

**ANALISIS SPASIAL TEMPORAL ZONA RAWAN KEKERINGAN
LAHAN PERTANIAN BERBASIS *REMOTE SENSING*
DI KOTA METRO**

(Skripsi)

Oleh

**FARAH AZZAHRA RAHIAN
1913034043**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

ANALISIS SPASIAL TEMPORAL ZONA RAWAN KEKERINGAN LAHAN PERTANIAN BERBASIS *REMOTE SENSING* DI KOTA METRO

Oleh

Farah Azzahra Rahian

Provinsi Lampung tercatat dalam data Badan Pusat Statistik tahun 2021 terjadi bencana kekeringan dalam beberapa tahun terakhir, dengan jumlah tertinggi terdapat 232 desa yang mengalami bencana kekeringan. Metro merupakan salah satu kota di Provinsi Lampung yang disebutkan dalam beberapa media massa sering mengalami bencana kekeringan. Kota Metro merupakan wilayah yang masih menjadikan pertanian sebagai salah satu sektor unggulannya. Namun, dampak dari kekeringan di Kota Metro mengakibatkan penurunan produksi hasil pertanian yang tercatat dalam data Badan Pusat Statistik tahun 2020.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persebaran kekeringan lahan pertanian di Kota Metro pada tahun 2016 dan 2021, menganalisis persebaran zona rawan kekeringan lahan pertanian di Kota Metro, dan menganalisis kemampuan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis untuk mendeteksi persebaran zona rawan kekeringan lahan pertanian. Informasi terkait persebaran zona rawan kekeringan lahan pertanian secara spasial menjadi penting agar dapat memudahkan antisipasi dampak yang ditimbulkan serta membantu dalam penanganan yang lebih terencana (Shofiyati, 2007). Metode yang digunakan yaitu transformasi citra digital dengan menggunakan algoritma NDVI, NDWI, dan NDDI. Hasil dari penelitian ini yaitu terdapat 51,52% dari total luas lahan pertanian di Kota Metro yang termasuk dalam kategori zona rawan kekeringan lahan pertanian dan Kecamatan Metro Barat merupakan wilayah dengan zona rawan kekeringan tertinggi yaitu meliputi 733,47 ha.

Kata kunci: kekeringan, nddi, penginderaan jauh, sig.

ABSTRACT

SPATIAL TEMPORAL ANALYSIS OF DROUGHT ZONES IN AGRICULTURAL LAND BASED ON REMOTE SENSING IN METRO CITY

By

Farah Azzahra Rahian

Lampung Province is recorded in data from the Central Statistics Agency for 2021 having experienced drought in the last few years, with the highest number being 232 villages experiencing drought. Metro is one of the cities in Lampung Province which is mentioned in several mass media often experiences drought. Metro City is an area that still makes agriculture one of its leading sectors. However, the impact of the drought on Metro City resulted in a decrease in agricultural production which was recorded in the 2020 data from the Central Bureau of Statistics.

This study aims to analyze the distribution of agricultural land drought in Metro City in 2016 and 2021, analyze the distribution of drought-prone zones of agricultural land in Metro City, and analyze the capabilities of remote sensing and geographic information systems to detect the distribution of agricultural land drought-prone zones. Information related to the spatial distribution of drought-prone agricultural land zones is important in order to facilitate the anticipation of impacts and assist in more planned handling (Shofiyati, 2007). The method used is digital image transformation using the NDVI, NDWI, and NDDI algorithms. The results of this study are that 51.52% of the total area of agricultural land in Metro City is included in the drought-prone zone of agricultural land and West Metro District is the area with the highest drought-prone zone, covering 733.47 ha.

Keywords: drought, nddi, remote sensing, sig.

**ANALISIS SPASIAL TEMPORAL ZONA RAWAN KEKERINGAN
LAHAN PERTANIAN BERBASIS *REMOTE SENSING*
DI KOTA METRO**

Oleh

FARAH AZZAHRA RAHIAN

Skripsi

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

Pada

**Program Studi Pendidikan Geografi
Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **ANALISIS SPASIAL TEMPORAL ZONA
RAWAN KEKERINGAN LAHAN
PERTANIAN BERBASIS *REMOTE*
SENSING DI KOTA METRO**

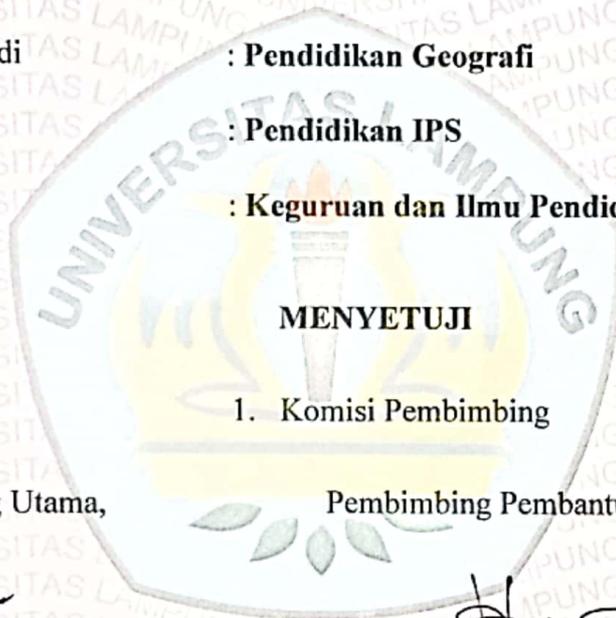
Nama Mahasiswa : **Farah Azzahra Rahian**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1913034043**

Program Studi : **Pendidikan Geografi**

Jurusan : **Pendidikan IPS**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



MENYETUJI

1. **Komisi Pembimbing**

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pembantu,

Drs. Yarmaidi, M.Si.
NIP 19590926 198503 1 002

Listumbinang Halengkara, S.Si., M.Sc.
NIP 19840315 201903 1 009

2. **Mengetahui**

Ketua Jurusan Pendidikan
Ilmu Pengetahuan Sosial

Ketua Program Studi
Pendidikan Geografi

Dr. Dedy Miswar, S.Si., M.Pd
NIP 197411082005011003

Dr. Sugeng Widodo, S.Pd., M.Pd.
NIP 19750517 200501 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Drs. Yarmaidi, M.Si.

Sekretaris : Listumbinang H., S.Si., M.Sc.

Penguji : Dr. Dedy Miswar, S.Si., M.Pd.



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Prof. Dr. Sunyono, M.Si.
NIP 19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 07 Juni 2023

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farah Azzahra Rahian
NPM : 1913034043
Program Studi : Pendidikan Geografi
Jurusan/Fakultas : Pendidikan IPS/KIP
Alamat : Kelurahan Metro, Kecamatan Metro Pusat, Kota Metro,
Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Analisis Spasial Temporal Zona Rawan Kekeringan Lahan Pertanian Berbasis *Remote Sensing* di Kota Metro**” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 11 Juli 2023

Pemberi pernyataan,



Farah Azzahra Rahian

NPM 1913034043

RIWAYAT HIDUP



Farah Azzahra Rahian lahir di Kota Metro pada tanggal 08 Desember 2000, anak kedua dari empat bersaudara pasangan Ayah Alfian Rusdi dan Umi Rahmah Aliri.

Penulis menempuh pendidikan pertama di TK Pertiwi Ganjar Agung yang selanjutnya menempuh pendidikan dasar di Sekolah Dasar (SD) Muhammadiyah Kota Metro lulus pada tahun 2013. Dilanjutkan dengan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Kota Metro lulus pada tahun 2016. Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 5 Kota Metro lulus pada tahun 2019 dan pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan menjadi Mahasiswi Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN).

Penulis sempat mengikuti beberapa organisasi kampus antara lain Ikatan Mahasiswa Geografi (IMAGE) dan Himpunan Mahasiswa Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial (HIMAPIS). Dalam program Kuliah Kerja Nyata, penulis mengabdikan diri di Kelurahan Tejosari serta melakukan program PLP di SMAN 4 Metro selama periode Januari-Februari tahun 2022.

MOTTO

“Sesungguhnya apapun yang dijanjikan kepadamu pasti datang dan kamu tidak bisa menolaknya”

(Q.S Al-An'am: 134)

“Changes that seem small and unimportant at first will compound into remarkable results if you are willing to stick with them for years”

(James Clear)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Tanpa mengurangi rasa syukur kepada Allah SWT, karya ini saya persembahkan sebagai bentuk sederhana ucapan terimakasih kepada:

Umi dan Ayah yang telah sepenuh hati membesarkan saya, selalu mendukung, memberi motivasi di saat terendah saya, dan menyertakan doa untuk kesuksesan saya.

Para dosen yang telah memberikan ilmu dan pengajaran dengan sangat baik.

Dan almamater tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Alloh SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, kesehatan, dan kemudahan sehingga terselesaikannya penyusunan skripsi yang berjudul “Analisis Spasial Temporal Zona Rawan Kekeringan Lahan Pertanian Berbasis *Remote Sensing* di Kota Metro”. Skripsi ini digunakan sebagai syarat untuk mencapai gelar sarjana pada Program Studi Pendidikan Geografi.

Penulis sadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan, saran, dan bimbingan dari pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih yang tulus kepada Bapak Drs. Yarmaidi, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I serta sebagai Dosen Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberikan kritik dan saran membangun untuk skripsi ini, Bapak Listumbinang Halengkara, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang banyak membantu dalam memberikan masukan, motivasi, dan arahan dengan sabar kepada Penulis, serta Bapak Dedy Miswar, S.Si., M.Pd., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan banyak saran yang bermanfaat agar terselesaikannya skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan tulus dan kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Riswandi, M.Pd., selaku Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kerjasama Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Bapak Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Wakil Dekan Bidang Keuangan, Umum, dan Kepegawaian Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

4. Bapak Hermi Yanzi, M.Pd., selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Dedy Miswar, S.Si., M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Sugeng Widodo, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Geografi, yang telah mendidik, membimbing, dan membagikan ilmu yang bermanfaat.
8. Kedua orang tua, Ayah (Alfian Rusdi) dan Umi (Rahmah Aliri) yang selalu ada memberikan seluruh waktu, dukungan, dan doa.
9. Abang Naufal yang telah membantu saat penelitian lapangan, Haikal, Tsabit, dan seluruh keluarga besar.
10. Dominika Sevi yang selalu jadi tempat cerita. Dini, Lutvia, dan Dhira yang memberikan dukungan secara tidak langsung. Geng Kidul (Amber, Aul, Bunga, Indah, Mulya) yang menemani perjalanan selama kuliah ini dan Qurrota yang selalu sabar menjawab pertanyaan seputaran skripsi ini.
11. Tidak luput juga mengucapkan terimakasih kepada diri sendiri yang tetap berusaha hingga ditahap ini walaupun diiringi drama sambat menyambat.
12. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Geografi angkatan 2019 atas kebersamaan, bantuan, dan kerjasamanya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini sebagaimana mestinya.
13. Semua pihak yang telah membantu, memberi doa dan semangat dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga dengan bantuan, doa serta dukungan yang telah diberikan mendapat balasan pahala dari Allah SWT.

