

# Analisis Faktor Internal dan Eksternal Proses Pengelolaan KHDTK Wanadipa Berbasis Peran serta Masyarakat dalam Fungsi Simpanan Karbon

Arinindyas Surya Pinudya<sup>1\*</sup>, Sri Puryono Karto Soedarmo<sup>1</sup>, dan Kismartini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia; e-mail: [arinindyas.surya@outlook.com](mailto:arinindyas.surya@outlook.com)

<sup>2</sup>Program Studi Administrasi Publik, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

## ABSTRAK

Indonesia, salah satu negara yang memiliki hutan tropis terbesar di dunia dengan keanekaragaman jenis vegetasi yang sangat tinggi. Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Wanadipa yaitu hutan pendidikan yang dikelola oleh Universitas Diponegoro dengan luas sebesar 99,65 Ha. Konflik penguasaan lahan antara pengelola kawasan tersebut dengan masyarakat yang tinggal di sekitar hutan, perubahan kebijakan pengelola hutan, serta minimnya partisipasi aktif masyarakat dalam proses pengelolaan KHDTK menjadi masalah yang sering kali terjadi di kawasan tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis faktor internal dan eksternal dalam konservasi dan pengelolaan KHDTK Wanadipa berbasis peran serta masyarakat untuk meningkatkan simpanan karbon. Penelitian ini dilakukan di KHDTK Wanadipa, Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang. Metode yang digunakan pada penelitian ini dengan wawancara dan studi dengan Dokumen Rencana Pengelolaan Jangka Panjang KHDTK Universitas Diponegoro Tahun 2023-2043. Secara umum, proses pengelolaan KHDTK Wanadipa dipengaruhi faktor internal berupa program kegiatan KHDTK Wanadipa, serta manajemen kelembagaan. Selain itu, faktor eksternal berupa komunikasi dan koordinasi KHDTK Wanadipa dengan berbagai pihak, serta faktor alam. Berdasarkan hasil analisis SWOT, menunjukkan bahwa salah satu strategi pengelolaan KHDTK Wanadipa berbasis partisipasi masyarakat guna meningkatkan potensi simpanan karbon yaitu berupa melakukan kegiatan penanaman, khususnya mahoni yang bekerja sama dengan mitra serta melibatkan petani pesanggem di dalam pelaksanaannya.

**Kata kunci:** Faktor Eksternal, Faktor Internal, KHDTK, Simpanan karbon

## ABSTRACT

Indonesia is a country that has the largest tropical forest in the world and a high diversity of vegetation types. The Wanadipa Area of Special Purpose Forest (KHDTK) is an educational forest managed by Diponegoro University with an area of 99.65 hectares. Land tenure conflicts between communities around the forest and forest area managers, changes in forest management policies, and the lack of active community participation in the KHDTK management process are problems that often occur in the area. This study aims to analyze internal and external factors in the conservation and management of the Wanadipa KHDTK based on community participation to increase carbon storage. This research was conducted at Wanadipa KHDTK, East Ungaran District, Semarang Regency. The method used in this research was interviews and studies with the Diponegoro University KHDTK Long-Term Management Plan Document 2023-2043. In general, the Wanadipa KHDTK management process is influenced by internal factors, such as the Wanadipa KHDTK activity program and institutional management. In addition, external factors in the form of communication and coordination of the Wanadipa KHDTK with various parties, as well as natural factors. The results of the SWOT analysis indicate that a strategy for managing the Wanadipa KHDTK involving community participation to enhance the potential for carbon storage is to engage in planting activities, particularly mahogany, in collaboration with partners and by incorporating pesanggem farmers into the implementation process.

**Keywords:** Carbon storage, external factors, internal factors, KHDTK

**Citation:** Pinudya, S. A., Soedarmo, S. P. K., dan Kusmartini. (2025). Analisis Faktor Internal dan Eksternal Proses Pengolahan KHDTK Wanadipa Berbasis Peran Serta Masyarakat dalam Fungsi Simpanan Karbon. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(4), 1004-1012, doi:10.14710/jil.23.4.1004-1012

## 1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim karena meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca terutama karbon dioksida di atmosfer menjadi salah satu tantangan lingkungan

di abad ke-21 (Kabir *et al.*, 2023). Hutan berperan penting dalam penyerapan dan penyimpanan karbon melalui biomassa, tanah, dan vegetasi sebagai bentuk mitigasi perubahan iklim (Pan *et al.*, 2011). Indonesia

berencana untuk mengurangi emisi karbon hingga 29% tahun 2030 serta mencapai bebas emisi pada tahun 2025 (Ramadhan *et al.*, 2024). Simpanan karbon di wilayah hutan tersebut tidak hanya berkontribusi dalam mengurangi jumlah karbon dioksida, tetapi juga mendukung keberlanjutan ekosistem dan keanekaragaman hayati (Watson *et al.*, 2018).

Lokasi Indonesia yang terletak pada daerah tropis menjadikan negara ini memiliki keragaman jenis vegetasi yang sangat tinggi. Indonesia juga menjadi salah satu negara dengan kawasan hutan tropis terbesar di dunia. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, luas tutupan kawasan hutan sampai dengan tahun 2019 yaitu 187,6 juta Ha. Luas kawasan hutan yang dikelola oleh Perusahaan Umum Kehutanan Negara (Perum Perhutani) yang terdapat di Provinsi Jawa Tengah yaitu 2.437.087,6 Ha yang terdiri dari 1.418.833 Ha (58,2%) Hutan Produksi, 380.931,2 Ha (15,6%) Hutan Produksi Terbatas, dan 637.323,5 Ha (26,2%) Hutan Lindung (Perhutani, 2021). Menurut (Ekawati *et al.*, 2015) menyebutkan bahwa sebagian besar pengelolaan hutan di Pulau dikelola oleh Perum Perhutani yang meliputi pengelolaan hutan, pendidikan dan pelatihan di bidang kehutanan, penelitian dan pengembangan, penyuluhan dan pemberdayaan masyarakat di sekitar hutan, serta kegiatan usaha lain seperti agribisnis, pariwisata, dan lain sebagainya. Pengelolaan tersebut dilakukan dalam bentuk hutan produksi, hutan kemasyarakatan, hutan tanaman rakyat, hutan desa, serta dapat melalui mekanisme kerja sama dengan instansi lain dalam bentuk Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK).

