

PENGANTAR AGROEKOSISTEM TROIKA LEMBAB

Oleh: Dr. Ir. Surya Darma, M.Si

Bahan Kuliah I

Smester II Agroekoteknologi

Kls Nim Ganjil

PS AGROEKOTEKNOLOGI FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAR MULAWARMAN
TAHUN 2022

Iklim di bumi ditentukan oleh matahari sehingga sering disebut iklim matahari. Banyak sedikitnya sinar matahari yang diterima oleh permukaan bumi karena perbedaan garis lintang menjadi dasar suatu iklim di wilayah tertentu. Daerah yang memiliki garis lintang kecil, maka menerima sinar matahari lebih banyak, sebaliknya semakin besar garis lintang menerima sinar matahari makin sedikit.

Wilayah Tropika adalah daerah di permukaan Bumi, secara geografis berada di sekitar ekuator atau khatulistiwa (0 derajat), dengan batas 23.5 derajat LS dan 23.5 derajat LU.

Wilayah tropika terbagi atas tropika basah & tropika kering, Indonesia masuk dalam tropika basah (hangat lembab). Lebih khusus lagi Pulau Kalimantan karakteristik iklimnya berbeda dengan pulau lain seperti Pulau Jawa. Karakteristik iklim tersebut mempengaruhi jenis-jenis tanah yang terbentuk, karakteristik tanah, pemanfaatan tanah terutama untuk budidaya pertanian dan cara-cara pengelolaannya.

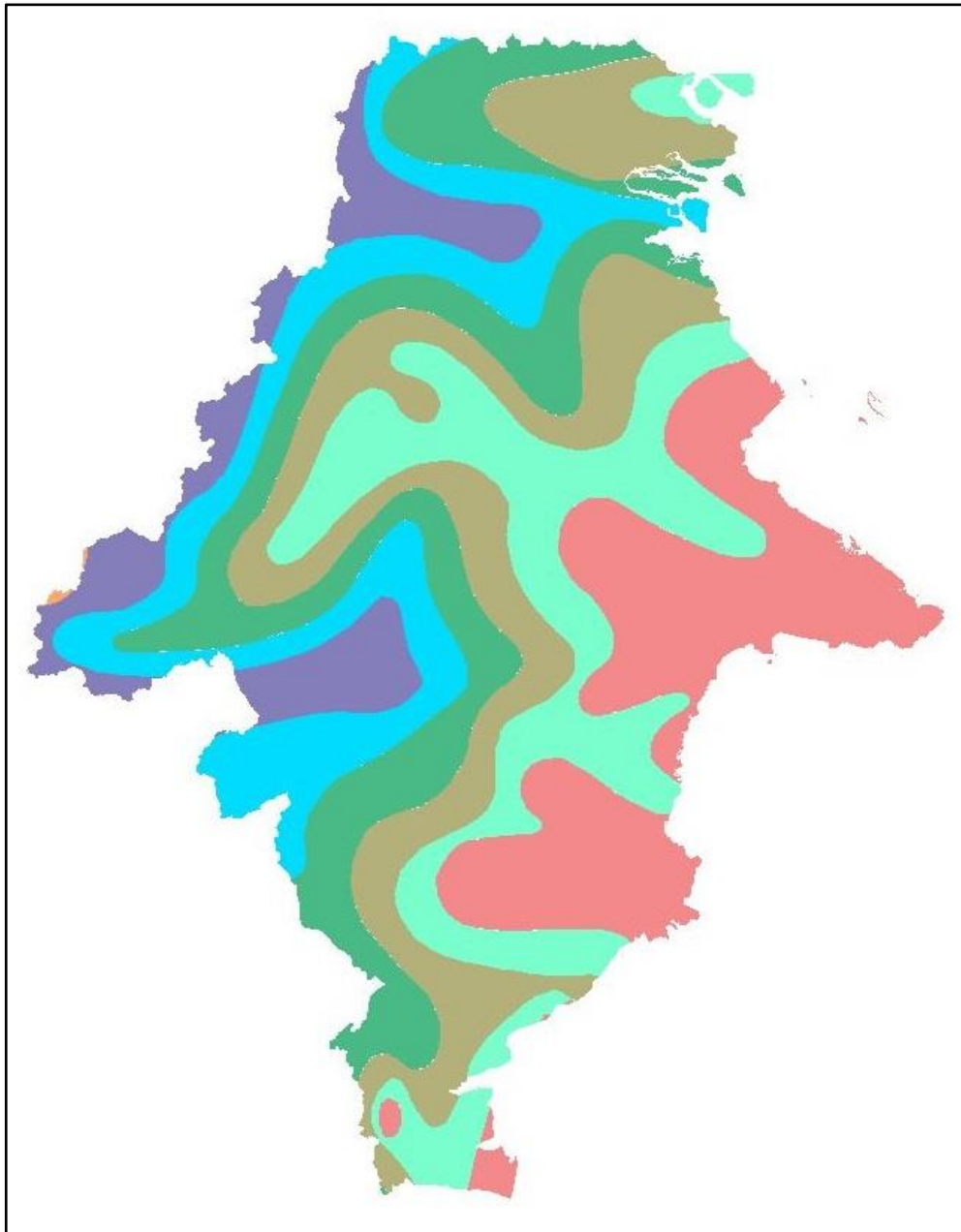


Sumber: <https://www.google.com>

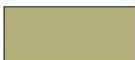

Karakteristik Umum Iklim Tropika (Tropik) Lembab:

- ☐ Suhu relatif tinggi, kisaran antara siang dan malam 24-32 C° tapi daerah pegunungan lebih rendah.**
- ☐ Kelembaban udara tinggi antara 80-95%**
- ☐ Curah hujan tinggi hampir rata sepanjang tahun (terutama P. Kalimantan) sekitar 2000-5000 mm/th**
- ☐ Hampir selalu berawan, lebih lagi Pulau Kalimantan**
- ☐ Vegetasi lebat (alami) hutan, keragaman tinggi dgn berbagai spesies. Sebagian hutan alam saat ini berubah antara lain menjadi perkebunan sawit, Hutan Tanaman Industri (HTI) dan pertambangan batubara (Kalimantan & Sumatera).**

CURAH HUJAN TAHUNAN RERATA KALTIM-KALTARA



KETERANGAN:

	1750 mm/th
	2250 mm/th
	2750 mm/th
	3250 mm/th
	3750 mm/th
	4250 mm/th
	4750 mm/th

Pengaruh Iklim Tropika Lembah

□ Biodiversitas Tinggi:

■ Hutan Hujan

- Tingkatan pohon penyusun hutan (kanopi) terdiri tumbuhan bawah, anakan pohon, pohon muda dan pohon dewasa.
- Berbagai macam jenis pohon, antara lain
 - ✓ Penghasil kayu (Meranti)
 - ✓ Penghasil buah (Durian hutan, Cempedak)
 - ✓ Penghasil madu (Banggeris)
- Kehidupan lainnya
 - ✓ Autotrofik (berklorofil)
 - ✓ Heterotrofik

