



UNDIP | UNIVERSITAS
DIPONEGORO
The Excellent Research University



SDGs CENTER
UNIVERSITAS DIPONEGORO

Laporan Capaian Carbon Offsets

CARBON OFFSETS ACHIEVEMENT REPORT

UNIVERSITAS DIPONEGORO, 2023

LAPORAN CAPAIAN CARBON OFFSETS
Universitas Diponegoro
CARBON OFFSETS ACHIEVEMENT REPORT
Universitas Diponegoro

Universitas Diponegoro
2023

DAFTAR ISI

TABLE OF CONTENTS

DAFTAR ISI	iii
TABLE OF CONTENT	
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
CHAPTER I. INTRODUCTION	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.1. <i>Background</i>	
1.2. Tujuan.....	3
1.2. <i>Purpose</i>	
BAB II. PELAKSANAAN PROGRAM	4
CHAPTER II. IMPLEMENTATION PROGRAM	
BAB III. METODE PERHITUNGAN KARBON	7
CHAPTER III. CARBON CALCULATION METHOD	
3.1. Carbon Footprint.....	7
3.1. <i>Carbon Footprint</i>	
3.2. Metode Pengambilan Data.....	7
3.2. <i>Data Collection Method</i>	
3.3. Perhitungan Cadangan Karbon	9
3.3. <i>Calculation of Carbon Stock</i>	
BAB IV. LOKASI PENGAMBILAN DATA	10
CHAPTER IV. DATA COLLECTING LOCATION	
BAB V. HASIL & PEMBAHASAN	12
CHAPTER V. RESULT & DISCUSSION	
5.1. Carbon Footprint.....	12
5.1. <i>Carbon Footprint</i>	
5.2. Carbon Stock.....	14
5.2. <i>Carbon Stock</i>	
BAB VI. KESIMPULAN & REKOMENDASI	17
CHAPTER VI. CONCLUSION & RECOMENDATION	
6.1. Kesimpulan	17
6.1. <i>Conclusion</i>	
6.2. Rekomendasi.....	17
6.2. <i>Recomendation</i>	
DAFTAR ISI	19
REFERENCES	

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

CHAPTER I. INTRODUCTION

1.1. Background



Pemanasan global (global warming)

menjadi salah satu isu lingkungan utama yang dihadapi dunia saat ini. Berbagai dampak yang ditimbulkan seperti peningkatan permukaan air laut, terjadinya cuaca ekstrem, punahnya berbagai habitat flora dan fauna serta kerusakan alam lainnya menjadi ancaman bagi kehidupan yang perlu mendapatkan perhatian. Berdasarkan data yang diperoleh dari United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), terdapat 7 aktivitas manusia yang menjadi pendorong utama dalam perubahan iklim, yaitu penebangan hutan, manufaktur barang dan pertambangan, perubahan energi, penggunaan alat transportasi, produksi makanan, suplai energi untuk ruangan, dan pemakaian berlebihan pakaian hingga sampah dan plastik.

Program Net Zero Emission (NZE) merupakan program yang bertujuan untuk menekan pencemaran lingkungan yang berpotensi mengakibatkan pemanasan global. Program ini merupakan hasil dari Paris Agreement, yaitu perjanjian internasional tentang mitigasi, adaptasi dan keuangan akibat perubahan iklim yang

Global warming is one of the main environmental issues facing the world today. The various impacts caused, such as rising sea levels, extreme weather, the extinction of various flora and fauna habitats, and other natural damage, are threats to life that need attention. Based on data obtained from the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), seven human activities are the main drivers of climate change: deforestation, manufacturing of goods and mining, energy conversion, use of transportation, food production, energy supply for space, and excessive use of clothing, rubbish, and plastic.

The Net Zero Emission (NZE) program is a program that aims to reduce environmental pollution, which has the potential to cause global warming. This program is the result of the Paris Agreement, namely an international agreement on mitigation, adaptation, and finance due to climate change held in Paris in 2015, which was agreed upon by no less than 195 countries.

diselenggarakan di Paris pada tahun 2015 yang disepakati tidak kurang dari 195 negara.

Net Zero Emissions atau nol emisi karbon adalah kondisi dimana jumlah emisi karbon yang dilepaskan ke atmosfer tidak melebihi jumlah emisi yang mampu diserap oleh bumi. Untuk dapat mencapainya diperlukan sebuah transisi dari sistem energi yang digunakan saat ini ke sistem energi bersih guna mencapai kondisi seimbang antara aktivitas manusia dengan keseimbangan alam. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengurangi jumlah karbon atau gas emisi yang dihasilkan dari berbagai kegiatan (aktivitas) manusia pada kurun waktu tertentu, atau lebih sering dikenal dengan istilah pengurangan jejak karbon (carbon footprint). Jejak karbon yang dihasilkan akan memberikan dampak yang negatif bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Indonesia merupakan salah satu negara yang turut serta dalam penandatanganan Paris Agreement dan sangat serius mewujudkan komitmen Net Zero Emission (NZE) pada tahun 2060 atau lebih cepat dari tahun tersebut. Oleh karena itu, pemerintah tengah Menyusun sebuah roadmap untuk merelisasikan NZE demi menghadapi berbagai tantangan serta risiko perubahan iklim di masa mendatang.

Universitas Diponegoro (Undip) sebagai salah institusi pendidikan tinggi di Kota Semarang memiliki kewajiban untuk berperan aktif dalam pelaksanaan program dekarbonisasi secara terencana dan terstruktur. Hal ini sesuai dengan Surat Edaran Rektor Universitas Diponegoro No. 37/UN7.P/SE/2017 tentang Program Carbon Neutrality di Lingkungan Universitas Diponegoro dan Surat Edaran Rektor Universitas Diponegoro No. 35/UN7.P/SE/2017 tentang Kebijakan Kendaraan Bebas Emisi di Lingkungan Universitas Diponegoro. Berdasarkan Surat Edaran tersebut, Undip telah melakukan berbagai program seperti penanaman pohon, penanaman mangrove,

Net zero emissions is a condition where the amount of carbon emissions released into the atmosphere does not exceed the amount of emissions that the earth can absorb. To achieve this, a transition is needed from the energy system currently used to a clean energy system to achieve a state of balance between human activities and natural balance. One effort that can be made is to reduce the amount of carbon or gas emissions produced from various human activities over a certain period of time, more commonly known as reducing the carbon footprint (carbon footprint). The resulting carbon footprint will have a negative impact on the lives of living creatures on this earth. Indonesia is one of the countries that participated in the signing of the Paris Agreement and is very serious about realizing its Net Zero Emission (NZE) commitment by 2060 or sooner than that year. Therefore, the government is currently preparing a roadmap to implement NZE to face various challenges and risks of climate change in the future.

