

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Indeks Vegetasi

Vegetasi merupakan komponen penting dalam ekosistem yang mencerminkan interaksi antara tumbuhan dan lingkungan. Vegetasi tidak hanya berfungsi sebagai penutup lahan, tetapi juga berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem melalui siklus air, penyimpanan karbon, dan penyediaan habitat bagi fauna. Menurut Maarel (2005), vegetasi adalah sistem yang terdiri dari sekelompok tumbuhan yang tumbuh bersama dalam suatu wilayah dan membentuk struktur komunitas yang khas. Struktur vegetasi mencakup stratifikasi vertikal, dominansi spesies, dan distribusi spasial yang dapat digunakan sebagai indikator kondisi ekologis suatu wilayah.

Dalam kajian penginderaan jauh, vegetasi dapat diidentifikasi berdasarkan karakteristik spektral yang ditangkap sensor satelit. Tumbuhan hijau umumnya menyerap energi pada panjang gelombang merah untuk proses fotosintesis dan memantulkan tinggi pada panjang gelombang inframerah dekat. Perbedaan sifat spektral ini menjadi dasar dalam menghitung berbagai indeks vegetasi, seperti NDVI dan EVI, yang digunakan untuk menggambarkan kondisi dan kerapatan vegetasi (Lasaiba & Tetelepta, 2023).

#### 2.2 *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

*Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* merupakan salah satu indeks vegetasi yang paling umum digunakan dalam penginderaan jauh untuk mengidentifikasi dan memantau kondisi vegetasi secara spasial dan temporal. NDVI dihitung berdasarkan perbedaan antara reflektansi spektral pada kanal *Near Infrared* (NIR) dan *Red*, yang masing-masing sensitif terhadap kandungan klorofil dan struktur daun. Nilai NDVI berkisar antara -1 hingga +1, di mana nilai mendekati +1 menunjukkan vegetasi yang sehat dan lebat, sedangkan nilai mendekati nol atau negatif menunjukkan area tanpa vegetasi seperti air, tanah kosong, atau permukaan terbangun (Andini dkk., 2018).

rumus:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Band5(NIR)} - \text{Band4(RED)}}{\text{Band5(NIR)} + \text{Band4(RED)}}$$

Keterangan :

*NIR* : reflektansi inframerah dekat

*RED* : reflektansi merah

Berikut Klasifikasi NDVI menurut Menteri Kehutanan tahun 2012 dapat dilihat pada Tabel 2.1

| Kelas | Nilai NDVI     | Keterangan              |
|-------|----------------|-------------------------|
| 1     | -1 s/d -0.03   | Lahan tidak bervegetasi |
| 2     | -0.03 s/d 0.15 | Kehijauan sangat rendah |
| 3     | 0.15 s/d 0.25  | Kehijauan rendah        |
| 4     | 0.25 s/d 0.35  | Kehijauan sedang        |
| 5     | 0.35 s/d 1     | Kehijauan tinggi        |

**Tabel 2. 1 Klasifikasi NDVI (Menteri Kehutanan,2012)**

*Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) semakin diandalkan dalam memantau perubahan vegetasi akibat perubahan iklim dan aktivitas manusia. Studi-studi terkini memanfaatkan data NDVI untuk memprediksi hasil panen, mengelola sumber daya air, dan memantau deforestasi secara lebih akurat. Selain itu, pengembangan algoritma dan teknik pengolahan data baru memungkinkan analisis NDVI yang lebih mendalam, termasuk identifikasi spesies tanaman dan deteksi dini penyakit tanaman (I'zzuddin dkk., 2025). Integrasi data NDVI dengan teknologi seperti drone dan satelit resolusi tinggi juga membuka peluang baru untuk pemantauan vegetasi yang lebih efisien dan berkelanjutan. (Unsha dkk., 2025)

