

## REVEGETASI UNTUK REHABILITASI LAHAN PASCA-TAMBANG WILAYAH OPERASI PT PERTAMINA HULU ROKAN, RIAU

Edi Rusdiyanto<sup>1</sup>, A. Hadian Pratama Hamzah<sup>2</sup>, Nurhasanah<sup>3</sup>, Abdillah Lubis<sup>4</sup>  
Universitas Terbuka<sup>1,2,3,4</sup>  
hadian@ecampus.ut.ac.id<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak kegiatan pertambangan terhadap lingkungan serta mengevaluasi efektivitas proses revegetasi dalam mengembalikan keseimbangan ekosistem di Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Kegiatan pertambangan yang dilakukan oleh PT. Pertamina Hulu Rokan telah menyebabkan kerusakan hutan akibat penebangan pohon untuk membuka lahan tambang, yang berkontribusi terhadap terganggunya habitat flora dan fauna, menurunnya kualitas sumber air, serta meningkatnya pemanasan global. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kajian literatur, observasi lapangan, dan wawancara dengan pihak terkait. Proses revegetasi dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu persiapan lahan, pelaksanaan penanaman, dan pemeliharaan. Selain itu, jenis tanaman yang digunakan dalam revegetasi dipilih berdasarkan karakteristik yang sesuai, seperti daya tahan terhadap paparan sinar matahari, pertumbuhan cepat dengan biaya rendah, produksi serasah yang mudah terurai, sistem perakaran yang baik, serta kemampuan membentuk hubungan simbiotik dengan mikroba tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa revegetasi dengan kombinasi tanaman penutup tanah, tanaman pokok, dan tanaman selingan mampu memperbaiki kondisi lingkungan pascatambang, meningkatkan ketersediaan oksigen, serta membantu dalam pencegahan pemanasan global. Dengan demikian, revegetasi menjadi strategi yang efektif dalam upaya pemulihan ekosistem pascatambang.

**Kata Kunci:** Lingkungan, Pascatambang, Pemanasan Global, Revegetasi, Tanaman

### ABSTRACT

*This study aims to analyze the impact of mining activities on the environment and evaluate the effectiveness of revegetation processes in restoring ecosystem balance in Indragiri Hulu Regency, Riau Province. Mining activities carried out by PT. Pertamina Hulu Rokan have caused deforestation due to tree cutting for land clearing, contributing to habitat disruption for flora and fauna, declining water quality, and increasing global warming. The research method includes literature review, field observations, and interviews with relevant stakeholders. The revegetation process consists of three main stages: land preparation, planting implementation, and maintenance. Additionally, plant species used in revegetation are selected based on suitable characteristics such as resistance to sunlight exposure, fast growth with low*

*costs, high litter production that decomposes easily, strong root systems, and the ability to form symbiotic relationships with specific microbes. The results indicate that revegetation using a combination of ground cover plants, primary plants, and companion plants can improve post-mining environmental conditions, increase oxygen availability, and aid in global warming prevention. Thus, revegetation serves as an effective strategy in post-mining ecosystem restoration efforts.*

**Keywords:** *Environment, Post-Mining, Global Warming, Revegetation, Plants*

## **PENDAHULUAN**

Provinsi Riau memiliki potensi pertambangan yang cukup besar, salah satunya berada di Kabupaten Indragiri Hulu. Di antara banyaknya perusahaan pertambangan, salah satunya adalah PT Pertamina Hulu Rokan, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan minyak dan gas. Perusahaan ini memiliki kapasitas produksi mencapai 11,69 miliar barel minyak selama periode 1951–2021 saat beroperasi (Rusdiana & Setiadi, 2019).

Di Indonesia, perusahaan pertambangan tersebar di berbagai provinsi. Industri pertambangan bertujuan membangun perekonomian nasional melalui pengelolaan sumber daya alam (SDA) guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Dalam beberapa tahun terakhir, industri pertambangan menjadi sorotan akibat penurunan aktivitas yang berdampak pada menurunnya harga jual (Widjaja & Suryaningtyas, 2024; Refliaty & Endriani, 2018).

Secara fundamental, sektor pertambangan memiliki pengaruh besar terhadap Indonesia. Namun, kegiatan pertambangan juga menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan serta berdampak negatif bagi manusia (Refliaty & Endriani, 2018). Kerusakan lingkungan yang ditimbulkan mencakup pencemaran udara, laut, tanah, air, serta deforestasi. Kerusakan hutan terjadi akibat aktivitas pertambangan yang melibatkan penebangan pohon untuk membuka lahan tambang (Lestari et al., 2022). Hal ini berdampak pada keseimbangan lingkungan karena hutan berfungsi sebagai habitat flora dan fauna, menjaga keseimbangan ekosistem, menjadi sumber air, penghasil oksigen, serta berperan dalam pencegahan pemanasan global (Setiawan et al., 2018).

