

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Padi

Padi (*Oryza sativa L.*) termasuk bahan pangan yang dibutuhkan lebih separuh dari penduduk dunia. Menurut Yoshida (1981), padi merupakan salah satu bahan pangan stabil yang paling penting di dunia dan ditanam pada dua daerah baik yang beriklim sedang maupun tropis. Tanaman padi mempunyai adaptasi lingkungan yang luas, dapat tumbuh baik pada daerah kering sampai genangan dengan kedalaman 1-5 meter serta daerah dari dataran rendah sampai dengan ketinggian sampai 2000 meter di atas permukaan laut. Padi termasuk pada genus *Oryza sativa L.*, yang meliputi lebih kurang 25 spesies. Saat ini terdapat dua spesies tanaman padi yang dibudidayakan yaitu *Oryza sativa L.* dan *Oryza glaberrima Steud.* *Oryza sativa* berkembang menjadi tiga ras sesuai dengan ekogeografisnya, yaitu Indica, Japonica, dan Javanica (Anwari, 1992).

Pertumbuhan tanaman padi secara umum dibagi ke dalam tiga fase (De Datta, 1981) yaitu : 1) fase vegetatif, 2) fase reproduksi, dan 3) fase pematangan.

#### 1. Vegetatif (awal pertumbuhan sampai pembentukan malai)

##### a. Tahap 0 : Berkecambah sampai muncul kepermukaan

Benih biasanya dikecambahkan melalui perendaman selama 24 jam dan diinkubasi juga selama 24 jam. Setelah berkecambah bakal akar dan tunas menonjol keluar menembus kulit gabah. Pada hari ke 2 atau ke 3 setelah benih disebar dipesemaian, daun pertama menembus keluar melalui koleoptil. Akhir tahap 0 memperlihatkan daun pertama yang muncul masih melengkung dan bakal akar memanjang.

##### b. Tahap 1 : Pertunasan

Tahap pertunasan mulai benih berkecambah sampai dengan sebelum anakan pertama muncul. Selama tahap ini, akar seminal dan lima daun terbentuk, sementara tunas terus tumbuh, dua daun lagi terbentuk. Daun terus berkembang pada kecepatan satu daun setiap 3 sampai 4 hari selama tahap awal pertumbuhan. Kemunculan akar sekunder membentuk sistem perakaran serabut permanen dengan cepat menggantikan

radikula dan akar seminal sementara. Bibit umur 18 hari siap untuk di pindah tanam. Bibit memiliki 5 daun dan sistem perakaran yang berkembang dengan cepat.

c. Tahap 2 : Anakan

Tahap ini berlangsung sejak munculnya anakan pertama sampai pembentukan anakan maksimum tercapai. Anakan muncul dari tunas aksial (*axillary*) pada buku batang dan menggantikan tempat daun serta tumbuh dan berkembang. Setelah tumbuh, anakan pertama memunculkan anakan sekunder. Hal ini terjadi pada 30 hari setelah pindah tanam. Selain sejumlah anakan primer dan sekunder, anakan tertier tumbuh dari anakan sekunder seiring pertumbuhan tanaman yang bertambah panjang dan besar. Pada tahap ini, anakan terus bertambah sampai pada titik dimana sukar dipisahkan dari batang utama. Anakan terus berkembang sampai tanaman memasuki tahap pertumbuhan berikutnya yaitu pemanjangan batang.

d. Tahap 3 : Pemanjangan batang

Tahapan ini terjadi sebelum pembentukan malai atau terjadi pada tahap akhir pembentukan anakan. Oleh karenanya bisa terjadi tumpang tindih dari tahap 2 dan 3. Anakan terus meningkat dalam jumlah dan tingginya. Periode waktu pertumbuhan berkaitan nyata dengan memanjangnya batang. Batang lebih panjang pada varietas yang jangka waktu pertumbuhannya lebih panjang. Anakan maksimum, memanjangnya batang, dan pembentukan malai terjadi nyaris simultan pada varietas umur genjah (105 - 120 hari). Pada varietas umur dalam (150 hari), terdapat yang disebut lagi periode vegetatif dimana anakan maksimum terjadi. Hal ini diikuti oleh memanjangnya batang (*internode*), dan akhirnya sampai ke tahap pembentukan malai.