Bandar Lampung, 07 Juni 2023
Penulis

Farah Azzahra Rahian

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Rumusan Masalah.....	6
1.4 Tujuan.....	6
1.5 Manfaat.....	6
1.6 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Teori.....	8
A. Geografi.....	8
B. Kekeringan.....	11
C. Sistem Informasi Geografis.....	13
D. Penginderaan Jauh.....	17
E. Citra Landsat 8.....	22
F. NDDI.....	25
G. Lahan Pertanian.....	28
2.2 Penelitian yang Relevan.....	30
2.3 Kerangka Berpikir.....	33
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian.....	34
3.2 Lokasi Penelitian.....	34

3.3 Alat dan Bahan.....	36
3.4 Teknik Pengumpulan Data	36
3.5 Teknik Pengolahan Data	37
3.6 Teknik Analisis Data	41
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Gambaran Umum Kota Metro	42
A. Kondisi Fisik.....	42
B. Kondisi Sosial Ekonomi.....	47
4.2 Hasil Penelitian	49
A. Perubahan Persebaran Kekeringan Lahan Pertanian Menggunakan Algoritma NDDI di Kota Metro Tahun 2016	51
B. Persebaran Zona Rawan Kekeringan Lahan Pertanian di Kota Metro	74
C. Kemampuan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Mendeteksi Zona Rawan Kekeringan Lahan Pertanian.....	77
4.3 Pembahasan.....	81
A. Perubahan Persebaran Kekeringan Lahan Pertanian Menggunakan Algoritma NDDI di Kota Metro Tahun 2016 dan 2021	81
B. Persebaran Zona Rawan Kekeringan Lahan Pertanian di Kota Metro.....	84
C. Kemampuan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Mendeteksi Zona Rawan Kekeringan Lahan Pertanian.....	87
V. PENUTUP	89
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	95

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Jenis Bencana Kekeringan dalam Tiga Tahun Terakhir	2
1.2 Hasil Produksi Pertanian di Kota Metro Tahun 2016-2020	3
2.1 Pemanfaatan <i>Band</i> pada Citra Landsat 8	22
2.2 Klasifikasi Kelas NDVI	26
2.3 Klasifikasi Kelas NDWI	27
2.4 Klasifikasi NDDI Kelas Kekeringan Lahan	28
2.5 Penelitian Relevan.....	30
4.1 Persebaran Penggunaan Lahan di Kota Metro Berdasarkan Kecamatan Tahun 2021	44
4.2 Jumlah Penduduk Kota Metro Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin Tahun 2020	47
4.3 Luasan Klasifikasi NDVI Kota Metro Tahun 2016	52
4.4 Luasan Klasifikasi NDWI Kota Metro Tahun 2016	56
4.5 Persebaran Kekeringan Lahan Pertanian Menurut Kecamatan di Kota Metro Tahun 2016.....	60
4.6 Luasan Klasifikasi NDVI Tahun 2021	65
4.7 Luasan Klasifikasi NDWI Tahun 2021	67
4.8 Persebaran Kekeringan Lahan Pertanian Menurut Kecamatan di Kota Metro Tahun 2021	70
4.9 Luas Perubahan Kelas Kekeringan Pertanian Tahun 2016 dan 2021 di Kota Metro	72
4.10 Perbandingan Luas Pertanian dan Luas Zona Rawan Kekeringan Lahan Pertanian Menurut Kecamatan di Kota Metro	74
4.11 Matrik Uji Ketelitian Hasil Interpretasi Dan Pemetaan	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Komponen dalam Sistem Penginderaan Jauh	18
2.2 Kerangka Berpikir	33
3.1 Peta Administrasi Kota Metro Provinsi Lampung	35
3.2 Diagram Alir Pengolahan Data	40
4.1 Peta Jenis Tanah Kota Metro.....	43
4.2 Peta Penggunaan Lahan Kota Metro.....	46
4.3 Data Citra Landsat 8 Tahun 2016 dan 2021	49
4.4 Informasi Citra Sebelum dan Setelah Dilakukan Koreksi Geometrik	50
4.5 Citra Sebelum dan Setelah Dilakukan Koreksi Radiometrik	50
4.6 Hasil NDVI Sebelum dan Sesudah Klasifikasi	51
4.7 Perbandingan Kenampakan Sebenarnya Pada Objek dan Citra	54
4.8 Peta Tingkat Kehijauan Kota Metro Tahun 2016	55
4.9 Hasil NDWI Sebelum dan Sesudah Klasifikasi	56
4.10 Peta Tingkat Kebasahan Kota Metro Tahun 2016	58
4.11 Perbandingan Kenampakan Sebenarnya Pada Objek dan Citra	59
4.12 Persebaran Kekeringan Lahan Pertanian di Kota Metro Tahun 2016	62
4.13 Hasil NDVI Sebelum dan Sesudah Klasifikasi	63
4.14 Peta Tingkat Kehijauan Kota Metro Tahun 2021	64
4.15 Hasil NDWI Sebelum dan Sesudah Klasifikasi	66
4.16 Peta Tingkat Kebasahan Kota Metro Tahun 2021	69
4.17 Peta Persebaran Kekeringan Lahan Pertanian di Kota Metro Tahun 2021	71
4.18 Peta Perubahan Persebaran Kekeringan Lahan Pertanian di Kota Metro Tahun 2016 dan 2021	73
4.19 Peta Persebaran Zona Rawan Kekeringan Lahan Pertanian di Kota Metro Tahun 2021	76

4.20	Macam-macam Lahan Pertanian di Kota Metro	80
4.21	Persebaran Lahan Pertanian Klasifikasi Normal di Metro Utara Tahun 2016....	82
4.22	Kondisi Lahan Pertanian	86

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kekeringan adalah salah satu kondisi dimana kurangnya persediaan air di suatu wilayah sehingga tidak dapat mencukupi kebutuhan hidup (Fathony dkk, 2022). Fenomena kekeringan memiliki hubungan erat antara pasokan air yang tersedia dengan kebutuhan dalam berbagai keperluan (Darfia dkk., 2016). Kekeringan termasuk jenis bencana alam yang terjadi secara perlahan, berlangsung lama hingga datangnya musim hujan (Nuarsa dkk., 2015). Adanya suatu penyimpangan dari kondisi cuaca normal dapat mengakibatkan fenomena kekeringan pada suatu wilayah (Iswari dkk., 2016).

Menurut Safitri (2015) berkurangnya curah hujan dan terjadinya fenomena kekeringan yang panjang dipengaruhi oleh fenomena El Nino. El Nino disebabkan oleh naiknya suhu di Pasifik timur dan tengah yang menyebabkan meningkatnya suhu dan kelembaban pada atmosfer di atasnya. Hal tersebut menyebabkan terbentuknya awan yang meningkatkan curah hujan pada kawasan tersebut. Serta mengakibatkan tekanan udara di Barat Samudera Pasifik sehingga menghambat pertumbuhan awan di Laut Indonesia Bagian Timur yang membuat curah hujan menurun secara tidak normal dan mengakibatkan kekeringan di beberapa wilayah Indonesia.

Fenomena kekeringan akan memiliki dampak yang luas, dan kompleks dengan rentang waktu yang panjang (Nuarsa dkk., 2015). Hal ini dikarenakan air adalah kebutuhan yang penting baik bagi manusia, hewan, dan tumbuhan. Bagi manusia terutama petani, kekeringan akan berpengaruh terhadap mata pencaharian mereka. Karena kekeringan mengakibatkan potensi gagal panen pada komoditas

pertanian, sehingga dapat mengganggu keseimbangan ketahanan pangan masyarakat Indonesia. Meskipun bencana kekeringan sangat sulit untuk dihindari, namun dapat meminimalkan kerugian jika melakukan pemantauan pada lahan pertanian yang berpotensi mengalami kekeringan (Sukmono A dkk., 2018).

Kekeringan merupakan fenomena yang sering dijumpai dan dapat menimbulkan bencana di Indonesia (Darfia dkk., 2016). Beberapa sumber media massa dalam kurun beberapa waktu terakhir menyebutkan terjadi kemarau di beberapa titik wilayah di Provinsi Lampung. Berdasarkan data BPS juga diketahui ada beberapa desa/kelurahan yang mengalami kekeringan pada tahun 2014, 2018, dan 2021. Berikut adalah tabel yang menyajikan data tersebut.

Tabel 1.1 Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Jenis Bencana Kekeringan dalam Tiga Tahun Terakhir

No	Tahun	Jumlah Desa
1	2014	95
2	2018	232
3	2021	30

Sumber: Badan Pusat Statistik

Selain itu, jika dilihat menurut analisis indeks presipitasi 3 bulanan (Desember 2021–Februari 2022) Kota Metro mengalami bencana kekeringan. Secara geografis, Kota Metro berada di 5° 6’-5° 8’ Lintang Selatan dan 105° 17-105° 19’ Bujur Timur. Cakupan area daratan Kota Metro seluas 68,74 km² yang berada di bagian Tengah Provinsi Lampung dengan rata-rata tinggi wilayah di atas permukaan air laut yaitu 52,5 meter. Kota Metro memiliki 5 kecamatan yang meliputi Metro Utara, Metro Pusat, Metro Barat, Metro Timur, dan Metro Selatan. Topografi Kota Metro berupa dataran aluvial dengan kemiringan 0-3%.

Kota Metro memiliki sektor pertanian sebagai komoditi unggulannya antara lain berupa padi, papaya, dan pisang. Hasil pertanian di Kota Metro dinilai cukup memenuhi kebutuhan masyarakat yang ada. Namun, seiring berjalannya waktu terdapat kecenderungan penurunan hasil pertanian Kota Metro. Dalam beberapa

sumber juga dikatakan bahwa terdapat fenomena kekeringan yang dapat menyebabkan gagal panen.

Berdasarkan data BPS Kota Metro dalam angka 2021 diketahui terdapat penurunan hasil produksi pertanian dari 2018–2020. Berikut adalah tabel terkatit data penurunan hasil produksi pertanian di Kota Metro yang meliputi sayur dan buah tahunan, sayur dan buah musiman, dan tumbuhan biofarma.

Tabel 1.2 Hasil Produksi Pertanian di Kota Metro Tahun 2016-2020

Tahun	Hasil Produksi (kuintal)
2016	64. 268, 26
2017	51. 445, 80
2018	58. 333, 35
2019	54. 520, 61
2020	35. 144, 97

Sumber: BPS Kota Metro Tahun 2020

Antisipasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak kondisi iklim yang ekstrim tersebut dapat dilakukan pemantauan dan pemetaan dari zona pertanian yang termasuk ke dalam kategori rawan kekeringan. Informasi terkait persebaran zona rawan kekeringan lahan pertanian secara spasial menjadi sangat penting agar dapat memudahkan antisipasi dampak yang ditimbulkan serta membantu dalam penanganan yang lebih terencana (Shofiyati, 2007). Hal tersebut membutuhkan bantuan teknologi yang dapat memberikan yang tepat dalam waktu singkat.

Teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan metode yang dapat digunakan untuk memetakan daerah rawan kekeringan lahan (Krismayani dkk., 2021). Sistem Informasi Geografis adalah teknologi yang berkembang saat ini untuk membantu mengolah data dan menghasilkan informasi, dengan menggunakan parameter-parameter tumpang susun (*overlay*). Selain itu, penerapan teknologi *remote sensing* atau penginderaan jauh dapat menghasilkan masukan terkait peringatan informasi dini dalam pembuatan

kebijakan mitigasi daerah lahan pertanian yang rawan mengalami kekeringan dan dapat dipantau secara berkelanjutan (Utomo, 2022).

Penginderaan jauh dapat melakukan monitoring terkait suatu kondisi lingkungan baik di masa lalu, yang sedang terjadi, dan masa yang akan datang. Pada bidang pertanian, penginderaan jauh menggunakan *Near Infra Red* (NIR), gelombang sinar tampak, dan *thermal infrared* (Shofiyati, 2007). Dampak terkait pertanian dapat diperkirakan kejadian dan intensitasnya dengan menggunakan indeks vegetasi. Beberapa produk penginderaan jauh yang dapat digunakan antara lain yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Difference Water Index* (NDWI), dan *Normalized Difference Drought Index* (NDDI). Gabungan dari beberapa algoritma atau indeks yang dipadukan dengan penginderaan jauh akan menghasilkan penilaian kondisi kekeringan yang lebih komprehensif.

Indeks vegetasi merupakan perhitungan secara kuantitatif yang digunakan untuk menghitung biomasa atau kondisi vegetasi. NDVI merupakan indeks vegetasi yang paling sederhana, efisien dan sering digunakan. Terdapat korelasi yang kuat antara suhu permukaan dan NDVI (Sruthi, 2015). NDWI adalah indeks turunan satelit yang lebih baru dari saluran NIR dan gelombang pendek inframerah yang mencerminkan perubahan baik kandungan air dan mesofil spons di kanopi vegetasi. Karena NDWI dipengaruhi oleh kekeringan dan layu di tajuk vegetasi, ini mungkin menjadi indikator yang lebih sensitif daripada NDVI untuk pemantauan kekeringan (Tavazohi, 2018).

Pertanian sangat dipengaruhi oleh laju perubahan iklim serta sistem produksi pertanian. Untuk itu, diperlukan berbagai penelitian dan pengkajian tentang perubahan iklim dan dampaknya terhadap sektor pertanian. Penelitian ini berfokus untuk mengetahui daerah zona rawan kekeringan pada lahan pertanian menggunakan parameter penginderaan jauh berupa *Normalized Difference Drought Index* (NDDI). Hasil pengolahan data menggunakan indeks ini akan

memberikan respon daerah kekeringan yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan indeks NDVI dan NDWI saja.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk mencoba melakukan penelitian tentang analisis spasial tempora zona rawan kekeringan lahan pertanian di Kota Metro pada tahun 2016-2021. Penelitian ini sesuai dengan pembelajaran geografi pada jenjang SMA Kelas 12 dengan Kompetensi Dasar (KD) 3.1 ‘Menganalisis citra penginderaan jauh untuk perencanaan kajian tata guna lahan dan transportasi’ dan 3.2 ‘Menganalisis pemanfaatan peta dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk inventarisasi sumberdaya alam, perencanaan pembangunan, kesehatan lingkungan, dan mitigasi bencana’. Penelitian ini akan disusun dalam sebuah tugas akhir dengan judul “**Analisis Spasial Temporal Zona Rawan Kekeringan Lahan Pertanian Berbasis *Remote Sensing* di Kota Metro**”.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari uraian pada latar belakang, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Adanya identifikasi fenomena kekeringan di Kota Metro berdasarkan indeks presipitasi SPI 3 bulanan (Desember 2021 – Februari 2022).
2. Penurunan hasil pertanian Kota Metro dalam beberapa tahun terakhir dan adanya ancama gagal panen pertanian akibat kekeringan.
3. Belum adanya peta persebaran zona rawan kekeringan lahan pertanian di Kota Metro berdasarkan algoritma NDDI.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana perubahan persebaran kekeringan lahan pertanian menggunakan algoritma NDDI di Kota Metro pada tahun 2016 dan 2021?
2. Bagaimana persebaran zona rawan kekeringan lahan pertanian di Kota Metro?.
3. Bagaimana kemampuan penginderaan jauh untuk membantu dalam mendeteksi zona rawan kekeringan lahan pertanian?.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis perubahan persebaran kekeringan lahan pertanian menggunakan algoritma NDDI di Kota Metro tahun 2016 dan 2021.
2. Menganalisis persebaran zona rawan kekeringan lahan pertanian di Kota Metro.
3. Menganalisis kemampuan penginderaan jauh untuk membantu dalam mendeteksi zona rawan kekeringan lahan pertanian.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, maka manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi Pemerintah
 - a) Memberikan informasi yang dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan dibidang pertanian.

b) Memberikan dan menyediakan peta yang memuat informasi tentang persebaran zona rawan kekeringan lahan pertanian, sehingga dapat mengoptimalkan hasil produksi pertanian.

