

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

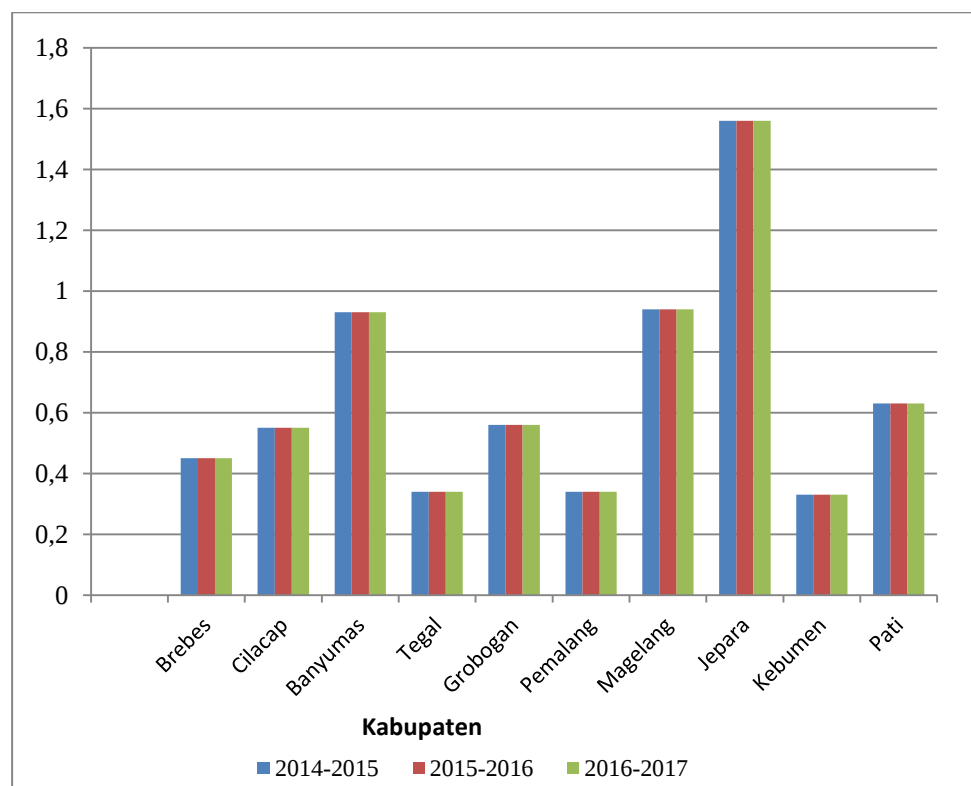
Peranan komoditi pangan di Indonesia sejak zaman dahulu, khususnya padi begitu besar, sebab padi merupakan bahan makanan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Tanaman padi menghasilkan beras sebagai buah tanaman padi. Sekitar 90% penduduk Indonesia mengkonsumsi beras sebagai bahan makanan pokok. Yakni dengan konsumsi beras per kapita 113 per kg, dengan begitu total konsumsi beras nasional sekitar 27 juta ton pertahun (Sunantri, 2010). Kebutuhan beras di negara kita tidak pernah surut, melainkan kian bertambah dari tahun ke tahun, sesuai dengan pertumbuhan penduduk. Semakin tinggi pertumbuhan penduduknya, berarti penyediaan pangan disektor lokal, regional dan nasional semakin tinggi.

Peningkatan pertumbuhan penduduk terjadi hampir di seluruh provinsi di Indonesia, utamanya yang berada di Pulau Jawa, salah satunya yaitu Provinsi Jawa Tengah. Provinsi Jawa Tengah terdiri dari 35 kabupaten, yang hampir keseluruhan wilayahnya mengalami pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi di setiap tahunnya. Berdasarkan data jumlah penduduk dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2017 yang diperoleh dari BPS Provinsi Jawa Tengah, menunjukan bahwa terdapat 3 kabupaten dengan jumlah penduduk paling banyak, yaitu Kabupaten Brebes, Kabupaten Cilacap, dan Kabupaten Banyumas. Kabupaten Brebes peringkat pertama, kedua ialah Kabupaten Cilacap, dan yang ketiga ialah Kabupaten Banyumas. Tentunya ketiga kabupaten tersebut menjadi sorotan utama yang kaitanya dengan kependudukan, ditunjukan pada Tabel 1.1 dan Gambar 1.1.

Tabel 1.1. Daftar Kabupaten dengan Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Tertinggi di Provinsi Jawa Tengah, 2015, 2016, dan 2017

Kabupaten	Jumlah Penduduk (ribu)			Laju Pertumbuhan Penduduk per Tahun		
	2015	2016	2017	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Brebes	1 781 379	1 788 880	1 796 004	0.45	0.43	0.41
Cilacap	1 694 726	1 703 390	1 711 627	0.55	0.53	0.50
Banyumas	1 635 909	1 650 625	1 665 025	0.93	0.91	0.89
Tegal	1 424 891	1 429 386	1 433 515	0.34	0.32	0.30
Grobogan	1 351 429	1 358 404	1 365 207	0.56	0.56	0.51
Pemalang	1 288 577	1 292 609	1 296 281	0.34	0.31	0.30
Magelang	1 245 496	1 257 123	1 268 396	0.94	0.93	0.92
Jepara	1 188 289	1 205 800	1 223 198	1.56	1.55	1.46
Kebumen	1 184 882	1 188 603	1 192 007	0.33	0.31	0.30
Pati	1 232 889	1 239 989	1 246 691	0.63	0.58	0.58

Sumber: BPS Kab.Jawa Tengah, 2017

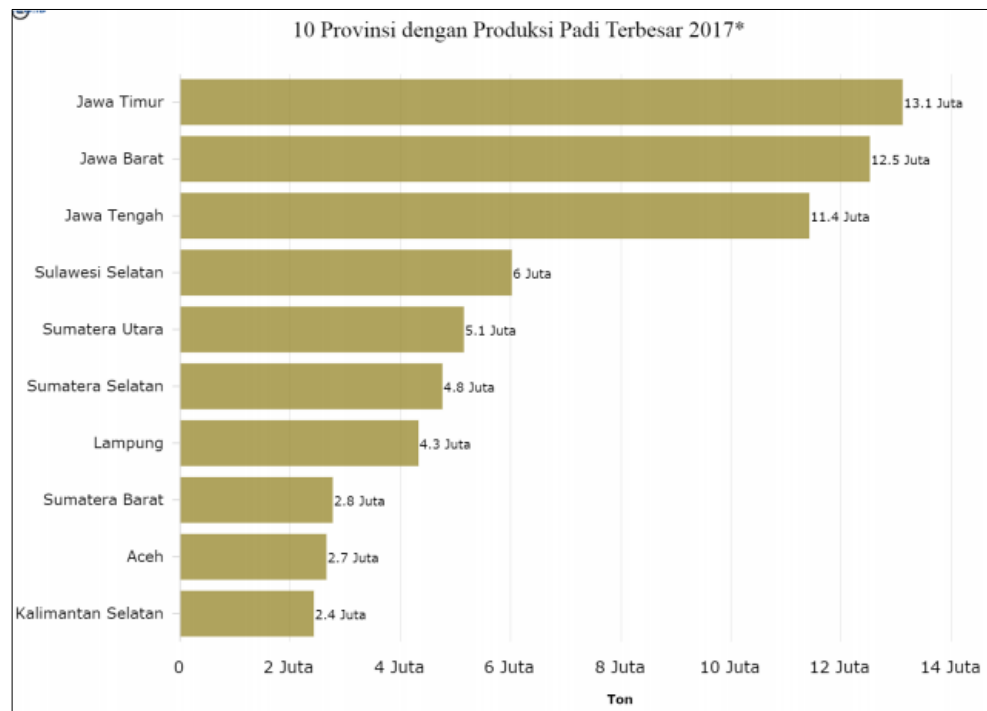


Gambar 1.1 Grafik Laju Pertumbuhan Penduduk

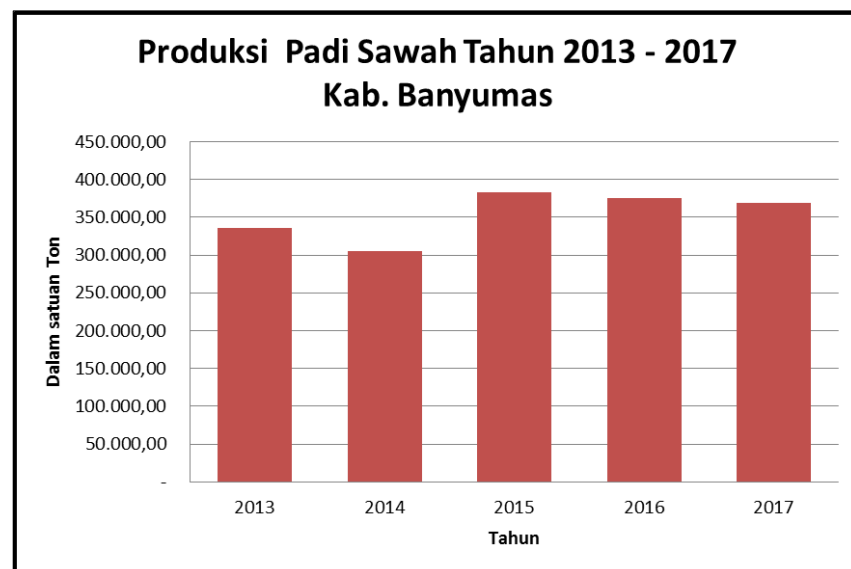
Sumber : BPS Provinsi Jawa Tengah, 2017

Merujuk dari data di atas Kabupaten Banyumas menampilkan data bahwa dengan jumlah penduduk terbanyak ketiga di Provinsi Jawa Tengah, angka laju pertumbuhan penduduk juga menduduki peringkat ketiga di Provinsi Jawa Tengah yaitu sebesar 0.93 tahun 2014 – 2015, 0.91 tahun 2015 – 2016, dan 0.89 dari tahun 2016 – 2017, mengartikan bahwa terjadi penambahan penduduk yang signifikan di setiap tahunnya. Seperti diketahui bersama ketika angka jumlah penduduk dan laju pertumbuhan yang semakin bertambah maka kebutuhan akan ketersediaan pangan pun meningkat. Pangan dalam hal ini ialah sumber makanan utama yang dikonsumsi yaitu padi atau beras atau nasi. Ketersediaan pangan dalam hal ini padi, maka tingkat produksi padi harus meningkat mengikuti laju pertumbuhan penduduk.