2. Reproduksi (pembentukan malai sampai pembungaaan)

a. Tahap 4 : Pembentukan malai sampai bunting

Inisiasi primordia malai pada ujung tunas tumbuh menandai mulainya fase reproduksi. Primordia malai menjadi kasat mata pada sekitar 10 hari setelah inisiasi. Pada tahap ini, tiga daun masih akan muncul sebelum malai pada akhirnya timbul ke permukaan. Pada varietas genjah, malai terlihat berupa kerucut berbulu putih panjang 1,0 sampai 1,5 mm muncul pada ruas buku utama, kemudian pada anakan dengan



pola tidak teratur. Dapat terlihat dengan membelah batang. Saat malai terus berkembang bulir terlihat dan dapat dibedakan. Malai muda meningkat dalam ukuran dan berkembang ke atas di dalam pelepah daun bendera menyebabkan pelepah daun mengembung. Pengembungan daun bendera disebut bunting. Bunting terjadi pertama kali pada ruas batang utama. Pada tahap bunting, ujung daun layu (menjadi tua dan mati) dan anakan non produktif terlihat pada bagian dasar tanaman.

b. Tahap 5 : Keluar malai

Tahap keluar malai ditandai dengan kemunculan ujung malai dari pelepah daun bendera. Malai terus berkembang sampai keluar seutuhnya dari pelepah daun.

c. Tahap 6 : Pembungaan

Tahap pembungaan dimulai ketika serbuk sari menonjol keluar dari bulir dan terjadi proses pembuahan. Pada pembungaan, kelopak bunga terbuka, antera menyembul keluar dari kelopak bunga karena pemanjangan stamen dan serbuk sari tumpah. Kelopak bunga kemudian menutup. Serbuk sari jatuh ke putik, sehingga terjadi pembuahan. Struktur pistil berbulu dimana tube tepung sari dari serbuk sari yang muncul akan mengembang ke ovarium. Proses pembungaan berlanjut sampai hampir semua spikelet pada malai mekar. Pembungaan terjadi sehari setelah keluarnya malai. Pada umumnya kelopak bunga membuka pada pagi hari. Semua spikelet pada malai membuka dalam 7 hari. Pada pembungaan, 3 sampai 5 daun masih aktif. Anakan pada tanaman padi ini telah dipisahkan pada saat dimulainya pembungaan dan dikelompokkan ke dalam anakan produktif dan non produktif.

3. Pematangan (pembungaan sampai gabah matang)

a. Tahap 7 : Gabah matang susu

Pada tahap ini, gabah mulai terisi dengan cairan serupa susu. Gabah mulai terisi dengan larutan putih susu, dapat dikeluarkan dengan menekan/ menjepit gabah di antara dua jari. Malai hijau dan mulai merunduk. Pelayuan (*senescence*) pada dasar anakan berlanjut. Daun bendera dan daun dua daun di bawahnya tetap hijau.

b. Tahap 8 : Gabah setengah matang

Pada tahap ini, isi gabah yang menyerupai susu berubah menjadi gumpalan lunak dan akhirnya mengeras. Gabah pada malai mulai menguning. Pelayuan

(*senescence*) dari anakan dan daun dibagian dasar tanaman nampak semakin jelas. Pertanaman kelihatan menguning. Seiring menguningnya malai, ujung dua daun terakhir pada setiap anakan mulai mengering.

c. Tahap 9 : Gabah matang penuh

Setiap gabah matang, berkembang penuh, keras dan berwarna kuning. Daun bagian atas mengering dengan cepat (daun dari sebagian varietas ada yang tetap hijau). Sejumlah daun yang mati terakumulasi pada bagian dasar tanaman.

Dalam keterkaitannya dengan penentuan fase tanam, LAPAN (2015), membagi tahapan pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi menjadi 4 tahap atau fase, yaitu fase awal tanam (dominasi air), vegetatif, generatif, dan bera. Selanjutnya fase vegetatif dan generatif dapat dibagi lagi menjadi beberapa tahap berdasarkan umur dan fenomena pertumbuhan daun, bunga, organ reproduksi, pengisian bulir dan pematangan. Fase vegetatif maksimum ditandai dengan tumbuhnya malai bunga, daun yang lebat dan hijau, sehingga memiliki nilai indeks vegetasi yang tinggi (maksimum).

