

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan teknik untuk memperoleh informasi tentang suatu objek atau wilayah tanpa kontak langsung, melainkan melalui sensor yang terpasang pada satelit atau wahana udara. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi suatu wilayah dalam skala besar dengan efisiensi tinggi. Menurut Muryati, (2020), penginderaan jauh digunakan untuk menganalisis berbagai parameter lingkungan, termasuk suhu permukaan, kelembapan, dan karakteristik permukaan suatu wilayah, berdasarkan reflektansi spektral dari citra satelit. Citra satelit yang diperoleh melalui penginderaan jauh dapat diolah menggunakan berbagai metode analisis. Salah satu metode yang sering digunakan adalah analisis indeks spektral, yang memungkinkan identifikasi perubahan kondisi suatu wilayah secara lebih akurat. Indeks spektral ini bekerja dengan membandingkan nilai reflektansi pada berbagai panjang gelombang, sehingga dapat menggambarkan kondisi fisik suatu permukaan tanpa perlu pengukuran langsung di lapangan (Muryati, 2020).

Keunggulan penginderaan jauh terletak pada kemampuannya menyediakan data yang luas dan berkelanjutan. Teknologi ini khususnya bermanfaat untuk memantau perubahan lingkungan dalam jangka waktu yang panjang. Dengan menggunakan citra satelit, perubahan suatu wilayah dapat dianalisis lebih efektif, termasuk mengamati pola distribusi suhu, kelembapan, dan karakteristik permukaan lainnya (Muryati, 2020). Selain itu, penginderaan jauh juga memungkinkan pemantauan berkala yang bermanfaat dalam analisis lingkungan dan perencanaan wilayah. Muryati. (2020) menekankan bahwa teknologi ini memungkinkan melakukan pemantauan tanpa bergantung pada survei lapangan yang memakan waktu dan biaya. Penginderaan jauh merupakan alat yang efektif dalam studi lingkungan, terutama untuk mengidentifikasi perubahan kondisi suatu wilayah dari waktu ke waktu.

Secara keseluruhan, pemanfaatan penginderaan jauh menawarkan banyak manfaat di berbagai bidang, terutama dalam studi lingkungan dan pemetaan wilayah. Kemampuan teknologi ini menyediakan data yang akurat dan berkelanjutan, yang dapat dijadikan sebagai metode kunci untuk menganalisis kondisi suatu wilayah. Penginderaan jauh tidak hanya memungkinkan pemantauan skala besar tetapi juga memberikan informasi yang lebih detail mengenai dinamika perubahan yang terjadi di suatu wilayah (Muryati, 2020).

2.1.1 Landsat 8

Satelit Landsat 8 merupakan produk penginderaan jauh yang dihasilkan oleh satelit pengamatan bumi yang berfungsi mengumpulkan informasi tentang kondisi permukaan bumi menggunakan sensor yang peka terhadap berbagai panjang gelombang elektromagnetik. Sejak peluncuran satelit Landsat pertama pada tahun 1972, citra Landsat telah menjadi salah satu alat utama untuk memantau Bumi, memungkinkan pengamatan mendalam terhadap berbagai fenomena alam, seperti perubahan penggunaan lahan, perkembangan perkotaan, serta pergerakan vegetasi dan penutup tanah (NASA, 2013). Citra Landsat memiliki resolusi spasial yang cukup baik, yaitu 30 meter untuk sebagian besar pita spektral, beberapa versi sensor memiliki versi yang lebih baru dengan kemampuan untuk menghasilkan citra dengan resolusi hingga 15 meter pada pita tertentu (NASA, 2013). Resolusi spasial yang relatif tinggi ini memungkinkan pemetaan yang lebih akurat dan terperinci di tingkat regional, dan sangat berguna dalam berbagai aplikasi seperti perencanaan tata ruang, pemantauan hutan, pertanian, dan penilaian dampak perubahan iklim.

