

**KAJIAN HUBUNGAN LUAS LAHAN VEGETASI TEGAKAN DI KOTA
BANDAR LAMPUNG TERHADAP NILAI KONSENTRASI NITROGEN
DIOKSIDA (NO₂) MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH**

(Skripsi)

Oleh

**MELDA SEPTIANA
1915013004**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

KAJIAN HUBUNGAN LUAS LAHAN VEGETASI TEGAKAN DI KOTA BANDAR LAMPUNG TERHADAP NILAI KONSENTRASI NITROGEN DIOKSIDA (NO₂) MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH

Oleh

Melda Septiana

Kota Bandar Lampung mengalami peningkatan jumlah penduduk dari tahun ke tahun berdasarkan data yang berasal dari Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi Lampung. Jumlah penduduk Kota Bandar Lampung pada tahun 2018 dan 2023 adalah sebesar 1.033.803 jiwa dan 1.100.109 jiwa. Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan meningkatnya jumlah kendaraan dan kebutuhan akan lahan tempat tinggal yang berdampak terhadap ketersediaan lahan vegetasi. Dalam kurun waktu 2018- 2023 Kota Bandar Lampung mengalami peningkatan jumlah kendaraan sebesar 73.216 yang berdampak terhadap polutan udara salah satunya yaitu NO₂. Sejalan dengan semakin berkembangnya teknologi, pemantauan permasalahan yang berkaitan dengan luas lahan vegetasi dan nilai konsentrasi NO₂ dapat dilakukan dengan teknik penginderaan jauh dalam rangka memonitoring keberadaan vegetasi tegakan pada Kota Bandar Lampung.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana luas lahan vegetasi tegakan di Kota Bandar Lampung dan nilai konsentrasi karbon nitrogen dioksida serta hubungan luas lahan vegetasi tegakan di Kota Bandar Lampung terhadap nilai konsentrasi nitrogen dioksida. Penelitian ini menggunakan citra Sentinel-2A dan Sentinel-5P tahun 2018, 2020 dan 2023. Analisis citra Sentinel-2A menggunakan klasifikasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa luas lahan vegetasi di Kota Bandar Lampung pada tahun 2018, 2020 dan 2023 adalah sebesar 8326,02 Ha (45,01%), 7174,08 Ha (38,78%) dan 5860,21 Ha (31,69%) dan nilai rata-rata konsentrasi NO₂ Kota Bandar Lampung pada tahun 2018, 2020 dan 2023 adalah sebesar $5,15 \cdot 10^{-5}$ mol/m², $5,05 \cdot 10^{-5}$ mol/m² dan $6,20 \cdot 10^{-5}$ mol/m². Hubungan luas lahan vegetasi tegakan di Kota Bandar Lampung terhadap nilai konsentrasi nitrogen dioksida berdasarkan hasil uji regresi linier sederhana menghasilkan nilai korelasi (r) sebesar 0,74 dengan hubungan yang kuat atau signifikan. Hubungan luas lahan vegetasi tegakan dengan nilai korelasi NO₂ menunjukkan bahwa luasan vegetasi tegakan merupakan faktor yang mempengaruhi tingkat polusi udara dalam hal ini NO₂.

Keyword: hubungan, klasifikasi, lahan vegetasi, normalized difference vegetation index, nilai konsentrasi, nitrogen dioksida.

ABSTRACT

STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE LAND AREA OF STANDING VEGETATION IN THE CITY OF BANDAR LAMPUNG TO THE VALUE OF NITROGEN DIOXIDE (NO₂) CONCENTRATION USING REMOTE SENSING

By

MELDA SEPTIANA

Bandar Lampung City has experienced an increase in population from year to year based on data from the Lampung Province Central Statistics Agency (BPS). The total population of Bandar Lampung City in 2018 and 2023 is 1,033,803 people and 1,100,109 people. The increase in population causes an increase in the number of vehicles and the need for residential land which has an impact on the availability of vegetation land. In the period 2018-2023 Bandar Lampung City experienced an increase in the number of vehicles by 73,216 which had an impact on air pollutants, one of which was NO₂. In line with the development of technology, monitoring problems related to vegetation land area and NO₂ concentration values can be done with remote sensing techniques in order to monitor the presence of standing vegetation in Bandar Lampung City. This study aims to analyze how the land area of standing vegetation in Bandar Lampung City and the value of carbon nitrogen dioxide concentration and the relationship between the land area of standing vegetation in Bandar Lampung City to the value of nitrogen dioxide concentration. This research uses Sentinel-2A and Sentinel-5P images in 2018, 2020 and 2023. Sentinel-2A image analysis using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) classification. The results of this study indicate that the area of vegetation land in Bandar Lampung City in 2018, 2020 and 2023 is 8248.23 Ha (44.88%), 7156.16 Ha (38.94%) and 5947.37 Ha (32.36%) and the average value of NO₂ concentration in Bandar Lampung City in 2018, 2020 and 2023 is $5.15 \cdot 10^{-5}$ mol/m², $5.05 \cdot 10^{-5}$ mol/m² and $6.20 \cdot 10^{-5}$ mol/m². The relationship between the land area of standing vegetation in Bandar Lampung City and the value of nitrogen dioxide concentration based on the results of simple linear regression test results in a correlation value (r) of 0.74 with a strong or significant relationship. The relationship between the land area of standing vegetation and the correlation value of NO₂ shows that the area of standing vegetation is a factor that affects the level of air pollution in this case NO₂.

Keywords: relationship, classification, vegetation land, normalized difference vegetation index, pollutant concentration value, nitrogen dioxide

**KAJIAN HUBUNGAN LUAS LAHAN VEGETASI TEGAKAN DI KOTA
BANDAR LAMPUNG TERHADAP NILAI KONSENTRASI NITROGEN
DIOKSIDA (NO₂) MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH**

Oleh

MELDA SEPTIANA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Program Studi Teknik Geodesi
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : KAJIAN HUBUNGAN LUAS LAHAN VEGETASI TEGAKAN DI KOTA BANDAR LAMPUNG TERHADAP NILAI KONSENTRASI NO₂ MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH

Nama : Melda Septiana
Nomor Pokok Mahasiswa : 1915013004
Program Studi : S1 Teknik Geodesi
Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Citra Dewi, S.T., M.Eng.
NIP 19820112 200812 2 001

Pembimbing II

Rahma Anisa, S.T., M.Eng.
NIP 19930716 202012 2 032

2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP 11.9641012 199203 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Citra Dewi, S.T., M.Eng.

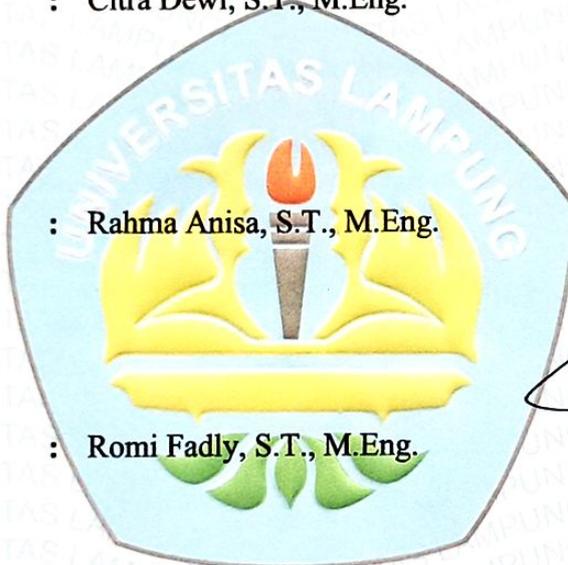


Sekretaris : Rahma Anisa, S.T., M.Eng.



Anggota : Romi Fadly, S.T., M.Eng.





2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Henry Fitriawan, S.T., M.Sc. /
NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 08 Mei 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Melda Septiana, NPM 1915013004, dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam skripsi yang berjudul "*KAJIAN HUBUNGAN LUAS LAHAN VEGETASI TEGAKAN DI KOTA BANDAR LAMPUNG TERHADAP NILAI KONSENTRASI NO₂ MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH*" adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Dosen Pembimbing I yaitu Citra Dewi, S.T., M.Eng. dan Dosen Pembimbing II yaitu Rahma Anisa, S.T., M.Eng., berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Skripsi ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil masukan dari beberapa sumber lain (buku, jurnal dan lain-lain) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 08 Mei 2024
Yang membuat pernyataan



Melda Septiana
NPM 1915013004

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Melda Septiana yang lahir di Kecamatan Gisting, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung pada tanggal 17 September 2001. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Damun dan Muslihati.

Pada jenjang akademis penulis dimulai pada tahun 2013 dengan menyelesaikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 3 Gisting Permai yang terletak di Desa Gisting Permai, Kecamatan Gisting, Kabupaten Tanggamus. Kemudian pada tahun 2016 penulis menyelesaikan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Gisting yang terletak pada Desa Gisting Atas, Kecamatan Gisting, Kabupaten Tanggamus. Pada tahun 2019 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Sumberejo yang terletak pada Desa Simpang Kanan, Kecamatan Sumberejo, Kabupaten Tanggamus. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan tinggi dan diterima menjadi mahasiswa jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada jalur masuk SNMPTN.

Kegiatan organisasi kemahasiswaan baik internal maupun eksternal yang diikuti oleh penulis diantaranya adalah Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Universitas Lampung, Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Teknik dan Himpunan Mahasiswa Geodesi (HIMAGES). Pada tahun 2019-2020 penulis menjadi bagian dari BEM Universitas Lampung sebagai anggota Dinas Eksternal, pada tahun 2020-2021 penulis menjadi bagian dari BEM FT Universitas Lampung sebagai

staff Dinas Kajian dan Aksi Strategis (Kastrat) dan pada tahun 2021-2020 penulis menjadi wakil Dinas Kesekretariatan pada HIMAGES Universitas Lampung.

Pada bulan Januari hingga Februari 2022 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Banjar Negro, Kecamatan Wonosobo, Kabupaten Tanggamus. Penulis pada bulan Juni hingga Agustus 2022 melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Badan Pertanahan Kabupaten Lampung Timur pada bidang Survei dan Pemetaan di Kota Bandar Lampung dengan judul **“Kerja Praktik Pada Kantor Pertanahan Kabupaten Lampung Timur (Kegiatan: PTSL dan PTPR)”**. Penulis melaksanakan penelitian skripsi pada Kota Bandar Lampung dengan judul **“Kajian Hubungan Luas Lahan Vegetasi Tegakan di Kota Bandar Lampung Terhadap Nilai Konsentrasi NO Menggunakan Penginderaan Jauh”** dengan bimbingan Ibu Dewi Citra, S.T., M.Eng. dan Ibu Rahma Anisa, S.T, M.Eng pada tahun 2024.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahrabbi'alamin

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya serta doa kedua orang tua saya yang selalu menyertai dan dukungan orang terdekat sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini yang dibuat dengan penuh pengorbanan dan perjuangan.

Saya persembahkan karya ini dengan tulus kepada :

Kedua orang tua saya yang selalu memberikan kasih sayang yang tak terhingga, doa yang tak pernah henti di setiap shalat dan sujudnya demi keberhasilan anaknya serta dukungan secara material dan morel sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini.

Kakak saya yang juga selalu memberikan dukungan dan doa.

Bapak/Ibu Dosen yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan, wawasan, pandangan berpikir dan membimbing banyak hal.

Sahabat baik saya yang tiada hentinya memberikan motivasi dan masukan kepada saya.

Teman-teman saya satu almamater terutama Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Angkatan 2019 Universitas Lampung yang mendukung dan memberikan dorongan yang senantiasa mendukung saya untuk bisa menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas dukungannya sehingga penelitian skripsi saya dapat terselesaikan.

