

HUTAN, TANAH, DAN AIR

Analisis Hubungan Antara Penutupan Lahan Hutan,
Erosi, dan Sedimentasi Sungai

Rudy C Tarumingkeng



*Rudy C Tarumingkeng: Hutan, Tanah, dan Air -
Analisis Hubungan Antara Penutupan Lahan Hutan, Erosi,
Sedimentasi Sungai dan Bencana Banjir*

Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD

Guru Besar Manajemen NUP: 9903252922

Rektor, Universitas Cenderawasih, Papua (1978-1988)

Rektor, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta (1991-2000)

Ketua Dewan Guru Besar, IPB-University, Bogor (2005-2006)

Data Analyst, dan Ketua Senat Akademik, IBM-ASMI, Jakarta

© RUDYCT Academic Series

rudymt75@gmail.com

Bogor, Indonesia

9 December 2025

HUTAN, TANAH, DAN AIR:

ANALISIS HUBUNGAN ANTARA PENUTUPAN LAHAN HUTAN, EROSI, SEDIMENTASI SUNGAI DAN BENCANA BANJIR

I. Pendahuluan

Indonesia sering digambarkan sebagai “negara air” dan “negara hutan” sekaligus: curah hujan tinggi, sungai berjejaring rapat, dan kawasan berhutan tropis yang dahulu menutupi sebagian besar daratan. Hutan, tanah, dan air membentuk satu kesatuan sistem yang disebut Daerah Aliran Sungai (DAS). Di dalam sistem ini, hutan berfungsi sebagai “sabuk pengaman” hidrologis: menahan air hujan, mengikat tanah, dan mengatur aliran permukaan menuju sungai.

Namun beberapa dekade terakhir, pola ini berubah drastis. Deforestasi untuk tambang, perkebunan, pemukiman, dan infrastruktur menyebabkan penurunan luas dan kualitas tutupan hutan di banyak DAS. Berbagai studi menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan menjadi salah satu faktor signifikan yang memicu peningkatan banjir di banyak DAS di Indonesia. ([Jurnal Universitas Sebelas Maret](#))

Peristiwa banjir bandang di Sumatra pada November–Desember 2025—dengan korban ratusan jiwa dan kerusakan infrastruktur

masif—kembali menegaskan rapuhnya relasi antara hutan, tanah, dan air. Berbagai laporan menyebut deforestasi, kegiatan tambang, dan alih fungsi lahan di hulu DAS sebagai faktor yang memperparah longsor, erosi, sedimentasi sungai, dan luapan banjir di hilir.([Reuters](#))

Tulisan ini menganalisis secara sistematis hubungan antara:

1. **Penutupan lahan hutan**
2. **Proses erosi tanah**
3. **Sedimentasi sungai**
4. **Frekuensi dan keparahan bencana banjir**

dengan fokus pada konteks Indonesia kontemporer.

II. Landasan Teoretis: Hutan, Tanah, dan Air dalam Sistem DAS

1. Ekosistem hutan dan fungsi hidrologis

Hutan hujan tropis memiliki beberapa fungsi kunci dalam siklus hidrologi:

- **Intersepsi tajuk:** daun dan cabang menangkap sebagian air hujan, mengurangi energi kinetik tetes hujan sehingga tetesan yang mencapai permukaan tanah tidak terlalu merusak agregat tanah.
- **Infiltrasi:** lapisan seresah (litter) dan sistem akar yang dalam meningkatkan porositas tanah, sehingga air hujan meresap ke dalam profil tanah, bukan langsung mengalir di permukaan.
- **Penyimpanan air tanah:** air yang menginfiltrasi disimpan dalam pori tanah dan akuifer, kemudian dilepaskan perlahan sebagai aliran dasar (baseflow) yang mempertahankan debit sungai di musim kemarau.

- **Evapotranspirasi:** vegetasi mengembalikan sebagian air ke atmosfer, membantu menyeimbangkan neraca air.

Ketika tutupan hutan dipertahankan, DAS berfungsi seperti spons besar yang menahan dan melepas air secara bertahap. Jika tutupan hutan hilang, “spons” ini berubah menjadi permukaan keras yang memantulkan air, memicu banjir.

2. Tanah dan proses erosi

Erosi adalah proses terlepasnya partikel tanah dari tempat asalnya dan terangkut oleh agen pengangkut (air atau angin). Dalam konteks DAS di Indonesia yang beriklim tropis basah dan bertopografi bervariasi, erosi oleh air (water erosion) adalah yang paling dominan.

Tahap-tahap utama erosi oleh air:

1. **Detasemen:** partikel lepas akibat pukulan tetes hujan dan aliran permukaan.
2. **Transport:** partikel terbawa oleh aliran air di permukaan, dari erosi lembar (sheet erosion), erosi alur (rill), hingga erosi parit (gully).
3. **Deposisi:** partikel mengendap ketika kecepatan aliran berkurang, misalnya di dasar lereng, dataran banjir, atau tubuh sungai.

Perubahan penggunaan lahan—khususnya konversi hutan menjadi lahan terbuka—meningkatkan laju detasemen dan transport partikel tanah karena hilangnya perlindungan vegetatif dan penurunan kemantapan agregat tanah. ([Journal Universitas Bangka Belitung](#))

3. Sedimentasi sungai dan kapasitas saluran

Partikel tanah yang tererosi dari lereng tidak seluruhnya mencapai sungai utama. Proporsi tanah yang akhirnya mencapai titik tertentu di DAS disebut **Sediment Delivery Ratio (SDR)**. Penelitian di salah satu DAS di Indonesia menemukan bahwa sekitar 18,6% tanah yang hilang dari lereng akhirnya mencapai waduk, sementara sisanya

mengendap di dasar sungai dan sepanjang jalur alirannya. ([eJournal UNUD](#))

Akumulasi sedimen di saluran sungai menimbulkan beberapa konsekuensi:

- **Pendangkalan dan penyempitan penampang sungai** → kapasitas menyalurkan debit puncak menurun.
- **Perubahan morfologi sungai** → meander, pembentukan bar pasir, dan instabilitas tebing sungai.
- **Kerusakan ekosistem akuatik** → habitat ikan dan biota air terganggu, kualitas air menurun.

Saat hujan ekstrem datang, sungai yang sudah dangkal dan sempit lebih mudah meluap, menciptakan banjir yang lebih luas dan cepat.