Citra Landsat juga dilengkapi dengan berbagai pita spektral, yaitu kanal penginderaan yang mengukur reflektansi objek di permukaan bumi pada berbagai panjang gelombang. Penggunaan berbagai pita spektral ini memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap karakteristik permukaan Bumi, seperti klasifikasi tutupan lahan, identifikasi vegetasi, dan pemantauan kualitas air atau suhu permukaan. Dengan menggunakan kombinasi pita-pita ini, citra Landsat dapat memberikan informasi yang lebih lengkap dan akurat mengenai kondisi ekologi dan lingkungan suatu wilayah. Misalnya, pita inframerah dekat (NIR) dapat digunakan untuk membedakan jenis vegetasi, sedangkan pita merah dapat menunjukkan perbedaan antara wilayah yang terdampak kebakaran atau kekeringan dengan wilayah yang masih subur. Selain resolusi spasial, citra Landsat juga memiliki keunggulan resolusi temporal yang mengacu pada frekuensi akuisisi citra. Satelit Landsat memiliki periode akuisisi citra yang relatif konsisten setiap 16 hari, sehingga memungkinkan pemantauan rutin dan berkala terhadap perubahan yang terjadi di suatu wilayah tertentu. Kemampuan Landsat untuk mengakses citra penginderaan jauh dari lebih dari empat dekade lalu memberikan manfaat tambahan untuk melakukan analisis perubahan jangka panjang dan mengamati tren dalam penggunaan lahan dan perubahan ekosistem dari waktu ke waktu. Citra Landsat juga dikenal karena ketersediaannya yang terbuka dan gratis yang memungkinkan berbagai pihak dari peneliti akademis hingga lembaga pemerintah dan sektor swasta, untuk mengakses data ini dan menggunakannya dalam berbagai proyek penelitian atau kebijakan publik. Data landsat tersedia secara gratis di berbagai platform seperti *earth explorer* atau GEE (*Google Earth Engine*), memberikan kontribusi yang signifikan untuk mendukung proyek pemantauan lingkungan dan

perencanaan pembangunan berbasis data. Dengan demikian, citra satelit Landsat berfungsi tidak hanya sebagai alat penginderaan jauh tetapi juga sebagai sumber daya vital yang mempromosikan transparansi dan kolaborasi dalam pengelolaan lingkungan dan sumber daya alam secara global (Suwargana, 2013).

2.2 Iklim Mikro

Iklim mikro umumnya merujuk pada kondisi iklim dalam area terbatas, tetapi masih memiliki kesamaan dengan iklim makro, seperti suhu, kelembapan, angin, dan sinar matahari. Studi iklim mikro biasanya dilakukan untuk tujuan tertentu, seperti analisis di wilayah perkotaan, pedesaan, atau wilayah spesifik lainnya (Sangkertadi dkk., 2021). Iklim mikro dipengaruhi oleh berbagai faktor lokal, seperti jenis tanah, bangunan, vegetasi, dan penggunaan lahan. Lahan bervegetasi berkontribusi signifikan terhadap kenyamanan iklim mikro. Area dengan banyak tanaman atau permukaan alami biasanya lebih dingin daripada area dengan permukaan keras seperti beton atau aspal, yang menyerap lebih banyak panas. Iklim mikro ini dapat mempengaruhi kenyamanan di luar ruangan dan kualitas hidup penghuninya. Material yang lebih alami atau reflektif, seperti tanaman atau permukaan tanah yang terbuka, bisa membuat suhu lebih sejuk. Oleh karena itu, pemilihan material yang tepat sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang nyaman. Misalnya, dengan menggunakan material yang dapat mengurangi panas atau meningkatkan ventilasi alami, kita bisa mengurangi kebutuhan pendinginan buatan, menghemat energi, dan meningkatkan kenyamanan di ruang terbuka. Secara keseluruhan, memahami iklim mikro sangat penting dalam merancang kawasan atau ruang luar agar lebih nyaman dan ramah lingkungan (Sangkertadi dkk., 2021).

Dengan mempertimbangkan bagaimana faktor-faktor seperti material dan vegetasi memengaruhi suhu dan kelembapan, kita dapat menciptakan lingkungan yang lebih sejuk dan layak huni (Sangkertadi dkk., 2021). Suhu dan kelembapan dipilih sebagai parameter kunci karena keduanya berperan krusial dalam menentukan kenyamanan termal dan kualitas lingkungan, terutama di wilayah tropis lembap. Suhu mencerminkan tingkat panas yang diserap atau dipantulkan oleh berbagai jenis material permukaan, sementara kelembapan menunjukkan jumlah uap air yang terkandung di udara, yang secara langsung mempengaruhi persepsi kesejukan. Pemilihan penggunaan lahan yang berbeda, seperti lahan yang ditumbuhi vegetasi dibandingkan dengan lahan yang dipenuhi material keras atau perkerasan dapat menyebabkan perbedaan signifikan dalam suhu dan kelembapan, yang pada akhirnya memengaruhi perubahan iklim mikro di wilayah tersebut (Sangkertadi dkk., 2021).