Provinsi Jawa Tengah sebagai salah satu lumbung pangan nasional mempunyai tingkat produksi padi berfluktuasi di setiap periode waktu atau bisa dikatakan tidak stabil karena terdapat berbagai macam faktor yang mempengaruhi, salah satunya ialah iklim dan cuaca dan juga keberadaan lahan pertanian sawah yang produktif yang justru semakin berkurang, dan hal lainnya, oleh karenanya Kabupaten Banyumas sebagai salah satu bagian wilayah di Provinsi Jawa Tengah turut berperan dalam mempertahankan dan meningkatkan produksi padi. Informasi mengenai Provinsi Jawa Tengah sebagai salah satu lumbung padi nasional terdapat pada Gambar 1.1. Data dari Sistem Informasi Pembanunan Daerah (SIMDA) Kabupaten Banyumas menunjukkan bahwa angka produksi padi sawah di setiap tahunnya dimulai dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2017 cenderung naik turun namun pada tiga tahun terakhir cenderung menurun. Tahun 2015 menjadi puncak angka produksi padi sawah terbaik dan tertinggi yang pernah dicapai oleh Kabupaten Banyumas, yaitu sebesar 382.636 ton, lihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. 10 Provinsi dengan Produksi Padi Terbesar 2017 di Indonesia
Sumber : Kementerian Pertanian, 2017



Gambar 1.3. Produksi Padi Sawah Tahun 2013 – 2017 Kab. Banyumas
Sumber : SIMDA Kab. Banyumas, 2017

Kasus peningkatan jumlah penduduk yang terjadi di setiap tahunnya di Kabupaten Banyumas, sementara produksi padi di wilayah kecamatan setiap tahunnya yang fluktuatif menciptakan masalah kestabilan hasil

produksi padi. Kestabilan hasil produksi setiap wilayah kecamatan penting, guna melihat wilayah mana yang benar – benar memiliki potensi sebagai lumbung padi di Kabupaten Banyumas, yang kemudian bisa dijadikan acuan atau percontohan untuk wilayah kecamatan lain untuk mendapatkan predikat yang sama, selain itu juga untuk mempersiapkan langkah dalam perbaikan tingkat produksi padi. Tingkat produksi padi sawah yang menunjukkan penurunan di kala peningkatan laju pertumbuhan penduduk menimbulkan kekhawatiran terhadap masalah ketahanan pangan, khususnya bagi penduduk di Kabupaten Banyumas.

Kondisi tersebut mendesak penggunaan pengetahuan serta teknologi terkini. Tujuannya ialah untuk mengetahui estimasi tingkat produksi padi di Kabupaten Banyumas. Penggunaan pengetahuan dan teknologi harus berjalan seiringan, dimana secara teoritis ilmu pengetahuan berperan sebagai dasar dalam mencapai tujuan tersebut, sementara teknologi berperan sebagai alat untuk mengolah, menerapkan dan merealisasikan tujuan tersebut.

Pengetahuan yang digunakan di sini yaitu dalam bidang penginderaan jauh, lebih jauh lagi penggunaannya yaitu dengan metode *Enhanced Vegetation Index* (EVI). Metode EVI memang bukanlah metode satu – satunya yang dipergunakan dalam penelitian terkait dengan vegetasi, terdapat misalnya *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI), *Atmospherically Resistant Vegetation Index* (ARVI), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan lainnya. Seiring perjalanan waktu dan penelitian yang dilakukan oleh para ahli metode EVI lah yang dianggap lebih unggul untuk pengamatan vegetasi. Metode EVI merupakan turunan dari SAVI dan ARVI yang dikembangkan untuk meminimalkan pengaruh latar belakang kanopi dan variasi atmosfer Metode EVI sangat tepat untuk mengetahui fase pertumbuhan padi dimana dapat digunakan untuk menganalisis estimasi tingkat produksi padi. Selain itu metode EVI juga merupakan indeks vegetasi yang dikembangkan dari NDVI. Metode EVI ialah bentuk

penyempurnaan dari NDVI, dimana nilai EVI diperoleh dari nilai reflektansi kanal spektral merah, kanal infra-merah dekat (NIR), dan kanal biru, sementara metode NDVI hanya menggunakan kanal spektral merah dan infra-merah dekat (NIR). Kanal spektral biru sangat sensitif terhadap kondisi atmosfer dan digunakan untuk koreksi atmosferik. Penggunaan metode EVI dikarenakan manfaat yang telah dikaji sebelumnya pada objek tanaman padi baik secara ilmiah ataupun praktik di lapangan, yaitu metode EVI lebih tahan terhadap pengaruh komposisi aerosol atmosfer dan pengaruh variasi warna tanah, lalu metode EVI telah diketahui lebih sensitif terhadap perubahan biomasa selama fase vegetatif yang lama, serta tahan terhadap efek atmosfer dan kanopi dan yang terakhir ialah metode EVI memberikan kepercayaan yang baik dalam penentuan fase tumbuh. Berbagai manfaat penggunaan metode EVI menambah keyakinan bahwa metode EVI ialah metode yang tepat digunakan dalam estimasi tingkat produksi padi di Kabupaten Banyumas.

Teknologi yang digunakan di sini yaitu penggunaan data citra satelit Landsat-8. Karakteristik yang dimiliki oleh Landsat 8 menjadikannya sebagai salah satu citra satelit yang tepat untuk analisis di bidang pertanian. Keunggulan citra satelit Landsat 8 yaitu data citra tersedia secara gratis, stabilitas yang semakin baik, laju pengiriman datanya lebih cepat, fokus penginderaan informasi pada vegetasi dan pengembangan sistem sensor. Data citra yang tersedia secara gratis memberikan keuntungan dari segi ekonomi, karena menghemat pengeluaran dalam rangka penyediaan bahan. Data citra Landsat dikirimkan setiap 16 hari sekali, oleh karenanya kegiatan monitoring bisa dilakukan pada tanaman padi. Sensor yang terdapat pada citra Landsat 8 dibuat peka terhadap vegetasi, dimana dalam hal ini kajian utamanya ialah tanaman padi sawah, dan itu sangat tepat. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi estimasi tingkat produksi padi dengan berdasar pada penggunaan data citra satelit Landsat 8, kepada petani di Kabupaten Banyumas, serta mempunyai kontribusi dalam pengembangan penerapan teknologi inderaja sebagai alternatif solusi

permasalahan dibidang pertanian. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis melakukan penelitian dengan judul “Estimasi Produksi Padi Sawah Berdasarkan Metode *Enhanced Vegetation Index* (EVI) Maksimum pada Citra Landsat 8 di Kabupaten Banyumas”.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana fase pertumbuhan padi sawah berdasarkan nilai EVI maksimum di Kabupaten Banyumas ?
2. Bagaimana mengestimasi produksi padi sawah menggunakan metode EVI Maksimum di Kabupaten Banyumas ?
3. Bagaimana ketepatan estimasi produksi padi sawah dengan menggunakan metode EVI maksimum di Kabupaten Banyumas ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka berikut tujuan penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui fase pertumbuhan padi sawah yang dihasilkan berdasarkan nilai EVI di Kabupaten Banyumas
2. Mengestimasi produksi padi sawah menggunakan metode EVI Maksimum di Kabupaten Banyumas
3. Menganalisis ketepatan estimasi produksi padi sawah dengan menggunakan metode EVI maksimum di Kabupaten Banyumas

D. Kegunaan Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Akademis

1. Memberikan kontribusi bagi ilmu penginderaan jauh dibidang pertanian, khususnya penggunaan dan pengolahan citra satelit, yaitu citra Landsat 8 dengan menggunakan metode EVI pada tanaman padi sawah.
2. Menjadi pedoman dan bahan referensi untuk penelitian selanjutnya, terutama penelitian dengan tema pemanfaatan data penginderaan jauh dan sistem informasi geografi.

b. Umum

1. Masyarakat

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk mengetahui estimasi tingkat produksi padi di Kabupaten Bayumas, sehingga masyarakat dapat mempersiapkan usaha-usaha yang bisa dilakukan dalam rangka meningkatkan produksi padi mereka.

