

Eco-Chain Nusantara: Menjelajahi Masa Depan Mangrove Indonesia dengan Inovasi Digital

DISUSUN OLEH : (KELOMPOK II, BATCH 10)

- GUNAWAN
- SANDI FIRMANSYAH
- NURUL BAEKUNIYAH
- EKA LESTARI
- DIA DANIATY
- AGUNG PRATAMA
- DWI ASTI WULANJANI
- VICKA NABILA



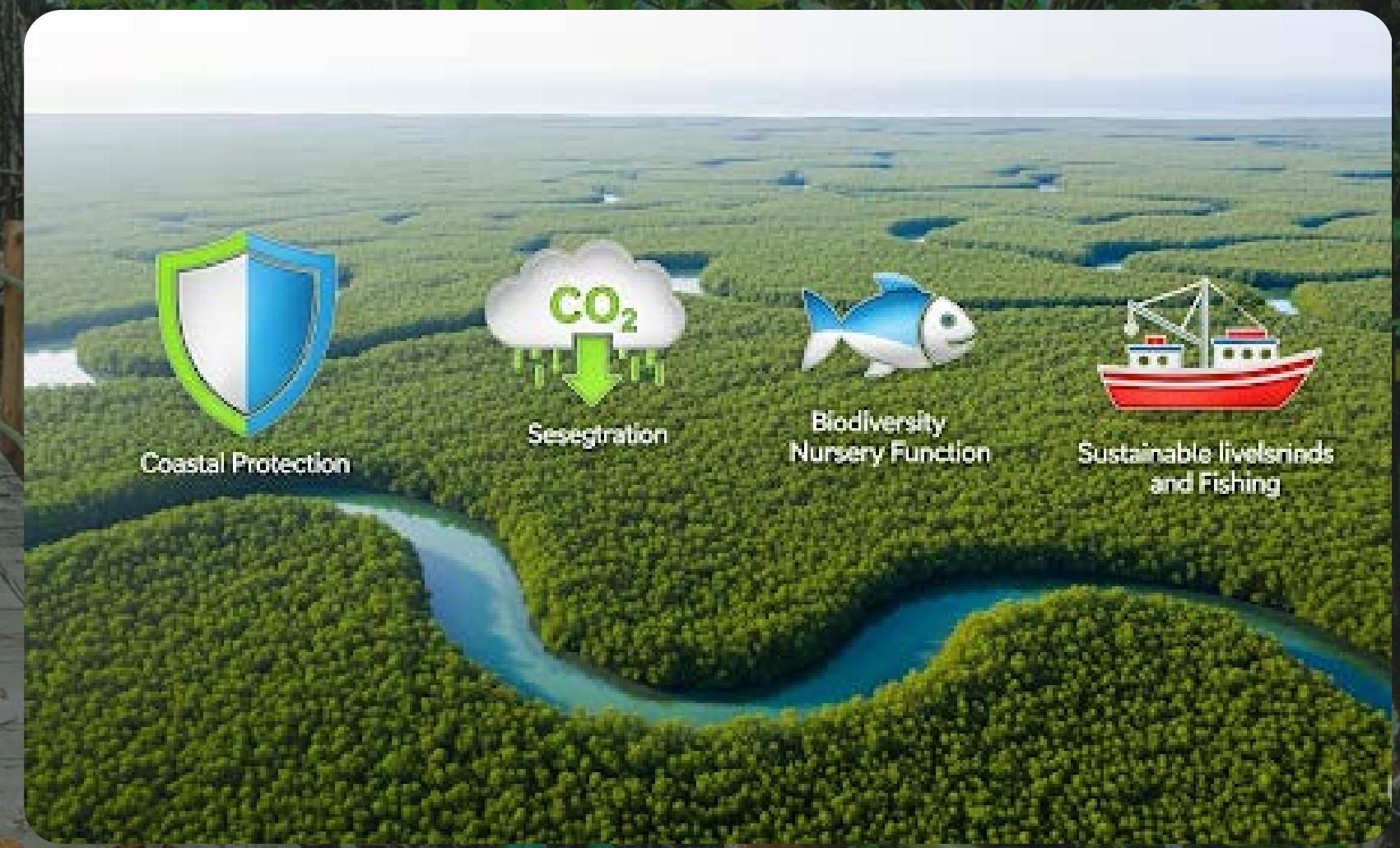
Esenzi Mangrove: Penyangga Kehidupan dan Ekonomi Pesisir

1. Pentingnya Ekosistem Mangrove Indonesia:

- Merupakan salah satu ekosistem paling produktif dan vital di dunia.
- Berperan sebagai pelindung alami garis pantai dari abrasi, gelombang pasang, dan tsunami.
- Berfungsi sebagai penyerap karbon biru global yang efisien, memerangi perubahan iklim.
- Mendukung keanekaragaman hayati laut dan terestrial yang melimpah.
- Menopang mata pencarian jutaan masyarakat pesisir melalui perikanan dan sumber daya alam lainnya.

2. Saran Visual:

- Foto udara hutan mangrove yang luas, menunjukkan skala dan keindahannya.
- Ikon-ikon yang mewakili fungsi utama: perisai, awan CO₂ dengan panah ke bawah, ikan, dan perahu nelayan



Ancaman, Peluang, dan Jalan Menuju Konservasi Berkelaanjutan

1. Ancaman Kritis yang Dihadapi:

- Deforestasi masif akibat konversi lahan (tambak, pertanian).
- Pencemaran lingkungan dari limbah industri dan domestik.
- Dampak buruk perubahan iklim (kenaikan permukaan air laut, peningkatan frekuensi badai).

2. Peluang Inovatif Melalui Teknologi:

- Integrasi sains konservasi dengan teknologi mutakhir, khususnya blockchain.
- Bertujuan untuk meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan efisiensi dalam upaya rehabilitasi.
- Membuka potensi pasar kredit karbon biru yang transparan dan dapat dipercaya.

3. Target Ambisius Indonesia:

- Komitmen kuat pemerintah dalam rehabilitasi mangrove skala besar.
- Membutuhkan sinergi: keterlibatan masyarakat, penerapan teknologi canggih, dan penguatan kerangka regulasi.



Mengenal Hutan Unik di Garis Pantai Tropis

1. Definisi: Kumpulan vegetasi pohon dan semak yang khas.
2. Habitat: Tumbuh di zona intertidal (pasang surut) di garis pantai tropis dan subtropis.
3. Kondisi Lingkungan Ekstrem:
 - Toleran terhadap salinitas tinggi (air asin).
 - Mampu bertahan di tanah anaerobik (minim oksigen).
 - Beradaptasi dengan genangan air laut secara periodik.

Peta Persebaran Mangrove di Indonesia



Strategi Bertahan Hidup di Lingkungan Pesisir yang Menantang

1. Akar Tunjang (Prop Roots):

- Contoh Spesies: Terutama pada genus *Rhizophora* (Bakau).
- Fungsi: Menopang pohon di tanah berlumpur yang tidak stabil, memberikan stabilitas ekstra dari hantaman ombak, dan membantu penyerapan oksigen.

2. Akar Napas (Pneumatophores):

- Contoh Spesies: Terutama pada genus *Avicennia* (Api-api) dan *Sonneratia*.
- Fungsi: Tumbuh tegak dari tanah, memungkinkan pertukaran gas (oksigen) di lingkungan tanah yang minim oksigen (anaerobik).

3. Vivipari (Perkecambahan di Pohon Induk):

- Fungsi: Biji berkecambah saat masih melekat pada pohon induk, membentuk propagul.
- Manfaat: Propagul ini sudah memiliki cadangan makanan dan struktur akar awal, sehingga siap tumbuh segera setelah jatuh ke lingkungan yang sesuai, meningkatkan peluang kelangsungan hidup.



