

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Pengindraan Jauh

Pengindraan jauh atau *remote sensing* merupakan suatu ilmu dan teknologi untuk memperoleh, mengolah, dan menginterpretasi citra yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi yang diinginkan. Pengindraan jauh telah diakui sebagai alat yang ampuh dan efektif dalam mendeteksi penggunaan lahan. Menurut Lillesand dkk. pada tahun 1994, pengindraan jauh atau indraja adalah ilmu dan seni untuk mendapatkan informasi dari suatu objek, daerah, atau fenomena (geofisik) melalui analisis data, dimana dalam mendapatkan data tidak dilakukan secara kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji.

Lindgren (1985) mengungkapkan bahwa pengindraan jauh adalah berbagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi, informasi ini khusus berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi. Alat atau wahana yang biasa digunakan dalam pengindraan jauh pada umumnya berupa pesawat awak, balon udara, satelit maupun jenis wahana yang lainnya (Sutanto, 1998).

2.2 Fotogrametri

Fotogrametri adalah suatu ilmu dan teknologi untuk mendapatkan ukuran yang terpercaya dari foto udara. Hal ini telah memberikan arti bahwa semua ukuran objek fisik yang dihasilkan secara fotogrametris harus dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya, sehingga menghasilkan data dan informasi yang dapat dimanfaatkan oleh pengguna. Sebagaimana disiplin ilmu lain, untuk keperluan menunjukkan jati diri sebagai suatu disiplin ilmu yang berbeda dari yang lain dan cakupan aspek yang dipelajarinya maka para ilmuwan fotogrametri mengajukan beberapa definisi fotogrametri.

Definisi fotogrametri yang dikemukakan oleh beberapa ahli, di antaranya adalah:

1. Fotogrametri adalah seni atau ilmu untuk memperoleh keterangan kuantitatif yang dapat dipercaya dari foto udara (Paine, 1987).

2. Fotogrametri adalah ilmu, seni, dan teknologi untuk memperoleh ukuran terpercaya dan peta dari foto (Lillesand & Kiefer, 1994).
3. Fotogrametri adalah seni, ilmu, dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik dan pola radiasi energi elektromagnetik yang terekam (Wolf, 1989).
4. Fotogrametri adalah suatu kegiatan dimana aspek-aspek geometrik dari foto udara, seperti sudut, jarak, koordinat, dan sebagainya merupakan faktor utama (Ligterink, 1991).

Dari beberapa pengertian tersebut, terdapat dua aspek penting, yakni ukuran objek (kuantitatif) dan jenis objek (kualitatif). Kedua aspek tersebut yang kemudian berkembang menjadi cabang fotogramteri, yakni fotogrametri metrik dan fotogrametri interpretatif (Hadi, 2007).

1. Fotogrametri Metrik

Fotogrametri metrik mempelajari pengukuran cermat berdasarkan foto dan sumber informasi lain yang pada umumnya digunakan untuk menentukan lokasi relatif titik-titik (sehingga dapat diperoleh ukuran jarak, sudut, luas, volume, elevasi, ukuran, dan bentuk objek). Pemanfaatan fotogrametri metrik yang paling banyak digunakan adalah untuk menyusun peta planimetrik dan peta topografi, disamping untuk pemetaan geologi, kehutanan, pertanian, keteknikan, pertanahan, dan lain-lain.

2. Fotogrametri Interpretatif

Fotogrametri interpretatif terutama mempelajari pengenalan dan identifikasi objek serta menilai arti pentingnya objek tersebut melalui suatu analisis sistematis dan cermat. Fotogrametri interpretatif meliputi cabang ilmu interpretasi foto udara dan penginderaan jauh.

Perkembangan teknologi pencitraan (*imaging*) dan komputer, fotogrametri juga dibedakan menjadi dua, yakni fotogrametri analitik dan fotogrametri digital. Perbedaan keduanya terletak pada jenis data foto yang digunakan. Fotogrametri analitik menggunakan foto udara analog dengan analisis manual, sementara

fotogrametri digital memanfaatkan foto digital sebagai sumber datanya dan pengukuran-pengukuran objek pada foto dilakukan secara digital dengan bantuan komputer (Hadi, 2007).



