

**PENDUGAAN PRODUKSI PADI BERBASIS PETAKAN SAWAH
MENGUNAKAN INDEX VEGETASI CITRA DRONE DAN SENTINEL-2
PADA FASE PEMATANGAN MT 3 (AGUSTUS-DESEMBER 2021)**

**MUTMAINNA
G041 18 1024**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PENDUGAAN PRODUKSI PADI BERBASIS PETAKAN SAWAH
MENGUNAKAN INDEX VEGETASI CITRA *DRONE* DAN SENTINEL-2
PADA FASE PEMATANGAN MT 3 (AGUSTUS-DESEMBER 2021)**

**MUTMAINNA
G041 18 1024**



Skripsi
Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian
Pada
Departemen Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENDUGAAN PRODUKSI PADI BERBASIS PETAKAN SAWAH
MENGUNAKAN INDEX VEGETASI CITRA *DRONE* DAN SENTINEL-2
PADA FASE PEMATANGAN MT 3 (AGUSTUS-DESEMBER 2021)**

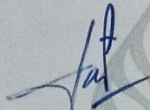
Disusun dan diajukan oleh

**MUTMAINNA
G041 18 1024**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 24 Januari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

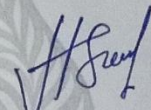
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



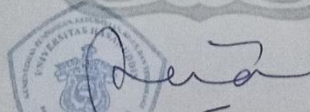
Dr. Ir. Daniel Useng, M. Eng., Sc.
NIP. 19620201 199002 1 002

Pembimbing Pendamping



Husnul Mubarak, S.TP., M.Si.
NIP. 19890406 201904 3 001

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian



Diyah Yumcina, S.TP., M.Agr., Ph.D.
NIP. 19810129 200912 2 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mutmainna
NIM : G041 18 1024
Program Studi : Teknik Pertanian
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Pendugaan Produksi Padi Berbasis Petakan Sawah Menggunakan Index Vegetasi Citra *Drone* dan Sentinel-2 pada Fase Pematangan MT 3 (Agustus-Desember 2021) adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 24 Januari 2023

Yang Menyatakan


Mutmainna

ABSTRAK

MUTMAINNA (G041 18 1024). Pendugaan Produksi Padi Berbasis Petakan Sawah Menggunakan Index Vegetasi Citra *Drone* dan Sentinel-2 pada Fase Pematangan MT 3 (Agustus-Desember 2021). Pembimbing: DANIEL USENG dan HUSNUL MUBARAK.

Tanaman padi merupakan tanaman penghasil beras yang menjadi bahan makanan pokok masyarakat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2019, produksi padi di Sulawesi Selatan tidak stabil. Dengan melakukan pendugaan produksi tanaman padi akan membantu pemerintah untuk melakukan evaluasi terhadap perencanaan penanaman yang diterapkan dan mencari penyebab tidak stabilnya produksi padi. Teknologi *remote sensing* berbasis satelit dan *drone* menjadi salah satu pilihan yang banyak digunakan untuk melakukan pendugaan produksi padi. Pendugaan produksi padi menggunakan index vegetasi seperti NDVI, EVI, dan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dan akurasi pendugaan produksi padi menggunakan citra *drone* dan Sentinel-2 berdasarkan index vegetasi pada saat padi memasuki fase pematangan. Dalam penelitian ini dilakukan klasifikasi tingkat produksi lahan sawah. Dilakukan Analisis regresi linier antara nilai index vegetasi yang diperoleh dari citra *drone* dan Sentinel-2 dengan produksi tanaman padi kemudian persamaan yang diperoleh dari analisis regresi digunakan untuk menduga produksi tanaman padi pada petakan sawah yang dijadikan sampel uji. Hasil dari penelitian ini, pada saat tanaman padi memasuki fase pematangan pendugaan produksi yang dilakukan memiliki tingkat akurasi yang kurang baik. Klasifikasi terbimbing yang telah dilakukan memiliki nilai *Overall Accuracy* sebesar 51,35%. Hasil pendugaan produksi padi pada 73 HST menggunakan index vegetasi EVI dan VARIGreen memiliki akurasi sebesar 49,37% dan 31,43%, pada 78 HST menggunakan index vegetasi NDVI sebesar 52,42%.

Kata Kunci: Pendugaan, Produksi, Index Vegetasi, Sentinel-2 dan *drone*.

ABSTRACT

MUTMAINNA (G041 18 1024). “*Estimation of Rice Production on Paddy Fields by Vegetation Indices using Drone-Based and Sentinel-2 imageries at Maturation Stage Planting Season 3rd (Augustus-December 2021)*” Supervisors: DANIEL USENG and HUSNUL MUBARAK.