2. Pemerintah

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan masukan institusi pemerintahan terkait, seperti Bappeda, Dinas Pertanian dan lain-lain, dalam merencanakan usaha-usaha pengelolaan lahan pertanian untuk peningkatan produksi padi dan menentukan kebijakan yang lebih tepat sasaran terutama dalam hal ini untuk para petani di Kabupaten Banyumas.

E. Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

1. Telaah Pustaka

1.1 Tanaman Padi

1.1.1 Sejarah Padi

Sejarah tanaman padi ialah termasuk genus *Oryza L.* yang meliputi lebih kurang 25 *species*, tersebar di daerah tropik dan daerah subtropika seperti di Asia, Afrika, Amerika dan Australia Padi yang sekarang ada merupakan persilangan antara *Oryza officinalis* dan *Oryza sativa f. spontaneae*. Bangsa Indonesia sendiri pada mulanya menanam tanaman padi di daerah tanah kering dengan sistem lading, tanpa pengairan. Hal ini dilakukan pula di negara – negara lain (AAK, 1973). Menurut D. Joy dan E. J. Wibberley, tanaman padi yang mempunyai nama botani *Oryza sativa* dengan nama lokal padi (*paddy*), dapat dibedakan dalam dua tipe, yaitu padi kering yang tumbuh di dataran tinggi dan padi sawah yang memerlukan air menggenang. Tanaman padi sendiri secara dilihat dari sudut pandang biologi, memiliki karakteristik tersendiri, yaitu dari *kingdom* nya sampai dengan *species*, seperti pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Klasifikasi Tanaman Padi

<i>Kingdom</i>	<i>Plantae</i>
<i>Subkingdom</i>	<i>Tracheobionta</i>
<i>Super Divisi</i>	<i>Spermatophyta</i>
<i>Divisi</i>	<i>Magnoliophyta</i>
<i>Kelas</i>	<i>Liliopsida</i>
<i>Sub Kelas</i>	<i>Commelinidae</i>
<i>Ordo</i>	<i>Poales</i>
<i>Famili</i>	(suku rumput-rumputan)
<i>Spesies</i>	<i>Oryza sativa L.</i>

Sumber : Dinas Pertanian Kutai Timur, 2018

Padi (*Oryza sativa,sp*) merupakan salah satu tanaman budidaya terpenting dalam peradaban. Tanaman padi tersebar luas di seluruh dunia dan tumbuh di hampir semua bagian dunia (HKTI, 2017). Bagi masyarakat Indonesia padi termasuk tanaman pangan yang sangat penting dan bermanfaat. Sebagian besar masyarakat Indonesia memanfaatkan padi sebagai makanan pokok selain sumber makanan yang lain seperti sagu dan jenis umbi-umbian lainnya. Tanaman padi biasanya memerlukan waktu 3-4 bulan untuk tumbuh mulai dari pembenihan sampai dengan panen, tergantung dari jenis varietas padi dan kondisi tempat tanaman padi tumbuh.

1.1.2 Jenis Varietas Padi

Jenis varietas padi yang terdapat di Indonesia terdapat beberapa. Varietas padi yang dipilih petani untuk ditanam lebih cenderung dipilih berdasarkan faktor kondisi wilayah di mana mereka tinggal, dengan demikian petani sudah memahami bagaimana mereka akan memberi perlakuan kepada tanaman yang ditanam, dalam hal ini ialah tanaman padi. Pemberian perlakuan ini misalnya ialah dalam kadar pemberian pupuk, pemilihan pestisida, kadar pemberian pestisida, waktu pemberian pestisida yang tepat, penanganan terhadap berbagai macam hama, pengairan dan hal-hal lain yang berkaitan dengan perlakuan kepada tanaman padi. Selain pemberian perlakuan terhadap tanaman yang ditanam, pemberian perlakuan terhadap tanah sebagai tempat tumbuhnya padi pun sudah diketahui oleh petani.

Pengolahan tanah yang dilakukan dapat terwujud dalam usaha penggemburan kembali tanah setelah melewati masa panen dan akan memasuki masa tanam, maka tanah digemburkan dengan bantuan mesin atau dengan cara tradisional menggunakan kerbau ataupun sapi. Data yang dihimpun dari Dinas Pertanian dan Kehutanan (2008) menyebutkan bahwa di Indonesia terdapat 3 jenis varietas padi, yaitu :

1. Padi Sawah

Padi sawah merupakan tanaman padi yang ditanam di lahan yang cukup memperoleh air dan memerlukan genangan air terutama dimusim tanam sampai berbuah. Jenis padi ini paling banyak ditanam karena menghasilkan produktivitas yang tinggi. Padi sawah banyak ditanam di utara Pulau Jawa karena wilayahnya yang relatif datar dan memiliki curah hujan yang tinggi serta musim panas yang panjang sehingga sangat cocok untuk ditanami padi sawah.

2. Padi Gago

Padi gago merupakan jenis padi kering yang relatif toleran tanpa penggenangan seperti padi sawah. Padi gago biasanya ditanam di tegalan pada saat musim hujan dan sangat bergantung pada musim hujan. Daerah Lombok dikembangkan sistem padi gago rancah, yang memberikan penggenangan dalam selang waktu tertentu sehingga hasil padi meningkat.

3. Padi Rawa

Padi rawa atau padi pasang surut banyak dikembangkan oleh masyarakat yang tinggal di rawa – rawa di Pulau Kalimantan. Dominasi lahan gambut yang tergenang sepanjang tahun menyebabkan penanaman padi rawa sangat cocok untuk Pulau Kalimantan meskipun memerlukan beberapa perlakuan khusus dan masa tanam yang lebih lama dibandingkan padi biasa. Keunggulan padi rawa yaitu mampu membentuk batang yang panjang sehingga dapat mengikuti ayunan kedalaman air.

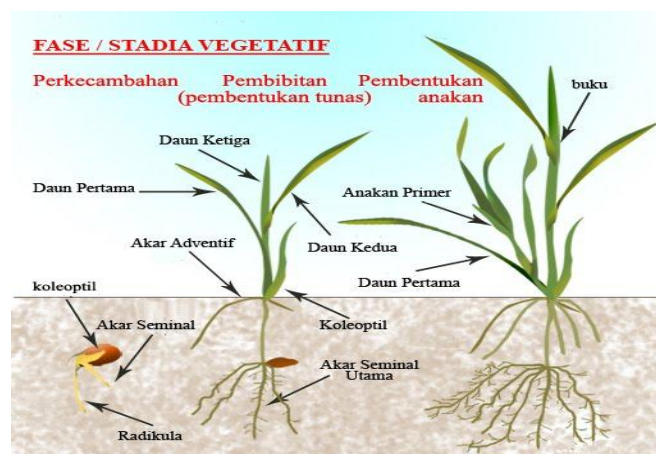
1.1.3 Fase Pertumbuhan Padi

Padi ialah salah satu tanaman yang memiliki batasan waktu untuk hidup, dari awal masa padi tumbuh sampai kemudian masa di mana padi sudah berhenti untuk tumbuh atau dalam keadaan mati atau sudah tidak berproduksi kembali. Sepanjang masa hidup atau masa tumbuh padi, dari awal sampai dengan akhir disebut dengan pertumbuhan padi, dan selama inilah terdapat rentang waktu yang dijadikan sebagai penanda

perkembangan pertumbuhan padi yang kemudian disebut dengan fase pertumbuhan padi. Masa pertumbuhan padi kurang lebih ialah 100 hari, terhitung dari awal masa tanam sampai dengan masa panen.

Fase pertumbuhan padi secara garis besar dinyatakan dalam 2 (dua) fase pertumbuhan, yaitu fase vegetatif dan fase generatif. Setiap fase pertumbuhan mempunyai kekhasan yang dengannya bisa diketahui saat-saat penting (kritis) bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, memahami kebutuhan tanaman ketika itu dan tindakan perlindungan sehingga setiap fase bisa berlangsung dengan baik. Fase vegetatif sendiri merupakan fase di mana tanaman padi bereproduksi, bulir- bulir padi sudah mulai terisi, daun daun dan sistem perakaran yang mulai matang, sementara fase generatif ialah fase dimana bulir – bulir padi yang terisi sebelumnya dimatangkan untuk bisa menjadi buliran padi yang sempurna begitupula dengan lebar daun, tingkat kehijauan daun, perakarannya (De Datta, 1981).

Fase reproduktif berlangsung lebih kurang 35 hari , sedangkan fase pematangannya sekitar 30 hari. Perbedaan umur tanaman ditentukan oleh perbedaan panjang fase vegetatif. Fase vegetatif adalah awal pertumbuhan tanaman, mulai dari perkecambahan benih sampai primordia bunga (pembentukan malai).



