning



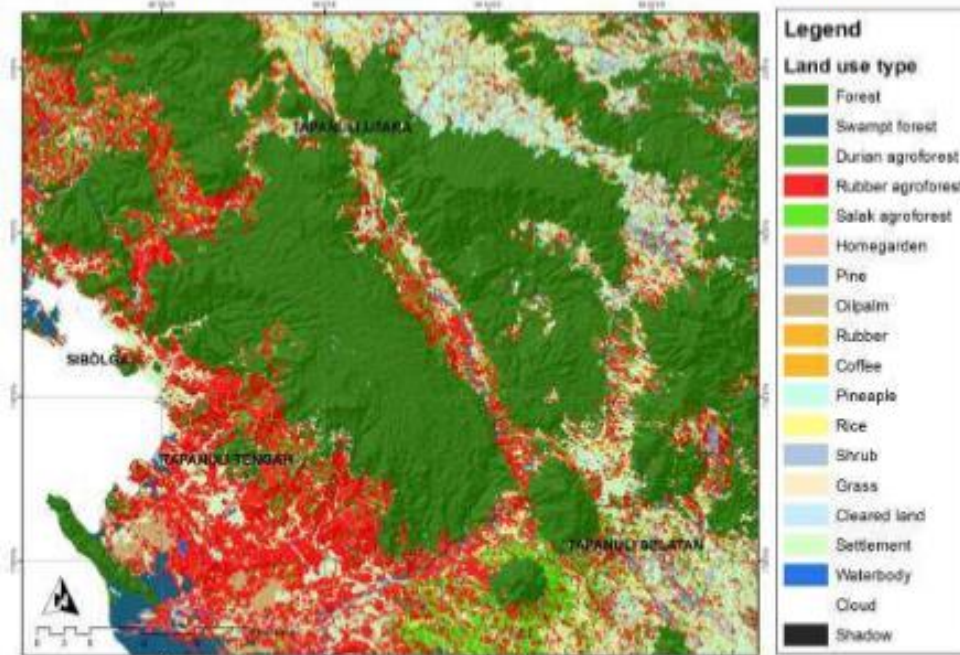
<http://old.worldagroforestry.org/sea/Publications/files/workingpaper/WP0136-11.pdf>

## Contoh 2.



1990

2000



2005

Figure 2. Time series land use maps of Batang Toru area

NTFPs as a Source of Livelihood  
Diversification for Local Communities  
in the Batang Toru Orangutan  
Conservation Program

*Jusupta Tarigan, James Roshetko, Endri Martini and Andree Ekadinata*

NTFP= Non timber forest product

Bagaimana GIS diimplementasikan dalam negosiasi antara masyarakat Batang Toru (Sumut) dengan pemerintah dalam mengkonservasi orang utan di sekitar kebun Karet agroforest yang memberikan pendapatan tinggi?

# Contoh:

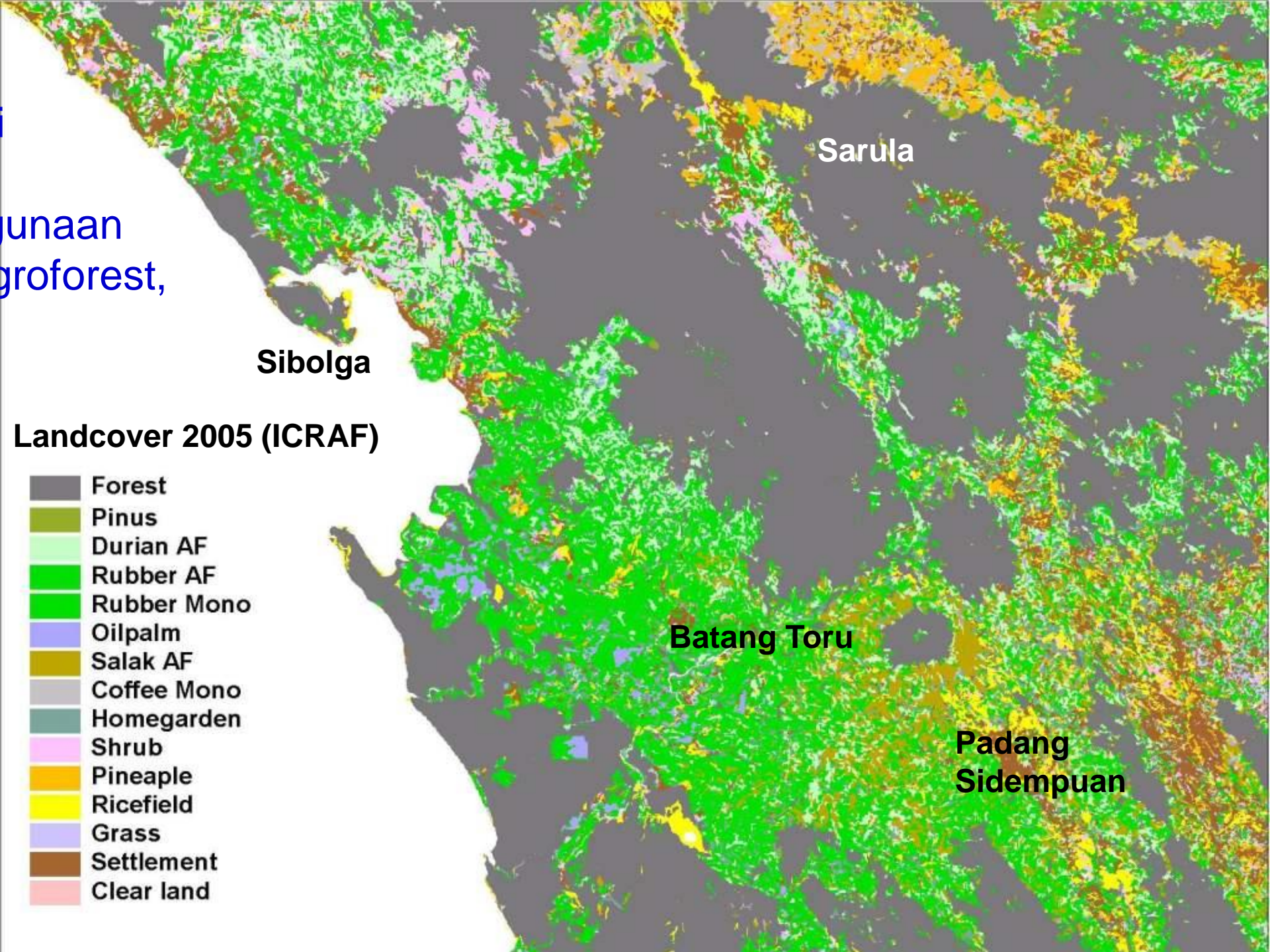
Peta tutupan lahan di  
Sumatra Utara

Aneka macam penggunaan  
lahan seperti karet agroforest,  
durian agroforestry,  
salak agroforestry.