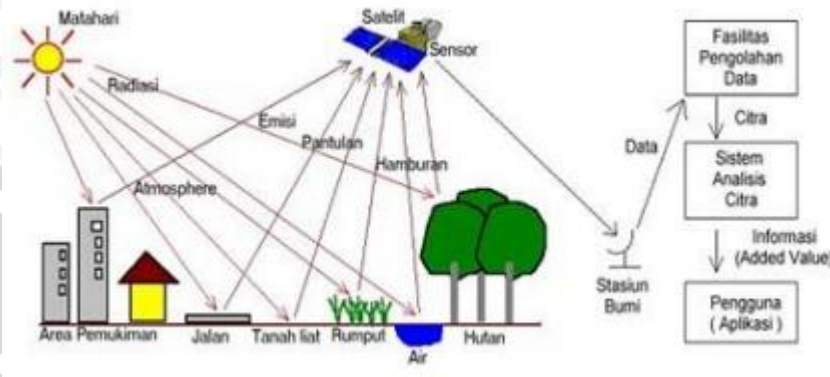
Lahan padi sawah adalah lahan sawah yang ditanami padi berturut-turut selama 3-6 musim tanam (1,5 - 2 tahun) dengan sistem pengairan irigasi sederhana, hingga teknis atau semi teknis (LAPAN, 2015). Badan Standardisasi Nasional (2010), mendefinisikan sawah sebagai areal pertanian yang digenangi air atau diberi air, baik dengan teknologi pengairan, tadah hujan, lebak maupun pasang surut yang dicirikan oleh pola pematangan dengan ditanami oleh jenis tanaman pangan berumur pendek (padi). Semua macam tanah dapat disawahkan asalkan air cukup tersedia. Disamping itu padi sawah juga ditemukan pada berbagai macam iklim yang jauh lebih beragam dibanding dengan jenis tanaman lain, dengan demikian sifat tanah sawah sangat beragam sesuai dengan sifat tanah asalnya (Wahyunto, 2014).

## 2.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh atau indera (*remote sensing*) adalah seni dan ilmu untuk mendapatkan informasi tentang obyek, area atau fenomena melalui analisis terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah ataupun fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1979). Alat yang



dimaksud adalah alat pengindera atau sensor. Pada umumnya sensor dibawa oleh wahana baik berupa pesawat, balon udara, satelit maupun jenis wahana yang lainnya (Sutanto, 1992). Hasil perekaman oleh alat yang dibawa oleh suatu wahana ini selanjutnya disebut sebagai citra (Gambar 1).



Gambar 1. Skema sederhana proses penginderaan jauh (Sutanto,1992)

Prinsip perekaman oleh sensor dalam pengambilan data melalui metode penginderaan jauh dilakukan berdasarkan perbedaan daya reflektansi energi elektromagnetik masing-masing objek di permukaan bumi. Daya reflektansi yang berbeda-beda oleh sensor akan direkam dan didefinisikan sebagai objek yang berbeda yang dipresentasikan dalam sebuah citra.

Energi elektromagnetik adalah sebuah komponen utama dari kebanyakan sistem penginderaan jauh untuk lingkungan hidup, yaitu sebagai medium untuk pengiriman informasi dari target kepada sensor. Energi elektromagnetik merambat dalam gelombang dengan beberapa karakter yang bisa diukur, yaitu: panjang gelombang (*wavelength*), frekuensi, amplitude, dan kecepatan. Amplitudo adalah tinggi gelombang, sedangkan panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak. Frekuensi adalah jumlah gelombang yang melalui suatu titik dalam satu satuan waktu. Frekuensi tergantung dari kecepatan merambatnya gelombang. Karena kecepatan energi elektromagnetik adalah konstan (kecepatan cahaya), panjang gelombang dan frekuensi berbanding terbalik. Semakin panjang suatu gelombang,

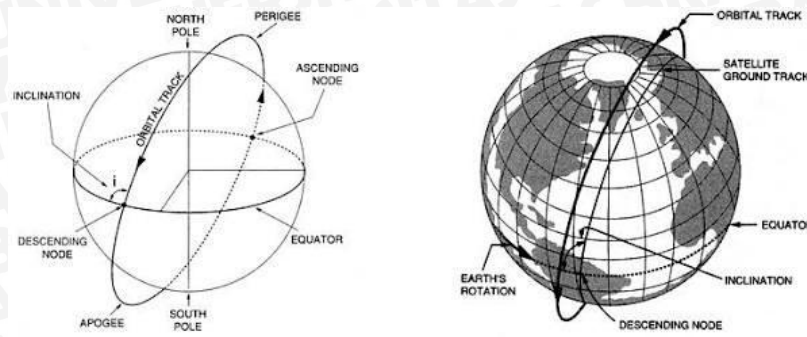
semakin rendah frekuensinya, dan semakin pendek suatu gelombang semakin tinggi frekuensinya.