Paddy plants are rice-producing plants that are the staple food for the community. Based on data from the Central Bureau of Statistics in 2019, rice production in South Sulawesi was unstable. Estimating rice production will help the government to evaluate the planting plan applied and find the cause of unstable rice production. Satellite and drone-based remote sensing technology is one of the most widely used options for estimating rice production. Estimation of rice production uses vegetation indexes such as, EVI, GNDVI, and VARIGreen. This study aims to determine the results and accuracy of estimating rice production using drone and Sentinel-2 images based on vegetation index when rice enters the maturation phase. In this study, the classification of the production level of paddy fields was carried out. A linear regression analysis was conducted between the vegetation index values obtained from drone and Sentinel-2 imagery with the production of rice plants then the equation obtained from the regression analysis was used to estimate the production of rice plants on rice fields that were used as test samples. The results of this study, when the rice plant enters the maturation phase, the estimation of production carried out has a poor level of accuracy. Supervised classification that has been done has an Overall Accuracy value of 51.35%. The results of estimating rice production at 73 HST using the EVI and VARIGreen vegetation index have an accuracy of 49.37% and 31.43%, at 78 HST using the NDVI vegetation index of 52.42%.

Keywords: *Estimation, Production, Vegetation Index, Sentinel-2 and, drone.*

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT., karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan pengerjaan skripsi ini. Penulis menyadari banyak doa-doa yang terlantunkan serta dukungan moril maupun materil yang diberikan berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan pengerjaan skripsi ini. Pada kesempatan ini, penulis akan menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ayahanda **Abdillah** dan ibunda **Siti Aisyah** yang telah memberi semangat dan do'a selamat proses pengerjaan skripsi ini.
2. **Dr. Ir. Daniel Useng, M. Eng., Sc** dan **Husnul Mubarak S.TP., M.Si** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan, saran, kritikan, petunjuk, motivasi dan segala arahan yang telah diberikan dari tahap penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga penulisan skripsi.
3. **Dr. Ir. Mahmud Achmad, M.P** dan **Dr.Ir. Abdul Waris, M.T** selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak saran untuk perbaikan skripsi ini.
4. **Pak Mustari** dan **Pak Zainuddin** yang telah membantu dalam proses pengambilan data Di Desa Alatengae Kabupaten Maros.
5. **Mufidah, Lisawati, Kiky Anastasyia, Riski Ayunita, Hera Ariska, Mulyana, Kusdilawana** dan **Istiqamah Ainunnisa** yang telah memberikan banyak bantuan, saran serta masukan selama proses penelitian hingga proses penyelesaian skripsi ini.

Semoga mereka selalu diberikan kesehatan dan semoga dimudahkan segala urusannya. Aamiin.

Makassar, 24 Januari 2023

Mutmainna

RIWAYAT HIDUP



Mutmainna lahir di Maros pada tanggal 08 April 2000, anak sulung dari dua bersaudara. Anak dari pasangan bapak Abdillah dan Ibu Siti Aisyah. Jenjang Pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 120 Parengki pada tahun 2006-2012.
2. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah pertama di SMP Negeri 22 Bantimurung pada tahun 2013-2015.
3. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas di SMA Negeri 4 Maros, pada tahun 2015 sampai tahun 2018.
4. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian pada tahun 2018 sampai tahun 2023.

Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, penulis aktif menjadi asisten pada beberapa matakuliah praktikum di bawah naungan *Agricultural Engineering Study Club* (TSC). Penulis terdaftar sebagai anggota di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (HIMATEPA UH). Penulis juga aktif dalam organisasi kedaerahan yaitu sebagai bendahara Umum HPPMI Maros Kom.Unhas-PNUP periode 2019-2020 dan juga Dewan Konsultasi HPPMI Maros Kom.Unhas-PNUP periode 2020-2021.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	vi
PERSANTUNAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Penelitian Terdahulu	3
2.2 Tanaman Padi dan Fase Pertumbuhan Padi	4
2.3 Varietas Padi	7
2.3.1 Varietas Padi Ciliwung.....	7
2.3.2 Varietas Padi Inpari 4	8
2.3.3 Varietas Padi MR308.....	8
2.3.4 Varietas Padi CL220.....	9
2.4 Indeks Vegetasi.....	9
2.4.1 Indeks Vegetasi NDVI (<i>Normalized Different Vegetation Index</i>)	10
2.3.2 Indeks Vegetasi EVI (<i>Enhachment Vegetation Index</i>)	10
2.3.3 Index Vegetasi GNDVI (<i>Green Normalized Vegetation Index</i>)	11
2.3.4 VARIGreen (<i>Visible Athmospherically Resistent Index</i>)	11
2.5 Penginderaan Jauh.....	11
2.6 Citra Satelit Sentinel-2	13
2.7 Citra <i>Drone</i>	15