Tujuan KHDTK yaitu Kawasan yang dipergunakan untuk kepentingan penelitian dan pengembangan kehutanan, pendidikan dan pelatihan kehutanan, serta tujuan religi dan budaya. Hal ini telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 7 Tahun 2021 Tentang Perencanaan Kehutanan, Perubahan Peruntukan dan Fungsi Kawasan Hutan, serta Penggunaan Kawasan Hutan pada Pasal 438 Ayat (1) bahwa KHDTK ditetapkan untuk kepentingan: a) Penelitian dan Pengembangan Kehutanan; b) Pendidikan dan Pelatihan Kehutanan; atau c) Religi dan Budaya Setempat. KHDTK Wanadipa merupakan hutan pendidikan yang dikelola oleh Universitas Diponegoro yang ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor: SK. 339/MENLHK/SETJEN/PLA.2/8/2020 tanggal 24 Agustus 2020 dengan luas sebesar 99,65 Ha. KHDTK Wanadipa sebelumnya dimiliki oleh Perum Perhutani, yang dikelola oleh Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Semarang melalui Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Penggaron. Kondisi eksisting yang terdapat di KHDTK Wanadipa sudah terdapat permukiman warga serta melakukan kegiatan pertanian yang merupakan pesanggem yang sudah melakukan aktivitas pertaniannya secara

turun-temurun tanpa adanya hak kepemilikan lahan yang digarapnya. Komoditas pertanian seperti padi, ketela pohon, maupun jagung serta komoditas non pertanian/non sawah yang dihasilkan yaitu seperti mangga, pepaya, sirsak, serai, dan lain sebagainya.

Permasalahan yang sering kali terjadi di dalam hutan kawasan KHDTK yaitu berupa konflik penguasaan lahan antara pengelola kawasan hutan dengan masyarakat yang tinggal di sekitar hutan, adanya perubahan kebijakan dari pengelola hutan sebelumnya (Perum Perhutani) dengan pengelola hutan yang baru (Pengelola KHDTK), serta belum tercapainya partisipasi aktif dari masyarakat sekitar dalam mengelola KHDTK (Ambayoen *et al.*, 2021; Kismartini *et al.*, 2024; Pratama, 2019). Berdasarkan beberapa hal tersebut, permasalahan antara pengelola KHDTK dengan masyarakat di sekitar hutan merupakan hal yang sering terjadi mengingat adanya kepentingan dari kedua belah pihak.

Dalam melakukan perencanaan, pendekatan dengan melibatkan masyarakat haruslah terbuka, sehingga dalam melakukan perencanaan dapat menggunakan metode *top down* yang berfokus pada kebijakan secara hierarki dari struktur pemerintahan yang diimplementasikan pada tingkat lokal contohnya penetapan zonasi kawasan hutan oleh Kementerian Kehutanan. Selain metode *top down*, metode *bottom up* yang berfokus pada karakteristik sumber lingkungan untuk penyusunan kebijakan juga dapat digunakan, contoh dari penerapan metode ini adalah penerapan perhutanan sosial serta program hutan kemasyarakatan yang dirancang dan direncanakan melibatkan partisipasi masyarakat (Ding *et al.*, 2023). Kombinasi kedua metode tersebut dalam suatu perencanaan penting untuk dilakukan mengingat masyarakat lokal merupakan pihak akan terdampak yang secara langsung dari kebijakan pengelolaan kawasan (Setiyono *et al.*, 2012). Berdasarkan (Ardiyansyah and Afifah, 2021), pengelolaan KHDTK yang melibatkan masyarakat perlu memperhatikan beberapa aspek seperti kebutuhan, aspirasi, maupun pengalaman masyarakat yang ditujukan pada peningkatan kesejahteraan bersama. Aspek tersebut menjadi pertimbangan supaya arah pengelolaan KHDTK diharapkan dapat tepat sasaran, serta mendapat dukungan penuh dari masyarakat. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis faktor internal dan eksternal dalam konservasi dan pengelolaan KHDTK Wanadipa berbasis peran serta masyarakat untuk meningkatkan simpanan karbon.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Kajian dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di KHDTK Wanadipa, Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang pada bulan Juli – Desember 2024. Secara administrasi lokasi KHDTK Wanadipa berada di Desa Susukan dan Dusun Mluweh. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data

sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan narasumber kunci yang terdiri dari petani pesanggem, aparat pemerintah Desa Susukan dan Desa Mluweh serta pengelola KHDTK Wanadipa. Topik wawancara mencakup bentuk pengelolaan hutan yang telah dilakukan, tingkat pemahaman dan persepsi Masyarakat terkait pengelolaan tersebut, dan kendala atau hambatan yang dialami. Selain itu, data sekunder diperoleh melalui Dokumen Rencana Pengelolaan Jangka Panjang KHDTK Universitas Diponegoro Tahun 2023-2043 sebagai penunjang dalam perumusan strategi pengelolaan KHDTK berbasis partisipasi Masyarakat guna meningkatkan potensi simpanan karbon.