2. Bagi Peneliti

a) Memberikan tambahan pengetahuan terkait aplikasi penginderaan jauh dalam lingkup kajian geografi.

b) Syarat untuk menyelesaikan studi strata 1 di Universitas Lampung.

3. Bagi Pihak Lain

a) Sebagai bahan referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

b) Sebagai perbandingan penelitian sejenisnya.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

1. Ruang lingkup objek penelitian ini adalah zona rawan kekeringan lahan pertanian di Kota Metro.
2. Ruang lingkup subjek penelitian ini adalah lahan pertanian di Kota Metro.
3. Ruang lingkup tempat dan waktu penelitian adalah di Kota Metro pada tahun 2022.
4. Ruang lingkup ilmu penelitian ini adalah sistem informasi geografis, penginderaan jauh, dan interpretasi citra digital.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

A. Geografi

Secara harfiah, geografi berarti deskripsi tentang bumi atau ilmu yang menggambarkan keadaan bumi. Istilah geografi memiliki berbagai nama di berbagai negara bahasa Belanda menyebut geografi dengan *aardrijkunde*, bahasa Inggris mengenalnya dengan nama *geography*, dan bahasa Yunani menamakannya *goeographia*. Menurut Bintarto tahun 1997, Geografi merupakan ilmu pengetahuan yang menerangkan sifat bumi, menganalisis fenomena alam dan penduduk, dan mempelajari ciri khas mengenai kehidupan serta berusaha mencari fungsi dari unsur bumi dalam waktu dan ruang.

Sedangkan menurut, Seminar dan Lokakarya Geografi tahun 1988 geografi adalah ilmu yang mempelajari perbedaan dan persamaan suatu fenomena geosfer menggunakan sudut pandang kewilayahan, kelingkungan dalam konteks keruangan. Sehingga penulis dapat menyimpulkan geografi merupakan suatu ilmu yang mempelajari fenomena geosfer meliputi sifat, gejala alam, dan sosial yang dikaji berdasarkan konteks keruangan.

Studi geografi memiliki prinsip yang akan mendasari penyingkapan suatu gejala atau objek. Menurut Nursid Sumaatmadja tahun 1981, terdapat empat prinsip antara lain:

1. Prinsip interelasi

Prinsip interelasi adalah gejala atau fakta yang terjadi di suatu tempat tertentu. Setelah mengetahui penyebaran gejala dan fakta geografi dalam lokasi tersebut, langkah selanjutnya menyingkap hubungan antara gejala atau fakta yang ada di tempat itu.

2. Prinsip penyebaran

Persebaran gejala dan fakta di setiap lokasi atau tempat di permukaan bumi berbeda-beda. Ada yang tersebar merata, tidak merata, atau menggerombol. Dengan memperhatikan dan menggambarkan persebaran gejala tersebut dalam suatu ruang, kita mampu menyingkapkan kecenderungan yang dapat dipakai untuk prediksi di masa mendatang.

3. Prinsip korologi

Prinsip korologi merupakan ciri dari studi geografi modern. Pada prinsip korologi ini, gejala, faktor, dan masalah geografi dipandang dari segi penyebaran gejala, fakta, dan masalah geografi dalam ruang. Baik penyebaran, interelasi, maupun interaksi antara gejala, fakta, dan masalah sudah diketahui dalam suatu ruang.

4. Prinsip deskripsi

Prinsip deskripsi berfungsi memberikan gambaran yang lebih detail tentang gejala, fakta, atau faktor serta masalah yang diteliti. Prinsip ini tidak hanya menjelaskan peristiwa tersebut dengan kata-kata dan penggambarannya dengan peta, tetapi juga didukung dengan diagram, grafik, tabel, dan hasil-hasil tumpang susun gejala-gejala tersebut melalui analisis komputer dengan menggunakan sistem informasi geografi.

Konsep geografi merupakan cara pandang geografi terhadap bumi. Konsep dasar geografi terdiri dari 10 jenis, yaitu

1. Konsep lokasi

Lokasi memiliki dua makna yaitu lokasi absolut dan lokasi relatif. Lokasi absolut adalah lokasi yang sudah pasti, misalnya lokasi suatu objek di permukaan bumi yang menggunakan sistem koordinat. Lokasi relatif adalah lokasi suatu objek yang nilai-nilainya berkaitan dengan objek atau objek-objek lain (pusat-pusat pertumbuhan yang ada di sekitarnya).

2. Konsep jarak

Jarak dapat dibedakan, yaitu jarak absolut dan jarak relatif atau jarak fisik dan jarak sosial (abstrak). Jarak absolut merupakan jarak sebenarnya (dalam satuan tertentu).

3. Konsep aglomerasi

Terdapat suatu pengelompokan (aglomerasi) berbagai aktivitas manusia dalam beradaptasi dengan lingkungannya, seperti permukiman, aktivitas pertanian, perdagangan, dan lain-lain.

4. Konsep keterjangkauan

Makna keterjangkauan adalah dapat tidaknya atau mudah tidaknya suatu lokasi dijangkau dari lokasi lain. Keterjangkauan tergantung dari jarak yang ditempuh dan yang diukur dengan jarak fisik, biaya, dan waktu serta berbagai hambatan medan.

5. Konsep interaksi

Interaksi adalah hubungan timbal balik antara dua daerah atau lebih yang dapat menghasilkan fenomena baru, penampilan, dan masalah.

6. Konsep diferensiasi keruangan

Wilayah di permukaan bumi mempunyai kondisi fisik, sumber daya, dan manusia yang berbeda antara satu dan lainnya. Berbagai gejala dan permasalahan geografis yang tersebar dalam ruang mempunyai karakteristik yang berbeda.

7. Konsep pola

Konsep pola berkaitan dengan persebaran fenomena di permukaan bumi, seperti fenomena alam. Pola permukiman penduduk terkait dengan sungai, jalan, bentuk lahan dan lain sebagainya.

8. Konsep morfologi

Konsep morfologi menjelaskan tentang daratan muka bumi adalah hasil penurunan atau pengangkatan wilayah melalui proses geologi, seperti erosi dan sedimentasi.

9. Konsep nilai kegunaan

Konsep nilai kegunaan berhubungan dengan interaksi manusia dan lingkungan yang memberikan suatu nilai penting pada aspek-aspek tertentu.

10. Konsep interaksi dan interdependensi

Konsep interaksi dan interdependensi menyatakan ketergantungan setiap wilayah dalam memenuhi kebutuhannya sendiri tetapi memerlukan hubungan dengan daerah lain sehingga memunculkan hubungan interaksi (timbang balik) dalam bentuk arus barang, jasa, komunikasi, persebaran ide, dan lain sebagainya.

B. Kekeringan

Kekeringan adalah fenomena yang berhubungan erat dengan persediaan air untuk kepentingan masyarakat dan keseimbangan antara kebutuhan (Darfia dkk., 2016). Kurangnya persediaan air tersebut meliputi air tanah dan air permukaan. Kondisi tersebut dapat disebabkan karena kondisi alam ataupun pengelolaan lingkungan oleh manusia itu sendiri (Fadlillah dkk., 2018). Kekeringan merupakan keadaan tidak adanya hujan yang terjadi dalam waktu panjang atau kurangnya pasokan air di sektor penting (rumah tangga, industri, dan pertanian). Kondisi alam yang berpengaruh salah satunya karena curah hujan di bawah rata-ratanya.

Kekeringan menjadi bencana alam langganan setiap tahunnya yang terjadi akibat kurangnya distribusi air hujan atau tidak adanya tampungan air dalam tanah, sehingga menimbulkan volume air permukaan seperti sungai berada pada ambang batas minimum (Fathoni, 2015).

Berdasarkan laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change*, dikatakan bahwa dalam kurun waktu 25 tahun terakhir dunia semakin mengalami kerawanan terhadap kekeringan dan dinilai akan semakin parah pada masa mendatang. Bencana kekeringan termasuk ke dalam bencana alam kategori

hidroklimatologis. Setiap fenomena kekeringan akan memiliki perbedaan intensitas, lama, dan persebaran ruangnya.

Indonesia memiliki ketersediaan air yang berlimpah saat musim hujan, namun di beberapa daerah berbanding terbalik karena daerah tertentu kerap mengalami kekeringan (Dony dkk., 2018). Sumberdaya air adalah salah satu faktor yang pertama kali terdampak bila terjadi kekeringan dan kemudian mempengaruhi berbagai sektor sebagai penggunaannya. Menurut Muliawan dkk (2012) terdapat 3 jenis kekeringan antara lain.

1. Kekeringan Meteorologis (*Meteorology Drought*)

Kekeringan meteorologis merupakan kurangnya air hujan normal dalam periode tertentu. Jenis kekeringan ini adalah indikasi pertama penyebab kekeringan. Kekeringan meteorologis merupakan jenis kekeringan yang terjadi pertama kali saat jumlah, intensitas dan waktu hujan semakin berkurang di bawah kondisi normal. Kejadian ini dapat terjadi bersamaan dengan naiknya suhu udara, nilai kelembaban yang rendah, penyinaran matahari yang maksimal dan sedikit tutupan awan (Wilhite, 2000).

2. Kekeringan Pertanian (*Agricultural Drought*)

Jenis kekeringan ini merupakan tahap setelah kekeringan meteorologi. Kekeringan pertanian disebabkan karena berkurangnya kandungan air tanah sehingga tanaman kekurangan kebutuhan air pada suatu periode.

3. Kekeringan Hidrologi (*Hydrological Drought*)

Kekeringan hidrologi yaitu kekeringan hidrologis diukur dari ketinggian muka air sungai, waduk dan air tanah. Kekeringan hidrologi yaitu kekurangan pasokan air permukaan dan air tanah dalam bentuk air danau dan waduk, aliran sungai, dan muka air tanah.

Bencana kekeringan tentu saja akan memberikan dampak negatif bagi semua makhluk hidup di permukaan bumi, berikut adalah beberapa dampak negatif kekeringan:

1. Kebakaran lahan/hutan

Kawasan hutan Indonesia tentu saja memiliki peluang terjadinya kebakaran yang cukup serius jika terjadinya kekeringan dalam jangka waktu panjang tanpa adanya penanganan yang baik.

2. Penurunan hasil pertanian

Pada sektor pertanian, kekeringan akan memberikan dampak terganggunya sistem irigasi. Hal tersebut akan mengakibatkan penurunan produktivitas hasil pertanian. Ketersediaan air yang minim akan menghambat pertumbuhan produksi pertanian termasuk padi.

3. Peningkatan degradasi dan disertifikasi lahan

Degradasi lahan adalah proses penurunan produktivitas lahan yang sifatnya sementara maupun tetap, dicirikan dengan penurunan sifat fisik, kimia dan biologi. Lahan terdegradasi bukan saja merupakan lahan yang tidak produktif, tetapi juga dapat menjadi sumber bencana, mulai dari kekeringan, banjir, tanah longsor, sampai kebakaran yang bisa berdampak terhadap terjadinya percepatan pemanasan global dan berdampak pada kekeringan jangka panjang yang melanda banyak daerah di dunia.

Cara yang dapat digunakan untuk memantau potensi kekeringan lahan pertanian adalah melalui pemanfaatan foto citra satelit hasil produk teknologi penginderaan jauh melalui interpretasi data citra. Dengan mengaitkan berbagai parameter yang memicu terjadinya kekeringan maka dapat diidentifikasi wilayah yang berpotensi mengalami kekeringan.

C. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem informasi geografis adalah suatu komputerisasi berbasis sistem informasi untuk memberikan data dalam bentuk digital dan analisis terhadap permukaan geografi bumi (Awangga, 2019). Menurut Purwadhi 1994, sistem informasi geografis adalah sistem yang dapat mengorganisir perangkat lunak,

perangkat keras, dan data serta digunakan untuk menyimpan, mengolah, menganalisis data yang berkaitan dengan aspek keruangan.