Kajian terdahulu telah membahas dampak lingkungan akibat aktivitas pertambangan serta upaya rehabilitasi lahan yang terdampak. Namun, penelitian ini memiliki kebaruan (novelty) dalam analisis efektivitas revegetasi berdasarkan kombinasi jenis tanaman yang digunakan dan tingkat keberhasilannya dalam memulihkan keseimbangan ekosistem. Studi ini memberikan kontribusi dengan mengevaluasi metode revegetasi yang lebih optimal dan berkelanjutan, sehingga dapat menjadi acuan bagi industri pertambangan dalam implementasi strategi pemulihan lahan pascatambang.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif deskriptif. Metode kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat dan digunakan untuk meneliti kondisi ilmiah (eksperimen), di mana peneliti berperan sebagai instrumen, serta teknik pengumpulan dan analisis data bersifat kualitatif dengan penekanan pada makna. Penelitian kualitatif digunakan untuk meneliti kondisi objek secara alami, di mana peneliti berperan sebagai instrumen utama dalam penelitian (Afrimansyah et al., 2021). Teknik yang digabungkan menggunakan NDVI.

## **HASIL PENELITIAN**

PT Pertamina Hulu Rokan (PHR) memproduksi 168.000 barel per hari. PHR juga berupaya meningkatkan produksi dengan mengoptimalkan produksi dasar, melakukan kerja ulang sumur, pengeboran sumur baru, serta menerapkan teknologi injeksi air dan uap untuk membuka potensi minyak dan gas non-konvensional. Selain berupaya memastikan ketersediaan energi nasional, PHR juga ditugaskan oleh pemerintah melalui SKK Migas untuk menangani pemulihan lahan yang terkontaminasi minyak (TTM). PHR telah menyelesaikan kegiatan pemantauan pasca reklamasi, yang merupakan kewajiban PHR setelah menerima Surat Status Penyelesaian Lahan Terkontaminasi (SSPLT) untuk 98 lokasi reklamasi yang terlibat dalam masa transisi (Izza et al., 2022). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) memberikan SSPLT untuk 98 lokasi tersebut pada akhir periode operasional, di mana hasil pemulihan harus dipantau secara rutin selama satu tahun. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 76 Tahun 2008 tentang Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan mewajibkan setiap perusahaan pertambangan untuk melakukan penanaman kembali di lahan bekas tambang yang kritis.

Langkah reklamasi dilakukan dengan menanam vegetasi reklamasi di area yang telah ditambang, meskipun kegiatan pertambangan masih berlangsung (Adman, 2012). Reklamasi lahan bekas tambang merupakan kewajiban yang harus dipatuhi oleh pengusaha pertambangan sesuai dengan Undang-Undang No. 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. Pemulihan lahan bekas tambang harus dilakukan secara holistik, tidak hanya memperbaiki kondisi fisik lingkungan, tetapi juga mencakup inisiatif pengembangan masyarakat (Karyati et al., 2018). Reklamasi adalah kegiatan pengelolaan lahan yang mencakup perbaikan kondisi fisik tanah (*overburden*) untuk mencegah longsor, pembangunan waduk guna meningkatkan kualitas air asam tambang yang bersifat toksik, serta kegiatan revegetasi lanjutan. Reklamasi sangat penting dilakukan untuk memperbaiki lahan bekas tambang yang memiliki kadar nutrisi rendah (Agus et al., 2014). Rehabilitasi lahan pasca-tambang mencakup seluruh upaya untuk mengembalikan lahan bekas tambang ke kondisi semula agar dapat dimanfaatkan kembali, salah satunya sebagai lahan pertanian (Triwanto et al., 2023).

Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan No. 146 Tahun 1999 tentang Pedoman Reklamasi Bekas Tambang di Kawasan Hutan menjelaskan bahwa

revegetasi merupakan kegiatan penanaman kembali atau penghijauan di area bekas tambang. Revegetasi dilakukan melalui penyusunan rencana teknis tanaman, persiapan lapangan, pengadaan bibit atau anakan, pelaksanaan penanaman, serta pemeliharaan tanaman. Proses revegetasi pada lahan bekas tambang menurut (Marta Lestari, Yuniar Pratiwi, 2016) dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

### **1. Persiapan Lahan**

Persiapan lahan meliputi pengolahan tanah, pembuatan drainase, dan perbaikan kualitas tanah. *Topsoil* sebagai elemen penting dalam proses revegetasi dicampur dengan *overburden* yang umumnya bersifat asam, sehingga menyebabkan hilangnya kesuburan tanah. Penyebaran *topsoil* secara merata dengan ketebalan yang baik (70 cm) akan mempermudah proses penanaman kembali serta meminimalkan biaya revegetasi. Menurut (Triwanto et al., 2023) kendala dalam pengelolaan *topsoil* terjadi pada saat pengangkutan dan penyebaran, yang dapat menyebabkan pemadatan serta kerusakan pori-pori tanah. Lapisan tanah yang bersifat asam memerlukan penambahan bahan seperti gipsum atau kapur guna meningkatkan kualitas tanah. Selain itu, penambahan mikroorganisme simbiotik penambat nitrogen serta mikoriza terkadang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Sistem *topsoil* dan tanaman harus menyesuaikan dengan kontur lahan, terutama jika area yang direvegetasi memiliki kemiringan

### **2. Pelaksanaan Penanaman**

Penanaman pohon sebaiknya dilakukan pada awal atau selama musim hujan. Mengingat kondisi iklim di Indonesia yang semakin tidak menentu, perkiraan cuaca dari BMKG harus diperhitungkan dalam menentukan waktu tanam yang optimal agar keberhasilan revegetasi dapat maksimal.