4. Banjir sebagai bencana hidrometeorologis

Banjir dapat diklasifikasikan menjadi:

- **Banjir luapan sungai (riverine flood):** akibat debit sungai yang melebihi kapasitas penampang.
- **Banjir bandang (flash flood):** aliran tiba-tiba, sangat cepat dan destruktif, sering disertai material kayu, batu, dan sedimen.
- **Genangan lokal/permukiman (urban flood):** akibat drainase buruk dan permukaan kedap air di kawasan terbangun.

Dalam semua jenis banjir tersebut, kombinasi antara **intensitas curah hujan** dan **daya dukung DAS** (yang ditentukan oleh tutupan lahan, sifat tanah, topografi, dan jaringan sungai) menentukan besarnya risiko.

III. Penutupan Lahan Hutan dan Erosi: Rantai Kausal di Lereng

1. Peran tutupan hutan dalam mengendalikan erosi

Hutan yang sehat memiliki beberapa mekanisme protektif terhadap erosi:

- Tajuk pohon memecah energi tetes hujan.
- Seresah menambah kekasaran permukaan dan menyerap air.
- Sistem akar menstabilkan lereng dan memperkuat struktur tanah.
- Aktivitas biota tanah (cacing, mikroorganisme) menjaga kesuburan dan agregasi.

Ketika hutan dibuka (melalui tebang habis, pembakaran, atau pembukaan jalan tambang), mekanisme ini hilang. Tanah menjadi:

- Lebih **terekspos** terhadap curah hujan tinggi.
- Mengalami **penurunan bahan organik**, sehingga struktur remah hancur.
- Menunjukkan **peningkatan bulk density**, yang mengurangi infiltrasi.

Berbagai kajian di Indonesia menunjukkan bahwa konversi hutan menjadi pertanian, permukiman, atau lahan kosong, secara signifikan meningkatkan limpasan permukaan dan debit puncak banjir. Sebuah studi yang menganalisis pengaruh persentase penutupan hutan alam terhadap debit puncak menemukan bahwa variabel penutupan hutan menjelaskan sekitar 53,3% variasi debit puncak. ([Neliti](#))

Penelitian lain di pusat pengembangan sumber daya air ITB memperkirakan bahwa setiap 13 km² kawasan hutan atau pertanian yang diubah menjadi kawasan perkotaan atau tanah kosong, dapat meningkatkan debit puncak banjir dan volume limpasan secara signifikan di DAS yang dikaji. (multisite.itb.ac.id)

2. Deforestasi, jalan tambang, dan perkebunan

Dalam praktik di lapangan, pembukaan hutan jarang terjadi secara ideal. Jalan tambang dengan kemiringan curam, jalur logging, dan

petak-petak perkebunan yang tidak dilengkapi praktek konservasi tanah (terracing, guludan, cover crop) menciptakan “**jalan air**” baru. Ketika hujan, aliran terkonsentrasi di jalur ini dan energi erosinya sangat besar, memotong lereng menjadi alur dan parit (rill–gully erosion).

Kajian terbaru menunjukkan bahwa transformasi kawasan hutan menjadi bentuk penggunaan lain dapat meningkatkan erosi hingga 25% dan sedimentasi sebesar 18% hanya dalam beberapa tahun. ([Taylor & Francis Online](#))

Dengan demikian, semakin kecil persentase penutupan hutan di hulu DAS, semakin besar potensi erosi yang terjadi, terutama bila tidak diimbangi praktik konservasi tanah yang memadai.

IV. Dari Erosi ke Sedimentasi Sungai

1. Jalur perpindahan sedimen

Rantai prosesnya dapat disederhanakan sebagai berikut:

- 1. Hutan dibuka → tanah terpapar**
- 2. Hujan intensitas tinggi → erosi lembar dan alur di lereng**
- 3. Material tanah berpindah ke saluran kecil dan anak sungai**
- 4. Sedimen bergerak ke sungai utama**
- 5. Sebagian sedimen diendapkan di bantaran, dasar sungai, atau waduk**

Konsep **Sediment Delivery Ratio (SDR)** menjelaskan bahwa tidak semua tanah yang tererosi mencapai outlet DAS. Namun bagian yang sampai ke sungai utama cukup untuk mengubah morfologi sungai secara signifikan. penelitian di sebuah DAS menunjukkan SDR sekitar 18,6%; artinya hampir seperlima tanah yang hilang dari lereng berakhir di waduk dan saluran utama, mengakibatkan pendangkalan yang nyata dalam skala dekade. ([eJournal UNUD](#))

2. Pendangkalan, penyempitan, dan kehilangan kapasitas sungai

Akumulasi sedimen menyebabkan:

- **Pendangkalan:** dasar sungai naik (aggradation), sehingga volume penampang berkurang.
- **Penyempitan:** sedimen menumpuk di sisi-sisi sungai, membentuk bar pasir atau pulau kecil, mengurangi lebar efektif penampang.
- **Ketidakteraturan hidraulik:** aliran menjadi lebih berliku, turbulen, dan mudah mengikis tebing lain—memicu siklus erosi baru.

Pakar kehutanan dari UGM menjelaskan bahwa tanah yang tidak lagi diikat akar pohon mudah tererosi, lalu mengendap di sungai dan mendangkalan alur, sehingga risiko luapan banjir meningkat. Dengan kata lain, hilangnya hutan di hulu berarti hilangnya “sabuk pengaman” bagi wilayah hilir. ([Universitas Gadjah Mada](#))

Organisasi lingkungan juga menegaskan bahwa deforestasi membuat tanah rentan tererosi oleh air hujan, sehingga meningkatkan sedimentasi di sungai yang pada gilirannya menurunkan kapasitas sungai menyalurkan air dan memperbesar risiko banjir. ([PT Envidata Inovasi Indonesia](#))

V. Hutan, Erosi, Sedimentasi, dan Banjir: Satu Sistem Terpadu

Jika dirangkai, hubungan keempat elemen tersebut dapat digambarkan sebagai suatu sistem kausal:

1. **Penutupan lahan hutan menurun**
→ intersepsi, infiltrasi, dan stabilitas tanah menurun.
2. **Erosi meningkat**
→ lebih banyak tanah terlepas, terutama pada lereng curam dan tanah rapuh.

3. Sedimentasi sungai meningkat

→ sungai dangkal dan menyempit, kualitas air turun.

4. Frekuensi dan keparahan banjir naik

→ debit puncak meningkat (runoff cepat) dan kapasitas sungai berkurang; banjir menjadi lebih sering, lebih tinggi, dan lebih destruktif.