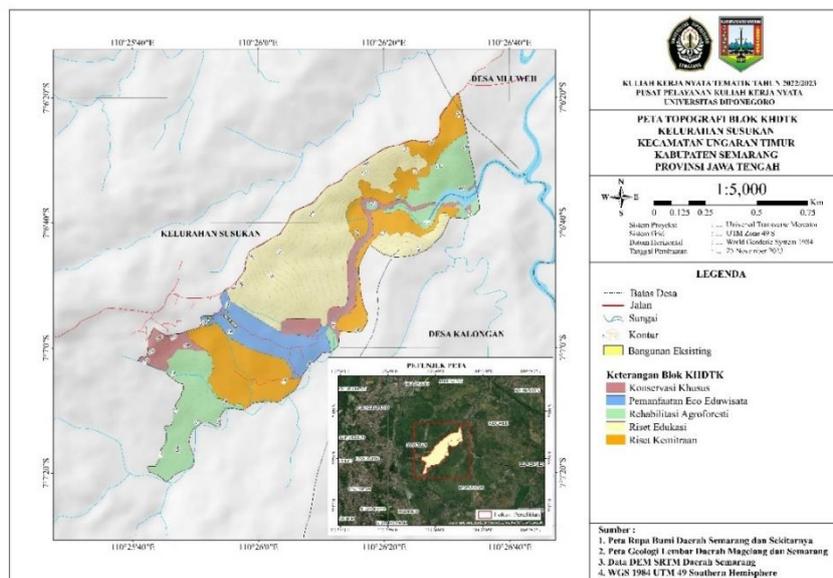
**2.2. Prosedur Analisis Data**

Data dianalisis secara deskriptif kualitatif melalui analisis SWOT. Analisis SWOT digunakan sebagai alat untuk merumuskan atau menentukan strategi dengan mengidentifikasi faktor internal dan eksternal dari suatu sistem (Allah *et al.*, 2024). Berdasarkan (Mukhlisin *and* Pasaribu, 2020), analisis SWOT digunakan untuk mengidentifikasi beberapa faktor secara sistematis yang digunakan dalam menyusun strategi pada suatu organisasi, lembaga, maupun instansi lainnya. Selain itu dalam aspek lingkungan, metode analisis SWOT dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor internal maupun eksternal dalam konservasi keanekaragaman hayati, jasa lingkungan dengan mempertimbangkan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan itu sendiri (Lugina *et al.*, 2017). Menurut (Sasoko *and* Mahrudi, 2023), faktor internal umumnya mencakup pengalaman (yang berhasil ataupun gagal), kemampuan finansial, sumber daya yang dimiliki, serta kelemahan dan kekuatan, sedangkan faktor eksternal umumnya mencakup lingkungan, peraturan, kondisi sosial ekonomi dan budaya, peristiwa yang sering terjadi, serta perkembangan teknologi. Analisis SWOT

tersebut mencakup 4 aspek yaitu *Strength* (S) atau suatu kondisi yang dimiliki dan dianggap sebagai hal yang baik; *Weakness* (W) atau suatu kondisi yang dianggap memiliki kelemahan atau masalah; *Opportunity* (O) atau kondisi yang dianggap memiliki peluang untuk dimanfaatkan dalam pengembangan potensi; serta *Threat* (T) atau suatu kondisi yang dianggap menghambat atau mengancam pengembangan potensi. Perumusan strategi melalui SWOT dapat dihasilkan melalui kombinasi masing-masing faktor diantaranya SO memanfaatkan kekuatan untuk mendapatkan peluang, ST memanfaatkan kekuatan untuk menghadapi ancaman, WO meminimalkan kelemahan untuk mendapatkan peluang, serta WT meminimalkan kelemahan untuk menghindari ancaman (Herningtyas *et al.*, 2022; Yusran *and* Sabar, 2019).

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

KHDTK Wanadipa telah dikenal oleh Masyarakat sebagai pengelola hutan yang sebelumnya dikelola oleh Perum Perhutani. Wilayah hutan tersebut dibagi menjadi lima blok meliputi blok riset-edukasi, riset-kemitraan, rehabilitasi-agroforestri, pemanfaatan dan eko-eduwisata, serta konservasi khusus. Luasan yang paling mendominasi adalah blok riset-edukasi, yang berfungsi sebagai area untuk penelitian dan pengembangan kehutanan. Luasan ini disesuaikan dengan tujuan dari KHDTK Wanadipa yang tertera pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 7 tahun 2021 pasal 438 ayat. Pembagian zonasi pada KHDTK dapat memberikan beberapa manfaat seperti dapat digunakan sebagai dasar arahan dalam melakukan kegiatan konservasi, rehabilitasi, pendidikan, pelatihan maupun kegiatan wisata dan jasa lingkungan sehingga dapat mengefisienkan waktu dan anggaran dalam pengelolaannya (Tumbol *and* Sumaryono, 2017).



**Gambar 1.** Peta KHDTK Wanadipa  
(Sumber: <https://khdtk.undip.ac.id/pembagian-blok/>)

Kebudayaan kawasan hutan merupakan salah satu elemen penting guna mencegah dampak perubahan iklim melalui cadangan karbon yang ada di kawasan hutan tersebut. Potensi simpanan karbon ditentukan oleh beberapa faktor seperti jenis vegetasi, jenis tanah, jumlah seresah, serta jenis penggunaan lahan. Lahan yang digunakan untuk kegiatan pertanian maupun perkebunan, potensi simpanan karbonnya akan berbeda dengan kawasan yang diperuntukkan sebagai kawasan hutan. Oleh karena itu faktor terpenting yang menentukan besarnya potensi simpanan karbon pada suatu ekosistem yaitu pola penggunaan lahan (Zakaria *et al.*, 2021). Hutan memiliki potensi yang lebih besar dalam penyimpanan karbon dibandingkan kebun, agroforestri dan lahan pertanian (Hammad *et al.*, 2020). Oleh karena itu, semakin luas kawasan hutan, maka semakin tinggi pula cadangan karbon yang terdapat pada hutan tersebut.

Nilai total simpanan karbon yang terdapat di dalam KHDTK Wanadipa yaitu sebesar 395.627,75 Kg/ha atau sebesar 395,62 Ton/ha (Saputro, 2023). Nilai tersebut termasuk dalam klasifikasi simpanan karbon yang tinggi (Purwanto *et al.*, 2012). Semakin tinggi keragaman struktur tegakan, maka semakin tinggi pula cadangan karbonnya. Hal ini sesuai dengan penelitian (Tetemke *et al.*, 2021) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi keragaman struktur tegakan memberikan pengaruh positif terhadap simpanan karbon. Hal ini karena keragaman struktur tegakan akan menciptakan strata tajuk, sehingga dapat meningkatkan serapan cahaya matahari pada proses fotosintesis (Ali *et al.*, 2019; Aponte *et al.*, 2020).

Berdasarkan potensi nilai simpanan karbon yang terdapat di KHDTK Wanadipa, dapat diketahui bahwa 3 (tiga) spesies yang memiliki jumlah simpanan karbon tertinggi yaitu Jati (138.838 Kg/Ha), Mahoni (113.095 Kg/Ha) dan Lamtoro (63.593,5 Kg/Ha). Data

potensi simpanan karbon disajikan pada Tabel 1. Berat jenis kayu dan diameter batang tanaman tersebut mempengaruhi potensi dalam penyimpanan karbon (Pati *et al.*, 2022). Semakin tinggi berat jenis suatu kayu, maka semakin besar juga nilai simpanan karbon pada pohon tersebut (Farmen *et al.*, 2014). Hal ini disebabkan karena semakin besar berat jenis suatu kayu, maka tingkat kerapatan sel di dalam kayu tersebut yang menyebabkan semakin besar pula kemampuan pohon tersebut untuk dapat menyimpan karbon. Selain itu, semakin besar diameter batang suatu pohon, maka simpanan karbon pada pohon tersebut akan semakin besar karena umur pohon, juga aktivitas fotosintesis semakin tinggi yang menyebabkan semakin tinggi pula kandungan biomassa pada pohon tersebut (Gayathri *et al.*, 2021). Berdasarkan (Uthbah *et al.*, 2017), jumlah karbon dioksida yang diserap oleh tegakan akan sebanding dengan peningkatan umur tegakan.