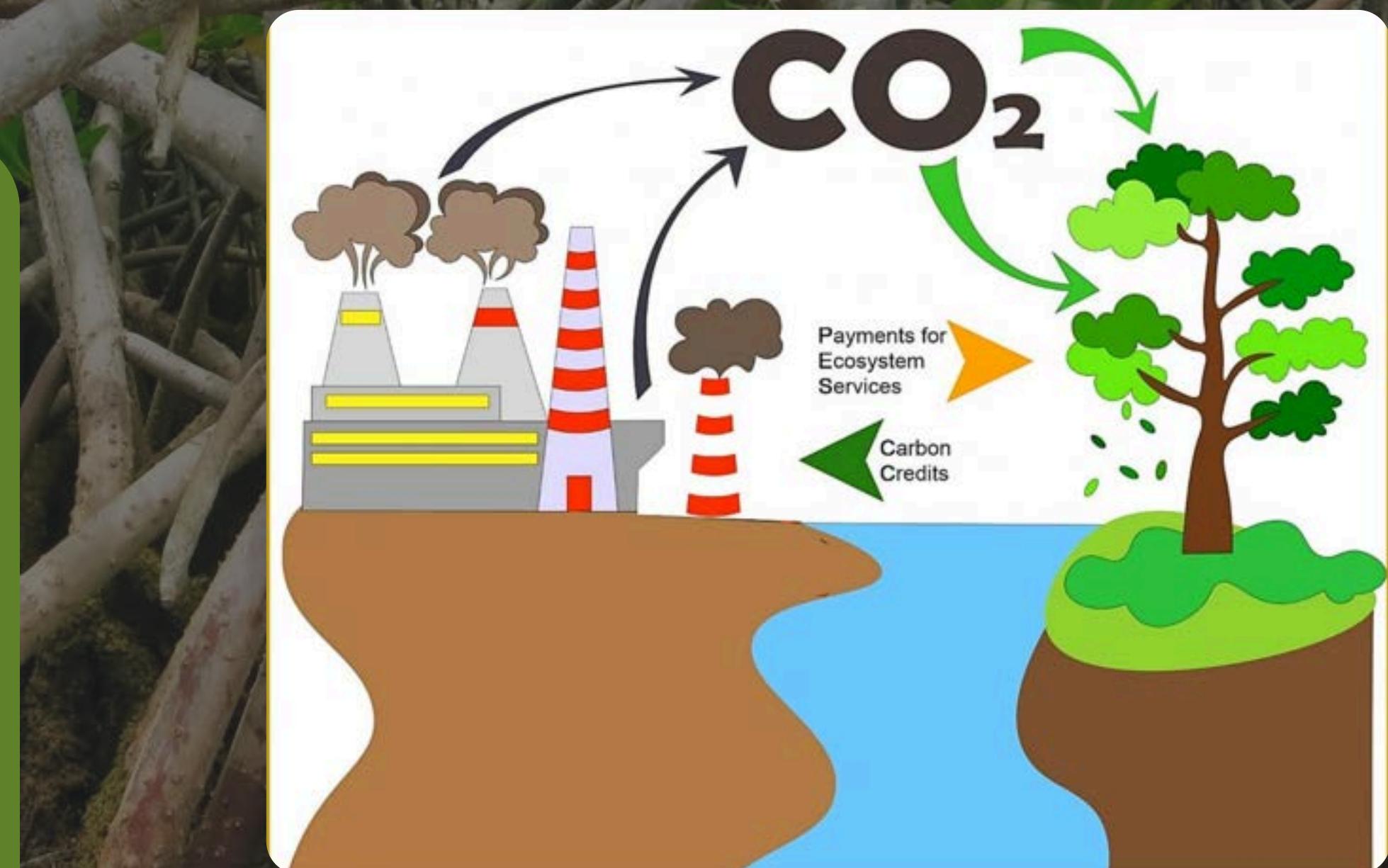
Benteng Alami Melawan Ancaman dari Laut

- Meredam Energi Gelombang: Struktur akar mangrove yang lebat dan saling bertautan secara efektif mengurangi energi gelombang, termasuk ombak pasang dan tsunami.
 - Dampak: Mampu mengurangi ketinggian gelombang hingga 66%.
- Mencegah Abrasi Pantai: Sistem perakaran yang kompleks membantu menahan sedimen dan lumpur, mencegah erosi dan hilangnya daratan pesisir.
- Perlindungan dari Badai: Bertindak sebagai penyangga alami yang mengurangi dampak angin kencang dan gelombang badai yang menghantam daratan.
- Keamanan Komunitas Pesisir: Melindungi pemukiman dan infrastruktur di sepanjang pantai dari kerusakan akibat bencana alam.



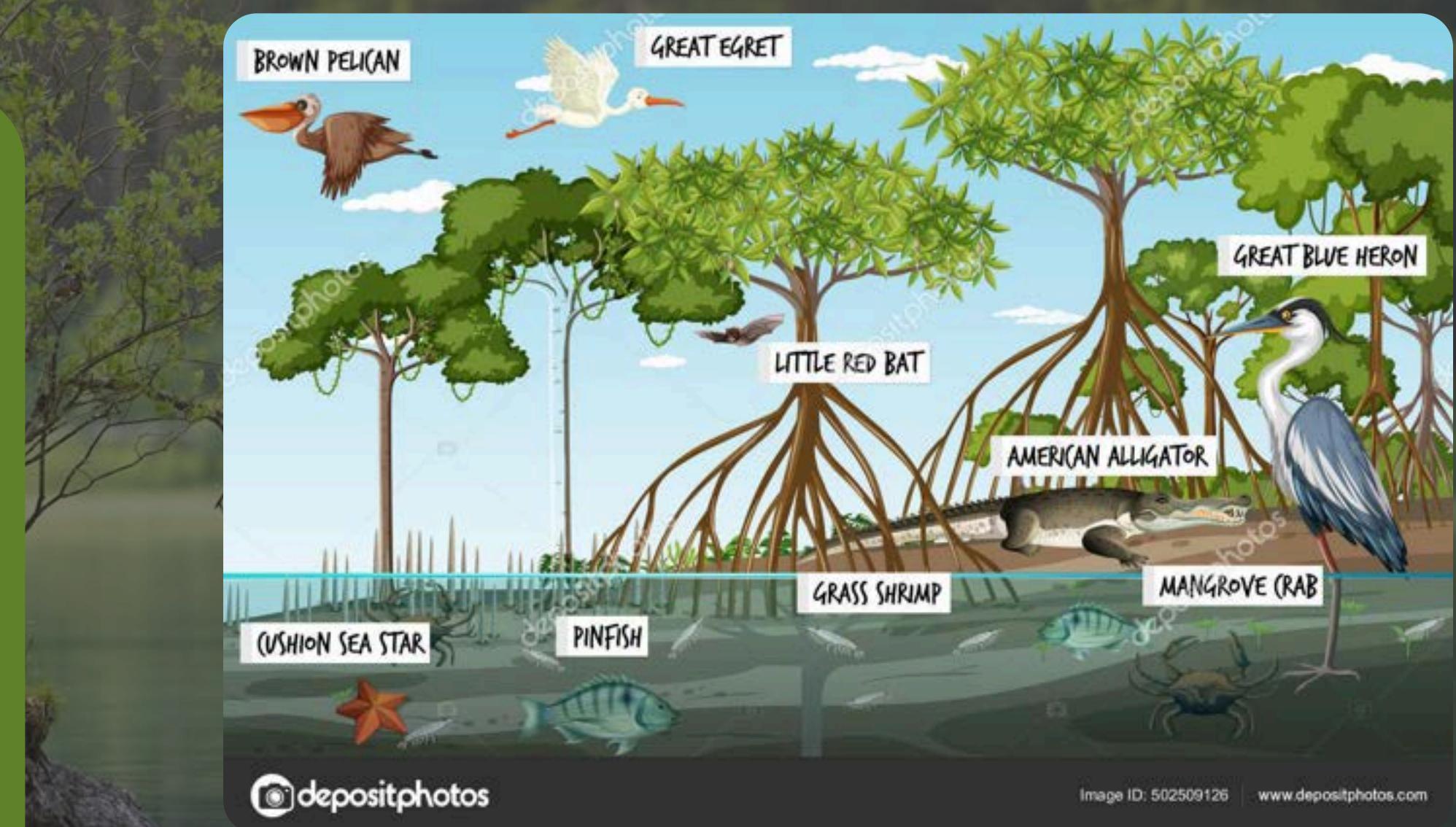
Penyerap Karbon Paling Efisien di Planet Bumi

- Definisi Karbon Biru: Karbon yang disimpan dalam ekosistem laut dan pesisir, termasuk mangrove, padang lamun, dan rawa payau.
- Efisiensi Tinggi: Mangrove adalah salah satu penyerap karbon paling efisien di dunia.
- Mampu menyerap dan menyimpan CO₂ (karbon dioksida) dalam biomassa (batang, daun, akar) dan sedimen tanah.
- Kapasitas: Setiap hektare mangrove dapat menyimpan hingga 1.000 ton karbon, jauh lebih tinggi dibandingkan hutan terestrial.
- Mitigasi Perubahan Iklim: Perannya sebagai penyerap karbon raksasa menjadikannya elemen kunci dalam strategi mitigasi perubahan iklim global.
- Potensi Ekonomi: Kemampuan sekuestrasi karbon ini menciptakan potensi untuk kredit karbon yang dapat diperdagangkan, membuka peluang pendanaan konservasi.



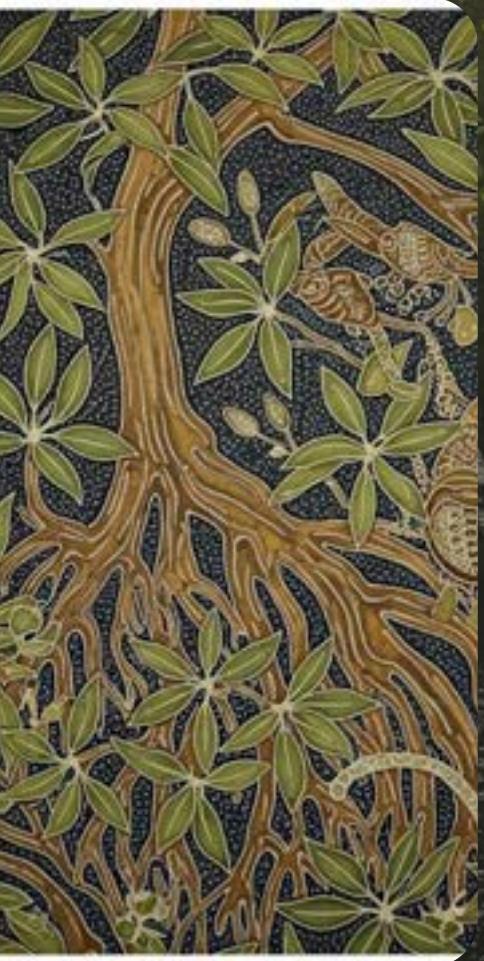
Rumah Bagi Ribuan Spesies Laut dan Darat

- Habitat Kaya: Hutan mangrove menyediakan habitat yang unik dan kaya bagi berbagai macam kehidupan.
- Tempat Pembibitan (Nursery Ground):
 - Area perakaran yang kompleks menjadi tempat berlindung dan pembibitan bagi banyak spesies ikan, udang, kepiting, dan moluska.
 - Penting untuk siklus hidup spesies laut komersial, mendukung industri perikanan.
- Dukungan Fauna Terestrial:
 - Menjadi rumah bagi berbagai jenis burung (burung pantai, bangau), reptil (ular, biawak), mamalia (monyet, berang-berang), dan serangga.
- Jaring Makanan Kompleks: Daun mangrove yang gugur menjadi detritus, dasar dari jaring makanan yang kompleks, mendukung kehidupan organisme yang lebih kecil hingga predator puncak.



Penopang Mata Pencarian dan Kesejahteraan Masyarakat Pesisir

- Perikanan Berkelanjutan: Mangrove berfungsi sebagai zona pembibitan dan mencari makan bagi ikan dan krustasea, mendukung hasil tangkapan nelayan lokal.
- Ekowisata:
 - Menarik wisatawan yang tertarik pada keindahan alam dan keanekaragaman hayati unik mangrove.
 - Contoh: Proyek ekowisata di Banten menghasilkan pendapatan hingga Rp 500 juta/tahun, memberikan alternatif mata pencarian bagi masyarakat setempat.
- Sumber Daya Non-Kayu: Menghasilkan produk seperti madu, pewarna alami, obat-obatan tradisional, dan bahan baku kerajinan tangan.
- Kayu Mangrove (Terbatas): Dalam pengelolaan yang berkelanjutan, kayu mangrove dapat dimanfaatkan untuk bahan bangunan, kayu bakar, atau arang, namun harus dengan izin dan batasan ketat.