Hubungan ini diperkuat oleh berbagai studi DAS di Indonesia:

- Di **DAS Citarum**, pengelolaan DAS yang buruk, termasuk hilangnya tutupan hutan, berkorelasi dengan meningkatnya erosi, aliran permukaan, banjir, tanah longsor, dan kekeringan. ([E-Journal UNDIP](#))
- Di **DAS Sentani**, hilangnya vegetasi hutan di hulu akibat perladangan berpindah menurunkan kemampuan tanah menyerap air, meningkatkan sedimen yang mengalir ke Danau Sentani, dan memicu banjir di kawasan sekitar. ([Jurnal Indonesia Sosial Teknologi](#))
- Di **Sungai Deniang** (Bangka), alih fungsi hutan yang intensif terbukti sangat memengaruhi proses erosi dan sedimentasi sungai. ([Journal Universitas Bangka Belitung](#))

Dengan demikian, bencana banjir tidak hanya persoalan “**terlalu banyak air**”, tetapi juga “**terlalu sedikit hutan dan terlalu banyak sedimen**”.

VI. Studi Kasus: Indonesia Kontemporer

1. Banjir bandang Sumatra 2025

Banjir bandang yang melanda beberapa provinsi di Sumatra pada akhir 2025 menimbulkan korban jiwa lebih dari 700 orang, dengan ribuan rumah rusak dan infrastruktur lumpuh. ([Reuters](#))

Beberapa karakteristik yang menonjol:

*Rudy C Tarumingkeng: Hutan, Tanah, dan Air -
Analisis Hubungan Antara Penutupan Lahan Hutan, Erosi,
Sedimentasi Sungai dan Bencana Banjir*

- **Curah hujan ekstrem** akibat siklon tropis.
- **Limpasan air bercampur kayu gelondongan dan sedimen** dalam jumlah besar.
- **Lereng-lereng gundul** di hulu DAS terkait penebangan, tambang, dan perluasan perkebunan.
- **Pendangkalan sungai** yang telah berlangsung bertahun-tahun.

Laporan media dan organisasi lingkungan menyoroti jejak deforestasi masif, drainase gambut, dan alih fungsi lahan sebagai pemicu utama melemahnya daya dukung hidrologi Sumatra. ([Antara News](#))

Pakar UGM menyimpulkan bahwa kerusakan ekosistem hutan di hulu DAS-lah yang membuat banjir bandang menjadi sedemikian destruktif: tanah tererosi hebat, sedimen menyumbat sungai, dan kapasitas sungai menurun drastis. ([Universitas Gadjah Mada](#))

2. Mempawah, Kalimantan Barat

Di Mempawah, Kalimantan Barat, banjir berulang dihubungkan dengan kombinasi deforestasi, konversi lahan gambut, dan sedimentasi sungai. Organisasi lokal melaporkan bahwa sedimentasi dari erosi di hulu memperburuk kapasitas sungai, sehingga ketika hujan lebat datang, air cepat meluap ke permukiman. (terajufoundation.org)

3. DAS kecil lainnya dan banjir lokal

Berbagai studi di DAS-DAS kecil di Indonesia (misalnya Way Rarem di Lampung) menggunakan model USLE dan indeks bahaya erosi untuk menunjukkan bahwa meningkatnya erosi dan sedimentasi berkontribusi pada banjir yang merugikan ratusan keluarga. (civense.ub.ac.id)

Polanya relatif serupa:

- Hutan di hulu berkurang (legal maupun ilegal).

- Pertanian lahan kering dan permukiman berkembang tanpa konservasi tanah.
 - Jalan tambang atau logging menjadi jalur konsentrasi aliran.
 - Sedimen mengisi sungai dan waduk.
 - Banjir terjadi lebih sering, dengan tinggi muka air yang lebih besar.
-

VII. Faktor Penguat dan Penghambat dalam Sistem Hutan–Tanah–Air

1. Perubahan iklim dan curah hujan ekstrem

Perubahan iklim global cenderung meningkatkan frekuensi dan intensitas hujan ekstrem di banyak wilayah tropis. Ketika DAS masih berhutan dan dikelola baik, sistem masih dapat menyerap sebagian besar kejutan ini. Namun di DAS yang telah mengalami deforestasi dan degradasi lahan, curah hujan ekstrem menjadi pemicu bencana berantai (longsor–erosi–banjir bandang).

Dengan kata lain, **deforestasi dan degradasi lahan memperkecil “ruang aman” hidrologis di bawah iklim yang makin ekstrem.**

2. Sifat tanah dan topografi

- Tanah **bertekstur halus** (liat) dengan struktur buruk lebih rentan erosi jika tidak dilindungi vegetasi.
- Lereng **curam** mempercepat aliran permukaan dan energi erosi.
- Formasi batuan rapuh di beberapa daerah pegunungan Sumatra dan Sulawesi mempercepat pembentukan tanah yang mudah tererosi.

Hutan yang lebat sebenarnya menstabilkan kombinasi kondisi rentan ini. Hilangnya hutan berarti membuka “kotak Pandora” kerentanan geologi dan geomorfologi.

3. Urbanisasi dan sistem drainase

Di hilir, urbanisasi mengubah permukaan tanah menjadi:

- Jalan beraspal
- Bangunan beton
- Lahan parkir kedap air

Akibatnya:

- Infiltrasi tanah menurun drastis.
- Debit puncak aliran permukaan meningkat.
- Drainase yang tidak memadai cepat meluap, memicu banjir perkotaan.

Sedimentasi dari hulu yang menumpuk di sungai menambah parah keadaan: sungai dangkal, sementara debit banjir meningkat.

4. Kebijakan tata ruang, penegakan hukum, dan kesadaran masyarakat

Faktor sosial-politik memediasi seluruh proses biofisik di atas:

- Izin tambang dan perkebunan di kawasan hutan.
- Penegakan hukum terhadap pembalakan liar.
- Kepatuhan terhadap aturan sempadan sungai.
- Praktik “normalisasi” sungai yang hanya memperlebar tanpa mengatasi sumber sedimen.

Studi terbaru tentang deforestasi sebagai pemicu banjir di Sumatra Utara menyoroti tidak hanya hubungan ekologis, tetapi juga aspek tanggung jawab hukum pemerintah dan pelaku usaha. ([ResearchGate](#))

Dengan demikian, bencana banjir merupakan hasil interaksi **faktor ekologis** dan **faktor tata kelola**.

VIII. Strategi Pengelolaan: Membangun Kembali Relasi Sehat Hutan–Tanah–Air

Mengurangi risiko banjir tidak mungkin dilakukan hanya dengan membangun tanggul di hilir. Diperlukan pendekatan **pengelolaan DAS terpadu** yang menyentuh seluruh rantai penyebab: mulai dari penutupan lahan hutan, kondisi tanah, hingga kapasitas sungai.