Perkebunan  
kelapa sawit,  
Kebun nanas,

Tarik ulur antara  
**diversifikasi mata  
pencaharian  
masyarakat**  
dengan konservasi  
orang utan

Landcover 2005 (ICRAF)



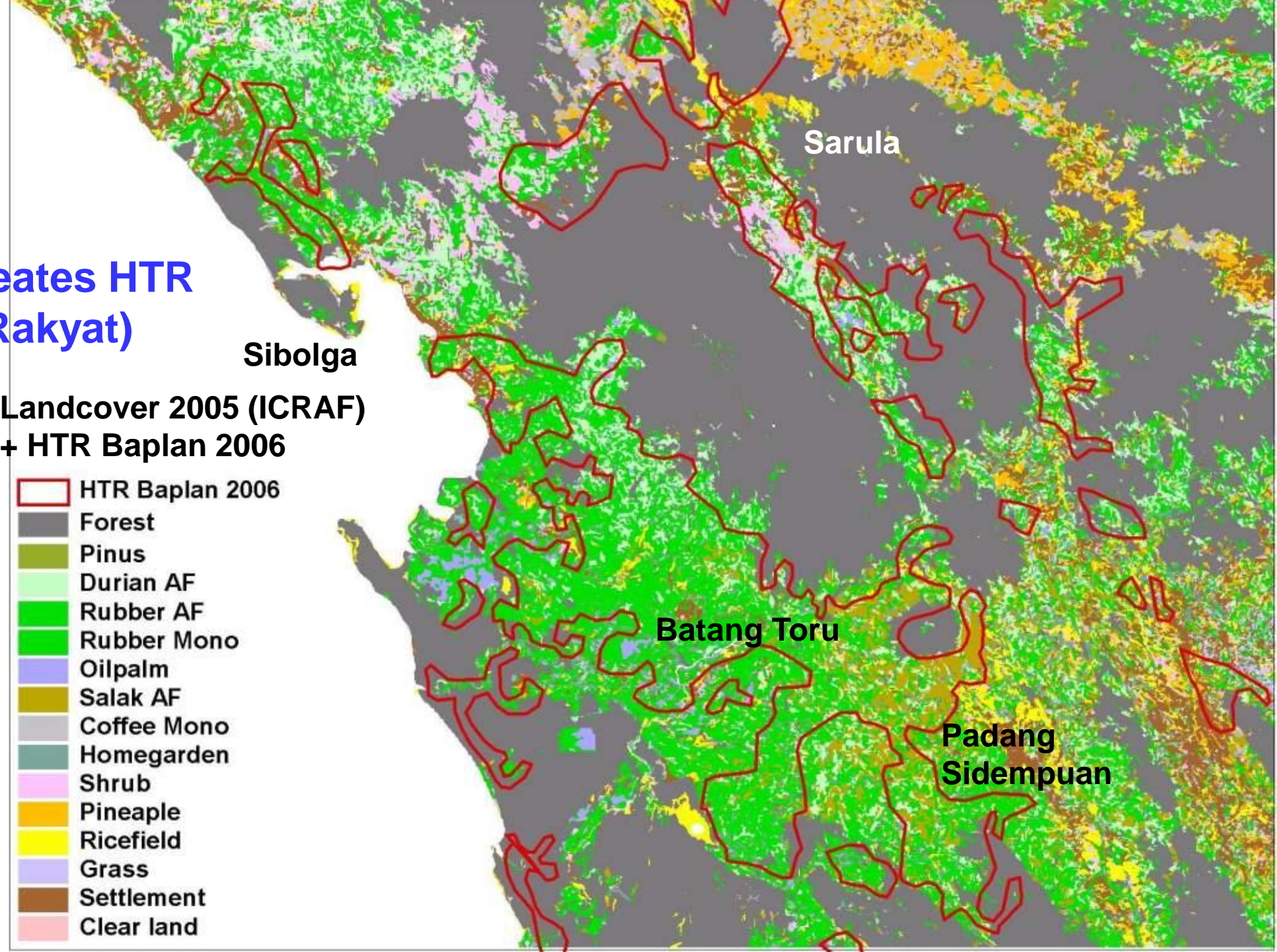
→ BUTUH PETA  
TUTUPAN LAHAN

Menentukan besarnya Luasan masing-masing tutupan lahan

The red line delineates HTR (Hutan Tanaman Rakyat)

Pengembangan kebun nanas yang berbatasan langsung dengan hutan alami → potensi tinggi terjadi konflik kepentingan konservasi dan ekonomi

