

SKRIPSI

ANALISIS SPASIAL TINGKAT KEKERINGAN WILAYAH KABUPATEN JENEPONTO MELALUI PEMANFAATAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH

Oleh:

NURUL MUCHLISAH BASRI

M011 19 1149



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS SPASIAL TINGKAT KEKERINGAN WILAYAH KABUPATEN JENEPONTO MELALUI PEMANFAATAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH

Disusun dan diajukan oleh

NURUL MUCHLISAH BASRI

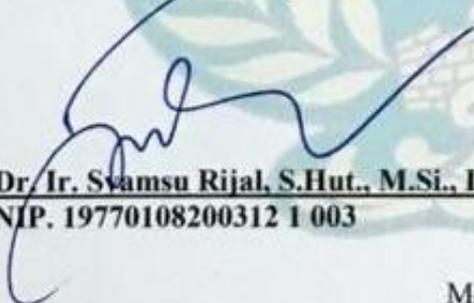
M011 19 1149

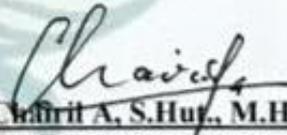
Telah dipertahankan di hadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program sarjana Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 16 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

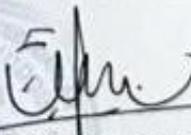
Pembimbing Pendamping


Dr. Ir. Swamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU
NIP. 19770108200312 1 003


Chairil A., S.Hut., M.Hut.
NIP. 19940221202101 5 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kehutanan


Dr. Ir. Siti Nuraeni, M.P.
NIP. 19680410199512 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nurul Muchlisah Basri

NIM : M011 19 1149

Program Studi : Kehutanan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Analisis Spasial Tingkat Kekeringan Wilayah Kabupaten Jeneponto Melalui Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 16 Agustus 2023

Yang Menyatakan



METER
TEMPER
567AKX605842466

Nurul Muchlisah Basri

ABSTRAK

Nurul Muchlisah Basri (M011 19 1149). Analisis Spasial Tingkat Kekeringan Wilayah Kabupaten Jeneponto Melalui Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh di bawah bimbingan Syamsu Rijal dan Chairil A.

Kekeringan merupakan bencana alam memiliki dampak serius terhadap aktivitas makhluk hidup. Berdasarkan data BNPB, tahun 2019 Kabupaten Jeneponto mengalami kekeringan berat yang menyebabkan kerugian besar dengan jumlah korban yang menderita sebanyak 9.374 orang. Kekeringan ini berasal dari curah hujan yang rendah, perubahan penutupan lahan dan aktivitas makhluk hidup. Ketidakakuratan data atau peta yang menggambarkan informasi kekeringan dapat menyebabkan terjadinya kesalahan dalam perencanaan wilayah. Pemanfaatan teknologi dengan menganalisis indeks kekeringan dapat dilakukan untuk mengidentifikasi daerah kering pada suatu wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai indeks kekeringan, menganalisis tingkat kekeringan, dan membandingkan metode NDLI, NDWI dan NDDI berdasarkan hasil validasi kekeringan. Data diolah dengan menggunakan citra Landsat 8 TIRS/OLI tahun 2019 dan 2022. Hasil dari penelitian ini menunjukkan NDLI bernilai negatif menunjukkan daerah dengan tanah kering dan bangunan, sedangkan nilai positif menunjukkan daerah mengandung air dan vegetasi. NDWI bernilai negatif menunjukkan daerah yang tidak memiliki kandungan air di permukaannya, begitupula sebaliknya. NDDI bernilai negatif menunjukkan daerah yang mengandung air atau vegetasi, sedangkan nilai positif menunjukkan daerah yang tidak memiliki kandungan air di permukaannya atau kering. Hasil analisis NDLI dan NDWI tahun 2019 dan 2022 menunjukkan Kabupaten Jeneponto didominasi oleh kelas mendekati normal. Hasil analisis NDDI tahun 2019 dan 2022 didominasi oleh kelas sangat kering dan kering. Perbandingan antara ketiga indeks berdasarkan data referensi untuk tahun 2019 menunjukkan NDDI belum dapat diterima sedangkan hasil validasi lapangan untuk tahun 2022 menunjukkan ketiga metode tersebut dapat diterima dan metode NDLI yang direkomendasikan dalam mengidentifikasi kekeringan.

Kata Kunci: Kekeringan, NDLI, NDWI, NDDI, Penginderaan Jauh

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melipihkan berkah, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Spasial Tingkat Kekeringan Wilayah Kabupaten Jeneponto Melalui Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh**”. Tak lupa pula penulis kirimkan shalawat serta salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW, serta keluarga dan sahabat yang dirahmati Allah SWT.

Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Sarjana (S1) Kehutanan, Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan dari pihak-pihak terkait. Oleh sebab itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Ayahanda **Basri Manrajuni, S.H.** dan Ibunda **Rosmini** tercinta, Bapak **H. Abidin Arifai** dan Ibu **Hj. Marawiah**, kedua orangtua yang senantiasa mendoakan, menemani, memberi perhatian, kasih sayang, nasihat, serta mendidik dan membesarkan penulis. *I'm nothing without you.*
2. Kakak **Siti Aras Ainun Basri, S.Si.**, Adik **Nur Naima Turrahmah Basri, Husnul Khatimah** dan **Afifah Basri** serta semua keluarga yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi
3. Bapak **Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU** dan Bapak **Chairil A., S.Hut., M.Hut.**, selaku dosen pembimbing yang dengan tulus, ikhlas, dan sabar dalam memberikan bimbingan, arahan, dan meluangkan waktunya
4. Bapak **Ir. Munajat Nursaputra, S.Hut., M.Sc., IPM** dan Bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D** selaku dosen penguji atas saran masukan dan saran untuk perbaikan
5. Ketua Program Studi Kehutanan Ibu **Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P** serta Bapak/Ibu Dosen dan seluruh staf Administrasi Fakultas Kehutanan atas bantuannya
6. Kepala UPT MKU Bapak **Rahmatullah, S.IP., M.Si** serta Bapak/Ibu Dosen dan seluruh staf Administrasi MKU atas bantuannya

7. Kakak-kakak, teman-teman dan adik-adik di **Laboratorium Perencanaan dan Sistem Informasi Kehutanan**, terkhusus **PSIK 2019** atas bantuan dikala penulis mendapatkan kendala selama penelitian dan penyusunan skripsi ini
8. Segenap keluarga besar **OLYMPUS'19**, terima kasih atas kebersamaan dan motivasi yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
9. Kakak-kakak, teman-teman dan adik-adik **SMKK Unhas Muda**, terkhusus **CORVUS TYPICUS** yang telah memberi dukungan
10. Kakak-kakak, teman-teman dan adik-adik **UKM Fotografi UH**, terima kasih atas kebersamaan dan motivasi yang telah diberikan
11. Kakak-kakak, teman-teman dan adik-adik **BEM-KM UH**, terima kasih atas kebersamaan dan motivasi yang telah diberikan
12. Kakak-kakak, teman-teman dan adik-adik **FORKOM SLF**, terima kasih atas kebersamaan dan motivasi yang telah diberikan
13. Teman-teman seperjuangan **Andi Khairana, S.Hut., Tarisa Ayu Larasati, A. Muhammad Syahrul Ramadhan, Yohanes Imanuel Kalo**, terima kasih atas bantuannya selama perkuliahan
14. Teman-teman kader **SLF 2019**, A. Anastasya A. A., S.Ked., Noor Dyah Utami J., S.Psi., Putri Dwi S., S.IP., Sulfiani, S.S., dan Siti Zaimin R. S., S.KG., yang telah memberi dukungan
15. Teman-teman **LUTHERS**, Sri Wahyuni, S.Gz., Tasya Ananda D., S.T., A. Adhila, A. Therey Rahma, dan A. Nurul Ainun D., yang telah memberi dukungan
16. Teman terkasih **Lalu Kharismananda Hakiki, S.Hut.**, terima kasih atas motivasi dan bantuan yang diberikan
17. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam semua proses.