1. Perlindungan dan pemulihan tutupan hutan

1. Perlindungan hutan primer dan kawasan hulu DAS

- Penetapan zona lindung ketat di hulu dan daerah sangat curam.
- Pengetatan izin dan moratorium pembukaan hutan di zona rawan longsor dan sumber air.

2. Rehabilitasi hutan dan lahan kritis

- Reboisasi dengan spesies lokal yang berakar dalam dan tahan erosi.
- Restorasi lahan gambut (re-wetting) di lokasi yang telah dikeringkan, karena gambut kering sangat mudah terbakar dan rusak secara hidrologis.

3. Agroforestri dan hutan rakyat

- Sistem kebun campuran (pepohonan kayu, buah, dan tanaman semusim) yang mempertahankan tutupan tajuk sepanjang tahun sekaligus memberi manfaat ekonomi petani.

Berbagai review pengelolaan DAS menekankan bahwa negara dengan tutupan hutan yang masih cukup besar, seperti Indonesia, memiliki peluang besar memanfaatkan restorasi hutan sebagai strategi mitigasi banjir dan adaptasi iklim. ([MDPI](#))

2. Konservasi tanah di lahan budidaya

- **Terracing dan contour farming** pada lereng miring.

- **Penanaman penutup tanah (cover crops)** pada musim kering.
- **Strip cropping** (tanaman bergaris mengikuti kontur) untuk memecah kecepatan aliran permukaan.
- **Pengolahan tanah minimum (minimum tillage)** untuk menjaga agregat tanah.

Dengan langkah-langkah ini, erosi di lahan pertanian dapat dikurangi secara signifikan walaupun hutan telah berubah menjadi lahan budidaya.

3. Pengelolaan sedimen di sungai dan waduk

- **Bangunan pengendali sedimen** (sabo dam, check dam) di hulu untuk menjebak material kasar sebelum mencapai sungai utama dan waduk.
- **Dredging selektif** pada titik-titik kritis yang telah mengalami pendangkalan berat, dengan memperhatikan dampak lingkungan.
- **Perencanaan waduk** yang memperhitungkan sediment yield jangka panjang, sebagaimana dianalisis dalam studi SDR dan sediment yield pada beberapa waduk di Indonesia. ([eJournal UNUD](#))

4. Penataan ruang dan perlindungan sempadan sungai

- Menetapkan dan menegakkan **sem-padansungai bebas bangunan** untuk memberi ruang aliran banjir.
- Mengembangkan **koridor hijau riparian** dengan vegetasi yang mampu menahan erosi tebing sungai dan menyaring sedimen.
- Mendorong **“room for the river”**: memberi ruang lateral bagi sungai untuk meluap secara terkendali di dataran banjir yang tidak berpenghuni, daripada memaksa sungai tetap sempit dan dalam di tengah kota.

5. Sistem peringatan dini dan kesiapsiagaan masyarakat

- Pemantauan curah hujan dan debit sungai secara real-time.

- Sistem peringatan dini berbasis SMS, radio komunitas, dan aplikasi digital.
- Pendidikan kebencanaan di sekolah, kelompok tani, dan komunitas lokal.

Meskipun langkah ini tidak mengatasi akar masalah (deforestasi dan erosi), sistem peringatan dini dapat menyelamatkan banyak nyawa ketika bencana tak terhindarkan.

6. Reformasi tata kelola dan penegakan hukum

- Audit izin tambang dan perkebunan di kawasan hutan; peninjauan kembali izin yang melanggar kaidah ekologis. ([Reuters](#))
- Integrasi data tutupan hutan, curah hujan, dan kejadian banjir dalam sistem pengambilan keputusan lintas kementerian (lingkungan, PU, ESDM, pertanian).
- Mekanisme sanksi yang jelas dan tegas bagi pelaku usaha yang terbukti menyebabkan kerusakan hutan dan peningkatan risiko banjir.

IX. Penutup: Membangun Paradigma Baru Mengelola Hutan, Tanah, dan Air

Relasi antara hutan, tanah, dan air bukan sekadar topik teknis kehutanan atau teknik sipil, melainkan fondasi keberlanjutan kehidupan masyarakat Indonesia. Analisis di atas menunjukkan bahwa:

1. **Penutupan lahan hutan** memiliki peran sentral dalam menjaga stabilitas tanah dan mengatur pola aliran air. Penurunan tutupan hutan secara signifikan meningkatkan erosi dan debit puncak banjir di banyak DAS Indonesia. ([Neliti](#))
2. **Erosi tanah** yang tidak terkendali mengakibatkan **sedimentasi sungai** dan waduk, yang pada gilirannya menurunkan kapasitas

hidraulik sungai dan memperbesar risiko luapan banjir.([eJournal UNUD](#))

3. **Banjir dan banjir bandang** yang semakin sering terjadi bukan hanya akibat hujan ekstrem dan perubahan iklim, tetapi juga akibat **deforestasi, alih fungsi lahan, dan tata kelola DAS yang lemah**.([Antara News](#))

Untuk masa depan, Indonesia membutuhkan paradigma baru pengelolaan ruang:

- Melihat **hutan bukan sebagai stok kayu atau lahan cadangan**, tetapi sebagai infrastruktur hijau yang tak tergantikan bagi stabilitas hidrologis.
- Mengintegrasikan ilmu tanah, hidrologi, dan ekologi dalam setiap keputusan tata ruang dan investasi, terutama di hulu DAS.
- Menempatkan **keadilan ekologis** sebagai prinsip: masyarakat hilir yang kerap menjadi korban banjir berhak atas hulu DAS yang dijaga dan dikelola secara lestari.

Dengan demikian, judul “**Hutan, Tanah, dan Air**” bukan sekadar rangkaian tiga kata, tetapi representasi dari satu sistem kehidupan yang harus dikelola secara utuh. Jika rantai hutan–tanah–air dijaga, banjir dapat dikurangi, produktivitas lahan meningkat, dan keberlanjutan ekosistem bagi generasi mendatang dapat dipertahankan.

-
- [Reuters](#)
 - [Reuters](#)
 - [Reuters](#)
 - [AP News](#)
 - [Reuters](#)

Banjir besar yang “baru saja” terjadi di Sumatera Utara, Sumatera Barat, dan Aceh pada akhir November–awal Desember 2025 adalah salah satu bencana hidrometeorologis paling serius dalam sejarah Indonesia mutakhir. Peristiwa ini bukan sekadar “air meluap karena hujan”, tetapi hasil pertemuan antara **cuaca ekstrem, kerentanan ekologis akibat deforestasi dan tambang, serta tata kelola ruang yang lemah** di tiga provinsi tersebut.