Diponegoro University (Undip), as one of the higher education institutions in Semarang City, has an obligation to play an active role in implementing the decarbonization program in a planned and structured manner. This is in accordance with the Circular Letter of the Chancellor of Diponegoro University No. 37/UN7.P/SE/2017 concerning the Carbon Neutrality Program in the Diponegoro University Environment and the Circular Letter from the Chancellor of Diponegoro University No. 35/UN7.P/SE/2017 concerning the Emission-Free Vehicle Policy in the Diponegoro University Environment. Based on this circular, Undip has carried out various programs such as tree planting, mangrove planting, and promoting the use of bicycles and campus buses.

penggalakan penggunaan sepeda dan bus kampus.

1.2. Tujuan

Menghitung carbon offset Undip sehingga dapat berfungsi sebagai penyeimbang emisi karbon yang dihasilkan oleh Undip dan mengurangi dampaknya terhadap lingkungan.

1.2. Objective

Calculate Undip's carbon offset so that it can function as a counterweight to carbon emissions produced by Undip and reduce its impact on the environment.



BAB II. PROGRAM AKSI PENANGANAN PERUBAHAN IKLIM

UNDIP berkomitmen dalam penanganan dan mitigasi dampak dari perubahan iklim. Pada tahun 2023 Undip melaksanakan berbagai program diantaranya penanaman mangrove dan pohon, pendataan jenis pohon, pengadaan bus kampus dan sepeda dengan lokasi dan detail kegiatan dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 1-5.

CHAPTER II. CLIMATE ACTION PROGRAM AND INITIATIVES

UNDIP is committed to handling and mitigating the impacts of climate change. In 2023 Undip will implement various programs including planting mangroves and trees, collecting data on tree species, providing campus buses and bicycles with locations and details of activities can be seen in Table 1 and Figures 1-5.

Tabel 1. Realisasi Program Capaian Karbon UNDIP 2023

Table 1. Implementation of the Carbon Achievement Program UNDIP 2023

No	Kegiatan Activities	Lokasi Location	Jumlah Numbers
1	Penanaman Mangrove. <i>Mangrove planting.</i>	Teluk Awur, Jepara	19
2	Reboisasi. <i>Reforestation.</i>	Tembalang UNDIP, Semarang KHDTK Penggaron, Semarang	289
3	Pendataan jenis pohon. <i>Tree species data collection.</i>	Tembalang UNDIP, Semarang Teluk Awur, Jepara KHDTK Penggaron, Semarang	308
4	Pengadaan bus kampus. <i>Procurement of campus buses.</i>	Tembalang UNDIP, Semarang	10
5	Pengadaan sepeda. <i>Procurement of bicycles.</i>	Tembalang UNDIP, Semarang	1053



Gambar 1. Penanaman Mangrove di Teluk Awur, Jepara
Figure 1. Mangrove Planting at Teluk Awur, Jepara



Gambar 2. Penanaman Pohon di KHDTK, Penggaron
Figure 2. Tree Planting at KHDTK, Penggaron



Gambar 3. Pendataan Jenis Pohon
Figure 3. Tree species data collection



Gambar 4. Pengadaan Bus
Figure 4. Procurement of campus buses



Gambar 5. Pengadaan Sepeda
Figure 5. Procurement of bicycles

BAB III. METODE PERHITUNGAN KARBON

Penghitungan carbon offset dilakukan dengan dua pendekatan, (1) perhitungan carbon footprint yaitu jumlah emisi karbon yang dihasilkan dari aktivitas civitas akademika undip selama satu tahun yang meliputi emisi karbon scope 1 dan 2; (2) perhitungan cadangan karbon dengan menggunakan SNI 7724:2011.

3.1. Carbon Footprint

Emisi CO₂ dari konsumsi listrik per tahun
**Konsumsi listrik per tahun dalam kWh/
1000) x 0.84 (1)**

Keterangan:

0,84 adalah koefisien untuk mengkonversi satuan kWh menjadi ton.

Emisi CO₂ dari konsumsi BBM per tahun
**Konsumsi BBM per tahun dalam liter/
1000) x 2.54 (2)**

Keterangan:

2,54 adalah koefisien untuk mengkonversi satuan liter menjadi ton.

Perhitungan emisi karbon menggunakan referensi dari carbonfootprint.com yang menggunakan dasar perhitungan Greenhouse gas reporting: conversion factors

3.2. Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data untuk perhitungan karbon mengacu pada SNI-7724-2011 mengenai Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon - Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (ground-based forest carbon accounting) dengan tahapan mendetail sebagai berikut:

CHAPTER III. CARBON CALCULATION METHOD

Calculation of carbon offset is carried out using two approaches, (1) calculation of carbon footprint, namely the amount of carbon emissions resulting from the activities of the Undip academic community during one year which includes scope 1 and 2 carbon emissions; (2) calculation of carbon reserves using SNI 7724:2011.

3.1. Carbon Footprint

CO₂ emissions from electricity consumption per year.

**Electricity consumption per year in kWh/
1000) x 0.84 (1)**

Notes:

0.84 is the coefficient for converting kWh units to tons.