Vegetasi KHDTK Wanadipa telah dianalisis pada Dokumen Rencana Pengelolaan Jangka Panjang 2023-2045 yang mengungkapkan nilai kerapatan relatif, dominasi relatif, dan frekuensi relatif (Tabel 2). Kerapatan relatif merupakan jumlah individu per spesies per hektar, dominasi relatif merupakan luas bidang dasar per spesies per hektar, sedangkan frekuensi relatif merupakan frekuensi relatif spesies per hektar yang diestimasi sebagai proporsi plot di mana spesies tersebut muncul setidaknya satu kali (Asigbaase *et al.*, 2019). Penjumlahan ketiga parameter tersebut menggambarkan indeks nilai penting yang berguna untuk menentukan kepentingan keseluruhan setiap spesies dalam struktur komunitas. Selain itu, indeks tersebut memiliki nilai yang bervariasi dari 0 hingga 300 dengan spesies yang memiliki nilai INP tertinggi dianggap sebagai dominan dalam komunitas tersebut (Ismail *et al.*, 2017).

**Tabel 1.** Data Potensi Simpanan Karbon

Nama Ilmiah	Nama Lokal	Jumlah (Kg/Ha)
<i>Tectona grandis</i>	Jati	138.838
<i>Swietenia macrophylla</i>	Mahoni	113.095
<i>Leucaena leucocephala</i>	Lamtoro	63.593,5
<i>Dalbergia latifolia</i>	Sonokeling	36.573,25
<i>Sinna siamea</i>	Johar	15.836,5
<i>Ceiba petandra</i>	Randu	9.677,5
<i>Artocarpus communis</i>	Kluwih	5.547
<i>Langifera indica</i>	Mangga	3.393
<i>Hibiscus tiliarceus</i>	Waru	3.176,25
<i>Melia azedarach</i>	Mindi	1.165,75
<i>Parkia speciosa</i>	Pete	1.969
<i>Anacardium occidentale</i>	Jambu monyet	785,75
<i>Annona reticulata</i>	Mulwo	482,75
<i>Annona muricata</i>	Sirsak	878
<i>Cananga odorata</i>	Kenanga	215,75
<i>Psidium guajava</i>	Jambu biji	159,75
<i>Ficus septica</i>	Awar-awar	110,25
<i>Litsea sp.</i>	Medang	60
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Kembang merak	38,5
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Nangka	13,75
<i>Gliricida sepium</i>	Gamal	8
<i>Ficus hispida</i>	Luwingan	5,5
<i>Dimorcarpus longan</i>	Kelengkeng	5
<b>Jumlah</b>		<b>395.627,75</b>

Sumber: Saputro, 2023

**Tabel 2.** Vegetasi dan Indeks Nilai Penting (INP) Tertinggi

No.	Nama Ilmiah	Nama Lokal	KR	FR	DR	INP
1	<i>Swietenia macrophylla</i>	Mahoni	25,121	11,628	29,820	66,568
2	<i>Gmelina arborea</i>	Gmelina	26,087	17,442	18,923	62,452
3	<i>Dalbergia latifolia</i>	Sonokeling	8,696	13,953	6,476	29,125
4	<i>Tectona grandis</i>	Jati	7,246	9,302	5,050	21,598
5	<i>Cassia seamea</i>	Johar	6,280	9,302	5,709	21,291

Sumber: Dokumen Rencana Pengelolaan Jangka Panjang 2023-2043. KHDTK Universitas Diponegoro, 2023

Data tingkat keragaman vegetasi KHDTK Wanadipa tersebut menunjukkan bahwa tingkat keragaman dengan indeks nilai penting (INP) tertinggi berupa spesies mahoni, dengan nilai INP yaitu sebesar 66,568 yang diikuti oleh gmelina dan sonokeling. Indeks tersebut menunjukkan bahwa vegetasi yang mendominasi pada wilayah tersebut adalah Mahoni. Mahoni atau *Swietenia macrophylla* umumnya mudah tumbuh dan banyak di jumpai di pulau Jawa dengan tinggi mencapai 35m dan diameter 125cm yang dapat tumbuh di lahan dengan curah hujan yang rendah. Keberadaan mahoni juga dapat digunakan sebagai naungan dalam sistem agroforestri. Beberapa jenis tanaman yang dapat ditanam di bawah naungan pohon atau tegakan mahoni diantaranya seperti jahe, kapulaga dan pandan (Wijayanto and Nurunnajah, 2012). Pohon-pohon tersebut memiliki karakteristik perakaran yang dalam. Pohon gmelina atau Jati Putih dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian 45 m, dengan diameter mencapai lebih dari 200 cm. Sonokeling dapat tumbuh hingga ketinggian 43 m, dengan diameter mencapai 150 cm. Jati dapat tumbuh hingga ketinggian 45m sedangkan johar mampu tumbuh hingga ketinggian 20 m. Walaupun demikian, inventarisasi vegetasi atau potensi KHDTK secara menyeluruh dan mendalam belum dilakukan.

Program yang telah dilakukan oleh KHDTK Wanadipa mengacu pada Dokumen Rencana Pengelolaan Jangka Panjang 2023-2043. Berbagai program atau kegiatan KHDTK secara langsung maupun tidak langsung telah melibatkan partisipasi Masyarakat meliputi program penanaman yang bekerja sama dengan pihak eksternal, pengadaan bibit dan pupuk bagi pesanggem, evaluasi kinerja pesanggem, kegiatan peningkatan kapasitas bagi pesanggem, serta pemanfaatan produk teknologi tepat guna melalui penyulingan minyak atsiri yang menghasilkan sabun cuci piring yang dapat dikomersialisasikan. Pengelolaan Kawasan hutan tersebut telah melakukan pendekatan terhadap tokoh Masyarakat di sekitar lokasi. Misalnya pada pembuatan sabun cuci piring tersebut yang menggunakan bahan baku utama dari KHDTK Wanadipa serta proses produksi tersebut dilakukan oleh masyarakat. Hal ini dilakukan supaya program/kegiatan yang nantinya akan dilakukan oleh pengelola KHDTK memperoleh dukungan, baik dari aparat pemerintah desa setempat maupun

masyarakat di sekitar KHDTK. Selain itu, menurut (Hakim, 2017), mengungkapkan bahwa setiap kegiatan pembangunan akan berhasil apabila terdapat partisipasi serta dukungan dari masyarakat.