2.8 Analisis Korelasi dan Regresi Linear Sederhana	15
2.8.1 Analisis Korelasi	15
2.8.2 Analisis Regresi.....	16
3.1 Waktu dan tempat.....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.3 Prosedur Penelitian.....	17
3.3.1 Pengambilan Data.....	17
3.3.2 Pengolahan Citra	18
3.3.3 Transformasi Indeks Vegetasi	20
3.3.4 Analisis Regresi Sederhana dan korelasi.....	20
3.3.5 Pendugaan Hasil Produksi Padi	21
3.3.6 Validasi hasil pendugaan produksi padi	21
3.3.7 Pemetaan	21
3.4 Diagram Alir Penelitian	22
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Klasifikasi Hasil Pengukuran Lapangan	23
4.2 Klasifikasi Hasil Produksi Lahan Sawah.....	24
4.2.1 Peta Klasifikasi Lahan Sawah	24
4.2.3 Validasi Hasil Klasifikasi Lahan Sawah	26
4.3 Hubungan Index Vegetasi Citra <i>Drone</i> dengan Citra Sentinel-2	28
4.3.1 Hubungan Index Vegetasi Citra <i>Drone</i> 55 HST dengan Index Vegetasi Citra Sentinel-2 53 HST	28
4.4 Hubungan Index Vegetasi dengan Umur Tanaman	29
4.4.1 Index Vegetasi NDVI dengan Umur tanaman	30
4.4.2 Index Vegetasi EVI dengan Umur tanaman	32
4.4.3 Index Vegetasi GNDVI dengan Umur tanaman	33
4.4.4 Index Vegetasi <i>VARIGreen</i> dengan Umur tanaman	34
4.5 Hubungan Index Vegetasi dengan Produksi Tanaman Padi.....	35
4.5.1 Umur tanaman 55 HST.....	35
4.5.2 Umur Tanaman 73 HST.....	36
4.5.3 Umur Tanaman 78 HST.....	37
4.5.4 Umur Tanaman 83 HST.....	38

4.6 Validasi Hasil Pendugaan Produksi.....	39
4.6.1 Validasi Pendugaan Produksi pada 55 HST	39
4.6.2 Validasi Pendugaan Produksi pada 73 HST	40
4.6.3 Validasi Pendugaan Produksi pada 78 HST	42
5. PENUTUP	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema sistem penginderaan jauh.	12
Gambar 2. Diagram alir penelitian.	22
Gambar 3. Peta lahan sawah berdasarkan klasifikasi produksi di lapangan.	23
Gambar 4. Peta klasifikasi hasil produksi.	25
Gambar 5. Hubungan index vegetasi citra <i>drone</i> pada 55 HST dengan Sentinel-2 pada 53 HST.	29
Gambar 6. Kondisi tanaman padi pada 73 HST, (b) Kondisi tanaman padi pada 83 HST.	30
Gambar 7. Hubungan index vegetasi NDVI dengan umur tanaman padi.	31
Gambar 8. Hubungan index vegetasi EVI dengan umur tanaman padi.	32
Gambar 9. Hubungan index vegetasi GNDVI dengan umur tanaman padi.	33
Gambar 10. Hubungan index vegetasi VARI dengan umur tanaman padi.	34
Gambar 11. Hubungan index vegetasi citra <i>drone</i> 55HST dengan produksi.	35
Gambar 12. Hubungan indeks vegetasi dengan produksi pada 73 HST.	36
Gambar 13. Hubungan indeks vegetasi dengan produksi pada 78 HST.	37
Gambar 14. Hubungan produksi hasil estimasi dengan observasi pada 55 HST.	40
Gambar 16. Hubungan antara produksi hasil estimasi dengan observasi pada 73 HST.	42
Gambar 17. Hubungan antara produksi hasil estimasi dengan observasi pada 78 HST.	43

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Fase pertumbuhan padi.....	5
Tabel 2. Karakteristik varietas padi ciliwung.....	7
Tabel 3. Karakteristik varietas padi inpari 4.....	8
Tabel 4. Karakteristik varietas padi MR308.....	8
Tabel 5. Karakteristik varietas padi CL220.....	9
Tabel 6. Panjang gelombang dan resolusi spasial citra satelit Sentinel-2.....	14
Tabel 7. Interval Korelasi (r).....	16
Tabel 8. Rumus <i>confusion matrix</i>	20
Tabel 9. Persentase tingkat produksi lahan sawah.....	24
Tabel 10. Persentase produksi berdasarkan hasil klafikasi terbimbing.....	26
Tabel 11. Validasi hasil klasifikasi produksi lahan sawah.....	26
Tabel 12. Persentase hasil validasi.....	27
Tabel 13. Nilai Index vegetasi VARIGreen citra <i>drone</i> dan Sentinel-2.....	28
Tabel 14. Nilai index vegetasi NDVI.....	30
Tabel 15. Nilai index vegetasi EVI.....	32
Tabel 16. Nilai index vegetasi GNDVI.....	33
Tabel 17. Nilai index vegetasi VARIGreen.....	34
Tabel 18. Pengujian hasil pendugaan produksi Pada 55 HST.....	39
Tabel 19. Pengujian hasil pendugaan produksi pada 78 HST.....	40
Tabel 20. Pengujian hasil pendugaan produksi pada 78 HST.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Produksi Sawah Desa Alatengae Kabupaten Maros.....	48
Lampiran 2. Tabel Nilai Index Vegetasi.....	50
Lampiran 3. Peta Sebaran Nilai Index Vegetasi NDVI di fase Pematangan	52
Lampiran 4. Peta Sebaran Nilai Index Vegetasi EVI di fase Pematangan	53
Lampiran 5. Peta Sebaran Nilai Index Vegetasi GNDVI di fase Pematangan.....	54
Lampiran 6. Peta Sebaran Nilai Index Vegetasi VARI di fase Pematangan	55
Lampiran 7. Data Curah Hujan Harian Kabupaten Maros.....	56
Lampiran 8. Dokumentasi Lapangan	60
Lampiran 9. Citra <i>Drone</i> Lokasi Penelitian.....	61