Sistem informasi geografis (SIG) merupakan suatu sistem yang mengorganisir perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), dan data. Serta dapat mendayagunakan sistem penyimpanan, pengolahan, maupun analisis data secara simultan sehingga dapat diperoleh informasi yang berkaitan dengan aspek keruangan. Objek yang akan dikaji sistem informasi geografis mengacu pada suatu lokasi dan bermanfaat untuk merepresentasikan objek tersebut menjadi gambaran berupa peta. Ada banyak simbol yang digunakan dalam pemetaan antara lain titik, garis, dan poligon yang termasuk ke dalam data spasial.

1. Komponen SIG

SIG terdiri dari komponen-komponen yang saling berhubungan dan tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Adapun komponen SIG antara lain sebagai berikut:

- a) Sistem Komputer adalah *hardware* dari sistem SIG yang terdiri dari monitor, CPU, *keyboard*, *mouse*, dan sebagainya.
- b) *Software* yaitu aplikasi atau program yang akan digunakan untuk mendukung dalam mengolah dan output data. Contoh dari *software* tersebut adalah ArcGis, Qgis, dan lainnya.
- c) Database adalah komponen SIG yang akan diolah nantinya dan terdiri dari dua model yaitu vektor dan raster. Titik, garis, dan poligon masuk dalam jenis model data vektor. Sedangkan data raster yaitu berupa *pixel* yang menampilkan permukaan bumi.
- d) Metode adalah prosedur dari proses analisis SIG yang melibatkan proses *input*, penyimpanan, pengolahan, analisis, dan output.
- e) Sumber daya manusia berfungsi sebagai pengguna (*brainware*) yang bertanggung jawab dalam hampir seluruh proses seperti mengumpulkan,

mengolah, menganalisis, dan publikasi data geografis. Komponen ini penting untuk dapat menjadikan data yang ada menjadi beberapa peta sesuai dengan kebutuhan.

2. Ruang Lingkup SIG

Ruang lingkup sistem informasi geografis terdiri 5 proses tahapan dasar yang perlu dipahami, antara lain meliputi:

a) Input data

Sebelum data geografi digunakan dalam SIG, data tersebut harus dikonversi ke dalam format digital. Proses tersebut dinamakan digitasi. Proses digitasi memerlukan sebuah *hardware* tambahan yaitu sebuah *digitizer* lengkap dengan mejanya.

b) Transformasi data

Tipe data yang digunakan dalam SIG mungkin perlu ditransformasi atau dimanipulasi dengan beberapa cara agar sesuai dengan sistem. Misalnya terdapat perbedaan dalam skala, sehingga sebelum dimasukkan dan diintegrasikan harus ditransformasikan ke dalam skala yang diinginkan.

c) *Editing*

Tahapan ini merupakan tahapan koreksi dari proses digitasi. Koreksi tersebut dapat berupa penambahan atau pengurangan *arc* atau *feature* dengan mengedit *arc* yang berlebihan *overshoot* atau menambahkan *arc* yang kurang *undershoot*. *Editing* juga dapat dilakukan untuk menambahkan *arc* secara manual seperti membuat *polygon*, *line* maupun *point*.

d) Manajemen data

Setelah input data, proses selanjutnya adalah pengelolaan data-data deskriptif meliputi pemberian tulisan pada *coverage*, *labelling* atau pemberian informasi pada peta bersangkutan, dan *attributing* yaitu tahapan dimana setiap label ID hasil proses *labelling* diberi tambahan atribut yang

dapat memberikan sejumlah informasi tentang poligon atau *arc* yang diwakilinya.

e) *Query* dan analisis

Query pada SIG merupakan proses analisis tetapi dilakukan secara proses tabuler. Secara fundamental analisis pada SIG menggunakan analisis spasial. SIG memiliki banyak kelebihan dalam analisis spasial, tetapi dua hal yang paling penting yaitu

- a) Analisis *Proximity* : merupakan analisis geografi yang berbasis pada jarak antar layer, dalam hal ini menggunakan proses *buffering* untuk menentukan dekatnya hubungan antar sifat bagian yang ada.
- b) Analisis *Overlay* : proses integrasi data dari lapisan layer-layer yang berbeda disebut *overlay*. Contoh *overlay* yaitu integrasi antara data tanah, lereng, vegetasi , hujan, pengelolaan lahan.

3. Manfaat SIG

Sistem Informasi Geografis (SIG) menawarkan manfaat yang beragam, adapun beberapa manfaat tersebut yaitu:

- a) Sebagai alat analisis komunikasi dan integrasi antar disiplin ilmu terutama yang memerlukan informasi-informasi *geosciences*.
- b) Memecahkan masalah seputar akurasi representasi, akurasi prediksi dan keputusan yang diambil berdasarkan representasi, minimalisasi volume data yang digunakan, maksimalisasi kecepatan komputasi, kesesuaian dengan para pengguna, perangkat lunak, dan proyek-proyek yang lain mengenai bumi.
- c) Membantu pemecahan masalah di berbagai bidang. Contohnya pada sektor pertanian, sistem informasi geografis dapat membantu pemetaan wilayah rawan kekeringan dibantu dengan data penginderaan jauh berupa citra satelit. Penggunaan pendekatan SIG penting dilakukan untuk mengatasi hambatan pemetaan sebaran kekeringan atau penyediaan informasi kekeringan secara spasial yang *up-to-date* atau *real time*.

D. Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*)

Menurut Lillesand, Kiefer, dan Chipman (2006), Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk mendapatkan informasi tentang suatu objek, area atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh oleh perangkat yang tidak bersentuhan dengan objek, daerah, atau fenomena yang sedang diselidiki. Penginderaan jauh juga dinyatakan sebagai suatu ilmu dan teknik karena menurut Jensen dan Dahlberg (1986) penginderaan jauh merupakan teknik geografi yang berkembang menjadi disiplin ilmu sendiri.

Penginderaan jauh berkembang sebagai ilmu dan berhasil menjadi alat yang memperoleh data tanpa adanya kontak secara langsung dengan objek yang hendak dicari informasi dan datanya secara cepat. Data penginderaan jauh dapat berupa citra maupun non-citra. Citra penginderaan jauh merupakan gambaran yang mirip dengan wujud aslinya atau paling tidak berupa gambaran planimetriknya, sehingga citra merupakan keluaran suatu sistem perekaman data bersifat optik, analog, dan digital. Data non-citra dapat berupa grafik, diagram, dan numerik.

Citra penginderaan jauh memuat data maupun informasi yang menggambarkan kondisi permukaan bumi. Banyak manfaat yang diberikan oleh penginderaan jauh, salah satunya adalah pemetaan mitigasi kekeringan (Wibowo, 2017). Teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis dapat mengetahui lokasi yang lebih akurat. Sehingga dalam memetakan potensi bencana kekeringan dapat dilakukan dengan lebih baik menggunakan kedua teknologi tersebut.

1. Keunggulan Penginderaan Jauh

Terdapat banyak keunggulan dan alasan untuk menggunakan penginderaan jauh, berikut adalah beberapa keunggulan tersebut:

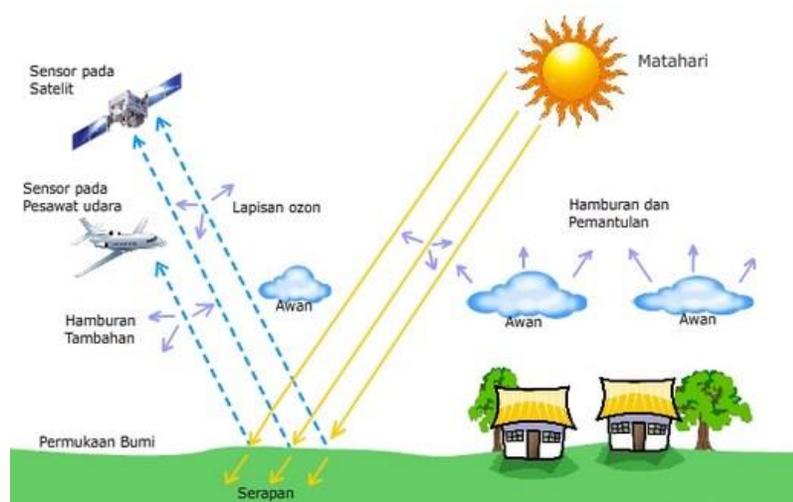
- Biaya yang dikeluarkan lebih murah

Tanpa adanya penginderaan jauh proses pemetaan dilakukan dengan survei. Semakin luas suatu daerah yang akan dipetakan, maka biaya survei akan lebih mahal.

- Proses pekerjaan yang lebih cepat
Pengukuran langsung di lapangan biasanya akan dijumpai beberapa kesulitan atau hambatan. Contohnya saat memetakan suatu kawasan hutan yang luas dan sulit dijangkau akan lebih mudah jika memanfaatkan penginderaan jauh menggunakan citra inframerah.
- Tidak membutuhkan banyak tenaga
Jika menggunakan survei lapangan tentu akan membutuhkan banyak tenaga, sedangkan saat memanfaatkan penginderaan jauh hanya akan ke lapangan saat cek lapangan atau uji keakuratan analisis citra.

2. Komponen Penginderaan Jauh

Terdapat beberapa komponen yang saling mendukung dalam suatu sistem penginderaan jauh. Komponen tersebut meliputi atmosfer, sumber tenaga, interaksi tenaga dengan benda di permukaan bumi, sensor, dan berbagai pengguna data. Berikut adalah ilustrasi dari sistem penginderaan jauh:



Gambar 2.1 Komponen dalam Sistem Penginderaan Jauh
Sumber: *google*

- Sumber tenaga
Penginderaan jauh sistem aktif maupun penginderaan jauh sistem pasif memerlukan sumber tenaga. Penginderaan jauh sistem pasif memerlukan tenaga alamiah (matahari), sedangkan penginderaan jauh sistem aktif menggunakan tenaga buatan.
- Atmosfer
Gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari tidak semuanya mencapai permukaan bumi. Di atmosfer banyak terdapat gas-gas yang dapat menghalangi gelombang elektromagnetik untuk sampai ke permukaan bumi. Bagian dari gelombang elektromagnetik yang dapat melalui atmosfer disebut jendela atmosfer (*atmospheric windows*).
- Interaksi tenaga dengan benda di permukaan bumi
Interaksi tenaga elektromagnetik dengan benda-benda di permukaan bumi terjadi dalam empat bentuk, yakni: penerusan (*transmission*), pantulan (*reflection*), *scattering*, penyerapan (*absorption*). Interaksi tenaga dengan objek inilah yang direkam oleh sensor. Interaksi mempengaruhi kecerahan gambaran objek pada citra.
- Sensor
Sensor merupakan alat perekam gelombang elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan oleh objek di permukaan bumi. Kemampuan suatu sensor untuk merekam objek terkecil dan menyajikannya pada citra sehingga dapat dikenali disebut resolusi spasial.
- Pengguna data
Pengguna data berupa manusia yang merupakan salah satu komponen penginderaan jauh berperan dalam menentukan kualitas terapan penginderaan jauh. Faktor manusia (*human factor*) menjadi aspek penting dalam sistem penginderaan jauh.

3. Interpretasi Citra

Penginderaan jauh yang dilakukan secara manual, maka perolehan data dengan perekaman objek di permukaan bumi hasilnya berupa foto udara. Selanjutnya analisis hasil perekaman tersebut dilakukan secara visual. Dalam interpretasi citra dapat dilakukan menggunakan dua cara, yaitu visual dan digital. Berikut adalah unsur-unsur yang perlu diperhatikan saat melakukan interpretasi citra secara visual:

1. Rona atau warna

Unsur rona atau warna berupa tingkat kecerahan suatu objek foto udara. Sedangkan rona sering dinyatakan dalam bentuk kelabu, cerah, kelabu gelap, dan gelap.

2. Bentuk

Bentuk suatu objek dalam foto udara dapat berupa persegi, lingkaran, segitiga dan lain sebagainya yang akan memudahkan dalam membedakan suatu objek. Contohnya pada foto udara daerah perkotaan, objek dengan bentuk leter U atau L biasanya menunjukkan objek sekolah.

3. Ukuran

Ukuran adalah atribut objek pada foto udara yang antara lain berupa jarak, luas, kemiringan, isi dan tingkat objek. Saat melihat ukuran suatu objek juga perlu diperhatikan skala foto udara tersebut.

4. Tekstur

Tekstur ialah frekuensi perubahan rona pada foto udara, atau pengulangan rona kelompok objek yang terlalu kecil untuk dibedakan secara individual. Tekstur ini sering dinyatakan kasar, sedang dan halus.

5. Pola

Pola atau susunan keruangan merupakan ciri yang menandai bagi banyak objek bentukan manusia dan bagi beberapa objek alamiah lainnya. Pernyataan pola ini sering dinyatakan sebagai kompak, teratur, tidak teratur, atau agak teratur (campuran).