CO₂ emissions from fuel consumption per year

**Fuel consumption per year in liters/
1000) x 2.54 (2)**

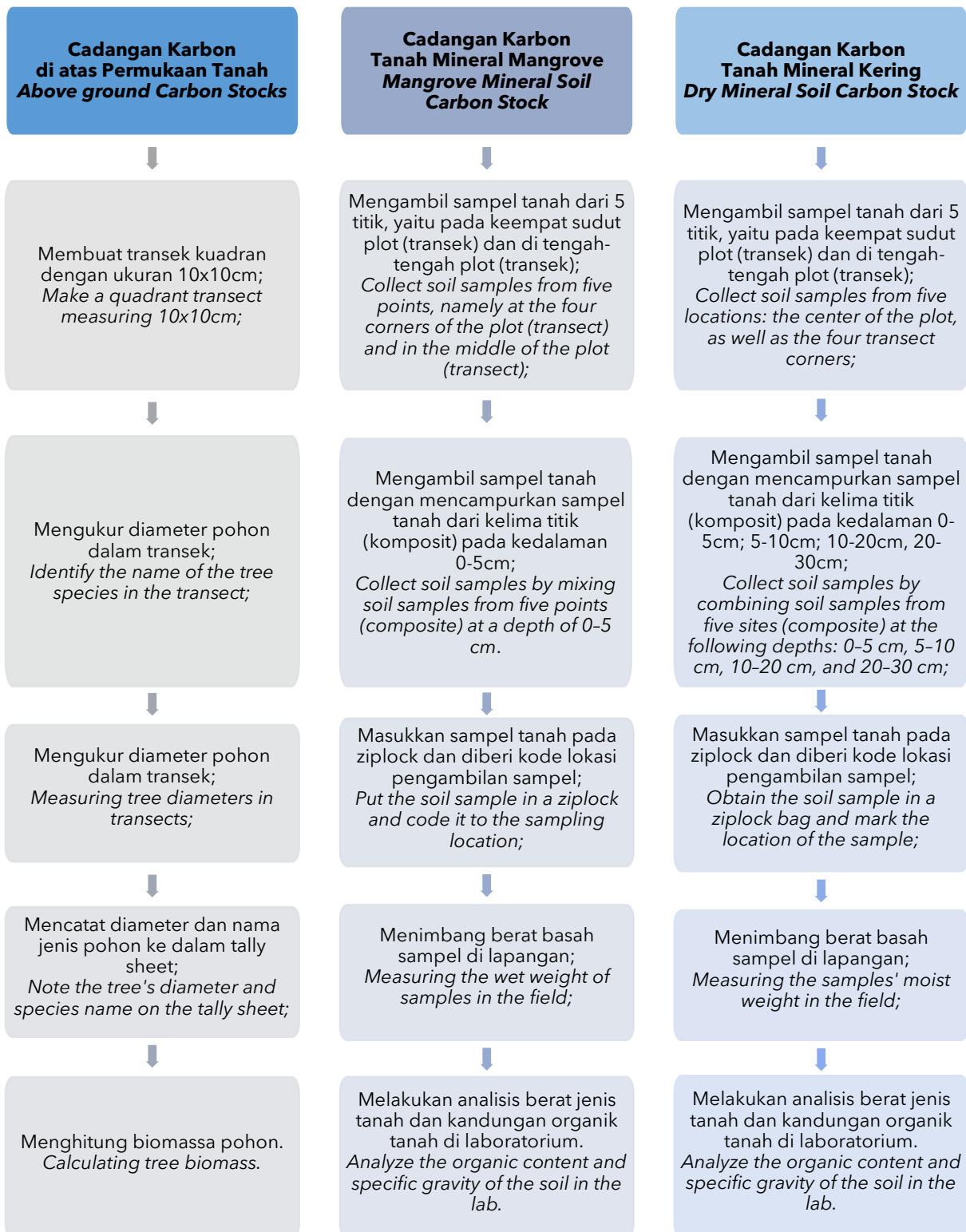
Notes:

2.54 is the coefficient for converting liters to tons.

Carbon emissions calculations use references from carbonfootprint.com which uses the basic calculations for greenhouse gas reporting: conversion factors

3.2. Data Collection Method

The method for collecting data for carbon calculations is outlined in SNI-7724-2011, which pertains to the measurement and computation of carbon stocks. The following are the detailed phases of field measurements for estimating forest carbon stocks (ground-based forest carbon accounting):



3.3. Perhitungan Cadangan Karbon

Perhitungan Biomassa Atas Permukaan (Above Ground Biomass)

Biomassa Tanaman Berkayu (Ketterings et al., 2001)

$$Y = 0,11 \times \rho \times D^{2+c} \quad (3)$$

Keterangan:

Y= Biomassa tegakan (kg/pohon)

ρ = berat jenis (gr/cm³)

c = 0,62

D= Diameter (cm)

Biomassa Mangrove (*Rhizophora mucronata*) (Kridiborworn et al., 2012)

$$B = 0,275 \times D^{3,19} \quad (4)$$

Keterangan:

B= Biomassa tegakan (kg/pohon)

D= Diameter (cm)

Perhitungan Karbon dari Biomassa (SNI-7724-2011)

Penghitungan karbon dari biomassa menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C_b = B \times \%C \text{ organik} \quad (5)$$

Keterangan:

C_b adalah kandungan karbon dari biomassa, dinyatakan dalam kilogram (kg);

B adalah total biomassa, dinyatakan dalam (kg);

%C organik adalah nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47

Perhitungan Karbon Tanah (Below Ground Biomass) (SNI-7724-2011)

$$C_t = K_d \times \rho \times \%C \text{ organik} \quad (6)$$

Keterangan:

C_t adalah kandungan karbon tanah (gr/cm²);

K_d adalah kedalaman contoh tanah/kedalaman tanah (cm)

%C organik adalah nilai persentase kandungan karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di laboratorium.

3.3. Calculation of Carbon Stock

Above-ground biomass calculation

Woody Plant Biomass (Ketterings et al., 2001)

$$Y = 0,11 \times \rho \times D^{2+c} \quad (3)$$

Notes:

Y = Standing biomass (kg/tree)

ρ = specific gravity (gr/cm³)

c = 0.62

D = Diameter (cm)

Mangrove Biomass (*Rhizophora mucronata*) (Kridiborworn et al., 2012)

$$B = 0,275 \times D^{3,19} \quad (4)$$

Notes:

B = Standing biomass (kg/pohon)

D = Diameter (cm)

Calculation of Carbon from Biomass (SNI-7724-2011)

Calculation of carbon from biomass uses the following formula:

$$C_b = B \times \%C \text{ organics} \quad (5)$$

Notes:

C_b is the carbon content of biomass, expressed in kilograms (kg);

B is total biomass, expressed in (kg);