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”
(Q.S Al Baqarah:286)

“Risiko terbesar adalah tidak mengambil risiko apapun. Di dunia yang berubah sangat cepat, satu-satunya strategi yang dijamin gagal adalah tidak mengambil risiko”
(Mark Zuckerberg)

“Achieve and persue your dreams.”
(Yin Anan)

“Treat people with kindness, miracles happen.”
(Melda Septiana)

SANWACANA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya berupa kesehatan, kesempatan serta pengetahuan kepada penulis sehingga dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “*Kajian Hubungan Luas Lahan Vegetasi Tegakan di Kota Bandar Lampung Terhadap Nilai Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO₂) Menggunakan Penginderaan Jauh*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Lampung.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung;
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika dan Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Lampung;
2. Ibu Citra Dewi, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing utama atas ketersediaannya untuk memberikan bimbingan, kritik maupun saran dalam proses penyelesaian skripsi ini;
3. Ibu Rahma Anisa, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing kedua atas ketersediaannya untuk memberikan bimbingan, kritik maupun saran dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji utama pada ujian skripsi sekaligus dosen pembimbing akademik. Terima kasih atas kritik, masukan dan saran pada seminar proposal terdahulu;

5. Bapak dan Ibu Tenaga Pendidik Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung;
6. Staf administrasi Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung;
7. Kedua orang tua serta kakak penulis yang telah memberikan dukungan materil dan morel serta doa yang selalu dipanjatkan untuk memperlancar segala urusan dalam perkuliahan dan skripsi;
8. Keluarga besar yang telah memberikan semangat hidup dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Teman-teman Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung Angkatan 2019 yang senantiasa memberikan dukungan;
10. Almamater tercinta Universitas Lampung yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menikmati bangku perkuliahan dan telah mendawasakan dalam berpikir dan bertindak;

Bandar Lampung, 08 Mei 2024

Melda Septiana
1915013004

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.6 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sistem Informasi Geografis	6
2.2 Penginderaan Jauh	6
2.3 Vegetasi Tegakan	7
2.4 Indeks Vegetasi	8
2.4.1 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).....	8
2.5 Pengertian Udara	8
2.6 Nitrogen Dioksida (NO ₂).....	9
2.7 Sumber Nitrogen Dioksida (NO ₂)	9
2.8 Pengolahan Penginderaan Jauh Untuk Pemantauan NO ₂	10
2.9 Uji Korelasi dan Regresi	10
2.10 Penelitian Terdahulu	12
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan	20
3.2.1. Alat yang Digunakan.....	20
3.3 Metode.....	21
3.4 Tahapan Pelaksanaan	22
3.4.1. Tahap Persiapan	22
3.4.2. Pengumpulan data.....	22
3.4.3. Tahap Pengolahan Data.....	22
3.5. Tahap Akhir	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32

4.1 Hasil.....	32
4.1.1 Luas Lahan Vegetasi Tegakan Tahun 2018, 2020 dan 2023	33
4.1.2 Nilai Konsentrasi NO ₂ Tahun 2018, 2020 dan 2023	76
4.1.3 Hubungan Luas Lahan Vegetasi Tegakan Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂	119
4.2 Pembahasan.....	134
4.2.1 Luas Lahan Vegetasi Tegakan Tahun 2018, 2020 dan 2023	134
4.2.2 Nilai Konsentrasi NO ₂ Tahun 2018, 2020 dan 2023	154
4.2.3 Hubungan Cadangan Karbon Terhadap Nilai Konsentrasi Polutan NO ₂	184
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	194
5.1 Simpulan	194
5.2 Saran	195
DAFTAR PUSTAKA.....	196
LAMPIRAN.....	199

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hubungan Korelasi.....	11
2 Penelitian Terdahulu.....	14
3 Nilai Kelas NDVI.....	25
4 Luas Lahan Vegetasi Tegakan, Nilai Konsentrasi NO ₂ dan Nilai Korelasi	32
5 Luas Kelas Lahan Kota Bandar Lampung	35
6 Luas Kelas Lahan Kecamatan Enggal.....	37
7 Luas Kelas Lahan Kecamatan Sukarame.....	39
8 Luas Kelas Lahan Kecamatan Kedaton	41
9 Luas Kelas Lahan Kecamatan Bumi Waras	43
10 Luas Kelas Lahan Kecamatan Way Halim	45
11 Luas Kelas Lahan Kecamatan Kedamaian.....	47
12 Luas Kelas Lahan Kecamatan Kemiling.....	49
13 Luas Kelas Lahan Kecamatan Labuhan Ratu	51
14 Luas Kelas Lahan Kecamatan Langkapura.....	53
15 Luas Kelas Lahan Kecamatan Panjang	55
16 Luas Kelas Lahan Kecamatan Rajabasa	57
17 Luas Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Senang.....	59
18 Luas Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Barat	61
19 Luas Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Timur.....	63
20 Luas Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Pusat	65
21 Luas Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Barat	67
22 Luas Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Timur	69
23 Luas Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Selatan	71
24 Luas Kelas Lahan Kecamatan Sukabumi.....	73

25 Luas Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Utara	75
26 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kota Bandar Lampung	77
27 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Enggal	79
28 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Sukarame.....	81
29 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kedaton	83
30 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Bumi Waras	85
31 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Way Halim	87
32 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kedamaian	89
33 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kemiling	91
34 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Labuhan Ratu	93
35 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Langkapura	95
36 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Panjang.....	97
37 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Rajabasa	99
38 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Senang	101
39 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Barat	103
40 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Timur	105
41 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Pusat.....	107
42 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Barat.....	109
43 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Timur.....	112
44 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Selatan	114
45 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Sukabumi	116
46 Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Utara.....	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Peta Lokasi Penelitian	19
2 Diagram Alir Penelitian.....	21
3 Hasil koreksi citra tahun 2018 (a) Hasil koreksi citra tahun 2020 (b) Hasil koreksi citra tahun 2023	24
4 Kelas Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2018	26
5 Kelas Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2020	26
6 Kelas Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2023	27
7 Spasial Konsentrasi NO ₂ Tahun 2018	28
8 Spasial Konsentrasi NO ₂ Tahun 2020	28
9 Spasial Konsentrasi NO ₂ Tahun 2023	28
10 Spasial NO ₂ Tahun 2018 (a) Spasial NO ₂ Tahun 2020 (b) Spasial NO ₂ Tahun 2023.....	29
11 Peta Kelas Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2018	34
12 Peta Kelas Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2020	34
13 Peta Kelas Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2023	35
14 Peta Kelas Lahan Kecamatan Enggal Tahun 2018.....	36
15 Peta Kelas Lahan Kecamatan Enggal Tahun 2020.....	36
16 Peta Kelas Lahan Kecamatan Enggal Tahun 2023.....	37
17 Grafik Luas Lahan Kecamatan Enggal	37
18 Peta Kelas Lahan Kecamatan Sukarame Tahun 2018.....	38
19 Peta Kelas Lahan Kecamatan Sukarame Tahun 2020.....	38
20 Peta Kelas Lahan Kecamatan Sukarame Tahun 2023.....	39
21 Grafik Luas Lahan Kecamatan Sukarame.....	39

22	Peta Kelas Lahan Kecamatan Kedaton Tahun 2018	40
23	Peta Kelas Lahan Kecamatan Kedaton Tahun 2020	40
24	Peta Kelas Lahan Kecamatan Kedaton Tahun 2023	41
25	Grafik Luas Lahan Kecamatan Kedaton	41
26	Peta Kelas Lahan Kecamatan Bumi Waras Tahun 2018	42
27	Peta Kelas Lahan Kecamatan Bumi Waras Tahun 2020	42
28	Peta Kelas Lahan Kecamatan Bumi Waras Tahun 2020	43
29	Grafik Luas Lahan Kecamatan Bumi Waras	43
30	Peta Kelas Lahan Kecamatan Way Halim Tahun 2018.....	44
31	Peta Kelas Lahan Kecamatan Way Halim Tahun 2020.....	44
32	Peta Kelas Lahan Kecamatan Way Halim Tahun 2023.....	45
33	Grafik Luas Lahan Kecamatan Way Halim	45
34	Peta Kelas Lahan Kecamatan Kedamaian Tahun 2018.....	46
35	Peta Kelas Lahan Kecamatan Kedamaian Tahun 2020.....	46
36	Peta Kelas Lahan Kecamatan Kedamaian Tahun 2023.....	47
37	Grafik Luas Lahan Kecamatan Kedamaian	47
38	Peta Kelas Lahan Kecamatan Kemiling Tahun 2018.....	48
39	Peta Kelas Lahan Kecamatan Kemiling Tahun 2020.....	48
40	Peta Kelas Lahan Kecamatan Kemiling Tahun 2023.....	49
41	Grafik Luas Lahan Kecamatan Kemiling	49
42	Peta Kelas Lahan Kecamatan Labuhan Ratu Tahun 2018	50
43	Peta Kelas Lahan Kecamatan Labuhan Ratu Tahun 2020	50
44	Peta Kelas Lahan Kecamatan Labuhan Ratu Tahun 2023	51
45	Grafik Luas Lahan Kecamatan Labuhan Ratu	51
46	Peta Kelas Lahan Kecamatan Langkapura Tahun 2018.....	52
47	Peta Kelas Lahan Kecamatan Langkapura Tahun 2020.....	52
8	Peta Kelas Lahan Kecamatan Langkapura Tahun 2023.....	53
49	Grafik Luas Lahan Kecamatan Langkapura	53
50	Peta Kelas Lahan Kecamatan Panjang Tahun 2018	54
51	Peta Kelas Lahan Kecamatan Panjang Tahun 2020	54
52	Peta Kelas Lahan Kecamatan Panjang Tahun 2023	55
53	Grafik Luas Lahan Kecamatan Panjang.....	55

54	Peta Kelas Lahan Kecamatan Rajabasa Tahun 2018	56
55	Peta Kelas Lahan Kecamatan Rajabasa Tahun 2020	56
56	Peta Kelas Lahan Kecamatan Rajabasa Tahun 2023	57
57	Grafik Luas Lahan Kecamatan Rajabasa	57
58	Peta Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Senang Tahun 2018	58
59	Peta Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Senang Tahun 2020	58
60	Peta Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Senang Tahun 2023	59
61	Grafik Luas Lahan Kecamatan Tanjung Senang.	59
62	Peta Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Barat Tahun 2018.....	60
63	Peta Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Barat Tahun 2020.....	60
64	Peta Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Barat Tahun 2023.....	61
65	Grafik Luas Lahan Kecamatan Teluk Betung Barat	61
66	Peta Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Timur Tahun 2018	62
67	Peta Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Timur Tahun 2020	63
68	Peta Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Timur Tahun 2023	63
69	Grafik Luas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Timur	64
70	Peta Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Pusat Tahun 2018	64
71	Peta Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Pusat Tahun 2020	65
72	Peta Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Pusat Tahun 2023	65
73	Grafik Luas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Pusat.....	66
74	Peta Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Barat Tahun 2018	66
75	Peta Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Barat Tahun 2020	67
76	Peta Kelas Lahan Kecamatan Tanjung Karang Barat Tahun 2023	67
77	Grafik Lahan Kecamatan Tanjung Karang Barat.....	68
78	Peta Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Timur Tahun 2018.....	68
79	Peta Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Timur Tahun 2020.....	69
80	Peta Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Timur Tahun 2023.....	69
81	Grafik Luas Lahan Kecamatan Teluk Betung Timur.....	70
82	Peta Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Selatan Tahun 2018.....	70
83	Peta Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Selatan Tahun 2020.....	71
84	Peta Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Selatan Tahun 2023.....	71
85	Grafik Lahan Kecamatan Teluk Betung Selatan.....	72

86	Peta Kelas Lahan Kecamatan Sukabumi Tahun 2018.....	72
87	Peta Kelas Lahan Kecamatan Sukabumi Tahun 2020.....	73
88	Peta Kelas Lahan Kecamatan Sukabumi Tahun 2023.....	73
89	Grafik Lahan Kecamatan Sukabumi	74
90	Peta Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Utara Tahun 2018	74
91	Peta Kelas Lahan Kecamatan Teluk Betung Utara Tahun 2020	75
93	Grafik Luas Lahan Kecamatan Teluk Betung Utara.....	76
94	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kota Bandar Lampung Tahun 2018.....	76
95	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kota Bandar Lampung Tahun 2020.....	77
96	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kota Bandar Lampung Tahun 2023.....	77
97	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Enggal Tahun 2018	78
98	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Enggal Tahun 2020	79
99	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Enggal Tahun 2023	79
100	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Enggal.....	80
101	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Sukarame Tahun 2018.....	80
102	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Sukarame Tahun 2020.....	81
103	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Sukarame Tahun 2023.....	81
104	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Sukarame	82
105	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kedaton Tahun 2018.....	82
106	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kedaton Tahun 2020.....	83
107	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kedaton Tahun 2023.....	83
108	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kedaton.....	84
109	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Bumi Waras Tahun 2018 ..	84
110	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Bumi Waras Tahun 2020..	85
111	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Bumi Waras Tahun 2023..	85
112	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Bumi Waras	86
113	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Way Halim Tahun 2018	86
114	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Way Halim Tahun 2020	87
115	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Way Halim Tahun 2023	87
116	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Way Halim.....	88
117	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kedamaian Tahun 2018	88
118	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kedamaian Tahun 2020.....	89