Gelombang elektromagnetik yang dipantulkan permukaan bumi akan melewati atmosfer sebelum direkam oleh sensor. Awan, debu, atau partikel-partikel lain yang berada di atmosfer akan membiaskan pantulan gelombang ini. Atas dasar pembiasan yang terjadi, sebelum dilakukan analisis terhadap citra diperlukan kegiatan koreksi radiometrik.

Satelit ditempatkan kedalam orbit dengan menyesuaikan pada objek dari tiap tugas atau misi satelit dan kemampuan dari sensor-sensor yang dibawanya. Untuk lebih sederhananya, yang akan diterangkan disini adalah orbit normal, dasar dari asumsi bahwa gaya tarik medan bumi adalah berbentuk bola, meskipun dalam kenyataannya satelit sebenarnya mengikuti orbit *perturbed* (gangguan), dalam kaitannya dengan penyimpangan dari medan gravitasi bumi oleh bentuk *oblate* (mendatar pada kutub-kutubnya, dan mengembang pada ekuator), gravitasi bulan dan bumi, pasang surut, angin matahari, dan pengaruh-pengaruh lain.

Sebuah orbit normal membentuk elips dengan pusat dari bumi pada satu fokus, dicirikan oleh *apooge* (A; titik terjauh dari bumi), *perigee* (P; titik terdekat dari bumi), *ascending node* (AN; titik dimana satelit melintasi ekuator saat pergerakan dari selatan ke utara), dan *descending node* (DN; titik dimana satelit melintasi ekuator dalam pergerakan dari utara ke selatan). Untuk menyederhanakan grafis, inklinasi (i) ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai sudut yang dibentuk ketika satelit berada di garis ekuator pada jalur *descending node*. Lebih tepatnya, inklinasi dapat didefinisikan sebagai sudut antara poros bumi di kutub utara, dan garis tegak lurus terhadap medan dari orbit satelit, mengingat bahwa pergerakan satelit berlawanan dengan arah jarum jam.





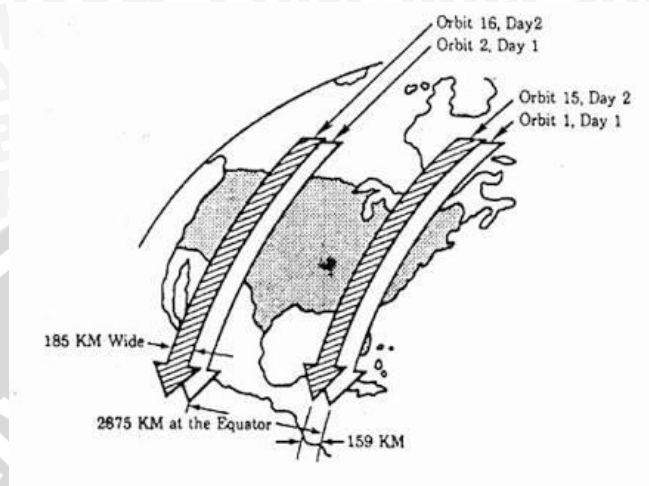
Gambar 2. Orbit satelit. Kiri: Definisi. Kanan: skema dari orbit sun-synchronous (Campbell, 2002)

Waktu yang dibutuhkan satelit untuk menyelesaikan satu orbit meningkat sesuai ketinggiannya. Pada ketinggian sekitar 36.000 km, sebuah satelit memiliki periode yang sama dengan permukaan bumi, sehingga (jika ditempatkan di medan ekuator) masih tidak berubah terhadap permukaan bumi – berada dalam orbit geostationary. Orbit geostationari ideal untuk meteorologi atau satelit komunikasi untuk mempertahankan posisi yang tetap dengan memperhatikan wilayah spesifik pada permukaan bumi. Bagaimanapun juga, wilayah pengamatan satelit dibuat untuk memenuhi sasaran hasil yang lain.