Makassar, 16 Agustus 2023



Nurul Muchlisah Basri

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Kekeringan	4
2.1.1. Pengertian Kekeringan	4
2.1.2. Jenis-Jenis Kekeringan.....	5
2.2. Penginderaan Jauh.....	8
2.2.1. Pengertian Penginderaan Jauh.....	8
2.2.2. Data Penginderaan Jauh	8
2.2.3. Interpretasi Citra Penginderaan Jauh	11
2.2.4. Koreksi Radiometrik	11
2.2.5. Indeks Kekeringan	12
2.2.6. <i>Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI)</i>	16
2.3. Sistem Informasi Geografis.....	17
III. METODE PENELITIAN.....	20
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2. Alat dan Bahan.....	21
3.2.1. Alat.....	21
3.2.2. Bahan	21
3.3. Prosedur Penelitian.....	22

3.4.	Analisis Data	22
3.4.1.	Pra Pengolahan Citra.....	22
3.4.2.	Perhitungan NDLI.....	23
3.4.3.	Perhitungan NDWI	23
3.4.4.	Perhitungan NDDI	24
3.4.5.	Klasifikasi Indeks Kekeringan	25
3.5.	Validasi Data.....	25
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1.	Nilai Indeks Kekeringan	28
4.1.1.	NDLI (<i>Normalized Difference Latent Heat Index</i>)	28
4.1.2.	NDWI (<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>)	32
4.1.3.	NDDI (<i>Normalized Difference Drought Index</i>)	37
4.2.	Tingkat Kekeringan Wilayah Kabupaten Jeneponto.....	46
4.2.1.	NDLI (<i>Normalized Difference Latent Heat Index</i>)	46
4.2.2.	NDWI (<i>Normalized Difference Water Index</i>)	47
4.2.3.	NDDI (<i>Normalized Difference Drought Index</i>)	49
4.3.	Perbandingan Data Hasil Analisis dan Data Kekeringan BPBD	50
4.3.	Validasi Kekeringan.....	51
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1.	Kesimpulan	54
5.2.	Saran.....	54
	DAFTAR PUSTAKA	55
	LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Intensitas kekeringan meteorologis.....	6
Tabel 2.	Intensitas kekeringan hidrologis.....	6
Tabel 3.	Intensitas kekeringan pertanian.....	7
Tabel 4.	Intensitas kekeringan sosial ekonomi.....	8
Tabel 5.	Spesifikasi kanal citra <i>landsat-8</i>	10
Tabel 6.	Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	21
Tabel 7.	Klasifikasi <i>Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index</i> (SPEI) dengan modifikasi	25
Tabel 8.	<i>Confusion Matrix</i>	27
Tabel 9.	Tingkat kekeringan NDLI tahun 2019.....	30
Tabel 10.	Tingkat kekeringan NDLI tahun 2022.....	31
Tabel 11.	Tingkat kekeringan NDWI tahun 2019.....	34
Tabel 12.	Tingkat kekeringan NDWI tahun 2022.....	36
Tabel 13.	Tingkat kekeringan NDDI tahun 2019.....	41
Tabel 14.	Tingkat kekeringan NDDI tahun 2022.....	45
Tabel 15.	Luas kecamatan terhadap kelas kekeringan NDLI tahun 2019.....	46
Tabel 16.	Luas kecamatan terhadap kelas kekeringan NDLI tahun 2022.....	47
Tabel 17.	Luas kecamatan terhadap kelas kekeringan NDWI tahun 2019.....	48
Tabel 18.	Luas kecamatan terhadap kelas kekeringan NDWI tahun 2022.....	49
Tabel 19.	Luas kecamatan terhadap kelas kekeringan NDDI tahun 2019.....	48
Tabel 20.	Luas kecamatan terhadap kelas kekeringan NDDI tahun 2022.....	50
Tabel 21.	Hasil perbandingan data analisis dan data kekeringan BPBD.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Tahapan pelaksanaan penelitian.....	19
Gambar 2.	Peta lokasi penelitian.....	20
Gambar 3.	Hasil transformasi NDLI tahun 2019.....	29
Gambar 4.	Peta tingkat kekeringan NDLI tahun 2019.....	30
Gambar 5.	Hasil transformasi NDLI tahun 2022.....	31
Gambar 6.	Peta tingkat kekeringan NDLI tahun 2022.....	32
Gambar 7.	Hasil transformasi NDWI tahun 2019.....	34
Gambar 8.	Peta tingkat kekeringan NDWI tahun 2019.....	35
Gambar 9.	Hasil transformasi NDWI tahun 2022.....	36
Gambar 10.	Peta tingkat kekeringan NDWI tahun 2022.....	37
Gambar 11.	Transformasi NDVI tahun 2019.....	39
Gambar 12.	Transformasi NDWI tahun 2019.....	39
Gambar 13.	Hasil transformasi NDDI tahun 2019.....	40
Gambar 14.	Hasil transformasi NDDI tahun 2019 setelah dinormalisasi.....	40
Gambar 15.	Peta tingkat kekeringan NDDI tahun 2019.....	42
Gambar 16.	Transformasi NDVI tahun 2022.....	43
Gambar 17.	Transformasi NDWI tahun 2022.....	43
Gambar 18.	Hasil transformasi NDDI tahun 2022.....	44
Gambar 19.	Hasil transformasi NDDI tahun 2022 setelah dinormalisasi.....	44
Gambar 20.	Peta tingkat kekeringan NDDI tahun 2022.....	46
Gambar 21.	Peta kekeringan BPBD Kabupaten Jeneponto tahun 2019.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Daftar kuesioner responden penelitian.....	61
Lampiran 2.	Data lekeringan BPBD Kabupaten Jenepono.....	62
Lampiran 3.	Hasil uji akurasi validasi kekeringan.....	65
Lampiran 3.	Hasil wawancara responden penelitian.....	67

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kekeringan merupakan salah satu bencana alam yang seringkali kurang mendapatkan perhatian meskipun memiliki dampak yang serius terhadap aktivitas makhluk hidup. Pada dasarnya, kekeringan diakibatkan oleh kondisi hidrologi suatu wilayah yang mengalami ketidakseimbangan *input* dan *output* air. Kekeringan juga sering disebut sebagai bencana yang merangkak (*creeping disaster*). Hal tersebut dikarenakan pembentukan bencana alam ini cenderung perlahan, mempunyai konsekuensi yang tidak langsung, seringkali tidak terdeteksi, dan dapat terjadi dalam jangka waktu lama dari bulanan hingga tahunan (Van Loon, 2015).