119	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kedamaian Tahun 2023	89
120	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kedamaian	90
121	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kemiling Tahun 2018	90
122	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kemiling Tahun 2020	91
123	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kemiling Tahun 2023	91
124	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kemiling	92
125	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Labuhan Ratu Tahun 2018	92
126	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Labuhan Ratu Tahun 2020	93
127	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Labuhan Ratu Tahun 2023	93
128	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Labuhan Ratu.....	94
129	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Langkapura Tahun 2018 ..	94
130	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Langkapura Tahun 2020 ..	95
131	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Langkapura Tahun 2023 ..	95
132	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Langkapura	96
133	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Panjang Tahun 2018.....	96
134	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Panjang Tahun 2020.....	97
135	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Panjang Tahun 2023.....	97
136	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Panjang	98
137	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Rajabasa Tahun 2018	98
138	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Rajabasa Tahun 2020	99
139	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Rajabasa Tahun 2023	99
140	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Rajabasa.....	100
141	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Senang Tahun 2018	100
142	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Senang Tahun 2020	101
143	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Senang Tahun 2023	101
144	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Senang	102
145	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Barat Tahun 2018.....	102

146	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Barat Tahun 2020.....	103
147	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Barat Tahun 2023.....	103
148	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Barat.....	104
149	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Timur Tahun 2018	104
150	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Timur Tahun 2020	105
151	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Timur Tahun 2023	105
152	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Timur	106
153	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Pusat Tahun 2018.....	106
154	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Pusat Tahun 2020.....	107
155	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Pusat Tahun 2023.....	107
156	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Pusat	108
157	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Barat Tahun 2018.....	108
158	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Barat Tahun 2020.....	109
159	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Barat Tahun 2023.....	109
160	Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Barat	110
161	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Timur Tahun 2018.....	111
162	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Timur Tahun 2020.....	111
163	Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Timur Tahun 2023.....	112

164 Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betun Timur	112
165 Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Selatan Tahun 2018.....	113
166 Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Selatan Tahun 2020.....	114
167 Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Selatan Tahun 2023.....	114
168 Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Selatan	115
169 Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Sukabumi Tahun 2018	115
170 Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Sukabumi Tahun 2020	116
171 Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Sukabumi Tahun 2023	116
172 Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Sukabumi.....	117
173 Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Utara Tahun 2018.....	117
174 Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Utara Tahun 2020.....	118
175 Peta Sebaran Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Utara Tahun 2023.....	118
176 Grafik Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Utara	119
177 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Enggal	120
178 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Enggal	120
179 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Sukarame.....	121
180 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kedaton	122
181 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Bumi Waras	122
182 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Way Halim.....	123

183 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kedamaian.....	124
184 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Kemiling.....	124
185 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Labuhan Ratu	125
186 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Langkapura.....	126
187 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Panjang.....	127
188 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Rajabasa	128
189 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Senang.....	128
190 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Barat	129
191 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Timur.....	130
192 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Pusat	130
193 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Tanjung Karang Barat	131
194 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Timur.....	132
195 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Selatan	132
196 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Sukabumi.....	133
197 Grafik Regresi Luas Lahan Vegetasi Terhadap Nilai Konsentrasi NO ₂ Kecamatan Teluk Betung Utara	134

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Bandar Lampung mengalami peningkatan jumlah penduduk dari tahun ke tahun berdasarkan data yang berasal dari Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi Lampung. Pada tahun 2018 jumlah penduduk Kota Bandar Lampung adalah sebesar 1.033.803 jiwa dan pada tahun 2023 jumlah penduduk kota Bandar Lampung adalah sebesar 1.100.109 jiwa. Dalam kurun waktu 5 tahun kota Bandar Lampung mengalami kenaikan penduduk sebesar 66.306 jiwa. Kenaikan jumlah kendaraan bermotor adalah satu dampak yang disebabkan oleh kenaikan jumlah penduduk. Data yang berasal dari BPS Provinsi Lampung menunjukkan bahwasannya jumlah kendaraan bermotor pada tahun 2018 adalah sebesar 884.410 sementara data yang berasal dari POLDA Provinsi Lampung jumlah kendaraan Kota Bandar Lampung pada tahun 2023 adalah sebesar 957.626. Data tersebut menunjukkan bahwa hanya dalam kurun waktu 5 tahun terjadi kenaikan jumlah kendaraan sebesar 73.216 pada Kota Bandar Lampung.

Bertambahnya emisi kendaraan bermotor merupakan salah satu dampak yang disebabkan dari terjadinya peningkatan kendaraan bermotor. Emisi polutan kendaraan bermotor mengandung racun yang berbahaya bagi lingkungan. Bahan pencemar yang terkandung dalam gas buang kendaraan bermotor salah satunya adalah Nitrogen Dioksida (NO_2) (Purwanto Utomo dan Ratnawati., 2021). Nitrogen dioksida (NO_2) adalah polutan udara utama yang memainkan peran penting dalam fotokimia troposfer (Rahaman dkk., 2023).

Peningkatan jumlah penduduk di Kota Bandar Lampung selain berdampak terhadap kenaikan jumlah kendaraan, berdampak pula terhadap peningkatan kebutuhan akan lahan tempat tinggal. Peningkatan lahan tempat tinggal menyebabkan berkurangnya lahan vegetasi tegakan. Rahaman dkk (2023) menyebutkan bahwa hilangnya vegetasi sebesar 20% –30% menjadi alasan meningkatnya konsentrasi NO₂. Oleh karena itu pemeliharaan terhadap lahan vegetasi tegakan penting untuk dilakukan. Hal tersebut karena vegetasi memiliki peranan yang penting dalam penyimpanan karbon (Rowntree dalam Margaretha dkk., 2013). Selain itu, pemeliharaan vegetasi penting untuk dilakukan karena kemampuan daya serap dari vegetasi terhadap emisi polutan yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Salah satu fungsi tumbuhan mampu membersihkan udara dari partikel debu dan bahan kimia yang berbahaya yang berasal dari emisi kendaraan bermotor (Purwanto Utomo dan Ratnawati., 2021).

Perhitungan luas vegetasi tegakan dilakukan dengan menggunakan citra satelit Sentinel-2A. Sejalan dengan semakin berkembangnya teknologi, pemantauan permasalahan yang berkaitan dengan vegetasi dapat dilakukan dengan teknik penginderaan jauh. Frananda (2015) menjelaskan bahwa konsep dari penginderaan jauh yang menerangkan bahwa objek-objek dimuka bumi memiliki karakteristik pantulan spektral yang khas terhadap sumber energi yang datang, memungkinkan studi vegetasi ini dilakukan. Teknik analisis citra yang dapat dilakukan pada penginderaan jauh adalah indeks vegetasi. Pada penerapannya indeks vegetasi memiliki banyak jenis, salah satunya adalah *Normalize Difference Vegetation Index* (NDVI). Sementara itu, informasi nilai konsentrasi NO₂ didapatkan dari Satelit Sentinel-5P yang diolah pada *Google Earth Engine*. Satelit Sentinel-5P diluncurkan pada tahun 2017 oleh ESA (*European Space Agency*) mempunyai misi untuk pengamatan atmosfer di bumi. Salah satu produk dari satelit Sentinel-5P adalah informasi sebaran *tropospheric column density* untuk beberapa gas termasuk gas Nitrogen dioksida (NO₂) (Anggraini, dkk., 2020).

Dari permasalahan tersebut, peneliti ingin menganalisis bagaimana nilai luas lahan vegetasi tegakan di Kota Bandar Lampung dan nilai konsentrasi karbon nitrogen dioksida serta hubungan luas lahan vegetasi tegakan pada Kota Bandar Lampung terhadap nilai konsentrasi nitrogen dioksida.

1.2 Rumusan Masalah

Kota Bandar Lampung merupakan salah satu kota yang terus mengalami peningkatan jumlah penduduk. Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan meningkatnya jumlah kendaraan dan peningkatan kebutuhan akan tempat tinggal. Peningkatan jumlah kendaraan dikhawatirkan akan meningkatkan nilai konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO_2). Sementara peningkatan kebutuhan akan tempat tinggal menyebabkan berkurangnya lahan vegetasi tegakan. Sehingga, perlu dilakukan penelitian mengenai hubungan luas lahan vegetasi tegakan di Kota Bandar Lampung terhadap nilai konsentrasi NO_2 demi menjaga keberlangsungan vegetasi yang diperuntukan untuk penyerapan emisi karbon di udara.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini antara lain:

1. Menganalisis luas lahan vegetasi tegakan di Kota Bandar Lampung pada tahun 2018, 2020 dan 2023.
2. Menganalisis nilai konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO_2) pada tahun 2018, 2020 dan 2023.
3. Mengkaji hubungan luas lahan vegetasi tegakan di Kota Bandar Lampung terhadap nilai konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO_2) pada tahun 2018, 2020 dan 2023.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai luas lahan vegetasi tegakan pada Kota Bandar Lampung pada tahun 2018, 2020 dan 2023.
2. Memperoleh informasi terkait nilai konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO_2) pada tahun 2018, 2020 dan 2023 di Kota Bandar Lampung.

3. Mengetahui hubungan luas lahan vegetasi tegakan di Kota Bandar Lampung terhadap nilai konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO₂).
4. Dapat dijadikan salah satu referensi oleh pemerintah untuk kajian terhadap permasalahan luas lahan vegetasi tegakan dan nilai konsentrasi dioksida khususnya pada daerah perkotaan, serta acuan untuk penelitian selanjutnya yang akan dilakukan oleh mahasiswa UNILA Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Kota Bandar Lampung.
2. Objek dari penelitian ini berfokus pada tegakan vegetasi untuk mengetahui nilai luas lahan vegetasi tegakan.
3. Citra yang digunakan pada penelitian ini berupa citra Sentinel-2A tahun 2018, 2020 dan 2023.
4. Informasi nilai nilai konsentrasi NO₂ didapat dari citra Sentinel-5P tahun 2018, 2020 dan 2023.
5. Proses pengolahan citra menggunakan klasifikasi *Normalize Difference vegetation Index* (NDVI).
6. Hasil analisis menghasilkan nilai luas lahan dan nilai konsentrasi nitrogen dioksida serta pengaruh luasan lahan vegetasi tegakan terhadap nilai konsentrasi NO₂ pada tahun 2018, 2020 dan 2023.

1.6 Hipotesis

Kota Bandar Lampung merupakan salah satu kota yang berada di Provinsi Lampung. Peningkatan jumlah penduduk yang terjadi secara terus menerus di Kota Bandar Lampung mengakibatkan peningkatan terhadap jumlah kendaraan dan peningkatan terhadap kebutuhan lahan tempat tinggal. Meningkatnya jumlah kendaraan dapat menyebabkan nilai konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO₂) terus meningkat. Sementara meningkatnya kebutuhan akan lahan tempat tinggal menyebabkan berkurangnya lahan vegetasi tegakan. Perhitungan luas lahan vegetasi tegakan di Kota Bandar

Lampung dilakukan dengan berdasarkan hasil klasifikasi citra Sentinel-2A menggunakan klasifikasi NDVI. Penulis menduga perubahan nilai konsentrasi NO_2 dapat dipengaruhi oleh luasan lahan vegetasi tegakan. Hal tersebut disebabkan karena vegetasi dapat menyerap emisi karbon polutan yang berada di udara.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis merupakan sistem berbasis komputer yang berfungsi dalam penyimpanan dan manipulasi informasi-informasi geografi. SIG dirancang guna menyimpan, menganalisis dan mengumpulkan objek-objek beserta fenomena dimana karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis adalah sebuah lokasi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa SIG adalah sebuah sistem komputer yang memiliki empat kemampuan berikut dalam menangani data yang bereferensi geografi: (a) masukan, (b) manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), (c) analisis dan manipulasi data, (d) keluaran. Dalam SIG monitor komputer dapat merepresentasikan dunia nyata sebagaimana dunia nyata yang dapat direpresentasikan dengan lembaran peta. Tetapi SIG lebih fleksibel dan memiliki kekuatan yang lebih dari pada lembaran kertas. Peta merupakan gambaran dua dimensi dari dunia nyata, objek-objek yang direpresentasikan di atas peta disebut unsur peta atau map features (contohnya adalah sungai, taman, kebun, jalan dan lain-lain) (Nurpilihan Bafdal, 2011).