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman padi (*Oryza sativa L.*) menjadi satu dari beberapa tanaman yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia karena merupakan tanaman penghasil beras yang menjadi bahan makanan pokok masyarakat. Beras yang dijadikan sumber karbohidrat utama menjadi salah satu komoditas yang sangat diperlukan saat ini, sehingga permintaan akan beras semakin meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2019, produksi padi di Sulawesi Selatan tidak stabil dimana dapat dilihat jumlah produksi padi pada tahun 2019 sebesar 5.054.166,96 Ton, pada tahun 2020 mengalami penurunan menjadi 4.708.464,97 Ton dan pada tahun 2021 produksi padi di Sulawesi Selatan kembali mengalami peningkatan yaitu sebesar 5.152.871,43 Ton. Dengan melakukan pendugaan produksi tanaman padi akan membantu pemerintah untuk melakukan evaluasi terhadap perencanaan penanaman yang diterapkan dan mencari penyebab tidak stabilnya produksi padi.

Pendugaan hasil produksi tanaman padi biasanya dilakukan dengan cara konvensional dengan melakukan *survey* lapangan yang akan menghabiskan waktu, tenaga dan biaya yang cukup besar. Menurut Ali dan Salman 2015 dalam (Putra dkk, 2018) “metode pendugaan produksi padi secara konvensional kurang tepat untuk digunakan saat ini jika kita melihat dari kebutuhan penyediaan data yang dituntut semakin cepat dan perkembangan teknologi yang semakin cepat”. Salah satu metode pendugaan produksi padi yang dapat dilakukan adalah menggunakan teknologi penginderaan jauh.

Penginderaan jauh merupakan teknologi yang digunakan untuk memantau dan mengidentifikasi setiap kenampakan yang ada di permukaan bumi menggunakan alat, tanpa melakukan kontak dengan kenampakan pada permukaan bumi tersebut secara langsung. Saat ini, teknologi *remote sensing* berbasis satelit dan *drone* menjadi salah satu pilihan yang banyak digunakan untuk melakukan pendugaan hasil produksi tanaman padi. Jenis satelit yang dapat diakses secara mudah dan gratis serta mempunyai resolusi temporal, spasial dan spektral yang cukup baik adalah satelit Sentinel-2.

Dalam pendugaan hasil produksi tanaman padi menggunakan citra satelit Sentinel-2 dan citra *drone* digunakan indeks vegetasi. Indeks vegetasi merupakan suatu parameter yang digunakan untuk menganalisis kondisi vegetasi dari suatu wilayah yang menunjukkan nilai kehijauan vegetasi yang diperoleh dari pengolahan signal data digital berupa data kecerahan dari sensor instrument penginderaan jauh.

Nilai index vegetasi pada tanaman padi mengalami penurunan ketika tanaman padi memasuki fase pematangan. Fase pematangan merupakan fase dimana kenampakan fisik tanaman padi mengalami perubahan seperti warna daun yang tadinya hijau menjadi menguning, layu bahkan kering, bulir buah yang tadinya hijau juga ikut menguning (Pratiwi N., Daniel dan Suhardi. 2017).

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian Pendugaan Produksi Padi Berbasis Petakan Sawah Berdasarkan Index Vegetasi Citra *Drone* dan Satellite Sentinel-2 pada Fase Pematangan perlu dilakukan guna untuk mengetahui hasil pendugaan produksi tanaman padi pada fase pematangan di Desa Alatengae Kabupaten Maros.

1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dan akurasi pendugaan produksi padi menggunakan citra Sentinel-2 berdasarkan index vegetasi pada saat padi memasuki fase pematangan.