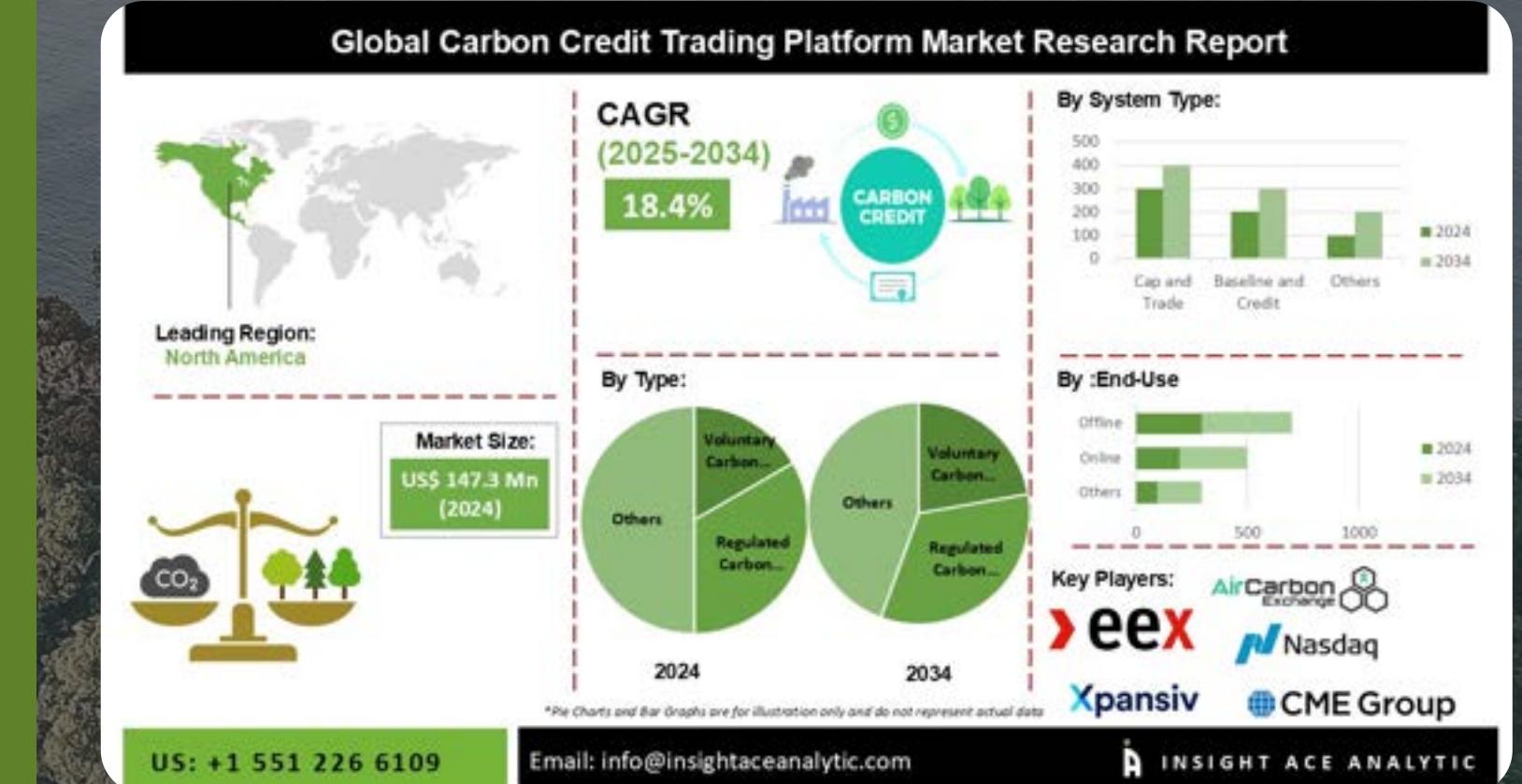


Tanggung Jawab Besar sebagai Pemilik Hutan Mangrove Terluas

- Kepemilikan Luas: Indonesia memiliki sekitar 3,7 juta hektare hutan mangrove.
- Kontribusi Global: Angka ini setara dengan sekitar 23% dari total luas mangrove global.
- Distribusi Geografis: Mangrove tersebar luas di seluruh kepulauan Indonesia, dengan konsentrasi terbesar di:
 - Papua ($\pm 1.571.035$ ha)
 - Sumatra (± 673.375 ha)
 - Kalimantan (± 733.000 ha)
 - Sulawesi (± 375.213 ha)
 - Jawa, Bali Nusa Tenggara (± 100.037 ha)
- Implikasi Internasional: Status Indonesia sebagai pemilik mangrove terbesar memberikannya tanggung jawab besar dalam upaya mitigasi perubahan iklim global dan konservasi keanekaragaman hayati dunia.

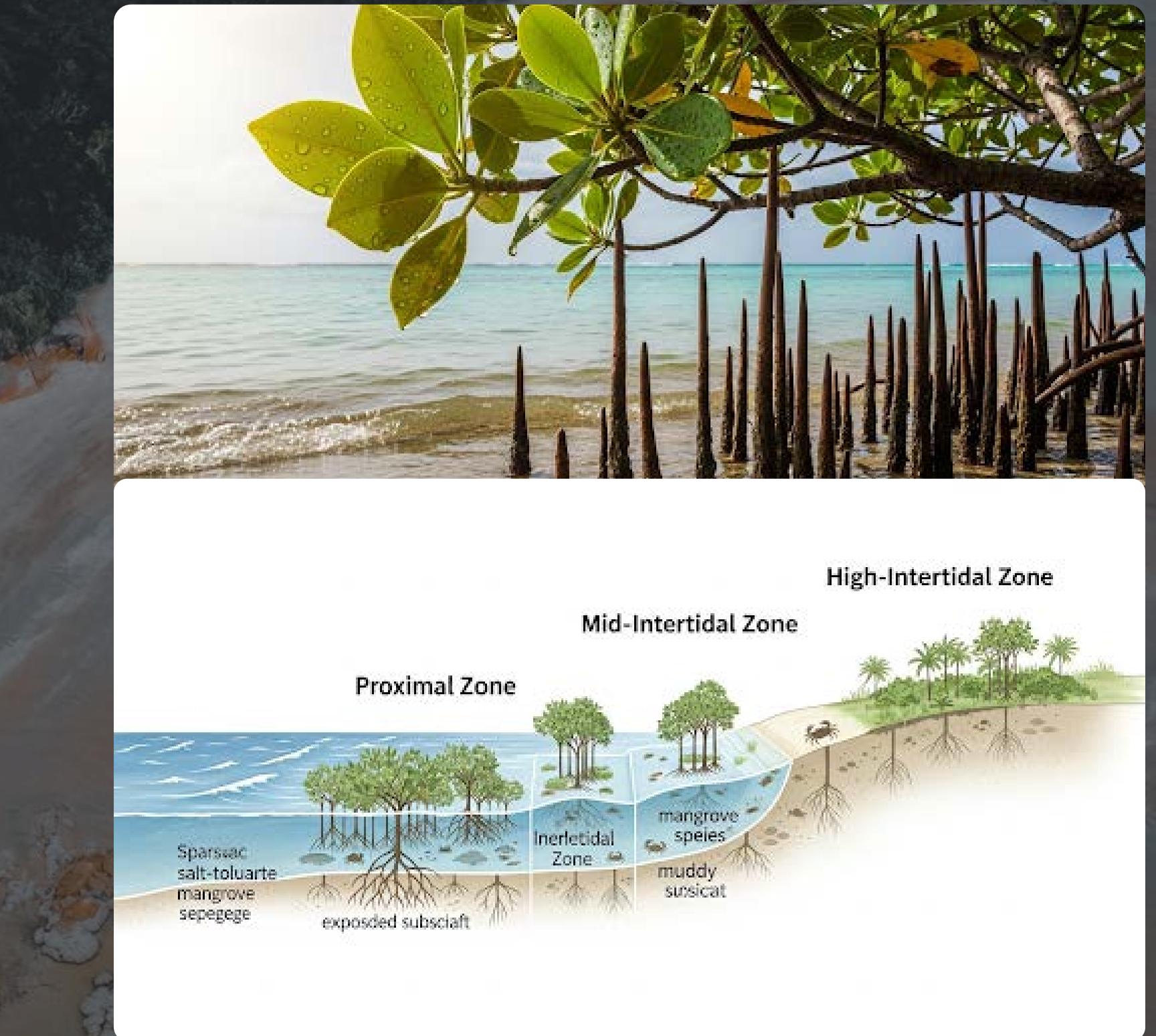
Mengubah Konservasi Menjadi Investasi Berkelanjutan

- Kredit Karbon Biru:
 - Kemampuan sekuestrasi karbon mangrove yang tinggi (hingga 1.000 ton karbon/ha) menciptakan aset lingkungan yang dapat dikuantifikasi dan diperdagangkan sebagai kredit karbon.
 - Setiap ton CO₂ yang berhasil diserap dan disimpan dapat menjadi satu unit kredit karbon.
- Dukungan Kebijakan Nasional:
 - Peraturan Presiden (Perpres) No. 98 Tahun 2021 secara eksplisit mengatur perdagangan kredit karbon di Indonesia.
 - Target ambisi: 30% dari total kredit karbon nasional pada tahun 2030 diharapkan berasal dari ekosistem laut, termasuk mangrove.
- Menarik Investasi Swasta:
 - Potensi finansial ini mengubah persepsi dari "biaya konservasi" menjadi "investasi lingkungan yang menguntungkan".
 - Mendorong minat dan partisipasi sektor swasta dalam proyek-proyek restorasi dan pengelolaan mangrove.
- Kebutuhan Sistem MRV yang Kuat:
 - Untuk mewujudkan potensi finansial ini, diperlukan sistem Pengukuran, Pelaporan, dan Verifikasi (MRV) yang sangat robust.
 - Sistem ini harus transparan, akuntabel, dan dapat diverifikasi secara independen.
 - Inilah celah krusial di mana teknologi blockchain dapat memberikan solusi yang transformatif.