Lanjutan

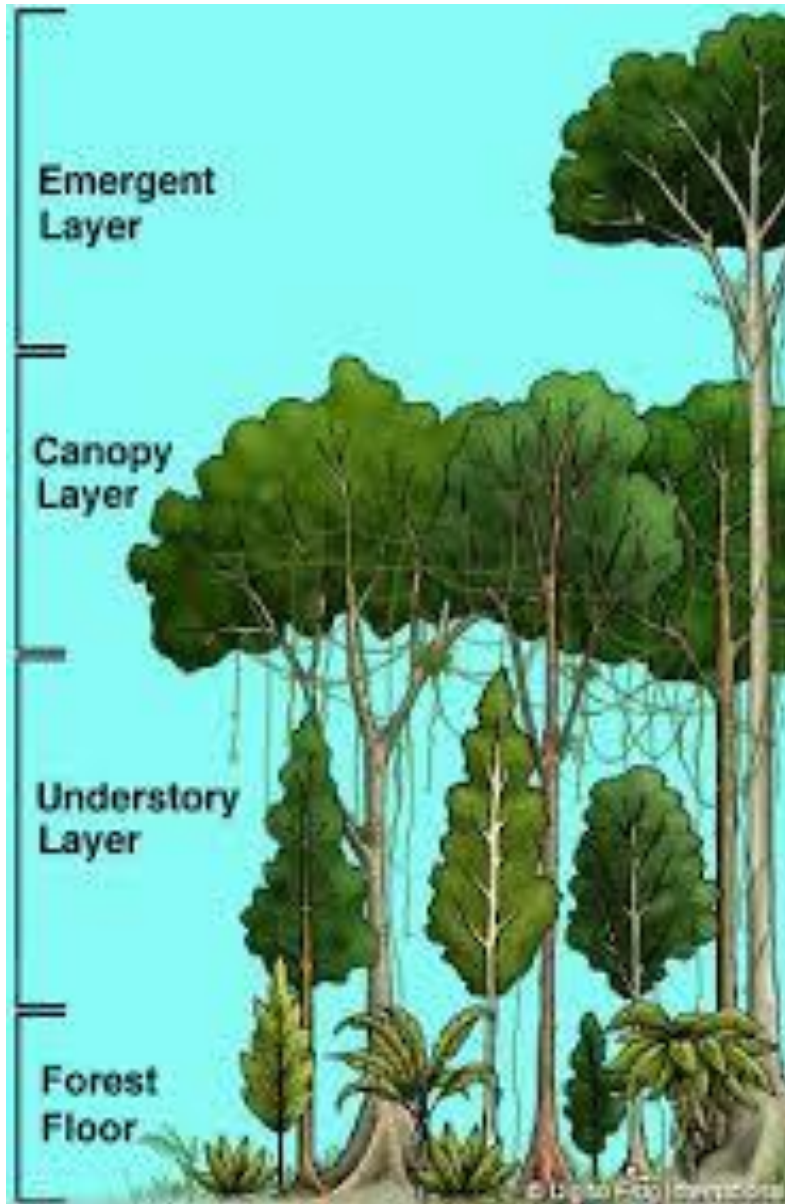
- **Kehidupan lainnya**
 - ✓ **Autotrofik (Dpt memproduksi makanannya)**
 - ✓ **Heterotrofik (Memerlukan tumbuhan un hdp)**
 - **Pemanjat (*Climber*): Rotan**
 - **Menempel (*Epipit*): Lumut, Anggrek**
 - **Pencekik (*Strangler*): Schefflera, Fagraea, Timonius, Spondias dan Wightia. Beringin**
 - **Parasit (*Parasite*): Benalu**
 - **Saprofit (*Saprophytes*): Jamur**
 - **Pada daerah beriklim sedang biasanya terdapat sekitar 50 jenis pohon dan semak perhektar lahan hutan, di hutan dataran rendah tropis dapat dijumpai 750 jenis atau lebih dalam setiap hektarnya, utamanya di hutan tropis asia dan amerika selatan.**

Kondisi Lantai Hutan Alam dan Sekitarnya

Banir Pohon (A), Banyak Seresah (B) & Akar Melilit Pohon (C)



Ilustrasi Tegakan Hutan Tropis Lembab



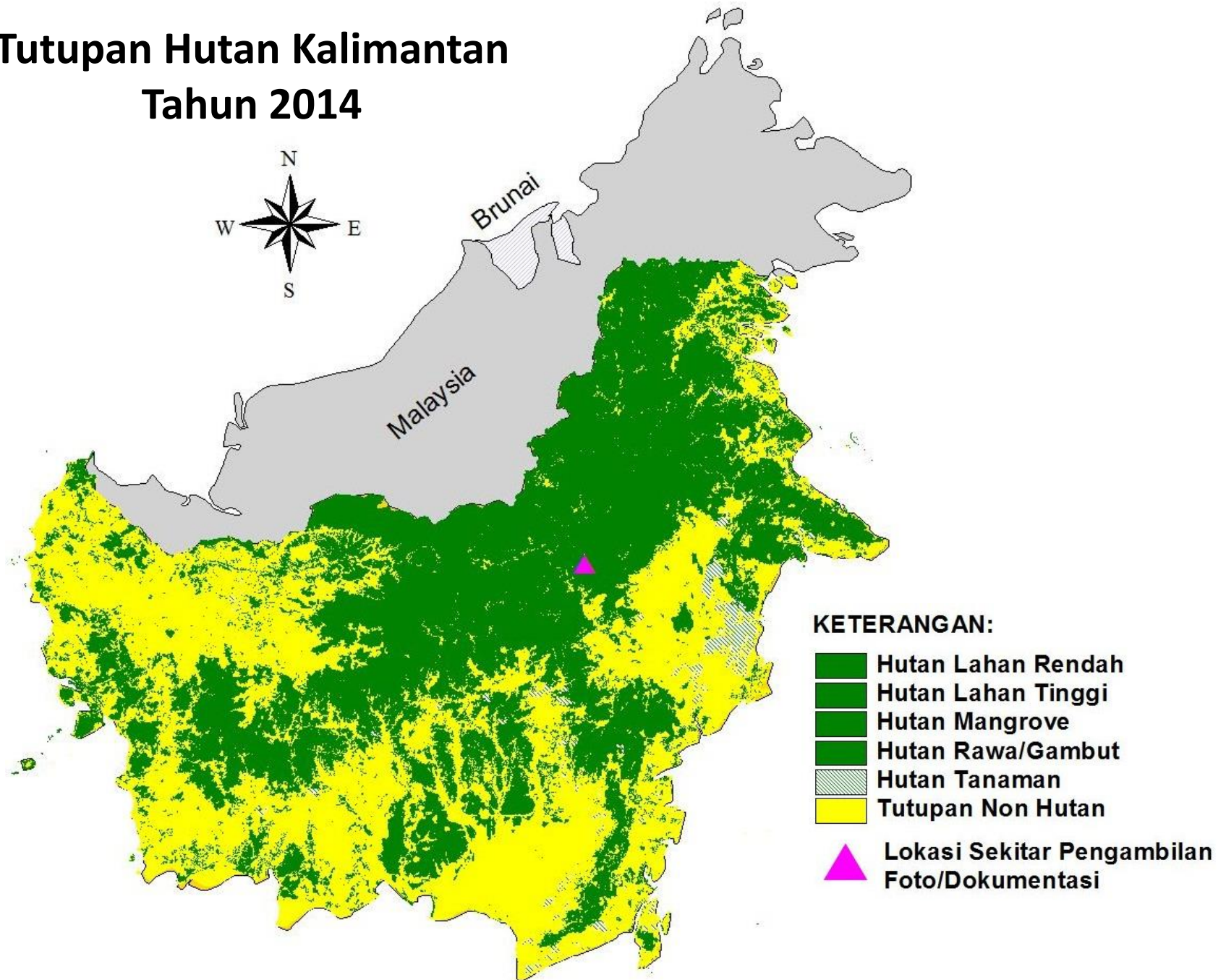
Emergent Layer: Lapisan paling atas atau paling tinggi biasanya pohon-pohon paling besar.