#### **a. Perawatan**

Untuk mempermudah proses perawatan, pemantauan, dan evaluasi, disarankan untuk memasang papan informasi di lokasi penanaman. Informasi yang dicantumkan meliputi luas area tanam, jarak tanam, daftar jenis pohon yang ditanam, serta rasio jenis pohon yang ditanam (pionir, klimaks, dan *Multi-Purpose Tree Species* atau MPTS). Menurut (Widiatmaka et al., 2010) revegetasi merupakan kombinasi antara teknik perencanaan dan teknik pengelolaan vegetasi. Setiap lokasi tambang memiliki karakteristik tertentu yang mempengaruhi proses reklamasi yang harus dilakukan. Keberhasilan pertumbuhan dalam revegetasi bergantung pada persiapan penanaman, pemeliharaan tanaman, dan pemantauan tanaman. Pelaksanaan revegetasi harus menyesuaikan jenis tanaman dan kondisi tumbuhnya dengan karakteristik lahan agar memenuhi kriteria keberhasilan reklamasi. Kriteria pemilihan jenis pohon untuk area pertambangan menurut Badan Standardisasi Instrumen Lingkungan dan Kehutanan (Tambunan, 2014) dapat dilihat melalui:

#### **(1) Jenis Pionir Lokal dan Ketahanan terhadap Paparan Sinar Matahari (*Shade Intolerant*)**

Lahan bekas tambang yang terbuka dan miskin unsur hara lebih cocok ditanami

dengan tanaman jenis pionir lokal yang tahan terhadap paparan sinar matahari serta mampu tumbuh di lingkungan yang marginal. (Gumanti & Firmansyah, 2024) menyarankan penggunaan spesies lokal dalam revegetasi karena spesies tersebut lebih mudah beradaptasi dengan kondisi lingkungan setempat. Dengan adaptabilitas yang baik, risiko kegagalan dapat diminimalkan, serta keberhasilan pertumbuhan lebih terjamin dibandingkan dengan Spesies yang impor dari luar habitat aslinya.

### **(2) Pertumbuhan Cepat tetapi Tidak Membutuhkan Biaya Besar**

Spesies tanaman yang tumbuh cepat dan mampu menyerap air, nutrisi, serta energi matahari dan CO<sub>2</sub> secara efektif sangat dianjurkan, karena pertumbuhan cepat berkaitan erat dengan proses metabolisme fisiologis, terutama fotosintesis. Mengingat kondisi lahan bekas tambang yang miskin unsur hara, pemilihan spesies yang tidak memerlukan banyak nutrisi menjadi pertimbangan penting. Tanaman yang tumbuh cepat berperan dalam mempercepat pembentukan mikroklimat dan perbaikan kualitas tanah. Dengan demikian, suksesi vegetasi juga dapat berlangsung lebih cepat, karena tanaman ini menciptakan kondisi yang memungkinkan jenis vegetasi lain untuk tumbuh dan berkembang di area tersebut.

### **(3) Menghasilkan Banyak Serasah dan Mudah Terurai**

Serasah (litter) berfungsi sebagai mulsa yang dapat meningkatkan kelembapan tanah. Serasah yang membusuk berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Karakteristik serasah yang mudah terurai berarti mampu menyerap air dengan baik, kaya akan karbohidrat, serta tidak mengandung banyak lignin atau zat persisten lainnya. Serasah juga berperan sebagai media tumbuh bagi berbagai mikroorganisme pengurai yang membantu menguraikan bahan organik, sehingga menghasilkan unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman.

### **(4) Sistem Perakaran yang Baik dan Mampu Berinteraksi Secara Simbiotik dengan Mikroba Tertentu.**

Akar memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan pohon dengan menyerap air dan mineral serta mendistribusikannya ke seluruh bagian tanaman. Sistem perakaran yang berkembang dengan baik mampu membentuk hubungan simbiotik dengan tanaman inang dan jamur mikoriza. Interaksi ini meningkatkan penyerapan nutrisi, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan toleransi tanaman terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti kekeringan, kadar garam yang tinggi, logam berat, dan ketidakseimbangan nutrisi dalam tanah.