6. Bayangan

Bayangan bersifat menyembunyikan detail atau objek yang ada di daerah yang gelap. Bayangan sering merupakan kunci interpretasi bagi beberapa objek yang justru lebih mudah dikenali dan lebih nampak dari bayangan, misalnya untuk jenis vegetasi.

7. Situs

Situs bukan merupakan ciri objek, melainkan dalam kaitan dengan lingkungan sekitarnya, atau bisa disebutkan bahwa situs adalah letak objek terhadap bentang darat atau letak objek terhadap objek lain di sekitarnya. Misalnya situs pohon kopi terletak di tanah kering karena tanaman kopi memerlukan pengukuran air yang baik.

8. Asosiasi

Asosiasi dapat diartikan sebagai keterkaitan antara objek yang satu dengan objek yang lain. Karena dengan keterkaitan ini, maka nampaknya suatu objek pada foto udara sering merupakan petunjuk bagi adanya objek lain. Sebagai contoh, stasiun kereta api berasosiasi dengan rel kereta api dan deretan gerbang kereta api.

Interpretasi secara digital merupakan evaluasi secara kuantitatif tentang informasi spectral yang tersaji pada citra. Penginderaan jauh secara digital ditangkap oleh sensor dalam bentuk angka dengan memiliki satuan nilai tertentu (*picture element/pixel*). *Pixel* mempunyai nilai refleksi tertentu, perbedaan nilai tiap *pixel* inilah yang digunakan untuk mengenali tiap objek.

Pemrosesan data secara digital bertujuan untuk:

1. Menyelesaikan data dalam jumlah banyak secara cepat.
2. Mengkategorikan secara otomatis setiap *pixel* yang mempunyai informasi spektral serupa.
3. Untuk memperoleh tingkat ketepatan yang tinggi. Secara garis besar pemrosesan data secara digital meliputi: perbaikan citra (*image*

restoration), penyadapan data (*information extraction*). Perbaikan citra meliputi:

- (a) perbaikan data citra,
- (b) melakukan koreksi geometri, dan
- (c) koreksi radiometrik.

E. Citra Landsat 8

Citra Landsat merupakan salah satu citra yang populer dan banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Landsat 8 adalah generasi penerus dari misi landsat yang merupakan satelite pengamat bumi pertama kali sejak 1972 (Landsat 1). *Eart Resources Technology Satellite 1* yang akhirnya berganti nama menjadi Landsat 1 diluncurkan pada 23 Juli 1972 dan mulai beroperasi sampai 6 Januari 1978. Spesikasi landsat 8 dan landsat 7 memiliki spesikasi yang hampir mirip seperti pada resolusinya, metode koreksi, ketinggian terbang, dan karakteristik sensor (Purwanto, 2015).

1. Karakteristik Citra Landsat 8

Satelit landsat 8 Satelit landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Berikut adalah manfaat dari setiap band pada citra landsat 8:

Tabel 2.1. Pemanfaatan Band pada Citra Landsat 8

Band Spektral	Panjang Gelombang (mikrometer)	Manfaat dalam Pemetaan
Band 1 – Coastal Aerosol	0,43 – 0,45	Penelitian <i>Coastal</i> dan Aerosol.
Band 2 - Blue	0,45 – 0,51	Pemetaan batimetri, membedakan tanah dari vegetasi dan gugur dari vegetasi jenis konifera.
Band 3 – Green	0,53 – 0,59	Menekankan puncak vegetasi untuk menilai kekuatan tanaman.
Band 4 – Red	0,64 – 0,67	Membedakan lereng vegetasi

Tabel 2.1 (Lanjutan)

Band 5 – Near Infrared (NIR)	0,85 – 0,88	Menekankan konten biomassa dan garis pantai.
Band 6 – Short-Wave Infrared (SWIR) 1	1,57 – 1,65	Diskriminasi kadar air tanah dan tumbuhan; menembus awan tipis.
Band 7 – Short-Wave Infrared (SWIR) 2	2,11 – 2,29	Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi; penetrasi awan tipis.
Band 8 – Panchromatic	0,50 – 0,68	Resolusi 15m definisi gambar lebih tajam.
Band 9 - Cirrus	1,36 – 1,38	Peningkatan deteksi kontaminasi awan cirrus.
Band 10 – TIRS 1	10,60 – 11,19	Resolusi 100m; pemetaan termal dan perkiraan kelembaban tanah
Band 11 – TIRS 2	11,50 – 12,51	Resolusi 100m; pemetaan termal yang lebih baik dan perkiraan kelembaban tanah

Sumber : Christianto dkk., 2019.

Berikut adalah resolusi yang terdapat pada citra landsat 8:

- Resolusi Spasial

Resolusi spasial adalah ukuran objek terkecil yang masih dapat disajikan dibedakan, dan dikenali pada citra. Semakin kecil ukuran objek yang dapat direkam, semakin baik resolusi spasialnya. Begitupun sebaliknya, semakin besar ukuran obyek yang dapat direkam, semakin buruk resolusi spasialnya. Citra landsat 8 memiliki kemampuan merekam yang bervariasi yaitu:

- 15 meter (pankromatik),
- 30 meter (multispektral),
- dan 100 meter (termal).

- Resolusi Spektral

Resolusi spektral merupakan ukuran kemampuan sensor dalam memisahkan objek pada beberapa kisaran panjang gelombang. Citra landsat 8 memiliki 11 band yang setiap band memiliki panjang gelombang dan kepekaan terhadap masing-masing objek yang berbeda.

- Resolusi Radiometrik

Resolusi radiometrik yaitu ukuran kemampuan sensor dalam merekam atau mengindra perbedaan terkecil suatu objek dengan objek yang lain (ukuran kepekaan sensor). Resolusi radiometrik berhubungan dengan kekuatan sinyal, kondisi atmosfer (hamburan, serapan dan tutupan awan), dan saluran spektral yang digunakan. Terdapat 16 bit pada citra landsat 8 sehingga dapat merekam 65.536 warna yang berbeda. Sehingga tingkat ketelitian untuk citra landsat 8 ini tinggi.

- Resolusi Temporal

Resolusi temporal adalah kemampuan sensor untuk merekam ulang objek yang sama. Semakin cepat suatu sensor merekam ulang objek yang sama, semakin baik resolusi temporalnya. Citra landsat 8 memiliki kemampuan merekam ulang objek yang sama selama 16 hari.

2. Keunggulan Citra Landsat 8

Beberapa keunggulan citra landsat 8 dibandingkan citra landsat lainnya yaitu:

1. Memiliki kanal *Near Infra Red* (NIR-Kanal 5) sehingga dengan menggunakan kombinasi *Red, Green, Blue* (RGB) yang tepat akan menunjukkan lokasi suatu vegetasi.
2. Band 1 (*ultra blue*) dapat menangkap panjang gelombang elektromagnetik lebih rendah dari pada landsat 7, sehingga lebih sensitif terhadap perbedaan reflektan air laut atau aerosol.
3. Band *thermal* (10 dan 11) pada citra landsat 8 memiliki warna lebih terang sehingga sangat bermanfaat untuk membedakan bagian permukaan bumi yang memiliki suhu lebih panas dibandingkan area sekitarnya.

F. *Normalized Difference Drought Index (NDDI)*

NDDI adalah indeks berbasis satelit dengan kemampuan menunjukkan kompleksitas geo meteorologi pada suatu lingkungan yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan memantau kekeringan. NDDI merupakan salah satu indeks yang memiliki respon lebih tinggi terhadap kekeringan dibandingkan indeks lain. Dalam menggunakan algoritma NDDI dibutuhkan sumber data citra satelit landsat 8. NDDI baru dikembangkan pada tahun 2007 dan menggabungkan parameter kelembaban vegetasi (NDWI) serta vegetasi kehijauan (NDVI) (Utomo dkk., 2022).

- **NDVI**

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) adalah suatu indeks sederhana yang mempunyai nilai *range* dinamis dan sensitif yang paling bagus terhadap perubahan tutupan vegetasi. Saluran yang digunakan dalam transformasi ini adalah saluran merah dan inframerah. Kedua saluran ini dipilih karena memiliki kepekaan yang berbeda terhadap vegetasi (Fadlillah dkk., 2018).

Indeks Kekeringan berdasarkan nilai NDVI Kriteria kekeringan dapat ditentukan berdasarkan hasil pengolahan menggunakan algoritma NDVI dengan menggunakan *band red* dan *band NIR* sehingga diperoleh nilai NDVI. Berikut adalah algoritma NDVI:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Keterangan:

NDVI = Nilai NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

NIR = saluran inframerah dekat (Band 5)

Red = saluran merah (Band 4) (Fathoni, 2015)

Nilai-nilai tersebut dikelompokkan ke dalam 5 kelas menurut Peraturan Menteri Kehutanan RI nomor P.12/Menhut-II/2012.

Tabel 2.2 Klasifikasi Kelas NDVI

Kelas	NDVI	Keterangan
1	-1 s/d -0,03	Lahan tidak bervegetasi
2	-0,04 s/d 0,15	Kehijauan sangat rendah
3	0,16 s/d 0,25	Kehijauan rendah
4	0,26 s/d 0,35	Kehijauan sedang
5	0,36 s/d 1,00	Kehijauan tinggi

Sumber :Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.23/Menhut-II/2012, 2012

Indeks vegetasi adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara *band* merah dan *band* NIR (*Near-Infrared Radiation*) yang telah lama digunakan sebagai indikator keberadaan dan kondisi vegetasi (Lillesand dan Kiefer 1997). Semakin rendah nilai NDVI, tingkat kerawanan terhadap kekeringan akan semakin tinggi, sebaliknya, nilai NDVI yang tinggi menunjukkan daerah tersebut mempunyai tingkat kerawanan terhadap kekeringan yang tergolong rendah (Prayoga, 2017).

- **NDWI**

Normalized difference water index (NDWI) adalah indeks turunan satelit yang lebih baru dari saluran NIR dan gelombang pendek inframerah (SWIR) yang mencerminkan perbedaan kandungan air. Karena NDWI dipengaruhi oleh kekeringan dan layu di tajuk vegetasi, ini mungkin merupakan indikator yang lebih sensitif daripada NDVI untuk pemantauan kekeringan. NDWI adalah NDWI yang dibuat oleh Gao pada tahun 1996.

Nilai indeks meningkat pada vegetasi yang memiliki kandungan air atau dari tanah kering ke air terbuka. Indeks ini dapat digunakan untuk mendeteksi vegetasi yang mengalami kekeringan. Persamaan di bawah ini digunakan untuk mendapatkan citra NDWI :

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Keterangan:

NDWI = Nilai NDWI (*Normalized Difference Water Index*)

NIR = saluran inframerah dekat (Band 5)

SWIR = saluran inframerah dekat (Band 6)

NDWI adalah suatu algoritma yang digunakan untuk deteksi badan air. Badan air memiliki kapasitas untuk menyerap secara kuat panjang gelombang sinar tampak dan infra merah. NDWI dapat dibagi menjadi tiga klasifikasi sebagai berikut:

Tabel 2.3 Klasifikasi Kelas NDWI

Kelas	NDWI	Keterangan
1	$-1 < NDWI < 0$	Non badan air
2	$0 < NDWI < 0.33$	Kebasahan sedang
3	$0.33 < NDWI < 1$	Kebasahan tinggi

Sumber : Lestari (2021)

Setelah melakukan pengolahan data citra landsat 8 menggunakan kedua algoritma di atas, selanjutnya akan dilakukan pengolahan menggunakan algoritma NDDI. *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) adalah indeks berbasis satelit yang mampu menunjukkan *geo-meteorological complexity* suatu lingkungan, dengan tujuan untuk memonitor dan mengidentifikasi kekeringan. NDDI menggabungkan parameter vegetasi kehijauan (NDVI) dan kebasahan vegetasi (NDWI). Pada NDDI, nilai yang lebih tinggi menunjukkan kondisi kekeringan. Berikut perhitungan algoritma NDDI untuk memperoleh indeks kekeringan dari suatu wilayah (Gudak, 2007). Berikut adalah rumus dari algoritma NDDI:

$$NDDI = \frac{NDVI - NDWI}{NDVI + NDWI}$$

Tingkat kekeringan sebanding dengan nilai NDDI di suatu wilayah. Algoritma ini cukup mudah dalam penghitungannya karena didasarkan pada perbedaan

yang dinormalisasi (dilakukan penambahan dan pengurangan) dan tidak bergantung pada data deret waktu (Gu dkk., 2007). Berikut adalah klasifikasi kelas algoritma NDDI:

Tabel 2.4 Klasifikasi NDDI Kelas Kekeringan Lahan

Nilai NDDI	Tingkat Kekeringan
-0,05 – 0,01	Normal
0,01 – 0,15	Kekeringan ringan
0,15 – 0,25	Kekeringan Sedang
0,25 – 1	Kekeringan berat
>1	Kekeringan sangat berat

Sumber : Renza dkk., (2010)

G. Lahan Pertanian

Lahan Pertanian adalah sebuah lahan yang mencakup kondisi tanah, iklim, hidrologi dan udara yang digunakan untuk memproduksi tanaman pertanian atau melakukan peternakan hewan. Lahan pertanian merupakan salah satu faktor produksi yang sangat penting karena merupakan media tumbuh bagi tanaman. Lahan yang dikelola dengan baik menghasilkan produksi yang optimal (Kementrian Pertanian 2012). Lahan pertanian khususnya sawah dapat dibedakan menjadi : (1) sawah irigasi, (2) sawah tadah hujan, (3) sawah lebak, (4) sawah pasang surut, (5) sawah bonorowo /sawah rawa (Tohir, 1991 dan Udin, 2013).