2.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu yang dapat dimanfaatkan dalam memperoleh informasi yang berkaitan dengan daerah, objek maupun gejala dengan cara menganalisa data yang didapat menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap daerah, objek maupun gejala sedang dilakukan pengkajian. Alat yang dimaksud di dalam batasan ini ialah alat pengindra atau sensor. Pada umumnya sensor dipasang pada wahana (platform) yang berupa pesawat terbang, satelit, pesawat ulang-alik. Sensor merupakan alat yang digunakan

dalam penginderaan seperti penyiam (*scanner*), kamera dan radiometer yang didalamnya dilengkapi dengan detektor (Estes, 1975).

Sensor dalam penginderaan jauh berfungsi untuk merekam tenaga yang kemudian dipantulkan atau dipancarkan oleh obyek berada di permukaan bumi. Rekaman tenaga yang telah diproses akan menghasilkan data penginderaan jauh. Analisis data penginderaan jauh menggunakan komputer dapat berupa data numerik atau data digital. Ia juga dapat berupa data visual pada umumnya yang dapat dilakukan analisis secara manual. Data visual dapat dibedakan menjadi data ujud aslinya atau berupa gambaran planimetrik. Data non-citra pada umumnya berupa grafik dan garis. Contoh dari data non citra adalah grafik yang menggambarkan dari beda suhu yang direkam di sepanjang daerah penginderaan (Estes, 1975).

2.3 Vegetasi Tegakan

Vegetasi dalam ekologi merupakan suatu istilah untuk keseluruhan komunitas tetumbuhan. Vegetasi merupakan bagian hidup yang tersusun dari tetumbuhan yang menempati suatu ekosistem. Beraneka tipe hutan, kebun, padang rumput, dan tundra merupakan contoh-contoh vegetasi (Andini dkk., 2018). Vegetasi tegakan menurut Suhendang dalam Rizkiyah dkk (2002) merupakan vegetasi yang didomisilir oleh pohon-pohon yang selalu hijau tidak menggugurkan daun.

Kusmana dalam Rizkiyah dkk (2002) menyebutkan bahwa secara ekologis cukup penting untuk membeda-badakan vegetasi ke dalam stadium pertumbuhan. Untuk keperluan kriteria ini yang dapat digunakan adalah:

- a. Tingkat semai (*seedling*), merupakan vegetasi yang mulai berkecambah sampai sampai anakan setinggi kurang dari 1,5 meter.
- b. Tingkat pancang (*sapling*), merupakan vegetasi permudaan yang tingginya lebih dari 1,5 meter sampai anakan berdiameter kurang dari 10 cm.
- c. Tingkat tiang (*pole*), yaitu vegetasi pohon muda yang berdiameter 10 cm sampai kurang dari 20 cm.

- d. Tingkat pohon (*trees*), yaitu vegetasi pohon yang berdiameter 20 cm keatas.

2.4 Indeks Vegetasi

Pengukuran optis tingkat kehijauan (*greenness*) kanopi vegetasi, luas daun, struktur, sifat komposit dari klorofil daun dan tutupan kanopi disebut dengan indeks vegetasi (Frananda dkk., 2015). Indeks vegetasi memiliki banyak jenis, salah satunya adalah NDVI.

2.8.1 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Normalized Difference Vegetation Index merupakan salah satu indeks vegetasi yang paling sering digunakan. Sebagian besar cahaya merah akan diserap oleh vegetasi yang aktif dalam melakukan fotosintesis serta akan memantulkan banyak cahaya inframerah dekat. Vegetasi yang mati atau kering memantulkan lebih banyak cahaya merah dan sedikit cahaya inframerah. Indeks vegetasi / tingkat kehijauan dapat diproses dengan menggunakan rasio dari NIR (band 8) dan *Red* (band 4) citra. NDVI yang dihitung berdasarkan per pixel sebagai perbedaan yang dinormalisasi antara spektrum NIR dan Red dari sebuah citra (Firmansyah, Hamzah and Achmad, 2022). rumus dari NDVI adalah:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \dots\dots\dots (1)$$

$$NDVI = \frac{band\ 8-band\ 4}{band\ 8+band\ 4} \dots\dots\dots (2)$$

Sumber: Firmansyah, Hamzah and Achmad (2022)

2.5 Pengertian Udara

Udara memiliki peranan yang sangat penting bagi seluruh makhluk hidup dalam kehidupan sehari-hari. Udara tersusun dari berbagai macam gas yang mengelilingi bumi dan memiliki beberapa komponen utama yaitu 78,09% gas nitrogen dan 20,94% gas oksigen (Mukono dalam Hikmiyah, 2018). Perbandingan pada komponen udara tersebut tidak selalu tetap. Hal ini karena komponen udara dapat dipengaruhi oleh keadaan tekanan udara,

lingkungan sekitarnya dan suhu udara. Zat asing yang terdapat dalam udara menyebabkan perubahan komposisi udara dalam keadaan normalnya. Perubahan komposisi dalam udara dapat berupa sifat fisik maupun kimiawi. Keadaan seperti itu biasa disebut dengan pencemaran udara. Udara yang mengandung satu atau lebih bahan pencemar atau kombinasi zat asing di dalamnya dalam jumlah tertentu dan dalam waktu yang cukup lama akan mengganggu kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan (Wardhana, 2007). Salah satu zat atau gas buang atau yang terdapat dalam pencemaran udara bersifat korosif yakni NO_x . Terdapat 2 jenis gas didalam NO_x yaitu Nitrogen Monoksida (NO) dan Nitrogen Dioksida (NO_2) (Sharif dkk., 2021).

2.6 Nitrogen Dioksida (NO_2)

Nitrogen dioksida (NO_2) merupakan suatu senyawa gas di atmosfer yang merupakan komponen besar yang terdiri dari nitrit dioksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO_2) serta berbagai jenis oksida dalam jumlah yang sedikit (Dzulkipliana dkk., 2023). NO_2 merupakan salah satu polutan berbahaya yang berkontribusi besar terhadap pencemaran udara. NO_2 dan nitrogen oksida lainnya juga merupakan prekursor dari banyak zat pencemar udara sekunder yang berbahaya, seperti ozon (O_3) dan partikulat (PM), dan berperan dalam pembentukan hujan asam (Green Facts dalam Safira dkk.,).

2.7 Sumber Nitrogen Dioksida (NO_2)

Sumber dari adanya NO_2 di udara dapat berasal dari kendaraan bermotor, industri yang menggunakan bahan bakar maupun dari aktifitas rumah tangga (Rofienda, 2009). Gas NO diemisikan ke udara oleh aktivitas pembakaran menyebabkan gas NO tersebut akan segera bereaksi dengan oksigen di udara sehingga membentuk nitrogen dioksida (NO_2) (Wardhana dalam Hikmiah, 2018). Gas nitrogen dioksida (NO_2) merupakan gas yang paling beracun diantara berbagai jenis oksida nitrogen yang terdapat di udara. Hal ini disebabkan karena larutan NO_2 tidak mudah larut dalam air sehingga dapat menembus ke dalam saluran pernapasan lebih dalam. Bagian dari

saluran pernapasan yang pertama kali dipengaruhi oleh gas NO₂ adalah membran mukosa dan jaringan paru (Tugaswati dalam Hikmiyah, 2018).

2.8 Pengolahan Penginderaan Jauh Untuk Pemantauan NO₂

Salah satu cara yang dapat digunakan dalam pemantauan perubahan konsentrasi gas NO₂ yakni melalui pemanfaatan citra satelit penginderaan jauh. Citra satelit penginderaan jauh memiliki beberapa sensor yang dapat disesuaikan untuk kebutuhan monitoring gas-gas di atmosfer. Estimasi beberapa indikator perubahan konsentrasi gas melalui pemanfaatan citra satelit penginderaan jauh yang meliputi gas CO, SO₂, NO_x, O₃, dan black particulates (BP) Dede dalam Budi Santosa (2021). Citra satelit penginderaan jauh tidak hanya mampu memberikan informasi terkait perubahan konsentrasi gas di atmosfer, melainkan dapat menyajikan variasi spasial-temporal yang dapat dipadukan dengan data pengukuran lapangan dengan hasil memuaskan.

Citra satelit penginderaan jauh yang umumnya digunakan untuk pemantauan konsentrasi gas di atmosfer yakni citra satelit Sentinel - 5P. Citra satelit Sentinel - 5P merupakan hasil dari satelit sentinel diluncurkan di Rusia pada tahun 2017 dengan tugas untuk melakukan monitoring kondisi atmosfer di bumi. Salah satu produk hasil citra satelit Sentinel - 5P yaitu informasi mengenai sebaran *tropospheric column density* untuk beberapa gas termasuk gas Nitrogen dioksida (NO₂) (Anggraini dkk., 2020).

2.9 Uji Korelasi dan Regresi

Tujuan dari dilakukannya uji korelasi adalah untuk mengukur tingkatan hubungan dari dua variabel. Kuat tidaknya hubungan antara X dan Y, apabila hubungan X dan Y dapat dinyatakan dengan fungsi linier (paling tidak mendekati) diukur dengan suatu nilai yang disebut koefisien korelasi. - 1 adalah nilai koefisien korelasi paling sedikit -1 dan paling besar 1. Jadi kalau $r =$ koefisien korelasi, nilai r dapat dinyatakan sebagai berikut : $-1 \leq r \leq 1$ Artinya jika : $r = 1$, hubungan X dan Y sempurna dan positif (mendekati

1, hubungan sangat kuat dan positif). $r = -1$, hubungan X dan Y sempurna dan negatif (mendekati 1, hubungan sangat kuat dan negatif). $r = 0$, hubungan X dan Y lemah sekali atau tidak ada hubungan (Chandra dkk., 2022).

Persamaan korelasi dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

X = Variabel independen

Y = Variabel dependen

n = Banyaknya sampel

r = Koefisien korelasi

Tabel 1. Hubungan Korelasi

Interval Kelas	Tingkat Hubungan
0,00-0,20	Sangat Rendah
0,20-0,340	Rendah
0,40-0,60	Cukup Kuat
0,60-0,80	Kuat
0,80-1,00	Sangat Kuat

Sumber: Rosalina dkk (2023)

Pada Tabel 1 menjelaskan tingkatan hubungan korelasi yang dimulai dari sangat rendah hingga sangat kuat. Interval (0,00-0,199) menunjukkan sangat rendah, (0,20-0,399) menunjukkan rendah, (0,40-0,599) menunjukkan cukup kuat, (0,60-0,799) menunjukkan kuat dan (0,80-1,00) menunjukkan sangat kuat.

Analisis regresi linear sederhana merupakan hubungan secara linear atau garis lurus yang memiliki satu polinomial pada model tersebut. Regresi linear sederhana digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel X dan variabel Y apakah positif atau negatif serta mengetahui seberapa besarnya pengaruh dari variabel independen X dan variabel dependen Y.

Model yang dihasilkan digunakan dalam memprediksi nilai dari variabel dependen Y lainnya jika variabel independen X diubah.

Persamaan regresi linear sederhana dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (4)$$

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \dots\dots\dots (5)$$

$$y = a + bX + \varepsilon \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

Y : Nilai yang diramalkan

a : konstanta

b : Koefisien regresi

X : variabel bebas

ε : Nilai residu

2.10 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang dijadikan referensi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Anggraini dkk., 2020) yang menggunakan pemanfaatan citra Sentinel-5P yang dilakukan di Jawa Barat menunjukkan bahwa terlihat adanya variasi gas NO₂ di beberapa kota di Jawa Barat saat masa PSBB. Bervariasinya gas NO₂ ini mengidentifikasi masih tingginya aktivitas manusia saat PSBB berlangsung. Diperoleh hasil emisi has NO₂ terlihat pada Kota Bogor, Kota Bandung dan Kabupaten Bandung pada 18 Mei 2020 atau sekitar seminggu sebelum hari raya idul fitri 1441 H. Gas NO₂ di Kota Bandung pada 18 Mei 2020 lebih tinggi 6% dibandingkan Kabupaten Bandung dan lebih tinggi 78% dari Kabupaten Bogor.
2. Berdasarkan riset yang dilakukan oleh (Rahaman dkk., 2023) yang menerapkan pemanfaatan data Landsat 8 dengan menggunakan metode NDVI dan EVI serta Sentinel-5P. Lokasi pada penelitian ini berada di Delhi dan Dhaka. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi Dhaka lebih buruk dibandingkan Delhi, dengan hilangnya vegetasi secara

signifikan seiring dengan meningkatnya konsentrasi LST dan NO_2 . Di kedua wilayah penelitian, konsentrasi NO_2 tinggi sepanjang musim dingin. Nilai korelasi Pearson menunjukkan hubungan negatif antara konsentrasi NO_2 total dan nilai rata-rata NDVI dan EVI serta hubungan positif antara konsentrasi NO_2 total dan rata-rata LST. Data tersebut dinilai lebih lanjut menggunakan regresi linier yang tumpang tindih dengan hasil korelasi dengan nilai R-kuadrat maksimum 0,2998 untuk NO_2 dan EVI pada musim dingin 2019.

3. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Budi Santosa, 2021) yang menggunakan pemanfaatan citra Sentinel-5P yang dilakukan di Jawa Timur menunjukkan bahwa terjadi perubahan distribusi spasial nilai rata-rata gas NO_2 setiap bulannya dengan kadar tertinggi terjadi pada bulan Agustus. Emisi gas tertinggi setiap bulannya berada di wilayah Timur. Selain itu, pada penelitian ini diketahui bahwa kenaikan rata-rata emisi gas NO_2 berbanding lurus dengan kenaikan jumlah kasus terkonfirmasi Covid-19 di Provinsi Jawa Timur hal tersebut disebabkan karena pada nilai korelasi menunjukkan tingginya aktivitas manusia di luar khususnya berkendara dan berlalu lintas sehingga memungkinkan terjadinya penyebaran virus Covid-19.
4. Berdasarkan riset yang dilakukan oleh (Sinaga dkk., 2018) yang menerapkan pemanfaatan data Sentinel-2A dengan menggunakan metode NDVI dan SAVI. Lokasi pada penelitian ini berada Kabupaten Demak. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa ketersediaan ruang terbuka hijau di Kabupaten Demak berdasarkan penduduk sudah memenuhi dengan ketentuan luasan ruang terbuka hijau untuk setiap penduduk yaitu seluas $20 \text{ m}^2/\text{jiwa}$.
5. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Dzulkiifliana dkk., 2023) yang menggunakan pemanfaatan citra Landsat 8 dan Sentinel-5P yang dilakukan di Kota Bandung, Provinsi Jawa Timur menunjukkan bahwa terjadi perubahan konsentrasi kadar NO_2 di Kota Bandung selama periode tahun 2019 hingga 2022. Konsentrasi tertinggi terjadi pada tahun 2019, mengalami penurunan pada tahun 2020, dan kembali meningkat pada

tahun 2021 dan 2022. Analisis statistika menunjukkan korelasi negatif antara NO₂ dan Indeks Vegetasi Daerah Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), serta korelasi positif antara NO₂ dan suhu permukaan (LST).

6. Berdasarkan penelitian ini (Penulis, 2023) menggunakan citra Sentinel-2A dan Sentinel-5P hasil perekaman tahun 2018, 2020 dan 2023, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan luas lahan vegetasi tegakan dengan menggunakan klasifikasi NDVI terhadap nilai konsentrasi nitrogen dioksida. Perbedaan yang ada pada penelitian ini dengan penelitian terdahulu berupa permasalahan yang sedang terjadi pada lokasi penelitian. Permasalahan yang berada di Kota Bandar Lampung adalah berkurangnya lahan vegetasi serta peningkatan nilai konsentrasi NO₂ yang berasal dari peningkatan jumlah kendaraan. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan informasi terhadap hubungan luas lahan vegetasi tegakan di Kota Bandar Lampung terhadap nilai konsentrasi NO₂.

Tabel 2 Penelitian Terdahulu

No	Penulis (Tahun)	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	Anggraini dkk. (2020)	Variasi Emisi Gas Nitrogen Dioksida saat Pembatasan Sosial Berskala Besar di Provinsi Jawa Barat dari Pengolahan Data Satelit Sentinel-5P	Penelitian ini menggunakan citra Sentinel-5P.	Hasil penelitian Sentinel-5P level 2 dapat menghasilkan 12 produk yang salah satunya NO ₂ . Dari data tersebut, dapat dilihat bervariasinya gas NO ₂ selama PSBB di Jawa Barat berlangsung. terlihat adanya variasi gas NO ₂ di beberapa kota di Jawa Barat saat masa PSBB. Bervariasinya gas NO ₂ ini mengidentifikasi masih tingginya aktivitas manusia saat PSBB berlangsung. Diperoleh hasil emisi has NO ₂ terlihat pada Kota Bogor, Kota

Lanjutan Tabel 2

				Bandung dan Kabupaten Bandung pada 18 Mei 2020 atau sekitar seminggu sebelum hari raya idul fitri 1441 H. Gas NO ₂ di Kota Bandung pada 18 Mei 2020 lebih tinggi 6% dibandingkan Kabupaten Bandung dan lebih tinggi 78% dari Kabupaten Bogor.
2	Rahaman dkk. (2023)	Pengaruh Vegetasi dan Suhu Permukaan Tanah Terhadap Konsentrasi NO ₂ : Pendekatan Penginderaan Jauh Berbasis Google Earth Engine	Penelitian ini menggunakan citra Landsat 8 dengan metode NDVI dan EVI serta Sentinel-5P.	Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi Dhaka lebih buruk dibandingkan Delhi, dengan hilangnya vegetasi secara signifikan seiring dengan meningkatnya konsentrasi LST dan NO ₂ . Di kedua wilayah penelitian, konsentrasi NO ₂ tinggi sepanjang musim dingin. Nilai korelasi Pearson menunjukkan hubungan negatif antara konsentrasi NO ₂ total dan nilai rata-rata NDVI dan EVI serta hubungan positif antara konsentrasi NO ₂ total dan rata-rata LST. Data tersebut dinilai lebih lanjut menggunakan regresi linier yang tumpang tindih dengan hasil korelasi dengan nilai R-kuadrat maksimum 0,2998 untuk NO ₂ dan EVI pada musim dingin 2019
3	(Budi Santosa, 2021)	Analisis Korelasi Variasi Gas Nitrogen Dioksida	Penelitian ini menggunakan citra satelit Sentinel-5P	Hasil pada penelitian menunjukkan terjadinya perubahan distribusi spasial nilai rata-rata gas

Lanjutan Tabel 2

		Terhadap Kenaikan Kasus Positif Terkonfirmasi Covid-19 Studi Kasus Provinsi Jawa Timur		NO ₂ setiap bulannya dengan kadar tertinggi terjadi pada bulan Agustus. Emisi gas tertinggi setiap bulannya berada di wilayah Timur. Selain itu, pada penelitian ini diketahui bahwa kenaikan rata-rata emisi gas NO ₂ berbanding lurus dengan kenaikan jumlah kasus terkonfirmasi Covid-19 di Provinsi Jawa Timur hal tersebut disebabkan karena pada nilai korelasi menunjukkan tingginya aktivitas manusia di luar khususnya berkendara dan berlalu lintas sehingga memungkinkan terjadinya penyebaran virus Covid-19.
4	(Sinaga dkk., 2018)	Aalisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index dan Soil Adjusted Vegetation Index Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A (Studi Kasus: Kabupaten Demak)	Penelitian ini menggunakan citra Sentinel-2A dengan metode NDVI dan SAVI	Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa ketersediaan ruang terbuka hijau di Kabupaten Demak berdasarkan penduduk sudah memenuhi dengan ketentuan luasan ruang terbuka hijau untuk setiap penduduk yaitu seluas 20 m ² /jiwa.
5	(Dzulkipliana.,	Pengaruh	Penelitian ini	Hasil pada penelitian

Lanjutan Tabel 2

	2023)	Indeks Vegetasi dan Suhu Permukaan Tanah Terhadap NO ₂ Menggunakan <i>Google Earth Engine</i>	menggunakan citra Landsat 8 dan Sentinel-5P dengan metode NDVI dan LST	menunjukkan bahwa terjadi perubahan konsentrasi kadar NO ₂ di Kota Bandung selama periode tahun 2019 hingga 2022. Konsentrasi tertinggi terjadi pada tahun 2019, mengalami penurunan pada tahun 2020, dan kembali meningkat pada tahun 2021 dan 2022. Analisis statistika menunjukkan korelasi negatif antara NO ₂ dan Indeks Vegetasi Daerah Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), serta korelasi positif antara NO ₂ dan suhu permukaan (LST).
6	Melda Septiana	Kajian Hubungan Luas Lahan Vegetasi Tegakan Di Kota Bandar Lampung Terhadap Nilai Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO ₂) Menggunakan Penginderaan Jauh	Penelitian ini menggunakan citra Sentinel-2A dengan metode NDVI dan citra Sentinel-5P.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa luas lahan vegetasi di Kota Bandar Lampung pada tahun 2018, 2020 dan 2023 adalah sebesar 8326,02 Ha (45,01%), 7174,08 Ha (38,78%) dan 5860,21 Ha (31,69%) dan nilai rata-rata konsentrasi NO ₂ Kota Bandar Lampung pada tahun 2018, 2020 dan 2023 adalah sebesar $5,15 \cdot 10^{-5} \text{ mol/m}^2$, $5,05 \cdot 10^{-5} \text{ mol/m}^2$ dan $6,20 \cdot 10^{-5} \text{ mol/m}^2$. Hubungan luas lahan vegetasi tegakan di Kota Bandar Lampung terhadap nilai konsentrasi nitrogen dioksida berdasarkan hasil uji regresi linier sederhana menghasilkan nilai korelasi (r) sebesar

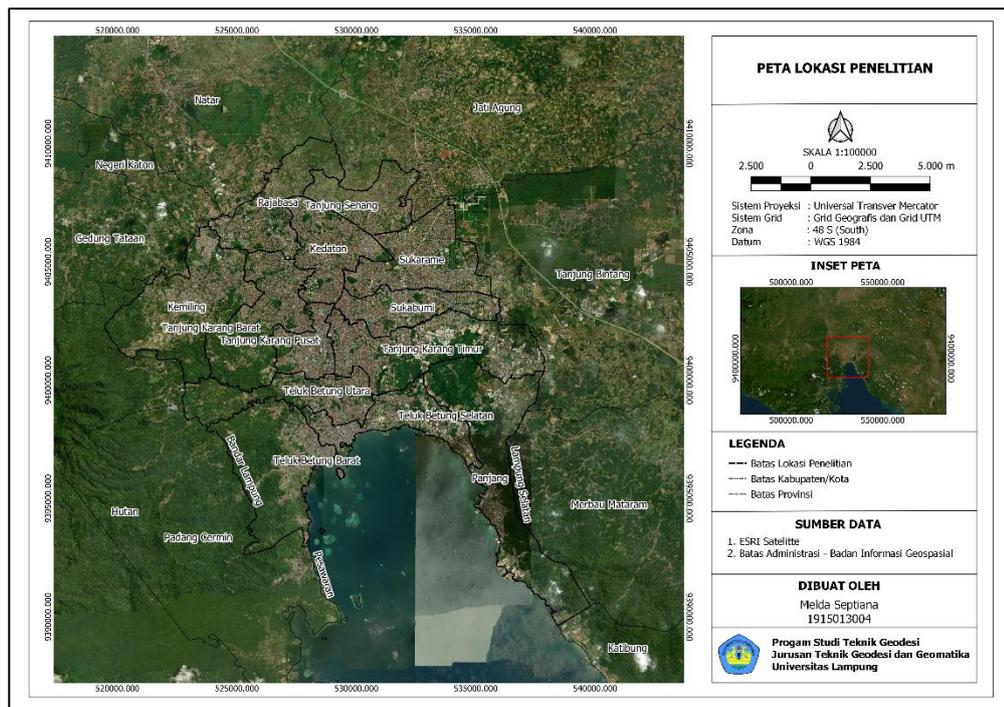
Lanjutan Tabel 2

				0,74 dengan hubungan yang kuat atau signifikan. Hubungan luas lahan vegetasi tegakan dengan nilai korelasi NO_2 menunjukkan bahwa luasan vegetasi tegakan merupakan faktor yang mempengaruhi tingkat polusi udara dalam hal ini NO_2 .
--	--	--	--	--

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan Maret hingga bulan September tahun 2023 dengan menggunakan citra Sentinel-2A perekaman tahun 2018, 2020 dan 2023. Lokasi penelitian ini berada Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1. Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi dua meliputi perangkat keras dan perangkat lunak.