Idealnya, semua citra dari penginderaan jauh yang diperoleh dari satelit akan didapatkan dibawah kondisi penerangan yang seragam, sehingga kecerahan tiap tempat dapat dipercaya untuk menyatakan kondisi di darat daripada perubahan-perubahan kondisi dari pengamatan. Pada kenyataannya, kecerahan yang direkam oleh citra satelit tidak secara langsung menunjukkan kondisi daratan karena perbedaan garis lintang, waktu dalam sehari, dan musim yang mengarah pada keberagaman di alam dan intensitas cahaya yang menerangi suatu tempat. Orbit *sun-synchronous* dibentuk untuk mengurangi suatu sumber penting dari pencahayaan yang disebabkan oleh perbedaan waktu yang timbul dari fakta bahwa bumi yang berbentuk bola ini berotasi di dalam sorotan sinar matahari.

Sebagai akibat dari rotasi bumi pada sumbunya dari barat ke timur, berturut-turut dari utara ke selatan menyebabkan pergeseran lintasan Landsat ke barat sejauh 2.875 km pada garis khatulistiwa (Gambar 3). Karena pergeseran ke kanan perubahan

membujur dari lintasan orbit yang berdekatan pada ekuator kurang lebih 159 km, renggang antar lintasan ditambah selama 16 hari putaran.



Gambar 3. Pencakupan pada Landsat. Setelah hari ke 16, bidang orbit kembali ke hari pertama (Campbell, 2002)

Kurva pantulan spektral dapat menjelaskan interaksi antara energi pada tiap panjang gelombang dengan tipe penutupan lahan (tanah, vegetasi dan air). Karakteristik spectral setiap jenis penutupan vegetasi tergantung pada interaksinya dengan sinar matahari. Reflektansi spektral dari kebanyakan penutupan vegetasi umumnya memiliki bentuk yang serupa. Reflektansi tumbuhan hijau bervariasi pada setiap panjang gelombang (Jaya, 1997 dalam Putra, 2011). Klorofil banyak menyerap energi pada panjang gelombang 0,45 mm dan 0,65 mm sehingga band tersebut disebut band penyerap klorofil. Berdasarkan hal itu, maka mata kita melihat vegetasi sehat berwarna hijau disebabkan oleh banyaknya serapan energi pada spectrum hijau. Apabila suatu tumbuhan mengalami gangguan, maka serapan klorofil berkurang pada saluran biru dan merah. Sering pantulan merah bertambah sehingga kita melihat tumbuhan itu berwarna kuning (Lilliesand dan Kiefer, 1990 dalam Putra, 2011). Selanjutnya menurut Jaya (1997) dalam Putra (2011), proses perubahan dari hijau ke kuning merupakan proses perubahan kandungan pigmen hijau daun. Kuning terjadi saat kandungan pigmen hijau dan merah sama.



### 2.3 Citra Landsat-8

Perkembangan satelit penginderaan jauh yang begitu pesat, ditandai dengan semakin meningkatnya spesifikasi dan jumlah penggunaannya di berbagai bidang antara lain pertanian, kehutanan, kelautan, tata ruang, sumber daya, dan lain sebagainya. Terlebih saat ini, beberapa citra satelit penginderaan jauh bisa diperoleh dengan mudah dan gratis, seperti citra satelit Landsat 8 (Sari, 2015).

Landsat yang dibangun oleh *General Electronic* membawa *Electro Mechanical Scanner* yang dibuat oleh *Hughes Aircraft*, meliputi semua permukaan tanah di bawah satelit serta segala bentuk sinar yang dipantulkan oleh berbagai jalur spektrum. Bayangan digital dikirim ke bumi dimana data tadi diproses komputer guna diprogramkan (Syahrial, 1986).

Ada beberapa spesifikasi baru yang terpasang pada Landsat 8 khususnya pada band 1, 9, 10, dan 11. Band 1 (*ultra blue*) dapat menangkap panjang gelombang elektromagnetik lebih rendah daripada band yang sama pada Landsat 7, sehingga lebih sensitif terhadap perbedaan reflektan air laut atau aerosol. Band ini unggul dalam membedakan konsentrasi aerosol di atmosfer dan mengidentifikasi karakteristik tampilan air laut pada kedalaman berbeda. Deteksi terhadap awan cirrus juga lebih baik dengan dipasangnya band 9 pada sensor *Operational Land Imager* (OLI). Sedangkan band thermal (band 10 dan 11) sangat bermanfaat untuk mendeteksi perbedaan suhu permukaan bumi dengan resolusi spasial 100 meter. Pemanfaatan sensor ini dapat membedakan bagian permukaan bumi yang memiliki suhu panas dibandingkan area sekitarnya (USGS, 2015).