Canopy Layer: Lapisan kedua dengan tajuk yang lebih lebar dan rapat sehingga sinar matahari hanya sebagian kecil yang diteruskan ke bawah. Pohon-pohon lebih besar

Understory Layer: Pohon-pohon muda, pohon-pohon yang tertekan pertumbuhannya atau jenis pohon yang tahan terhadap naungan.

Forest Floor: Lapisan paling bawah, intensitas cahaya sangat kurang. Jenis tumbuhan yang toleran terhadap naungan.

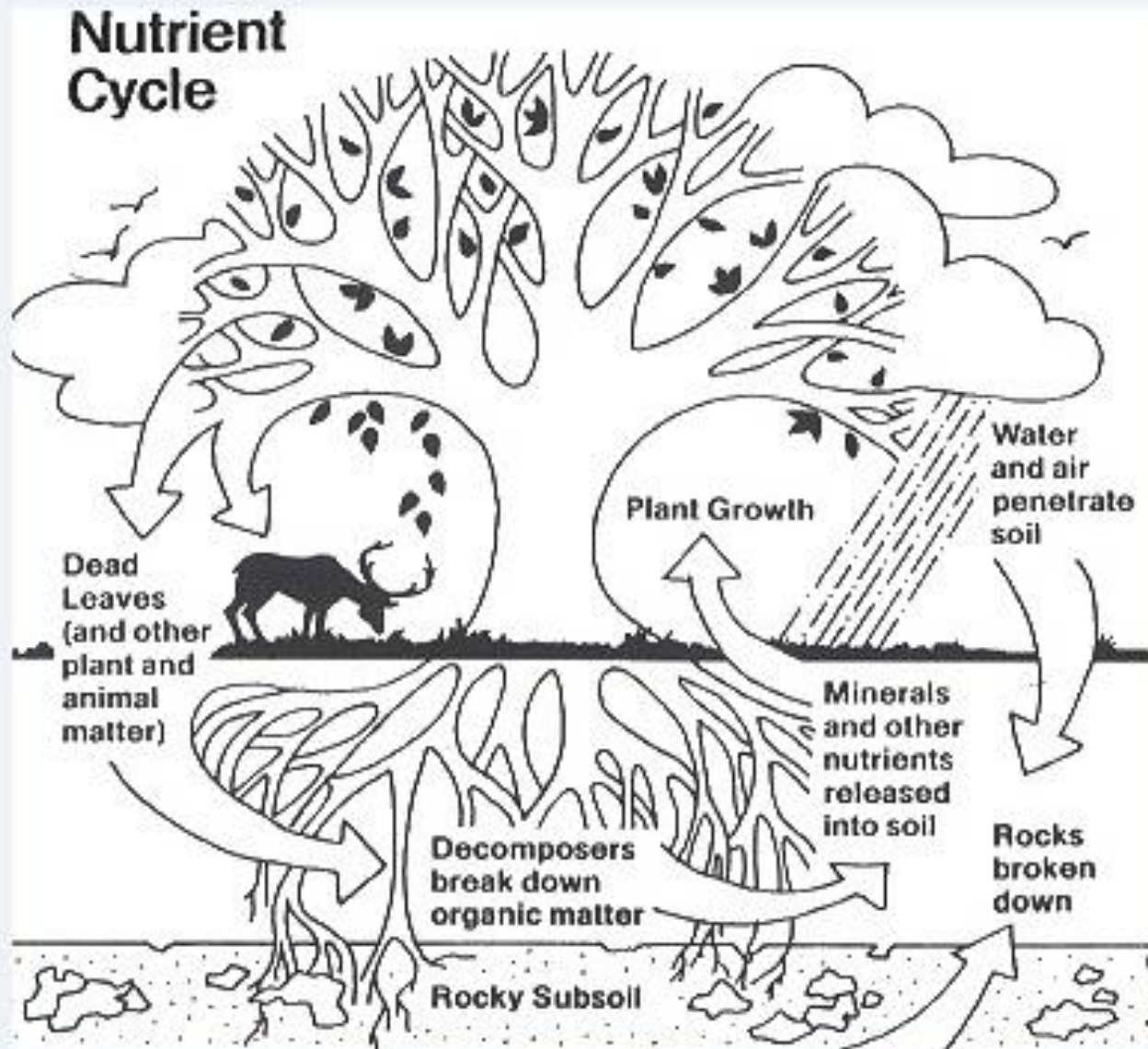
Tutupan Hutan Kalimantan Tahun 2014



SIKLUS HARA HUTAN KALIMANTAN

Ekosistem hutan alam mempunyai **siklus hara** tertutup. Sistem hutan alami memiliki **siklus hara tertutup**, dalam arti unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan vegetasi hutan diambil dari tanah, dan sebagian besar unsur hara tersebut dikembalikan lagi ke dalam tanah melalui daun, ranting atau cabang yang gugur kemudian terurai. Dalam sistem tersebut, jumlah kehilangan hara melalui pencucian dan erosi sangatlah kecil, sebagian besar cadangan hara tersimpan dalam vegetasi di atas tanah. Jika hutan kemudian dibuka untuk pemanfaatan lain seperti pengambilan kayu alam, perkebunan kelapa sawit, hutan tanaman industri (HTI), kegiatan pertambangan batubara sistem terbuka, maka secara perlahan tapi pasti merubah siklus hara tertutup menjadi **siklus hara terbuka**. Tidak ada lagi naungan yang menutupi siklus hara tersebut karena telah habisnya pohon yang ditebang sehingga tidak ada lagi yang mampu mengikat tanah dan melindungi tanah dari terpaan langsung butir-butir hujan. Aliran permukaan dan erosi akan bertambah yang membawa humus dan unsur hara keluar.

Siklus Hara Tetutup



➤ Pemegang Hak Pengambilan Kayu Masih Beroperasi di Kab. Mahakam Ulu



Sumber: Mahulu, Kaltim (Koleksi Pribadi Surya Darma, Februari 2019)



*Sumber: Mahulu, Kaltim (Koleksi Pribadi
Surya Darma, Februari 2019)*

Cara Pengangkutan Kayu di sungai

- A. Kayu Bulat di Rakit Kemudian di Tarik Kapal Motor
- B. Kayu Bulat di Muat Dalam Ponton di Tarik Kapal Motor

Cara A terbatas pada kayu timbul, cara B kayu timbul dan kayu tenggelam



*Sumber: Mahulu, Kaltim (Koleksi Pribadi
Surya Darma, Februari 2019)*

Dokumentasi Kondisi Hutan Kaltim/Kalimantan



Sumber: Mahulu, Kaltim (Koleksi Pribadi Surya Darma, Februari 2019)