Gambar 1.4. Fase/Stadia Vegetatif
Sumber : BPTP Jawa Tengah, 2018

Terdapat beberapa tahap yang termasuk dalam fase vegetatif, yaitu seperti yang terdapat pada Gambar 1.4, terdiri dari tahap perkecambahan benih (*germination*). Tahapan ini menjelaskan bahwa benih akan menyerap air dari lingkungan (karena perbedaan kadar air antara benih dan lingkungan), masa dormansi akan pecah ditandai dengan kemunculan *radicula* dan *plumule*. Faktor yang mempengaruhi perkecambahan benih adalah kelembaban, cahaya dan suhu. Petani biasanya melakukan perendaman benih selama 24 jam kemudian diperam 24 jam lagi. Tahap perkecambahan benih berakhir sampai daun pertama muncul dan ini berlangsung 3-5 hari. Kedua, tahap pertunasan (*seedling stage*), yaitu tahap pertunasan dimulai, begitu benih berkecambah hingga menjelang anakan pertama muncul. Umumnya petani melewati tahap pertumbuhan ini di persemaian. Masa awal di persemaian, mulai muncul akar seminal hingga kemunculan akar sekunder (*adventitious*) membentuk sistem perakaran serabut permanen dengan cepat menggantikan *radikula* dan akar seminal sementara. Disisi lain tunas terus tumbuh, dua daun lagi terbentuk. Daun terus berkembang pada kecepatan 1 daun setiap 3-4 hari selama tahap awal pertumbuhan sampai terbentuknya 5 daun sempurna yang menandai akhir fase ini. Dengan demikian pada umur 15 – 20 hari setelah sebar, bibit telah mempunyai 5 daun dan sistem perakaran yang berkembang dengan cepat, saat kondisi ini bibit siap dipindah tanamkan. Ketiga, tahap pembentukan anakan (*tillering stage*). Setelah kemunculan daun kelima, tanaman mulai membentuk anakan bersamaan dengan berkembangnya tunas baru. Anakan muncul dari tunas aksial (*axillary*) pada buku batang dan menggantikan tempat daun serta tumbuh dan berkembang. Bibit ini menunjukkan posisi dari dua anakan pertama yang mengapit batang utama dan daunnya. Setelah tumbuh (*emerging*), anakan pertama memunculkan anakan sekunder, demikian seterusnya hingga anakan maksimal. Fase ini memiliki dua tahapan penting yaitu pembentukan anakan aktif kemudian disusul dengan perpanjangan batang (*stem elongation*). Kedua tahapan ini bisa tumpang tindih, tanaman yang sudah tidak membentuk anakan akan mengalami

perpanjangan batang, buku kelima dari batang di bawah kedudukan malai, memanjang hanya 2-4 cm sebelum pembentukan malai. Sementara tanaman muda (tepi) terkadang masih membentuk anakan baru, sehingga terlihat perkembangan kanopi sangat cepat. Secara umum, fase pembentukan anakan berlangsung selama kurang lebih 30 hari. Kondisi yang berbeda ditemui pada tanaman yang menggunakan sistem tabela (tanam benih langsung) periode fase ini mungkin tidak sampai 30 hari karena bibit tidak mengalami *stagnasi* seperti halnya tanaman sistem tapin yang beradaptasi dulu dengan lingkungan barunya sesaat setelah pindah tanam. Penggunaan pupuk nitrogen (urea) berlebihan atau waktu aplikasi pemupukan susulan yang terlambat memicu pembentukan anakan lebih lama (lewat 30 hst), namun biasanya anakan yang terbentuk tidak produktif. Penggunaan pupuk nitrogen (urea) berlebihan atau waktu aplikasi pemupukan susulan yang terlambat memicu pembentukan anakan lebih lama (lewat 30 hst), namun biasanya anakan yang terbentuk tidak produktif. Serangkaian tahapan dalam fase generatif diilustrasikan dalam Gambar 1.5.



Gambar 1.5. Fase/Stadia Generatif
Sumber : BPTP Jawa Tengah, 2018

Fase generatif yang sebelumnya telah dijelaskan sebagai fase pematangan, terdiri dari beberapa tahapan, pertama ialah tahap inisiasi bunga yaitu tahapan ini diawali dengan inisiasi bunga (*panicle initiation*). Bakal malai terlihat berupa kerucut berbulu putih (*white feathery cone*) panjang 1,0-1,5 mm. Pertama kali muncul pada ruas buku utama (*main culm*) kemudian pada anakan dengan pola tidak teratur. Ini akan berkembang hingga bentuk malai terlihat jelas sehingga bulir (*spikelets*) terlihat dan dapat dibedakan. Malai muda meningkat dalam ukuran dan berkembang ke atas di dalam pelepah daun bendera menyebabkan pelepah daun menggembung (*bulge*). Penggembungan daun bendera ini disebut bunting sebagai tahap kedua dari fase ini (*booting stage*). Kedua, tahap bunting (*booting stage*) di mana terlihat 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. Ketiga, tahap keluar malai (*heading stage*) yang ditandai dengan kemunculan ujung malai dari pelepah daun bendera. Malai terus berkembang sampai keluar seutuhnya dari pelepah daun. Akhir fase ini adalah tahap pembungaan yang dimulai ketika serbuk sari menonjol keluar dari bulir dan terjadi proses pembuahan. Keempat yaitu pembungaan (*flowering stage*) yang diawali dari inisiasi bunga sampai pembungaan (setelah putik dibuahi oleh serbuk sari) berlangsung sekitar 35 hari. Pemberian zat pengatur tumbuh atau penambahan hormon tanaman (*pytohormon*) berupa *gibberlin* (GA3) dan pemeliharaan tanaman dari serangan penyakit sangat diperlukan pada fase ini. Perbedaan lama periode fase reproduktif antara padi varietas genjah maupun yang berumur panjang tidak berbeda nyata. Ketersediaan air pada fase ini sangat diperlukan, terutama pada tahap terakhir diharapkan bisa tergenang 5 – 7 cm. Tahapan selanjutnya ialah tahapan pematangan yang terdiri sebagai berikut :

a) Tahap Matang Susu (*Milk Grain Stage*)

Tiga tahap akhir pertumbuhan tanaman padi merupakan fase pemasakan. Pada tahap ini, gabah mulai terisi dengan bahan

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 (*senescense*) pada dasar anakan berlanjut. Daun bendera dan dua daun di bawahnya tetap hijau. Tahap ini paling disukai oleh walang sangit. Pada saat pengisian, ketersediaan air juga sangat diperlukan. Seperti halnya pada fase sebelumnya, pada fase ini diharapkan kondisi pertanaman tergenang 5 – 7 cm.

b) Tahap Gabah $\frac{1}{2}$ Matang (*Dough Grain Stage*)

Isi gabah yang menyerupai susu berubah menjadi gumpalan lunak dan akhirnya mengeras. Gabah pada malai mulai menguning. Pelayuan (*senescense*) dari anakan dan daun di bagian dasar tanaman nampak semakin jelas. Pertanaman terlihat menguning. Seiring menguningnya malai, ujung dua daun terakhir pada setiap anakan mulai mengering.

c) Tahap Gabah Matang Penuh (*Mature Grain Stage*)

Setiap gabah matang, berkembang penuh, keras dan berwarna kuning. Tanaman padi pada tahap matang 90 – 100 % dari gabah isi berubah menjadi kuning dan keras. Daun bagian atas mengering dengan cepat (daun dari sebagian varietas ada yang tetap hijau). Sejumlah daun yang mati terakumulasi pada bagian dasar tanaman. Berbeda dengan tahap awal pemasakan, pada tahap ini air tidak diperlukan lagi, tanah dibiarkan pada kondisi kering.

Periode masa vegetatif sampai dengan masa pematangan terjadi kurang lebih 100 (seratus) sampai dengan 120 hari tergantung dari jenis varietas apa yang di tanam. Periode vegetatif berlangsung dari 0 hst – 55 hst, sementara periode generatif (pematangan) berlangsung dari 55 hst – 120 hst. Masa berikutnya sering disebut sebagai masa bera, dimana masa proses pertumbuhan tidak lagi terjadi, hanya tersisa sisa-sisa tanaman padi yang

telah selesai dipanen, yang biasanya oleh para petani dibiarkan begitu saja di lahan pertanian, atau dibakar.

1.1.4 Produktivitas dan Produksi Padi

Produksi dan produktivitas padi ialah hal yang saling berkaitan satu sama lain. Kegiatan penghitungan produksi padi sering kali disusul dengan kegiatan penghitungan produktivitas padi. Namun, kedua nya memiliki arti dan makna yang berbeda. Produksi padi merupakan besaran hasil dari penanaman padi pada suatu lahan pertanian, yang mana dalam prosesnya terdapat kegiatan pengolahan lahan pertanian dan juga perlakuan pada tanaman padi, seperti melakukan pemukukan dan pemilihan varietas padi yang ditanam. Pengertian lain menyebutkan bahwa produksi dalam pertanian adalah hasil dari keseluruhan atau jumlah total lahan pertanian, dalam hal ini tanaman pertanian yang kaji ialah padi. Produktivitas dalam pertanian adalah hasil persatuan atau satu lahan yang panen dari seluruh luas lahan yang dipanen (Sora, 2017).