Landcover 2005 (ICRAF) + HTR Baplan 2006



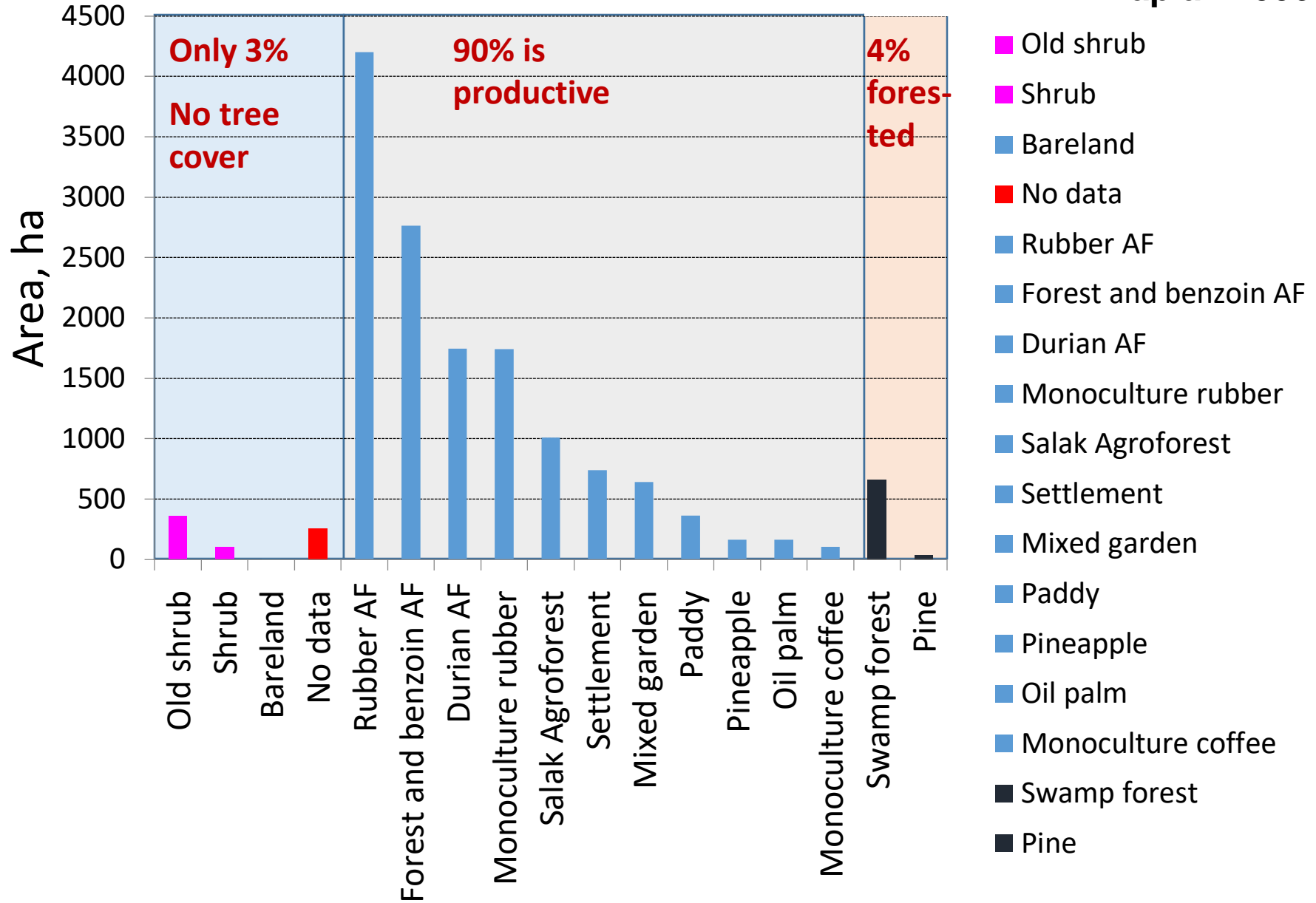
**Berpotensi untuk perbaikan**



**Landcover 2005 (ICRAF)**

**+**

**HTR Baplan 2006**





### 3. Penggunaan GIS untuk Menilai Potensi Kontaminasi Sumber Air

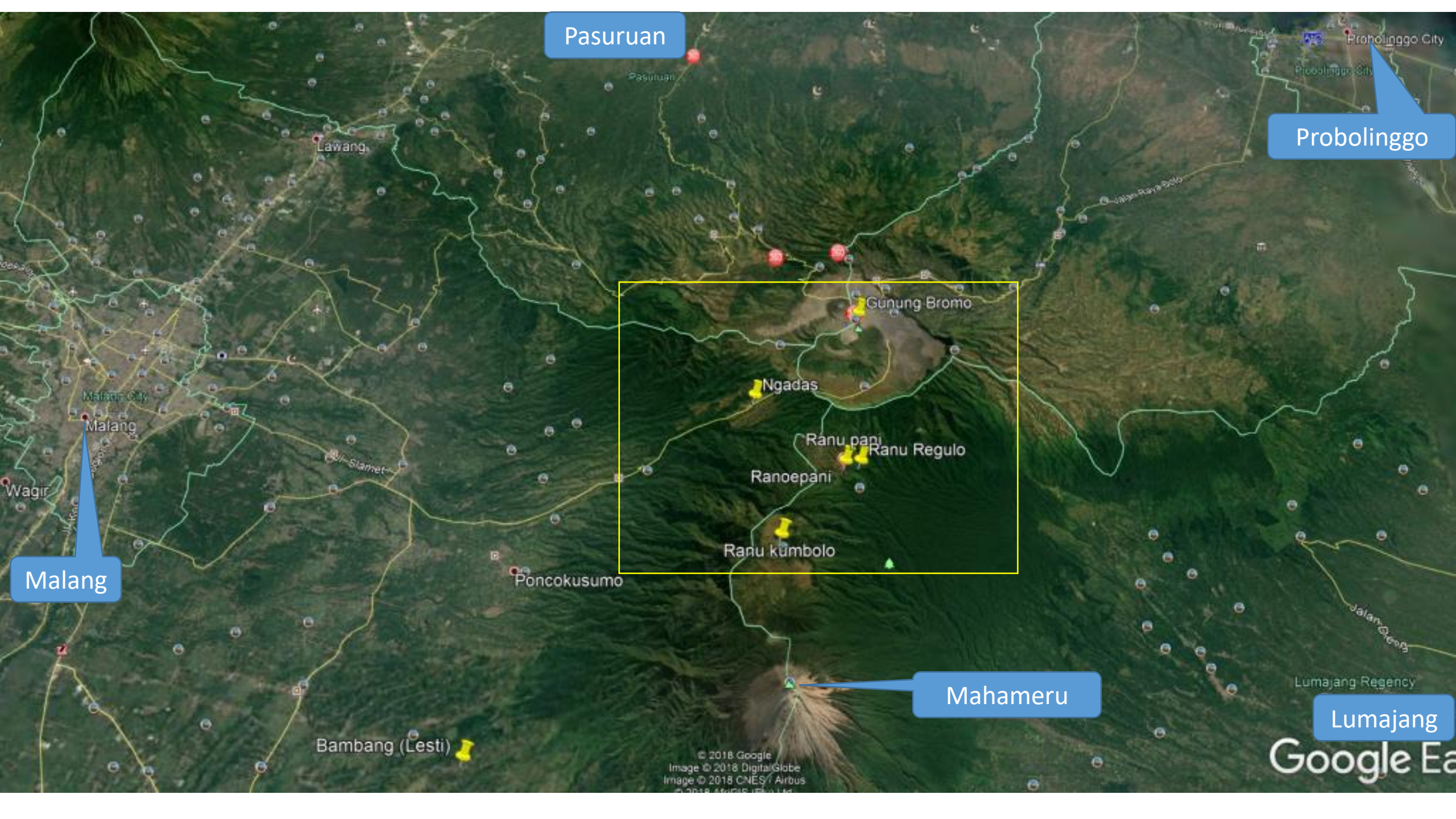
Contoh kasus di Ranu Pani,  
Kabupaten Lumajang