Lanjutan

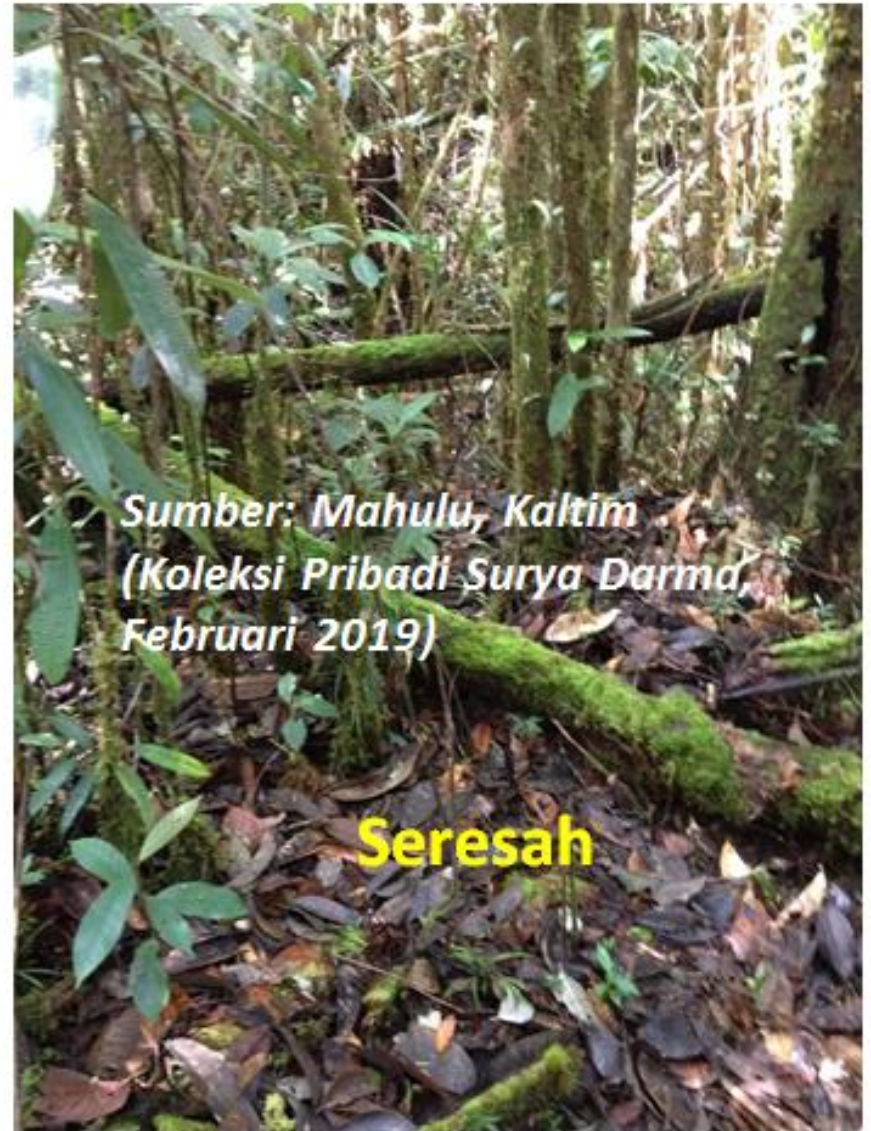


Lanjutan



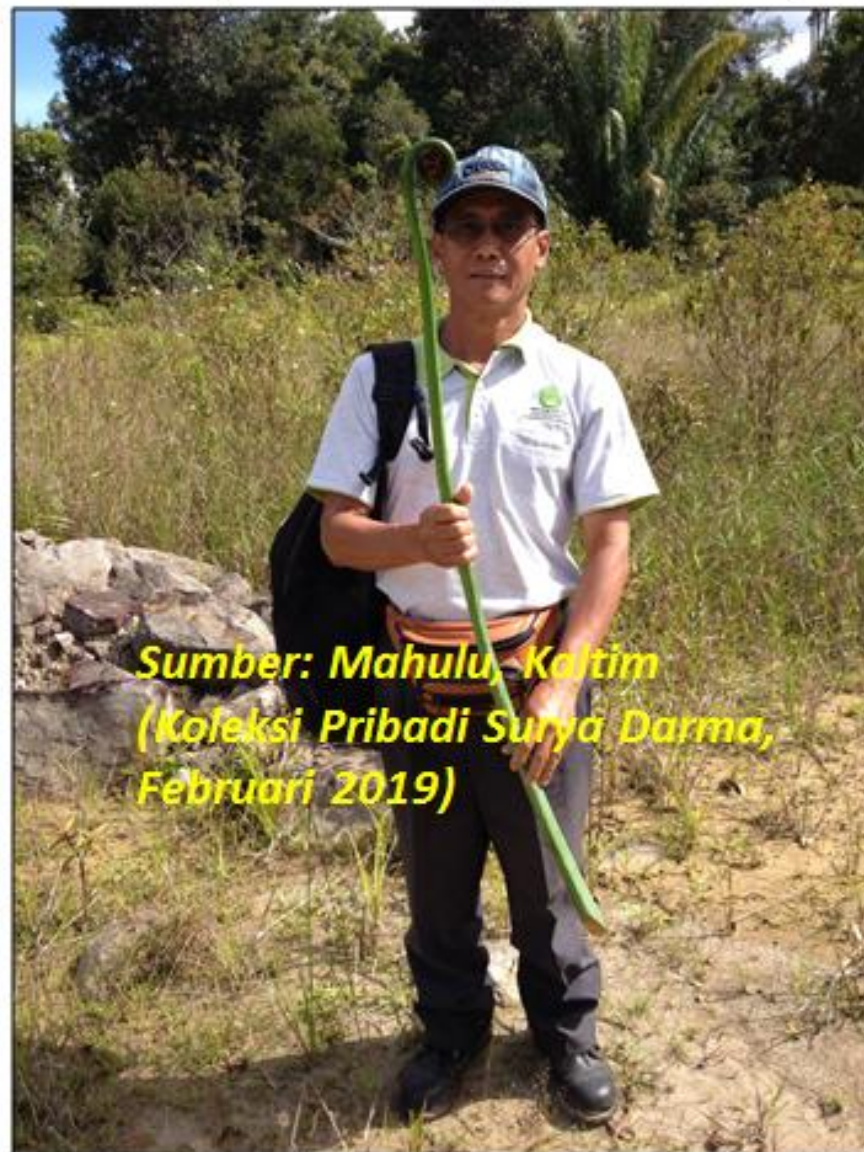
Sumber: Mahulu, Kaltim (Koleksi Pribadi Surya Darma, Februari 2019)