### 2.3 *Enhanced Vegetation Index* (EVI)

*Enhanced Vegetation Index* (EVI) adalah salah satu indeks vegetasi yang digunakan dalam penginderaan jauh untuk memantau kondisi dan tingkat kehijauan vegetasi. EVI dikembangkan sebagai penyempurnaan dari NDVI, dengan tujuan mengurangi pengaruh atmosfer dan latar tanah, serta meningkatkan sensitivitas terhadap vegetasi yang lebat. EVI memanfaatkan kanal spektral merah, inframerah dekat, dan biru untuk menghasilkan nilai indeks yang lebih stabil, terutama pada area dengan tutupan vegetasi tinggi (Ariani, 2020). Menurut Huete et al. (2002), EVI dirancang untuk meningkatkan sensitivitas pada area dengan tutupan vegetasi tinggi dan memiliki formula sebagai berikut:

$$EVI = \frac{Band5(NIR) - Band4(RED)}{2.5 \times \frac{Band5((NIR) + Band4(RED) - 7.5 \times Band2(BLUE))}{+ 1}}$$

Keterangan :

*NIR* : reflektansi inframerah dekat

*RED* : reflektansi merah

*BLUE* : reflektansi biru

*Enhanced Vegetation Index* (EVI) merupakan pengembangan dari NDVI yang dirancang untuk meningkatkan akurasi pemetaan vegetasi, terutama di wilayah dengan tutupan vegetasi tinggi dan kondisi atmosfer yang kompleks. EVI telah digunakan secara luas dalam studi pemetaan vegetasi di Indonesia karena kemampuannya mengurangi pengaruh latar belakang tanah dan atmosfer serta meningkatkan sensitivitas terhadap perubahan biomassa. EVI memiliki korelasi positif yang signifikan dengan kelembaban tanah, menjadikannya indikator penting dalam pemetaan vegetasi hutan tropis (Azhari dkk., 2023).

EVI juga terbukti efektif dalam pemetaan vegetasi pada kondisi ekstrem seperti kekeringan. EVI mampu mendeteksi penurunan tutupan vegetasi secara signifikan selama kekeringan ekstrem akibat El Niño di Pulau Jawa, dengan sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan NDVI. Hal ini menunjukkan bahwa EVI tidak hanya relevan dalam pemetaan vegetasi normal, tetapi juga dalam pemantauan degradasi lingkungan dan perubahan iklim (Sulma dkk., t.t.).

## 2.4 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan teknik untuk memperoleh informasi tentang objek atau fenomena di permukaan bumi tanpa kontak langsung, melainkan melalui sensor yang merekam pantulan atau pancaran energi elektromagnetik. Teknologi ini memungkinkan pemantauan wilayah yang luas secara efisien dan berkelanjutan. Dalam konteks perubahan iklim, penginderaan jauh digunakan untuk menganalisis dampak deforestasi terhadap variabel iklim seperti suhu permukaan dan curah hujan (Anggraini & Ihsan, 2021).

Sensor dalam penginderaan jauh terbagi menjadi pasif dan aktif. Sensor pasif, seperti yang digunakan dalam satelit Landsat, menangkap radiasi matahari yang dipantulkan oleh permukaan bumi. Sementara sensor aktif seperti radar memancarkan gelombang sendiri dan menangkap pantulannya. Resolusi citra baik spasial, spektral, temporal, maupun radiometrik menentukan tingkat detail dan akurasi analisis. Dalam jurnal Penginderaan Jauh Indonesia (JPJI), dijelaskan bahwa pemilihan sensor dan resolusi sangat mempengaruhi hasil klasifikasi

tutupan lahan dan deteksi perubahan lingkungan. Salah satu bentuk data Penginderaan Jauh adalah citra satelit. Citra dari satelit Landsat merupakan salah



**POLITEKNIK SINAR MAS  
BERAU COAL**

satu citra satelit yang banyak digunakan dalam aplikasi Penginderaan Jauh karena cukup baik dalam interpretasi penutupan lahan daerah yang luas dan mudah didapatkan. Satelit Landsat terbaru yang diluncurkan adalah Landsat 8.