# ENAM FAKTOR PENTING



Foto: Kurniatun Hairiah

1. Tingkat erodibilitas tanah
2. Frekuensi terjadi banjir
3. Potensi terjadi runoff
4. Land use (macam & letak → filter)
5. Arah aliran air menuju ke sungai/dam
6. Penggunaan pestisida
7. Pemupukan (jumlah & jenis pupuk)



Pasuruan

Probolinggo

Malang

Mahameru

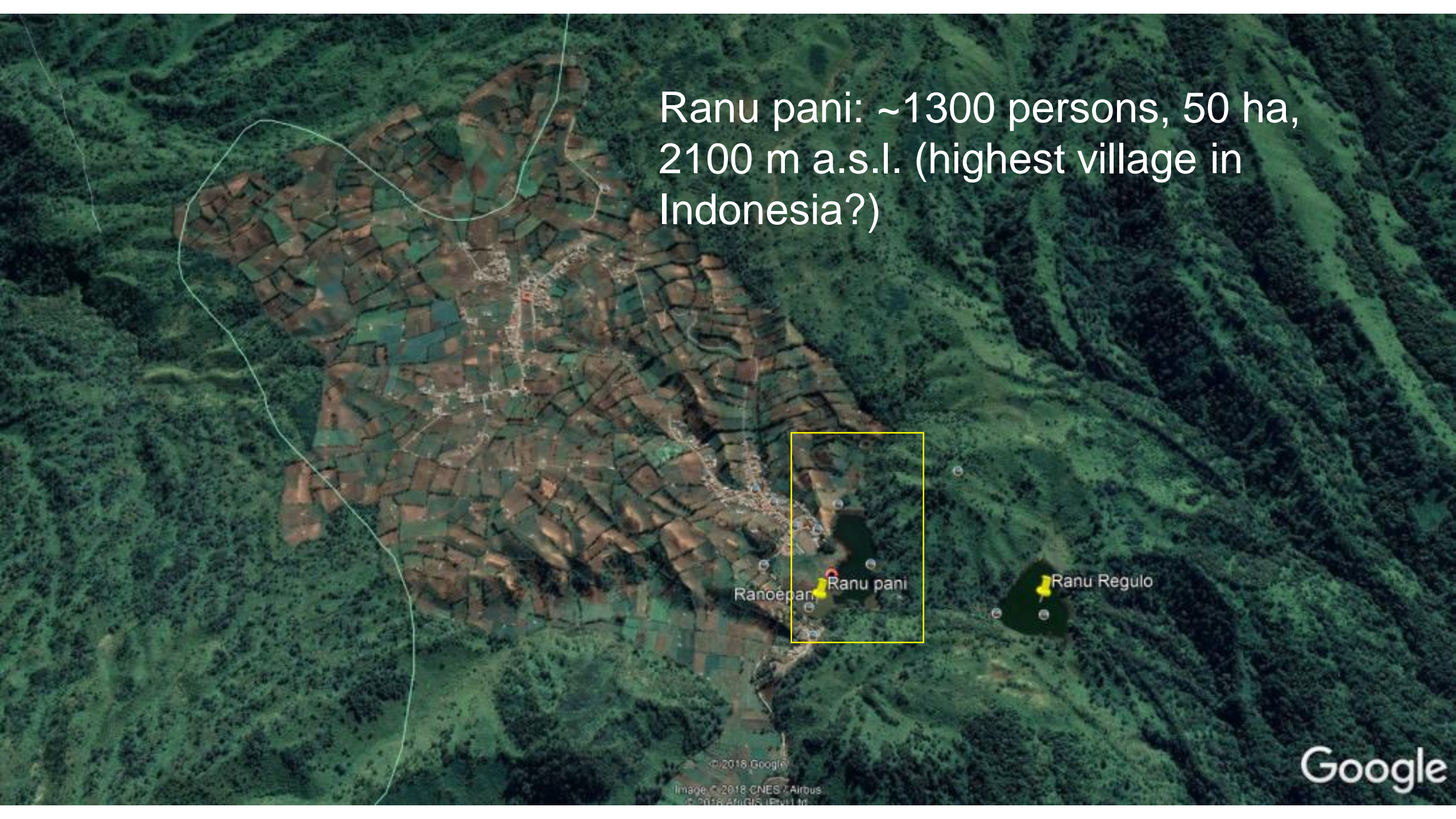
Lumajang

© 2018 Google  
Image © 2018 DigitalGlobe  
Image © 2018 CNES / Airbus  
© 2018 Mapbox (UK) Ltd.

Google Earth



Ranu pani: ~1300 persons, 50 ha,  
2100 m a.s.l. (highest village in  
Indonesia?)