Di bawah ini saya rangkum dan diskusikan beberapa dimensi pentingnya.

1. Gambaran singkat bencana

Gelombang hujan sangat lebat yang dipicu sistem siklon di sekitar Sumatra memukul tiga provinsi sekaligus: Aceh, Sumatera Utara, dan Sumatera Barat, terutama pada tanggal 25–27 November 2025 dan berlanjut dengan hujan susulan hingga awal Desember. ([Reuters](#))

Beberapa angka kunci (yang terus berubah seiring pembaruan data):

- Laporan BNPB menyebut lebih dari **600 korban jiwa** dan ratusan orang hilang di tiga provinsi pada awal Desember. ([BNPB](#))
- Media nasional seperti NU Online dan Kontan, dengan data yang lebih baru, menyebut **>900 korban meninggal** dan hampir satu juta orang mengungsi di Aceh–Sumatra. ([NU Online](#))
- Reuters dan AP mencatat bahwa secara keseluruhan di Sumatra korban mencapai sekitar **800–950 jiwa**, dengan ratusan hilang dan lebih dari 3 juta orang terdampak; pemerintah memperkirakan kebutuhan dana pemulihan sekitar **Rp 51,8 triliun**. ([Reuters](#))

Secara spasial:

- **Aceh:** banjir besar di sejumlah kabupaten (Aceh Tamiang, Pidie, Pidie Jaya, Aceh Timur, Aceh Tengah, dll.) dengan genangan luas, jembatan putus, dan akses ke desa-desa terisolasi. ([Reuters](#))

- **Sumatera Utara:** banjir dan longsor di kawasan lereng dan sepanjang sungai besar, termasuk wilayah yang berdekatan dengan ekosistem Batang Toru yang selama ini tertekan oleh tambang dan infrastruktur. ([Reuters](#))
- **Sumatera Barat:** kombinasi **banjir bandang, galodo, dan banjir lahar dingin Gunung Marapi**, menghantam Agam, Tanah Datar, Pesisir Selatan, Padang, dan sekitarnya; ribuan rumah rusak dan jalan nasional berulang kali terputus. (pesisirselatankab.go.id)

Bencana ini bersifat **lintas-provinsi dan sistemik**, sehingga banyak pihak—termasuk pemerintah daerah dan LSM—mendesak penetapan **status bencana nasional** agar dukungan sumber daya dapat dimobilisasi lebih besar. ([Reuters](#))

2. Dimensi meteorologis: cuaca ekstrem sebagai pemicu

Secara meteorologis, banjir dipicu oleh:

1. **Sistem siklonik / gangguan tropis** di sekitar Samudra Hindia–Sumatra yang memicu peningkatan pembentukan awan hujan.
2. **Curah hujan sangat tinggi dalam waktu singkat** (hujan ekstrem), jauh di atas rata-rata musiman.
3. Di Sumatera Barat, BMKG sudah mengeluarkan peringatan potensi **cuaca ekstrem dan peningkatan awan hujan di sekitar Gunung Marapi**, termasuk risiko banjir bandang dan lahar dingin. (pesisirselatankab.go.id)

Menteri/Lembaga pusat menegaskan bahwa **anomali cuaca ekstrem** akibat sistem tropis dan perubahan iklim global merupakan faktor pertama yang tak bisa diabaikan. ([SustainLife Today](#))

Namun, cuaca ekstrem sejenis pernah terjadi di masa lalu tanpa menimbulkan kerusakan sebesar ini. Artinya, **cuaca hanyalah “pemicu”**; daya rusak bencana sangat dipengaruhi oleh kondisi

ekologi dan tata ruang yang sudah rapuh—ini membawa kita ke dimensi berikut.

3. Dimensi ekologis: deforestasi, tambang, dan kerentanan DAS

a. Deforestasi dan hilangnya fungsi hidrologis hutan

Beberapa lembaga masyarakat sipil (Walhi, JPIK, Mongabay, dll.) menyebut bencana ini sebagai **“bencana ekologis”**:

- WALHI mencatat bahwa banjir dan longsor 25–27 November terjadi di kawasan yang sudah lama mengalami **perubahan bentang ekosistem penting**, terutama hutan, sehingga kerentanan ekologis meningkat tajam. ([WALHI](#))
- Direktur JPIK menegaskan bahwa **deforestasi masif dan hilangnya fungsi hidrologis kawasan hulu** adalah akar persoalan; hutan yang seharusnya menjadi penyangga air berubah menjadi lahan terbuka oleh ekspansi industri ekstraktif dan perkebunan besar. ([NU Online](#))

Data yang dibawa Menteri Lingkungan Hidup ke publik internasional juga menguatkan: **Sumatra kehilangan sekitar 4,4 juta hektare hutan antara 2001–2024**, membuat pulau ini jauh lebih rentan terhadap banjir dan longsor. ([Reuters](#))

Dalam bahasa hidrologi yang Bapak/Ibu sudah kenal: **tutupan hutan menyusut → kapasitas intersepsi & infiltrasi turun → erosi lereng meningkat → sedimen masuk sungai → sungai dangkal & menyempit → banjir lebih mudah meluap** (persis kerangka “Hutan, Tanah, dan Air” yang kita bahas sebelumnya).

b. Peran tambang, sawit, dan pembalakan liar

Isu yang sangat menonjol pada bencana kali ini adalah **log–log kayu dan material tambang yang terbawa arus**:

- Foto-foto lautan kayu di Aceh Tamiang menjadi simbol bahwa **kayu hasil pembalakan—legal maupun ilegal—turut**

memperparah daya rusak banjir, menyumbat jembatan dan merusak rumah. ([detiknews](#))

- Menteri Investasi dan Menteri Lingkungan mengumumkan akan **mencabut izin perusahaan tambang** yang terbukti melanggar izin dan merusak hutan, setelah tekanan publik atas operasi tambang di ekosistem sensitif seperti Batang Toru. ([Reuters](#))

Walhi Sumbar menyoroti bahwa di Sumatera Barat, hulu DAS banyak berada di kawasan konservasi Bukit Barisan, tetapi di sana terjadi **deforestasi dan pertambangan emas ilegal** yang dibiarkan bertahun-tahun, sehingga “benteng ekologis” di hulu runtuh. ([Mongabay.co.id](#))