Menurut Sitanggang (2010), dengan pemilihan kanal spektral yang tepat untuk suatu aplikasi tertentu, dan dengan penentuan teknik dan metode pengolahan dan analisis digital yang tepat, data citra satelit LDCM (Landsat-8) akan efektif dan efisien digunakan dalam peramalan pertanian, eksplorasi energi, pemantauan ekosistem, pengelolaan sumber alam, pemetaan penggunaan lahan atau penutupan lahan, pengumpulan intelijen militer, mitigasi bencana dan pemantauan lingkungan.

Menurut Christoper (2004) dalam Nuarsa (2014), citra Landsat mempunyai resolusi spasial, temporal, dan spectral yang baik untuk monitoring tanaman padi.

Perekaman ulang citra Landsat adalah 16 hari dengan resolusi spasial 30 m. Landsat mempunyai banyak saluran dengan ukuran piksel yang sama. Ini memberikan kelebihan dalam pengembangan algoritma dalam pemodelan pertumbuhan dan produksi tanaman padi. Spesifikasi citra Landsat-8 disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi citra Lansat-8

Parameter	Nilai
<b>Resolusi spasial</b>	15m, 30m, and 100m
<b>Resolusi temporal</b>	16 ari
<b>Sensor</b>	Operational Land Imager (OLI)
<b>Orbit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Worldwide Reference System-2</i> (WRS-2) system path/row</li> <li>- Orbit sinkrun matahari pada ketinggian 705 km (438 mi)</li> <li>- 233 siklus orbit; meliputi seluruh dunia setiap 16 hari (kecuali untuk lintang kutub tertinggi)</li> <li>- Sudut inklinasi 98,2°</li> <li>- Mengitari bumi setiap 98,9 menit</li> <li>- Waktu melewati equator: 10:00 a.m. +/- 15 minutes</li> </ul>
<b>Saluran</b>	9 Saluran tampak mata dan perluasnya, termasuk pankromatik: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Band 1 Visible (0,43 - 0,45 <math>\mu\text{m}</math>) 30 m</li> <li>- Band 2 Visible (0,450 - 0,51 <math>\mu\text{m}</math>) 30 m</li> <li>- Band 3 Visible (0,53 - 0,59 <math>\mu\text{m}</math>) 30 m</li> <li>- Band 4 Red (0,64 - 0,67 <math>\mu\text{m}</math>) 30 m</li> <li>- Band 5 Near-Infrared (0,85 - 0,88 <math>\mu\text{m}</math>) 30 m</li> <li>- Band 6 SWIR 1 (1,57 - 1,65 <math>\mu\text{m}</math>) 30 m</li> <li>- Band 7 SWIR 2 (2,11 - 2,29 <math>\mu\text{m}</math>) 30 m</li> <li>- Band 8 Panchromatic (PAN) (0,50 - 0,68 <math>\mu\text{m}</math>) 15 m</li> <li>- Band 9 Cirrus (1,36 - 1,38 <math>\mu\text{m}</math>) 30 m</li> </ul> 2 saluran inframerah thermal: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Band 10 TIRS 1 (10,6 - 11,19 <math>\mu\text{m}</math>) 100 m</li> <li>- Band 11 TIRS 2 (11,5 - 12,51 <math>\mu\text{m}</math>) 100 m</li> </ul>
<b>Ukuran Scene</b>	170 km x 185 km (106 mi x 115 mi)

#### 2.4 ER Mapper

ER Mapper adalah salah satu *software*/perangkat lunak pengolahan data citra satelit dari sekian macam produk *image processing software* yang ada, yang dibuat oleh *Earth Resource Mapping, Inc.* ER Mapper dan perangkat lunak pengolahan citra lainnya telah mengalami bermacam perkembangan atau evolusi. ER Mapper didesain agar dapat menyesuaikan dengan kemajuan baik perangkat keras, system operasi, dan kemajuan teknologi informasi pada umumnya. ER Mapper kita dapat menyimpan



pemrosesan citra dari awal hingga akhir dalam sebuah *algorithm* dengan ukuran file yang kecil. Memisahkan penyimpanan file proses pengolahan dan hasilnya, kita akan dapat menghemat isi *hardisk*. *Algorithm* dapat digunakan untuk melihat data secara sederhana hingga operasi yang kompleks seperti *image fusion*, *band ratios*, *principle component analysis*, *mozaik*, *tesseled cap* dan lain-lain. (Putra, 2011)