Adapun kegunaan dari penelitian ini, dapat memberikan informasi berupa *layout* peta sebaran produksi padi kepada petani setempat dan peneliti serta dapat memberi informasi pengembangan metode estimasi kepada peneliti.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah penelitian-penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini, baik itu di lokasi yang sama atau di lokasi yang berbeda:

1. Pendugaan Produksi dan Indeks Vegetasi Tanaman Padi Menggunakan Data Citra Platform Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dan Data Citra Satelit Landsat 8. Penelitian ini telah dilakukan oleh Vitasari W, Daniel dan Ahmad Munir pada tahun 2016 yang bertempat di Desa Alatengae Kabupaten Maros. Penelitian ini dilakukan dengan metode klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification Maximum Likelihood*) untuk mengklasifikasikan produksi padi dari citra *drone* berdasarkan kelas yang telah ditentukan. Penelitian ini juga menggunakan index vegetasi dari citra satelit Landsat 8 untuk menduga hasil produksi padi. Penelitian ini memperoleh hasil diantaranya, total akurasi klasifikasi terbimbing dari citra *drone* sebesar 73,01%. Indeks vegetasi yang terbaik dalam pendugaan produksi pada tingkat varietas adalah indeks vegetasi VARIgreen.
2. Pendugaan Produktivitas Padi Sawah Berdasarkan Reflektansi (Indeks Vegetasi), Warna dan Kerapatan Tanaman. Penelitian ini telah dilakukan oleh Pratiwi N, Daniel dan Suhardi pada tahun 2017 di Desa Alatengae Kabupaten Maros. Metode yang digunakan berupa metode pengukuran lapangan kemudian melakukan analisis hubungan antara produksi dengan hasil pengukuran lapangan. Pengukuran lapangan yang dilakukan adalah pengukuran pantulan (reflektansi) menggunakan alat spektrometer, pengambilan gambar bentuk lahan, pengukuran tinggi tanaman, biomassa dan produktivitas padi. Penelitian ini menunjukkan pada pertumbuhan padi awal hingga 38 HST, reflektansi warna lahan sawah dengan tanaman padi berada pada kuadran IV yaitu antara merah dan biru. Hal tersebut disebabkan warna air dan tanah masih mendominasi. Kemudian akan berubah pada puncak pertumbuhan hingga memasuki masa panen menuju kuadran II yaitu antara hijau dan kuning dimana tanaman padi mendominasi. Pendugaan produktivitas tanaman padi yang diperoleh memiliki hubungan yang akurat dengan hasil observasi. Kerapatan tanaman memiliki hubungan yang

cukup kuat dengan peningkatan produktivitas padi (ton/ha), koefisien determinasi (R^2) yaitu 0,7. Tanaman padi pola tanam Legowo 2-1 lebih memiliki pengaruh terhadap peningkatan indeks dibandingkan pola tanam Tegel. Nilai indeks vegetasi tanaman padi memiliki hubungan yang lemah dengan produktivitas padi (ton/ha) pada beberapa indeks kecuali RDVI.










3. Pendugaan Produktivitas Tanaman Padi Berdasarkan Nilai Indeks Vegetasi Pada Musim Tanam Utama (Desember-Maret) Menggunakan Data Citra *Drone*. Penelitian ini telah dilakukan oleh Wijayanto C, Daniel dan Salengke pada tahun 2020 yang bertempat di Desa Alatenga Kabupaten Maros. Dalam penelitian ini digunakan metode pengambilan data secara langsung di lokasi penelitian. Parameter yang diamati diantaranya adalah produktivitas padi, *ground cover* dan index vegetasi. Hasil yang diperoleh adalah diketahui bahwa produktivitas tanaman padi bisa diestimasi menggunakan nilai index vegetasi yang diperoleh dari data citra *drone* pada umur 75 HST. ExG (*Excess Green*) dan RGBVI (*Red Green Blue Vegetation Index*) menjadi index vegetasi yang memiliki akurasi yang baik untuk melakukan estimasi produksi padi pada umur 75 HST dengan tingkat error < 1 ton/ha.

2.2 Tanaman Padi dan Fase Pertumbuhan Padi

Tanaman yang bernama latin *Oryza sativa. L* atau kerap disebut tanaman padi merupakan tanaman musiman yang berumur pendek biasanya ditanam 1-3 kali tanam dalam setahun. Tanaman padi memiliki morfologi daun yang memanjang dengan tulang daun yang searah dengan batang daun, dengan batang berongga dan berbentuk bulat yang kerap kali disebut dengan jerami. Kebanyakan penduduk Indonesia menjadikan tanaman padi sebagai sumber bahan pangan utama yang keberadaannya sangat mempengaruhi kehidupan masyarakat Indonesia. Warna daun tanaman padi adalah hijau tua hingga kuning tergantung pada fase tumbuh tanaman padi (Vitasari, Daniel & Ahmad Munir., 2017).