Kondisi Lantai Hutan

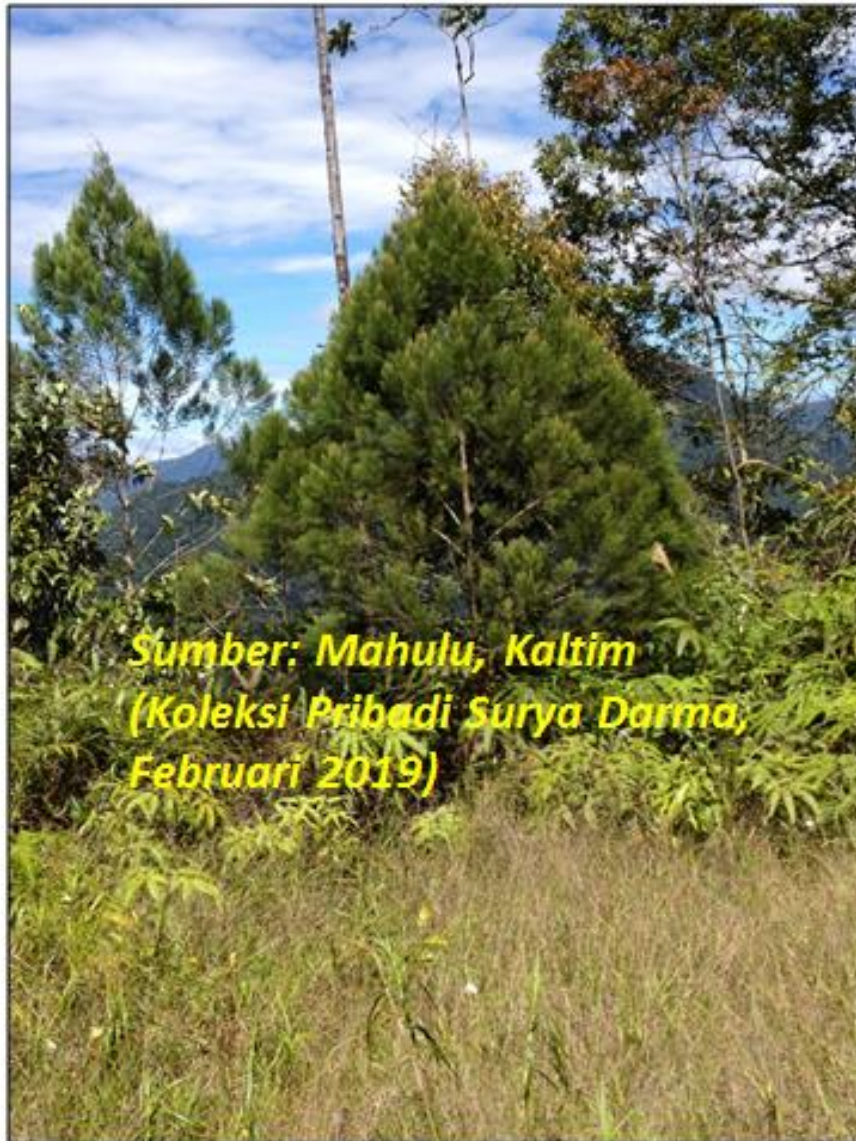


Terdapat Vegetasi Tertentu

Jenis Pakis Berbatang 'Tinggi' (*Cibotium Barometz*) Pada Ketinggi ± 1000 m dpl



Jenis Pinus Hutan Tumbuh Alami (A) & Kantong Semar (B) Pada Ketinggi ± 1000 m dpl



❑ **Percepatan Proses Pelapukan:**

- **Bahan Organik/Hayati**
- **Bahan Anorganik**

❖ **Pelapukan Bahan Organik**

▪ **Pelapukan Fisik**

- **Terlihat pada tumbuhan terutama jenis berkayu, berserat, berakar dll.**
- **Bagian tumbuhan mengering, menjadi lebih kaku, perubahan bentuk, perubahan warna dll.**
- **Kayu jenis tertentu mudah mengalami pengerutan jika terkena teriknya matahari & kembali seperti semula (mengembang) jika suhu turun. Tenaga tekan karena mengembang dapat menyebabkan retakan/pecahan pada bahan lain yang berdekatan.**

Lanjutan

- **Pelapukan Biologi**
- Ketika makhluk hidup memakan makhluk hidup lain/bagian dari makhluk hidup yang lain sebagai rantai makanan, ketika dicerna juga terjadi pelapukan secara kimia. Jika keluar dari “perut” berupa “kotoran”.
- **Pelapukan Kimia**
- Peruraian bagian-bagian penyusun makhluk hidup menjadi bagian yang lebih sederhana disertai pelepasan unsur (mineralisasi) dan senyawa sederhana penyusunnya ke lingkungan.
 - ✓ Senyawa sederhana: NH_3^{\uparrow} , $\text{H}_2\text{S}^{\uparrow}$, CO_2^{\uparrow} dll.
 - ✓ Mineralisasi unsur hara logam: Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ dll
- Hasil akhir pelapukan kimia merupakan daur ulang beberapa unsur hara penting penyusun makhluk hidup kembali tersedia untuk tumbuhan. Khusus Pulau Kalimantan mekanisme ini sangat penting & dominan karena tdk ada lagi gunung api aktif yang mengeluarkan bahan yang menyuburkan tanah.

- **Pelapukan bahan organik/hayati, sebelum terurai secara sempurna akan menjadi bahan yang sangat diperlukan untuk menyuburkan tanah. Bahan itu dikenal dengan kompos, humus atau bunga tanah. Kompos atau humus merupakan bahan antara dalam proses pelapukan bahan organik. Pada akhirnya hanya tertinggal unsur penyusunnya yang berupa golongan logam yang tersedia kembali untuk diserap akar dan menjadi penyusun bagian jaringan tumbuhan. Unsur penyusun lainnya seperti C, H, O, N, S masuk ke udara berupa senyawa sederhana sebagai gas.**
- **Lapisan tanah permukaan yang mengandung humus dengan warna gelap atau kehitaman dalam Ilmu Tanah disebut lapisan organik atau Horizon Organik (O). Dalam reklamasi lahan, lapisan tanah dari permukaan hingga kedalaman \pm 100 cm (0-100 cm) sering disebut “Tanah Pucuk” yang di pindahkan sebelum penambangan dan ditumpuk ditempat lain, setelah selesai penambangan dikembalikan lagi disebar dipermukaan untuk media tanaman revegetasi.**



Pengambilan Contoh Tanah Menggunakan Bor Tanah

*Sumber:
Desa Magalau Hulu, Kec. Kelumpang Barat,
Kotabaru, Kalsel (Koleksi Pribadi Surya Darma,
Februari 2012)*

02.23.1012.10.58

Hasil Pengambilan Contoh Tanah Dengan Bor Tanah



❖ Pelapukan Bahan Anorganik (Batuan)

▪ Pelapukan Fisika

Penyebabnya:

- ✓ Pengaruh Iklim
 - Suhu
 - Kelembaban
 - Curah Hujan
- ✓ Gesekan/Tekanan
- ✓ Kristalisasi Garam
- ✓ Kegiatan Manusia

Lanjutan

- ✓ **Pengaruh Iklim**
 - **Suhu**
 - **Kelembaban**
 - **Curah Hujan**

Pengaruh suhu terutama perubahan suhu antara siang dan malam hari yang drastis. Siang hari sonar matahari yang terik menyebabkan suhu naik mencapai hingga $\pm 40^{\circ}\text{C}$, sedangkan malam hari dapat mencapai $\pm 10^{\circ}\text{C}$. Saat suhu tinggi bebatuan akan mengembang dan saat suhu turun akan mengalami pengkerutan yang cepat pada bagian permukaan. Terjadi kontraksi tekanan menyebabkan bagian permukaan pecah. Siklus demikian terjadi secara berulang-ulang.