Cuaca yang semakin panas diprediksi bakal terus melanda Indonesia beberapa tahun ke depan. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dalam berbagai publikasinya mengingatkan akan adanya perubahan iklim di Indonesia termasuk suhu yang akan lebih panas pada tahun 2030. *Big data analytics* BMKG menunjukkan tren peningkatan suhu udara sebesar 0,5 derajat *celcius* dari kondisi saat ini di Indonesia pada tahun 2030 nanti. Menghangatnya iklim di Indonesia juga akan disertai dengan kekeringan yang makin tinggi hingga 20 persen daripada kondisi kekeringan saat ini (BNPB, 2021).

Menurut BNPB, data kejadian kekeringan di Indonesia dalam rentang 20 tahun (2003-2022), telah terjadi 2.151 kejadian kekeringan dari 28 provinsi, dimana kejadian terbanyak di atas rata-rata berturut-turut ialah Jawa Tengah (503 kejadian), Jawa Barat (415 kejadian), Jawa Timur (320 kejadian), Sulawesi Selatan (169 kejadian), NTB (106 kejadian), dan Banten (79 kejadian). Hal tersebut disebabkan oleh ketidakpastian antara musim kemarau dan musim hujan (BNPB, 2022).

Provinsi Sulawesi Selatan merupakan wilayah yang rawan terhadap bencana alam, khususnya kekeringan. Dalam 20 tahun terakhir, Provinsi Sulawesi Selatan telah mengalami empat kali kejadian kekeringan. Salah satu kabupaten yang mengalami kekeringan dua kali berturut-turut ialah Kabupaten Jeneponto (BNPB, 2022). Kabupaten Jeneponto merupakan salah satu wilayah yang tergolong kering di hampir semua kecamatan. Berdasarkan data BNPB, tahun 2019 Kabupaten

Jeneponto mengalami kekeringan berat yang menyebabkan kerugian besar dengan jumlah korban yang menderita sebanyak 9.374 orang. Kekeringan ini berasal dari curah hujan yang rendah, perubahan penutupan lahan dan aktivitas makhluk hidup.

Ketidakkuratan data atau peta yang menggambarkan informasi kekeringan dapat menyebabkan terjadinya kesalahan dalam perencanaan wilayah. Langkah-langkah yang dapat digunakan untuk memantau dan menganalisis tingkat kekeringan suatu wilayah adalah dengan menggunakan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh.

Menurut Hanafi (2011), penggunaan teknologi penginderaan jauh melalui satelit mempunyai karakteristik jangkauan pengamatan yang sangat luas, keakuratan data yang objektif dan terukur, pengulangan pengamatan yang periodik dan berkelanjutan. Penginderaan jauh melalui satelit dapat mengatasi kesulitan pengambilan data akibat kondisi wilayah Indonesia yang masih terdiri dari daerah-daerah yang sulit dicapai. Namun, penginderaan jauh secara konvensional terdapat banyak kelemahan, karena jangka waktu penerbangannya sangat terbatas, apalagi dengan ketinggian tertentu data yang diperoleh kurang akurat apabila tertutup awan tebal.

Pemanfaatan teknologi melalui indeks kekeringan dapat dilakukan untuk mengidentifikasi daerah kering. Informasi kekeringan dapat membantu masyarakat sekitar untuk mengetahui potensi kekeringan pada daerahnya. Sedangkan untuk pemerintah, informasi ini bisa dijadikan sebagai acuan untuk pengambilan tindakan dalam menghindari atau mengurangi dampak kekeringan tersebut.

Beberapa pendekatan indeks yang digunakan yaitu *Normalized Difference Latent Heat Index* (NDLI), *Normalized Difference Water Index* (NDWI), dan *Normalized Difference Drought Index* (NDDI). NDLI merupakan indeks yang pertama digunakan oleh Liou, dkk. (2018) untuk mengetahui ketersediaan air di permukaan bumi. NDWI merupakan indeks kebasahan yang dicetus oleh Gao (1996) yang mampu meningkatkan badan air dalam citra satelit. NDDI merupakan penggabungan indeks vegetasi dan indeks kebasahan vegetasi yang pertama digunakan oleh Gu, dkk. (2007) untuk mengetahui potensi kekeringan. Ketiga algoritma tersebut diklasifikasi berdasarkan *Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index* (SPEI) yang selanjutnya akan divalidasi dengan data

kekeringan dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Jeneponto dan validasi lapangan.

Tahun 2019, Siti Islamiyah Anggoro melakukan penelitian yang berjudul “Pemetaan Kekeringan pada Daerah Aliran Sungai Pissua dan Puncara” dengan tujuan untuk menganalisis dan memetakan tingkat kekeringan pada DAS Pissua dan Puncara. Parameter yang digunakan yaitu NDVI, NDLI dan Penutupan Lahan dengan memanfaatkan citra *landsat-8* yang ditumpang tindih melalui analisis *skoring*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan DAS Pissua lebih kering dibandingkan dengan DAS Puncara.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian dengan judul “Analisis Spasial Tingkat Kekeringan Wilayah Kabupaten Jeneponto Melalui Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh” diharapkan mampu menjadi acuan dan informasi spasial penyebaran indeks kekeringan yang ada di daerah Kabupaten Jeneponto sehingga dapat diambil tindakan untuk menghindari atau mengurangi dampak dari kekeringan serta sebagai pertimbangan dalam penggunaan metode yang lebih cocok digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kekeringan wilayah.

1.2. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis nilai indeks kekeringan melalui *Normalized Difference Latent Heat Index* (NDLI), *Normalized Difference Water Index* (NDWI), dan *Normalized Difference Drought Index* (NDDI)
2. Menganalisis tingkat kekeringan wilayah Kabupaten Jeneponto
3. Membandingkan ketiga metode tersebut berdasarkan hasil validasi kekeringan.

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai informasi dan acuan dasar untuk mengetahui tingkat kekeringan wilayah Kabupaten Jeneponto melalui teknologi penginderaan jauh sehingga dapat diambil tindakan untuk menghindari atau mengurangi dampak dari kekeringan serta sebagai pertimbangan dalam penggunaan metode yang lebih cocok digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kekeringan wilayah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kekeringan

2.1.1. Pengertian Kekeringan

Kekeringan pada dasarnya diakibatkan oleh kondisi hidrologi suatu daerah dalam kondisi air tidak seimbang. Kekeringan terjadi akibat dari tidak meratanya distribusi hujan yang merupakan satu-satunya *input* bagi suatu daerah. Ketidakmerataan hujan ini akan mengakibatkan beberapa daerah yang curah hujannya kecil akan mengalami ketidakseimbangan antara *input* dan *output* air (Shofiyati & Kuncoro, 2007). Menurut Raharjo (2010), kekeringan secara umum bisa didefinisikan sebagai pengurangan ketersediaan air atau kelembaban yang bersifat sementara secara signifikan di bawah normal atau volume yang diharapkan untuk jangka waktu tertentu.