Menurut Prahasta (2008), dalam menjalankan berbagai fungsionalitasnya (import, proses, integrasi, dan menghasilkan output citra), ER Mapper menggunakan komponen-komponen yang saling berhubungan antara lain: a) citra raster, b) vektor, c) *algorithm*, d) produksi peta, dan e) GIS dan DBMS *dynamic links*.

a) Citra raster

Citra raster (sebagai contoh adalah citra satelit, DEM, atau foto) adalah data titik atau piksel dalam bentuk grid atau matriks dua dimensi. Titik-titik ini tersusun sebagaimana halnya sel-sel segi-empat baris dan kolom yang memiliki nilai. ER Mapper memiliki format citra raster sendiri (*native*) yaitu ER Mapper raster dataset [*\*.ERS*].

b) Vektor

Vektor terbentuk dari unsur-unsur titik, garis, dan polygon seperti halnya peta-peta jalan dan topografi. ER Mapper memiliki format file vector sendiri (internal atau *native*) yang mencakup sebuah file data ASCII berikut file header-nya yang juga dalam format teks ASCII.

c) Algorithm

Algorithm merupakan bangunan yang paling dasar di dalam ER Mapper. Algorithm digunakan untuk menyimpan informasi yang diperlukan untuk menampilkan data sebagai citra akhir. Informasi yang tersimpan di dalamnya mencakup (nama) sumber data, warna-warna yang digunakan untuk tampilan, detil pemrosesan enhancement, dan informasi layout halaman. Karena pemrosesannya terpisah dari data aslinya, maka langkah-langkah yang tercatat di dalamnya (*algorithm*) dapat diedit oleh pengguna.

#### d) Produksi peta

Pengguna dapat secara cepat dan mudah untuk mengkombinasikan simbol-simbol peta ke dalam citranya hingga dihasilkan tampilan dan hardcopy dengan kualitas kartografis. Selain itu, pengguna juga bisa memasukkan mask, grid, logo, arat utara, scalebar, judul peta, dan lain sebagainya ke dalamnya. Items komposisi peta ini merupakan bagian dari layer vector ER Mapper biasa.

Karena secara sengaja komponen-komponen ER Mapper dirancang untuk memproses data terkait sains kebumihan, maka software ini dapat mendukung secara penuh terhadap pelayanan-pelayanan yang terkait dengan sistem-sistem koordinat bumi yang ada dan dengan data yang bervolume besar sekalipun. Sejalan dengan hal ini, maka ER Mapper sangat mendukung aplikasi-aplikasi di seputar ilmu-ilmu kebumihan seperti monitoring lingkungan, kehutanan, manajemen pertanahan dan pelayanan informasi terkait, perencanaan dan pengelolaan fasilitas, eksplorasi mineral, oseanografi, eksplorasi dan produksi minyak dan gas, pengelolaan sumberdaya air, dan lain sebagainya (Prahasta, 2008).

### **2.5 Penginderaan Jauh untuk Estimasi Produksi Padi Sawah**

*Enhanced Vegetation Index* (EVI) merupakan indeks yang dikembangkan untuk meminimalkan pengaruh latar belakang kanopi dan variasi atmosfer yang lebih baik dari NDVI. EVI dihitung dengan menggunakan reflektan dari kanal biru (*blue*), kanal merah (*red*), dan infra merah dekat (*near infra red*). Menurut LAPAN (2015), data reflektansi Landsat 8 yang memiliki resolusi temporal 16 harian dan resolusi spasial 30 m dan 7 kanal spektral (biru - SWIR) dapat digunakan sebagai bahan pemantauan fase pertumbuhan tanaman padi menggunakan penginderaan jauh. Data tersebut harus sudah terkoreksi radiometrik serta terkoreksi geometrik presisi dengan proyeksi dan datum standar, misalnya Geodetic atau UTM dan WGS 84. Dari data luasan fase tanam yang dihasilkan, selanjutnya dapat dihitung estimasi produksi di suatu wilayah.