Menurut *International Paddy Research Institute* (IRRI) Philipina (2015), fase pertumbuhan padi dibagi kedalam tiga tahap yaitu fase vegetatif, reproduktif dan pematangan (pemasakan). Berikut adalah tabel fase pertumbuhan tanaman padi:

Tabel 1. Fase pertumbuhan padi

Fase Pertumbuhan	Deskripsi	Gambar
Vegetatif	1. <i>Seedling</i> , adalah tahap bibit dipindahkan ke lahan yang telah digarap	
	2. <i>Tillering</i> , adalah tahap bibit mulai berkembang dan helai daun semakin banyak	
	3. <i>Stem elongation</i> , adalah tahap pada batang tanaman padi mengalami penambahan tinggi	
Reproduktif	4. <i>Panicle Intiation to Booting</i> , adalah proses pembentukan bunga (malai)	
	5. <i>Heading</i> , tahap keluarnya bunga	
	6. <i>Flowering</i> , tahap keluarnya benang sari pada ujung bunga hingga gabah mulai keluar	
Ripening/ Pemasakan	7. <i>Milk Grain Stage</i> , adalah tahap dimana gabah mulai terisi cairan berwarna putih susu	
	8. <i>Dough Grain Stage</i> , adalah tahap dimana cairan berwarna putih susu mengalami pengerasan dan gabah mengalami perubahan warna, yang tadinya berwarna hijau mengalami penguningan	
	9. <i>Mature Grain Stage</i> , pada tahap ini gabah telah siap dipanen ditandai dengan gabah yang mengeras sepenuhnya dan berwarna kuning	

Sumber: *International Paddy Research Institute (IRRI)* (2015).

Menurut Makarim dan Suhartik (2009) dalam Suspidayanti dan Rokhmana (2021) fase utama pertumbuhan padi dibagi kedalam 3 fase yang dapat diuraikan menjadi 10 tahapan pertumbuhan diantaranya sbb:

1. Tahap 0: Benih bertumbuh hingga terlihat dipermukaan tanah. Dilakukan perendaman dan penginkubasian sehari semalam terlebih dahulu agar benih dapat berkembang.
2. Tahap 1: Pembibitan, tahap ini dimulai pada saat benih mulai mengeluarkan kecambah, berkembang menjadi bibit sampai anakan pertama hampir muncul.
3. Tahap 2: Pembentukan anakan, tahap ini dimulai pada saat anakan pertama hingga anakan terbanyak muncul.
4. Tahap 3: Pemanjangan batang, tahap ini ditandai dengan penambahan tinggi dan penambahan anakan. Tahap ini berada diantara tahap pembentukan anakan (akhir) dan sebelum tahap pembentukan bunga (malai).
5. Tahap 4: Pembentukan bunga (malai) hingga bunting. *Spikelets* atau biasa disebut bulir mulai jelas dan dapat diidentifikasi pada saat malai terus berkembang. Pada saat bunting ukuran malai membesar serta menyembul di dalam pelepah daun sehingga pelepah daun terlihat menggebung.
6. Tahap 5: *Heading*, pada tahap ini malai mulai terlihat dan terus berkembang hingga terlihat seutuhnya.
7. Tahap 6: Pembungaan, tahap ini terjadi saat munculnya benang sari bunga yang sangat ujung pada tiap cabang malai serta terjadi proses penyerbukan.
8. Tahap 7: Gabah masak susu, tahap ini adalah tahap dimana ketika bulir gabah mendapatkan tekanan akan mengeluarkan cairan berwarna putih susu dan kental. Pada tahap ini juga malai hijau mulai merunduk dan daun pada dasar anakan mengalami pelayuan, meskipun demikian daun bendera serta dua daun yang terdapat dibawanya tetap berwarna hijau.
9. Tahap 8: Gabah setengah masak, dimulai dengan penggumpalan cairan susu yang terdapat didalam gabah hingga gumpalan tersebut mengalami pengerasan dan perubahan warna dari hijau ke kuning.
10. Tahap 9: Gabah matang penuh, tahap ini dimulai dengan setiap bulir mengeras dan berwarna kuning. Terjadi pelayuan dan pengeringan secara cepat pada bagian atas daun dan pada bagian dasar tanaman sejumlah daun mati terkumpul.

2.3 Varietas Padi

Varietas adalah satu dari beberapa faktor yang memiliki sumbangsih besar dalam meningkatkan pendapatan dan pembangunan usaha tani. Varietas adalah kumpulan tanaman yang berasal dari jenis yang mempunyai ciri tertentu berupa daun, pola pertumbuhan, jenis bunga dan bentuk biji yang dijadikan sebagai pembeda dari satu jenis tanaman dengan tanaman lainnya, serta jika dilakukan pembudidayaan spesies tersebut tidak akan mengalami perubahan. Varietas merupakan tingkatan taksonomi kedua dibawah spesies (Vitasari, Daniel & Ahmad Munir., 2017).