Kekeringan adalah ciri iklim yang alami dan berulang yang diprakarsai oleh cuaca kering dan hangat yang berkepanjangan sehingga menyebabkan ketersediaan air di permukaan tanah kurang dari normal. Ini berkembang perlahan dan tidak terlihat dan mungkin tetap tidak diperhatikan untuk waktu yang lama, tidak seperti banjir dan bahaya alam lainnya (Tallaksen & Van Lanen, 2004). Kekeringan merupakan kejadian iklim yang berulang dan dapat terjadi pada semua zona iklim meskipun dengan karakteristik yang bervariasi di setiap tempat terjadinya (Moreira, dkk., 2012).

Terjadinya bencana kekeringan disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya penutupan dan penggunaan lahan, topografi, iklim, tanah, kondisi geologis, dan yang paling utama adalah curah hujan. Selain itu, kekeringan juga dapat disebabkan karena ulah manusia akibat ketidaktaatannya kepada aturan penggunaan air (Widyawati, 2016).

Nuarsa, dkk., (2015), menyatakan bahwa kekeringan terjadi secara perlahan (*slow on-set*), dengan durasi sampai dengan musim hujan tiba, serta berdampak sangat luas dan bersifat lintas sektor (ekonomi, sosial, kesehatan, dan pendidikan). Kekeringan dapat menimbulkan dampak yang amat luas, kompleks, dan juga rentang waktu yang panjang setelah berakhirnya kekeringan. Dampak yang luas dan

berlangsung lama tersebut disebabkan karena air merupakan kebutuhan pokok dan vital seluruh makhluk hidup yang tidak dapat digantikan dengan sumberdaya lainnya.

Kekeringan dapat didefinisikan sebagai fenomena iklim yang berulang di atas permukaan tanah yang ditandai dengan defisit air selama beberapa bulan. Kondisi kekeringan ekstrem sangat mempengaruhi pertanian, lingkungan, kesehatan, dan dampak yang dirasakan akan sangat tergantung pada tingkat daya adaptasi daerah yang terkena dampak seperti kemampuan sosial ekonomi masyarakat dan tingkat paparan ekosistem (Barkey, dkk., 2019).

Menurut Mishra & Singh (2010), kekeringan didefinisikan sebagai penurunan keseimbangan alam dengan mempengaruhi sumber daya tanah dan air sebagai akibat dari curah hujan yang turun di bawah tingkat normal. Kekeringan merupakan fenomena yang berulang terus-menerus pada interval waktu tertentu sepanjang sejarah dunia. Temperatur, angin, kelembaban, serta intensitas dan lama hujan berperan aktif dalam terjadinya kekeringan.

Meskipun kondisi iklim merupakan salah satu faktor terpenting penyebab kekeringan, namun faktor manusia menjadi salah satu penyebab penting terjadinya kekeringan saat ini. Faktor-faktor seperti industrialisasi, penggunaan sumber daya air yang berlebihan, perusakan hutan, peningkatan jumlah kendaraan mesin, pembakaran internal, dan peningkatan populasi menyebabkan pemanasan global. Situasi ini memicu perubahan iklim di tingkat global dan lokal (Trenberth, dkk., 2014).

Kekeringan juga merupakan keadaan yang mengancam kehidupan alam, mengganggu keseimbangan ekologis, berdampak negatif terhadap perekonomian, dan mempersulit pertanian berkelanjutan (Howitt, dkk., 2015). Oleh karena itu, penting melakukan tindakan pencegahan dampak negatif terhadap aspek ekonomi, sosial dan lingkungan dengan mendeteksi kekeringan, baik dalam skala regional maupun global.

2.1.2. Jenis-Jenis Kekeringan

Kekeringan dapat dipisahkan menjadi empat kategori besar yaitu kekeringan meteorologis, hidrologis, pertanian, dan sosial ekonomi (Van Dijk, dkk., 2013). Kekeringan yang dimaksud adalah sebagai berikut.

Kekeringan Meteorologis

Kekeringan meteorologis adalah kekurangan curah hujan di suatu wilayah pada periode tertentu (Inarossy, dkk., 2019). Kekeringan ini berkaitan dengan tingkat curah hujan di bawah normal dalam periode waktu yang lama di suatu kawasan. Ambang batas yang dipilih, seperti 50% dari curah hujan normal selama jangka waktu enam bulan akan bervariasi menurut lokasi sesuai dengan kebutuhan pengguna atau aplikasi. Pengukuran kekeringan meteorologis merupakan indeks pertama adanya kekeringan. Intensitas kekeringan meteorologis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Intensitas kekeringan meteorologis (BNPB, 2016)

No.	Intensitas Kekeringan Meteorologis	Curah Hujan
1.	Kering (curah hujan di bawah normal)	70-85% dari normal
2.	Sangat kering (curah hujan jauh di bawah normal)	50-70% dari normal
3.	Amat sangat kering (curah hujan amat jauh di bawah normal)	<50% dari normal

Kekeringan Hidrologis

Kekeringan hidrologis adalah suatu periode dengan ketidakcukupan sumberdaya air permukaan dan persediaan air bawah permukaan untuk memenuhi ketersediaan air dalam suatu sistem pengelolaan sumberdaya air terhadap kondisi rata-rata pada berbagai titik dalam waktu semusim. Kekeringan hidrologis terjadi akibat kekeringan meteorologis yang panjang yang menyebabkan defisit air permukaan dan air tanah di suatu wilayah (Inarossy, dkk., 2019).

Ada juga waktu kesenjangan yang cukup besar antara penyimpangan dari curah hujan dan titik di mana kekurangan-kekurangan ini menjadi jelas dalam komponen permukaan dan bawah permukaan dari sistem hidrologi. Intensitas kekeringan hidrologis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Intensitas kekeringan hidrologis (BNPB, 2016)

No.	Intensitas Kekeringan Hidrologis	Debit Air Sungai
1.	Kering	Mencapai periode ulang aliran periode 5 tahunan
2.	Sangat kering	Mencapai periode ulang aliran jauh di bawah periode 25 tahunan
3.	Amat sangat kering	Mencapai periode ulang aliran amat jauh di bawah periode 50 tahunan

Kekeringan Pertanian

Kekeringan pertanian adalah suatu periode dimana terjadi penurunan kelembaban tanah yang menyebabkan kegagalan tanaman tanpa memperhitungkan sumberdaya air permukaan (Inarossy, dkk., 2019). Kekeringan pertanian berhubungan dengan berkurangnya kandungan air dalam tanah (lengas tanah) sehingga tak mampu lagi memenuhi kebutuhan air bagi tanaman pada suatu periode tertentu. Kekeringan ini terjadi setelah terjadinya gejala kekeringan meteorologis (Rahman, dkk., 2017).