Wilayah Paling Depan Menghadap Laut

- Karakteristik Lingkungan:
 - Lokasi: Paling dekat dengan garis pantai terbuka, sering terkena gelombang langsung.
 - Salinitas: Salinitas air sangat tinggi (biasanya 30-35 ppt atau lebih tinggi), karena pengaruh langsung air laut.
 - Genangan Air: Tergenang air laut hampir secara konstan, bahkan saat surut.
- Spesies Dominan:
 - *Avicennia marina* (Api-api Laut): Spesies yang paling toleran terhadap salinitas tinggi dan lingkungan yang keras ini. Memiliki akar napas (pneumatophores) yang efisien.
 - *Sonneratia alba* (Pedada Putih): Sering ditemukan bersama *Avicennia* di zona ini, juga memiliki akar napas.
- Peran dalam Restorasi:
 - Penting untuk penanaman spesies yang sangat toleran terhadap garam.
 - Membentuk barisan pertama pertahanan alami pantai.



Jantung Hutan Mangrove: Keberagaman dan Produktivitas Tinggi

- Karakteristik Lingkungan:
 - Lokasi: Berada di antara zona proksimal dan distal, sedikit lebih jauh dari laut lepas.
 - Salinitas: Salinitas sedang (sekitar 10-30 ppt), karena adanya pencampuran air laut dan air tawar dari daratan atau rembesan.
 - Genangan Air: Tergenang air saat pasang, namun lebih sering terekspos saat surut.
- Spesies Dominan:
 - Rhizophora spp. (Bakau): Terutama *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata*, yang memiliki akar tunjang yang kuat.
 - Bruguiera spp. (Tanjang): Berbagai spesies *Bruguiera* juga umum ditemukan.
- Peran dalam Restorasi:
 - Ini adalah zona paling optimal untuk penanaman sebagian besar spesies mangrove karena kondisi salinitas dan genangan yang ideal.
 - Target utama untuk mencapai tingkat kelangsungan hidup >80%.



Perbatasan dengan Ekosistem Darat: Salinitas Rendah

- Karakteristik Lingkungan:
 - Lokasi: Wilayah paling dekat dengan daratan, seringkali berbatasan dengan hutan darat atau lahan pertanian.
 - Salinitas: Salinitas rendah (kurang dari 10 ppt), karena dominasi pengaruh air tawar dari sungai atau limpahan daratan.
 - Genangan Air: Hanya tergenang air laut saat pasang sangat tinggi atau saat air tawar dari sungai meluap.
- Spesies Dominan:
 - *Xylocarpus granatum* (Nyirih): Salah satu spesies besar yang tumbuh di zona ini.
 - *Nypa fruticans* (Nipah): Palma mangrove yang khas, tumbuh di area berair payau yang sangat rendah salinitasnya.
 - *Heritiera fomes* (Dungun): Spesies lain yang dapat ditemukan.
- Peran dalam Restorasi:
 - Penting untuk menanam spesies yang toleran terhadap salinitas rendah.
 - Seringkali menjadi area transisi ekologis yang penting.

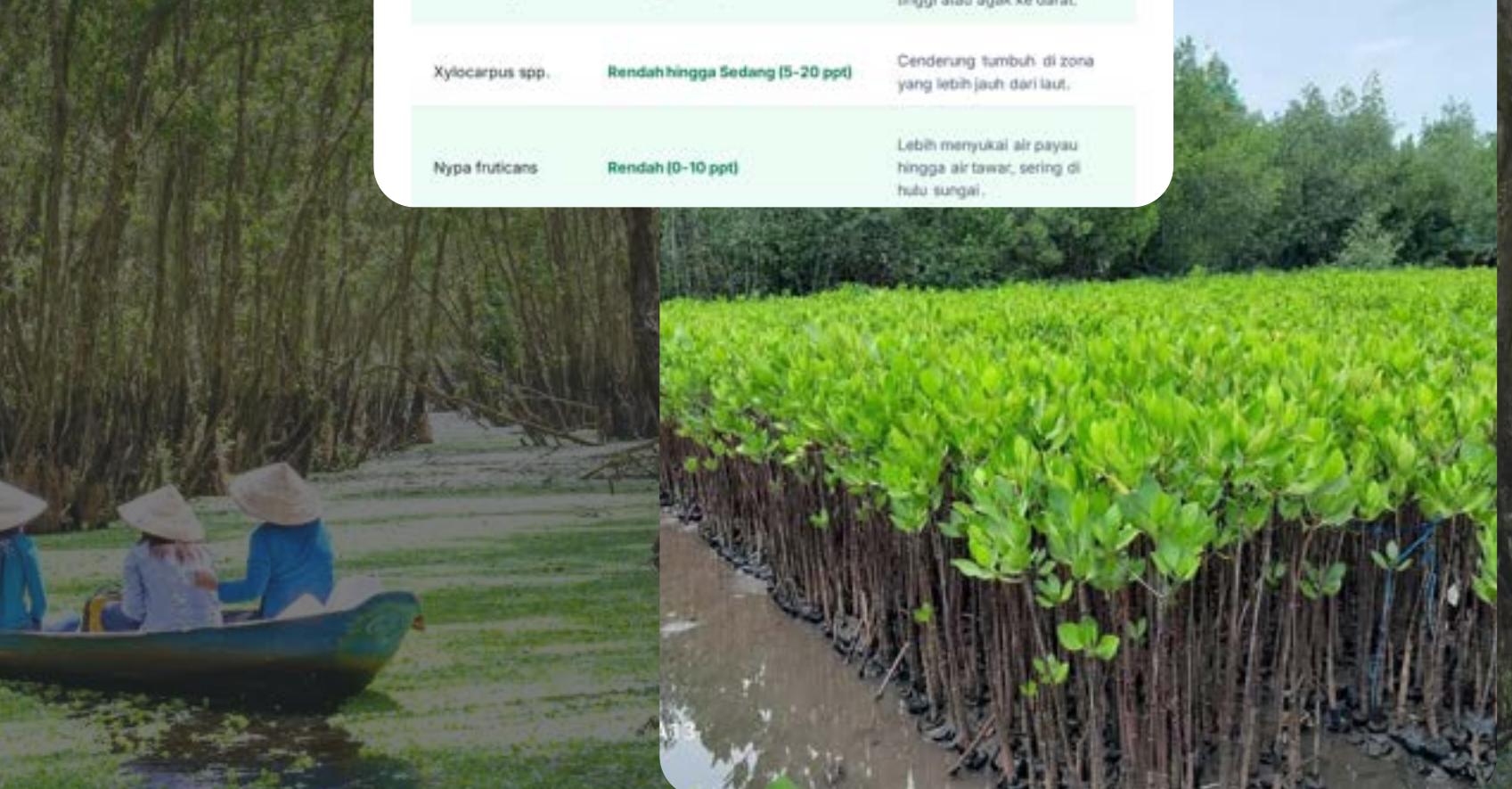


Aturan Praktis Restorasi Mangrove

Prinsip Utama Pemilihan Lokasi dan Spesies

- Pentingnya Memahami Lokasi:
 - Restorasi mangrove bukanlah sekadar menanam pohon; ini adalah upaya ilmiah yang membutuhkan pemahaman mendalam tentang kondisi spesifik lokasi.
 - Kegagalan seringkali terjadi karena ketidaksesuaian spesies dengan lingkungan.
- Penanaman Ideal di Zona Intermediet:
 - Lokasi penanaman paling optimal adalah di zona intertidal dengan salinitas antara 10-30 ppt.
 - Kondisi ini mendukung tingkat kelangsungan hidup bibit yang tinggi, seringkali mencapai lebih dari 80%.
- Pemilihan Spesies Sesuai Zona:
 - *Rhizophora mucronata* sangat direkomendasikan untuk penanaman di zona intermediet karena adaptasinya yang baik dan pertumbuhan yang relatif cepat.
 - Untuk zona proksimal yang lebih asin, pertimbangkan *Avicennia marina* atau *Sonneratia alba*.
 - Untuk zona distal dengan air payau, spesies seperti *Nypa fruticans* atau *Xylocarpus granatum* mungkin lebih cocok.