Lahan pertanian banyak ditemukan di negara daerah tropis, termasuk Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara pertanian yang cukup besar. Hal ini dikarenakan Indonesia berada di bagian khatulistiwa sehingga mendapatkan sinar matahari lebih banyak dari negara yang berada di luar khatulistiwa. Selain itu, Indonesia mempunyai gunung berapi yang aktif dan menyemburkan debu vulkanik. Debu vulkanik sendiri dapat menyuburkan tanah sehingga bagus untuk pertumbuhan tanaman pertanian dan hal itu

membuat sebagian besar masyarakat Indonesia bekerja dalam bidang pertanian.

Secara tabular, luas lahan pertanian di Indonesia 70,2 juta hektar sehingga lahan potensial (sesuai) yang tersisa sekitar 23,9 juta hektar sebagai lahan pertanian cadangan lahan pertanian mempunyai unsur-unsur yang dapat diukur seperti struktur tanah, tekstur tanah, distribusi curah hujan, temperatur, drainase, jenis vegetasi dan sebagainya. Lahan pertanian mempunyai beberapa sifat, yaitu karakteristik lahan, kualitas lahan, pembatas lahan, persyaratan penggunaan lahan dan perbaikan lahan.

Faktor yang menentukan keberhasilan pertanian tidak terlepas dari beberapa faktor salah satunya adalah iklim terutama curah hujan. Tanaman sangat dipengaruhi oleh fenomena geosfer, suatu lingkungan (geografi) atau kawasan sempit tempat tumbuhnya suatu tumbuhan tertentu disebut habitat misalnya habitat dataran tinggi, dataran rendah tebing dan lainnya. Lingkungan merupakan aspek keruangan yang meliputi faktor iklim, tanah (lahan), yang menentukan kondisi dan suatu tempat hidup makhluk hidup (Banowati dan Sriyanto, 2013).

Notohadiprawiro (1987) mengemukakan bahwa kemampuan lahan menyiratkan daya dukung lahan. Kemampuan lahan adalah mutu lahan yang dinilai secara menyeluruh dengan pengertian merupakan suatu pengenal majemuk lahan dan nilai kemampuan lahan berbeda untuk penggunaan yang berbeda. Dalam kaitannya dalam pemenuhan kebutuhan manusia, maka kemampuan lahan terjabarkan menjadi pengertian daya dukung lahan.

Sektor pertanian termasuk memegang peranan yang sangat penting karena masih merupakan basis perekonomian utama. Dengan terjadinya kekeringan di beberapa daerah yang mempengaruhi pada sektor pertanian menyebabkan para petani merugi dikarenakan hasil panennya menjadi berkurang dan tidak jarang mengalami gagal panen atau puso.

2.2 Penelitian yang Relevan

Berikut adalah penelitian relevan yang memiliki permasalahan serupa dengan penelitian ini:

Tabel 2.5. Penelitian Relevan

No	Judul Artikel	Penulis	Terbitan Jurnal	Tahun	Metode	Hasil
1.	Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh untuk Deteksi Kekeringan Pertanian Menggunakan Metode Normalized Defference Drought Index di Kabupaten Kendal	Sukmono, A., Rahman, F., & Yuwono, B. D.	Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian	2018	NDDI	Kekeringan pertanian menggunakan di Kendal terjadi pada bulan Juli 2015 dengan luas kekeringan normal 6980,362 ha, kekeringan ringan sebesar 13364,155 ha, kekeringan sedang 682,847 ha dan kekeringan berat 281,81 ha.
2.	Analisis Spasial Temporal Zona Rawan Kekeringan Lahan Pertanian Berbasis <i>Remote Sensing</i>	Utomo, A. S., Hadi, M. P., & Nurjani, E.	Jurnal Teknosains	2022	Metode deskriptif korelatif	Hasil identifikasi zona kekeringan lahan pertanian di Kabupaten Bantul pada sampel rekaman foto citra tahun 2015 s.d. 2020, luas area rata-rata terdampak kekeringan lahan pertanian di Kabupaten Bantul pada skala normal seluas \pm 6.500,49 ha, skala ringan seluas \pm 17.192,16 ha, skala sedang seluas \pm 8.636,155, dan terdampak kekeringan lahan pertanian skala berat seluas \pm 2.407,485 ha.

Tabel 2.5. (lanjutan)

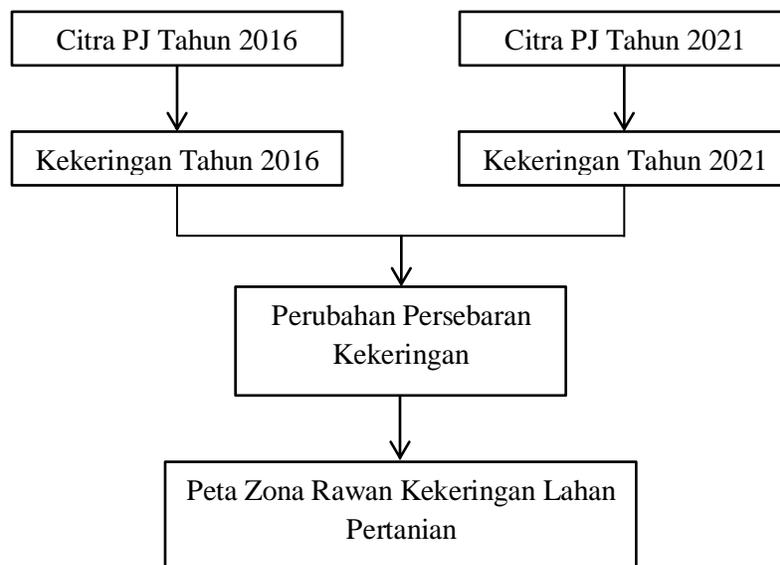
<p>3. Analisis Kekeringan Pada Lahan Pertanian Menggunakan Metode NDDI dan Perka BNPB Nomor 02 Tahun 2012 (Studi Kasus: Kabupaten Kendal Tahun 2015)</p>	<p>Rahman, F., Sukmono, A., & Yuwono, B. D</p>	<p>Jurnal Geodesi Undip</p>	<p>2017</p>	<p>NDDI</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan kekeringan pertanian menggunakan metode NDDI terjadi pada bulan Juli 2015 dengan luas kekeringan normal 6980,362 ha, ringan sebesar 13364,155 ha, kekeringan sedang 682,847 ha dan kekeringan berat 281,81 ha. Sedangkan ancaman kekeringan pertanian berdasarkan Perka BNPB diperoleh ancaman ringan sebesar 10818,737 ha, ancaman sedang 9757,974 ha dan ancaman tinggi 1078,97 ha.</p>
<p>4. Analisis Perbandingan Metode Normalized Difference Drought Index (NDDI) dan Thermal Vegetation Index (TVX) dalam Menentukan Kekeringan Lahan Sawah (Studi Kasus: Kabupaten Kendal)</p>	<p>Pramesto, V., Sukmono, A., & Suprayogi, A</p>	<p>Jurnal Geodesi Undip</p>	<p>2019</p>	<p>NDDI dan TVX</p>	<p>Hasil pengolahan metode NDDI, luas kekeringan lahan sawah kelas ringan terjadi di Kecamatan Kaliwungu Selatan 2158,098 ha, kelas sedang di Kecamatan Kaliwungu Selatan 573,692 ha, kelas berat di Kecamatan Singorojo 465,187 ha dan kelas sangat berat di Kecamatan Singorojo sebesar 13,745 ha.</p>

Tabel 2.5. (lanjutan)

<p>5. Analisis Spasio-temporal Kekeringan Pada Lahan Sawah di Lampung Selatan Berbasis Pengolahan Normalized Difference Drought Index Pada Citra Satelit Landsat 8</p>	<p>Perdana, A. M. P., Pratama, A. Y., Fauzi, A. I., Welly, T. K., & Nurtyawan, R</p>	<p>Jurnal Geosains dan Remote Sensing 2022</p>	<p>NDDI</p>	<p>Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kekeringan yang terjadi di Kabupaten Lampung Selatan pada Juli 2019 sampai Desember 2019 dapat teridentifikasi dengan akurasi sebesar 88,1% dan tingkat kelas kekeringan yang bervariasi.</p>
--	--	--	-------------	---

2.3 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir merupakan konseptual mengenai hubungan antara berbagai faktor penting pada suatu penelitian (Juliansyah, 2011). Penelitian ini akan mengkaji terkait kekeringan lahan pertanian berbasis penginderaan jauh/*remote sensing*. Data citra landsat 8 akan dilakukan pengolahan NDVI dan NDDI dan kemudian akan dilakukan pengolahan algoritma NDDI. Hasil dari pengolahan tersebut akan menghasilkan peta rawan kekeringan lahan pertanian.



Gambar 2.2. Kerangka Berpikir

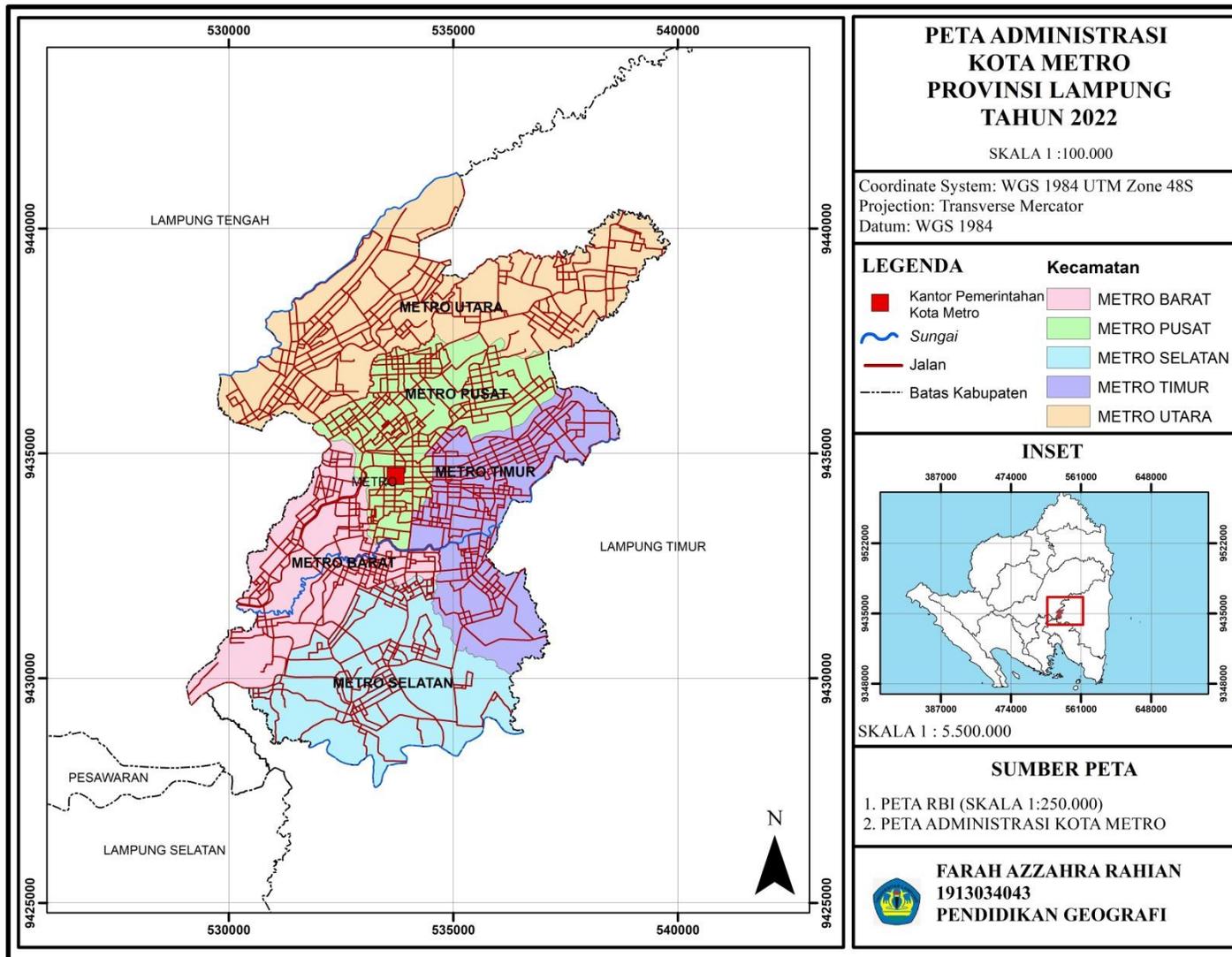
III. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pemrosesan citra digital berupa metode transformasi citra. Transformasi citra adalah proses untuk mengubah suatu citra menjadi lebih baik seperti citra menjadi lebih terang atau lebih gelap atau mengubah citra untuk suatu tujuan tertentu. Transformasi citra yang dapat dilakukan diantaranya adalah meningkatkan kualitas citra, memulihkan citra, pemampatan citra (Kowanda, 2020). Tujuan transformasi citra adalah untuk membantu proses interpretasi, visualisasi, dan analisis data citra. Penelitian menggunakan transformasi citra spectral yaitu proses perubahan nilai spectral pada citra untuk ekstraksi informasi tertentu sesuai dengan kebutuhan. Terdapat tiga jenis transformasi spektral yang digunakan yaitu NDVI, NDWI, dan NDDI. *Software* yang digunakan yaitu QGIS dengan menggunakan data citra landsat 8 tahun 2016-2021.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Metro yang berada pada koordinat $5^{\circ} 6' - 5^{\circ} 8'$ Lintang Selatan dan antara $105^{\circ} 17' - 105^{\circ} 19'$ Bujur Timur. Kota Metro terletak di bagian tengah Provinsi Lampung dan berdasarkan Peraturan Daerah Kota Metro Nomor 25 tahun 2000 tentang pemekaran kelurahan dan kecamatan Kota Metro, wilayah administrasi terdiri dari 22 kelurahan serta 5 kecamatan (Metro Selatan, Metro Utara, Metro Barat, Metro Pusat, dan Metro Selatan). Ibukota Kota Metro adalah Kecamatan Metro Pusat. Kota Metro juga meliputi area daratan dengan luas $73,15 \text{ km}^2$ serta berada pada ketinggian rata-rata 52,5 mdpl.