Produksi padi di Indonesia dipengaruhi oleh banyak faktor, melihat dari kondisi geografis Indonesia yang begitu luas, yang terbentang dari Sabang sampai Merauke dan pasti memiliki keanekaragaman dari sudut pandang geografi baik fisik. Pertama luas lahan sawah, lahan sawah atau tanah sawah adalah tanah pertanian yang berpetak-petak dan dibatasi oleh pematang (galengan), saluran untuk menahan atau menyalurkan air dan biasanya ditanami padi sawah, tanpa memandang dari mana diperolehnya ataupun status dari tanah tersebut. Kedua ialah tenaga kerja, yang dimaksudkan tenaga kerja di sini ialah petani itu sendiri, banyaknya tenaga kerja (petani) sawah di setiap desa ataupun apada suatu wilayah yang membudidayakan atau mengusahakan tanaman padi dengan tujuan memenuhi kebutuhan hidup. Tenaga kerja yang dilakukan dalam pertanian yaitu meliputi:

- 1) Tenaga kerja manusia yaitu pekerjaan yang dilakukan dan diselesaikan oleh manusia.

- 2) Mesin yaitu pengolahan sawah dilakukan dengan menggunakan mesin atau alat.

Hal yang mempengaruhi produksi lainnya ialah waktu tanam dan waktu panen di setiap wilayah. Waktu tanam yang berbeda nantinya akan mempengaruhi waktu panen, dan berimbas pada jumlah produksi padi yang dihasilkan, padahal seringkali harga beras dipasaran berubah dengan cepat, sehingga hal tersebut sangat merugikan petani.

1.2 Penginderaan Jauh

1.2.1 Pengertian Penginderaan Jauh

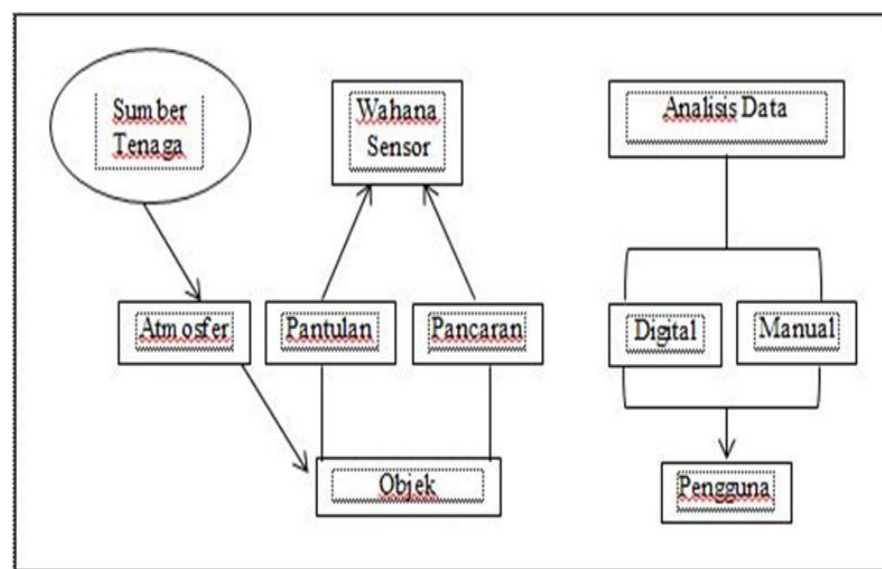
Penginderaan merupakan upaya atau proses untuk mengetahui objek dengan menggunakan alat pengindera atau sensor (mata, telinga, hidung, lidah, dan kulit) atau piranti lainnya (Sutanto, 1986). Wujud penerapan penginderaan ini kemudian dikenal dengan “Penginderaan Jauh”. Penginderaan jauh adalah ilmu pengetahuan dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh menggunakan piranti tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang di kaji (Lillesand dan Kiefer, 1994). Piranti yang dimaksud di sini berupa alat perekam atau sensor (kamera, penyiam/*scanner*, atau alat perekam lainnya).

Pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindera yang disebut dengan sensor. Berbagai sensor pengumpul data dari jarak jauh, umumnya dipasang pada wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, balon, satelit, atau wahana lainnya. Objek yang diindera adalah objek yang terletak di permukaan bumi, di atmosfer (dirgantara) dan di antariksa. Pengumpulan jarak jauh tersebut dapat dilakukan dalam bentuk, sesuai dengan tenaga yang digunakan. Tenaga yang digunakan dapat berupa variasi distribusi (*distribution*) daya, distribusi gelombang bunyi, atau distribusi energi elektromagnetik. Data penginderaan jauh dapat berupa citra (*imaginery*), grafik, dan data numerik. Data tersebut dapat dianalisis untuk

mendapatkan informasi tentang objek, daerah, atau fenomena yang diindera atau diteliti. Proses penerjemahan data menjadi informasi disebut analisis atau interpretasi data. Apabila proses penerjemahan tersebut dilakukan secara digital dengan bantuan komputer disebut interpretasi digital.

1.2.2 Elemen – Elemen Penginderaan Jauh

Proses analisis data meliputi pengujian data dengan menggunakan alat interpretasi dan alat pengamatan untuk menganalisis data, piktorial, dan atau komputer untuk menganalisis sensor numerik. Data rujukan tentang sumberdaya alam yang dipelajari, seperti peta tanah, data statistik tanaman, atau data uji lapangan, digunakan untuk membantu analisis data. Akhirnya informasi tersebut diperuntukkan bagi para pengguna yang dimanfaatkan untuk proses pengambilan keputusan (Lillesand dan Kiefer, 1990). Berikut ilustrasi elemen – elemen yang terdapat dalam penginderaan jauh, lihat Gambar 1.6.



Gambar 1.6. Elemen – elemen Penginderaan Jauh

Sumber : Paine, 1993

1.3 Citra Satelit Landsat

Citra bersifat optik disebut dengan citra fotografik yang berupa foto. Citra fotografik adalah objek yang direkam menggunakan kamera sebagai sensornya, film sebagai detektornya, sedangkan tenaga elektromagnetik yang digunakan pada spektrum tampak dan perluasannya. Citra bersifat optik ini secara teoritis merupakan citra *continue – continue* (merekam data secara langsung dalam satu bidang). *Continue* dalam pengertian pengolahan data nilai keabuan (rona) dinyatakan dengan presisi angka tak terhingga. Citra bersifat analog berupa sinyal – sinyal video seperti gambar pada monitor televisi. Citra bersifat digital berupa elemen gambar (*pixel*). Citra digital dapat direkam dalam beberapa spektrum secara sekaligus sehingga disebut citra multispektral. Citra digital multispektral yaitu seperti citra Landsat MSS, Landsat 7 ataupun Landsat 8.

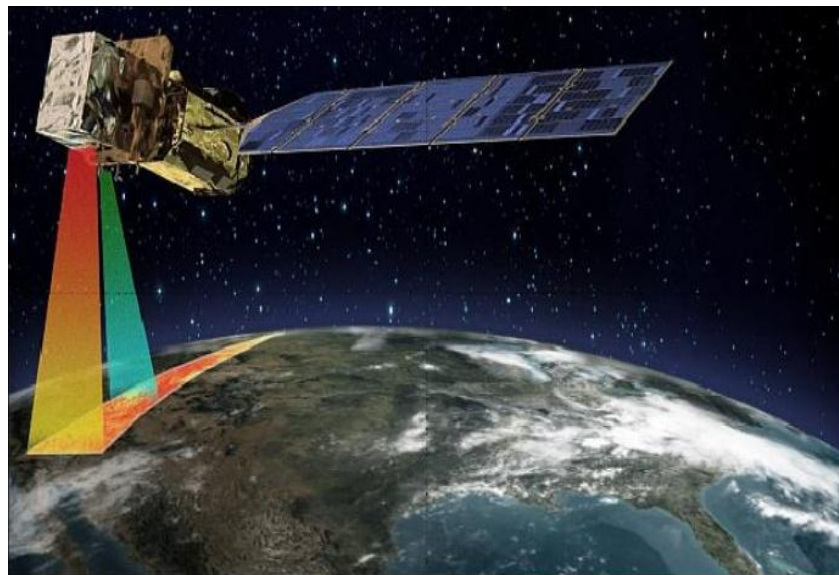
Satelit LDCM (Landsat 8) adalah misi kerjasama antara NASA dan *U.S. Geological Survey* (USGS) dengan pembagian tanggung jawab masing-masing. USGS bertanggung jawab akan penyediaan pusat operasi-operasi misi dan sistem-sistem pengolahan pada Stasiun Bumi (termasuk pengaliran dan jaringan-jaringan data), demikian juga tim operasi-operasi penerbangan. Satelit LDCM (Landsat 8) dirancang diorbitkan pada orbit mendekati lingkaran sikron-matahari, pada ketinggian 705 km, dengan inklinasi: 98.2°, periode: 99 menit, dengan waktu liput ulang (resolusi temporal) adalah 16 hari dan waktu melintasi katulistiwa (*Local Time on Descending Node* (LTDN) nominal pada jam 10:00 s.d 10:15 pagi. (NASA,2008).