4. Dimensi sosial–ekonomi: dari korban jiwa hingga pemulihan jangka panjang

a. Skala kemanusiaan

Banjir kali ini menimbulkan:

- **Ribuan desa dan kelurahan terdampak**, lebih dari 50 ribu rumah rusak di Sumbar saja. ([Katasumbar](#))
- **Ratusan ribu hingga hampir satu juta pengungsi**, hidup di tenda seadanya dengan kekurangan air bersih, makanan, dan layanan kesehatan. ([Reuters](#))
- Cerita penyintas menggambarkan bagaimana warga menyelamatkan diri dengan bertahan di atap rumah, berenang di antara kayu-kayu gelondongan, dan kehilangan anggota keluarga dalam hitungan menit ketika banjir bandang datang pada malam hari. ([detiknews](#))

Selain korban jiwa dan luka, ada **trauma psikologis** yang dalam: anak-anak yang takut setiap mendengar hujan, orang tua yang kehilangan ladang dan ternak, serta komunitas yang merasa “dikorbankan” oleh kebijakan pembangunan di hulu.

b. Kerugian ekonomi dan infrastruktur

Pemerintah memperkirakan kebutuhan **lebih dari Rp 51 triliun** untuk rekonstruksi rumah, infrastruktur, layanan publik, dan pemulihan ekonomi lokal di tiga provinsi tersebut. ([Reuters](#))

Kerusakan mencakup:

- Jalan nasional dan jembatan yang baru selesai diperbaiki setelah banjir lahar dingin sebelumnya, kini hancur lagi dihantam galodo dan lahar baru. ([khazminang.id](#))
- Sawah, kebun, dan ladang yang tertimbun lumpur dan batu, membuat **petani kehilangan musim tanam** dan pendapatan.
- Gangguan pasokan bahan bakar, listrik, dan logistik; di beberapa daerah di Aceh, warga sampai meminum air banjir karena air bersih tak tersedia. ([Reuters](#))

5. Dimensi tata kelola: perdebatan “bencana alam” vs “bencana ekologis”

Bencana ini memicu perdebatan di ruang publik:

1. Status bencana

- Pemerintah pusat menyatakan situasi “terkendali” dan belum menetapkan bencana nasional, sementara kepala daerah dan aktivis menilai skala kerusakan, keterbatasan anggaran daerah, serta kebutuhan pemulihan jangka panjang layak dikategorikan sebagai **bencana nasional**. ([Reuters](#))

2. Penyebab

- Pemerintah menekankan kombinasi **cuaca ekstrem, geomorfologi DAS, dan aktivitas manusia** seperti tambang dan alih fungsi lahan. ([SustainLife Today](#))

- WALHI, JPIK, dan banyak akademisi menyebut kejadian ini sebagai puncak dari **“deforestasi masif, pembalakan liar, dan lemahnya penegakan hukum selama puluhan tahun”**, sehingga tidak fair jika hanya disebut bencana alam. ([WALHI](#))

3. Tanggung jawab

- Pemerintah berjanji mengevaluasi dan mencabut izin perusahaan yang terbukti melanggar aturan, terutama di kawasan hutan lindung dan konservasi. ([Reuters](#))
- Di sisi lain, organisasi masyarakat sipil menuntut **audit menyeluruh perizinan tambang, sawit, dan HTI** di seluruh Sumatra serta keterlibatan warga lokal dalam perencanaan tata ruang DAS. ([WALHI](#))

Perdebatan ini penting karena akan menentukan apakah kebijakan ke depan hanya berfokus pada **membangun tanggul dan perbaikan jalan**, atau juga menyasar **reformasi struktural pengelolaan hutan dan DAS**.

6. Pelajaran kunci: dari “bencana banjir” ke “reformasi pengelolaan DAS”

Dari perspektif manajemen bencana dan lingkungan, beberapa pelajaran yang bisa ditarik:

1. **Banjir kali ini mengonfirmasi tesis bahwa deforestasi dan alih fungsi lahan di hulu DAS secara signifikan memperbesar risiko banjir di hilir.** Ini konsisten dengan kajian sebelumnya bahwa hilangnya tutupan hutan meningkatkan erosi, sedimentasi sungai, dan debit puncak banjir. ([Universitas Gadjah Mada](#))
2. **Pendekatan struktural-teknis semata (tanggul, normalisasi sungai) tidak cukup.** Tanpa restorasi hutan di hulu, penegakan hukum terhadap pembalakan/tambang, serta penataan permukiman di dataran banjir, kerusakan serupa bisa terulang.

3. **Banjir sebagai cermin ketimpangan.** Daerah yang paling parah seringkali adalah komunitas pedesaan miskin, masyarakat adat, dan petani kecil yang justru paling sedikit menikmati manfaat ekonomi dari tambang dan perkebunan di kawasan mereka.
4. **Perlu integrasi agenda adaptasi perubahan iklim dengan perlindungan hutan.** Cuaca ekstrem mungkin makin sering dalam beberapa dekade ke depan; hutan dan ekosistem yang sehat adalah “infrastruktur hijau” yang paling murah dan efektif untuk menahan dampaknya.
5. **Pentingnya data dan transparansi.** Perbedaan angka korban di berbagai sumber menunjukkan perlunya sistem pencatatan yang lebih baik dan terbuka. Data yang akurat bukan hanya soal statistik, tetapi dasar untuk evaluasi kebijakan dan akuntabilitas.

Penutup singkat

Jadi, ketika kita membicarakan banjir di Sumatera Utara, Sumatera Barat, dan Aceh “baru-baru ini”, kita sebenarnya sedang membicarakan:

- **Pertemuan antara badai di atmosfer dan badai di daratan:** cuaca ekstrem bertemu dengan deforestasi, tambang, dan tata ruang yang rapuh.
- **Pertemuan antara bencana alam dan bencana kebijakan:** hujan lebat memang tak bisa dikendalikan, tetapi kerentanan DAS dan tata ruang adalah hasil keputusan manusia.

Diskusi akademik tentang “**Hutan, Tanah, dan Air**” menjadi sangat konkret di sini: apa yang selama ini kita bahas sebagai konsep hidrologi dan konservasi lahan kini tampil sebagai tragedi kemanusiaan di Sumatra. Tantangannya adalah bagaimana mengubah tragedi ini menjadi **titik balik** untuk reformasi pengelolaan hutan dan DAS di Indonesia.

*Rudy C Tarumingkeng: Hutan, Tanah, dan Air -
Analisis Hubungan Antara Penutupan Lahan Hutan, Erosi,
Sedimentasi Sungai dan Bencana Banjir*

- [Reuters](#)
- [Reuters](#)
- [Reuters](#)
- [Reuters](#)

?