Hasil wawancara yang melibatkan masyarakat dan pengelola KHDTK terhadap persepsi masyarakat pada pengelolaan wilayah menunjukkan bahwa masih terdapat perbedaan persepsi bagi Sebagian masyarakat pada penataan kawasan tersebut. Pembatasan kegiatan pesanggem di blok rehabilitasi-agroforestri mendapatkan penolakan maupun resistensi terhadap kebijakan tersebut. Guna meminimalisir terjadinya penolakan terhadap suatu kebijakan yaitu dengan cara meningkatkan partisipasi stakeholder selain *policy maker*. Dalam hal ini stakeholder yang dimaksud yaitu petani pesanggem. Adapun peningkatan partisipasi yang dapat dilakukan dapat berupa dukungan langsung maupun tidak langsung terhadap pesanggem dalam bertani (Rafii et al., 2020). Peningkatan partisipasi masyarakat diperlukan 3 (tiga) prinsip dasar yaitu seperti *learning by doing* yang dilakukan dengan melaksanakan kegiatan serta mengamati kondisi, kebutuhan dan keinginan masyarakat; *institutional development* yang dilakukan dengan cara melaksanakan kegiatan dengan pengembangan sistem norma maupun kebiasaan (pranata sosial) yang telah ada di masyarakat; dan *participatory* yang dilakukan dengan melaksanakan kegiatan sekaligus mengidentifikasi maupun menggali kebutuhan yang ada di masyarakat (Irawan and Sunandar, 2020). Peningkatan partisipasi masyarakat menjadi penting seperti dalam mendukung tata kelola KHDTK maupun dalam mencegah terjadinya perubahan iklim. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya tingkat keterlibatan dan partisipasi masyarakat dapat meningkatkan keberhasilan dalam adaptasi perubahan iklim (Hügel and Davies, 2020).

Hambatan dan kendala juga ditemukan pada pengelola KHDTK. Keterbatasan jumlah personil yang berfokus pada pengelolaan hutan dalam konteks kehutanan masih terjadi. Keterbatasan terkait anggaran juga terjadi dalam pengelolaan kawasan tersebut, walaupun pengelola telah melakukan berbagai kerja sama dengan pihak eksternal. Selain itu, KHDTK Wanadipa yang merupakan lembaga yang berada di bawah institusi Universitas Diponegoro menjadikan banyak keputusan yang diambil memerlukan persetujuan pimpinan Universitas Diponegoro. Berdasarkan hasil wawancara dengan pengelola KHDTK Wanadipa, diketahui bahwa proses birokrasi yang panjang ini dinilai dapat menghambat kegiatan KHDTK, khususnya apabila keputusan-keputusan tersebut bersifat mendesak dan perlu persetujuan pimpinan. Oleh karenanya, diperlukan adanya pelimpahan/pendelegasian wewenang pada pimpinan KHDTK Wanadipa supaya meningkatkan efektivitas dalam pengelolaan KHDK. Hal ini selaras dengan (Marcus et al., 2023), di mana pendelegasian wewenang akan berpengaruh terhadap efektivitas kerja dengan adanya koordinasi yang intensif.

Kendala/hambatan yang dialami oleh pesanggem yaitu berupa keterbatasan kemampuan finansial, dalam hal ini keterbatasan dalam membeli bibit maupun pupuk. Namun hal ini telah diantisipasi oleh pengelola KHDTK Wanadipa dengan membagikan bibit maupun pupuk kepada pesanggem. Selain itu, keterbatasan air yang terjadi saat musim kemarau berkepanjangan juga menjadi faktor penghambat dalam kegiatan pesanggem. Guna mengantisipasi hal tersebut, pengelola KHDTK Wanadipa juga telah melakukan upaya mitigasi dengan membangun kolam Penampung Air Hujan (PAH), dengan harapan bahwa dengan adanya kolam tersebut, maka kebutuhan akan air pada saat terjadi musim kemarau panjang dapat tercukupi. Selain itu, kegiatan pemanenan air hujan dapat mengurangi terjadinya aliran permukaan (*runoff*) (Lestari *et al.*, 2021). Hal ini menjadi penting mengingat kondisi topografi lokasi KHDTK Wanadipa yang landai sedikit curam. Tingkat kemiringan lereng dan panjang lereng dapat meningkatkan terjadinya erosi ((Bukhari *et al.*, 2015). Hal tersebut menunjukkan bahwa perlunya melakukan penanaman dengan menggunakan berbagai vegetasi, terutama vegetasi dengan perakaran dalam. Hal ini disebabkan adanya vegetasi tersebut berpengaruh pada stabilitas tanah melalui intersepsi tajuk, aliran batang dan efek perubahan hidrologis dan mekanis oleh sistem perakaran dan struktur tanaman yang ada di atas tanah. Vegetasi tersebut dapat mengurangi terjadinya erosi karena interaksi akar dengan tanah meningkatkan kekuatan geser tanah dan stabilitas lereng yang dipengaruhi morfologi akar, kekuatan tarik, rasio luasan akar dan kedalaman akar yang

berbeda. Misalnya pada akar pohon yang mampu memperkuat tanah hingga kedalaman yang lebih besar, sedangkan akar rumput yang mengendalikan kekuatan geser tanah bagian atas (Lann *et al.*, 2024). Salah satu jenis yang terdapat di KHDTK yang memiliki perakaran yang dalam yaitu jenis mahoni. Tegakan mahoni muda memiliki panjang akar secara horizontal sebesar 0,68 m dengan kedalaman perakaran sebesar 9,95 m, sedangkan pada tegakan mahoni tua memiliki panjang akar secara horizontal sebesar 1,86 m dengan kedalaman perakaran sebesar 12,58 m (Wijayanto *and* Nurunnajah, 2012). Perakaran dalam dari mahoni tersebut menjadi salah satu cara dalam mengurangi erosi selain adanya penerapan sistem terasering. Secara umum, hasil wawancara mendalam dan didukung dokumen pengelolaan wilayah yang tersedia dikategorikan menjadi empat kelompok SWOT. Hasil pengelompokan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan analisis SWOT melalui matriks IFAS (Tabel 4) dan EFAS (Tabel 5) menunjukkan bahwa pengelolaan KHDTK berfokus pada faktor kekuatan dan peluang yang dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin, sehingga strategi S-O merupakan strategi paling tepat berdasarkan kondisi eksisting KHDTK Wanadipa. Analisis faktor internal dan eksternal dari pengelolaan KHDTK Wanadipa dapat dijadikan bahan acuan dan pertimbangan dalam merumuskan strategi pengelolaan wilayah tersebut berbasis partisipasi Masyarakat dalam meningkatkan potensi simpanan karbon. Strategi yang disajikan dalam matriks analisis SWOT (Tabel 4) dengan menghasilkan strategi SO, ST, WO, dan WT.