3.2.1.1. Perangkat Keras

Sebuah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Tipe laptop : *Acer Aspire 5*
- 2) Tipe Sistem : *64-bit Operating System*
- 3) *Processor* : *AMD® Ryzen™ 5 4500U*

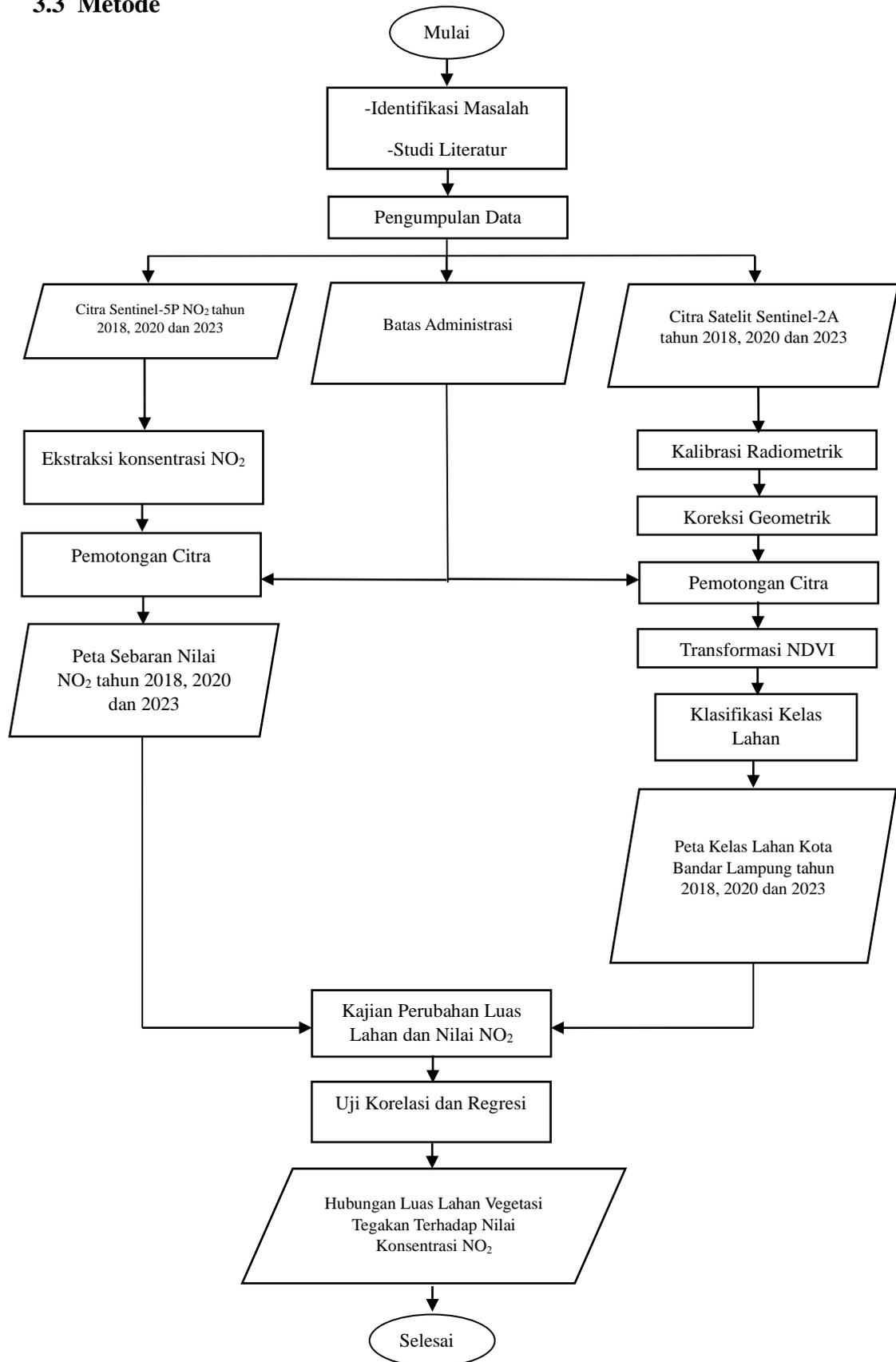
Sebuah handphone dengan spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Tipe *smartphone* : Samsung A32 8/128
- 2) Sistem Operasi : Android 11, OneUI 3.0
- 3) GPU : Mali-G52 MC2

3.2.1.2. Perangkat Lunak

- 1) *Google Earth Engine* : Kalibrasi radiometrik, koreksi geometrik dan pengambilan informasi nilai konsentrasi karbon NO₂
- 2) *ArcGIS* : Pengolahan Citra Sentinel-2A dan klasifikasi metode NDVI
- 3) Excel Microsoft Office 2019 : Analisis data atribut dan regresi

3.3 Metode



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

3.4. Tahapan Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan dari penelitian ini dibagi menjadi tiga yaitu, tahap persiapan, tahap pengumpulan data dan tahap pengolahan data.

3.4.1. Tahap Persiapan

Adapun tahap persiapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

a. Identifikasi Masalah

Tahapan identifikasi masalah dilakukan dengan penentuan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini. Permasalahan pada penelitian ini berupa bagaimana nilai luas lahan vegetasi tegakan dan nilai konsentrasi NO₂ di Kota Bandar Lampung pada tahun 2018, 2020 dan 2023 apakah terjadi penurunan nilai luas lahan dan konsentrasi nitrogen dioksida atau sebaliknya serta bagaimana hubungan antara luas lahan vegetasi tegakan dan nilai konsentrasi nitrogen dioksida.

b. Studi Literatur

Pada tahapan studi literatur dilakukan pengumpulan referensi yang berkaitan dengan penelitian meliputi sistem informasi geografis, penginderaan jauh, definisi vegetasi tegakan, indeks vegetasi, pengertian udara, nitrogen dioksida (NO₂), sumber nitrogen dioksida, pengolahan penginderaan jauh untuk pemantauan NO₂ dan uji korelasi dan regresi.

3.4.2. Pengumpulan data

Tahapan pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data Sentinel-2A yang diperoleh pada *website* <https://code.earthengine.google.com/> serta informasi nilai konsentrasi NO₂ yang diperoleh dari *website Google Earth Engine*.

3.4.3. Tahap Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan dilakukan beberapa tahapan. Data citra Sentinel-

2A diolah pada *Goole Earth Engine* dan software ArcGIS. Data citra yang digunakan adalah data citra Sentinel-2A tahun 2018, 2020 dan 2023. Sementara Data nilai nilai konsentrasi karbon NO₂ diperoleh dari Citra Sentinel-5P dengan memasukkan *script* pada *Google Earth Engine*. Tahap pengolahan citra Sentinel-2A berupa kalibrasi radiometrik, koreksi geometrik, klasifikasi NDVI dan pemotongan citra dan pengambilan nilai NO₂ dan yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

a) Pemotongan Citra

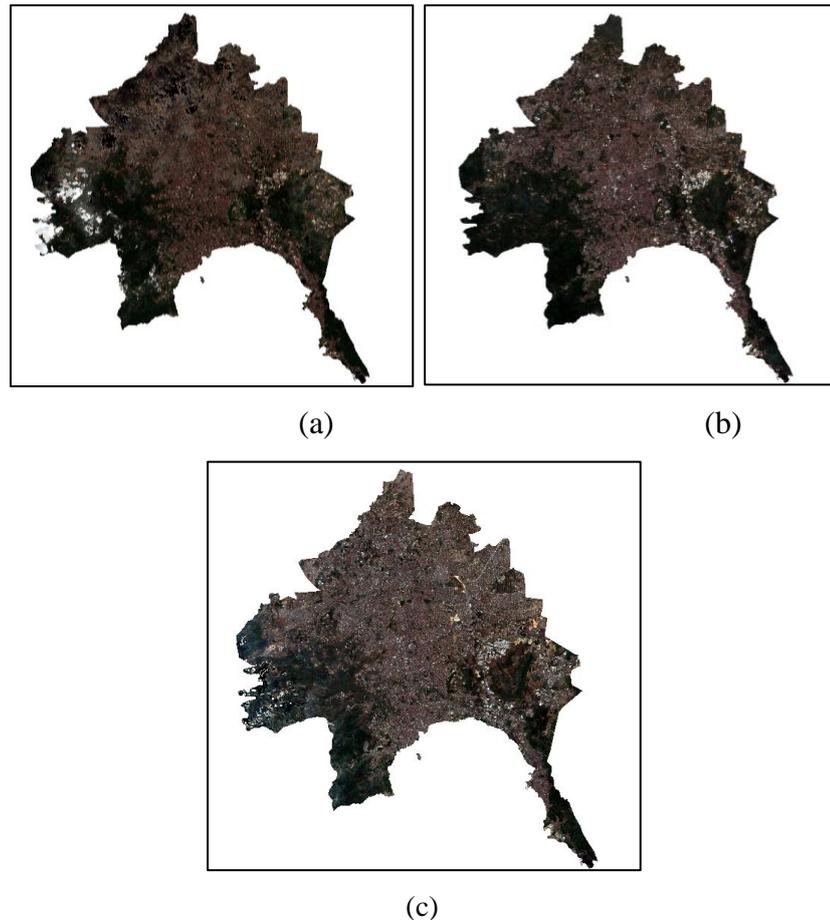
Pada tahap ini dilakukan pemotongan citra Sentinel-2A hasil perekaman tahun 2018, 2020 dan 2023. Pemotongan citra dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah dalam kegiatan Analisa citra yang telah diklasifikasi dengan membatasi luasan sesuai dengan *area of interest*. Software yang digunakan dalam pemotongan citra Sentinel-2A adalah ArcGIS.

b) Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik merupakan tahapan dalam mengoreksi citra Sentinel-2A yang bertujuan untuk mengubah digital number (DN) ke nilai radian atau reflektan menggunakan parameter yang tersedia di metadata. Kalibrasi pada citra Sentinel-2A dilakukan pada *Google Earth Engine* (GEE).

c) Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan untuk memperbaiki lokasi piksel citra akibat kesalahan sistematik sensor. Koreksi Geometrik pada citra Sentinel-2A Kota Bandar Lampung dilakukan pada *Google Earth Engine* (GEE). Poses koreksi geometrik pada GEE menggunakan script untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan pada citra. Hasil dari koreksi citra dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Hasil koreksi citra tahun 2018 (a) Hasil koreksi citra tahun 2020 (b) Hasil koreksi citra tahun 2023

d) Klasifikasi Citra

Data Sentinel-2A Tahun 2018, 2020 dan 2023 diklasifikasi menggunakan metode klasifikasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) pada perangkat lunak ArcGIS. Metode klasifikasi NDVI dilakukan untuk mengetahui luasan lahan vegetasi tegakan pada Kota Bandar Lampung. NDVI adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk perhitungan citra dalam mengetahui tingkat kehijauan. Nilai NDVI adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan pada daun dengan panjang gelombang inframerah yang sangat baik sebagai awal dari pembagian daerah vegetasi. (Mardiyatmoko dan Suhardiman, 2018).

ArcGIS merupakan perangkat lunak GIS (*Geographic Information System*) untuk mengolah dan menganalisis data geografis, termasuk data citra satelit yang dikembangkan oleh *Environment Science & Research Institute* (ESRI). NDVI merupakan salah satu metode klasifikasi yang dapat dilakukan pada ArcGIS. Pada penelitian ini, klasifikasi NDVI dilakukan untuk memetakan kelas vegetasi. Nilai NDVI mempunyai rentang antara -1 (minus) hingga 1 (positif). Nilai yang mewakili vegetasi berada pada rentang 0,1 hingga 0,7, jika nilai NDVI di atas nilai ini menunjukkan tingkat kesehatan vegetasi yang lebih baik (Mardiyatmoko dan Suhardiman, 2018). Pada citra satelit sentinel-2A, NDVI dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{Band\ 8 - Band\ 4}{Band\ 8 + Band\ 4} \dots\dots\dots (4)$$

Sumber: Sinergis dalam Mardiyatmoko dan Suhardiman (2018)