Berikut **glosarium** (istilah kunci) dan **daftar referensi** yang dapat Bapak gunakan untuk artikel tentang “*Hutan, Tanah, dan Air ... serta bencana banjir di Sumatera Utara, Barat, dan Aceh*”.

A. Glosarium

1. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Satuan wilayah daratan yang air hujannya mengalir melalui jaringan sungai menuju satu titik keluaran (outlet) yang sama. DAS menjadi unit analisis utama dalam pengelolaan hutan, tanah, dan air.

2. Tutupan Lahan Hutan

Kondisi permukaan lahan yang didominasi vegetasi pohon dengan kerapatan dan tinggi tertentu sehingga membentuk ekosistem hutan. Tutupan ini menentukan kemampuan DAS menyerap dan menahan air.

3. Deforestasi

Pengurangan luas hutan secara permanen akibat alih fungsi lahan (pertambangan, perkebunan, permukiman, infrastruktur) maupun pembalakan. Deforestasi merusak fungsi hidrologis dan ekologis hutan.

4. Degradasi Hutan / Degradasi Lahan

Penurunan kualitas hutan atau lahan tanpa selalu diikuti

hilangnya tutupan secara total (misalnya karena tebang pilih intensif, kebakaran berulang, penggembalaan, atau praktik budidaya yang tidak lestari).

5. Intersepsi Tajuk (Canopy Interception)

Proses ketika tajuk pohon (daun, ranting, cabang) menangkap sebagian air hujan, sehingga mengurangi energi tetes hujan dan jumlah air yang langsung mencapai permukaan tanah.

6. Infiltrasi

Proses masuknya air dari permukaan ke dalam tanah. Hutan yang sehat meningkatkan infiltrasi melalui pori-pori tanah dan sistem akar, sehingga mengurangi limpasan permukaan.

7. Limpasan Permukaan (Surface Runoff)

Air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah karena kapasitas infiltrasi atau kapasitas simpan tanah sudah terlampaui. Limpasan yang tinggi berkontribusi pada banjir dan erosi.

8. Erosi Tanah

Proses terlepasnya partikel tanah dari tempat asalnya dan terangkut oleh aliran air, angin, atau gravitasi. Dalam konteks tropis basah, erosi oleh air (sheet, rill, gully) adalah yang paling dominan.

9. Bahaya Erosi (Erosion Hazard)

Tingkat kerentanan suatu lahan terhadap erosi, dipengaruhi oleh curah hujan, sifat tanah, kemiringan lereng, tutupan vegetasi, dan praktik pengelolaan lahan.

10. Sedimentasi

Proses pengendapan material padat (tanah, pasir, kerikil) yang terangkut aliran air ketika kecepatan aliran menurun. Sedimentasi di sungai menyebabkan pendangkalan dan perubahan bentuk alur sungai.

11. **Sediment Delivery Ratio (SDR)**

Persentase tanah yang tererosi di seluruh DAS dan benar-benar mencapai outlet atau waduk tertentu. SDR menggambarkan seberapa besar sedimen “tersampaikan” dari lereng ke saluran utama.

12. **Banjir**

Kejadian ketika air meluap melampaui kapasitas sungai, saluran drainase, atau dataran banjir sehingga menggenangi wilayah yang biasanya kering. Bisa disebabkan kombinasi hujan ekstrem, kondisi DAS, dan tata ruang.

13. **Banjir Bandang (Flash Flood)**

Banjir dengan datangnya sangat cepat, debit sangat besar, sering disertai material kayu, batu, dan lumpur. Umumnya terjadi di daerah berbukit dengan DAS kecil–menengah yang hulunya mengalami kerusakan hutan.

14. **Banjir Lahar Dingin**

Banjir berupa campuran air, abu vulkanik, dan material batuan dari gunung api yang terbawa oleh curah hujan, seperti yang terjadi di sekitar Gunung Marapi di Sumatera Barat.

15. **Bencana Hidrometeorologis**

Bencana yang dipicu fenomena hidrologis dan meteorologis (hujan ekstrem, badai, siklon tropis), misalnya banjir, tanah longsor, kekeringan, dan badai tropis.

16. **Siklon Tropis**

Sistem badai bertekanan rendah di wilayah tropis dengan pusat sirkulasi yang jelas dan angin kencang. Pada kasus Sumatra 2025, kehadiran **Siklon Tropis Senyar** di Selat Malaka memicu hujan sangat lebat di Aceh, Sumut, dan Sumbar. ([Greenpeace](#))

17. **Perubahan Iklim (Climate Change)**

Perubahan jangka panjang dalam pola suhu dan curah hujan global maupun lokal, sebagian besar didorong oleh peningkatan

gas rumah kaca. Di Indonesia, salah satu manifestasinya adalah meningkatnya frekuensi hujan ekstrem.

18. Dataran Banjir (Floodplain)

Wilayah datar di sekitar sungai yang secara alami menjadi area limpasan ketika debit sungai tinggi. Jika dipadati permukiman dan infrastruktur tanpa perencanaan, kerusakan saat banjir akan meningkat.

19. Sempadan Sungai

Zona perlindungan di kiri–kanan sungai yang seharusnya bebas bangunan permanen, ditanami vegetasi pelindung, dan berfungsi sebagai buffer ketika terjadi banjir.

20. Infrastruktur Hijau (Green Infrastructure)

Jaringan area alami atau semi-alami (hutan, rawa, mangrove, koridor riparian) yang secara fungsional memberikan layanan hidrologis: mengatur aliran, menyimpan air, menahan erosi, dan melindungi keanekaragaman hayati.

21. Rehabilitasi Hutan dan Lahan

Upaya memperbaiki kondisi hutan dan lahan kritis melalui penanaman kembali, pengendalian erosi, restorasi hidrologi (misalnya re-wetting gambut), dan pengaturan kembali penggunaan lahan.

22. Agroforestri

Sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan pohon dengan tanaman pertanian dan/atau ternak pada satu kesatuan ruang dan waktu. Agroforestri menjaga tutupan vegetasi sekaligus memberikan manfaat ekonomi.

23. Pengelolaan DAS Terpadu (Integrated Watershed Management)

Pendekatan pengelolaan sumber daya hutan, tanah, dan air dalam satu DAS secara holistik—melibatkan banyak sektor dan pemangku kepentingan—untuk menyeimbangkan fungsi ekologis, ekonomi, dan sosial.