C organic is the percentage value of carbon content, equal to 0.47

Calculation of Soil Carbon (Below Ground Biomass) (SNI-7724-2011)

$$C_t = K_d \times \rho \times \%C \text{ organics} \quad (6)$$

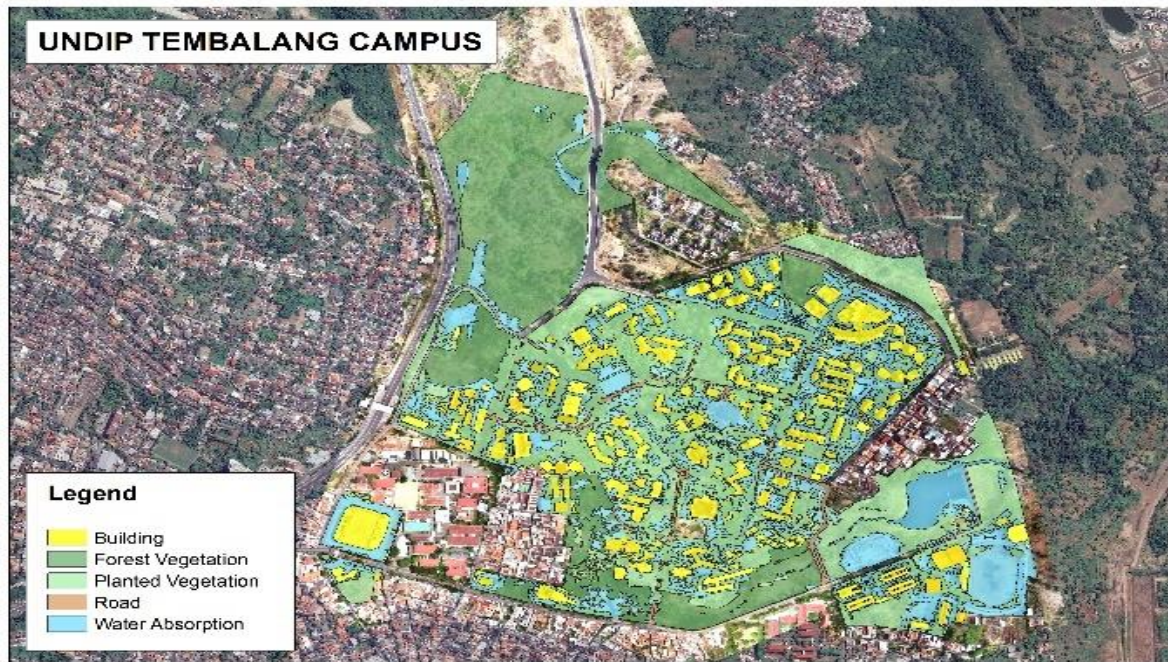
Notes:

C_t is soil carbon content (gr/cm²)

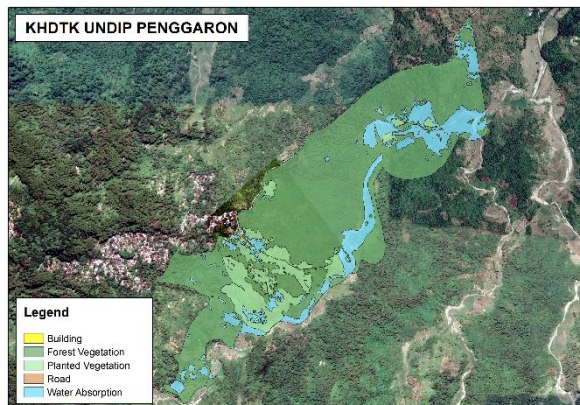
K_d is the depth of the soil sample/soil depth (cm)

%C organic is the percentage value of carbon content obtained from laboratory measurements.

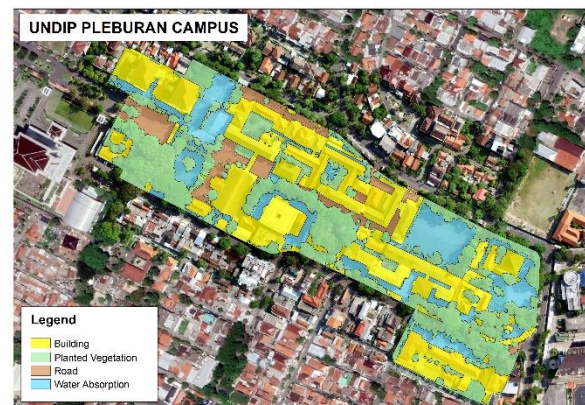
BAB IV. LOKASI PENGAMBILAN DATA CHAPTER IV. DATA COLLECTING LOCATION



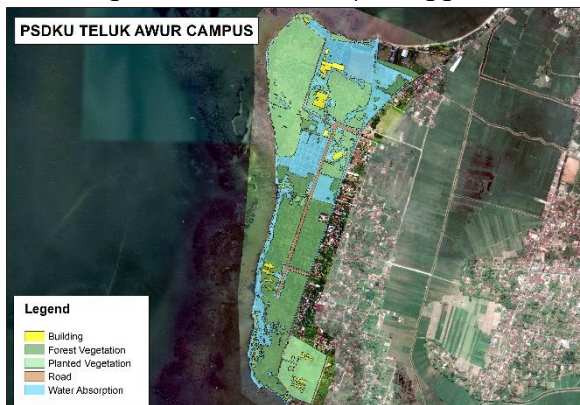
Gambar 6. Kampus Tembalang
Figure 6. Tembalang Campus



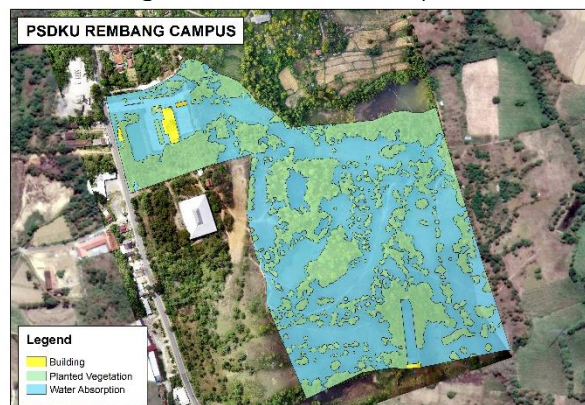
Gambar 7. KHDTK Undip Penggaron
Figure 7. KHDTK Undip Penggaron