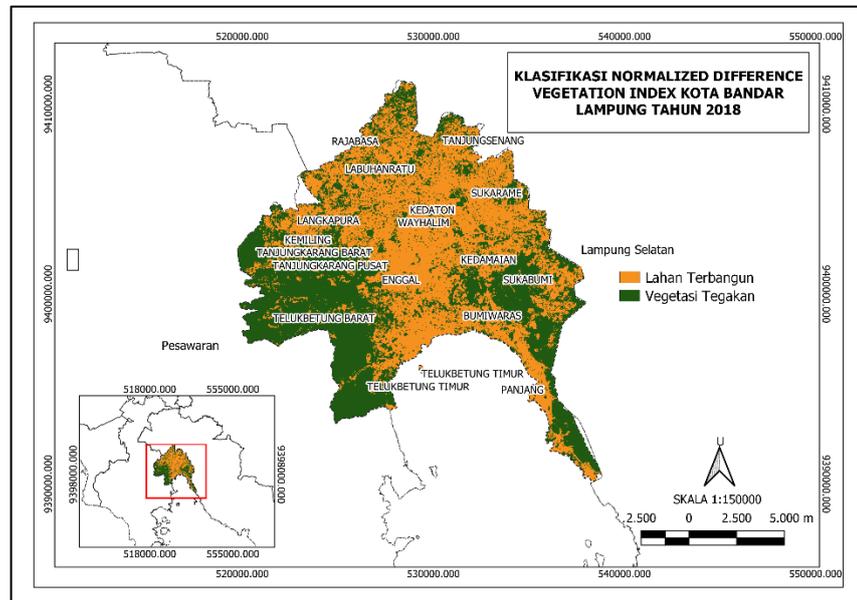
Nilai NDVI yang telah diperoleh selanjutnya akan dilakukan pengelompokkan berdasarkan kelas rentang nilai untuk tingkat kerapatan. Rentang nilai kisaran NDVI dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai Kelas NDVI

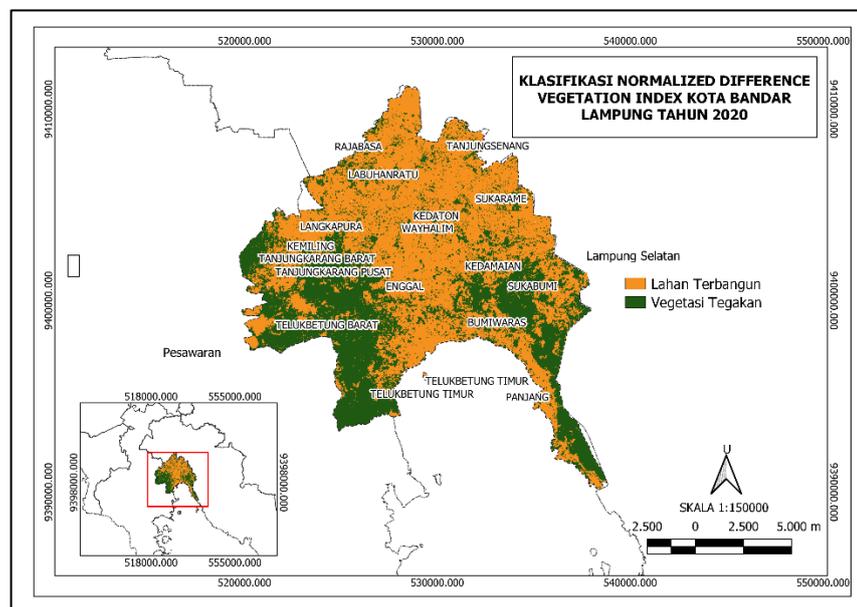
Kerapatan	Nilai NDVI	Jenis RTH
Non RTH	<0	Tubuh air seperti sungai
Sangat Rendah	-1 – 0,1	Permukiman lahan terbuka yang dilapisi dengan aspal atau paving maupun jalan aspal
Rendah	0,1 – 0,5	Lahan vegetasi penutup tanah seperti pada jalan tanah, lapangan kosong, tanpa dilapisi dengan aspal atau paving
Sedang	0,5-0,7	Lahan vegetasi penutup berupa perkebunan kelapa. kebun campuran
Tinggi	>0,7	Vegetasi berhutan

Sumber : Sinaga, Suprayogi dan Haniah (2018)

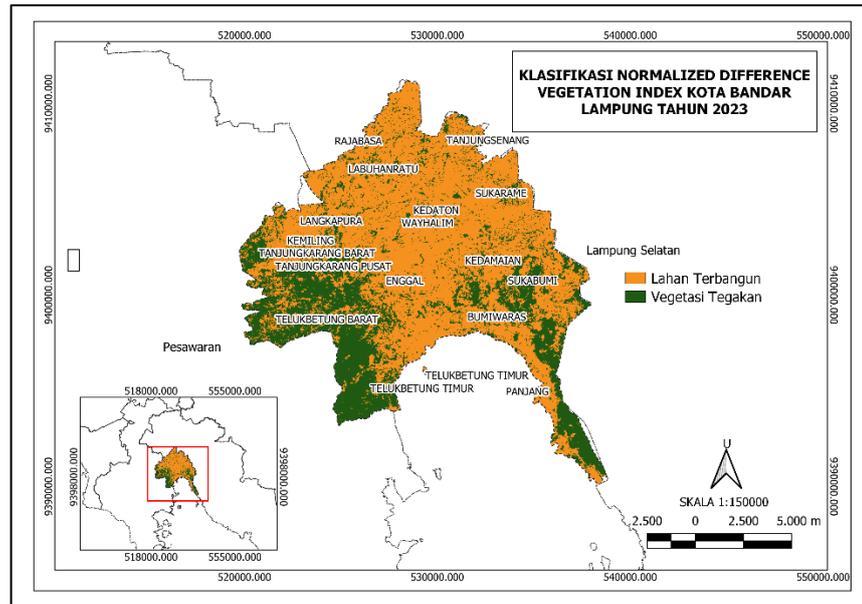
Pengelompokkan berdasarkan nilai kelas NDVI pada citra Sentinel-2A tahun 2018, 2020 dan 2023 dilakukan untuk memisahkan vegetasi tegakan dan objek lainnya yang dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 4 Kelas Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2018



Gambar 5 Kelas Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2020



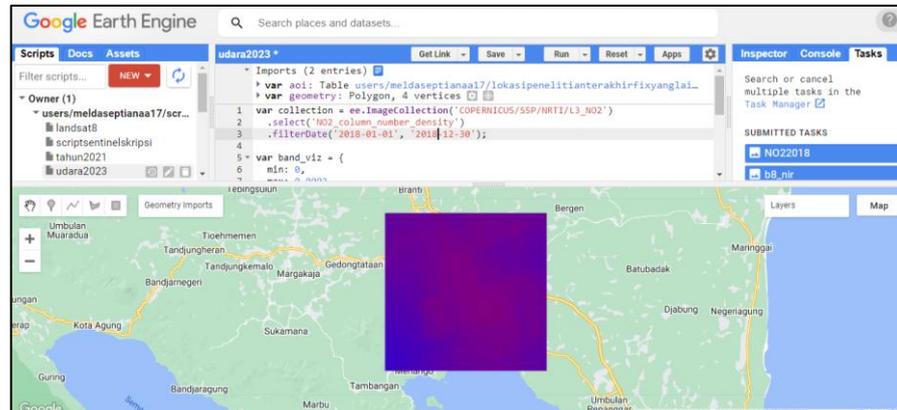
Gambar 6 Kelas Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2023

Pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa pengelompokan nilai NDVI di Kota Bandar Lampung dibagi menjadi 2 kelas, kerapian tinggi dan kerapian sedang menjadi satu kelas yaitu vegetasi tegakan sementara kerapian rendah, kerapian sangat rendah dan non RTH di kelompokkan menjadi satu kelas yaitu lahan terbangun. Berdasarkan gambar diatas warna coklat menunjukkan lahan terbangun dan warna hijau menunjukkan vegetasi tegakan. Hasil pengolahan citra menggunakan klasifikasi NDVI kemudian di potong berdasarkan kecamatan yang berada di Kota Bandar Lampung untuk melihat luasan dari kelas lahan terbangun dan lahan vegetasi tegakan dari 20 kecamatan yang berada di Kota Bandar Lampung.

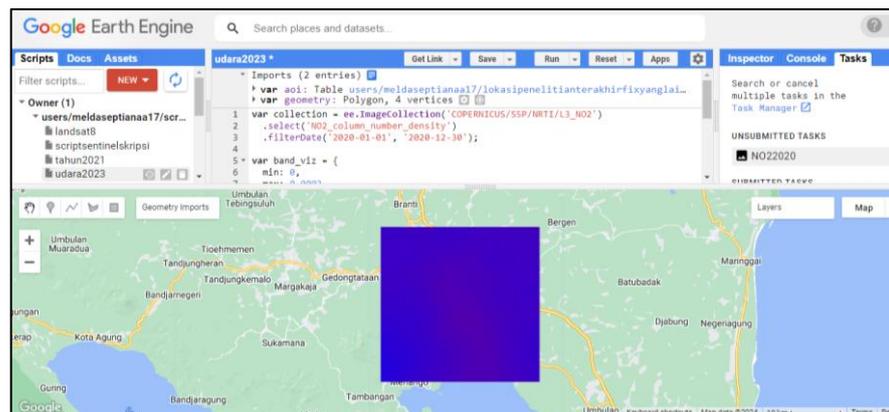
e) Ekstraksi Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO_2)

Ekstraksi konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO_2) yang dilakukan pada penelitian ini berbasis komputasi awan dengan menggunakan bahasa pemrograman *javascript* pada platform *Google Earth Engine*. Tahap pengolahan dilakukan dengan memanggil dataset satelit Sentinel-5P OFFL dan NRTI NO_2 pada *Google Earth Engine*. Karena data yang digunakan merupakan hasil pengolahan sehingga data tersebut dapat langsung digunakan. Selanjutnya dilakukan pemilihan kanal

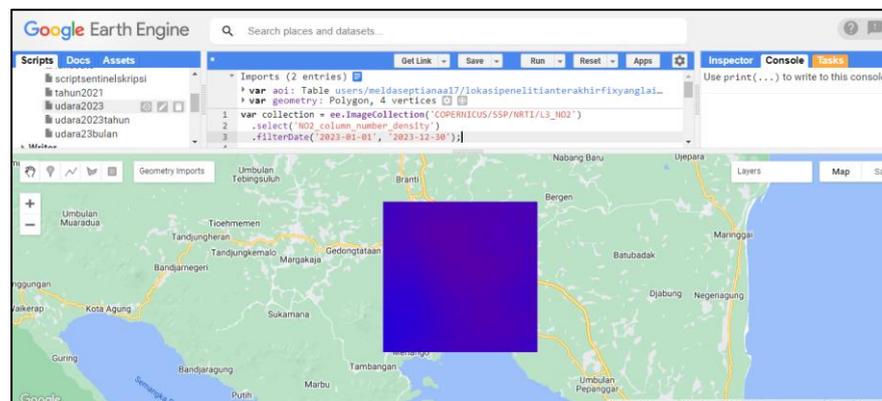
‘*tropospheric_NO2_column_number_density*’ dan filtrasi tanggal dengan rentang setiap bulan (Januari-Desember) untuk mendapatkan nilai NO₂ pada lapisan troposfer diatas daerah penelitian pada tahun yang ditentukan. Spasial NO₂ Kota Bandar Lampung dapat dilihat pada Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 7 Spasial Konsentrasi NO₂ Tahun 2018



Gambar 8 Spasial Konsentrasi NO₂ Tahun 2020

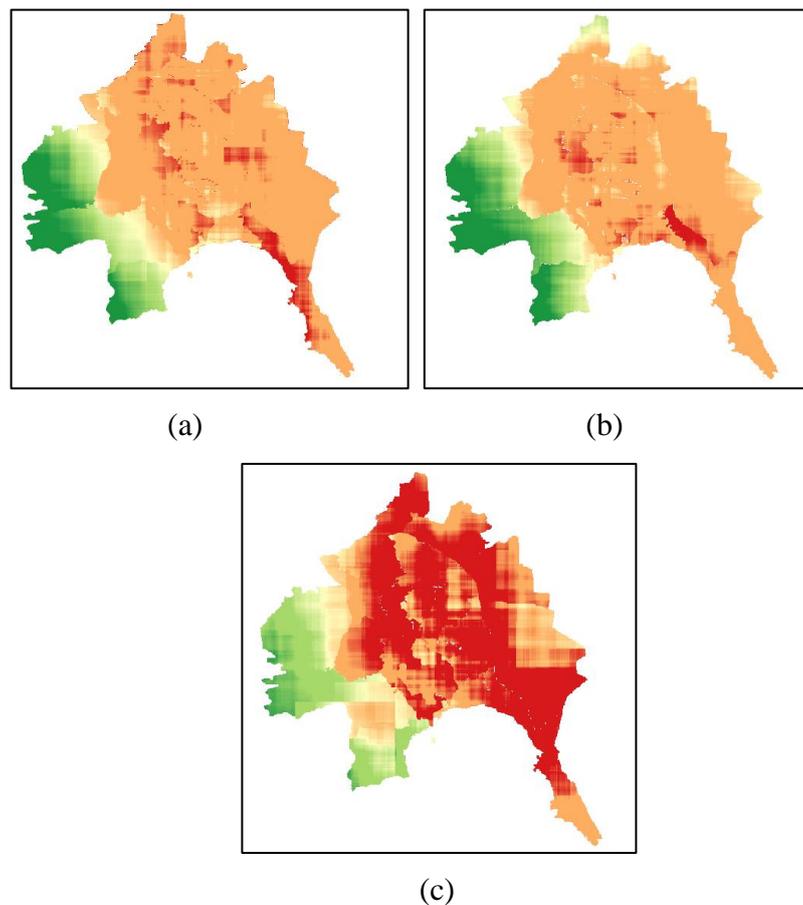


Gambar 9 Spasial Konsentrasi NO₂ Tahun 2023

Pada Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9 dapat dilihat bahwa spasial NO₂ pada tahun 2018, 2020 dan 2023 memiliki warna biru dan ungu.

f) Pemotongan Citra 5P

Pemotongan Citra 5P pada spasial NO₂ dilakukan untuk mendapatkan spasial kadar NO₂ Kota Bandar Lampung. Hasil spasial NO₂ yang telah dilakukan pemotongan tertera pada Gambar 10.