Aplikasi penginderaan jauh telah dilakukan oleh Kusumawardani (2013) untuk menginventarisasi produksi padi di Kabupaten Lebak, Banten dengan



menggunakan data citra MODIS. Perhitungan nilai EVI digunakan untuk melihat fase pertumbuhan padi, kemudian klasifikasi citra EVI menjadi umur tanaman dilakukan dengan kriteria tertentu sehingga estimasi produktivitas dapat dihitung berdasarkan keeratan korelasi antara nilai EVI pada saat umur padi mencapai 80-90 hari setelah tanam dengan produktivitas sebenarnya. Setelah estimasi produktivitas padi diperoleh, estimasi produksi padi dihitung dengan mengalikan luas tanam dengan produktivitasnya. Estimasi produksi tanaman padi sawah di Kabupaten Lebak pada Tahun 2011 adalah sebesar 489.947 ton atau 2% lebih kecil jika dibandingkan dengan angka perhitungan produksi tanaman padi sawah dari Dinas Pertanian Kabupaten Lebak pada tahun 2011.

Sari (2010), menggunakan teknologi penginderaan jauh yang dipadukan dengan kalender tanam heterogen untuk mengestimasi produktivitas padi sawah di Jawa Barat bagian utara. Data MODIS diolah dengan metode baru untuk mengestimasi produktivitas hasil tanaman padi sawah berbasis kalender tanam heterogen dengan menggunakan kombinasi data citra satelit dengan data cuaca hasil pengamatan lapangan. Metode ini berbasis sintesis antara model produktivitas hasil tanaman dengan model deteksi fenologi padi sawah. Validasi menggunakan data produktivitas padi dari Dinas Pertanian Kabupaten menghasilkan nilai akar rata-rata kuadrat simpangan (RMSD) sebesar  $\pm 0,974 \text{ ton ha}^{-1}$  untuk perbandingan pada tingkat kecamatan dan  $\pm 0,548 \text{ ton ha}^{-1}$  untuk perbandingan pada tingkat kabupaten.

Dalam pendugaan produktivitas tanaman padi sawah di beberapa kabupaten di Pulau Jawa, Wahyunto (2006) menggunakan indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dari citra Landsat TM. Penyimpangan hasil pendugaan berdasarkan pemodelan dibanding dengan kondisi aktual berkisar 1% sampai 10%, dengan simpangan rata-rata 0,27 sampai 0,31 ton atau 4,3 – 5,3 % per ha.

Nuarsa, dkk (2011), menggunakan nilai komposit NDVI delapan harian dari citra MODIS untuk menentukan NDVI maksimal pada sekitar 45 – 60 hari sejak ditanam yang selanjutnya dibandingkan dengan data lahan aktual. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan adanya hubungan yang kuat dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0,89 di Kecamatan Tabanan, Provinsi Bali.

Son, dkk (2013), memanfaatkan nilai komposit EVI dan LAI (Leaf Area Index) delapan harian dari citra MODIS selama *heading stages*. Pengembangan model dari perolehan linear, interaksi, persamaan kwadrat dan kwadrat murni dari produksi tanaman padi, EVI dan LAI menunjukkan bahwa modek kwadratik berdasarkan EVI dan LAI menghasilkan hasil terbaik selama periode pemasakan untuk musim semi-dingin dan gugur-panas yaitu  $R^2 = 0,70$  dan  $0,74$  di Delta Mekong, Vietnam.

Nuarsa, dkk (2013), menggunakan Landsat ETM+ untuk mengetahui hubungan antara nilai NDVI saat 63 hari setelah tanam dan data observasi lapang. Hasil penelitian menyebutkan ditemukannya hubungan eksponen yang kuat ( $R^2 = 0.85$ ) dengan hasil produksi padi selama fase pertumbuhan. Aplikasi dari model menyatakan hubungan yang kuat ( $R^2 = 0.93$ ) antara estimasi lapang dan peramalan produksi padi di Provinsi Bali.

Chen dan McNairn (2006), memanfaatkan RADARSAT-1 untuk peramalan padi di sepanjang Munoz dan Santo Domingo, Filipina. Mereka mengaplikasikan model jaringan dasar neural untuk memprediksi produksi padi menggunakan hubungan antara pertumbuhan padi dan *backscatter* radar dan menemukan harapan akurasi prediksi sebanyak 94% dalam perbandingannya dengan produksi aktu