Berdasarkan hasil *survey* di lokasi penelitian varietas padi yang banyak dibudidayakan adalah varietas ciliwung, inpari 42, MR308 dan CL220. Berdasarkan data dari BP3KP (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian) berikut adalah karakteristik varietas padi yang telah disebutkan diatas, diantaranya adalah:

2.3.1 Varietas Padi Ciliwung

Tabel 2. Karakteristik varietas padi ciliwung.

Karakteristik	Keterangan
Asal	IR 38
Umuran tanaman	117-124 hari
Bentuk tanaman	Tegak
Tinggi tanaman	114-124 cm
Anakan produktif	18-25 batang
Warna kaki daun	Hijau
Permukaan daun	Kasar
Posisi daun	Tegak
Daun bendera	Miring sampai tegak
Warna batang	Hijau
Warna daun	Hijau Tua
Kerebahan	Tahan
Kerontokan	Sedang
Warna gabah	Kuning bersih
Rata-rata hasil	5 Ton/Ha
Potensi hasil	6,5 Ton/Ha
Bobot 1.000 butir	23 gram
Ketahanan terhadap	Tahan hama wereng coklat biotipe 1,2 dan rentan hama biotipe 3
Tahun dilepas	1988

Sumber: BP3KP (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian). (2021).

2.3.2 Varietas Padi Inpari 4

Tabel 3. Karakteristik varietas padi inpari 4

Karakteristik	Keterangan
Umur tanaman	115 hari
Bentuk tanaman	Sedang
Tinggi tanaman	95–105 cm
Anakan produktif	16 batang
Warna kaki	Hijau
Warna batang	Hijau
Warna telinga daun	Putih
Warna daun	Hijau
Muka daun	Kasar
Posisi daun	Tegak
Daun bendera	Tegak
Bobot 1000 butir	25 g
Rata-rata hasil	6,04 ton/ha
Potensi hasil	8,80 ton/ha
Ketahanan terhadap	Hama: Agak rentan terhadap hama wereng batang coklat biotipe 1,2 dan 3. Penyakit: Tahan terhadap penyakit hawar daun bakteri strain III dan IV serta agak rentan strain VIII, agak tahan penyakit virus tungro inokulum varian 013, tungro inokulum varian 073 dan 031, rentan terhadap penyakit virus.

Sumber: BP3KP (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian). (2021).

2.3.3 Varietas Padi MR308

Tabel 4. Karakteristik varietas padi MR308

Karakteristik	Keterangan
Umur	85-90 HST
Anakan	30-40/rumpun
Bulir	200-250/malai
Bulir	Panjang ramping
Tinggi Tanaman	80-90 cm
Potensi Hasil	9-11 ton/ha
Daun Bendera	Tegak
Warna Gabah	Kuning cerah

Sumber: BP3KP (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian). (2021).

2.3.4 Varietas Padi CL220

Tabel 5. Karakteristik varietas padi CL220

Karakteristik	Keterangan
Umur	85-90 hst
Tinggi	80-90 cm
Anakan	30 - 40 batang
Malai	225 - 250 bulir
Gabah	Bening
Daun bendera	Tegak
Potensi	9 - 13 Ton/Ha
Rata-rata	10 Ton/Ha
Bentuk Gabah	Besar & lonjong
Ketahanan	Tahan jamur, blast & bakteri <i>xantomonas oryzae</i> .

Sumber: BP3KP (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian). (2021).

2.4 Indeks Vegetasi

Index vegetasi merupakan hasil pengolahan sinyal data nilai kecerahan lebih dari satu kanal data sensor satelit, yang kemudian menghasilkan nilai kehijauan vegetasi. Nilai yang digunakan dalam menganalisa index vegetasi adalah nilai *brightness* digital. Indeks vegetasi didapatkan dari penggabungan beberapa nilai pancaran (*spectral*) dari citra dengan melakukan penambahan, pembagian, pengurangan dan perkalian yang dibuat untuk mendapatkan nilai tunggal yang menunjukkan kuantitas vegetasi atau biomassa dalam *pixel*. Nilai indeks vegetasi yang tinggi menunjukkan bahwa kerapatan dan tingkat kehijauan pada area yang diamati tinggi, jika nilai indeks vegetasi rendah menunjukkan area yang diamati memiliki kerapatan dan kehijauan yang rendah, dalam artian vegetasi pada daerah tersebut kurang. Nilai index vegetasi berkisar antara -1 hingga +1 (Vitasari, Daniel & Ahmad Munir., 2017).

Keluaran dari indeks diberi warna yang digunakan untuk menghasilkan gambar berwarna dari suatu lahan. Dengan melihat gambar yang dihasilkan secara sekilas akan dengan cepat menunjukkan lahan atau wilayah bidang yang memiliki indeks vegetasi rendah dan daerah yang memiliki indeks vegetasi tinggi (McKinnon, T and Hoff, P. 2017).