Gambar 10 Spasial NO₂ Tahun 2018 (a) Spasial NO₂ Tahun 2020 (b) Spasial NO₂ Tahun 2023

Selanjutnya, spasial NO₂ Kota Bandar Lampung dilakukan pemotongan berdasarkan batas administrasi setiap kecamatan yang berada di Kota Bandar Lampung agar diperoleh nilai konsentrasi NO₂ dan peta sebaran nilai konsentrasi NO₂ untuk setiap kecamatan.

g) Uji Korelasi dan Regresi

Dalam tahapan ini dilakukan pengujian korelasi dan regresi terhadap Grafik nilai konsentrasi NO_2 Tahun 2018, 2020 dan 2023 terhadap luas lahan vegetasi tegakan di Kota Bandar Lampung. Sebelum dilakukan pengujian korelasi dan regresi, dilakukan persiapan data yaitu luas lahan vegetasi tegakan Kota Bandar Lampung dan nilai konsentrasi NO_2 pada tahun 2018, 2020 dan 2023.

Nilai dari korelasi akan memberikan informasi tentang seberapa besar dan kuat hubungan antara kedua variabel yang digunakan. Selanjutnya, dilakukan analisis regresi linear sederhana untuk menguji pengaruh luas lahan vegetasi terhadap nilai konsentrasi NO_2 . Dalam analisis regresi ini, luas lahan vegetasi akan menjadi variabel independent (X), sedangkan nilai konsentrasi NO_2 akan menjadi variable dependen (Y).

Hal yang dilakukan setelah melakukan analisis regresi dan regresi linear sederhana adalah menginterpretasi hasilnya. Jika nilai korelasi positif dan signifikan, artinya luas lahan memiliki pengaruh yang positif terhadap NO_2 . Dalam analisis regresi, dapat melihat besarnya koefisien regresi untuk luas lahan vegetasi, yang menunjukkan seberapa besar pengaruh variabel tersebut terhadap nilai NO_2 . Dengan melakukan pengujian korelasi dan regresi linear ini, dapat memperoleh informasi yang lebih rinci dan akurat mengenai hubungan antara luas lahan vegetasi dengan NO_2 .

h) Analisis

Dalam tahap ini dilakukan analisis terhadap klasifikasi citra Sentinel-2A Kota Bandar Lampung tahun 2018, 2020 dan 2023 sehingga menghasilkan nilai luas lahan vegetasi tegakan. Hasil uji korelasi dan regresi menghasilkan informasi atau data pengaruh

luas lahan vegetasi tegakan di 20 Kecamatan yang berada di Kota Bandar Lampung terhadap NO₂ tahun 2018, 2020 dan 2023.

3.5. Tahap Akhir

Tahapan akhir dalam penelitian skripsi ini adalah dengan pembuatan laporan mengenai kajian hubungan luas lahan vegetasi tegakan Kota Bandar Lampung dengan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) terhadap nilai konsentrasi nitrogen dioksida (NO₂) tahun 2018, 2020 dan 2023. Terdapat beberapa bagian penting dalam skripsi ini, antara lain sebagai berikut. Pendahuluan, berisi latar belakang masalah, tujuan penelitian dan sebagainya. Tinjauan Pustaka, berisikan teori-teori dan penelitian terkait dengan topik penelitian. Metodologi Penelitian, berisi tentang metode atau teknik yang digunakan dalam penelitian. Hasil dan Pembahasan, berisi hasil penelitian dan pembahasan mengenai hasil dari penelitian. Simpulan dan Saran, berisikan simpulan dari hasil penelitian serta saran untuk peneliti selanjutnya. Daftar Pustaka, berisi daftar referensi yang digunakan dalam laporan skripsi.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian diketahui luas lahan vegetasi pada Kota Bandar Lampung berturut-turut pada tahun 2018, 2020 dan 2023 adalah sebesar 8326,02 Ha, 7174,08 Ha dan 5860,21 Ha dengan persentase luas pada tahun 2018, 2020 dan 2023 adalah sebesar 45,01%, 38,78% dan 31,68%. Sebaran vegetasi tegakan yang paling luas berada di Kecamatan Teluk Betung Barat dengan luas lahan vegetasi berturut-turut pada tahun 2018, 2020 dan 2023 adalah sebesar 1535,03 Ha, 1300,38 Ha dan 1196,87 Ha.
2. Nilai rata-rata konsentrasi NO_2 Kota Bandar Lampung pada tahun 2018, 2020 dan 2023 adalah sebesar $5,15 \cdot 10^{-5} \text{ mol/m}^2$, $5,05 \cdot 10^{-5} \text{ mol/m}^2$ dan $6,20 \cdot 10^{-5} \text{ mol/m}^2$. Sebaran nilai NO_2 terbesar berada di kecamatan Panjang dengan nilai NO_2 pada tahun 2018, 2020 dan 2023 adalah sebesar $5,40 \cdot 10^{-5}$, $5,35 \cdot 10^{-5}$ sebesar $6,60 \cdot 10^{-5}$.
3. Hasil uji regresi linear sederhana yang dilakukan pada luas lahan vegetasi dan nilai konsentrasi polutan NO_2 untuk mengetahui hubungan atau korelasi antara luas lahan vegetasi terhadap nilai konsentrasi polutan NO_2 memiliki nilai korelasi (r) sebesar 0,74 dengan tingkat hubungan kuat yang memiliki pengertian bahwa luas lahan vegetasi memiliki pengaruh yang kuat terhadap nilai konsentrasi NO_2 .

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengolahan terdapat beberapa saran agar dapat menghasilkan hasil yang lebih baik yaitu, penelitian yang lebih lanjut dengan menggunakan metode klasifikasi yang berbeda, menggunakan citra satelit yang memiliki resolusi lebih tinggi dan menambahkan faktor-faktor lain yang memiliki pengaruh terhadap nilai konsentrasi polutan NO₂.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, S. dkk. (2018) 'Analisis Sebaran Vegetasi dengan Citra Satelit Sentinel menggunakan Metode NDVI dan Segmentasi (Studi Kasus: Kabupaten Demak)', *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), pp. 14–24. Tersedia pada: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/19295>.
- Anggraini, T.S. dkk. (2020) 'Variasi Emisi Gas Nitrogen Dioksida saat Pembatasan Sosial Berskala Besar di Variasi Emisi Gas Nitrogen Dioksida saat Pembatasan Sosial Berskala Besar di Provinsi Jawa Barat dari Pengolahan Data Satelit Sentinel-5P', *Penginderaan Jauh Indonesia*, 02(02), pp. 19–24.
- Budi Santosa, S.Si., M.T. (2021) 'Analisis Korelasi Variasi Gas Nitrogen dioksida Terhadap Kenaikan Kasus Positif Terkonformasi Covid-19 Studi Kasus Provinsi Jawa Timur' *Jurnal Ilmiah Teknik Geomatika IMAGI* 1(2), pp. 1–13.
- Chandra, Y.I. dkk. (2022) 'Aplikasi Perhitungan Statistika Koefisien regresi Korelasi Linear Untuk Produksi Minyak dan Gas Bumi' *Jurnal Esensi Infokom*, 6(2), pp. 19–25.
- Dzulkifliana. (2023) 'Pengaruh Indeks Vegetasi Dan Suhu Permukaan Tanah Terhadap No 2 Menggunakan Google Earth Engine (Study Kasus : Kota Bandung , Provinsi Jawa Barat)', (2), pp. 1037–1046.
- Estes, dan S. (1975) "Fundamentals of Image Interpretation, In: Manual of Remote Sensing, Vol.1, First Ed., R.G. Reeves:ed.-in-chief, American Society of Photogrammetry, Fall Church. Virginia.', 1(2), pp. 3–10.
- Firmansyah, A., Hamzah, H. dan Achmad, E. (2022) 'Pemodelan Penginderaan Jauh Untuk Estimasi Simpanan Karbon Di Blok 1 Pt Alam Bukit Tigapuluh', *Journal of Science and Applicative Technology*, 6(2), p. 99. Tersedia pada: <https://doi.org/10.35472/jsat.v6i2.964>.
- Frananda, H., Hartono dan Jatmiko Retnadi, H. (2015) 'Komparasi Indeks

Vegetasi Untuk Estimasi Stok Karbon Hutan Mangrove Kawasan Segoro Anak Pada Kawasan Taman Nasional Alas Purwo Banyuwangi, Jawa Timur', *Majalah Ilmiah Globe Volume*, 17(2), pp. 113–123. Tersedia pada: www.unfccc.int.

Hikmiyah, A.F. (2018) 'Analysis of Dust and NO₂ Level in the Ambient Air and Sweeper's Respiratory Complaints in Purabaya Bus Station Sidoarjo', *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(2), p. 138. Tersedia pada: <https://doi.org/10.20473/jkl.v10i2.2018.138-148>.

Mardiyatmoko, Y. dan Suhardiman, A. (2018) 'Cadangan Karbon Di Wilayah Perkotaan Tenggarong Berdasarkan Metode Klasifikasi Ndvi Pada Citra Sentinel 2-a', *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 1(2), pp. 174–181. Tersedia pada: <https://doi.org/10.32522/ujht.v1i2.899>.

Margaretha, E.W., Danoedoro, P. dan Murti, S.H. (2013) 'Estimasi Cadangan Karbon Vegetasi Tegakan Di Kota Yogyakarta Dan Sekitarnya Berbasis Alos Avnir-2', *Prosiding Simposium Nasional Sains Geoinformasi*, (June 2016), pp. 431–440.

Nafiz, S. dan Ahmed, S.M.M. (2023) 'Urban Climate Effect of vegetation and land surface temperature on NO₂ concentration : A Google Earth Engine-based remote sensing approach', *Urban Climate*, 47(2), p. 101336. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101336>.

Nurpilihan Bafdal, K.A. dan B.M.P.P. (2011) 'Buku Ajar Sistem Informasi Geografis , Edisi 1', *Buku Ajar Sistem Informasi Geografis , Edisi 1*, p. 69.

Purwanto Utomo, H. dan Ratnawati, R. (2021) 'Efektivitas Vegetasi Untuk Penurunan Kadar Karbon Monoksida (Co) Dan Nitrogen Dioksida (No₂)', *Waktu*, 19(01), pp. 38–43. Tersedia pada: <https://doi.org/10.36456/waktu.v19i01.3638>.

Rizkiyah. dkk. (2002) 'Keanekaragaman Vegetasi Tegakan Penyusun Hutan Tembawang Dusun Semoncol Kabupaten Sanggau'.

Rofienda, R. (2009) 'Dampak Negatif Pencemaran Nitrogen Dioksida, Usaha Pencegahan Dan Penanggulangannya', *Jurnal Kimia dan Kemasan*, p. 26. Tersedia pada: <https://doi.org/10.24817/jkk.v0i0.4706>.

Rosalina, L. dkk. (2023) 'Buku Ajar Statistika', *FEBS Letters*, 185(1), pp. 4–8.

Safira, M.C., Fauzan, A. dan Adhiwibawa, M.A.S. (2022) 'Interpolasi Polutan Nitrogen Dioksida (NO₂) Yogyakarta Dengan Pendekatan Ordinary Kriging Dan', *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik*, pp. 55–66.

Sinaga, S.H., Suprayogi, A. dan Haniah (2018) 'Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index

dan Soil Adjusted Vegetation Index Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A (Studi Kasus : Kabupaten Demak)', *Jurnal Geodesi Undip Januari*, 7(1), pp. 202–211.