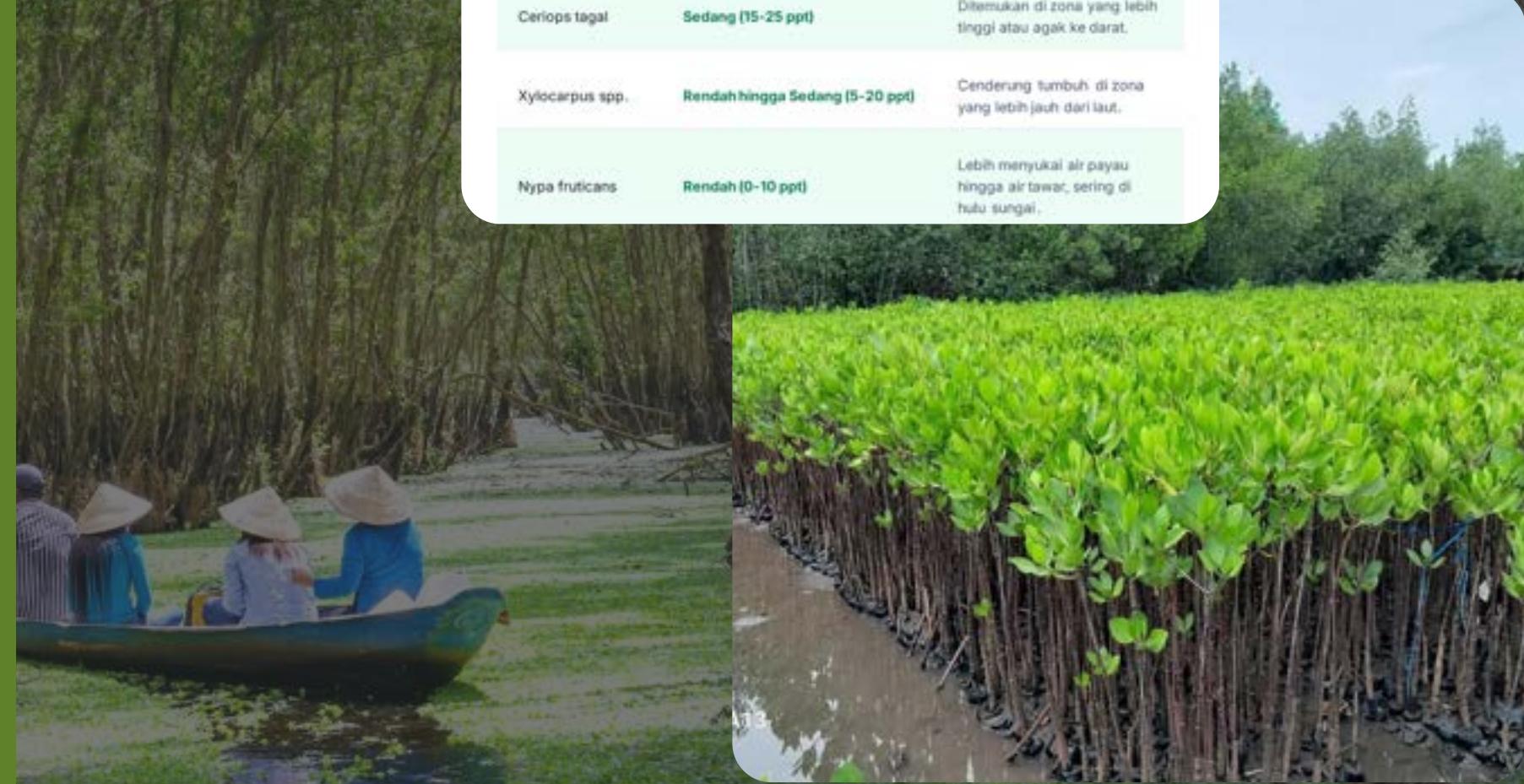
SPESIES MANGROVE	PREFERENSI SALINITAS	KETERANGAN
<i>Rhizophora spp.</i>	Tinggi (20-35 ppt)	Sering ditemukan di zona terdepan, langsung berhadapan dengan laut.
<i>Avicennia spp.</i>	Sedang hingga Tinggi (10-30 ppt)	Mampu bertolerir berbagai tingkat salinitas, sering di zona tengah.
<i>Bruguiera spp.</i>	Sedang (10-25 ppt)	Umumnya ditemukan di area yang sedikit lebih terlindung dari gelombang.
<i>Sonneratia spp.</i>	Tinggi (20-35 ppt)	Sering menjadi spesies pionir di zona intertidal yang berlumpur.
<i>Ceriops tagal</i>	Sedang (15-25 ppt)	Ditemukan di zona yang lebih tinggi atau agak ke darat.
<i>Xylocarpus spp.</i>	Rendah hingga Sedang (5-20 ppt)	Cenderung tumbuh di zona yang lebih jauh dari laut.
<i>Nypa fruticans</i>	Rendah (0-10 ppt)	Lebih menyukai air payau hingga air tawar, sering di hulu sungai.



Kombinasi Spesies, Uji Salinitas, dan Sumber Bibit

- Kombinasi Spesies untuk Ketahanan:
 - Menanam campuran spesies *Rhizophora* dan *Avicennia* (jika memungkinkan) akan menciptakan ekosistem mangrove yang lebih beragam, tangguh, dan tahan banting terhadap perubahan lingkungan.
 - Ini juga mendukung keanekaragaman hayati yang lebih luas.
- Pentingnya Uji Salinitas Air:
 - Selalu lakukan uji salinitas air secara akurat di lokasi penanaman yang dituju sebelum memulai proyek.
 - Data salinitas ini akan memandu keputusan Anda dalam memilih spesies yang paling sesuai.
- Spesies yang Dihindari di Kondisi Tertentu:
 - Hindari penanaman *Nypa fruticans* jika salinitas air di lokasi lebih tinggi dari 10 ppt. Spesies ini membutuhkan kondisi air payau atau tawar yang dominan.
- Gunakan Bibit Bersumber Lokal:
 - Pastikan bibit mangrove yang digunakan berasal dari wilayah lokal yang sama atau berdekatan.
 - Bibit lokal memiliki adaptasi genetik terbaik terhadap kondisi lingkungan setempat, sehingga meningkatkan peluang kelangsungan hidup dan keberhasilan restorasi.

SPESIES MANGROVE	PREFERENSI SALINITAS	KETERANGAN
<i>Rhizophora</i> spp.	Tinggi (20-35 ppt)	Sering ditemukan di zona terdepan, langsung berhadapan dengan laut.
<i>Avicennia</i> spp.	Sedang hingga Tinggi (10-30 ppt)	Mampu bertolerir berbagai tingkat salinitas, sering di zona tengah.
<i>Bruguiera</i> spp.	Sedang (10-25 ppt)	Umumnya ditemukan di area yang sedikit lebih terlindung dari gelombang.
<i>Sonneratia</i> spp.	Tinggi (20-35 ppt)	Sering menjadi spesies pionir di zona intertidal yang berlumpur.
<i>Ceriops tagal</i>	Sedang (15-25 ppt)	Ditemukan di zona yang lebih tinggi atau agak ke darat.
<i>Xylocarpus</i> spp.	Rendah hingga Sedang (5-20 ppt)	Cenderung tumbuh di zona yang lebih jauh dari laut.
<i>Nypa fruticans</i>	Rendah (0-10 ppt)	Lebih menyukai air payau hingga air tawar, sering di hulu sungai.



Keterlibatan Masyarakat Pilar Utama Keberhasilan Jangka Panjang Proyek Konservasi

- Bukan Sekadar Tenaga Kerja: Keterlibatan masyarakat lokal melampaui partisipasi fisik dalam penanaman. Ini tentang membangun kepemilikan dan pemberdayaan.
- Peningkatan Tingkat Kelangsungan Hidup:
 - Ketika masyarakat memiliki "rasa memiliki" terhadap proyek, mereka cenderung lebih aktif dalam pemeliharaan dan perlindungan.
 - Hal ini secara langsung berkorelasi dengan peningkatan signifikan pada tingkat kelangsungan hidup bibit mangrove yang ditanam.
- Pengembangan Ekonomi Lokal:
 - Proyek konservasi yang melibatkan masyarakat dapat membuka peluang mata pencarian baru dan berkelanjutan.
 - Contoh: Ekowisata berbasis mangrove, pengolahan produk non-kayu, atau perikanan berkelanjutan.



Hubungan Keterlibatan Masyarakat dengan Kelangsungan Hidup Pohon

Infografis ini menunjukkan dampak signifikan dari partisipasi masyarakat terhadap keberhasilan penanaman pohon.



Studi Kasus Sukses dari Seluruh Indonesia

- Teluk Bintuni, Papua Barat:
 - Proyek restorasi ambisius seluas 10.000 hektare.
 - Mencapai tingkat kelangsungan hidup bibit yang mengesankan, yaitu 85%.
 - Keterlibatan aktif masyarakat lokal telah secara signifikan menopang ekonomi mereka melalui pengembangan ekowisata berbasis mangrove dan praktik perikanan berkelanjutan.
- Proyek Ekowisata Banten:
 - Inisiatif yang sepenuhnya dipimpin dan dikelola oleh masyarakat setempat.
 - Berhasil menghasilkan pendapatan yang signifikan, mencapai sekitar Rp 500 juta per tahun, dari aktivitas ekowisata mangrove.
- Restorasi Pasca-Tsunami Aceh:
 - Setelah bencana tsunami, lebih dari 1.000 petani lokal secara sukarela dan aktif terlibat dalam upaya merehabilitasi 2.000 hektare hutan mangrove yang rusak.
 - Menunjukkan kekuatan kolektif dan resiliensi komunitas.
- Proyek Kalimantan Barat:
 - Melibatkan komunitas adat dalam penanaman 5.000 hektare mangrove.
 - Didukung oleh Program Pembangunan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNDP) dan, yang terpenting, mengintegrasikan teknologi blockchain untuk memastikan distribusi manfaat finansial yang adil dan transparan kepada para kontributor lokal.

GIS dalam Konservasi

Pemetaan Spasial untuk Presisi Restorasi dan Pemantauan

- Apa itu GIS? Sistem Informasi Geografis adalah kerangka kerja untuk mengumpulkan, mengelola, dan menganalisis data spasial (geografis).
- Pemetaan Zonasi Ekologis yang Tepat:
 - GIS memungkinkan pemetaan detail kondisi lingkungan, seperti salinitas dan topografi, di area restorasi.
 - Memastikan bahwa spesies mangrove yang benar ditanam di zona ekologis yang paling sesuai.
 - Contoh: Proyek di Riau yang menggunakan GIS berhasil mencapai tingkat kelangsungan hidup bibit hingga 90%.
- Pemantauan Kepadatan Pohon:
 - Digunakan untuk memantau kepadatan pohon baru setiap 6 bulan pasca-penanaman.
 - Membantu mengidentifikasi area yang membutuhkan penanaman ulang atau perawatan lebih lanjut.
- Manajemen Proyek Efisien: Memvisualisasikan data proyek secara spasial, membantu perencanaan, alokasi sumber daya, dan identifikasi masalah.