Pelapukan Batuan Secara Fisik

Sumber: <https://www.google.com>



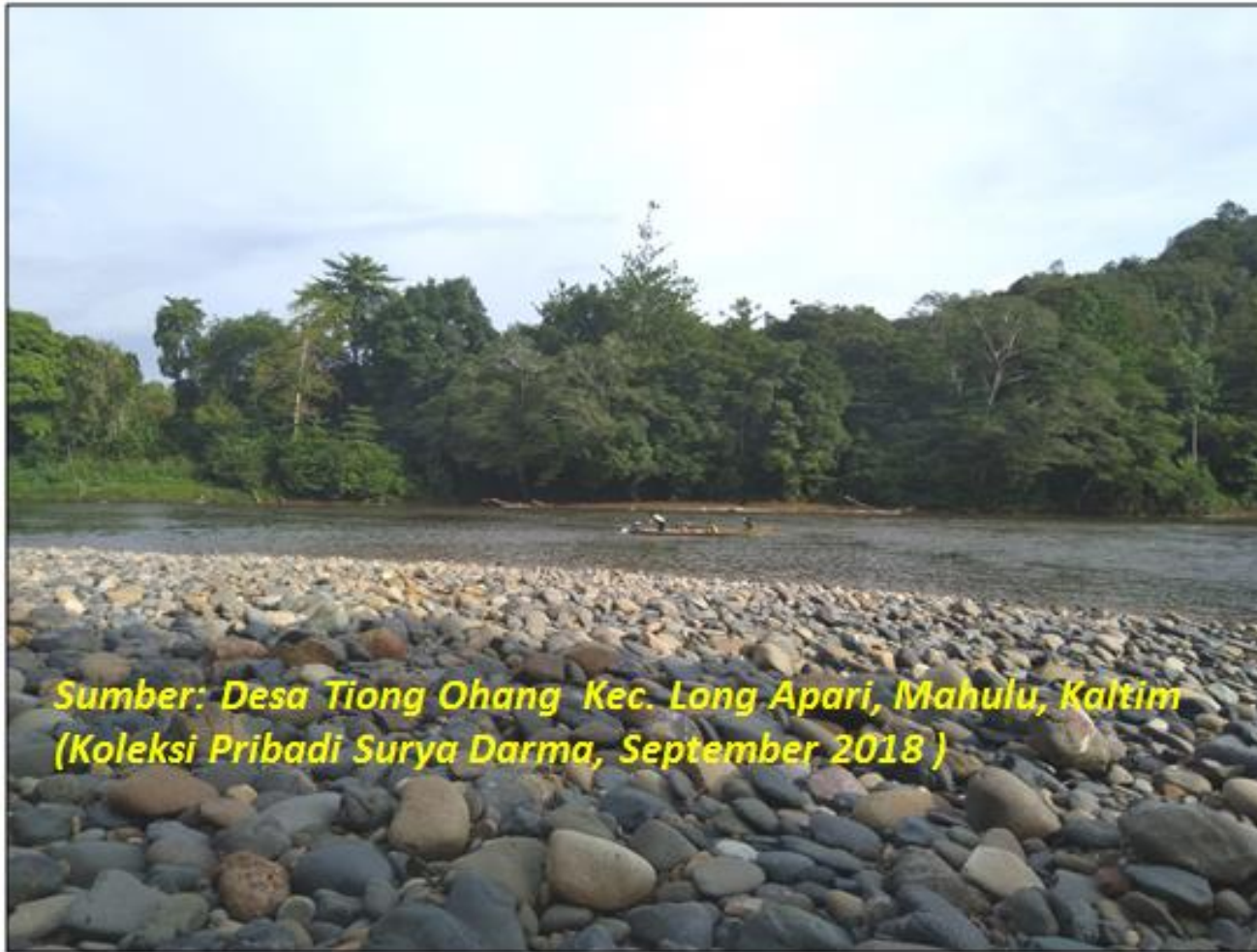
Lanjutan

- Pengaruh suhu terutama perubahan suhu antara siang dan malam hari yang drastis umumnya terjadi pada wilayah yang beriklim ekstrim, seperti wilayah Afrika.
- Wilayah Indonesia yang banyak terjadi proses pelapukan ini adalah NTT dan sekitarnya.
- Di daerah kita Pulau Kalimantan juga terjadi terutama jika batuan terbuka. Jenis batuan pasir (sand stone) mudah “pecah” sehingga komponen antara partikel pasir mudah lepas karena interaksi antara curah hujan yang tinggi dan suhu.

Lanjutan

- ✓ **Pengaruh Gesekan/Tekanan**
- **Curah hujan yang tinggi menyebabkan air pada sungai mengalir sepanjang tahun (S. Mahakam, S. Kayan, S. Barito, S. Kapuas dll) di Kalimantan. Bagian hulu sungai biasanya berarus deras atau jeram. Bebatuan mengalami pengikisan, kerikil atau kerakal didasar sungai dihanyutkan kehilir, dalam “perjalanannya” menggelinding sehingga berbenturan atau bergesekan dgn batuan yang lain. Gesekan dan benturan menyebabkan “Pecah” atau tergerus permukaannya, sehingga bentukan batumannya membulat.**

Pecahan Batuan Di Badan Air/Sungai



Desa Tiong Ohang Ibu Kota Kecamatan Long Apari, Mahulu



Sumber: Google.com

Lanjutan

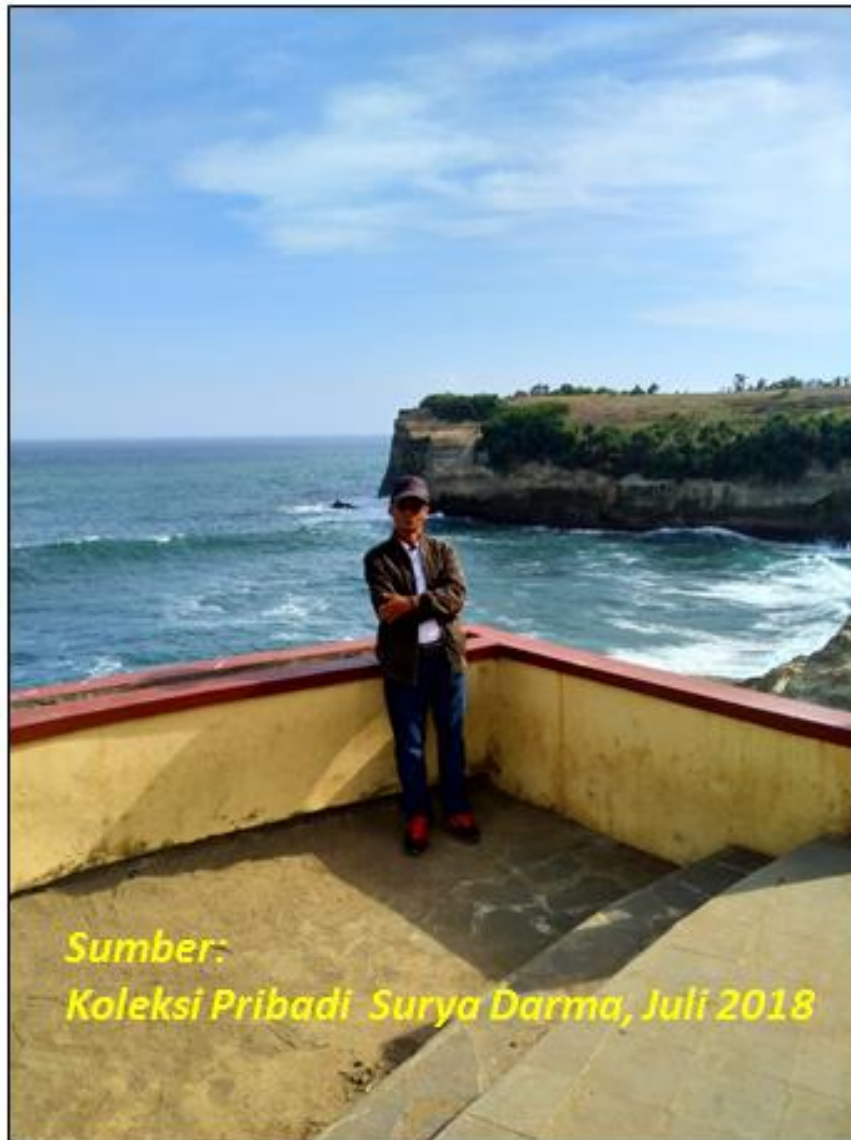
Pecahan Batuan Di Badan Air/Sungai



Sumber: Google.com

- **Terpaan gelombang laut terutama daerah bertebing curam sekitar pantai menyebabkan batuan mengalami pengikisan. Hal ini banyak terjadi pada pantai selatan Pulau Jawa.**

Pantai Klayar, Pacitan Jatim



Sumber:
Koleksi Pribadi Surya Darma, Juli 2018



Sumber:
Koleksi Pribadi Surya Darma, Juli 2018

Pengikisan Tebing Batuan Oleh Terpaan Gelombang Air Laut



lanjutan

✓ Pengaruh Kristalisasi Garam

Biasanya batuan sekitar pantai mengandung bahan garam karena terpapar dgn air laut. Garam dalam pori-pori batuan dapat berubah bentuk menjadi “kristal” yang menyebabkan volumenya bertambah dan memberikan tekanan, akibatnya batuan mengalami retak-retakan dan pecah.