2.2.1 Suhu

Suhu mengacu pada derajat panas atau dingin yang ada di suatu tempat pada waktu tertentu, yang merupakan salah satu elemen penting dalam pengukuran iklim mikro (Sangkertadi dkk., 2021). Suhu permukaan merupakan suhu yang terjadi pada lapisan antara permukaan bumi hingga atmosfer. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk memperoleh data suhu permukaan adalah citra satelit Landsat 8. Suhu permukaan yang diekstrak dari citra Landsat 8 mencakup jarak ketinggian antara 30 hingga 100 meter di atas permukaan tanah (Sekarsih dkk., 2024). Landsat 8 menyediakan resolusi spasial yang cukup tinggi, yang memungkinkan analisis suhu permukaan secara akurat pada berbagai skala. Dengan penerapan algoritma pengolahan citra yang tepat, data suhu permukaan yang diperoleh dari satelit ini dapat digunakan untuk penanda distribusi suhu permukaan dan menimbulkan perubahan yang terjadi akibat faktor eksternal seperti kondisi cuaca atau aktivitas manusia. Pemantauan suhu permukaan menggunakan penginderaan jauh memberikan data yang akurat dan kontinu, yang sangat berguna untuk memahami dinamika suhu permukaan dan mendukung pengelolaan sumber daya alam, serta mitigasi dampak dari perubahan iklim (Muryati, 2020).

2.2.2 Kelembapan

Kelembapan merupakan kandungan udara yang terdapat di atmosfer maupun di permukaan suatu wilayah. Faktor utama yang mempengaruhi kelembapan adalah suhu, tekanan udara, serta karakteristik permukaan yang menyerap atau melepaskan udara (Muryati, 2020). Suhu yang tinggi dapat mempercepat proses penguapan dari permukaan ke atmosfer, sehingga mengurangi kelembapan di kedua lapisan tersebut. Sebaliknya, suhu yang lebih rendah cenderung mempertahankan kelembapan lebih lama karena laju penguapan yang lebih lambat. Menurut Muryati (2020) hubungan antara suhu dan kelembapan dapat diamati melalui interaksi antara atmosfer dan permukaan. Ketika suhu meningkat, kandungan udara di permukaan lebih cepat menguap, menyebabkan penurunan kelembapan di permukaan sekaligus meningkatkan uap udara di atmosfer. Namun, jika kelembapan yang terbatas tersedia, suhu tinggi justru mempercepat pengeringan suatu wilayah. Sebaliknya, suhu yang lebih rendah mengurangi kelembapan sehingga kelembapan di permukaan tetap lebih tinggi. Untuk memahami distribusi kelembapan, metode berbasis penginderaan jauh sering digunakan. Salah satu teknik umum yang diterapkan adalah NDMI yang memungkinkan pemeliharaan kelembapan berdasarkan reflektansi spektral dari citra satelit (Muryati, 2020). Analisis ini membantu dalam mengidentifikasi perubahan kelembapan akibat variasi suhu dan kondisi permukaan suatu wilayah. Interaksi antara kelembapan di atmosfer dan permukaan berperan dalam menjaga

keseimbangan suhu. Permukaan dengan kelembapan tinggi cenderung mengalami perubahan suhu yang lebih lambat karena udara dapat menyerap dan melepaskan panas secara bertahap. Sebaliknya, wilayah dengan kelembapan rendah lebih rentan terhadap suhu rendah karena kurangnya kandungan udara yang menahan panas (Muryati, 2020). Oleh karena itu, pemantauan kelembaban menjadi aspek penting dalam analisis lingkungan dan perubahan iklim.