Pengaruh GIS terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup

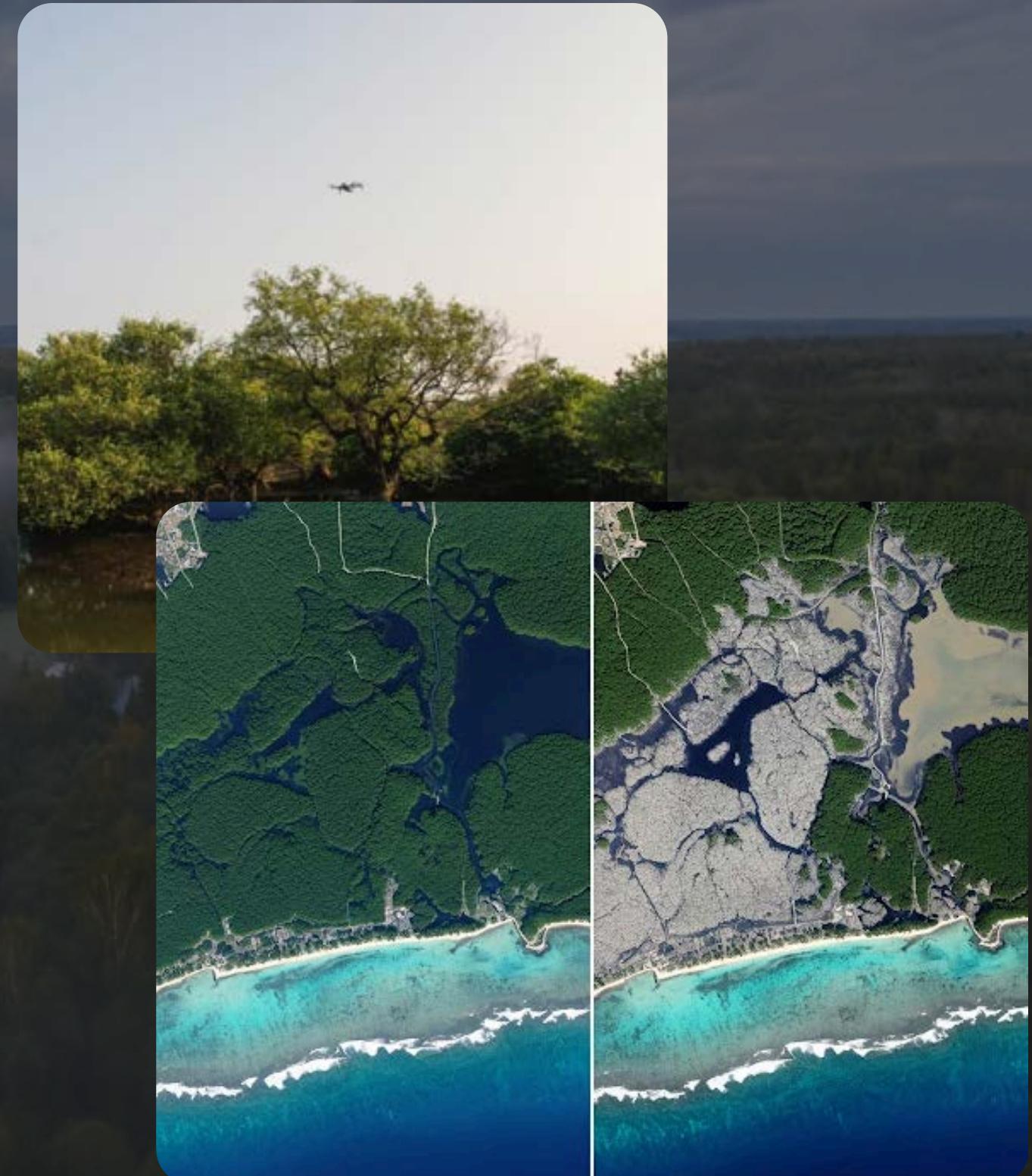
Infografis ini membandingkan tingkat kelangsungan hidup pohon pada program penanaman tanpa dan dengan bantuan GIS.



Drone & Satelit

Pemantauan Udara dan Skala Luas untuk Kesehatan Mangrove

- **Teknologi Drone:**
 - **Fungsi:** Menyediakan citra udara resolusi sangat tinggi dan data 3D dari area mangrove.
 - **Pemantauan Reguler:** Digunakan untuk memantau kesehatan dan kepadatan vegetasi setiap 6 bulan.
 - **Manfaat:** Mengidentifikasi area yang terdegradasi, memantau pertumbuhan bibit, dan mendeteksi perubahan kecil yang tidak terlihat dari tanah.
- **Teknologi Satelit:**
 - **Fungsi:** Ideal untuk pemantauan skala luas dan jangka panjang di seluruh wilayah.
 - **Pelacakan Deforestasi:** Mampu melacak tingkat deforestasi dan perubahan tutupan lahan mangrove setiap 3 bulan.
 - **Kesehatan Umum Mangrove:** Memantau kesehatan ekosistem secara umum dan mendeteksi tekanan lingkungan dari waktu ke waktu (setiap 6 bulan).
- **Integrasi Data:** Data dari drone dan satelit dapat diintegrasikan dengan GIS untuk analisis yang lebih komprehensif.



Pilar Transparansi Baru

Fondasi Integritas dalam Konservasi dan Pasar Karbon

- Definisi Blockchain: Buku besar digital terdistribusi yang mencatat transaksi secara aman, transparan, dan tidak dapat diubah (immutable).
- Mengapa Penting untuk Konservasi?
 - Transparansi Mutlak: Semua data dan transaksi yang dicatat di blockchain dapat dilihat oleh semua pihak yang berpartisipasi.
 - Akuntabilitas Tanpa Batas: Karena sifatnya yang tidak dapat diubah, setiap tindakan dan data memiliki jejak yang jelas dan tidak dapat disangkal.
 - Integritas Data: Melindungi data dari manipulasi atau pemalsuan.
- Aplikasi Umum: Tidak hanya untuk mata uang kripto, tetapi juga untuk rantai pasok, catatan medis, dan kini, konservasi lingkungan.

Infografis Rantai Blok (Blockchain)

Bagaimana teknologi ini bekerja dan mengapa ia aman.

1. Buku Besar Digital Terdesentralisasi

Bayangkan “rantai blok” sebagai sebuah “buku besar” digital yang mencatat semua transaksi. Yang membuatnya unik adalah buku besar ini tidak disimpan di satu tempat, melainkan disalin dan didistribusikan ke ribuan komputer di seluruh dunia.

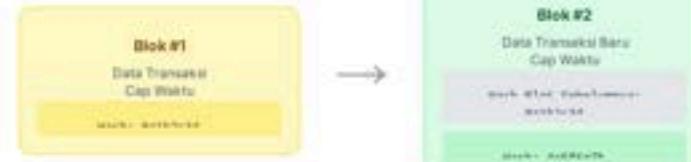
Buku Besar Transaksi

ID Transaksi: #123456...
Dari Alice, Ke Bob
Jumlah: \$100

ID Transaksi: #789012...
Dari Bob, Ke Carol
Jumlah: \$50

2. Rantai Blok yang Saling Terhubung

Blockchain adalah serangkaian “blok” data yang saling terhubung. Setiap blok berisi informasi penting dan terhubung ke blok sebelumnya, menciptakan sebuah rantai yang tidak bisa diubah.



3. Keamanan dan Verifikasi

Keamanan (Imutabilitas)
Setiap blok memiliki “hash” unik. Jika data di satu blok diubah, “hash” akan berubah, dan semua blok selanjutnya akan menjadi tidak valid. Ini membuat perubahan hampir mustahil.



Verifikasi (Konsensus)
Transaksi harus diverifikasi oleh mayoritas peserta dalam jaringan. Ini memastikan data sah dan disetujui bersama, bukan oleh satu otoritas.

Manfaat Utama Blockchain

Transparansi

Keamanan

Terdesentralisasi

Manfaat Blockchain: Kredit Karbon dan Data Memastikan Akurasi dan Kepercayaan dalam Aset Lingkungan

- Transparansi Kredit Karbon:
 - Blockchain menciptakan catatan yang tidak dapat diubah mengenai setiap kredit karbon yang dihasilkan dari proyek mangrove.
 - Memungkinkan pelacakan kepemilikan dan perdagangan kredit secara real-time dan transparan.
 - Contoh: Mencatat 5.000 kredit karbon yang dihasilkan dari proyek Teluk Bintuni.
- Integritas Data & Pencegahan Penghitungan Ganda:
 - Data vital proyek (misalnya, lokasi GPS, tanggal penanaman, jumlah bibit per spesies) dicatat di blockchain.
 - Sifat immutable blockchain memastikan data ini tidak dapat dimanipulasi atau dihapus, sehingga mencegah klaim ganda atas kredit karbon yang sama.
- Verifikasi & Kemampuan Audit yang Efisien:
 - Memfasilitasi validasi proyek oleh pihak ketiga.
 - Memastikan kepatuhan terhadap standar karbon internasional dengan data yang mudah diaudit.

Alur Diagram: Dari Penanaman Pohon hingga Kredit Karbon

1 Inisiasi dan Penanaman Proyek

- Pendaftaran Proyek
- Penanaman & Data Awal

2 Pengukuran dan Pemantauan

- Pengukuran Berkala (Sensor, Satelit)
- Data Masuk ke Blockchain (immutable)

3 Verifikasi oleh Pihak Ketiga

- Audit Data
- Sertifikat Terverifikasi
- Pencegahan Penghitungan Ganda [Tidak Ada Penghitungan Ganda]

4 Penerbitan Kredit Karbon (Tokenisasi)

- Penerbitan Token (1 ton CO₂ = 1 token)
- Kredit Karbon Siap Diperdagangkan

5 Pemanfaatan dan Pensiunan Kredit

- Pembelian oleh Perusahaan/Individu
- Token "Dibakar" (Tidak dapat digunakan lagi)

Manfaat Blockchain: Distribusi & Pasar

Mendorong Keadilan dan Efisiensi dalam Alur Pendanaan

- **Distribusi Manfaat Transparan:**
 - Melalui "smart contract" (kontrak pintar), blockchain dapat memastikan bahwa manfaat finansial (dari penjualan kredit karbon atau dana hibah) didistribusikan secara otomatis dan adil kepada masyarakat lokal atau pihak yang berkontribusi.
 - Mengurangi risiko korupsi dan memastikan dana sampai ke tujuan yang tepat.
- **Transparansi Pasar Kredit Karbon:**
 - Mencatat harga dan volume perdagangan kredit karbon secara publik.
 - Mencegah manipulasi pasar dan menciptakan ekosistem perdagangan yang lebih adil dan efisien.
- **Dokumentasi Aktivitas yang Dapat Diverifikasi:**
 - Setiap langkah dalam proyek konservasi, mulai dari penanaman hingga pemeliharaan, dapat didokumentasikan di blockchain.
 - Memberikan bukti yang jelas dan tidak dapat disangkal atas upaya konservasi.