Lanjutan

✓ Pengaruh Kegiatan Manusia

Kegiatan manusia turut memberikan percepatan pelapukan secara fisik. Kegiatan itu antara lain:

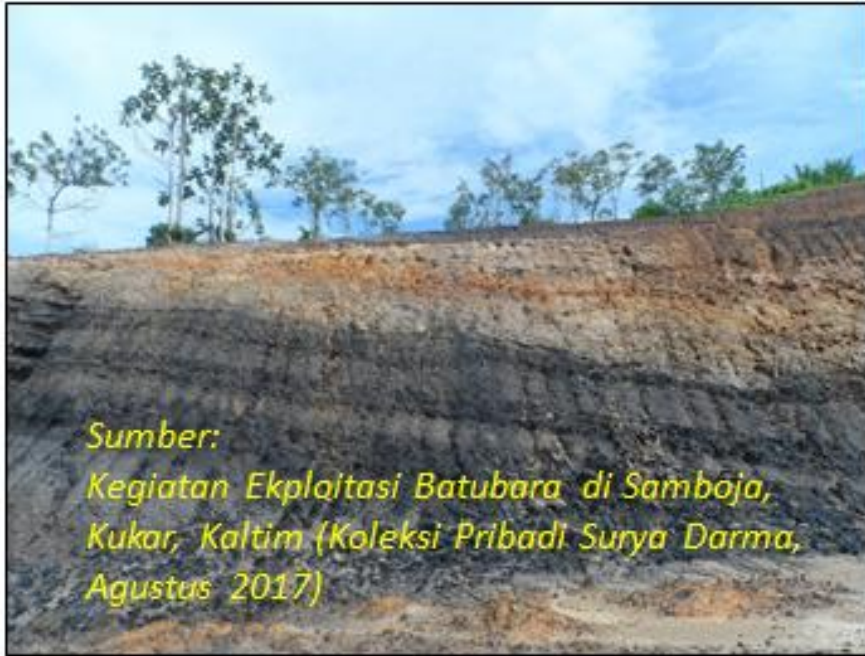
○ Aktivitas pembangunan

Kegiatan pembangunan fisik yang dilakukan seperti pembuatan jalan, gedung, waduk, terowongan dll menyebabkan pembuaan lahan yang memotong, membongkar, mengeruk batuan sehingga terjadi pelapukan fisik.

○ Aktivitas Pertambangan (Batubara, Emas, Nikel, Bauksit, tembaga dll)

○ Aktivitas pertanian

Tertama didaerah yang kekurangan tanah/ lahan untuk pertanian. Batuan digali, diberi tanah untuk menanam.



Aktivitas Pertambangan Batubara



❖ **Pelapukan Bahan Anorganik (Batuan)**

▪ **Pelapukan Biologi**

Penyebabnya:

✓ **Penetrasi akar tumbuhan**

Penetrasi akar terutama tumbuhan pada daerah berbatuan menyebabkan tekanan yang makim besar karena akar mengalami pertumbuhan dan membesar, sehingga batuan menjadi pecah.

✓ **Kegiatan hewan**

Jenis hewan tertentu membuat sarang dan mencari makanannya dibebatuan atau membuat lubang ditanah. Jenis binatang seperti landak, tikus, dll bersarang dengan membuat lubang.



Aktivitas Binatang

Sumber: <https://www.google.com>



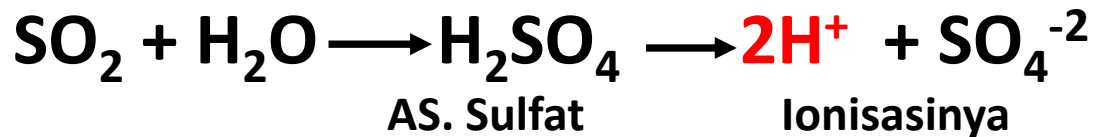
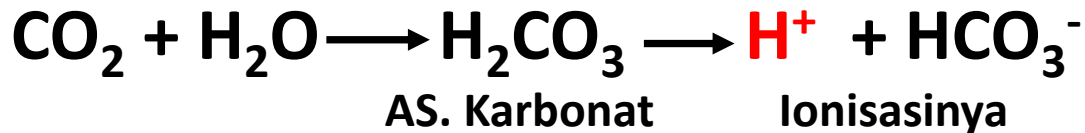
- **Pelapukan Bahan Anorganik (Batuan)**
 - **Pelapukan Kimia**

Penyebabnya:

 - ✓ **Hujan asam**
 - ✓ **Pelarutan batuan kapur**
 - ✓ **Oksidasi reduksi**
 - ✓ **Hidrolisis**
 - ✓ **Hidrasi molekul air**

lanjutan

- ✓ Hujan asam (jika pH air hujan $\leq 5,6$)
 - Atmosfir mengandung gas pemicu asam di antaranya CO , CO_2 , SO_2 , NO_x , N_2O . Secara alami air hujan yang bersifat asam sudah terjadi sejak lama, udara mengandung gas CO_2 yang bersinggungan dengan uap air/molekul air (H_2O)



Aktivitas
Manusia:
Cenderung
Bertambah

Lanjutan ...

Hujan asam terjadi karena adanya gas-gas penyebab asam, yang dominan adalah gas dari belerang (S). Gas belerang terutama dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga uap berbahan bakar **Batubara**. Oleh karenanya pemerintah akan mengganti pembangkit listrik secara bertahap mulai tahun 2025 mengganti dgn energi baru terbarukan (EBT). Listrik yg dihasilkan untuk memasok kawasan Industri moderen Tanah Kuning di Kab. Bulungan sbg salah satu yg terluas di dunia, luas ± 15.000 Ha.

Contoh:

- <https://www.youtube.com/watch?v=knjDHFQKzMo>
- *Pembangunan bendungan PLTA di Sungai Kayan, Kabupaten Bulungan, Prov. Kaltara Secara bertahap, total ada 5 bendungan. Kegiatannya sdh dimulai beberapa thn lalu, tdk lama lagi masuk tahap konstruksi bendungan 1 di Kec. Peso, Bulungan.*
- ✓ Hal lain bertambah tingginya kandungan gas CO₂ diudara juga dapat menyebabkan air hujan masam, walaupun sifatnya asam lemah.

Lokasi Sekitar Rencana Bendungan PLTA 1 di Kec. Peso



Sumber:

***Rencana Lokasi PLTA 1 Sungai Kayan, Kec. Peso, Kab Bulungan, Kaltara
(Koleksi Pribadi Surya Darma November, 021)***

Monumen Peresmian Oleh Presiden Jokowi Thn 2020 Rencana Bendungan PLTA 1 Sungai Kayan di Kec. Peso



Sumber: Google.com

Progres Pembangunan

(a) Tahun 2021

(b) Tahun 2022



(a)

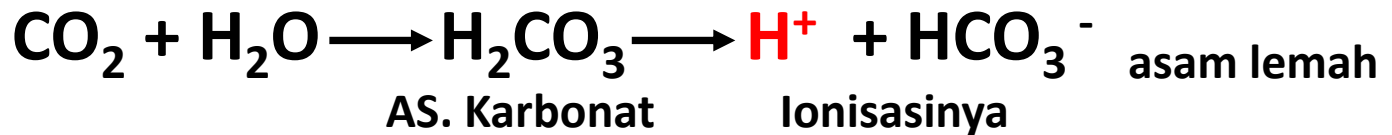


(b)

Lanjutan

- ✓ Pelarutan batuan kapur

Batuan kapur mudah larut karena adanya air bersifat asam.