2.3 *Land Surface Temperature (LST)*

Metode *Land Surface Temperature (LST)* digunakan untuk mengukur suhu permukaan dengan memanfaatkan citra satelit, terutama citra yang mengandung band termal seperti band 10 dan band 11 dari landsat 8. Langkah pertama dalam perhitungan *LST* adalah mengonversi *Digital Number (DN)* yang terdapat pada citra satelit menjadi radiansi termal. Proses ini dilakukan menggunakan persamaan kalibrasi sensor yang terdapat dalam metadata citra, di mana DN dikalibrasi menjadi nilai radiansi yang lebih representatif terhadap radiasi termal yang diterima oleh permukaan lahan. Setelah memperoleh radiansi, suhu permukaan dihitung dengan menggunakan algoritma yang sesuai, seperti *single-channel algorithm* atau *split-window technique*. *single-channel algorithm* merupakan metode yang mengandalkan data dari satu band termal (misalnya band 10) untuk menghitung *LST*, sedangkan *split-window technique* menggunakan dua band termal (misalnya Band 10 dan Band 11) untuk meningkatkan akurasi perhitungan dengan memanfaatkan perbedaan suhu antara kedua band termal tersebut (Muryati, 2020). Setelah mendapatkan nilai *LST* dalam satuan kelvin, suhu tersebut dapat dikonversi ke dalam satuan Celsius untuk analisis lebih lanjut. *LST* memiliki banyak aplikasi, salah satunya adalah untuk memantau dampak kebakaran lahan, di mana suhu permukaan lahan dapat meningkat drastis akibat pembakaran. Dalam konteks ini, *LST* membantu mengidentifikasi area yang mengalami perubahan suhu yang signifikan, yang dapat dijadikan dasar untuk tindakan mitigasi atau pengelolaan risiko. Selain itu, penggunaan *LST* juga penting untuk analisis perubahan iklim, pemantauan vegetasi, dan pengelolaan sumber daya alam. Dengan menggunakan *LST*, penelitian dapat memberikan informasi yang lebih akurat dan luas tentang suhu permukaan lahan untuk memonitor perubahan suhu secara jangka Panjang (Ariyantoni dkk., 2024).

2.4 *Normalized Difference Moisture Index (NDMI)*

Normalized Difference Moisture Index (NDMI) merupakan indeks yang digunakan dalam analisis penginderaan jauh untuk mengidentifikasi tingkat kelembapan permukaan suatu wilayah. Indeks ini dihitung berdasarkan nilai reflektansi pada band *Near-Infrared (NIR)* dan *Shortwave Infrared (SWIR)* dari citra satelit, seperti Landsat 8 (Muryati, 2020). *NDMI* memiliki rentang nilai antara -1 hingga 1, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan kondisi yang lebih

lembap, sedangkan nilai yang lebih rendah mengindikasikan tingkat kelembapan yang lebih rendah. NDMI digunakan untuk menganalisis distribusi kelembapan secara luas dan berkala dengan pendekatan berbasis penginderaan jauh. Indeks ini memungkinkan pemantauan perubahan tingkat kelembapan dalam suatu wilayah dari waktu ke waktu, sehingga menjadi alat yang sangat berguna dalam berbagai analisis lingkungan (Muryati, 2020). Dengan menggunakan citra satelit, NDMI dapat digunakan untuk menganalisis pola distribusi kelembapan dalam skala besar, memungkinkan evaluasi terhadap perubahan kelembapan yang terjadi akibat variabilitas iklim atau perubahan kondisi lingkungan. Pemanfaatan NDMI memiliki peran penting dalam berbagai bidang, terutama dalam pemantauan lingkungan, dan perencanaan wilayah berbasis data spasial. Dengan menggunakan citra satelit Landsat 8, NDMI dapat membantu dalam mengidentifikasi pola kelembapan yang dapat mendukung penelitian dan kebijakan lingkungan (Muryati, 2020). Selain itu, indeks ini dapat digunakan untuk mendukung kajian perubahan iklim, mengidentifikasi wilayah yang rentan terhadap perubahan kondisi kelembapan, serta membantu dalam pengelolaan lahan secara lebih berkelanjutan. Oleh karena itu, NDMI menjadi salah satu metode yang efektif dalam mendukung analisis kelembapan secara spasial, baik untuk keperluan ilmiah maupun dalam praktik pengelolaan lingkungan dan sumber daya alam.