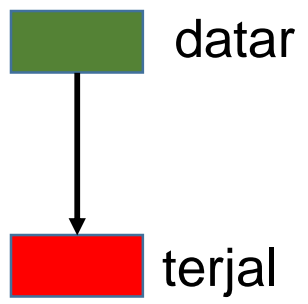
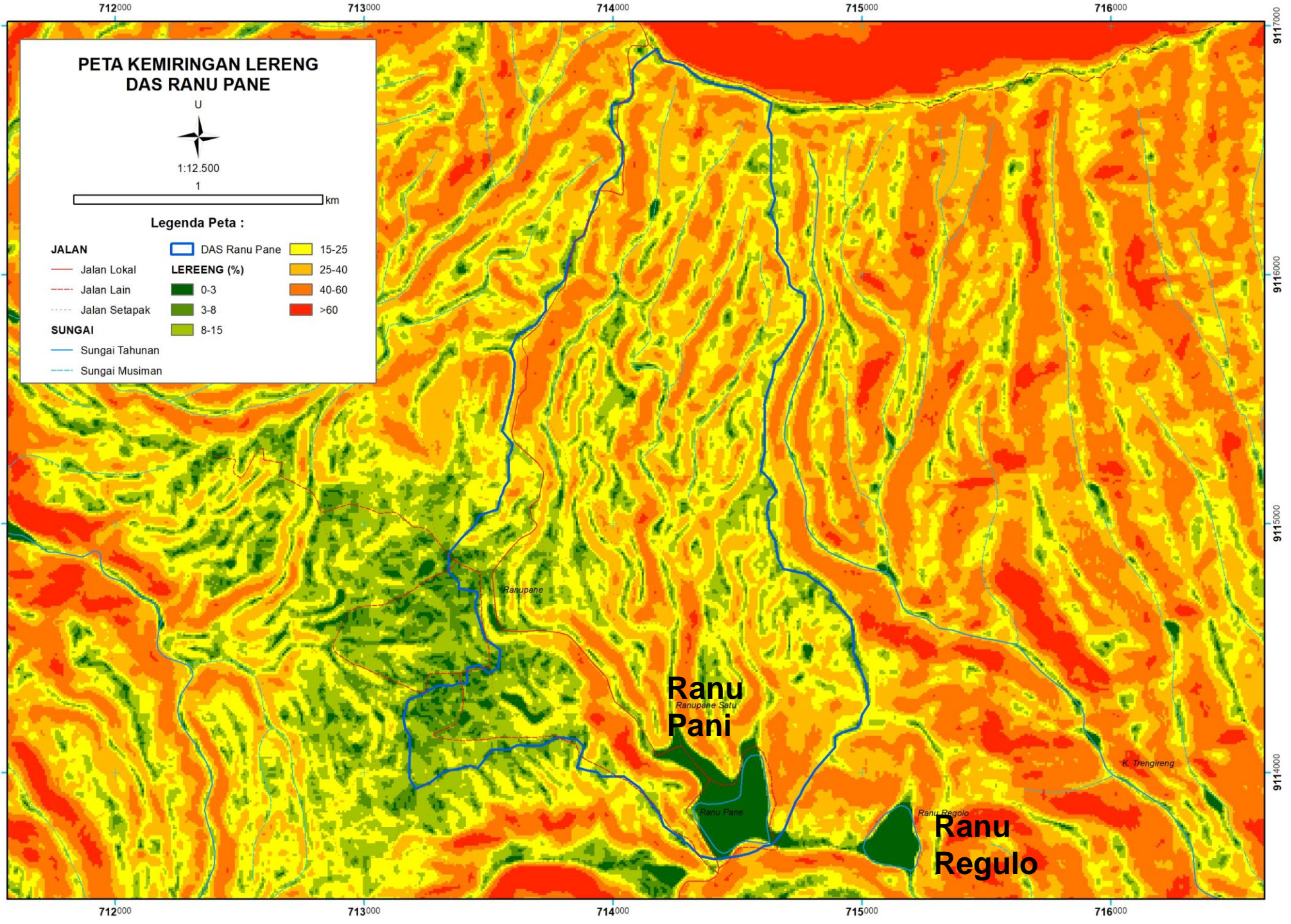


© 2018 Google

Image © 2018 CNES / Airbus  
© 2018 Airbus / IGN / Ifremer

Google

Lereng	Luas Ha	%
0-3	16.06	4.92
3-8	22.92	7.02
8-15	54.35	16.66
15-25	84.42	25.87
25-40	97.09	29.76
40-60	49.82	15.27
>60	1.62	0.50
<b>Total</b>	<b>326.23</b>	<b>100.00</b>



# Masalah

## Contoh Kasus di Ranu Pani, Kab. Lumajang

Pertanian Intensive →  
pollutant (sedimen &  
Hara) → **NO VEGETATIVE  
FILTER??**