Gambar 3.1 Peta Administrasi Kota Metro Provinsi Lampung

Berdasarkan posisi geografisnya, Kota Metro memiliki batas-batas yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 dengan penjelasan sebagai berikut:

- Utara = Kabupaten Lampung Tengah dan Lampung Timur
- Selatan= Kabupaten Lampung Timur
- Barat = Kabupaten Lampung Tengah
- Timur = Kabupaten Lampung Timur

3.3 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Alat

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain laptop/pc, arcGis 10.4, QGIS 3.16.16, GPS *essentials*, *google earth pro*, *handphone*, dan alat tulis.

2. Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain citra landsat 8 tahun 2016-2021 dan Peta RBI skala 1:250.000.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini akan menggunakan dua teknik pengumpulan data, antara lain yaitu:

1. Dokumentasi

Dokumentasi menurut Sugiyono tahun 2015 adalah suatu cara yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi dalam bentuk buku, arsip, dokumen, tulisan angka dan gambar yang berupa laporan serta keterangan yang dapat mendukung penelitian. Dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data kemudian ditelaah.

2. Observasi

Menurut Nana Sudjana (1989) observasi adalah pengamatan dan pencatatan yang sistematis terhadap gejala-gejala yang diteliti. Teknik observasi adalah pengamatan dan pencatatan secara sistematis fenomena-fenomena yang diselidiki. Dari pengertian di atas metode observasi dapat dimaksudkan suatu cara pengambilan data melalui pengamatan langsung terhadap situasi atau peristiwa yang ada dilapangan.

3.5 Teknik Pengolahan Data

Secara umum data akan diolah dengan teknik pengolahan citra digital. Tahapan pengolahan data secara sederhana dijelaskan sebagai berikut:

1. Koreksi Radiometrik

Citra Koreksi radiometrik bertujuan untuk menurunkan pengaruh kesalahan atau ketidak sesuaian nilai kecerahan gambar yang dapat berpengaruh dalam membatasi kemampuan seseorang untuk menafsirkan atau memproses secara kuantitatif dan menganalisis citra (Aryastana et al., 2017).

2. Koreksi Geometri

Setiap citra perlu dilakukan direktifikasi untuk mengkoreksi kesalahan geometri dalam proses pengambilan data, baik yang disebabkan oleh kelengkungan permukaan bumi dan pergerakan satelit, maupun kesalahan instrumen serta ketidakstabilan wahana, jika tidak dilakukan koreksi geometri maka tidak dapat dilakukan pengukuran panjang, keliling, dsb. Tujuan dari koreksi geometri adalah untuk memperbaiki distorsi geometrik dengan meletakkan elemen citra pada posisi planimetric (x dan y) yang seharusnya, sehingga citra mempunyai kenampakan yang lebih sesuai dengan keadaan sebenarnya di permukaan bumi sehingga dapat digunakan sebagai peta.

3. Penghitungan Algoritma NDDI

Penghitungan algoritma ini dilakukan setelah citra diolah menggunakan algoritma NDVI dan NDWI. Berikut adalah rumus NDVI, NDWI, dan NDDI:

- $$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

Keterangan:

NDVI = Nilai NDVI

NIR = saluran inframerah dekat (Band 5)

Red = saluran merah (Band 4) (Fathoni, 2015).)

Tabel 3.1 Klasifikasi Kelas NDVI

Kelas	NDVI	Keterangan
1	-1 s/d -0,03	Lahan tidak bervegetasi
2	-0,04 s/d 0,15	Kehijauan sangat rendah
3	0,16 s/d 0,25	Kehijauan rendah
4	0,26 s/d 0,35	Kehijauan sedang
5	0,36 s/d 1,00	Kehijauan tinggi

Sumber :Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.23/Menhut-II/2012, 2012

- $$NDWI = \frac{NIR-SWIR}{NIR+SWIR}$$

Keterangan:

NDWI = Nilai NDWI

NIR = saluran inframerah dekat (Band 5)

SWIR = saluran inframerah dekat (Band 6)

Tabel 3.2 Klasifikasi Kelas NDWI

Kelas	NDWI	Keterangan
1	-1 < NDWI < 0	Non badan air
2	0 < NDWI < 0.33	Kebasahan sedang
3	0.33 < NDWI < 1	Kebasahan tinggi

Sumber : Lestari (2021)

- $$NDDI = \frac{NDVI-NDWI}{NDVI+NDWI}$$

4. Klasifikasi Indeks Kekeringan NDDI

Tahap ini dilakukan pengklasifikasian masing-masing berdasarkan indeks kekeringan (Renza dkk., 2010). Hasil indeks kekeringan NDDI yang didapat kemudian di $overlay$ dengan informasi peta tahun lainnya. Nilai NDDI yang lebih tinggi menunjukkan kondisi kering yang tinggi pula, begitupun sebaliknya.

Tabel 3.3. Klasifikasi NDDI Kelas Kekeringan Lahan

Nilai NDDI	Tingkat Kekeringan
-0,05 – 0,01	Normal
0,01 – 0,15	Kekeringan ringan
0,15 – 0,25	Kekeringan Sedang
0,25 – 1	Kekeringan berat
>1	Kekeringan sangat berat

Sumber : Renza dkk., (2010)

5. Pembuatan peta zona rawan kekeringan

Tahap ini melakukan pembuatan peta zona rawan kekeringan lahan pertanian dari hasil pemetaan kekeringan lahan pertanian berdasarkan algoritma NDDI pada tahun 2016 dan 2021. Adapun klasifikasi dari wilayah yang masuk dalam kategori zona rawan kekeringan lahan pertanian dapat dilihat berdasarkan tabel matriks di bawah ini.

Tabel.

2021 \ 2016	Sangat Berat	Berat	Sedang	Ringan	Normal
Sangat Berat					
Berat					
Sedang					
Ringan					
Normal					

Sumber : Rista dkk, 2019

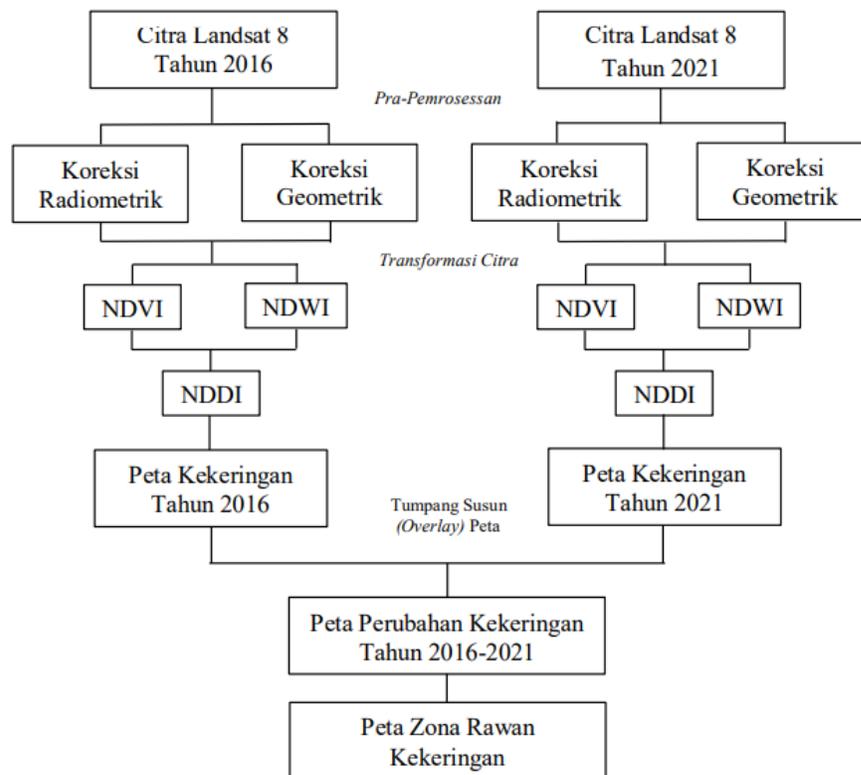
Keterangan

: Zona Rawan Kekeringan : Bukan Zona Rawan Kekeringan

6. Validasi

Tahap ini melakukan validasi lapangan secara virtual (*Google Maps–StreetView*) dengan mengambil beberapa sampel dari hasil peta kekeringan lahan pertanian, pengamatan lapangan langsung, dan wawancara.

Berdasarkan penjelasan terkait teknik pengolahan data di atas dapat disimpulkan bahwa data yang akan digunakan yaitu citra landsat 8 tahun 2016 dan 2021. Sebelum diolah, citra akan dilakukan koreksi radiometrik dan koreksi geometri terlebih dahulu. Selanjutnya citra dipotong menyesuaikan dengan batas administrasi Kota Metro. Kemudian citra diproses menggunakan algoritma NDVI dan NDWI, hasil pengolahan tersebut dijadikan data dalam pengolahan algoritma NDDI. Selanjutnya dilakukan pengklasifikasian berdasarkan indikator yang ada dan akan menghasilkan peta kekeringan lahan berdasarkan algoritma NDDI. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram Alir Pengolahan Data

3.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis citra digital dan sistem informasi geografis.

1. Interpretasi citra digital adalah proses mengkaji foto udara untuk mengidentifikasi dan menilai objek tersebut (Jamil, 2013). Salah satu metode interpretasi citra digital yang digunakan yaitu transformasi citra. Transformasi citra akan menunjukkan tingkat kerapatan vegetasi (NDVI), tingkat kehijauan vegetasi (NDWI), dan tingkat kekeringan vegetasi (NDDI) pada suatu wilayah. Proses tersebut menggunakan tiga band citra landsat 8 yaitu band 4, 5, dan 6. Pembagian kelas tingkat kekeringan berdasarkan algoritma NDDI terbagi menjadi 5 yaitu normal, kekeringan ringan, sedang, berat, dan sangat berat.
2. Teknik Sistem Informasi Geografis digunakan dalam proses tumpang tindih (overlay) peta. Tumpang tindih beberapa peta menghasilkan informasi baru dalam bentuk luasan atau poligon yang terbentuk dari irisan beberapa poligon dari peta-peta tersebut (Jamil, 2013). Peta yang ditumpang tindih merupakan peta kekeringan pada tahun 2016 dan 2021 di suatu wilayah yang sama dan sebelumnya telah diberi klasifikasi sehingga menghasilkan peta zona rawan kekeringan.