Adanya asam mempercepat pelarutan batuan kapur yang mengandung senyawa CaCO_3 . Tahap awal pembentukan lubang-lubang kecil (sink hole) karena reaksi hidrolisis (reaksi dgn asam lemah) atau retakan-retakan. Lubang-lubang akan saling bergabung membentuk lubang/cekunga lebih besar (doline). Jika doline saling terhubung terbentuk cekungan lebih besar (uvala).

Lanjutan

Antar uvala akan saling terhubung membentuk dasar lembah yang luas berkelok-kelok akibat runtuhnya bagian atas uvala membentuk poljes. Selanjutnya akan terbentuk gua-gua bawah tanah dan sungai bawah tanah. Contoh batuan kapur banyak terdapat di Kab. Kutai Timur & Kab. Berau, Kaltim. Kab. Tanah Bumbu, Kalsel.



**Batuan Kapur
Sekitar Sungai
Kupang, Tanah
Bumbu Kalsel.**



Sumber: <https://www.google.com>

✓ Oksidasi reduksi

Reaksi Oksidasi-Reduksi biasanya terjadi pada batuan-batuan yang mengandung besi. Reaksi ini menghasilkan Oksidabesi yang volumenya lebih besar dan batuanannya akan pecah. Tanah-tanah di Kalimantan kaya akan oksida besi sehingga sering menjadi masalah kesuburan tanah.

- Oksidasi: Proses pelapukan mineral yang melibatkan reaksi dengan oksigen dan kehilangan elektron/muatan negatif pada elemen yang sama

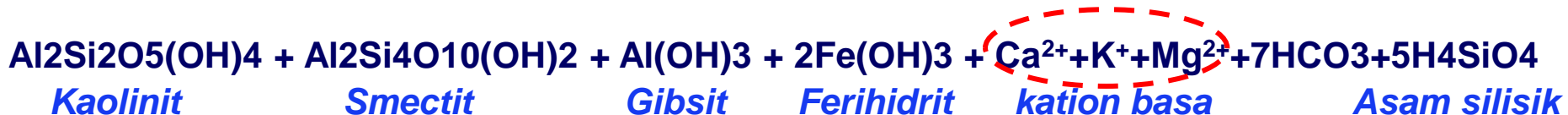


- Reduksi: Reaksi dengan penambahan muatan negatif atau kehilangan muatan positif

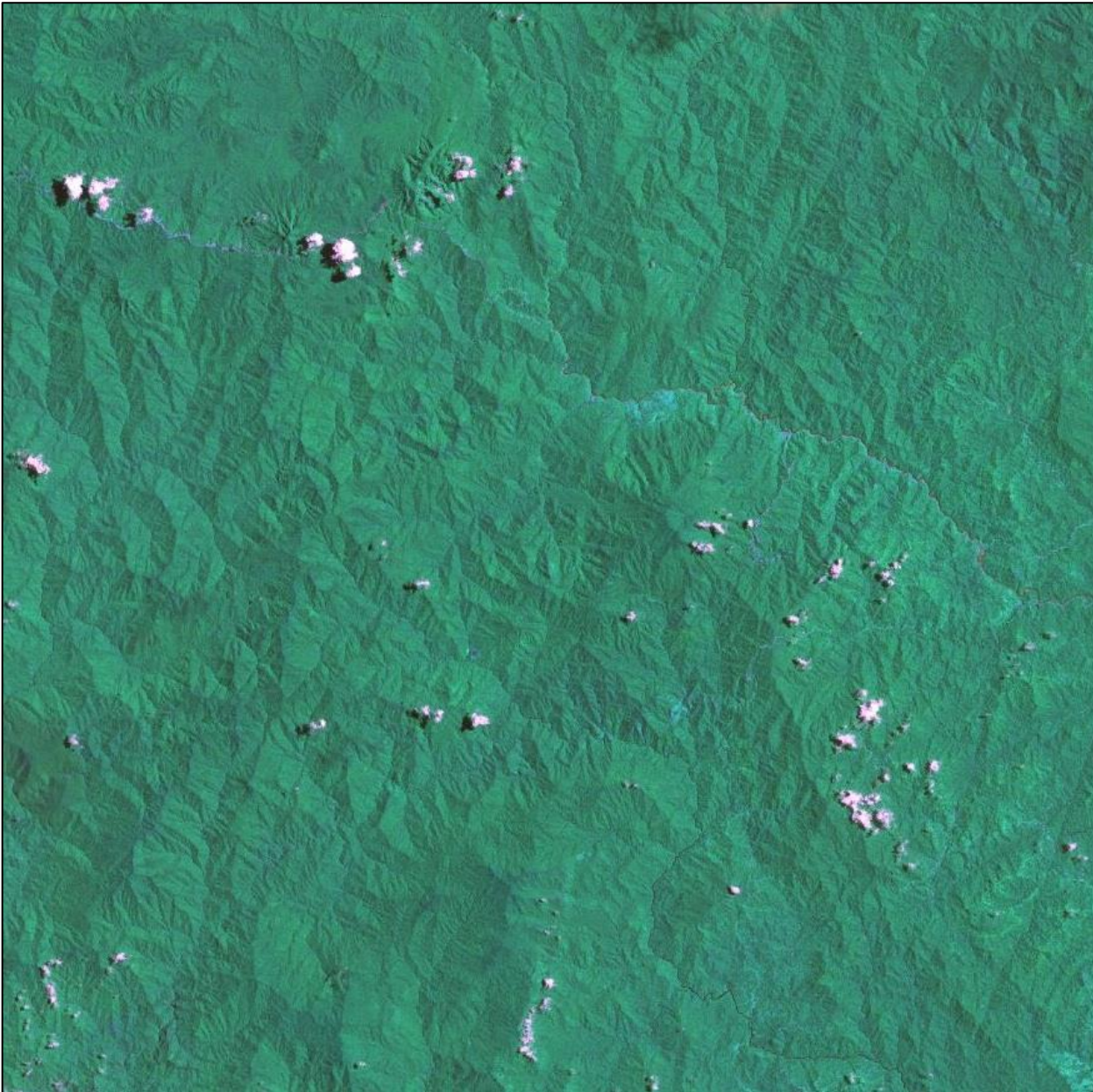


Hidrolisis Mineral dan Penghanyutan Basa-Basa

Pelapukan batuan melepaskan berbagai mineral yang mengandung unsur hara, reaksi hidrolisis terhadap mineral menyebabkan unsur hara yang terikat kuat atau tidak tersedia untuk tumbuhan menjadi tersedia sehingga dapat diserap oleh akar tumbuhan. Di lain pihak unsur hara yang sudah tersedia ($\text{Ca}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{Mg}^{2+}$) karena curah hujan yang tinggi dan hampir merata sepanjang tahun akan tercuci dan terbawa air shg tanah akan mengalami kekurangan unsur tsb.



Batuan Permukaan Mengalami Pelapukan/Degradasi



- Rekaman Citra Landsat Bagian Hulu DAS Mahakam
- Torehan-torehan menandakan pelapukan batuan
- Hasil lapukan sebagian tererosi & diendapkan pada bagian bawah-hilir yang landai & berarus lebih tenang
- Sebagian hanyut & diendapkan di muara sungai

Sumber: Citra Landsat ETM+ Path 117, Row 60 Rekaman 2014

Daerah Hilir/Muara Mengalami Agredasi/Penyusunan/Pengendapan



- Rekaman Citra Landsat 2018 Delta Mahakam
- Delta mahakam terus berkembang karena endapan bahan dari hulu yang halus
- Membentuk Delta Kaki Burung (*Bird Foot*). Dasar muara yang landai & terpaan gelombang relatif kecil

Sumber: Citra Landsat, Google.com