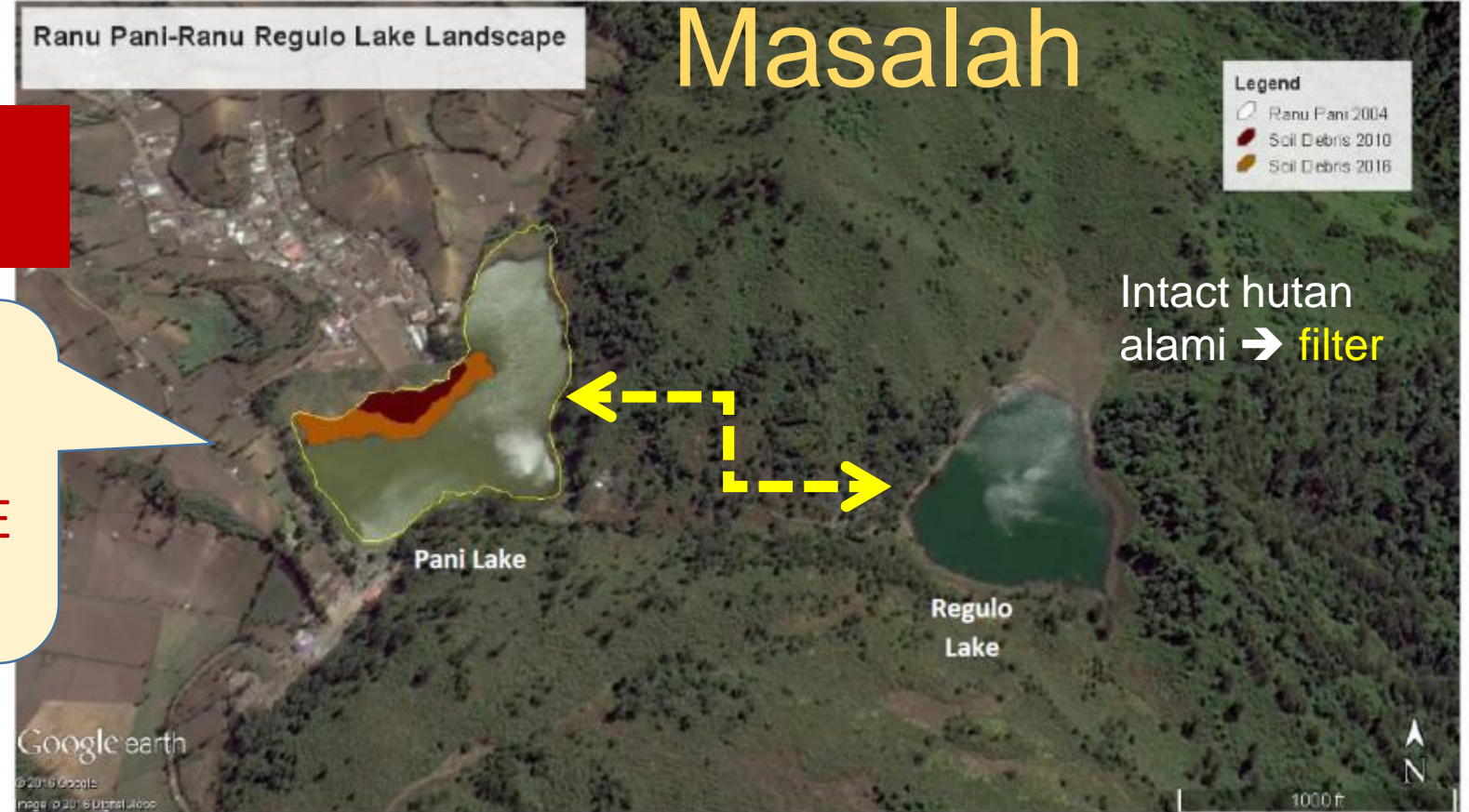
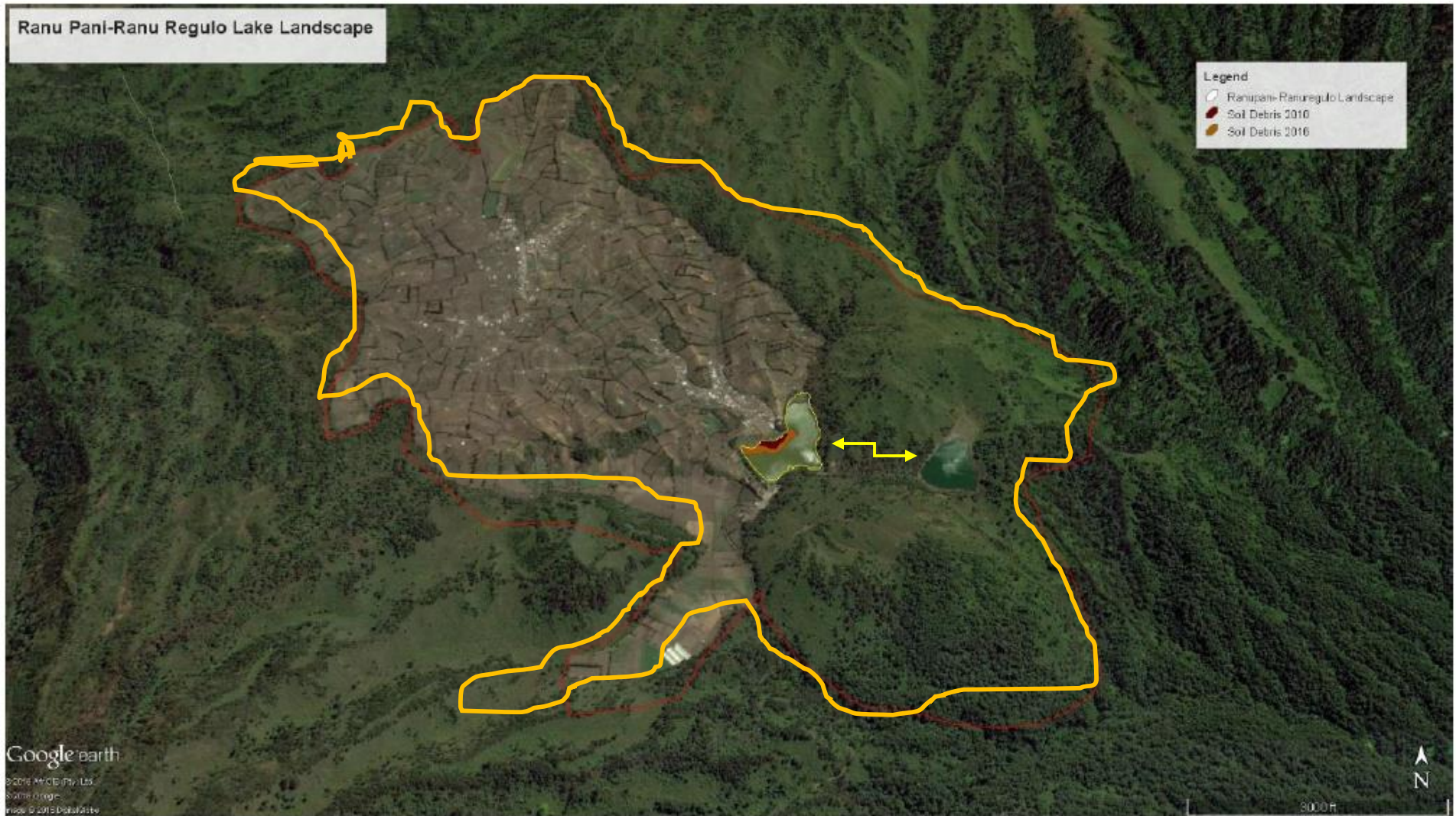


Figure 7. Pani Lake soil debris. The yellow line showed the water body in 2004. The current water body shows by the water picture along the 2016 border of soil debris. The Regulo Lake has different colour of water due to its intact condition.

### Ancaman:

1. Kualitas air menurun
2. Pendangkalan danau
3. Ekosistem pertanian & perikanan terganggu → produk pertanian menurun
4. Income (tourism) menurun

(Sumber: Hairiah & Rahmadhani, 2018)



Yellow

Figure 1. The boundary of Ranupani Landscape illustrated by the line. The two lake have a different water colour due to the high pollution content of fertiliser in Pani Lake (left side) compared to Regulo Lake (right side). The brown area was the soil debris in 2010, and the orange area is the soil debris in 2016.

# Sedimentasi selama musim penghujan



Figure 10. Sedimentation during rainy season in Ranu Pani Landscape. All the debris from agricultural fields directly deposited in the Pani Lake, including household waste.

- Hasil Erosi di lahan pertanian intensive di lereng terjal
- Longsoran tebing lahan dan tebing sungai
- Jalan setapak & pemukiman dsb

*Salvinia molesta* (*gulma air*) berkembang pesat di Ranu Pani (karena air danau sangat kaya hara) → mengancam ekosistem perairan & menurunkan biodiversitas flora dan fauna air & keindahan danau → potensi ecotourism menurun

Menyerap banyak  $O_2$



Dari mana datangnya nutrisi?



*Nutrient rich environment*

Figure 4. The abundance of *Salvinia molesta* as the indicator of severe pollution from fertiliser in Lake Pani

Figure 5. *Salvinia molesta* manual eradication process by the volunteers in 2012.

Dekomposisi BO *Salvinia* dalam air butuh banyak  $O_2$  → air danau semakin kekurangan  $O_2$

# Budidaya kentang dan sayuran di lereng terjal

## Hara hilang di Ranu Pani via:

- Terangkut run off & erosi
- Terangkut longsor
- Leaching
- Panen



Figure 3. The planting pattern of Potato and other agricultural products in Ranupani. It cuts the contour so the water run-off process is fast and the top soil removed quickly.