2.5 *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

Indeks Vegetasi Terstandarisasi atau NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) merupakan metode pengolahan citra satelit yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memantau kondisi vegetasi dengan memanfaatkan perbedaan karakteristik spektral dari permukaan bumi. Vegetasi hijau secara alami memiliki kemampuan menyerap radiasi cahaya tampak, khususnya pada panjang gelombang merah, dan sangat kuat memantulkan radiasi pada panjang gelombang inframerah dekat (NIR) (Muryati, 2020). Perbedaan ini dijadikan dasar dalam perhitungan NDVI yang dilakukan secara matematis melalui rasio selisih terstandarisasi antara pantulan inframerah dekat dan pantulan merah. Nilai NDVI berkisar antara -1 hingga +1, di mana nilai mendekati -1 menunjukkan keberadaan permukaan seperti air atau permukiman, nilai mendekati nol mencerminkan area yang tidak bervegetasi, dan nilai positif yang tinggi menggambarkan kondisi vegetasi yang sehat dan lebat. Indeks ini menjadi indikator penting dalam menilai tingkat kehijauan, kepadatan tajuk, serta produktivitas vegetasi suatu wilayah (Muryati, 2020). NDVI juga dapat mencerminkan umur dan kondisi fisiologis tanaman, serta dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti jenis tanah dan kelembapan. Dalam konteks urban, NDVI berperan dalam mengukur kualitas lingkungan melalui analisis ruang terbuka hijau, sedangkan dalam pertanian, indeks ini digunakan untuk memantau pertumbuhan dan memprediksi hasil produksi. Agar lebih mudah

dianalisis, hasil NDVI biasanya diklasifikasikan ulang menjadi beberapa kategori seperti jarang, sedang, dan rapat berdasarkan nilai reflektansi, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan tata ruang maupun evaluasi kondisi lahan (Muryati, 2020).

2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 PENELITIAN TERDAHULU

JUDUL PENELITIAN	METODE PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
Muryati, N. (2019). Analisis Tingkat Kekeringan Lahan Sawah Menggunakan Citra Landsat 8 dan Thermal (Studi Kasus: Kecamatan Gading Rejo, Kabupaten Pringsewu)	Metode yang digunakan yaitu analisis citra dengan perhitungan indeks vegetasi NDVI (<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>), NDWI (<i>Normalized Difference Water Index</i>), serta NDMI (<i>Normalized Difference Moisture Index</i>) untuk mengukur kelembapan dan tingkat kekeringan lahan.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kekeringan lahan sawah dapat dipetakan berdasarkan pengolahan citra Landsat 8. Lahan dengan nilai NDVI rendah dan LST tinggi menunjukkan tingkat kekeringan yang lebih tinggi.
Ariyantoni, J., dkk. (2020). Land Surface Temperature di Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan Akibat Kebakaran Lahan.	Metode yang digunakan yaitu NDVI, NDWI, dan NDMI untuk menggambarkan perubahan vegetasi, kelembapan, dan suhu. Analisis spasial dilakukan untuk memetakan daerah yang terpengaruh kebakaran.	Hasil penelitian yaitu suhu permukaan lahan (<i>LST</i>) di daerah yang terkena kebakaran lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang tidak terpapar kebakaran.
nanda, I. S., dkk. (2020). Analisis Sebaran Land Surface Temperature (<i>LST</i>) di Kota Bandung dan Cimahi, serta	Metode penelitian ini menggunakan citra satelit Landsat 8 untuk menganalisis sebaran suhu permukaan lahan (<i>LST</i>) di Kota Bandung,	Hasil penelitian menunjukkan suhu permukaan lahan (<i>LST</i>) lebih tinggi di daerah perkotaan

Kabupaten Bandung Barat Berbasis Data Citra Satelit Landsat 8.	Cimahi, dan Kabupaten Bandung Barat. Selain perhitungan LST, analisis dilakukan dengan menggunakan indeks NDVI dan NDMI untuk memetakan perubahan vegetasi dan kelembapan.	dibandingkan dengan daerah yang memiliki vegetasi lebih banyak, dengan perubahan kelembapan yang teridentifikasi melalui analisis NDVI dan NDMI.
Purnama, S. M., dkk. (2024). Analisis Suhu Permukaan Lahan Menggunakan Data Penginderaan Jauh Seri Waktu.	Menggunakan data citra Landsat 8 tahun 2014–2022 dan indeks NDVI untuk menganalisis hubungan tutupan vegetasi terhadap LST menggunakan regresi dan korelasi spasial.	Terdapat hubungan negatif antara NDVI dan LST ($r = -0.57154$), menunjukkan bahwa semakin tinggi vegetasi, semakin rendah suhu permukaan.