Kekeringan pertanian menyebabkan kurangnya ketersediaan air tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman dan makanan ternak dari curah hujan normal selama beberapa periode waktu tertentu. Hubungan antara curah hujan dan infiltrasi air hujan ke dalam tanah seringkali tidak berlangsung. Tingkat infiltrasi bervariasi tergantung pada kondisi kelembaban, kemiringan, jenis tanah, dan intensitas dari peristiwa presipitasi. Intensitas kekeringan pertanian dinilai berdasarkan presentase luas daun yang kering untuk tanaman padi, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Intensitas kekeringan pertanian (BNPB, 2016)

No.	Intensitas Kekeringan Pertanian	Presentase Daun Kering
1.	Kering (terkena kekeringan s/d sedang)	¼ daun kering dimulai pada bagian ujung
2.	Sangat kering (terkena berat)	¼ - ⅔ daun kering dimulai pada bagian ujung
3.	Amat sangat kering (Puso)	Semua bagian daun mengering

Kekeringan Sosial Ekonomi

Kekeringan sosial ekonomi terjadi jika permintaan terhadap barang-barang bernilai ekonomi melebihi ketersediaannya akibat kekurangan suplai air karena kondisi cuaca/iklim (Inarossy, dkk., 2019). Kekeringan jenis ini terjadi bila terdapat gangguan pada aktivitas manusia akibat menurunnya curah hujan dan ketersediaan air. Bentuk kekeringan sosial ekonomi menghubungkan aktivitas manusia dengan elemen-elemen dari kekeringan meteorologi, pertanian, dan hidrologi. Intensitas kekeringan sosial ekonomi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Intensitas kekeringan sosial ekonomi (BNPB, 2016)

No.	Kategori	Ketersediaan Air (liter/orang/hari)	Pemenuhan Kebutuhan	Jarak ke Sumber Air (km)
1.	Kering (langka terbatas)	>30 - <60	Minum, masak, cuci alat makan/masak, mandi terbatas	0,1 – 0,5
2.	Sangat kering (langka)	>10 - <30	Minum, masak, cuci alat makan/masak	0,5 – 3
3.	Amat sangat kering (kritis)	<10	Minum, masak	>3

2.2. Penginderaan Jauh

2.2.1. Pengertian Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi, informasi tersebut berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi (Sutanto, 1986). Somantri (2009) mengatakan bahwa penginderaan jauh terdiri atas pengukuran dan perekaman terhadap energi elektromagnetik yang dipantulkan dan dipancarkan oleh permukaan bumi dan atmosfer dari suatu tempat tertentu di permukaan bumi. Dari pengertian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa penginderaan jauh yaitu teknik yang digunakan untuk memperoleh data permukaan bumi menggunakan satelit.

Penginderaan jauh (*remote sensing*) sering disingkat inderaja, adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand & Kiefer, 1994).

Menurut Baja (2012), penginderaan jauh meliputi perangkat teknologi yang memiliki aplikasi sangat luas dengan perangkat teknologi yang berbeda-beda. Namun demikian, semua sistem penginderaan jauh terdiri dari komponen dasar yang sama. Empat komponen dasar dari sistem penginderaan jauh adalah: a) target; b) sumber energi; c) alur transmisi; dan d) sensor.

2.2.2. Data Penginderaan Jauh

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 (Purwadhi, 2001).

Data penginderaan jauh dapat diperoleh melalui hasil rekaman sensor yang dipasang baik pada pesawat terbang, satelit, pesawat ulang alik, atau wahana lainnya. Sensor tersebut akan menghasilkan data yang berbeda-beda sesuai dengan letak ketinggian sensor maupun karakteristik objek yang dikaji (Sutanto, 1986).

Data penginderaan jauh dapat dikatakan sebagai sumber data yang terpenting bagi SIG karena ketersediaannya secara berkala. Citra penginderaan jauh berupa foto udara dapat diinterpretasikan terlebih dahulu sebelum dikonversi ke dalam bentuk digital. Sedangkan citra yang diperoleh dari satelit yang sudah dalam bentuk digital dapat langsung digunakan setelah diadakan koreksi seperlunya atau sesuai yang diinginkan. Data lapangan dapat digunakan untuk membuat peta fisik, sedangkan data penginderaan jauh juga memerlukan data lapangan yang dapat membantu sehingga digunakan memastikan kebenaran data tersebut (Sugandi, dkk., 2009).

Citra merupakan suatu data hasil perolehan pemotretan permukaan bumi oleh satelit. Citra ini dapat dibedakan menjadi citra foto atau foto udara dan citra non-foto. Citra digital merupakan representasi dua dimensi objek dunia nyata, pada penginderaan jauh, citra merupakan gambaran permukaan bumi yang dapat dilihat dari luar angkasa melalui satelit atau dari udara melalui pesawat terbang (Prahasta, 2014).

Satelit *Landsat (Land satellite)* merupakan suatu hasil program satelit sumberdaya bumi yang dikembangkan oleh NASA (*The National Aeronautical and Space Administration*) Amerika Serikat pertama kali diluncurkan pada 1972 dengan nama ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite-1*). Dengan kesuksesan peluncuran pertama, dilanjutkan dengan peluncuran selanjutnya seri kedua yang dengan nama *Landsat-1*. Perkembangan citra *Landsat* bertahan dari citra *Landsat-1* sampai dengan citra *Landsat-9*. Citra *Landsat* dapat diunduh melalui situs <http://earthexplorer.usgs.gov>.

Salah satu satelit yang digunakan untuk penelitian ini adalah *Landsat-8*.

Landsat-8 diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013. *Landsat-8* memiliki sensor *Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Di antara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (*band 1-9*) berada pada OLI dan 2 lainnya (*band 10 dan 11*) pada TIRS. *Deep Blue Coastal/Aerosol Band* (0,433-0,453 mikrometer) dapat mendeteksi wilayah pesisir, sedangkan *Shortwave-InfraRed Cirrus Band* (1,360-1,390 mikrometer) dapat mendeteksi awan *cirrus*. Sebagian besar kanal memiliki spesifikasi mirip dengan *Landsat-7*. Spesifikasi kanal yang dimiliki citra *Landsat-8* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi kanal citra *landsat-8* (USGS, 2013)

Band Spektral	Panjang Gelombang (mikrometer)	Resolusi Spasial (m)	Kegunaan Citra
<i>Band 1 - Coastal Aerosol</i>	0,43 – 0,45	30	<i>Coastal and study aerosol</i>
<i>Band 2 - Blue</i>	0,45 – 0,51	30	<i>Bathymetric mapping, distinguishing soil from vegetation and deciduous from coniferous vegetation</i>
<i>Band 3 - Green</i>	0,53 – 0,59	30	<i>Emphasizes peak vegetation, which is useful for assessing plant vigor</i>
<i>Band 4 - Red</i>	0,64 – 0,67	30	<i>Discriminates vegetation slopes</i>
<i>Band 5 - Near InfraRed (NIR)</i>	0,85 – 0,88	30	<i>Emphasizes biomass content and shorelines</i>
<i>Band 6 - Short Wavelength InfraRed (SWIR)</i>	1,57 – 1,65	30	<i>Discriminates moisture content of soil and vegetation; penetrates thin clouds</i>
<i>Band 7 Short Wavelength InfraRed (SWIR)</i>	2,11 – 2,29	30	<i>Improved moisture content of soil and vegetation and thin cloud penetration</i>
<i>Band 8 - Panchromatic</i>	0,5 – 0,68	15	<i>15 meter resolution, sharper image definition</i>
<i>Band 9 - Cirrus</i>	1,36 – 1,38	30	<i>Improved detection of cirrus cloud contamination</i>
<i>Band 10 - Long Wavelength InfraRed</i>	10,6 – 11,19	100	<i>100 meter resolution, thermal mapping and estimated soil moisture</i>
<i>Band 11 - Long Wavelength InfraRed</i>	11,5 – 12,51	100	<i>100 meter resolution, improved thermal mapping and estimated soil moisture</i>