### **(5) Stimulates the arrival of seed carrier vectors,**

Spesies tanaman yang dipilih harus memiliki daya tarik bagi satwa liar, misalnya dengan menghasilkan bunga, buah, biji, atau daun yang disukai oleh hewan. Kehadiran satwa liar diharapkan dapat membantu proses revegetasi secara alami dengan membawa biji melalui kotoran atau sisa makanan yang kemudian tersebar di lahan yang direvegetasi. Selain itu, kondisi mikroklimat yang terbentuk memungkinkan generasi baru tumbuhan untuk tumbuh secara alami. Lebih dari itu, spesies yang dipilih sebaiknya juga mampu merangsang keberadaan semut, cacing tanah, dan

mikroorganisme tanah lainnya yang berperan dalam memperbaiki struktur tanah, menciptakan pori-pori tanah, serta mempercepat proses dekomposisi limbah organik dan pelepasan nutrisi guna meningkatkan kesuburan tanah.

1. Perbanyak, Penanaman, dan Pemeliharaan yang Mudah serta Biaya Rendah  
Spesies tanaman yang dipilih sebaiknya mudah dibudidayakan, seperti varietas yang mampu menghasilkan buah dalam jumlah besar.

Jenis pionir umumnya menghasilkan buah kecil dalam jumlah banyak untuk membentuk *soil seed bank* di dalam tanah. Diharapkan spesies yang dipilih dapat digunakan dengan mudah dan memiliki efisiensi biaya yang tinggi, baik selama proses penanaman maupun dalam tahap pemeliharaan. Lahan bekas tambang biasanya memiliki lapisan *topsoil* dan *sub-soil* yang tipis, sehingga hanya mengandung sedikit bahan organik tanah dan mikroba tanah yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Dalam kondisi ekstrem seperti ini, lahan sering kali tidak lagi dapat ditanami secara alami. Oleh karena itu, keberhasilan revegetasi pasca-tambang hanya dapat dicapai melalui kombinasi perbaikan tanah, pemilihan spesies yang tepat, serta penerapan teknik pengelolaan hutan yang sesuai (Lusia & Dessy, 2022) Sejarah penggunaan lahan juga harus dipertimbangkan dalam memilih tanaman untuk revegetasi lahan bekas tambang. Konsentrasi limbah tambang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman tertentu. Oleh karena itu, sebelum melakukan revegetasi, perlu dilakukan identifikasi awal terhadap kondisi tanah dan karakteristik lahan bekas tambang. (Taqiyuddin & Hidayat, 2020) proses penanaman dalam revegetasi lahan bekas tambang dilakukan secara bertahap sebagai berikut:

## 2. **Tanaman Cover Crop**

*Cover cropping* adalah teknik yang menggunakan tanaman khusus untuk memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Jenis tanaman legum sering digunakan dalam teknik ini karena kemampuannya dalam mengikat nitrogen dari udara melalui simbiosis dengan bakteri *Rhizobium*. Bakteri ini menginfeksi akar tanaman dan membentuk bintil akar yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan nitrogen di dalam tanah. Beberapa jenis tanaman *cover crop* yang umum digunakan antara lain; *Calopogonium Caeruleum* (CC), *Pueraria Javanica* (PJ), *Calopogonium Mucunoides* (CM), *Centrosema Pubescens* (CP), *Mucuna Cochinchinensis* (MC), dan *Mucuna Bracteata* (MB).

## 3. **Tanaman Cepat Tumbuh (Fast Growing Plants)**

Tanaman utama (*staple crops*) adalah tanaman yang dapat ditanam pada tahap awal revegetasi dan memiliki pertumbuhan cepat, dengan masa panen atau pemangkasan maksimal dalam 15 tahun. Kemampuan ini berfungsi untuk meningkatkan kesuburan tanah, sehingga mempermudah pertumbuhan spesies tanaman lain dan membentuk ekosistem baru. Tanaman yang direkomendasikan sebagai *staple crops* yaitu sengon, Pinus, trembesi, turi, ketapang, and lamtoro.

#### 4. Tanaman Sisipan

Penanaman tanaman lokal asli di antara tanaman utama (staple crops) bertujuan untuk memperkaya keanekaragaman spesies tanaman dan mempercepat pembentukan mikro-ekosistem yang dikendalikan oleh jumlah hewan yang datang ke lokasi tersebut. Penggunaan tanaman seperti akasia (*Acacia auriculiformis*), gamal (*Gliricidia maculata*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*), dan sengon (*Paraserianthes falcataria*) dalam revegetasi lahan bekas tambang timah di Pulau Bangka terbukti efektif. Teknik rehabilitasi lahan yang optimal mencakup kombinasi penggunaan pupuk kandang, jamur mikoriza, serta inokulan lamtoro (*Leucaena leucocephala*) (Setiawan et al., 2018). Revegetasi lahan pasca-tambang batubara menggunakan cover crops seperti akasia, sengon, sungkai, angsana, melina, dan jarak meningkatkan kandungan nitrogen total (N-total), karbon organik (C-organik), serta memperbaiki tingkat keasaman tanah (pH) (Marta Lestari, Yuniar Pratiwi, 2016). Sedangkan pada lahan pasca-tambang nikel di Pomalaa, revegetasi dilakukan dengan menanam beberapa jenis tanaman, yaitu: Akasia daun kecil (*Acacia auriculiformis*), Akasia daun besar (*Acacia mangium*), Albisia (*Paraserianthes falcataria*), Tirotasi (*Terminalia* sp.), Kayu angin (*Casuarina* sp.), Angsana (*Pterocarpus indicus*), Gamal (*Gliricidia maculata*), Jambu mete (*Anacardium occidentale* L.), Lamtoro (*Leucaena leucocephala*), Johar (*Cassia siamea*) Namun, pertumbuhan tanaman di lahan pasca-tambang ini masih menunjukkan kendala akibat defisiensi beberapa unsur hara penting, seperti kalsium (Ca), besi (Fe), tembaga (Cu), dan mangan (Mn).