Gambar 8. Kampus Peleburan
Figure 8. Peleburan Campus



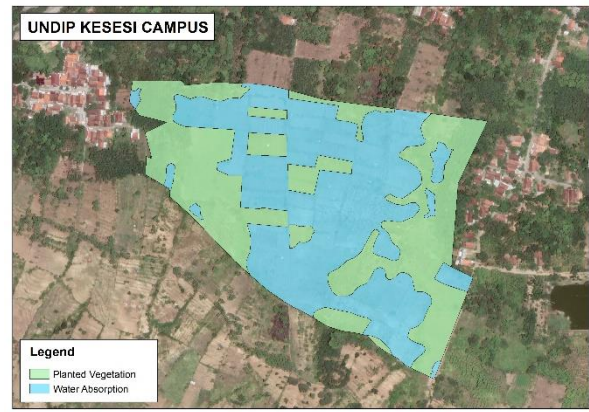
Gambar 9. Kampus Teluk Awur, Jepara
Figure 9. Teluk Awur, Jepara Campus



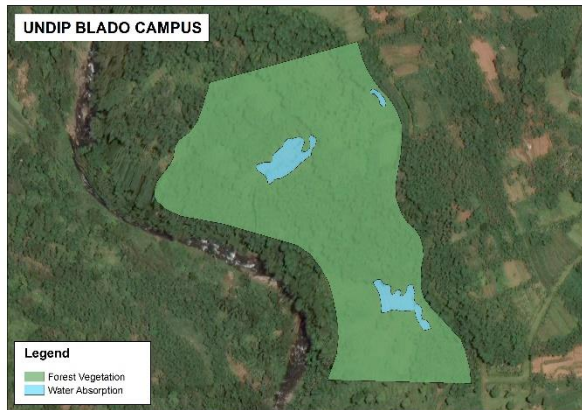
Gambar 10. Kampus Rembang
Figure 12. Rembang Campus



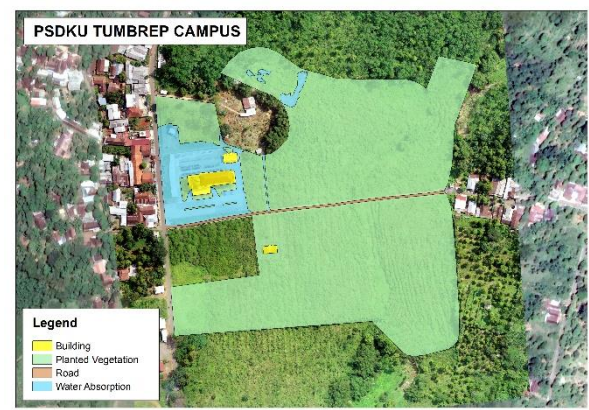
Gambar 11. Kampus Kajen, Pekalongan
Figure 10. Kajen, Pekalongan Campus



Gambar 12. Kampus Kesesi, Pekalongan
Figure 11. Kesesi, Pekalongan Campus



Gambar 14. Kampus Blado, Batang
Figure 14. Blado, Batang Campus



Gambar 13. Kampus Tumbrep, Batang
Figure 13. Tumbrep, Batang Campus

BAB V. HASIL & PEMBAHASAN

5.1. Carbon Footprint

Jejak karbon atau carbon footprint merupakan suatu ukuran dari aktivitas manusia yang ditimbulkan baik langsung dan tidak langsung oleh individu, produk, aktivitas, organisasi atau negara yang dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Jejak karbon dinyatakan dalam satuan ton karbon atau ton karbondioksida ekuivalen. Semakin banyak aktivitas manusia, semakin tinggi nilai emisi karbon yang dihasilkan.

Universitas Diponegoro (Undip) yang merupakan salah satu lembaga pendidikan di Indonesia tidak lepas dalam berkontribusi menghasilkan emisi karbon. Berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa penggunaan listrik dan transportasi di Undip menyumbang emisi karbon sebesar 12.994,72 metric ton per tahunnya. Dari segi transportasi, motor menyumbangkan emisi karbon tertinggi dibandingkan dengan mobil dan bus, yaitu sebesar 1.315,056 metric ton. Hal tersebut terlihat dari rata-rata mahasiswa menggunakan motor untuk beraktivitas di kampus. Mengingat peningkatan efek emisi gas rumah kaca (GRK) di masa depan, perlu adanya inisiatif pengurangan GRK yang dilakukan oleh Undip.

Dalam Upaya pengurangan jumlah emisi karbon yang dihasilkan, Undip telah melakukan berbagai upaya, seperti penyediaan bus kampus. Operasional bus kampus ini tidak dipungut biaya (gratis). Bus kampus UNDIP beroperasi mulai pukul 07.00-17.00 WIB dengan jumlah rotasi sebanyak 20 kali perhari, sehingga diharapkan mahasiswa beralih menggunakan bus kampus dibandingkan menggunakan kendaraan pribadi. Selain itu, Undip juga menyediakan sepeda sebanyak 1053 sepeda yang bisa digunakan secara gratis dan tersebar di seluruh fakultas, sekolah, rektorat, Rumah Sakit Nasional Diponegoro, LPPM, dan

CHAPTER V. RESULT & DISCUSSION

5.1. Carbon Footprint

The carbon footprint is a measure of human activities caused both directly and indirectly by individuals, products, activities, organizations, or countries that can have an impact on the environment. The carbon footprint is expressed in tons of carbon or tons of carbon dioxide equivalent. The more human activity, the higher the carbon emissions produced.

Universitas Diponegoro (Undip), which is one of the educational institutions in Indonesia, cannot be separated from contributing to carbon emissions. Based on Table 2, it is known that the use of electricity and transportation at Undip guarantees carbon emissions of 12,994.72 metric tons per year. In terms of transportation, motorcycles contribute the highest carbon emissions compared to cars and buses, namely 1,315,056 metric tons. This can be seen in the average students using motorbikes for activities on campus. Considering the increasing effect of greenhouse gas (GHG) emissions in the future, there needs to be a GHG reduction initiative carried out by Undip.

In an effort to reduce the amount of carbon emissions produced, Undip has made various efforts, such as providing campus buses. This campus bus operation is free of charge. UNDIP campus buses operate from 07.00-17.00 WIB with 20 rotations per day, so it is hoped that students will switch to using campus buses instead of private vehicles. Apart from that, Undip also provides 1053 bicycles, which can be used free of charge and are spread across all faculties, schools, rectorates, Diponegoro National Hospital, LPPM, and LP2MP. This initiative is one of Diponegoro University's actions to reduce emissions from private vehicles. Yellow line signs are also implemented to separate bicycle lanes from other

LP2MP. Inisiatif tersebut merupakan salah satu tindakan Universitas Diponegoro untuk mengurangi emisi dari kendaraan pribadi. Rambu garis kuning juga telah diterapkan untuk memisahkan jalur sepeda dengan kendaraan bermotor lainnya untuk menjaga keselamatan dan kenyamanan para pengguna jalan.