Satelit LDCM (Landsat 8) menggunakan suatu *platform* dengan pengarahannya titik nadir yang distabilkan tiga-sumbu, suatu arsitektur modular yang berhubungan dengan Bus SA- 200HP. Bus SA-200HP dengan daya guna tinggi adalah dari *Deep Space 1* (DS1) dan merupakan warisan misi Coriolis. Satelit LDCM (Landsat 8) tersebut terdiri dari suatu bingkai aluminium dan struktur panel utama. Sub sistem Kontrol dan Penentuan

Sikap *Attitude Determination and Control Subsystem* (ADCS) menggunakan 6 buah roda-roda reaksi dan tiga batang tenaga putaran (*torque rods*) sebagai aktuator. Sikap satelit diindera dengan tiga buah alat untuk mengikuti jejak bintang (*star trackers*) yang presisi, sebuah *Scalable Inertial Reference Unit* (SIRU), 12 buah sensor matahari yang kasar, penerima–penerima GPS (*Viceroy*), dan 12 buah *Three Axis Magnetometers* (TAMs). Persyaratan teknis yang dirancang untuk dipenuhi adalah sebagai berikut:

- Kesalahan kontrol sikap satelit (3σ) (*Attitude control error (3σ)*) : ≤ 43 μ rad.
- Kesalahan pengetahuan sikap satelit (3σ) (*Attitude knowledge error (3σ)*): ≤ 29 μ rad.
- Stabilitas pengetahuan sikap satelit (3σ) (*Attitude knowledge stability (3σ)*): ≤ 1.7 μ rad dalam waktu 2,5 detik.

Berikut ini ialah kenampakan salah satu wahana satelit Landsat yang di luncurkan oleh NASA dan parameter dari wahana satelit Landsat, lihat Gambar 1.7 dan Tabel 1.3 di bawah ini.



Gambar 1.7. Gambaran pencitraan permukaan Bumi dengan Satelit Landsat 8 di orbit

Sumber : General Dynamics, 2008

Tabel 3. Parameter – parameter orbit satelit Landsat 8

Jenis Orbit	Mendekati lingkaran sinkron matahari
Ketinggian	705 km
Inklinasi	98.2°
Periode	99 menit
Waktu liput ulang (resolusi temporal)	16 hari
Waktu melintasi khatulistiwa (Local Time on Descending Node-LTDN) nominal	Jam 10:00 s.d 10.15 pagi

Sumber : NASA, 2008

1.3.1 Sensor Pencitra pada Satelit LDCM (LANDSAT 8)

Bulan Juli 2007, NASA telah menyerahkan kontrak kepada *Ball Aerospace Technology Corporation* (BATC), Boulder, CO. untuk mengembangkan instrument kunci *Operational Land Imager* (OLI) pada LDCM (Landsat 8). BATC melakukan kontrak untuk perancangan, pengembangan, pembuatan dan integrasi dari sensor pencitra OLI. Perusahaan tersebut juga diperlukan untuk pengujian, pengiriman dan memberikan dukungan pengiriman lanjut dan 5 tahun dukungan di orbit untuk instrumen tersebut.

Sensor pencitra OLI mempunyai kanal-kanal spektral yang menyerupai sensor *Enhanced Thermal Mapper plus* (ETM+) dari Landsat 8, seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Sensor OLI ini mempunyai kanal-kanal yang baru yaitu : kanal untuk deteksi *aerosol* garis pantai (kanal-1: 443 nm) dan kanal untuk deteksi *cirrus* (kanal 9: 1375 nm), akan tetapi tidak mempunyai kanal inframerah termal.

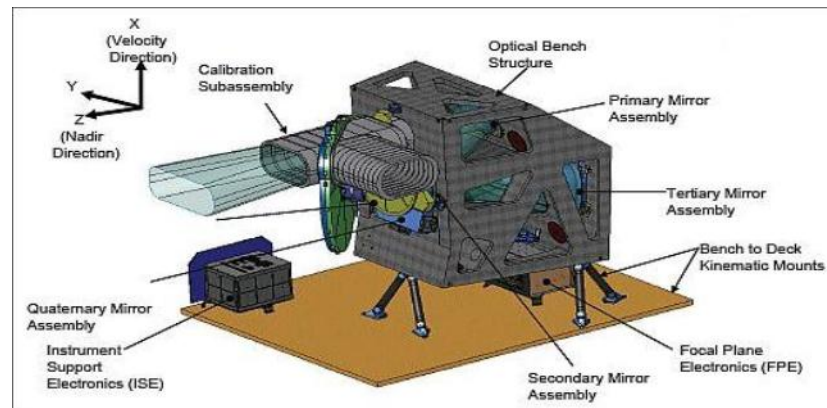
Kanal No	Kanal	Kisaran spektral (nm)	Penggunaan Data	GSD (resolusi spasial)	Radiance (W/m ² sr μm), typical	SNR (typical)
1	Biru	433-453	<i>Aerosol/coastal zone</i>	30 m	40	130
2	Biru	450-515	<i>Pigments/scatter /coastal</i>	30 m (Kanal-kanal wari-san TM)	40	130
3	Hijau	525-600	<i>Pigments/coastal</i>		30	100
4	Merah	630-680	<i>Pigments/coastal</i>		22	90
5	Infra merah dekat (NIR)	845-885	<i>Foliage/coastal</i>		14	90
6	SWIR 2	1560-1660	<i>Foliage</i>		4.0	100
7	SWIR 3	2100-2300	<i>Minerals/litter/no scatter</i>		1.7	100
8	PAN	500-680	<i>Image sharpening</i>	15 m	23	80
9	SWIR	1360-1390	<i>Cirruscloud detection</i>	30 m	6.0	130

Gambar 1.8. Spesifikasi Kanal Spektral Sensor Pencitra Landsat 8
Sumber : NASA, 2008

OLI (LDCM)			ETM+ (Landsat-7)		
NO. Kanal spektral	Panjang gelombang (μm)	GSD (m)	NO. Kanal spektral	Panjang Gel (μm)	GSD (m)
8 (PAN)	0.500 - 0.680	15	8 (PAN)	0.52 - 0.90	15
1	0.433 - 0.453	30			
2	0.450 - 0.515	30	1	0.45 - 0.52	30
3	0.525 - 0.600	30	2	0.53 - 0.61	30
4	0.630 - 0.680	30	3	0.63 - 0.69	30
			4	0.78 - 0.90	30
5	0.845 - 0.885	30			
9	1.360 - 1.390	30			
6	1.560 - 1.660	30	5	1.55 - 1.75	30
7	2.100 - 2.300	30	7	2.09 - 2.35	30
Kemampuan pencitraan OLI tidak termasuk thermal			6 (TIR)	10.40 - 12.50	60

Gambar 1.9. Perbandingan Spektral Sensor Pencitra OLI/Landsat 8 dan ETM+
Sumber : NASA, 2008

Mengatasi kontinuitas data Landsat 7 pada kanal inframerah termal, pada tahun 2008, program LDCM (Landsat 8) menetapkan sensor pencitra *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) sebagai pilihan (*optional*), yang dapat menghasilkan kontinuitas data untuk kanal-kanal inframerah termal yang tidak dicitrakan oleh OLI (NASA,2008). Rancangan instrumen (sensor pencitra) OLI yang terlihat pada Gambar 1.10, mencirikan sebuah pencitra multispektral dengan suatu arsitektur *pushbroom*. Implementasi *pushbroom* dipertimbangkan untuk lebih stabil secara geometrik dibandingkan dengan *scanner whiskbroom* dari instrumen ETM+ pada Landsat 8.



Gambar 1.10. Pandangan Skematik Rancangan Instrument (Sensor Pencitra)
Sumber : Nasa, 2018

1.3.2 Kelebihan dan Kekurangan Satelit LDCM (LANDSAT 8)

Citra Landsat 8 merupakan satelit sumber daya bumi, dimana satelit ini banyak dimanfaatkan untuk kajian pemetaan penggunaan lahan ataupun penutup lahan, karena kemampuan sensor yang dimilikinya. Penggunaan citra Landsat ini khususnya untuk pemetaan, telah banyak digunakan di negara – negara berkembang, dalam rangka mempercepat perolehan data yang diperlukan untuk meng-*update* data lama, tentunya dengan beragam cara dan perlakuan terhadap data yang dihasilkan oleh satelit.

Pemanfaatan data citra Landsat saat ini hampir diterapkan pada semua bidang keilmuan, yaitu bidang pertanian, kesehatan, kehutanan, dan lainnya. Dalam bidang pertanian misalnya data citra ini berguna untuk memelihara konsistensi penggunaan lahan sebagai areal pertanian maka diperlukan suatu sistem monitoring yang mampu mengamati, menganalisa, menyajikan serta membuat model-model keputusan sehingga aktifitas pertanian yang berkelanjutan tetap terjaga. Teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu teknologi pendekatan terintegrasi yang dapat memodelkan masalah-masalah pertanian kaitannya dengan usaha menjaga konsistensi penggunaan lahan (monitoring), proteksi stabilitas lingkungan (analisis degradasi lahan dan identifikasi sumber air) dan analisa keruangan (basis data spasial). Pemanfaatan lainnya yaitu pada bidang kehutanan yaitu

dalam pengelolaan hutan untuk kayu termasuk perencanaan pengambilan hasil kayu, pemantauan penebangan dan penghutanan kembali, pengelolaan dan pencacahan margasatwa, inventarisasi dan pemantauan sumber daya hutan, rekreasi, dan pengawasan kebakaran. Kondisi fisik hutan sangat rentan terhadap bahaya kebakaran maka penggunaan citra inframerah akan sangat membantu dalam penyediaan data dan informasi dalam rangka monitoring perubahan temperatur secara kontinu dengan aspek geografis yang cukup memadai sehingga implementasi di lapangan dapat dilakukan dengansangat mudah dan cepat.