#### PEMBAHASAN

Pengelolaan kawasan pascatambang memerlukan beragam teknik dan penyesuaian pemerliharaan (Ikhsan et al., 2024), dalam konteks penelitian yang sudah dilakukan dan hasil penelitian yang ditemukan bahwa ada beberapa kondisi dimana operasi pemeliharaan yang dilakukan setelah kegiatan pertambangan. Pertama, pemeliharaan lereng dilakukan melalui analisis stabilitas lereng dan pengukuran untuk memastikan bahwa kondisi lereng tetap stabil setelah tambang ditutup. Penanaman pohon di akhir fase pertambangan menjadi salah satu upaya revegetasi guna mencegah longsor dan memperkuat struktur tanah di sekitar area bekas tambang.

Kedua, pemeliharaan tanaman bertujuan untuk memastikan seluruh tanaman hasil revegetasi dapat tumbuh dengan sehat. Perlindungan tanaman dilakukan terhadap berbagai gangguan, baik yang disebabkan oleh aktivitas manusia maupun serangan hama dan penyakit yang dapat merusak pertumbuhan tanaman.

Ketiga, tujuan pemeliharaan lubang bekas tambang adalah untuk mencegah terjadinya genangan air atau luapan air ke permukaan. Semua lubang bekas tambang dimanfaatkan sebagai kolam infiltrasi dan tempat budidaya ikan. Pemeliharaan dilakukan dengan cara memantau elevasi permukaan, aliran air di sekitar lubang tambang, serta tanggul penahan air guna menghindari dampak negatif terhadap

lingkungan sekitar.

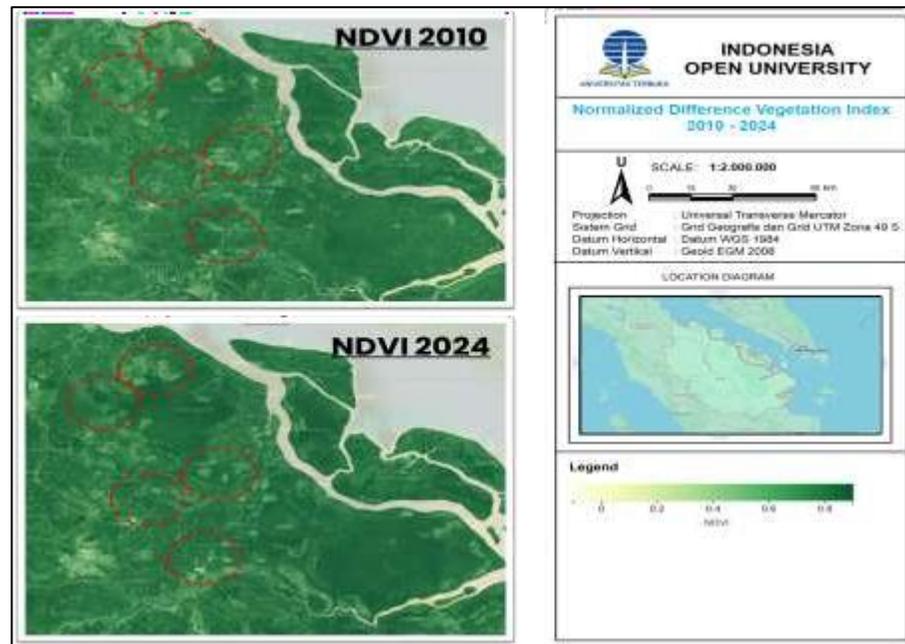
Keberhasilan proses revegetasi sebagai bagian dari upaya reklamasi dapat dinilai berdasarkan beberapa kriteria yang telah ditentukan (Khanifa, 2024), yaitu, a) tanaman dapat tumbuh dengan baik; b) persentase pertumbuhan tanaman mencapai target yang diharapkan; c) jumlah tanaman per hektare memenuhi nilai target yang ditetapkan; d) kombinasi spesies tanaman sesuai dengan kondisi lahan dan memiliki tingkat kesehatan yang baik. Kondisi tanah merupakan kombinasi dari sifat fisik, kimia, dan biologi yang menentukan keberhasilan revegetasi serta menunjukkan tingkat kesuburan tanah.