2.2.3. Interpretasi Citra Penginderaan Jauh

Interpretasi atau penafsiran citra penginderaan jauh merupakan perbuatan mengkaji foto udara atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Interpretasi citra penginderaan jauh dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu interpretasi secara manual dan interpretasi secara digital (Purwadhi, 2001).

Interpretasi secara manual adalah interpretasi data penginderaan jauh yang mendasarkan pada pengenalan ciri/karakteristik objek secara keruangan. Karakteristik objek dapat dikenali berdasarkan unsur-unsur interpretasi, yaitu bentuk, ukuran, pola, bayangan, rona/warna, tekstur, situs, asosiasi dan konvergensi bukti (Jamil, 2013).

Sedangkan, interpretasi secara digital adalah evaluasi kuantitatif tentang informasi spektral yang disajikan pada citra. Dasar interpretasi citra digital berupa klasifikasi citra piksel berdasarkan nilai spektralnya dan dapat dilakukan dengan cara statistik. Dalam pengklasifikasian citra secara digital, mempunyai tujuan khusus untuk mengategorikan secara otomatis setiap piksel yang mempunyai informasi spektral yang sama dengan mengikutkan pengenalan pola spektral, pengenalan pola spasial dan pengenalan pola temporal yang akhirnya membentuk kelas atau tema keruangan (spasial) tertentu (Jamil, 2013).

Dalam pengenalan objek yang tergambar pada citra, ada tiga rangkaian kegiatan yang diperlukan, yaitu deteksi, identifikasi, dan analisis. Deteksi adalah pengamatan atas adanya suatu objek, misalnya pada gambaran sungai terdapat objek yang bukan air. Identifikasi ialah upaya mencirikan objek yang telah dideteksi dengan menggunakan keterangan yang cukup. Pada tahap analisis dikumpulkan keterangan lebih lanjut (Kurnia, dkk., 2019).

2.2.4. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan perbaikan akibat cacat atau kesalahan radiometri (Purwadhi, 2001). Koreksi radiometrik meliputi kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosferik. Kalibrasi radiometrik adalah merubah atau mengonversi nilai data citra asli hasil unduhan dari DN (nilai digital) ke nilai radian atau nilai reflektan ToA (*Top of Atmospheric*) (Rudjord & Trier, 2012). Nilai reflektan

menunjukkan respon objek terhadap gelombang matahari (Sukmono, dkk., 2017).

Citra satelit pada umumnya mengandung nilai DN (*Digital Number*) asli yang belum diproses berdasarkan nilai spektral radian sesungguhnya, sehingga berdampak pada hasil informasi yang kurang akurat. Hal ini disebabkan oleh perbedaan nilai sudut perekaman, lokasi matahari, kondisi cuaca dan faktor pengaruh lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan koreksi radiometrik untuk memperbaiki nilai piksel dengan cara mengonversi nilai DN menjadi nilai unit spektral reflektan (Purwadhi, 2001).

Menurut Jamil (2013), koreksi geometrik diperlukan untuk menempatkan piksel-piksel citra pada posisi koordinat yang tepat. Kesalahan penempatan piksel terjadi karena berbagai faktor baik faktor internal maupun eksternal sensor penginderaan jauh. Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan yang seharusnya dikarenakan adanya:

- a. Kesalahan pada sistem optik yang dapat disebabkan oleh bagian optik pembentuk citra buram dan perubahan kekuatan sinyal.
- b. Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer yang disebabkan oleh pengaruh hamburan dan serapan, tanggapan (*response*) amplitudo yang tidak linier, dan terjadinya bising (*noise*) pada waktu transmisi data.

2.2.5. Indeks Kekeringan

Indeks kekeringan merupakan suatu perangkat utama untuk mendeteksi, memantau, dan mengevaluasi kejadian kekeringan. Karena kekeringan memiliki karakter multidisiplin yang membuat tidak adanya sebuah definisi yang dapat diterima oleh semua pihak di dunia, maka tidak ada sebuah indeks kekeringan yang berlaku universal. Sesuai dengan jenis kekeringan, terdapat pula indeks kekeringan meteorologi, indeks kekeringan hidrologi, dan indeks kekeringan pertanian (Niemeyer, 2008).

Indeks kekeringan menggabungkan berbagai data mengenai curah hujan, salju, debit aliran sungai dan berbagai indikator ketersediaan air pada sebuah gambaran yang komprehensif. Suatu indeks kekeringan pada umumnya merupakan sebuah angka, yang jauh lebih berguna dari banyak data mentah untuk pengambilan

keputusan (Hayes (1999) dalam (Hatmoko & Adidarma, 2014)).

Indeks kekeringan mendefinisikan beberapa parameter kekeringan, yaitu intensitas, durasi, keparahan, dan sebaran spasialnya. Skala waktu yang kerap digunakan adalah tahun dan bulan. Untuk menyatakan kondisi kekeringan yang terkait dengan pertanian, penyediaan air, dan air tanah, paling sesuai adalah interval waktu bulan (Panu and Sharma, 2002). Deret waktu (*time-series*) dari indeks kekeringan memberikan dasar untuk mengevaluasi kejadian kekeringan. Indeks kekeringan digunakan untuk mendukung pengelolaan kekeringan (Hatmoko & Adidarma, 2014).

Persyaratan indeks kekeringan yang ideal untuk sistem pemantauan kekeringan menurut Rossi, dkk. (2007) adalah: a) menyatakan kekurangan air dalam komponen meteorologi dan hidrologi; b) menggunakan data hidro-meteorologi yang mudah diperoleh secara tepat waktu; c) dapat menjelaskan kondisi kekeringan, walau masih dalam tahap awal kekeringan; d) dapat membandingkan berbagai kondisi kekeringan yang berbeda waktu dan lokasi; e) menjelaskan dampak kekeringan; dan f) dapat menilai tingkat kekeringan untuk memandu tindakan yang harus dilakukan.

Indeks kekeringan meteorologi telah memiliki metode yang disepakati dunia, yaitu *Standardized Precipitation Index* (SPI), yang juga telah banyak digunakan dalam berbagai studi kekeringan di Indonesia. Sedangkan untuk kekeringan hidrologi, sampai saat ini belum diperoleh kesepakatan mengenai indeks kekeringan hidrologi yang dapat digunakan secara global. Di Indonesia masih belum ada indeks kekeringan hidrologi yang telah diterapkan (Hatmoko & Adidarma, 2014).