# BUDIDAYA KENTANG : Neraca hara di Ranu Pani



Informasi dari Pak Demsi (pendamping masyarakat di Ranu Pani)

Permusim tanam insektisida Rp 5 juta/ha

Pupuk kimia Phonska 100 kg/ha seharga Rp 250.000

Pupuk kandang ayam 200 sak/ha @ Rp 17.000

Tenaga Kerja	80 HOK	100,000
--------------	--------	---------

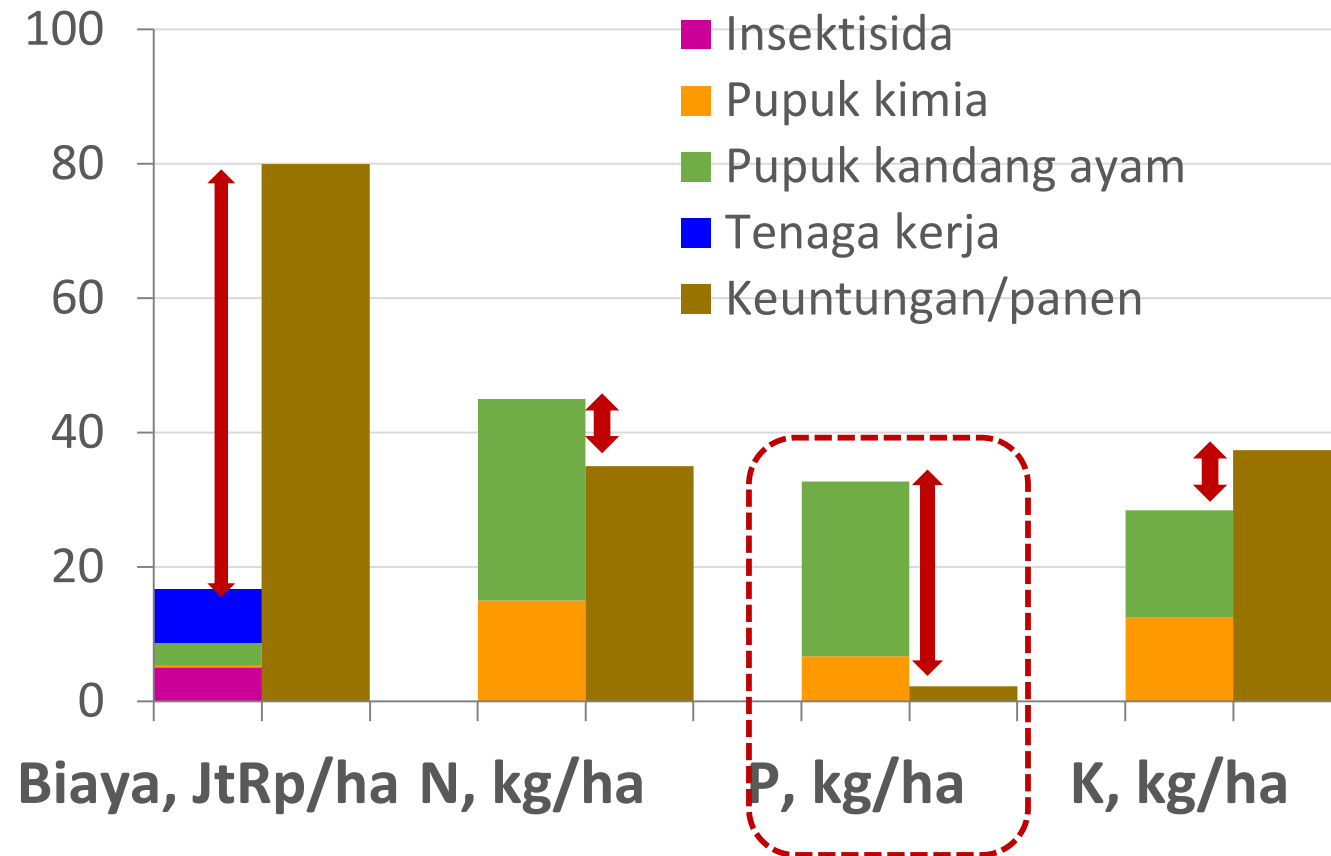
Aplikasi Pupuk kandang 2 ton/ha dan pupuk kimia Phonska 100kg/ha, menghasilkan 20 ton kentang, dengan kisaran harga kentang 4000-12000 per kg

<https://simplyindonesia.files.wordpress.com/2013/10/sisi-lain-desa-ranu-pani.jpg>