Selanjutnya hasil analisis klasifikasi citra digital akan dikaitkan secara spasial dan temporal. Proses analisis spasial-temporal yaitu untuk mengidentifikasi sebaran tingkat kekeringan di seluruh wilayah dan dipantau secara bertahap dalam beberapa tahun yang ditentukan (Auliyani, 2020). Hasil analisis spasial temporal akan menghasilkan informasi terkait persebaran tingkat kekeringan lahan pertanian di suatu wilayah yang akan diteliti.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang persebaran zona rawan kekeringan lahan pertanian di Kota Metro tahun 2021 dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perubahan persebaran kekeringan lahan pertanian pada tahun 2016 dan 2021 terjadi cukup signifikan. Klasifikasi kekeringan berat pada tahun 2016 menyebar di wilayah bagian selatan Kota Metro namun pada tahun 2021 terjadi pergeseran ke wilayah bagian utara Kota Metro. Hal ini dikarenakan pada tahun 2021, sebagian lahan pertanian di Metro Utara sudah memasuki musim panen sehingga memengaruhi tingkat kebasahan dan kehijauan yang dihasilkan.
2. Hasil zona rawan kekeringan lahan pertanian yang didapatkan dari overlay data kekeringan dengan algoritma NDDI pada tahun 2016 dan 2021. Metro Utara merupakan kecamatan dengan penyumbang zona rawan kekeringan lahan pertanian tertinggi (733,47%). Dikarenakan irigasi yang berada di Kecamatan Metro Utara cukup rendah, bahkan ditemukan terdapat beberapa bangunan yang ditemukan berada di atas irigasi. Beberapa masyarakat juga mulai melakukan penyesuaian pada lahan pertanian mereka. Metro Barat memiliki luas lahan pertanian campuran tertinggi dibandingkan dengan wilayah lainnya.
3. Hasil penelitian menunjukkan tingkat keakuratan yang tinggi, setelah dilakukan uji akurasi interpretasi didapatkan nilai sebesar 90,625%. Sehingga dapat dikatakan bahwa penginderaan jauh yang dibantu dengan sistem informasi geografis dapat melakukan pemetaan dan analisis terkait zona rawan kekeringan lahan pertanian.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut:

- 1) Karna tingginya lahan yang teridentifikasi sebagai zona rawan kekeringan, maka peneliti menyarankan agar sebaiknya petani yang memiliki lahan pada zona tersebut agar dapat menanam tumbuhan disesuaikan dengan kemungkinan terjadinya kekeringan. Lahan yang sering mengalami kekeringan berat dan sangat berat sebaiknya dapat menyesuaikan beralih dari menanam padi menjadi umbi-umbian ataupun palawija.
- 2) Untuk pemerintah sebaiknya lebih memperhatikan wilayah yang termasuk dalam zona rawan kekeringan lahan pertanian agar dapat menyediakan embung atau tempat penampungan air hujan.
- 3) Pemerintah juga diharapkan dapat memberikan sarana dan prasana bagi wilayah yang rawan kekeringan dengan cara menyediakan pompa-pompa irigasi. Hal ini diharapkan dapat menaikkan air tanah yang dapat bermanfaat ketika musim kemarau datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, R. N., Saraswati, R., & Wibowo, A. Pola Sebaran Kekeringan Lahan Pertanian Kabupaten Serang Dengan Menggunakan Algoritma NDDI.
- Arikunto, Suharsimi. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Aryastana, P., Ardantha, I. M., & Agustini, N. K. A. (2017). Analisis Perubahan Garis Pantai Dan Laju Erosi Di Kota Denpasar Dan Kabupaten Badung Dengan Citra Satelit Spot. *Jurnal Fondasi*, 6(2).
- Auliyani, D., & Rekapermana, M. (2020). Analisis Spasial Potensi Kekeringan di Daerah Aliran Sungai Kapuas, Kalimantan Barat. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 16(1), 61-70.
- Awangga, R. M. (2019). *Pengantar Sistem Informasi Geografis: Sejarah, Definisi Dan Konsep Dasar*. Kreatif.
- Bafdal, N., Amaru, K., dan Pareira, B. M. (2011). *Buku Ajar Sistem Informasi Geografis. Bandung: Jurusan Teknik Manajemen Industri Pertanian Fakultas Teknologi Industri Pertanian Unpad*.
- Bambang, S. H. (2019). *Penginderaan Jauh Pengantar ke Arah Pembelajaran Berpikir Spasial*. Yogyakarta: UNY Press.
- Banowati, Sriyanto. 2013. *Geografi pertanian*. Yogyakarta. Ombak
- Bintarto, R. 1977. *Pengantar Geografi Kota*. Yogyakarta: UP spring.
- BMKG. (2022). Analisis dan Prakiraan Hujan Bulanan Provinsi Lampung. *BULETIN*, 25(09).
- BPS. Kota Metro dalam Angka 2022. 2022. *Kota Metro*
- Christianto, Y. B., Prasetyo, S. Y. J., & Hartomo, K. D. (2019). Analisis Data Citra Landsat 8 OLI Sebagai Indeks Prediksi Kekeringan Menggunakan Machine Learning di Wilayah Kabupaten Boyolali dan Purworejo. *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 2(2), 25-36.
- Darfia, N. E., Kusuma, M. S. B., & Kuntoro, A. A. (2016). Analisis Indeks Kekeringan di DAS Rokan Provinsi Riau Menggunakan Data CFSR. *Racic: Rab Construction Research*, 1(02), 120-134.

- Daud, Y., dan Ahmad, S. R. (2019). Penginderaan Jauh. *Gorontalo*.
- Fadlillah, M. F., Hadiani, R., & Solichin. (2018). Analisis Kekeringan Hidrologi Berdasarkan Metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Di Daerah Aliran Sungai Alang Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 2(1), 34–44.
- Fathoni, M., A. dan Sudaryatno (2015).''Pemanfaatan Citra Landsat''8''untuk Pemetaan Kekeringan Pertanian dengan Transformasi Temperature''''Vegetation Dryness Index (TVDI) ''di Kabupaten Sukoharjo Tahun 2013-2014. *Jurnal Bumi Indonesia*, 4(1), 273– 280.
- Fathony, A., Somantri, L., & Sugito, N. T. (2022). Analisis Potensi Kekeringan Pertanian di Kabupaten Bandung. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 19(1), 29-37.
- Fauzi, M., Mutia, T., Akhmad, R., & Hadi, H. (2021). Pemetaan Sebaran Daerah Rawan Kekeringan untuk Menentukan Sistem Pertanian di Kabupaten Lombok Tengah. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 5(1), 144-153.
- Gu, Y., Brown, J., Verdin, J. dan Wardlow, B. 2007. A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States. *Geophysical Research Letters*. 34. 6. 10.1029/2006GL029127.
- Hanindito, G. A., Sedyono, E., & Setiawan, A. (2014). Analisis Pantauan Dan Klasifikasi Citra Digital Pengindraan Jauh Dengan Data Satelit Landasat Tm Melalui Teknik Supervised Classification (Studi Kasus Kabupaten Minahasa Tenggara, Provinsi Sulawesi Utara). *Prosiding KOMMIT*.
- Harfia, N. E., Kusuma, M. S. B., & Kuntoro, A. A. (2016). Analisis Indeks Kekeringan di DAS Rokan Provinsi Riau Menggunakan Data CFSR. *Racic: Rab Construction Research*, 1(02), 120-134.
- Jamil, D. H. (2013). Deteksi potensi kekeringan berbasis penginderaan jauh dan sistem informasi geografis di Kabupaten Klaten. *Geo-Image*, 2(2).
- Juliansyah Nor. 2011. Metodologi penelitian: Skripsi, Tesis, Disertasi, dan Karya Ilmiah. Kencana prenada media group. Jakarta
- Julianto, F. D. (2021). Analisis Sebaran Potensi Kekeringan Dengan Cloud Computing Platform di Kabupaten Grobogan. *Jurnal Ilmiah Geomatika (IMAGI)*, 1(1).
- Kowanda, A. (2020). Transformasi Citra.
- Krismayani, N. P. A., Nuarsa, I. W., dan Suyarto, R. (2021). Pemetaan Tingkat Kekeringan Lahan pada Fenomena El Nino 2002, 2009, dan 2015 di Provinsi

- Bali dengan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika ISSN*, 2301, 6515.
- Lestari, M., Mira, M., Prasetyo, S. Y. J., & Fibriani, C. (2021). Analisis Daerah Rawan Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Tuntang Menggunakan Skoring dan Inverse Distance Weighted. *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 4(1), 1-9.
- Mamenun, M., Klimatologi, B. M., Wati, T., & Meteorologi, P. I. P. I. B. (2019). Analisis Karakteristik Kekeringan Lahan Padi Sawah di Wilayah Utara Provinsi Jawa Barat.
- Marhadi, S. K. (2004). Hakikat Geografi. *Jurnal Universitas Terbuka*, 4, 1-50.
- Molidena, E., & As-syakur, A. R. (2012). Karakteristik Pola Spektral Vegetasi Hutan dan Tanaman Industri berdasarkan Data Penginderaan Jauh. *Proceeding of PIT MAPIN XIX, Makassar*.
- Muliawan, H., Harisuseno, D., Suhartanto, E., Program, M., Teknik, S., Pengairan, J., Index, S. P. (2012). Analisa Indeks Kekeringan Dengan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) Dan Sebaran Kekeringan Dengan Geographic Information System (GIS) Pada Das Ngrowo.
- Nuarsa, I. W., Adnyana, I., & As-syakur, A. (2015). Pemetaan Daerah Rawan Kekeringan Di Bali-Nusa Tenggara Dan Hubungannya Dengan Enso Menggunakan Aplikasi Data Penginderaan Jauh. *Bumi Lestari*, 15(1), 20-30.
- Nursid Sumaatmadja. 1981. Studi Geografi Suatu Pendekatan dan Analisa Keruangan. Bandung: alumni.
- Perdana, A. M. P., Pratama, A. Y., Fauzi, A. I., Welly, T. K., & Nurtyawan, R. (2022). Analisis Spasio-temporal Kekeringan Pada Lahan Sawah di Lampung Selatan Berbasis Pengolahan Normalized Difference Drought Index Pada Citra Satelit Landsat 8. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 3(1), 1-9.
- Pramesto, V., Sukmono, A., & Suprayogi, A. (2019). Analisis Perbandingan Metode Normalized Difference Drought Index (NDDI) dan Thermal Vegetation Index (TVX) dalam Menentukan Kekeringan Lahan Sawah (Studi Kasus: Kabupaten Kendal). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 318-327.
- Prasetyo, D. A., & Suprayogi, A. (2018). Analisis Lokasi Rawan Bencana Kekeringan Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Kabupaten Blora Tahun 2017. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(4), 314-324.
- Prayoga, M. P. (2017). *Analisis Spasial Tingkat Kekeringan Wilayah Berbasis Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

- Purwadhi, F.S.H. 1994. Interpretasi Citra Digital. PT. Grasindo. Jakarta.
- Purwanto, A. (2015). Pemanfaatan citra Landsat 8 untuk identifikasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di kecamatan silat hilir kabupaten Kapuas Hulu. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 13(1), 27-36.
- Rahman, F., Sukmono, A., & Yuwono, B. D. (2017). Analisis Kekeringan Pada Lahan Pertanian Menggunakan Metode NDDI dan Perka BNPB Nomor 02 Tahun 2012 (Studi Kasus: Kabupaten Kendal Tahun 2015). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 274-284.
- Republik Indonesia. 2012. Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P.12/Menhut-II/2012 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Pemerintah Menteri Kehutanan Nomor P.32/Menhut-II/2009 Tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (Rtk RHL-DAS). Sekretariat Negara. Jakarta
- Safitri, S. (2015). El Nino, La Nina Dan Dampaknya Terhadap Kehidupan Di Indonesia. *Criksetra: Jurnal Pendidikan Sejarah*, 4(2).
- Shofiyati, R., dan Kuncoro, D. (2007). Inderaja untuk mengkaji kekeringan di lahan \pertanian. *Jurnal informatika pertanian volume 16 no. 1, Juli 2007*.
- Sugiyono. (2012). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabet.
- Sukmono, A., Rahman, F., & Yuwono, B. D. (2018). Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh untuk Deteksi Kekeringan Pertanian Menggunakan Metode Normalized Difference Drought Index di Kabupaten Kendal. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 14(2), 57-65.
- Tavazohi, E., dan Ahmadi, M. (2018). Assessment of drought in the Zayandehroud basin during 2000-2015 using NDDI and SPI indices. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(4), 2332-2340.
- Udin, Afif. 2013. Kajian Produktivitas Lahan Pertanian Kecamatan Kembaran Kabupaten Banyumas (skripsi). Purwokerto : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Prodi Geografi. Universitas Muhammadiyah Purwokerto
- Utomo, A. S., Hadi, M. P., & Nurjani, E. (2022). Analisis spasial temporal zona rawan kekeringan lahan pertanian berbasis remote sensing. *Jurnal Teknosains*, 11(2), 112-127.
- Wibowo, D. (2017). Pemanfaatan Penginderaan Jauh untuk Analisis Zonasi Daerah Rawan Kekeringan di Kabupaten Indramayu. Universitas Pendidikan Indonesia
- Wilhite, D. A. (2000). Chapter1 Drought as a Natural Hazard. *Drought: A Global Assessment*, 1, 3–18.