**Tabel 3.** Analisis Faktor Internal dan Faktor Eksternal yang Berpengaruh pada Proses Pengelolaan KHDTK Wanadipa

Kekuatan (S)	Kelemahan (W)
Simpanan karbon pada tegakan di KHDTK Wanadipa tergolong tinggi	Kurangnya jumlah personil yang berfokus pada bidang kehutanan
Nilai Indeks Nilai Penting (INP) pada tegakan di KHDTK Wanadipa tertinggi terdapat pada spesies Mahoni, dimana spesies ini memiliki nilai simpanan karbon terbesar	Keterbatasan anggaran operasional
Pengelola KHDTK telah melakukan penetapan zonasi, sehingga Lokasi-lokasi yang dapat dimanfaatkan maupun dilestarikan dapat lebih terukur	Implementasi program yang melibatkan masyarakat belum mencakup seluruh desa.
Program pengelolaan yang dilakukan oleh KHDTK telah sesuai dengan Dokumen Rencana Pengelolaan Jangka Panjang KHDTK Wanadipa 2023-2043	Proses birokrasi yang panjang, sehingga menjadi hambatan dalam mengambil keputusan
Pengelola KHDTK telah memberikan pendampingan pada pesanggem baik secara langsung maupun tidak langsung	Belum dilakukan kegiatan inventarisasi tegakan maupun vegetasi KHDTK secara menyeluruh pada semua zona
KHDTK telah merencanakan program kegiatan yang melibatkan masyarakat	
Pengelola KHDTK telah melakukan pendekatan kepada tokoh-tokoh masyarakat di sekitar lokasi	
Peluang (O)	Ancaman (T)
Masyarakat yang berprofesi sebagai pesanggem telah menerima/merasakan manfaat dari adanya KHDTK	Timbal balik yang diharapkan masyarakat
Kerja sama dengan institusi eksternal dalam melakukan kegiatan penanaman	Terjadinya cuaca ekstrem
Kolaborasi antar lembaga di dalam UNDIP dalam mengembangkan teknologi tepat guna yang dapat diimplementasikan langsung oleh masyarakat	
Hasil pengembangan produk TTG berupa produk turunan minyak atsiri sebagai sabun cuci yang telah digunakan oleh internal Universitas Diponegoro	

**Tabel 4. Matriks IFAS (Internal Factor Analysis Summary)**

Faktor Internal	Bobot	Rating	Skor
<b>Kekuatan (Strength)</b>			
Simpanan karbon pada tegakan di KHDTK Wanadipa tergolong tinggi	0,075	4	0,300
Nilai Indeks Nilai Penting (INP) pada tegakan di KHDTK Wanadipa tertinggi terdapat pada spesies Mahoni, dimana spesies ini memiliki nilai simpanan karbon terbesar	0,075	4	0,300
Pengelola KHDTK telah melakukan penetapan zonasi, sehingga lokasi-lokasi yang dapat dimanfaatkan maupun dilestarikan dapat lebih terukur	0,071	3	2,213
Program pengelolaan yang dilakukan oleh KHDTK telah sesuai dengan Dokumen Rencana Pengelolaan Jangka Panjang KHDTK Wanadipa 2023-2043	0,072	3	2,216
Pengelola KHDTK telah memberikan pendampingan pada pesanggem baik secara langsung maupun tidak langsung	0,074	3	0,222
KHDTK telah merencanakan program kegiatan yang melibatkan masyarakat	0,074	4	0,296
Pengelola KHDTK telah melakukan pendekatan kepada tokoh-tokoh masyarakat di sekitar lokasi	0,073	4	0,292
<b>Jumlah</b>	<b>0,514</b>		<b>1,839</b>
<b>Kelemahan (Weakness)</b>			
Kurangnya jumlah personil yang berfokus pada bidang kehutanan	0,069	2	0,138
Keterbatasan anggaran operasional	0,070	3	0,210
Implementasi program yang melibatkan masyarakat belum mencakup seluruh desa	0,072	2	0,144
Proses birokrasi yang panjang	0,068	3	0,204
Belum dilakukan kegiatan inventarisasi tegakan maupun vegetasi KHDTK secara menyeluruh pada semua zona	0,07	3	0,210
Keterbatasan sumber daya air pada lokasi KHDTK	0,069	2	0,138
Tingkat kelerengan landai-sedikit curam	0,068	2	0,136
<b>Jumlah</b>	<b>0,486</b>		<b>1,18</b>
<b>Total</b>	<b>1</b>		<b>3,019</b>

**Tabel 5. Matriks EFAS (External Factor Analysis Summary)**

Faktor Internal	Bobot	Nilai	Skor
<b>Peluang (Opportunity)</b>			
Masyarakat yang berprofesi sebagai pesanggem telah menerima/merasakan manfaat dari adanya KHDTK	0,220	4	0,880
Kerjasama dengan institusi eksternal dalam melakukan kegiatan penanaman	0,200	3	0,600
Kolaborasi antar lembaga di dalam UNDIP dalam mengembangkan teknologi tepat guna yang dapat diimplementasikan langsung oleh masyarakat	0,190	2	0,380
Hasil pengembangan produk turunan minyak atsiri sebagai sabun cuci yang telah digunakan oleh internal UNDIP	0,210	3	0,630
<b>Jumlah</b>	<b>0,820</b>		<b>2,490</b>
<b>Ancaman (Threat)</b>			
Timbal balik yang diharapkan masyarakat	0,100	2	0,200
Terjadinya Cuaca Ekstrem	0,080	1	0,080
<b>Jumlah</b>	<b>0,180</b>		<b>0,280</b>
<b>Total</b>	<b>1</b>		<b>2,770</b>