Komitmen Undip dalam pengurangan dampak GRK juga dilakukan dengan Upaya penanaman pohon maupun mangrove. Kegiatan penanaman pohon ini rutin dilakukan UNDIP setiap tahunnya. Tercatat pada tahun 2021, UNDIP di lokasi Tembalang memiliki 6.810 pohon dengan sekitar 282 jenis tanaman. Seluruh pohon termasuk mangrove yang ditanam di lokasi UNDIP mampu mereduksi 6.479,63 metrik ton CO₂ eq. Selain itu, UNDIP juga mengadakan kegiatan penanaman pohon di KHDTK Wanadipa Penggaron sebanyak 7.500 pohon untuk menjaga kelestarian hutan dan mengurangi emisi di udara.

motorized vehicles to maintain the safety and comfort of road users.

Undip's commitment to reducing GHG impacts is also carried out by planting trees and mangroves. This tree planting activity is routinely carried out by UNDIP every year. It was recorded that in 2021, UNDIP, in Tembalang sites, had 6,810 trees with about 282 types of plants. All trees including mangroves planted in the UNDIP site can reduce 6,479.63 metric tons of CO₂ eq. Apart from that, UNDIP also held tree planting activities at KHDTK Wanadipa Penggaron totaling 7,500 trees to preserve conservation forests and reduce emissions in the air.

Tabel 2. Data Carbon Footprint Undip 2022
Table 2. Data of Undip's Carbon Footprint 2022

	Parameter Parameter	Nilai Value	Satuan Unit	Jejak Karbon Carbon Footprint	Satuan Unit
Penggunaan listrik per tahun <i>Electricity usage per year</i>	Penggunaan listrik/tahun Electricity usage/year	13.447.384	Kwh	11.295,8	
Transportasi per tahun (shuttle) Transportation per year (Shuttle)	Jumlah bus shuttle Number of the shuttle bus	2	Bus	4,95	Metric tons
	Total perjalanan menggunakan layanan shuttle bus Total trips for shuttle bus service	24	Perjalanan/bu s/hari Trip/Bus/Day		
	Jarak perjalanan Travel distance	4,3	km		
	Hari kerja per tahun Working days per year	240	Hari/tahun day/year		

	Parameter Parameter	Nilai Value	Satuan Unit	Jejak Karbon Carbon Footprint	Satuan Unit
	Koefisien Coefficient	0,01	mtons emmission/ 100 km		
Transportasi per tahun (mobil) Transportation per year (Car)	Jumlah mobil Number of cars	3.947	Mobil Car	378,912	
	Jarak perjalanan Travel distance	1	km		
	Hari kerja per tahun Working days per year	240	Hari/tahun day/year		
	Koefisien Coefficient	0,02	mtons emmission/ 100 km		
Transportasi per tahun (motor) Transportation per year (motorcycle)	Jumlah motor Number of motorcycles	27.397	motor motorcycle	1.315,056	
	Jarak perjalanan Travel distance	1	km		
	Hari kerja per tahun Working days per year	240	Hari/tahun day/year		
	Koefisien Coefficient	0,01	mtons emmission/ 100 km		
Total emisi per tahun Total emission per year				12.994,7 2	
Populasi Population		49.233	Mahasiswa students		
Emisi/populasi Emission/Population				0,264	Metric tons/indivi du

5.2. Carbon Stock

Karbon dapat ditemukan disetiap tempat, karbon dapat bergerak dari satu tempat ke tempat lain hingga kemudian berakhir dan terakumulasi merupakan siklus karbon yang umum terjadi. Perkiraan biomassa dan karbon guna pelestarian tutupan hijau menjadi salah satu bentuk mitigasi perubahan iklim. Sehubungan dengan perencanaan infrastruktur hijau kota, pengelolaan lahan yang efisien dapat secara signifikan mengurangi jejak karbon institusi akademis dan berkontribusi pada

5.2. Carbon Stock

Carbon is present everywhere, moving from one place to another until it eventually accumulates, forming what is known as the carbon cycle. Calculating biomass and carbon levels to protect vegetation is a method of mitigating climate change. Efficient land management plays a crucial role in reducing the carbon footprint of academic institutions and preserving diverse land uses for sustainable development, especially when combined with urban

pelestarian beragam penggunaan lahan untuk pembangunan berkelanjutan. Pentingnya pepohonan terletak pada perannya dalam melestarikan keanekaragaman hayati dan meningkatkan inventarisasi karbon dalam institusi.

Komitmen Indonesia dalam pengurangan emisi gas rumah kaca telah tertuang pada UU No. 16/2016. Indonesia mempertegas ambisi untuk mencapai Net Zero Emission pada tahun 2060 atau lebih cepat. Salah satu cara yang dilakukan Indonesia untuk mencapai komitmen tersebut adalah dengan mengembangkan Nilai Ekonomi Karbon (NEK).

Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup menyebutkan bahwa penurunan emisi CO₂ terus menanjak. Pada 2021, penurunan emisi CO₂ mencapai 70 juta ton. Kemudian, pada 2022 (91,5 juta ton) dan pada 2023 ditargetkan bisa mencapai 116 juta ton penurunan emisi CO₂. Lebih lanjut, laporan ini menempatkan peran ruang hijau dalam konteks yang lebih luas dalam kaitannya dengan gerakan menuju kampus universitas berkelanjutan di seluruh dunia.

Dampak dari program penanaman mangrove dan penanaman pohon dalam upaya mengurangi pemanasan global dapat dikuantifikasikan dalam bentuk penghitungan carbon stock. Hasil pendataan di beberapa lokasi di Kampus Undip dapat dilihat pada Tabel 3.

green infrastructure planning. Trees play a crucial role in preserving biodiversity and enhancing carbon inventories in institutions.

Indonesia has expressed its dedication to decreasing greenhouse gas emissions through UU no. 16/2016. Indonesia is committed to achieving Net Zero Emissions by 2060 or even earlier. Indonesia can achieve this commitment by developing Carbon Economic Value (NEK).