Berdasarkan paparan di atas maka citra Landsat 8 memiliki kelebihan dibandingkan generasi citra Landsat sebelumnya ataupun dari citra satelit lainnya, yaitu :

- a) Peningkatan resolusi spasial.
Landsat 8 memiliki *band* dengan resolusi tingkat menengah, setara dengan band-band pada Landsat 5 dan 7, satelit generasi sebelumnya. Umumnya band pada OLI memiliki resolusi 30 m, kecuali untuk pankromatik 15 m.
- b) Peningkatan resolusi spektral.
Landsat 8 dilengkapi dengan adanya saluran 1 yang berguna untuk analisis *coastal/aerosol*, saluran 9 yang berguna untuk mendeteksi awan *cirrus*, dan saluran 11 yang berguna untuk estimasi *soil moisture*.
- c) Peningkatan resolusi temporal.
Landsat 8 memiliki resolusi temporal 16 hari. Produk citra ini bersifat *time series* tanpa *striping*.
- d) Data citra tersedia secara gratis.
- e) Stabilitas yang semakin baik.
- f) Laju pengiriman datanya lebih cepat.
- g) Fokus penginderaan informasi pada vegetasi.
- h) Pengembangan sistem sensor.

Citra Landsat 8 juga memiliki kekurangan dibandingkan citra lainnya, yaitu :

- a) Liputanya dipengaruhi oleh iklim, cuaca dan musim.

Adanya tutupan awan atau kabut pada musim hujan, sehingga pada wilayah tersebut tidak dapat memberikan informasi kondisi lahan di permukaan bumi.

- b) Termasuk dalam kategori citra dengan resolusi spasial menengah.

Jadi kurang detail untuk digunakan analisis yang membutuhkan akurasi ketepatan objek yang tinggi.

1.4 Indeks Vegetasi (*Vegetation Index*)

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. 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 di hubungkan dengan pancaran gelombang dari objek-objek yang lain sehingga dapat dibedakan antara vegetasi dan objek selain vegetasi (Horning, 2004).

Terdapat beragam indeks vegetasi, yaitu *Ratio Vegetation Index* (RVI) , *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI), *Transformed Soil Adjusted Vegetation Index* (TSAVI), *Modified Soil Adjusted Vegetation Index* (MSAVI), *Perpendicular Vegetation Index* (PVI), *Transformed Vegetation Index* (TVI), *Atmospherically Resistance Vegetation Index* (ARVI), *Enhanced Vegetation Index* (EVI), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Difference Vegetation Index* (DVI) dan *Vegetation Index Faster* (VIF). Keberagaman tersebut dibuat sesuai dengan tujuan penggunaan pada tiap- tiap indeks vegetasi dan pada hasil yang diharapkan setelah penerapaaan indeks vegetasi. Saluran yang seringkali digunakan dalam indeks vetasi yaitu saluran inframerah dekat (*NIR*), saluran merah (*Red*), saluran biru (*Blue*),

dikarenakan saluran tersebut memiliki kepekaan yang tinggi terhadap objek yang dikaji, yaitu tanah dan vegetasi.

Indeks vegetasi yang sering digunakan untuk analisis yang kaitanya dengan vegetasi tumbuhan yaitu *Enhanced Vegetation Index* (EVI). EVI dikembangkan sebagai indeks vegetasi alternatif untuk mengatasi beberapa keterbatasan NDVI (Maksum, 2015). Rentang nilai yang dihasilkan EVI yakni berkisar antara 0 sampai +1. Untuk algoritma EVI, rumus yang dimasukkan adalah (Huete, 1997):

$$EVI = G * \frac{NIR - Red}{(L + NIR + C_1 Red - C_2 Blue)} \quad (1)$$

Dimana :

NIR : nilai band inframerah dekat

RED : nilai band merah

G : faktor skala dari EVI, bernilai 2,5

L : faktor kalibrasi tanah, bernilai 1

C1 : faktor untuk mengatasi aerosol, bernilai 6

C2 : faktor untuk mengatasi aerosol, bernilai 7,5

Kelebihan EVI dibanding indeks vegetasi lainnya ialah sebagai berikut :

- 1) EVI lebih tahan terhadap pengaruh komposisi aerosol atmosfer dan pengaruh variasi warna tanah
- 2) EVI telah diketahui lebih sensitif terhadap perubahan biomasa selama fase vegetatif yang lama, serta tahan terhadap efek atmosfer dan kanopi
- 3) EVI memberikan kepercayaan yang baik dalam penentuan fase tumbuh.

Berdasarkan hal tersebut dalam penelitian yang kaitanya dengan produksi suatu tanaman, sering kali menggunakan EVI sebagai indeks vegetasi untuk mendapatkan hasil analisis. Tingkat kepercayaan yang tinggi dari para pakar membuat indeks vegetasi ini makin dimanfaatkan oleh berbagai kalangan untuk beragam penelitian lainnya.

1.5 Konsep Geografi

Penelitian ini melibatkan peran bidang keilmuan geografi dalam analisis hubungan keruangan. Variabel – variabel terkait penelitian akan diteliti dan dikaitkan hubungan interaksi dan interdependensinya. Analisis keruangan yang dilakukan tidak lepas dari adanya konsep geografi, karena konsep geografi ialah yang menjadi landasan dari pembelajaran ilmu geografi itu sendiri. Konsep lokasi, konsep pola, konsep nilai kegunaan, konsep interaksi/interdependensi dan konsep keterkaitan ruang ialah konsep yang paling menonjol diterapkan dalam penelitian ini.

Konsep lokasi atau letak adalah suatu konsep tentang tempat atau letak daerah dimana adanya keterkaitan suatu objek di muka bumi. Secara umum konsep lokasi dibagi menjadi dua yakni lokasi absolut dan lokasi relatif. Lokasi absolut adalah letak suatu daerah dilihat dari garis lintang dan garis bujur. Keadaan lokasi absolut bersifat statis dan tidak dapat berubah karena berpedoman pada garis astronomi bumi. Perbedaan lokasi berdasarkan garis astronomis ini menyebabkan perbedaan iklim (garis lintang) dan perbedaan waktu (garis bujur). Contohnya yaitu letak Kabupaten Banyumas yang berada di sebelah Barat Daya dan bagian dari Propinsi Jawa Tengah. Terletak di antara garis Bujur Timur $108^{\circ} 39' 17''$ sampai $109^{\circ} 27' 15''$ dan di antara garis Lintang Selatan $7^{\circ} 15' 05''$ sampai $7^{\circ} 37' 10''$ yang berarti berada di belahan selatan garis khatulistiwa. Lokasi relatif adalah letak atau tempat yang dilihat dari daerah lainnya yang berada di sekitarnya. Lokasi ini pula dapat berganti-ganti sesuai dengan objek yang ada di sekitarnya. Keberadaan lokasi relatif sangat penting karena lebih banyak kajiannya dalam geografi yang biasa disebut dengan letak geografis. Contohnya yaitu wilayah Kabupaten Banyumas disebelah Utara berbatasan dengan Gunung Slamet, Kabupaten Tegal, dan Kabupaten Pemasang.

Konsep pola (*pattern*) adalah bentuk, struktur, dan persebaran fenomena atau kejadian di permukaan bumi baik gejala alam maupun gejala

sosial. Pola juga dapat diartikan sebagai tatanan geometris yang beraturan sebagai bentuk interaksi manusia dengan lingkungannya.

Konsep nilai kegunaan adalah manfaat yang diberikan oleh suatu wilayah di muka bumi pada makhluk hidup, tidak akan sama pada semua orang. Tentu manfaat yang dihasilkan bersifat relatif, namun memiliki potensi untuk menunjang perkembangan suatu wilayah. Contohnya ialah wilayah Kabupaten Banyumas mempunyai kondisi geografis yang relative beragam yaitu daratan dan pegunungan dengan struktur pegunungan terdiri dari sebagian lembah Sungai Serayu untuk tanah pertanian dan lahan sawah, sebagian dataran tinggi untuk pemukiman dan pekarangan, dan sebagian pegunungan untuk perkebunan dan hutan tropis terletak di lereng Gunung Slamet sebelah selatan.

Konsep interaksi atau interpendensi merupakan terjadinya hubungan yang saling mempengaruhi antara suatu gejala dengan gejala lainnya. Definisi lain mencakup keterkaitan dan ketergantungan satu daerah dengan daerah lain untuk saling memenuhi kebutuhannya. Contohnya yaitu suatu kecamatan A memiliki luas sawah yang lebih banyak dibandingkan dengan luas sawah di kecamatan B, maka produk pertanian yang dihasilkan oleh kecamatan A pun lebih banyak, dan kecamatan B mengalami kekurangan sehingga mendapat pasokan produk pertanian dari kecamatan A untuk memenuhi kebutuhan.

Konsep keruangan adalah hubungan antara suatu fenomena dengan fenomena lainnya yang merupakan suatu keterkaitan keruangan. Hal ini mendorong terjadinya sebab-akibat antar wilayah.