(Sumber: Geopranata)

Gambar 2.1 Fotogrametri

2.3 *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

UAV yang populer dikenal sebagai *drone* adalah sistem udara atau pesawat yang dioperasikan dari jarak jauh oleh operator manusia atau secara otonom oleh komputer dalam pesawat (Departement Of Space, India Space Research Organisation, 2016). UAV adalah kelas pesawat yang dapat terbang tanpa kehadiran pilot di dalam pesawat. Sistem pesawat tak berawak terdiri atas komponen pesawat, muatan sensor, dan stasiun kontrol darat. Mereka dapat dikontrol dengan peralatan elektronik *onboard* atau melalui peralatan kontrol dari tanah. Ketika dikendalikan dari jarak jauh, itu disebut RPV (*Remotely Piloted Vehicle*) dan membutuhkan komunikasi nirkabel yang dapat diandalkan untuk kontrol. Sistem kontrol khusus dapat dikhususkan untuk UAV besar dan dapat dipasang di atas kendaraan atau *trailer* untuk memungkinkan jarak yang dekat dengan UAV yang dibatasi oleh jangkauan atau kemampuan komunikasi (Narayanan & Ibe, 2015). UAV juga dikenal sebagai *Unmanned Aerial System (UAS)* dan *drone* telah digunakan dalam aplikasi pertanian selama beberapa waktu, terutama dalam konteks pertanian presisi. Di negara-negara seperti Amerika Serikat, aplikasi pertanian sudah mencapai 19% dari seluruh pasar UAV sehingga UAV cepat menjadi alat pendukung keputusan yang berharga bagi petani dan peneliti yang berurusan dengan masalah pertanian (Barbedo, 2019).

Perkembangan teknologi yang terjadi dapat mempermudah dalam mengidentifikasi indeks vegetasi. Indeks vegetasi dapat diperoleh dari hasil pengamatan yang dilakukan dengan wahana pesawat tanpa awak atau UAV dengan kamera *visible* (RGB) dan kamera *Near InfraRed* (NIR). Kamera digital yang tersedia secara komersial biasanya memiliki filter *red*, *green*, dan *blue*. Filter ini diambil dan digantikan dengan filter NIR. Perubahan ini bertujuan untuk merubah filter dari yang awalnya RGB menjadi NIR, *Green*, *Blue* (NGB) atau menjadi NIR, *Red*, *Green* (NRG). Filter NGB menggunakan saluran warna merah sebagai saluran NIR, karena saluran merah pada filter NGB merupakan saluran yang paling kuat menerima NIR dan saluran lainnya menjadi citra tampak. Pada filter NRG saluran yang menjadi NIR yaitu saluran biru, karena saluran ini menerima cahaya NIR paling banyak dan saluran lainnya menjadi citra tampak (Purnama dkk., 2019).



(Sumber: Parrot, 2019)

Gambar 2.2 Kamera Multispektral

2.4 Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi merupakan suatu bentuk transformasi spektral yang diterapkan terhadap citra multisaluran untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, *Leaf Area Index* (LAI), konsentrasi klorofil, dan sebagainya. Secara praktis, indeks vegetasi ini merupakan transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi (Danoedoro, 2012). Indeks vegetasi merupakan nilai yang diperoleh dari gabungan beberapa spektral *band* spesifik dari citra penginderaan jauh. Gelombang indeks vegetasi diperoleh dari energi yang dipancarkan oleh vegetasi pada citra

penginderaan jauh untuk menunjukkan ukuran kehidupan dan jumlah dari suatu tanaman. Tanaman memancarkan dan menyerap gelombang yang unik sehingga keadaan ini dapat dihubungkan dengan pancaran gelombang dari objek-objek yang lain sehingga dapat dibedakan antara vegetasi dan objek selain vegetasi (Horning, 2004).