Furthermore, this report places the role of green spaces in a broader context in relation to the movement towards sustainable university campuses around the world.

The Ministry of Forestry and Environment reported that the decrease in CO₂ emissions is steadily rising. In 2021, there will be a significant decrease in CO₂ emissions, amounting to 70 million tons. In 2022, there is a goal to reduce CO₂ emissions by 91.5 million tonnes, and in 2023, the target is even higher at 116 million tonnes. In addition, the report highlights the significance of green spaces within the larger framework of creating sustainable university campuses globally.

The effectiveness of mangrove planting and tree planting projects in mitigating global warming can be measured by the calculation of carbon stocks. The data collected from various sites on Undip's campus is presented in Table 3.

Tabel 3. Data Cadangan Karbon Undip Tahun 2022 Berdasarkan Jenis Pohon
Table 3. Data of Undip's Carbon Stock 2022 Based on Tree Type

Lokasi Kampus Campus Location	Total Vegetasi Total Vegetation (Ha)	Cadangan Karbon Biomassa Biomass Carbon Stock (Metric ton)
Tembalang	82,7093	59.778.417
KHDTK Penggaron	70,6183	74.490.468
Pleburan	33,8576	31.448
Teluk Awur	6,2119	1.740.098
Kajen, Pekalongan	5,8461	96
Kesesi, Pekalongan	4,5136	63.384
Rembang	3,4095	140.184

Lokasi Kampus Campus Location	Total Vegetasi Total Vegetation (Ha)	Cadangan Karbon Biomassa Biomass Carbon Stock (Metric ton)
Tumbrep, Batang	2,7915	124.015
Blado, Batang	0,0419	23.414
TOTAL	210	136.391.523

Cadangan karbon berdasarkan jenis pohon yang ada di UNDIP didapat nilai sebesar **136.391.523 metric ton C**. Nilai tersebut mencakup seluruh Kawasan yang dimiliki UNDIP. Namun jika dilihat pada Tabel 3. cadangan karbon di KHDTK Penggaron terbesar jika dibandingkan Kawasan lain. Hal ini berkaitan dengan kerapatan vegetasi pada Kawasan tersebut.

Diketahui bahwa KHDTK Penggaron terbagi 3 wilayah yakni: Petak 1016, petak 1017, petak 1018. Pada petak 1016 didominasi tegalan dengan vegetasi jarang dan kerapatan sedang. Kemudian pada petak 1017 yang berupa hutan campur dengan dengan vegetasi kerapatan sedang hingga tinggi. Sedangkan petak 1018 untuk beberapa lokasi terdapat tanaman rimba dengan tutupan lahan sedang sampai rapat. Lokasi tersebut didominasi pohon jati (*Tectona grandis*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), sengon (*Paraserianthes falcataria*), akasia (*Acacia auriculiformis*), johar (*Cassia siamea*) yang mana merupakan pepohonan dewasa.

The UNDIP carbon stock value, which is determined by tree species, is **136.391.523 metric ton C**. This value encompasses all UNDIP-owned areas. Nevertheless, a thorough examination of Table 3. reveals that the carbon reserves in KHDTK Penggaron surpass those found in other regions. This pertains to the amount of diversity of plant life in the area.

KHDTK Penggaron is separated into three distinct areas: Plot 1016, Plot 1017, and Plot 1018. Plot 1016 primarily characterized by moorland featuring limited vegetation and a moderate density. Plot 1017 is characterized as a mixed forest with vegetation of medium to high density. Meanwhile, in plot 1018, numerous areas are populated with jungle vegetation that has a moderate to thick coverage of land. The dominant tree species in this area are teak (*Tectona grandis*), mahogany (*Swietenia macrophylla*), sengon (*Paraserianthes falcataria*), acacia (*Acacia auriculiformis*), and johar (*Cassia siamea*). These trees are fully grown and mature.

BAB VI. KESIMPULAN & REKOMENDASI

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa total emisi karbon yang dihasilkan Undip adalah sebesar **12.994,72 metric ton/tahun** dengan rincian emisi karbon yang dihasilkan dari penggunaan listrik adalah sebesar 11.295,8 metric tons/tahun, transportasi bus sebesar 4,95 metric tons/tahun, mobil sebesar 378,912 metric tons/tahun dan motor sebesar 1.315,056 metric tons/tahun.

Kegiatan yang dilakukan Undip dalam Upaya pengurangan dampak emisi GRK adalah penyediaan bus kampus, sepeda, penanaman pohon dan mangrove.

Program/kegiatan penanaman mangrove dan pohon yang dilakukan oleh UNDIP pada tahun 2022 menghasilkan total cadangan karbon sebesar **136.391.523 metric ton C** dengan luas total area **210 Ha**.

6.2. Rekomendasi

Terkait dengan Carbon footprint, perlu dilakukan penghematan konsumsi listrik dan penggunaan BBM melalui:

1. Melakukan audit energi setiap tahun untuk memetakan potensi efisiensi yang dapat dilakukan terutama dalam penghematan energi dan peralihan ke sumber energi terbarukan.
2. Melakukan pergantian peralatan hemat energi seperti lampu gedung dan AC menjadi lampu LED dan AC Inverter.
3. Peralihan sumber energi berbahan fosil ke sumber energi terbarukan seperti solar panel pada peralatan seperti lampu jalan dan lampu outdoor gedung.

Peningkatan Carbon stock secara signifikan dapat dilakukan dengan meningkatkan jumlah program penanaman berdasarkan pemilihan lokasi dan strategi penanaman yang tepat agar

CHAPTER VI. CONCLUSION & RECOMMENDATION

6.1. Conclusion

Based on the calculation results, it shows that the total carbon emissions produced by Undip are **12,994.72 metric ton/year** with details of carbon emissions resulting from electricity use being 11,295.8 metric tons/year, bus transportation 4.95 metric tons/year, cars amounted to 378,912 metric tons/year and motorcycle amounted to 1,315,056 metric tons/year.

Activities carried out by Undip to reduce the impact of GHG emissions are providing campus buses, and bicycles, planting trees and mangroves.

The mangrove and tree planting program/activities carried out by UNDIP in 2022 will produce total carbon reserves of **136.391.523 metric ton C** with a total vegetation of **210 Ha**.