Sebagai penguatan pada hasil pemetaan dari penelitian yang sudah dilakukan maka dapat ditemukan bahwa reklamasi juga bukan hanya berperan dalam pengembalian fungsi ekologis namun, sebagai landasan (Ristanu et al., 2023) memaparkan manfaat pelaksanaan revegetasi adalah sebagai berikut, a) peningkatan kondisi fisik, dengan sirkulasi air dan udara yang baik di dalam tanah, perkembangan akar tanaman dapat terjamin. Tanah yang gembur akan mengoptimalkan pertumbuhan akar tanaman. Bahan organik yang ditambahkan ke permukaan tanah dapat meningkatkan sirkulasi air dan udara; b) peningkatan kondisi kimia, lahan pascatambang umumnya memiliki pH yang rendah dan kandungan nutrisi yang sedikit. Penambahan bahan organik ke dalam tanah, selain memperbaiki struktur tanah, juga dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman dalam jumlah besar, terutama unsur nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan karbon (C) organik; c) peningkatan kondisi biologi, berkurangnya jumlah mikroorganisme akibat aktivitas pertambangan berdampak pada kesuburan tanah dalam aspek sifat biologi. Penambahan bakteri dari kelompok PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) diperlukan untuk meningkatkan kesuburan tanah.

Berdasarkan analisis NDVI, beberapa wilayah mengalami peningkatan indeks vegetasi pada tahun 2024 dibandingkan dengan tahun 2010. Pada dua area, nilai NDVI menunjukkan peningkatan dengan nilai rata-rata dari 0.12 pada tahun 2010 menjadi 0.25 pada tahun 2024, yang dapat mengindikasikan adanya perubahan penggunaan lahan, seperti reboisasi atau pemulihan vegetasi alami di wilayah yang sebelumnya mengalami degradasi. Peningkatan ini bisa terjadi akibat program rehabilitasi hutan, kebijakan perlindungan lingkungan, atau perubahan pola penggunaan lahan dari sektor non-vegetatif menjadi vegetatif, seperti pengembangan agroforestri atau penghijauan kembali lahan bekas tambang dan pertanian. Di sisi lain, terdapat satu area yang menunjukkan stabilitas vegetasi dengan nilai NDVI yang tetap berada di angka 0.38, yang mengindikasikan bahwa tutupan vegetasi di wilayah tersebut relatif tidak mengalami perubahan signifikan selama kurun waktu 14 tahun. Stabilitas ini dapat disebabkan oleh keberlanjutan ekosistem alami, perlindungan lahan konservasi, atau pemanfaatan lahan yang tidak mengganggu kondisi vegetasi yang sudah ada.

Meskipun indikasi perubahan ini sudah terlihat dari data NDVI, analisis lebih lanjut diperlukan untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi tren tersebut.

Verifikasi menggunakan data satelit resolusi tinggi, survei lapangan, serta analisis kebijakan lingkungan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai dinamika tutupan lahan dan efektivitas intervensi manusia dalam menjaga atau mengembalikan kondisi vegetasi di wilayah tersebut.