2.5 *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

NDVI merupakan kombinasi antara teknik penisbahan dengan teknik pengurangan citra. Transformasi NDVI ini merupakan salah satu produk standar NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), satelit cuaca yang berorbit polar namun memberi perhatian khusus pada fenomena global vegetasi dan cuaca (Danoedoro, 2012). Terdapat beberapa pendapat ahli mengenai NDVI, sebagai berikut:

1. NDVI merupakan sebuah transformasi citra penajaman spektral untuk menganalisis hal-hal yang berkaitan dengan vegetasi (Andini dkk., 2018).
2. NDVI adalah indeks tanpa dimensi yang menggambarkan perbedaan antara pantulan vegetasi yang terlihat dan inframerah dekat dari tutupan vegetasi dan dapat digunakan untuk memperkirakan kepadatan hijau pada area lahan (Weier & Herring, 2000).
3. Indeks vegetasi atau NDVI 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 & Kiefer, 1997).
4. Perhitungan NDVI didasarkan pada prinsip bahwa tanaman hijau tumbuh secara sangat efektif dengan menyerap radiasi di daerah spektrum cahaya tampak (PAR atau *Photosynthetically Aktif Radiation*), sementara itu tanaman hijau sangat memantulkan radiasi dari daerah inframerah dekat (Ryan, 1997).

Nilai NDVI dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Nouri dkk., 2014):

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED}) \quad (2.1)$$

keterangan:

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*

NIR = *Near-Infrared* (Spektrum Inframerah Dekat)

Red = *Red* (Spektrum Merah)

NDVI dihitung dari cahaya tampak dan inframerah dekat yang dipantulkan oleh vegetasi. Vegetasi yang sehat menyerap sebagian besar cahaya tampak yang menerpa dan memantulkan sebagian besar spektrum NIR. Vegetasi yang tidak sehat atau jarang memantulkan lebih banyak cahaya tampak dan lebih sedikit cahaya inframerah dekat. Perhitungan NDVI untuk piksel yang diberikan selalu menghasilkan angka yang berkisar dari minus satu (-1) hingga plus satu (+1). Namun, tidak ada daun hijau yang memberikan nilai mendekati nol. Nol berarti tidak ada vegetasi dan mendekati +1 (0,8 - 0,9) menunjukkan kepadatan tertinggi daun hijau (NASA *Earth Observatory*, 2000).

Untuk mendeteksi kesehatan *vegetasi* dapat diketahui dengan melihat nilai rentang. NDVI mempunyai nilai rentang antara -1 *minus* hingga 1 *positif*. Nilai yang mewakili vegetasi berada pada rentang 0,1 hingga 0,7, jika nilai NDVI di atas nilai ini menunjukkan tingkat kesehatan dari tutupan *vegetasi* yang lebih baik (Mardiyatmoko & Suhardiman, 2017). Adapun rumus perhitungan klasifikasi NDVI foto udara adalah sebagai berikut:

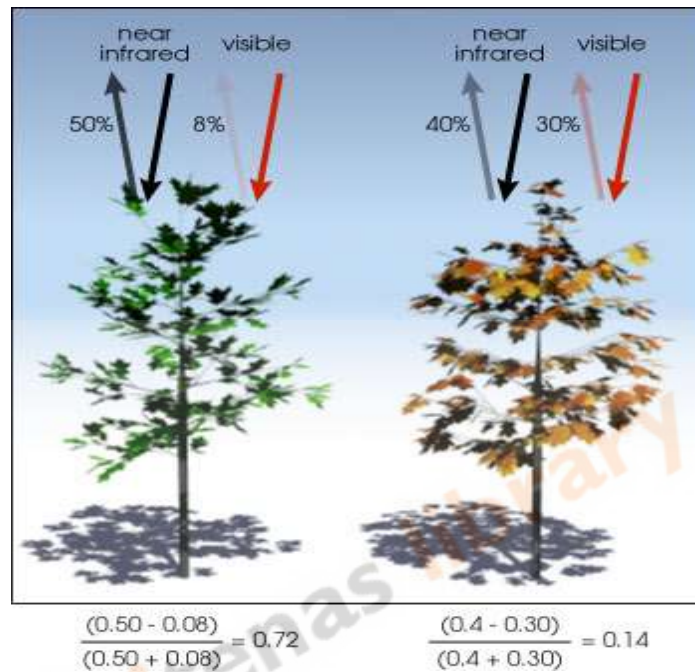
Tabel 2.1 Klasifikasi NDVI

No	Tingkat Kesehatan	Kisaran Nilai NDVI
1	Lahan Tidak Bervegetasi	-1 – 0,12
2	Kesehatan Sangat Rendah`	0,12 – 0,22
3	Kesehatan Rendah	0,22 – 0,42
4	Kesehatan Sedang	0,42 – 0,75
5	Kesehatan Tinggi	0,75 - 1

Sumber : Mardiyatmoko dan Suhardiman (2017)

Menurut Uktoro tahun 2017 menjelaskan bahwa NDVI merupakan indeks vegetasi yang dapat digunakan untuk melihat tingkat kehijauan tanaman yang

berhubungan dengan fotosintesis tanaman. Dengan asumsi bahwa semakin aktif proses fotosintesis (tanaman sehat) nilai NDVI akan semakin tinggi dan sebaliknya semakin kurang sehatnya atau semakin rendah tingkat kehijauan tanaman akan memberikan hasil nilai NDVI yang semakin rendah.



(Sumber: NASA Earth Observatory, 2019)

Gambar 2.4 Normalized Difference Vegetation Index

2.6 Hutan Tanaman Industri (HTI)

HTI adalah kawasan hutan tanaman pada wilayah hutan produksi yang sengaja dibangun oleh kelompok industri untuk peningkatan potensi dan kualitas hutan produksi dengan menerapkan sistem silvikultur dalam rangka memenuhi kebutuhan bahan baku industri hasil hutan. Hak pengusaha HTI adalah hak untuk mengusahakan hutan di dalam suatu kawasan yang kegiatannya mulai dari penanaman, pemeliharaan, pemungutan, pengelolaan, dan pemasaran (Peraturan Menteri Kehutanan No. 3 Tahun 2008). Hasil industri dari hutan ini digunakan untuk membantu, menyediakan, dan memudahkan manusia dalam berbagai lini bidang. HTI diberdayakan sebagai upaya untuk mencapai permintaan kebutuhan bahan baku industri (Foresteract, 2019). Secara spesifik, Direktorat Bina

Pembangunan Hutan Tanaman pada tahun 2009 menyatakan tujuan dibangunnya HTI sebagai berikut:

1. Memenuhi kebutuhan bahan baku industri berupa perkayuan
2. Meningkatkan produktivitas sebagai hutan produksi
3. Menyediakan lapangan usaha dan lapangan kerja
4. Meningkatkan pertumbuhan ekonomi
5. Memberdayakan masyarakat khususnya daerah hutan agar lebih sejahtera secara ekonomi
6. Mendorong daya saing produk dalam negeri khususnya bahan baku industri kayu seperti *pulp*, kayu lapis, kertas, penggergajian, furnitur, kayu pertukangan, dan lain-lain
7. Memperbaiki dan meningkatkan kualitas hidup
8. Menciptakan hasil industri hutan untuk kebutuhan masyarakat dalam negeri serta untuk ekspor ke luar negeri
9. Meningkatkan devisa dan nilai tambah

2.7 *Accacia Mangium Willd.*

Acacia mangium Willd. yang juga dikenal dengan nama mangium, merupakan salah satu jenis pohon cepat tumbuh yang paling umum digunakan dalam program pembangunan hutan tanaman di Asia dan Pasifik. Keunggulan dari jenis ini adalah pertumbuhan pohonnya yang cepat, kualitas kayunya yang baik, dan kemampuan toleransinya terhadap berbagai jenis tanah dan lingkungan. Pohon mangium pada umumnya besar dan bisa mencapai ketinggian 30 m, dengan batang bebas cabang lurus yang bisa mencapai lebih dari setengah total tinggi pohon. Pohon mangium jarang mencapai diameter setinggi dada lebih dari 60 cm, akan tetapi di hutan alam Queensland dan Papua Nugini pernah dijumpai pohon dengan diameter hingga 90 cm (National Research Council, 1983). Di tempat tumbuh yang buruk, pohon mangium bisa menyerupai semak besar atau pohon kecil dengan tinggi rata-rata antara 7 sampai 10 m (Turnbull, 1986).