**Tabel 6. Matriks strategi SWOT**

Faktor Internal \ Faktor Eksternal	<b>Strength</b>	<b>Weakness</b>
<b>Opportunity</b>	<p><b>Strategi S-O</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Melakukan pendampingan pada program/kegiatan sesuai dengan sasaran/capaian tahun 2023-2027, khususnya pada tujuan melakukan pelatihan adopsi TTG kepada masyarakat di KHDTK</li> <li>Melakukan kegiatan penanaman khususnya tanaman Mahoni yang memiliki nilai simpanan karbon yang tinggi, serta memiliki INP yang tinggi sehingga diharapkan dapat lebih mudah tumbuh di lingkungan KHDTK Wanadipa</li> <li>Berkoordinasi dengan tokoh masyarakat terkait dengan adanya program/ kegiatan yang membutuhkan partisipasi masyarakat</li> </ol>	<p><b>Strategi W-O</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Bekerja sama dengan pihak eksternal dalam pengadaan bibit untuk kegiatan penanaman</li> <li>Menawarkan kegiatan CSR kepada pihak eksternal terkait kegiatan-kegiatan yang dapat dilakukan sesuai dengan situasi dan kondisi di lapangan</li> <li>Melakukan pendelegasian wewenang kepada kepala KHDTK Wanadipa pada keputusan/ persetujuan tertentu</li> <li>Kolaborasi dengan pihak internal Universitas Diponegoro dalam melakukan kegiatan inventarisasi tegakan</li> </ol>
<b>Threat</b>	<p><b>Strategi S-T</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Melakukan pendampingan kepada petani pesanggem, khususnya pada saat musim kemarau guna memantau kondisi tanaman-tanaman yang telah ditanam oleh pesanggem</li> </ol>	<p><b>Strategi W-T</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Melakukan kegiatan penanaman dengan tanaman yang memiliki perakaran yang dalam, sesuai dengan kondisi kelerengan KHDTK yang landai-sedikit curam</li> </ol>

#### 4. KESIMPULAN

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pengelolaan KHDTK Wanadipa terdiri dari faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal terdiri dari aspek kekuatan dan kelemahan, sedangkan faktor eksternal terdiri dari aspek peluang dan ancaman. Adapun faktor internal secara umum yaitu terdiri dari berupa program kegiatan KHDTK Wanadipa, serta manajemen kelembagaan. Sedangkan faktor eksternal yaitu berupa komunikasi dan koordinasi KHDTK Wanadipa dengan berbagai pihak, serta faktor alam. Strategi pengelolaan wilayah tersebut berbasis partisipasi Masyarakat dalam meningkatkan potensi simpanan karbon dapat dilakukan dengan adanya program penanaman yang memiliki nilai simpanan karbon tinggi seperti mahoni dengan kolaborasi dan pendampingan pada masyarakat.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didukung oleh Program magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Allah, F. U. M., Marques, A. da S., and Carvalho, M. (2024). Current status, challenges and future prospects of carbon capture and storage (CCS) for thermal power plants in Brazil. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 136. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2024.104198>
- Ambayoen, M. A., Fibriantingtyas, A., and Riyanto, S. (2021). Persepsi Masyarakat Magersaren Terhadap Kelestarian Hutan di UB Forest. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis (JEPDA)*, 5(2), 484-493.
- Andri, I. & Edy, S. (2020). Partisipasi Masyarakat Dalam Pembangunan Kampung. *MADANI Jurnal Politik Dan Sosial Kemasyarakatan*, 12(3), 196-212.
- Ardiyansyah, P., and Afifah, I. (2021). Motivasi Masyarakat Terhadap Pengelolaan KHDTK Mungku Baru, Palangka Raya. *Anterior Jurnal*, 20(2), 43-49.
- Asigbaase, M., Sjoersten, S., Lomax, B. H., and Dawoe, E. (2019). Tree diversity and its ecological importance value in organic and conventional cocoa agroforests in Ghana. *PLoS ONE*, 14(1), 1-19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210557>
- Bukhari, I., Lubis, K. S., and Lubis, A. (2015). Pendugaan Erosi Aktual Berdasarkan Metode USLE Melalui Pendekatan Vegetasi, Kemiringan Lereng dan Erodibilitas di Hulu Sub DAS Padang. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(1), 160-167.
- Ding, Z., Zheng, H., Wang, J., O'Connor, P., Li, C., Chen, X., Li, R., and Ouyang, Z. (2023). Integrating Top-Down and Bottom-Up Approaches Improves Practicality and Efficiency of Large-Scale Ecological Restoration Planning: Insights from a Social-Ecological System. *Engineering*, 31, 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2022.08.008>
- Ekawati, S., Budiningsih, K., Sylviani, Suryandari, E., and Hakim, I. (2015). Kajian Tinjauan Kritis Pengelolaan Hutan di Pulau Jawa. *Police Brief*, 9(1), 1-8.
- Farmen, H., Panjaitan, P. B., and Rusli, A. R. (2014). Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah di Areal Kampus Universitas Nusa Bangsa. *Jurnal Nusa Sylva Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa*, 14(1), 10-19.
- Gayathri, R., Mahboob, S., Govindarajan, M., Al-Ghanim, K. A., Ahmed, Z., Al-Mulhm, N., Vodovnik, M., and Vijayalakshmi, S. (2021). A review on biological carbon sequestration: A sustainable solution for a cleaner air environment, less pollution and lower health risks. *Journal of King Saud University - Science*, 33(2), 101282. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2020.101282>
- Hakim, L. (2017). Partisipasi Masyarakat Dalam Pembangunan Desa Sukamerta Kecamatan Rawamerta Kabupaten Karawang. *Jurnal Politikom Indonesiana*, 2(2), 43-53.
- Hammad, H. M., Fasihuddin Nauman, H. M., Abbas, F., Ahmad, A., Bakhat, H. F., Saeed, S., Shah, G. M., Ahmad, A., and Cerdà, A. (2020). Carbon sequestration potential and soil characteristics of various land use systems in arid region. *Journal of Environmental Management*, 264(September 2019). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110254>
- Herningtyas, W., Njurumana, G. N., Feriani, M. E. S., and Mugiono, I. (2022). Development Strategies of Oelsonbai Research Center Scientific Tourism in KHDTK Oelsonbai Kupang. *Jurnal Sylva Lestari*, 10(1), 63-82. <https://doi.org/10.23960/jsl.v10i1.522>
- Hügel, S., Davies, A. R. (2020). Public participation, engagement, and climate change adaptation: A review of the research literature. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 11(4), 1-20. <https://doi.org/10.1002/wcc.645>
- Ismail, M. H., Zaki, P. H., Fuad, M. F. A., & Jemali, N. J. N. (2017). Analysis of importance value index of unlogged and logged peat swamp forest in Nenasi Forest Reserve, Peninsular Malaysia. *Bonorowo Wetlands*, 7(2), 74-78. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w070203>
- Kabir, M., Habiba, U. E., Khan, W., Shah, A., Rahim, S., Rios-Escalante, P. R. D. los, Farooqi, Z. U. R., Ali, L., and Shafiq, M. (2023). Climate change due to increasing concentration of carbon dioxide and its impacts on environment in 21st century; a mini review. *Journal of King Saud University - Science*, 35. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102693>
- Kismartini, K., Warsono, H., Hidayat, J. W., Pujiyono, B., Yusuf, I. M., and Huda, M. N. (2024). Deliberative Governance Principles in Forest Areas Management with Special Purposes. *Policy & Governance Review*, 8(2), 154-168. <https://doi.org/10.30589/pgr.v8i2.864>
- Lann, T., Bao, H., Lan, H., Zheng, H., Yan, C., and Peng, J. (2024). Hydro-mechanical effects of vegetation on slope stability: A review. *Science of The Total Environment*, 926, 171691. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171691>
- Lestari, F., Susanto, T., and Kastamto, K. (2021). Pemanenan Air Hujan Sebagai Penyediaan Air Bersih Pada Era New Normal Di Kelurahan Susunan Baru. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 427-434. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i2.4447>
- Lugina, M., Alviya, I., Indartik, and Pribadi, M. A. (2017). Strategi Keberlanjutan Pengelolaan Hutan Mangrove Di Tahura Ngurah Rai Bali. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 14(1), 61-77. <https://doi.org/10.20886/jakk.2017.14.1.61-77>
- Marcus, G., Dotulong, L. O. H., and Raintung, M. C. (2023). Pengaruh Komunikasi, Pemberdayaan Pegawai dan Pendelegasian Wewenang terhadap Efektivitas Kerja