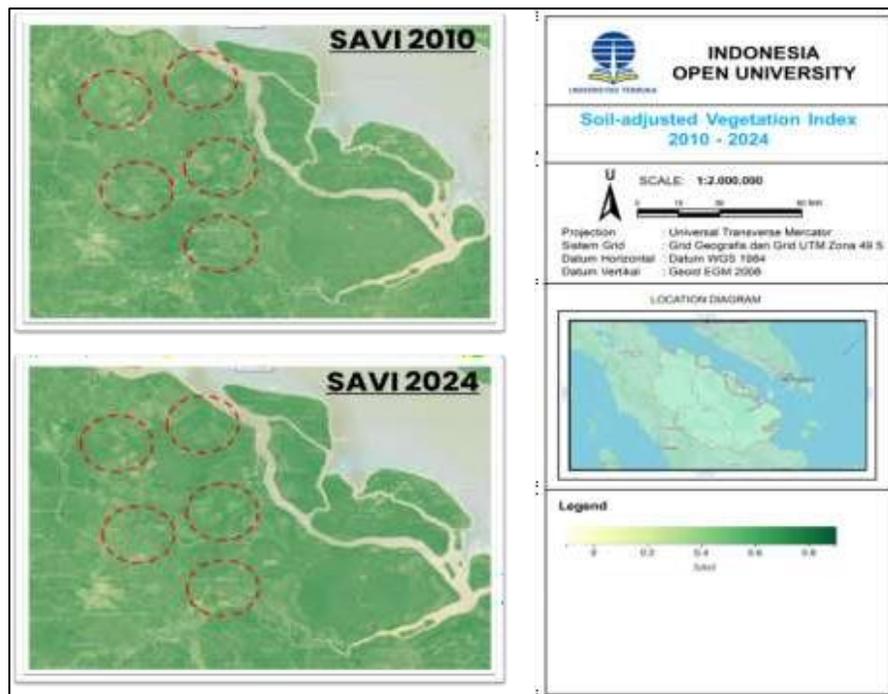
Gambar 1. NDVI Riau 2010 dan 2024

Hasil analisis nilai rata-rata SAVI pada area yang dilingkari merah menunjukkan adanya perubahan signifikan dalam tingkat vegetasi antara tahun 2010 dan 2024. Pada tahun 2010, nilai rata-rata SAVI di wilayah tersebut berada dalam rentang 0.54 hingga 0.57, yang mengindikasikan tutupan vegetasi yang cukup baik dengan tingkat kerapatan sedang hingga tinggi. Namun, dalam kurun waktu 14 tahun, perubahan signifikan terjadi di beberapa lokasi. Beberapa wilayah mengalami peningkatan nilai SAVI, seperti satu area yang meningkat dari 0.55 menjadi 0.77, serta area lain dari 0.56 menjadi 0.67. Peningkatan ini menandakan adanya proses revegetasi atau pemulihan lahan yang kemungkinan besar terjadi akibat aktivitas rehabilitasi ekosistem, reforestasi, atau kebijakan konservasi yang berhasil dalam meningkatkan tutupan vegetasi.

Kenaikan nilai SAVI ini juga dapat disebabkan oleh pergeseran penggunaan lahan, misalnya perubahan dari lahan kosong atau lahan pertanian terbuka menjadi area dengan tutupan vegetasi lebih rapat, seperti hutan sekunder atau perkebunan dengan sistem agroforestri. Di sisi lain, tidak semua area menunjukkan tren peningkatan vegetasi. Salah satu area mengalami penurunan dengan nilai SAVI yang turun dari 0.56 menjadi 0.52, yang menandakan degradasi vegetasi. Penurunan ini kemungkinan besar disebabkan oleh faktor seperti ekspansi lahan terbangun, konversi hutan menjadi lahan pertanian atau perkebunan monokultur yang memiliki tutupan vegetasi lebih rendah, atau dampak dari bencana lingkungan seperti kebakaran hutan dan kekeringan.

Degradasi vegetasi yang terlihat dari penurunan SAVI ini dapat menjadi indikasi perlunya evaluasi lebih lanjut terhadap kebijakan tata guna lahan, pengelolaan sumber daya alam, serta dampak aktivitas manusia terhadap ekosistem setempat.

Secara keseluruhan, hasil analisis SAVI menunjukkan bahwa mayoritas wilayah mengalami peningkatan nilai indeks, yang dapat diinterpretasikan sebagai keberhasilan upaya revegetasi dan konservasi. Namun, adanya area yang mengalami degradasi vegetasi mengindikasikan bahwa tantangan dalam pengelolaan lanskap tetap ada, terutama dalam menjaga keseimbangan antara kebutuhan pembangunan dan kelestarian lingkungan. Untuk memastikan faktor-faktor yang mempengaruhi dinamika vegetasi ini, diperlukan analisis lebih lanjut yang menggabungkan data satelit resolusi tinggi, pemetaan perubahan penggunaan lahan, serta survei lapangan. Dengan pendekatan ini, akan lebih mudah untuk memahami pola perubahan vegetasi di wilayah tersebut, mengevaluasi efektivitas kebijakan lingkungan yang diterapkan, dan merancang strategi pengelolaan lahan yang lebih berkelanjutan.



Gambar 2. SAVI Riau 2010 dan 2024

## SIMPULAN

Revegetasi dapat meningkatkan kualitas tanah dari segi sifat fisik, kimia, dan biologi. Kondisi ini akan mendukung kelangsungan hidup tanaman dalam ekosistem baru. Proses revegetasi dilakukan dalam tiga tahap, yaitu: persiapan lahan, pelaksanaan penanaman, dan pemeliharaan. Penanaman dalam proses revegetasi dilakukan dalam tiga tahap, yaitu: tanaman penutup tanah, tanaman pokok, dan tanaman sisipan. Pemilihan jenis tanaman yang digunakan untuk revegetasi mencakup beberapa kriteria, yaitu: jenis pionir lokal yang tahan terhadap paparan sinar matahari, pertumbuhan cepat