1.6 Penelitian Sebelumnya

Kajian sebelumnya terkait tema “Analisis Tingkat Produksi menggunakan Data Citra Satelit” telah dilakukan oleh beberapa orang. Kajian yang dilakukan memiliki kesamaan pada objek penelitian yaitu tanaman padi, metode penelitian yaitu menggunakan index vegetasi, serta bahan yang digunakan yaitu menggunakan data citra satelit (Landsat TM, Landsat 8, Aster, dan Sentinel). Penelitian yang dilakukan oleh Joko Prakosta yaitu menganalisis tingkat produksi padi dengan metode EVI dan NDVI menggunakan citra satelit Sentinel-2 di Kabupaten Klaten. Metode yang digunakan yaitu menerapkan rumus algorithm EVI dan NDVI pada citra Sentinel. Diolah menggunakan *software* ErMapper dan ArcGIS sebagai *software* pengolah data spasial. Survei ubinan diterapkan dalam menentukan nilai produksi dan produktifitas padi pada area kajian. Hasilnya berupa fase pertumbuhan padi dan estimasi produksi padi, yang diwujudkan dalam peta fase pertumbuhan padi dan sebaran tingkat produksi padi.

Penelitian berikutnya yaitu oleh Nur Wahidah Suadarsono *et all*, memiliki kajian yang hampir sama, namun memiliki perbedaan pada macam dan jumlah algorithm serta daerah yang dikaji. Terdapat 4 (empat) macam *algorithm* yang digunakan, yaitu NDVI, EVI, SAVI, dan LSWI. Penelitian ini lebih menitikberatkan pada analisis fase tanaman padi saja. *Algorithm* tersebut diterapkan pada citra Landsat 8 lalu menghasilkan formula pada masing-masing penggunaan *algorithm*. Hasil nya ialah peta distribusi fase padi untuk masing masing *algorithm*, dari peta distribusi fase tersebut akan terlihat perbedaan hasil pada tiap penggunaan algorithm yang berbeda, sehingga mampu dinilai *algorithm* mana yang paling baik. Fase yang dihasilkan yaitu pengolahan (air), vegetatif, generatif, dan bera (panen), dan berdasarkan penelitian tersebut menyatakan bahwa *algorithm* EVI dan NDVI merupakan *algorithm* yang menghasilkan fase padi paling baik.

Penelitian selanjutnya, dilakukan oleh Shofiyati, R dan S.Uchida mengenai analisis terhadap karakter pertumbuhan padi dengan menggunakan metode NDVI dan TCT. Bahan citra yang digunakan yaitu citra Landsat TM

dan Aster. Karakter pertumbuhan padi didapat dari analisis tingkat kehijauan yang didapat dari penerapan algorithm NDVI. *Algorithm* TCT digunakan untuk melihat kelembaban sebagai parameter dalam penentuan karakter pertumbuhan padi. Penelitian yang sejenis lainnya yaitu mengenai penggunaan citra Landsat untuk memperoleh area padi (*paddy crop coverage*). Pemanfaatan *index* kehijauan (*greenness index*) dan *index* kebasahan (*wetness index*), menjadi metode utama yang digunakan untuk menentukan area batasan padi. Kedua *index* tersebut dikombinasikan menjadi sebuah formula yang kemudian diterapkan pada citra satelit Landsat. Hasil dari penelitian ini yaitu peta area pertumbuhan padi.

Tabel 1.4 akan menampilkan informasi tentang penelitian sebelumnya yang secara garis besar berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Perbedaan dan persamaan baik secara metode atau pun bahan akan disajikan dalam tabel.

Tabel 1.4. Penelitian – penelitian Sebelumnya

NO	TAHUN	PENELITI	JUDUL	DATA DAN METODE	HASIL PENELITIAN
1	2017	Joko Prakosta Santu Aji <i>et al.</i>	Analisis Tingkat Produksi Padi dan Perhitungan Logistik Pangan Berdasarkan Metode EVI (<i>Enhanced Vegetation Index</i>) dan NDVI (<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>) Menggunakan Citra Sentinel – 2 Tahun 2016	Sentinel – 2 , Memperoleh tingkat produksi padi dengan menggunakan metode EVI dan NDVI pada Citra Sentinel 2.	Peta fase tumbuh padi algoritma NDVI dan EVI, serta hasil analisis produksi padi
2	2016	Nur Wahidah Sudarsono <i>et al.</i>	Analisis Fase Tumbuh Padi Menggunakan Algoritma NDVI, EVI, SAVI, dan LSWI pada Citra Landsat 8	Landsat 8 , Memperoleh fase tumbuh padi menggunakan algoritma NDVI, EVI, SAVI, dan LSWI pada Citra Landsat 8	Peta distribusi fase tumbuh tanaman padi Kabupaten Kendal
3	2011	Shofiyati, R. and S. Uchida	Spatio Temporal Pattern Recognition of NDVI and <i>TCT Wetness</i> for Determining Cropping Type and Cropping Pattern of Paddy Fields.	Landat TM dan Aster, Memperoleh data karakter pertumbuhan padi dengan metode NDVI dan <i>TCT Wetness</i>	Karakter pertumbuhan padi dan kelembaban lahan, ditunjukkan dengan peta pertumbuhan padi
4	2010	Shofiyati, R. and D.G.P. Kuncoro.	Paddy Crop Coverage Identification Using Combination of <i>Greenness</i> and <i>Wetness</i> for Agricultural Cropping Pattern Change Detection.	Landsat TM, Memperoleh hasil area <i>paddy crop</i> dengan menggunakan metode <i>Greenness and Wetness</i>	Karakter pertumbuhan padi, ditunjukkan dengan peta area pertumbuhan padi
5	2018	Fita Anggraini Yuliana	Analisis Estimasi Tingkat Produksi Padi Sawah Berdasarkan Metode EVI (<i>Enhanced Vegetation Index</i>) Maksimum Pada Citra Landsat 8 Di Kabupaten Banyumas	Landsat 8, Memperoleh estimasi tingkat produksi padi sawah dengan menggunakan metode EVI (<i>Enhanced Vegetation Index</i>) Maksimum	Fase pertumbuhan padi dengan menggunakan algoritma EVI dan analisis pengaruh fase terhadap tingkat produksi padi

1.7 Kerangka Penelitian

Padi merupakan salah satu tanaman pangan yang paling penting. Padi yang kemudian diolah akan menjadi nasi dan dikonsumsi oleh masyarakat. Umumnya tanaman padi tumbuh pada lahan sawah yang dalam dialiri air, namun terdapat juga tanaman padi yang tumbuh pada lahan kering. Tanaman padi biasanya memerlukan waktu 3-4 bulan untuk tumbuh mulai dari pembenihan sampai dengan panen, tergantung dari jenis varietas padi dan kondisi tempat tanaman padi tumbuh. Waktu tanam padi yang tergolong sedang tentu melewati beragam fase tumbuh di dalam padi itu sendiri, yang mendukung hasil akhir berupa bulir padi. Fase tumbuh secara umum terbagi menjadi 2 (dua), yaitu fase vegetatif dan fase generatif. Kedua fase tersebut juga disebut sebagai fase reproduktif dan fase pematangan. Namun, kemudian didetailkan kembali menjadi 4 (empat), yaitu fase air (pengolahan), fase vegetatif, fase generatif, dan fase bera (panen). Pendetailan ini bertujuan agar pembagian fase tumbuh padi semakin mudah untuk dipahami. Masing – masing fase tumbuh padi memiliki perannya sendiri yang mendukung sebuah hasil akhir dari pertumbuhan padi pada suatu lahan sawah yaitu yang disebut dengan produksi padi.

Fase air atau pengolahan berperan sebagai penanda fase tumbuh awal dari padi, dimana tahapan tumbuh awal padi di amati, yaitu saat padi masuk tahap berkecambah selain itu juga untuk melihat seberapa banyak padi yang di tanam pada suatu lahan sawah. Hal tersebut dijadikan langkah awal untuk menjaga keberlangsungan pertumbuhan tanaman padi. Semakin luas lahan sawah yang ditanami padi maka langkah yang dipersiapkan untuk menjaga keberlangsungan pertumbuhan padi harus efektif dan tepat. Kemudian saat mulai membentuk tunas dan memiliki daun dan anakan, fase tumbuh tanaman padi berganti menjadi fase vegetatif. Fase vegetatif bisa akhir dari fase tumbuh awal dari padi, dimana tanaman padi saat itu telah berdiri kokoh dan siap untuk melakukan berbuah. Buah padi atau bulir padi yang

mulai muncul sebagai penanda akhir dari fase vegetatif sekaligus merupakan awal dari fase generatif.

Fase generatif berperan untuk mereproduksi sebanyak banyaknya bulir padi dan juga mematangkannya secara sempurna, sampai akhirnya nanti tiba masa bulir padi tersebut siap dipanen. Luasan tanaman padi pada setiap fase biasanya mengalami perbedaan, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor (*internal* atau *eksternal*). Faktor internal sendiri lebih kepada pemilihan varietas padi yang dipilih, karena setiap varietas memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan padi, sementara faktor eksternal muncul dari luar yaitu kondisi cuaca, bagaimana perlakuan terhadap tanaman padi, dan beberapa hal lain. Berdasarkan pada fase generatif inilah bisa diprediksikan seberapa besar produksi padi yang akan dihasilkan. Semakin banyak bulir padi yang dihasilkan pada suatu lahan sawah maka produksi padi pun akan tinggi, begitu pula sebaliknya.