24. Bencana Ekologis

Istilah yang menekankan bahwa bencana (misalnya banjir bandang) tidak hanya disebabkan faktor alam, tetapi dipicu kondisi ekosistem yang telah rusak akibat aktivitas manusia (deforestasi, tambang, sawit, pembangunan tanpa kontrol).

25. Adaptasi dan Mitigasi Banjir

- *Adaptasi*: penyesuaian sistem sosial dan fisik untuk mengurangi dampak (peringatan dini, tata ruang, rumah panggung).
 - *Mitigasi*: mengurangi akar penyebab (perlindungan hutan, konservasi tanah, pengendalian izin tambang dan sawit).
-

B. Referensi

1. Literatur ilmiah dan kebijakan (hutan, erosi, sedimentasi, DAS)

1. Anggraheni, E., dkk. (2025). **Hydrological Response of Land Use and Climate Change Impact on Sediment Rate in Upper Citarum Watershed**. *Fluids*, 10(2), 36. MDPI. ([MDPI](#))
2. *Evaluation of the Sediment Management Plan in a Forested Steep Catchment Reservoir*. (2024). *Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, Univ. Udayana – menyajikan nilai SDR 18,6% dan implikasi pengelolaan sedimen waduk. ([eJournal UNUD](#))
3. [Anonim]. (2024). **Assessing Basin-wide Soil Erosion in the Citarum Watershed Using Geospatial Modelling**. *Science of the Total Environment / Related Journal* – menghubungkan erosi luas DAS dengan peningkatan risiko banjir dataran rendah. ([ScienceDirect](#))

4. [Anonim]. (2025). **Potential Erosion and Sedimentation Based on Land Use Change by 2025.** *Journal of Flood Risk Management* (Taylor & Francis) – menunjukkan bahwa konversi hutan dapat meningkatkan erosi $\pm 25\%$ dan sedimentasi $\pm 18\%$.([Taylor & Francis Online](#))
5. WALHI (2023). **Dari Kritis Politik ke Kritis Ekologis: Catatan Akhir Tahun Region Sumatera.** WALHI Region Sumatera – memetakan deforestasi, izin sawit, dan tambang di Sumatera.([WALHI](#))
6. Ndolo Goy, P. (2015). **GIS-based Soil Erosion Modeling and Sediment Yield of the N Reservoir Watershed.** Tesis, Colorado State University – menjelaskan konsep SDR dan pemodelan sedimen.([CSU College of Engineering](#))
7. [Anonim]. (2022). **Surface Erosion Hazard and Sediment Yield for Keuliling Reservoir in Indonesia.** (Laporan Penelitian) – kajian risiko erosi dan sediment yield di Aceh.([ResearchGate](#))
2. **Laporan dan berita tentang banjir Sumatera (Aceh, Sumut, Sumbar) 2025**
8. Reuters. (8 Desember 2025). **Indonesia says more than \$3 billion in recovery funds required after Sumatra floods.** – melaporkan kebutuhan pemulihan Rp 51,82 triliun dan korban hampir 1.000 jiwa.([Reuters](#))
9. Reuters. (7 Desember 2025). **‘Everything destroyed’ as Indonesia’s Aceh grapples with disease after floods.** – menggambarkan kondisi kemanusiaan dan ancaman penyakit di Aceh.([Reuters](#))
10. Reuters. (6 Desember 2025). **Indonesians climb over logs in walk to aid centre as flood deaths rise over 900.** – menyoroti warga Aceh Tamiang yang harus melewati tumpukan kayu untuk mendapat bantuan.([Reuters](#))

11. Reuters. (4 Desember 2025). **Indonesia pledges action on companies causing catastrophic floods.** – pemerintah berjanji mengevaluasi izin tambang di Sumatra setelah korban banjir mencapai >800 jiwa. ([Reuters](#))
12. AP News. (4 Desember 2025). **Survivors plead for urgent aid after catastrophic floods and landslides killed over 1,500 in Asia.** – mencatat Indonesia sebagai negara dengan korban tertinggi (±883 jiwa) dan mengaitkan bencana dengan deforestasi. ([AP News](#))
13. Al Jazeera. (8 Desember 2025). **Indonesia counts human cost as more climate change warnings sounded.** – menekankan hubungan antara banjir Sumatra, krisis iklim, dan penurunan ekosistem. ([Al Jazeera](#))
14. PreventionWeb / UNDRR. (4 Desember 2025). **How deforestation turned a cyclonic storm into a recurring tragedy.** – mengurai banjir Sumatra sebagai tanda keruntuhan siklus tanah–hutan–air akibat deforestasi. ([PreventionWeb](#))
15. LA Times. (4 Desember 2025). **Asia flood death toll surpasses 1,500 as calls grow to fight deforestation.** – menekankan peran deforestasi, tambang, dan perkebunan sawit dalam memperparah banjir. ([Los Angeles Times](#))
16. Euronews Green. (5 Desember 2025). **How decades of deforestation turned Asia's floods into one of the deadliest weather events.** – konteks regional banjir Asia, termasuk Sumatra, dan kaitannya dengan penggundulan hutan. ([euronews](#))
17. WALHI Sumut, dikutip Liputan6. (Desember 2025). **Bencana Ekologis Sumut: WALHI Tuding 7 Korporasi Besar Dalang Utama Banjir Bandang Tapanuli.** – menyebut tujuh korporasi di Batang Toru sebagai aktor utama kerusakan hutan. ([Liputan6](#))

18. UGM. (2 Desember 2025). **UGM Expert: Severe Sumatra Flash Floods Driven by Upper Watershed Forest Degradation.** – pandangan pakar hidrologi bahwa kerusakan hutan hulu dan tata kelola lahan buruk memperparah banjir. ([Universitas Gadjah Mada](#))
19. Greenpeace Southeast Asia. (Desember 2025). **Sumatra floods send Prabowo govt warning to correct course.** – menyoroti peran Siklon Senyar dan deforestasi dalam banjir, serta menyerukan koreksi kebijakan. ([Greenpeace](#))
20. WALHI & jaringan masyarakat sipil. (Desember 2025). **Stop the Neglect — Aceh and Sumatra Need Emergency Aid Now.** Petisi dan pernyataan bersama yang menggambarkan banjir sebagai krisis kemanusiaan dan ekologis, serta menuntut reformasi izin tambang dan sawit. ([Change.org](#))

Copilot for this article - Chatgpt 5.1 Thinking, Access date: 9 December 2025. Prompting on Writer's account ([Rudy C Tarumingkeng](#))
<https://chatgpt.com/c/69381273-3d48-8320-a8cb-d29528d7a3ad>