dan tidak memerlukan biaya besar, menghasilkan banyak serasah yang mudah terurai, memiliki sistem perakaran yang baik serta mampu membentuk hubungan simbiosis dengan mikroba tertentu, serta mudah dan murah dalam penanaman maupun pemeliharannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adman. (2012). Pemanfaatan jenis pohon lokal cepat tumbuh untuk pemulihan lahan pascatambang batubara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(1), 19–25. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/4080>
- Afrimansyah, M. F., Safaruddin, & Franca, M. L. (2021). Penanganan lahan pasca tambang melalui kegiatan revegetasi di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. *Jurnal Kotamo*, 1(22), 1–22. <https://jurnal.smbbr.co.id/index.php/kotamo/index>
- Agus, C., Pradipa, E., Wulandari, D., Supriyo, H., & Herika, D. (2014). Rehabilitasi tambang batubara di daerah tropika: Peran revegetasi dalam restorasi tanah di area rehabilitasi tambang batubara tropis. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(1), 60–66.
- Gumanti, S., & Firmansyah, D. (2024). Analysis of mine reclamation land management through revegetation activities at PT Duta Alam Sumatera, Lahat, South Sumatra. *Jurnal Pengelolaan Tambang*, 2(1), 127–133.
- Ikhsan, R. M., Pratiwi, Y., & Nursani, R. (2024). Identifikasi jenis tanaman revegetasi di area reklamasi IUP tambang Air Laya PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Pertambangan dan Lingkungan*, 4(2).
- Izza, R. F., Nurkhamim, & Gunawan, R. (2022). Overview pemilihan jenis tanaman revegetasi untuk perencanaan reklamasi lahan bekas tambang berdasarkan riwayat penggunaan lahan. *Prosiding Seminar Nasional ReTII ke-17*, 306–311. <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/3642>
- Karyati, K., Putri, R. O., & Syafrudin, M. (2018). Suhu dan kelembaban tanah pada lahan revegetasi pasca tambang di PT Adimitra Baratama Nusantara, Provinsi Kalimantan Timur. *Agrifor*, 17(1), 103. <https://doi.org/10.31293/af.v17i1.3280>
- Khanifa, A. (2024). Analysis of the success of revegetation in reclamation: Plant growth percentage aspect in Tanah Bumbu Regency, South Kalimantan. *BUMI: International Journal of Environmental Reviews*, 2(1), 112–116. <https://doi.org/10.30631/201.112-116>
- Lestari, D. M., Rizal, S., & Dahlianah, I. (2022). Reklamasi tambang batubara Bukit Asam. *Jurnal Indobiosains*, 4(1), 22–27.
- Lusia, M., & Dessy, T. A. (2022). Kajian tanaman adaptif terhadap reklamasi lahan pascatambang batubara. *Jurnal Klorofil*, 17(1), 38–40.
- Lestari, M., & Pratiwi, Y. (2016). Analisis revegetasi lahan bekas temporary stockpile batubara Bangko Barat tahun tanam 2020 PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Reklamasi Tambang*, 4(5), 1–23.
- Refliaty, R., & Endriani, E. (2018). Kepadatan tanah pascatambang batubara setelah

- direvegetasi. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 2(2), 107–114. <https://doi.org/10.22437/jiituj.v2i2.5981>
- Ristanu, N., Karyaningsih, I., & Nurlaila, A. (2023). Upaya revegetasi lahan bekas tambang pasir di Desa Cipancur, Kecamatan Kalimanggis, Kabupaten Kuningan. *Jurnal Reklamasi Lahan*, 3(1), 45–52.
- Jawa Barat. *Journal of Forestry And Environment*, 5(1), 29–43. <https://doi.org/10.25134/jfe.v5i1.9046>
- Rusdiana, O., & Setiadi, A. (2019). Evaluasi keberhasilan tanaman revegetasi lahan pasca tambang batubara pada Blok M1W PT Jorong Barutama Greston, Kalimantan Selatan. *Journal of Tropical Silviculture*, 10(3), 125–132. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.10.3.125-132>
- Setiawan, K. A., Suttedjo, S., & Matius, P. (2018). Komposisi jenis tumbuhan bawah di lahan revegetasi pasca tambang batubara. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 1(2), 182–195. <https://doi.org/10.32522/ujht.v1i2.1012>
- Tambunan, Y. K. (2014). Reklamasi lahan pasca tambang batubara di PT Musi Prima Coal Dusun III Desa Gunung Raja Kecamatan Rambang Dangku Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Sains dan Teknologi ISTP*, 16(2), 170–173. <https://doi.org/10.59637/jsti.v16i2.122>
- Taqiyuddin, M. F. K., & Hidayat, L. (2020). Reklamasi tanaman adaptif lahan tambang batubara PT BMB Blok Dua Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan. *Ziraa'Ah*, 45(3), 285–292.
- Triwanto, J., Syariffudin, A., & Ulum Mudin, I. (2023). Studi ekosistem revegetasi lahan bekas tambang PT Semen Indonesia Tuban, Jawa Timur. *Journal of Forest Science Avicennia*, 6(1), 98–110. <https://doi.org/10.22219/avicennia.v6i1.25679>
- Widiatmaka, W., Suwarno, S., & Kusmaryandi, N. (2010). Karakteristik pedologi dan pengelolaan revegetasi lahan bekas tambang nikel: Studi kasus lahan bekas tambang nikel Pomalaa, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 12(2), 1–10. <https://doi.org/10.29244/jitl.12.2.1-10>
- Widjaja, H., & Suryaningtyas, D. T. (2024). The effect of revegetation on soil properties of copper post-mining land. *Journal of Mining Environment Management*, 1(1), 1–11.