Penyebaran tanaman akasia mangium tumbuh secara alami di hutan tropis lembap di Australia bagian timur laut, Papua Nugini, dan Kepulauan Maluku

kawasan timur Indonesia (National Research Council, 1983). Tanaman akasia diperkenalkan ke berbagai negara di Asia Timur dan Asia Tenggara seperti Malaysia, Indonesia, Papua Nugini, Bangladesh, Cina, India, Filipina, Sri Lanka, Thailand, dan Vietnam. Di Indonesia jenis tanaman akasia mangium pertama kali diperkenalkan ke daerah lain selain Kepulauan Maluku pada akhir tahun 1970 sebagai jenis pohon untuk reboisasi (Pinyopusarerk dkk., 1993). Tanaman akasia mangium biasanya ditemukan di daerah dataran rendah beriklim tropis yang dicirikan oleh periode kering pendek selama 4 bulan (Eldoma & Awang, 1999). Jenis ini dapat tumbuh pada ketinggian di atas permukaan laut sampai ketinggian 480 m. Meskipun demikian, mangium dapat tumbuh pada ketinggian hingga 800 m (Hall dkk., 1980, Atipanumpai, 1989).



(Sumber : CIFOR, 2019)

Gambar 2.3 *Acacia Mangium*

2.8 Pengaruh Kondisi Wilayah

Kesehatan tanaman akasia dapat dipengaruhi oleh kondisi wilayah dimana akasia ditanam. Berikut beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kesehatan tanaman akasia:

1. Curah Hujan

Curah hujan atau yang sering disebut persipitasi dapat diartikan jumlah air hujan yang turun di daerah tertentu dalam satuan waktu. Jumlah curah hujan merupakan volume air yang terkumpul di permukaan bidang datar dalam satuan

periode tertentu (harian, mingguan, bulanan, atau tahunan). Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang jatuh selama periode waktu tertentu yang pengukurannya menggunakan satuan tinggi di atas permukaan tanah horizontal yang diasumsikan tidak terjadi infiltrasi, *run off*, maupun evaporasi (Forestact, 2019). Curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir (Suroso, 2006).

2. Kondisi Air dan pH di Ogan Komering Ilir

Kondisi air atau pH air merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki dari suatu larutan (Buck dkk., 2002). Pada penelitian Martinus dkk. pada tahun 2019 menjelaskan bahwa Kawasan HTI di kabupaten Ogan Komering Ilir dibangun pada lahan yang basah, salah satunya adalah lahan sulfat masam yang memiliki masalah banjir dan genangan. Dengan kondisi lahan yang basah disertai genangan maka dibangun *mounding* atau penumpukan tanah guna membangun irigasi di Kawasan HTI. Pengaruh dari *mounding* tersebut maka kondisi pH air di Kawasan HTI tersebut menjadi masam dengan tingkat masam air tersebut diangka $\text{pH} < 3$.

3. Semak Belukar

Semak belukar atau yang bisa disebut gulma merupakan tanaman pengganggu. Gulma merupakan tumbuhan yang tumbuh pada waktu, tempat, dan kondisi yang tidak diinginkan manusia (Sukman & Yakup, 2002). Menurut Kleiber tahun 1968, definisi utama gulma adalah tumbuhan yang muncul tidak pada tempatnya. Terdapat dua kelompok definisi gulma yang dianggap penting yaitu tumbuhan kontroversial yang tidak semua buruk maupun tidak semuanya baik, tergantung pada seseorang (Anderson, 1977). Menurut Sastroutomo tahun 1990, bahwa gulma didefinisikan sebagai tumbuhan yang telah beradaptasi dengan habitat buatan dan menimbulkan gangguan terhadap segala aktivitas manusia.