Landsat 8 merupakan generasi kedelapan dari program satelit Landsat yang diluncurkan oleh NASA dan USGS pada tahun 2013. Satelit ini dilengkapi dengan dua sensor utama, yaitu Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS), yang mampu merekam data multispektral dan inframerah termal dengan resolusi spasial 30 meter untuk sebagian besar band.



Gambar 2. 1 Satelit Lansat 8

Keunggulan Landsat 8 terletak pada peningkatan kualitas radiometrik, cakupan spektral yang lebih luas, dan frekuensi akuisisi data yang konsisten, menjadikannya alat penting dalam pemantauan lingkungan dan perubahan lahan. Landsat 8 sangat efektif digunakan untuk observasi sumber daya alam, meskipun tantangan seperti tutupan awan tetap menjadi kendala utama dalam pengolahan citra (Sinabutar, 2020). Kombinasi band pada Landsat 8 adalah sebagai berikut:

|  |                 |         |         |
|--|-----------------|---------|---------|
|  | Color Infrared: | 4, 3, 2 | 5, 4, 3 |
|  | Natural Color:  | 3, 2, 1 | 4, 3, 2 |
|  | False Color:    | 5, 4, 3 | 6, 5, 4 |
|  | False Color:    | 7, 5, 3 | 7, 6, 4 |
|  | False Color:    | 7, 4, 2 | 7, 5, 3 |

Gambar 2. 2 Kombinasi Band Landsat 8

## 2.5 Pengolahan data citra penginderaan jauh

### 2.5.1 Pengertian citra digital

Citra digital merupakan representasi visual dari objek atau fenomena yang direkam dan disimpan dalam bentuk numerik oleh sistem komputer. Secara matematis, citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi dua variabel  $f(x,y)$ , di mana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat spasial, dan  $f$  adalah intensitas atau tingkat keabuan pada titik tersebut. Citra digital tersusun atas elemen-elemen terkecil yang disebut piksel, masing-masing memiliki nilai intensitas dan posisi koordinat. Menurut Yulianti (2014), citra digital memiliki sifat diskrit dan terbatas, sehingga dapat diolah secara komputasional untuk berbagai keperluan seperti analisis spasial, klasifikasi objek, dan pengenalan pola.

Citra digital memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas pengolahan, efisiensi penyimpanan, dan kemudahan transmisi data. Dalam proses digitalisasi, citra analog dikonversi melalui tahapan sampling dan kuantisasi, menghasilkan matriks dua dimensi yang dapat dimanipulasi secara numerik. Citra digital digunakan secara luas dalam berbagai bidang seperti penginderaan jauh, kedokteran, keamanan biometrik, dan industri kreatif. Menurut Darmajaya (2020), citra digital dapat berasal dari berbagai sumber seperti kamera digital, scanner, atau sensor satelit, dan dapat diolah menggunakan perangkat lunak seperti Adobe Photoshop atau GIMP untuk meningkatkan kualitas visual maupun ekstraksi informasi.

Pengolahan citra (*image processing*) adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan *computer*, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Pengolahan citra ini sangat diperlukan karena walaupun citra sangat kaya dengan informasi, namun sering kali citra mengalami penurunan mutu (*degradasi*), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang.

### 2.5.2 Interpretasi Citra

Interpretasi citra merupakan proses sistematis untuk mengenali dan mengklasifikasikan objek atau fenomena yang terekam dalam citra, baik analog maupun digital, berdasarkan karakteristik visual seperti bentuk, ukuran, rona, tekstur, pola, dan asosiasi spasial. Menurut Jensen (2000 dalam Suprayogi, 2009), interpretasi citra tidak hanya bersifat ilmiah tetapi juga mengandung unsur seni, karena selain menggunakan metode matematis dan algoritma, proses ini juga bergantung pada pengalaman dan intuisi analis dalam mengenali kenampakan objek. Dalam konteks penginderaan jauh, interpretasi citra menjadi

kunci untuk mengubah data visual menjadi informasi tematik yang dapat digunakan dalam berbagai bidang seperti geografi, geologi, pertanian, dan perencanaan wilayah.