Fitur Blockchain untuk Kredit Karbon

Smart Contract & Pembayaran Komunitas

Smart contract dapat secara otomatis mengirimkan sebagian dana penjualan kredit karbon langsung ke komunitas lokal, memastikan distribusi manfaat yang adil dan transparan.

Smart Contract

Komunitas Lokal

Grafik Harga Pasar yang Transparan

Semua transaksi dan harga dicatat di blockchain, menciptakan pasar yang sepenuhnya transparan. Setiap orang dapat melacak harga riil dari kredit karbon.



Linimasa Proyek di Blockchain

Setiap tahapan proyek, dari penanaman hingga verifikasi, tercatat sebagai entri yang tidak dapat diubah di blockchain. Ini menciptakan jejak audit yang lengkap dan tepercaya.



Kepatuhan & Dampak Lingkungan

Meningkatkan Akuntabilitas Lingkungan dan Legalitas Proyek

- Audit Pendanaan & Kontribusi Mitra:
 - Memungkinkan pihak-pihak terkait (donor, investor, pemerintah) untuk dengan mudah mengaudit dan memverifikasi bagaimana dana dialokasikan dan digunakan dalam proyek.
- Verifikasi Dampak Lingkungan (Co-Benefits):
 - Data tentang peningkatan keanekaragaman hayati, kualitas air, dan kesehatan ekosistem dapat dicatat di blockchain.
 - Ini memvalidasi klaim dampak positif lingkungan, yang dapat meningkatkan nilai dan kredibilitas kredit karbon.
- Kepatuhan Hukum & Regulasi:
 - Memastikan validitas hukum kepemilikan lahan dan kepatuhan terhadap regulasi terkait konservasi dan pasar karbon.
 - Mengurangi risiko sengketa hukum di masa depan.
- Kepatuhan Privasi & Keamanan Data:
 - Memastikan bahwa data pribadi individu dan transaksi dienkripsi dan aman.
 - Menjaga kerahasiaan informasi sensitif sambil tetap menjamin transparansi data proyek.

Fitur Utama Blockchain

Laporan Audit yang Jelas

Semua data proyek diaudit dan hasilnya dicatat di blockchain. Laporan yang jelas dan transparan ini dapat diakses oleh siapa saja untuk verifikasi independen.

Infografis Dampak Lingkungan

Data lingkungan, seperti peningkatan jumlah ikan atau keanekaragaman hayati, dapat dicatat secara on-chain untuk menunjukkan dampak positif proyek secara nyata.

Simbol Hukum & Regulasi

Setiap kredit karbon dapat ditautkan dengan regulasi atau standar hukum yang berlaku, memastikan kepatuhan dan validitas di mata hukum.

Ikon Privasi Data

Blockchain menjaga privasi data sensitif proyek sambil tetap memastikan transparansi yang diperlukan untuk verifikasi menciptakan keseimbangan yang aman.

Tantangan dalam Implementasi Blockchain

Hambatan Infrastruktur dan Biaya di Lapangan

- Akses Teknologi & Infrastruktur Digital:
 - Banyak komunitas pesisir yang menjadi lokasi proyek konservasi masih menghadapi kendala akses internet yang stabil dan ketersediaan perangkat keras yang memadai.
 - Ini merupakan hambatan signifikan untuk adopsi teknologi blockchain yang berbasis digital.
- Biaya Validasi Kredit Karbon yang Tinggi:
 - Proses validasi dan verifikasi untuk memenuhi standar pasar karbon internasional (misalnya, Verra, Gold Standard) bisa sangat mahal.
 - Biaya ini seringkali menjadi beban berat, terutama bagi proyek-proyek konservasi skala kecil atau berbasis masyarakat.
 - Membutuhkan investasi awal yang substansial.

Visualisasi Tantangan Utama dalam Blockchain



Desa Terpencil Tanpa Sinyal Internet

Validasi on-chain membutuhkan koneksi internet yang stabil, yang sering kali menjadi tantangan di daerah terpencil. Ini dapat menghambat partisipasi dan akurasi data.



Konektivitas Terbatas



Grafik Biaya Validasi

Biaya validasi on-chain (gas fees) dapat menjadi penghalang, terutama untuk proyek skala kecil atau saat jaringan sedang sibuk.



Tumpukan Uang atau Dompet Kosong

Anggaran yang terbatas dan biaya yang tidak terduga dapat menjadi kendala besar. Ilustrasi ini menunjukkan kesulitan finansial yang mungkin dihadapi proyek atau komunitas.

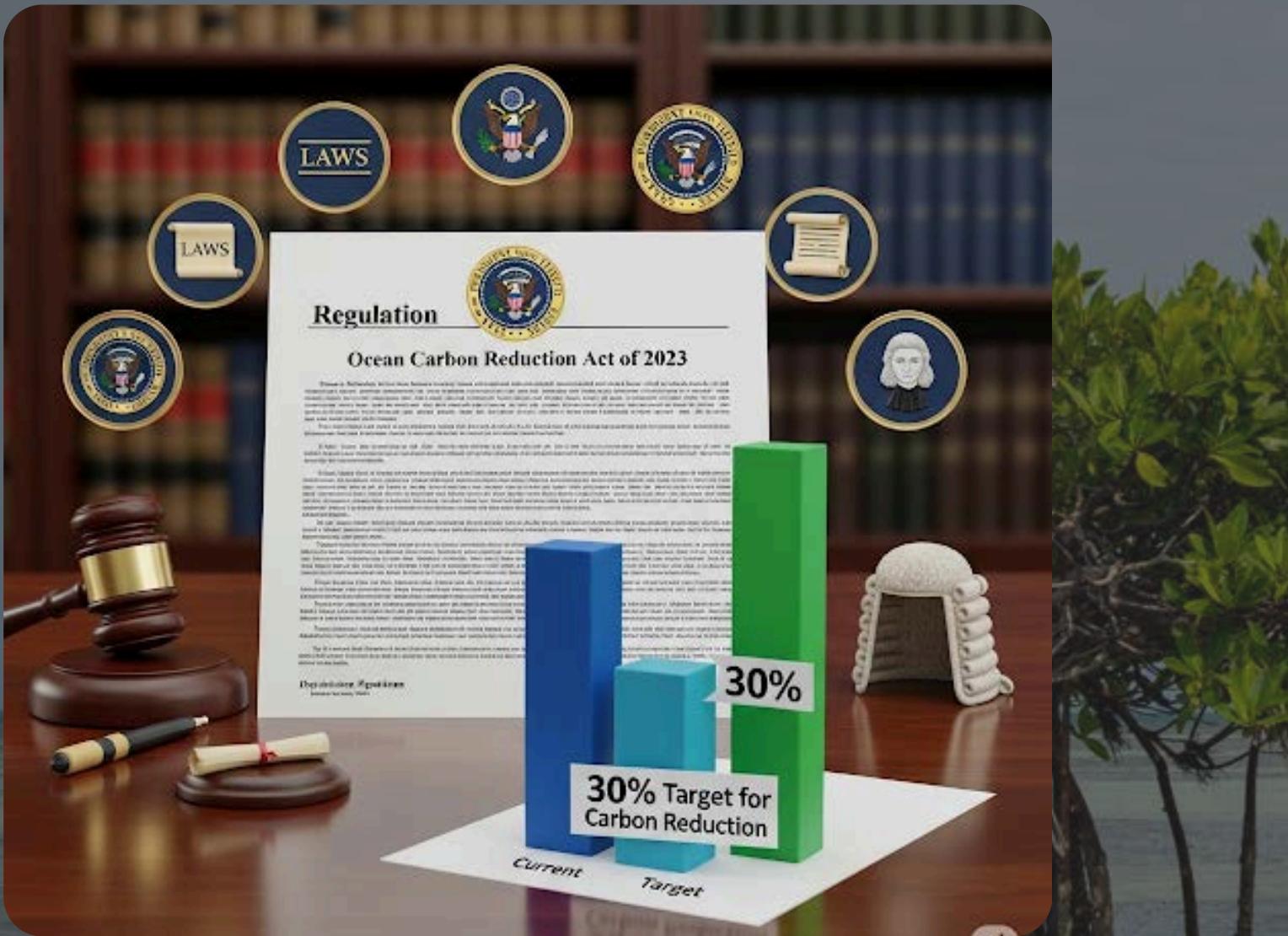


Aspek Regulasi, Ekonomi, dan Keahlian Teknis

- Kerangka Regulasi yang Belum Jelas:
 - Di banyak negara, termasuk Indonesia, kerangka hukum dan regulasi mengenai penggunaan blockchain dalam konteks lingkungan dan pasar karbon masih dalam tahap pengembangan.
 - Ketidakpastian ini dapat menghambat investasi dan adopsi yang luas karena kurangnya kepastian hukum.
- Fluktuasi Pasar Kredit Karbon:
 - Pasar kredit karbon, meskipun berpotensi besar, masih dapat mengalami volatilitas harga.
 - Fluktuasi ini menciptakan ketidakpastian finansial bagi pengembang proyek dan investor, membuat perencanaan jangka panjang menjadi sulit.
- Kompleksitas Teknis & Kapasitas SDM:
 - Teknologi blockchain cukup kompleks. Ada kekurangan tenaga ahli yang terlatih dalam pengembangan, implementasi, dan pengelolaan sistem blockchain di tingkat lokal maupun nasional.
- Interoperabilitas Sistem:
 - Mengintegrasikan platform blockchain dengan database dan sistem pemantauan yang sudah ada (misalnya, GIS, data satelit, sistem pelaporan pemerintah) merupakan tantangan teknis yang signifikan.