NDLI (Normalized Difference Latent Heat Index)

NDLI merupakan metode yang dikembangkan oleh Liou, dkk., (2018) untuk menentukan fluktuasi panas laten dalam mengidentifikasi kekeringan. NDLI merupakan salah satu metode yang menggunakan reflektansi permukaan bumi terhadap atmosfer sehingga mampu memprediksi energi panas di atas permukaan bumi dengan pandangan berulang dan sinoptik secara spasial (Liou, dkk., 2018).

Band GREEN, RED dan *SWIR* memiliki karakteristik spektral reflektansi khusus dalam menanggapi fitur air, dimana *GREEN* menunjukkan air jernih atau

menunjukkan kandungan klorofil dalam air. Panjang gelombang *RED* memiliki karakteristik spektral reflektansi khusus untuk vegetasi, karena penyerapan pigmen yang kuat pada tanaman sehat. Sedangkan panjang gelombang *Short Wavelength Infrared* (SWIR) memiliki spektral reflektansi terhadap kandungan air di tanaman dan tanah (Liou, dkk., 2018).

NDWI (Normalized Difference Vegetation Index)

NDWI merupakan indikator berbasis penginderaan jauh yang peka terhadap perubahan kadar air daun. Salah satunya digunakan untuk memantau perubahan kadar air daun, menggunakan panjang gelombang *near-infrared* (NIR) dan *shortwave-infrared* (SWIR) (Gao, 1996). Indeks kebasahan vegetasi menggambarkan nilai kandungan atau kadar air pada suatu wilayah untuk mendeteksi badan air. Badan air memiliki kapasitas untuk menyerap secara kuat panjang gelombang sinar tampak dan inframerah. NDWI mampu meningkatkan badan air dalam citra satelit.

Hasil NDWI yang berupa indeks, memiliki rentang nilai -1 untuk bukan badan air dan 1 untuk kenampakan badan air, sehingga diperlukan suatu pegangan pohon untuk memisahkan badan air dan bukan badan air. Kegunaan lainnya adalah untuk memantau perubahan yang terkait dengan kandungan air di badan air seperti sungai, danau, rawa, samudra, dan samudra menggunakan panjang gelombang hijau (*band green*) dan NIR (*near-infrared band*) (Adnyana, dkk., 2020).

Algoritma NDWI digunakan untuk memantau vegetasi di daerah yang terkena kekeringan, disarankan menggunakan NIR dan SWIR. Refleksi SWIR mencerminkan perubahan kadar air vegetasi dan struktur mesofil seperti bunga di kanopi vegetasi. Refleksi NIR dipengaruhi oleh struktur bagian dalam daun dan kandungan bahan kering daun, tetapi tidak dipengaruhi oleh kadar air. Kombinasi NIR dan SWIR menghilangkan variasi yang disebabkan oleh struktur internal daun dan kandungan bahan kering daun, meningkatkan akurasi dalam mengambil kandungan air vegetasi. Pita spektral hijau dan NIR direkomendasikan jika mencari ketinggian air atau perubahan ketinggian air, seperti banjir (Adnyana, dkk., 2020).

Nilai NDWI yang lebih tinggi menunjukkan daerah dengan tingkat kebasahan tajuk vegetasi yang tinggi (Gao, 1996 dalam (Mujiyo, dkk., 2023)). Adnyana, dkk. (2020) juga menyebutkan bahwa semakin tinggi nilai colobar, semakin tinggi

indeks kelembaban vegetasi atau tanah. Logikanya menunjukkan bahwa jika nilai NDWI tinggi pada suatu tanah, maka vegetasi di daerah pemilihan sangat rapat, begitu pula sebaliknya, jika nilai NDWI rendah, maka vegetasi di daerah penelitian jarang atau rendah.

NDDI (Normalized Difference Drought Index)

Normalized Difference Drought Index (NDDI) merupakan indeks berbasis satelit yang mampu menunjukkan *geo-meteorological complexity* suatu lingkungan, di mana dalam hal ini adalah untuk memantau dan mengidentifikasi kekeringan. NDDI menggabungkan parameter vegetasi kehijauan (NDVI) dan kebasahan vegetasi (NDWI). Pada NDDI, nilai yang lebih tinggi menunjukkan kondisi kekeringan (Gu, dkk., 2007).

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).

Transformasi NDDI menggabungkan data yang diperoleh dari NDVI dan NDWI dalam rentang nilai transformasi yang lebih luas dan lebih akurat dengan perbedaan hingga 5%. Melalui penyerapan radiasi, NDVI mengukur kandungan klorofil dan mesofil kanopi vegetasi. Sebaliknya, NDWI mengukur kelembaban tajuk vegetasi berdasarkan hasil kadar air dan kandungan mesofil titik-titik kanopi vegetasi. Pada transformasi NDVI dan NDWI, semakin tinggi nilai yang dihasilkan maka semakin tinggi pula kerapatan dan kebasahan vegetasi di kawasan tersebut. Sedangkan pada transformasi NDDI, semakin tinggi nilai menunjukkan semakin kering suatu daerah (Mujiyo, dkk., 2023).

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

NDVI adalah besaran nilai kehijauan vegetasi yang diperoleh dari pengolahan sinyal digital data nilai kecerahan (*brightness*) beberapa kanal sensor satelit (Lillesand & Keifer, 1994). Bentuk transformasi spektral yang diterapkan citra multi saluran menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, *Leaf Area Index* (LAI), konsentrasi klorofil dan sebagainya (Danoedoro, 2012). Untuk pemantauan vegetasi, dilakukan

proses perbandingan antara tingkat kecerahan kanal cahaya merah (*red*) dan kanal cahaya inframerah dekat (*near infrared*).

Penyerapan cahaya merah oleh klorofil dan pemantulan cahaya inframerah dekat oleh jaringan mesofil pada daun akan membuat nilai kecerahan yang diterima sensor satelit melalui kanal-kanal tersebut akan jauh berbeda. Pada daratan tanpa vegetasi, termasuk wilayah perairan dan pemukiman, lahan kosong terbuka, atau kondisi vegetasi yang rusak, tidak dapat memberikan nilai rasio yang tinggi pada perbandingan nilai kanal-kanal tersebut. Sebaliknya pada daratan dengan vegetasi yang rapat dan kondisi sehat, perbandingan nilai kedua kanal tersebut memberikan nilai yang sangat tinggi (Andana, 2015).

Menurut Kogan (1987) dalam (Inarossy, dkk., 2019), NDVI memiliki nilai berkisar antara -1.0 hingga +1.0. Nilai yang lebih besar dari 0.1 biasanya menandakan peningkatan derajat kehijauan dan intensitas dari vegetasi. Nilai diantara 0 dan 0.1 umumnya merupakan karakteristik dari bebatuan dan lahan kosong, nilai yang kurang dari 0 mengindikasikan awan, es, dan salju. Permukaan vegetasi memiliki rentang nilai NDVI 0.1 untuk lahan padang rumput dan semak belukar hingga 0.8 untuk daerah hutan hujan tropis. Nilai negatif menunjukkan daerah dengan kerapatan rendah dan nilai positif menunjukkan daerah dengan kerapatan vegetasi tinggi (Jamil, dkk., 2013).