Teknik interpretasi citra dapat dilakukan secara manual (visual) maupun digital (otomatis), tergantung pada tujuan analisis dan jenis data yang tersedia. Interpretasi visual dilakukan oleh analis dengan mengamati citra secara langsung, sedangkan interpretasi digital melibatkan algoritma komputer untuk klasifikasi dan ekstraksi fitur. Eddy Prahasta (2008) menyatakan bahwa citra dalam penginderaan jauh merupakan gambaran permukaan bumi yang dapat dianalisis untuk mengidentifikasi objek seperti vegetasi, badan air, dan permukiman. Aplikasi interpretasi citra sangat luas, mulai dari pemetaan penggunaan lahan, deteksi perubahan lingkungan, hingga analisis kesuburan tanah menggunakan indeks vegetasi seperti NDVI. Keakuratan interpretasi sangat dipengaruhi oleh resolusi citra, pengalaman analis, dan ketersediaan data pendukung.

## 2.6 ENVI

*Software ENVI (Environment for Visualizing Images)* merupakan perangkat lunak yang dirancang khusus untuk pengolahan dan analisis citra penginderaan jauh. ENVI dikembangkan oleh Research Systems Inc. dan telah menjadi standar dalam berbagai studi geospasial dan lingkungan karena kemampuannya yang komprehensif dalam memproses data citra satelit. Salah satu fungsi utama ENVI adalah melakukan preprocessing citra, termasuk koreksi radiometrik, atmosferik, dan geometrik. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra sebelum dilakukan analisis lebih lanjut, sehingga hasil interpretasi menjadi lebih akurat dan dapat diandalkan.

ENVI menyediakan fitur analisis spektral yang memungkinkan pengguna untuk mengekstrak informasi dari berbagai band citra multispektral dan hiperspektral. Fitur ini sangat berguna dalam identifikasi objek atau fenomena di permukaan bumi berdasarkan karakteristik spektralnya, seperti vegetasi, air, dan permukiman. Dalam studi vegetasi, ENVI mendukung perhitungan berbagai indeks vegetasi seperti NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dan EVI (*Enhanced Vegetation Index*), yang digunakan secara luas untuk menilai kondisi dan distribusi vegetasi di suatu wilayah. Menurut Putra dan Rahmawati (2021) bahwa ENVI mempermudah proses analisis indeks vegetasi dari citra Landsat 8, sehingga dapat digunakan untuk pemantauan ekologi secara efisien.

Fungsi klasifikasi citra dalam ENVI juga menjadi komponen penting dalam studi geospasial. Dengan metode *supervised* seperti *Maximum Likelihood* dan *Support Vector Machine*, serta metode *unsupervised* seperti *K-Means* dan *ISODATA*, ENVI memungkinkan pengguna untuk mengelompokkan tutupan lahan berdasarkan karakteristik spektral yang serupa. Santoso dan Lestari (2019) mengungkapkan bahwa pemrosesan data multispektral menggunakan ENVI menghasilkan klasifikasi tutupan lahan yang akurat dan dapat diandalkan untuk keperluan perencanaan tata ruang. Lebih jauh, ENVI juga mendukung integrasi dengan data vektor dan sistem informasi geografis (GIS), sehingga analisis spasial dapat dilakukan secara komprehensif dengan mempertimbangkan atribut spasial dan non-spasial secara bersamaan.

Dalam konteks pemetaan vegetasi, ENVI menjadi salah satu *software* yang paling sering digunakan karena kemampuannya dalam menghitung indeks vegetasi berbasis spektral seperti *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Enhanced Vegetation Index* (EVI). NDVI dihitung berdasarkan perbedaan nilai reflektansi kanal merah (*Red*) dan inframerah dekat (NIR), yang mampu menunjukkan tingkat kerapatan vegetasi. Sedangkan EVI dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan NDVI, terutama pada area vegetasi yang sangat rapat dan pengaruh atmosfer, dengan menambahkan faktor koreksi pada kanal biru (Huete dkk., 2002).