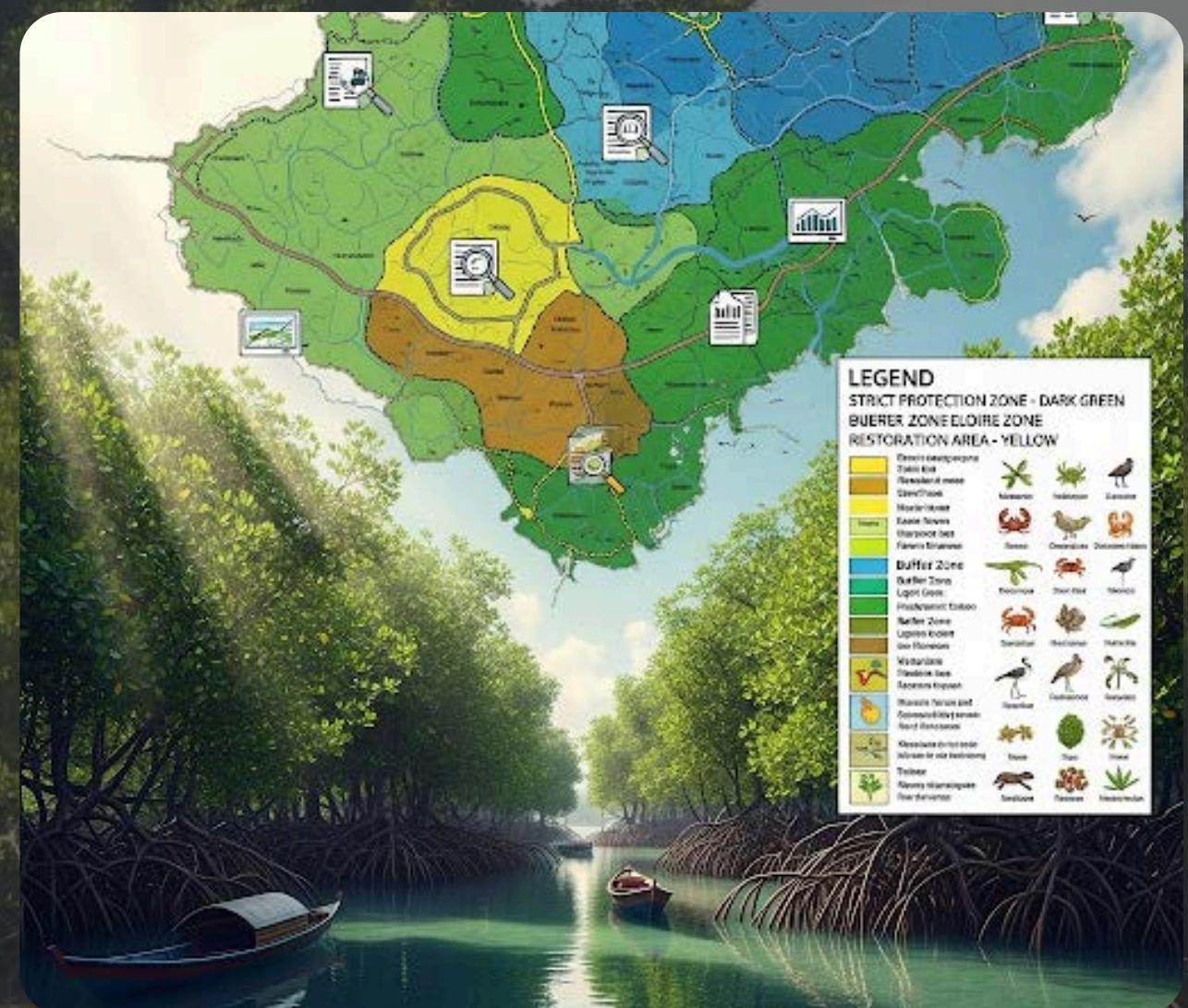
Kerangka Regulasi Pemerintah Indonesia. Komitmen Legislasi untuk Perlindungan dan Pemanfaatan Mangrove



- **Dedikasi Pemerintah:** Pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmen kuat terhadap konservasi dan rehabilitasi mangrove melalui berbagai peraturan dan kebijakan.
- Permen LHK No. P.33/2016:
- Fokus pada rehabilitasi ekosistem mangrove sebagai bagian dari strategi mitigasi perubahan iklim.
- Menekankan pentingnya keterlibatan aktif masyarakat lokal dalam setiap tahap proyek.
- Undang-Undang (UU) No. 32/2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup:
 - Merupakan payung hukum yang wajibkan adanya izin lingkungan untuk setiap proyek skala besar.
 - Memastikan bahwa potensi dampak terhadap lingkungan, termasuk wilayah pesisir dan mangrove, telah dievaluasi dan dikelola.
- Peraturan Presiden (Perpres) No. 98/2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon:
 - Peraturan kunci yang mengatur implementasi dan perdagangan kredit karbon di Indonesia.
 - Menetapkan target ambisius bahwa 30% dari total kredit karbon nasional pada tahun 2030 harus berasal dari ekosistem laut, termasuk mangrove.

Panduan Teknis dan Legalitas dalam Praktik Konservasi

- Kepmen LHK No. SK.130/2020:
 - Memberikan rekomendasi spesifik mengenai spesies mangrove yang direkomendasikan untuk penanaman.
 - Menyoroti pentingnya *Rhizophora* dan *Avicennia* berdasarkan kesesuaian ekologisnya.
 - Permen LHK No. P.70/2017:
 - Mensyaratkan bahwa setiap proyek penanaman mangrove harus didahului dengan pemetaan spesies dan zonasi habitat yang detail.
 - Memastikan penanaman yang tepat spesies di lokasi yang tepat.
 - Undang-Undang (UU) No. 41/1999 tentang Kehutanan:
 - Menetapkan legalitas kepemilikan lahan hutan dan melarang konversi hutan tanpa izin yang sah.
 - Memberikan dasar hukum untuk melindungi kawasan mangrove dari perambahan dan alih fungsi lahan.
 - Permen LHK No. P.21/2021:
 - Mensyaratkan transparansi data dalam pengelolaan lingkungan.
 - Mendorong ketersediaan informasi publik mengenai upaya konservasi, termasuk data proyek mangrove.



Formula Pengukuran untuk Evaluasi Proyek

Sub-judul: Metrik Kuantitatif untuk Memantau Dampak Lingkungan dan Ekonomi

- 1. Formula Pengukuran Karbon Terserap (C):
 - $C = A \cdot D \cdot Fc$
 - Mengukur total CO₂ yang berhasil diserap dan disimpan.
- 2. Formula Pengukuran Kepadatan Pohon (Dt):
 - $Dt = Nt / A$
 - Menilai jumlah pohon yang hidup per unit area.
- 3. Formula Pengukuran Indeks Kualitas Habitat (Ih):
 - $Ih = (Sc + Dt + Qw) / 3$
 - Evaluasi komprehensif kesehatan ekosistem (Species Count, Tree Density, Water Quality).
- 4. Formula Pengukuran Indeks Konservasi Mangrove (Ic):
 - $Ic = (A + P + Bd) / 3$
 - Mengukur dampak konservasi secara holistik (Area, Participants, Benefits).
- 5. Formula Pengukuran Tingkat Degradasi (Dr):
 - $Dr = (Ad / At) \cdot 100$
 - Mengidentifikasi seberapa parah suatu area telah terdegradasi (Area Degraded vs. Area Total).
- 6. Formula Pengukuran Efisiensi Blockchain (Eb):
 - $Eb = (Tv / Tt) \cdot 100$
 - Menilai efektivitas dan keberhasilan penggunaan blockchain (Transactions Validated vs. Total Transactions).

Formula Pengukuran untuk Evaluasi Projek

Sub-judul: Metrik Kuantitatif untuk Memantau Dampak Lingkungan dan Ekonomi



Formula Pengukuran Index Karbon Terserap (C)

$$C = A \cdot D \cdot Fc$$

Mengukur total CO₂ yang berhasil diserap dan disimpan



Formula Pengukuran Index Kualitas Habitat (Ih)

Mengukur kualitas lingkungan dalam suatu area berdasarkan jumlah pohon hidup per unit area.



Formula Pengukuran Index Konservasi Mangrove (Ic)

Mengukur konservasi mangrove secara holistik berdasarkan area, peserta, dan manfaat.



Formula Pengukuran Tingkat Degradasi (Dr)

$$Dr = (Ad / At) \cdot 100$$

Mengidentifikasi seberapa parah suatu area telah terdegradasi (Area Degraded vs. Area Total).

Kesimpulan & Rekomendasi Masa Depan Mangrove: Kolaborasi, Inovasi, dan Keberlanjutan

Poin-poin Utama - Kesimpulan:

- Mangrove Indonesia adalah aset tak ternilai namun rentan.
- Sinergi sains, teknologi (terutama blockchain), dan kolaborasi adalah kunci transformatif.
- Blockchain meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam konservasi dan pasar karbon.
- Meskipun tantangan ada, potensi blockchain untuk menarik investasi dan mencapai target rehabilitasi sangat besar.
- Keberhasilan jangka panjang memerlukan investasi strategis dan kemitraan multi-sektoral.

• Poin-poin Utama - Rekomendasi:

- Pengembangan Kapasitas Komunitas: Pelatihan digital & pengelolaan berkelanjutan.
- Investasi Infrastruktur Digital: Perluas akses internet di pesisir.
- Kerangka Regulasi Blockchain Jelas: Berikan kepastian hukum.
- Standardisasi MRV Berteknologi: Manfaatkan GIS, drone, satelit + blockchain.
- Fokus Co-Benefits: Validasi dampak lingkungan & sosial.
- Kemitraan Publik-Swasta-Masyarakat: Untuk pendanaan, keahlian, dan dukungan.



TERIMA KASIH

An aerial photograph of a river winding through a dense forest of green mangrove trees. The river's water is a mix of dark and light shades, reflecting the surrounding environment. A small, colorful boat is visible on the water, moving towards the bottom center of the frame. The forest extends to the horizon under a clear sky.

Salam Lestari