2.2.6. *Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI)*

SPEI diusulkan oleh Serrano, dkk. (2010) sebagai peningkatan indeks kekeringan curah hujan dan permintaan referensi evapotranspirasi atmosfer, dan itu sangat cocok untuk studi tentang efek pemanasan global pada keparahan kekeringan. Ini didasarkan pada distribusi probabilitas dari perbedaan antara presipitasi dan rasio evapotranspirasi referensi terakumulasi selama rentang waktu yang berbeda, dan multiskalar. Sifat SPEI memungkinkan identifikasi jenis kekeringan yang berbeda dan dampak kekeringan (Serrano, dkk., 2012).

Dengan demikian, SPEI memiliki sensitivitas PDSI dalam pengukuran permintaan evapotran, mudah dihitung, multiskalar dan dinormalisasi mengikuti klasifikasi kekeringan SPI. Beberapa studi ini melaporkan bahwa SPEI berkorelasi lebih baik dengan variabel hidrologi dan ekologi daripada indeks kekeringan lainnya di berbagai sistem alami dan terkelola (Begueria, dkk., 2014).

SPI dan SPEI memungkinkan pengguna untuk menilai terjadinya kekeringan jangka pendek (1 bulan) hingga kekeringan jangka panjang (12 bulan atau lebih) (Guttman, dkk., 1999). Menurut Li, dkk. (2015) SPEI dikembangkan dengan menggabungkan sensitivitas *Palmer Dried Severity Index* (PDSI) terhadap perubahan permintaan penguapan dan kekokohan sifat multitemporal *Standardized Precipitation Index* (SPI). SPEI didefinisikan sebagai indeks neraca air (curah hujan minus PET).

2.3. Sistem Informasi Geografis

Secara harfiah, SIG dapat diartikan sebagai suatu komponen yang terdiri dari perangkat lunak, data geografis dan sumberdaya manusia yang bekerjasama secara efektif untuk menangkap, menyimpan, memperbaiki, memperbarui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa, dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis. Kemampuan sumberdaya manusia dalam mengoperasikan, memformulasikan persoalan dan menganalisis hasil akhir sangat berperan dalam keberhasilan sistem informasi geografis (Puntodewo, dkk., 2003).

Pengelolaan data spasial sangat penting dalam pengelolaan data SIG. Data spasial mempunyai dua bagian, yaitu informasi lokasi dan informasi atribut yang dapat dijelaskan sebagai berikut (Puntodewo, dkk., 2003):

- Informasi lokasi atau informasi spasial. Contoh yang umum adalah informasi lintang dan bujur, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi. Contoh lain dari informasi spasial yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi lokasi misalnya adalah Kode Pos.
- Informasi deskriptif (atribut) atau informasi non spasial. Suatu lokalitas bisa mempunyai beberapa atribut atau properti yang berkaitan dengannya; contohnya jenis vegetasi, populasi, pendapatan per tahun, dan sebagainya.

Pemetaan dan analisis spasial banyak digunakan dalam berbagai bidang kajian. Ilmu dan teknologi yang dalam pemetaan dan analisis spasial adalah penginderaan jauh (*remote sensing*), *Global Positioning System* (GPS) dan sistem informasi geografis (*Geographic Information System*) atau SIG. Integrasi pemetaan dan analisis spasial dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh, GPS dan

SIG banyak digunakan dalam kajian secara komprehensif tentang potensi sumberdaya yang terdapat di suatu wilayah (Susilo, 2012).

SIG diuraikan menjadi beberapa subsistem yang dapat dilihat sebagai berikut (Prahasta, 2009):

a. *Data Input*

Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial beserta atributnya dari berbagai sumber. Subsistem ini pula yang bertanggungjawab dalam mengonversikan atau mentransformasikan format-format data aslinya ke dalam format (*native*) yang dapat digunakan oleh perangkat SIG yang bersangkutan.

b. *Data Output*

Subsistem ini bertugas untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran (termasuk mengekspornya ke format yang dikehendaki) seluruh atau sebagian basis data (spasial) baik dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy* seperti tabel, grafik, *report*, peta dan sebagainya.

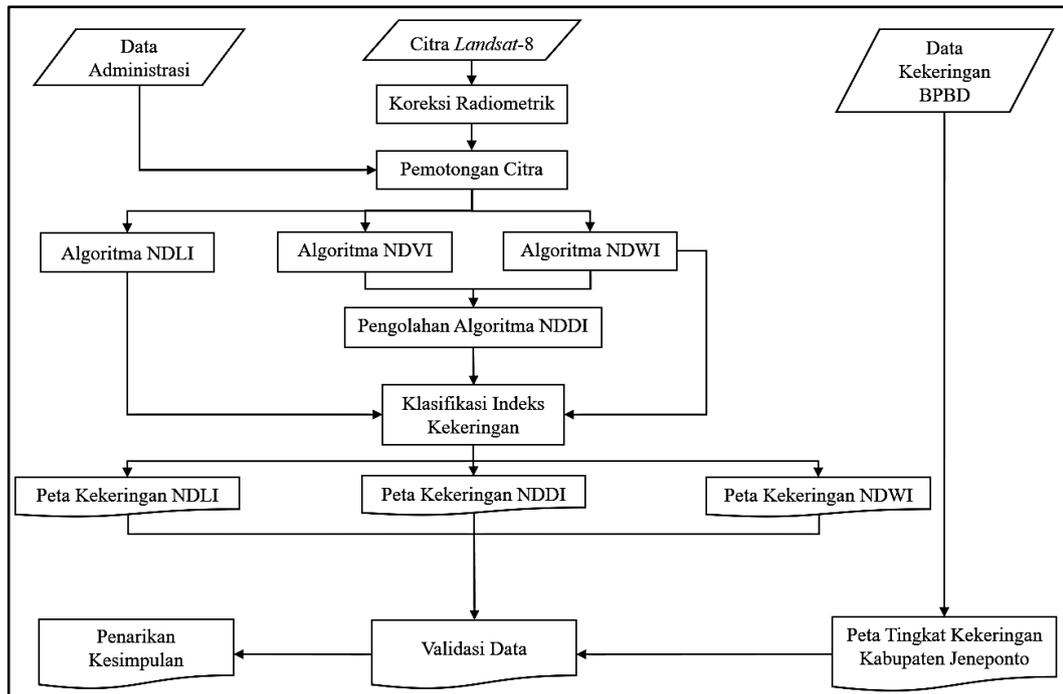
c. *Data Manajemen*

Subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun tabel-tabel atribut terkait ke dalam sebuah sistem basis data sedemikian rupa hingga mudah dipanggil kembali atau di-*retrieve* (di-*load* ke *memory*), di-*update*, dan diedit.

d. *Analisis dan Manipulasi Data*

Subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, subsistem ini juga melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan fungsi-fungsi; operator matematis dan logika) serta pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

Tahapan Pelaksanaan Penelitian



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan penelitian