- di Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 11(3), 1074–1086. <https://doi.org/10.35794/emba.v11i3.50702>
- Mukhlisin, A., and Pasaribu, M. H. (2020). Analisis SWOT dalam Membuat Keputusan dan Mengambil Kebijakan Yang Tepat. *Invention: Journal Research and Education Studies*, 1(1), 33–43. <https://doi.org/10.51178/invention.v1i1.19>
- Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., Phillips, O. L., Shvidenko, A., Lewis, S. L., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Pacala, S. W., McGuire, A. D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S., and Hayes, D. (2011). A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333, 988–993. <https://doi.org/10.1126/science.1201609>
- Pati, P. K., Kaushik, P., Khan, M. L., and Khare, P. K. (2022). Effect of habitat specific wood specific gravity on biomass and carbon stock of trees in tropical dry deciduous forest of central India. *Tropical Ecology*. <https://doi.org/10.1007/s42965-022-00279-1>
- Perhutani, P. (2021). *Laporan Tahunan 2021*. Perum Perhutani.
- Pratama, A. A. (2019). Lessons Learned from Social Forestry Policy in Java Forest: Shaping the Way Forward for New Forest Status in ex-Perhutani Forest Area. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 13(2), 127–136. <https://doi.org/10.22146/jik.52092>
- Purwanto, R. H., Rohman, Maryudi, A., Yuwono, T., Permadi, D. B., and Sanjaya, M. (2012). Potensi Biomassa Dan Simpanan Karbon Jenis Tanaman Berkayu Di Hutan Rakyat Desa Nglanggeran, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7(2), 129–141.
- Rafii, A. M., Restu, M., Millang, S., and Muin, M. (2020). Analysis of programs of activities development of forest areas with specific objectives (KHDTK) tabo-tabo south sulawesi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 486(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/486/1/012034>
- Ramadhan, R., Mon, M. T., Tangparitkul, S., Tansuchat, R., and Agustin, D. A. (2024). Carbon capture, utilization, and storage in Indonesia: An update on storage capacity, current status, economic viability, and policy. *Energy Geoscience*, 5(4), 100335. <https://doi.org/10.1016/j.engeos.2024.100335>
- Saputro, R. W. (2023). Estimasi cadangan karbon pada biomassa pohon di kawasan hutan dengan tujuan khusus (KHDTK) Wanadipa Undip Kabupaten Semarang. (Thesis Magister, Universitas Diponegoro).
- Sasoko, D. M., and Mahrudi, I. (2023). Teknik Analisis SWOT Dalam Sebuah Perencanaan Kegiatan. *Jurnal Perspektif-Jayabaya Journal of Public Administration*, 22(1), 8–19.
- Setiyono, B., Sarwono, and Hermawan. (2012). Perencanaan Pengembangan Wisata Alam Dan Pendidikan Lingkungan Di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus ( KHDTK ) Cikampek. *Wacana, Jurnal Sosial Dan Humaniora*, 15(3), 62–69.
- Tetemke, B. A., Birhane, E., Rannestad, M. M., and Eid, T. (2021). Species diversity and stand structural diversity of woody plants predominantly determine aboveground carbon stock of a dry Afromontane forest in Northern Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, 500, 119634. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119634>
- Tumbol, M. M. C., and Sumaryono, M. (2017). Analisis Potensi Kawasan Untuk Zonasi Di Khdtk Hutan Pendidikan Dan Pelatihan Loa Haur Di Kabupaten Kutai Kartanegara. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 1(2), 128–135. <https://doi.org/10.32522/ujht.v1i2.901>
- Universitas Diponegoro. 2023. "Rencana Pengelolaan Jangka Panjang 2023-2043 Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Universitas Diponegoro". Universitas Diponegoro: Semarang
- Uthbah, Z., Sudiana, E., and Yani, E. (2017). Analisis Biomasa dan Cadangan Karbon pada Berbagai Umur Tegakan Damar (*Agathis dammara* (Lamb.) Rich.) di KPH Banyumas Timur. *Scripta Biologica*, 4(2), 119–124. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2017.4.2.404>
- Watson, J. E. M., Evans, T., Venter, O., Williams, B., Tulloch, A., Stewart, C., Thompson, I., Ray, J. C., Murray, K., Salazar, A., McAlpine, C., Potapov, P., Walston, J., Robinson, J. G., Painter, M., Wilkie, D., Filardi, C., Laurance, W. F., Houghton, R. A., Lindenmayer, D. (2018). The exceptional value of intact forest ecosystems. *Nature Ecology and Evolution*, 2, 599–610. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0490-x>
- Wijayanto, N., and Nurunnajah. (2012). Intensitas Cahaya , Suhu , Kelembaban dan Perakaran Lateral Mahoni ( *Swietenia macrophylla* King.) di RPH Babakan Madang, BKPH Bogor, KPH Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 03(01), 8–13.
- Yusran, and Sabar, A. (2019). Internal and External Implementation Strategy of Collaboration Management Model in Hasanuddin University Educational Forest. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 270. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/270/1/012057>
- Zakaria, R. M., Chen, G., Chew, L. L., Sofawi, A. B., Moh, H. H., Chen, S., Teoh, H. W., and Adibah, S. Y. S. N. (2021). Carbon stock of disturbed and undisturbed mangrove ecosystems in Klang Straits, Malaysia. *Journal of Sea Research*, 176 (February), 102113. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2021.102113>