6.2. Recommendation

Regarding carbon footprint, it is necessary to save electricity consumption and fuel use through:

1. Conduct energy audits every year to map potential efficiencies that can be made, especially in energy savings and switching to renewable energy sources.
2. Replace energy-saving equipment such as building lights and AC with LED lights and inverter AC.
3. Switching from fossil energy sources to renewable energy sources such as solar panels in equipment such as street lights and outdoor building lights.

By increasing the number of planting programs based on location and planting strategy selection, it is possible to significantly increase carbon stock by allowing vegetation to adapt and grow optimally, thereby increasing the quantity of carbon. A significant amount of dead tree and mangrove vegetation was discovered during the field survey

vegetasi mampu beradaptasi dan tumbuh dengan optimal, sehingga terjadi peningkatan jumlah karbon. Pada survey lapangan yang telah dilakukan dalam proses pengambilan data, ditemukan banyak vegetasi pohon dan mangrove yang sudah mati, diakibatkan oleh usia pohon tersebut dan lokasi penanaman mangrove yang tidak sesuai dengan habitat hidupnya. Oleh karena itu, di masa mendatang perlu memperhatikan lokasi penanaman misalnya pada pohon mangrove yang membutuhkan lokasi tanam dengan karakteristik adanya lumpur (sedimen), kemiringan lahan landai, ombak laut tenang (muara, sungai, teluk), dan mengalami pasang surut air laut. Selain itu, secara umum perlu juga memperhatikan jarak tanam yang optimum, yaitu tidak mengganggu pertumbuhan vegetasi dan mampu meningkatkan biomassa pohon.

conducted as part of the data collection procedure. This was attributed to the advanced age of the trees and the unsuitable location of the mangrove planting, which failed to provide an appropriate habitat for their species. Hence, in the prospective times, it is necessary to carefully consider the selection of planting sites, such as mangrove trees, which necessitate areas characterized by mud (sediment), gradual land inclines, tranquil oceanic waves (estuaries, rivers, bays), and exposure to both high and low tides. Additionally, it is crucial to consider the optimal sowing distance, which entails avoiding any disruption to vegetation growth and maximizing tree biomass.

DAFTAR PUSTAKA REFERENCES

- Ambariyanto, A., Utama, Y. J., Sugianto, D. N., Ariyanti, D., & Handayani, E. P. (2023). Mangrove Conservation and Biodiversity Protection Strategies in Universitas Diponegoro to Achieve Net Zero Emission. *Journal of Sustainability Perspectives*, 3(2), 202-208. <https://doi.org/10.14710/jsp.2023.20482>
- Ambariyanto, Utama, Y. J., Ariyanti, D., Sugianto, D. N., Dewi, C. A., & Sayekti, W. (2023). Challenge and Innovation in Building the Green and Sustainable Transportation System at Universitas Diponegoro. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1194(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1194/1/012012>
- Budiadi, B. (2020). Pendugaan Simpanan Karbon pada Kawasan Rehabilitasi Pesisir Selatan Pulau Jawa. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 14(1), 71. <https://doi.org/10.22146/jik.57473>
- Hadidi, A. F., Kariada, N., Martuti, T., Martin, P., & Boedijantoro, H. (2022). Estimasi Stok Karbon Mangrove Strata Pohon Di Kelurahan Trimulyo Kota Semarang Sebagai Upaya Konservasi Mangrove. *Bioma*, 18(1), 2022. [https://doi.org/10.21009/Bioma18\(1\).2](https://doi.org/10.21009/Bioma18(1).2)
- Ketterings, QM., R. Coe, M. van Noordwijk, Y. Ambagau, & C.A. Palm. (2001). Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above ground tree biomass in mixed secondary forests. *For. Ecol. & Manage* 146: 199-209
- Khairil, K. (2017). Klasifikasi Kode Mutu Kayu Provinsi Sulawesi Selatan. *INERSIA Lnformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 13(1), 41-53. <https://doi.org/10.21831/inersia.v13i1.14597>
- Kusmawati, Hardiansyah, G., & Widhanarto, G. O. (2021). Stok Karbon Di Atas Permukaan Tanah Pada Hutan Mangrove. *Jurnal Hutan Lestari*, 9(1), 25-36.
- Kusuma Admaja, W., Nasirudin, N., & Sriwinarno, H. (2020). Identifikasi Dan Analisis Jejak Karbon (Carbon Footprint) Dari Penggunaan Listrik Di Institut Teknologi Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 18(2). <https://doi.org/10.37412/jrl.v18i2.28>
- Kridiborworn, P., Chidthaisong, A., Yuttitham, M., & Tripetchkul, S. (2012). Carbon Sequestration by Mangrove Forest Planted Specifically for Charcoal Production in Yeesarn, Samut Songkram. *Journal of Sustainable Energy & Environment*, 3, 87-92.
- Marzuki, M., Nurdin, N., Yasir, I., Mashoreng, S., & Selamat, M. B. (2023). Estimasi stok karbon biomassa pada ekosistem mangrove menggunakan data satelit di Pulau Nunukan Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara. *Majalah Ilmiah Globë*, 25(1), 63-76.
- Nan, H., Yang, F., Zhao, L., Mašek, O., Cao, X., & Xiao, Z. (2019). Interaction of Inherent Minerals with Carbon during Biomass Pyrolysis Weakens Biochar Carbon Sequestration Potential. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 7(1), 1591-1599. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b05364>
- Nusantoro, B. P. (2021). Cadangan karbon pada Vegetasi Pohon di BKPH Majalengka KPH Majalengka. *Jurnal Wanamukti*, 24(1), 23-29.
- Panji, D., Prasetyo, B., Azizah, R., Nuraini, T., & Supriyantini, E. (2017). Estimation Carbon Stock on Mangrove Vegetation At Mangrove Area of Ujung Piring Jepara District. *International Journal of Marine and Aquatic Resource Conservation and Co-Existence Research Article*, 2(1), 38-45.
- Saha, A., & Handique, S. (2022). Variation of soil organic carbon in a university campus in temperate North-eastern India. *Environmental Challenges*, 7, 100493. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100493>
- Wijayanto, N., & Gunawan, M. M. R. (2020). Pendugaan Potensi Karbon Jenis-Jenis Tanaman Berkayu di Pekarangan Desa Tegalwaru, Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor. *Journal of Tropical Silviculture*, 11(2), 96-101. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.11.2.96-101>