# BUDIDAYA KENTANG : Neraca hara 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



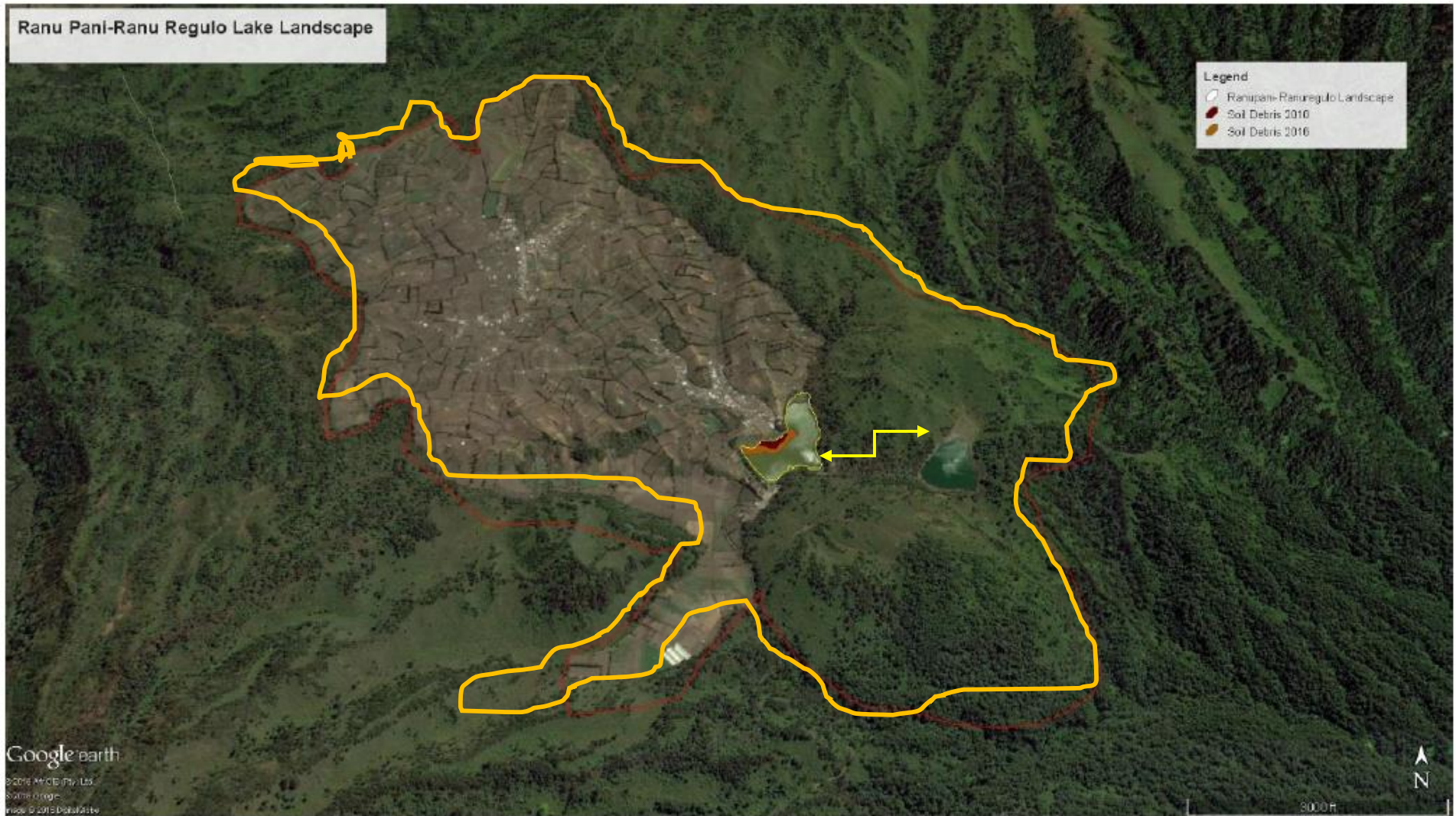


# Ranu Pani dari 2 waktu pengamatan

Danau telah bebas dari *Salvinia* setelah dibersihkan oleh Pemda Lumajang ....tetapi...

- Mengapa air danau pada tahun 2018 berwarna coklat dan hijau? Sedangkan, pada tahun 2019, air danau berwarna hijau saja
- Tahun 1980 luasan danau mencapai 8 ha, kedalaman 30m, sekarang luasan danau turun 50% kedalaman 4m





Keberhasilan Rehabilitasi Ranu Pani bergantung pada perbaikan kondisi lingkungan di sekitarnya (di luar kawasan Taman Nasional) baik ditinjau dari segi ekonomi, ekologi dan sosbud. Kesemuanya membutuhkan dukungan data spasial yang akurat mengenai Batasan wilayahnya, kepemilikannya, penanganannya dsb

Plot => Lanskap



Apa saja yang dijual dari satu warung ini?

Metode Pertanian “Cerdas” berbasis teknologi (Agri Drone Sprayer ~pestisida & pupuk cair), Drone surveillance drone untuk pemetaan lahan , Soil and Weather Sensor (sensor tanah dan cuaca)

# Smart farming



# REVOLUSI INDUSTRI 4.0

GIS sangat membantu terlaksananya Precision Farming

## Otomasi dan robot

Proses penerapan robotika, control otomatis, dan kecerdasan buatan di semua tingkat produksi pertanian

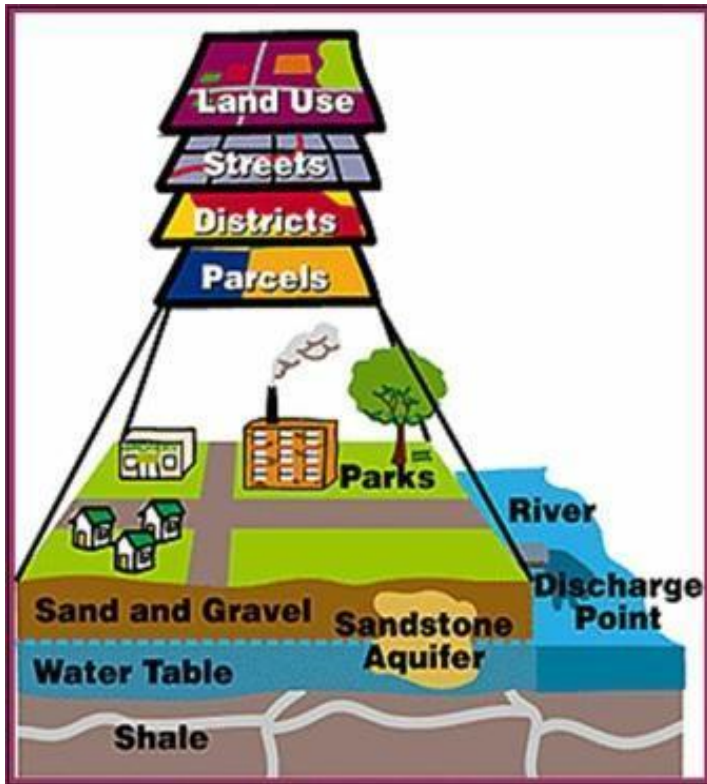
## Sistem Informasi Manajemen

Mengelola berbagai kebutuhan informasi, seperti informasi ketersediaan pasar, kebutuhan pasar, lahan, benih, pupuk, pestisida serta alat dan mesin Pertanian yang terintegrasi dalam satu aplikasi system yang diinstal dalam computer atau dalam Smartphone

## Pertanian Presisi (Precision Farming)

Sistem pengelolaan usaha tani secara tepat, dimana petani dapat mengetahui ketersediaan pasar suatu komoditas, menghitung jarak tanam, kebutuhan benih, umur panen dan hasil panen dengan tepat, menggunakan alat mesin Pertanian yang serba pintar. Hal tersebut terlaksana berkat ketersediaan technology internet (big data kecerdasan buatan (Artificial intelengence) clod computing dan DGS

# PENUTUP



- GIS dan RS sangat membantu dalam pengambilan keputusan Pengelolaan Lanskap yang berlanjut, melalui:
  - Peningkatan pemahaman akan interaksi berbagai proses di dalam suatu lanskap

TETAPIIIIIIIII....

Hati-hati jangan terpukau oleh Gambar Indah Sekali.....





# Sampai jumpa minggu ke 6

## BAB 6: LAYANAN LINGKUNGAN

Manfaat Biodiversitas bagi lingkungan di tingkat lanskap: Peran Biodiversitas dalam  
HIDROLOGI

# Terimakasih