Indeks vegetasi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.4.1 Indeks Vegetasi NDVI (*Normalized Different Vegetation Index*)

NDVI adalah indeks kehijauan tutupan lahan atau vegetasi. NDVI diperoleh dengan menghitung selisih diantara inframerah dekat (NIR) yang direfleksikan oleh vegetasi dan R yang diserap oleh vegetasi. Nilai NDVI berada diantara 1 sampai +1, nilai negative pada lingkungan basah biasanya terkait dengan air permukaan, nilai yang mendekati 1 biasanya berhubungan dengan vegetasi yang memiliki dedaunan hijau lebat sedangkan nilai indeks vegetasi positif yang mendekati 0 menunjukkan tutupan vegetasi hijau yang rendah (Pla et al. 2019).

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (1)$$

Keterangan:

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*

ρ_{NIR} = Reflektan kanal infra merah dekat

ρ_{Red} = Reflektan kanal merah

2.3.2 Indeks Vegetasi EVI (*Enhancement Vegetation Index*)

EVI adalah indeks vegetasi yang dirancang untuk pemantauan vegetasi yang lebih baik karena dalam indeks ini dilakukan pemisahan sinyal kanopi, dirancang untuk memberikan peningkatan sinyal vegetasi agar tingkat sensitivitas lebih baik di daerah vegetasi tinggi serta mengurangi pengaruh atmosfer.

Untuk menghitung indeks vegetasi EVI (*Enhancement Vegetation Index*) digunakan persamaan:

$$EVI = \frac{2,5x(\rho_{NIR} - \rho_{Red})}{(1 + \rho_{NIR} + (6x\rho_{Red}) - (7,5x\rho_{Blue}))} \quad (2)$$

Keterangan:

EVI = *Enhancement Vegetation Index*

ρ_{NIR} = Reflektan kanal infra merah dekat

ρ_{Red} = Reflektan kanal merah

ρ_{Blue} = Reflektan kanal biru

2.3.3 Index Vegetasi GNDVI (*Green Normalized Vegetation Index*)

GNDVI memiliki kesamaan dengan indeks NDVI yang membedakan keduanya adalah spektrum yang diukur, pada GNDVI yang diukur adalah spektrum hijau 540 - 570 nm. GNDVI memiliki sensitivitas yang lebih tinggi pada konsentrasi klorofil dibanding NDVI (Faizal A & Amran MA, 2005).

$$GNDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Green}}{\rho_{NIR} + \rho_{Green}} \quad (3)$$

Keterangan:

NIR = Reflektan kanal infra merah dekat

Green = Reflektan kanal hijau

2.3.4 VARIgreen (*Visible Atmospherically Resistent Index*)

VARI merupakan indeks bagian tumbuhan untuk NDVI yang relative tahan dengan atmosfer. VARIgreen digunakan untuk membuat tingkat vegetasi kehijauan pada tanaman lebih baik (Faizal A & Amran MA, 2005).

$$VARIgreen = \frac{\rho_{Green} - \rho_{Red}}{\rho_{Green} + \rho_{Red} - \rho_{Blue}} \quad (4)$$

Keterangan:

Red = Reflektan kanal merah

Green = Reflektan kanal hijau

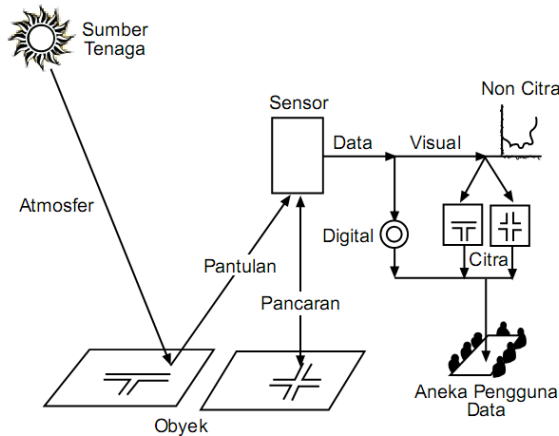
Blue = Reflektan kanal biru

2.5 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan teknik untuk mendapatkan data dan informasi dari permukaan bumi, dalam lautan dan atmosfer dengan menggunakan alat yang berhubungan secara tidak langsung dengan objek atau benda yang dikaji. Alat yang dimaksud berupa alat pengindera atau sensor yang dipasang pada balon udara, pesawat terbang, satelit dan pesawat tanpa awak. Komponen penyusun dalam penginderaan jauh adalah sumber energi, atmosfer, objek, sensor dan berbagai pengguna data (Muhsoni FF., 2015).

Skema *system* penginderaan jauh dapat dilihat pada Gambar 1. Energi berinteraksi dengan objek dan juga berfungsi sebagai media perantara informasi

dari objek ke sensor. Sensor merupakan sebuah alat yang mengumpulkan serta mencatat radiasi elektromagnetik. Setelah sensor mencatat radiasi elektromagnetik, data dari sensor dikirimkan ke stasiun penerima kemudian diproses menjadi format yang siap pakai, diantaranya data berbentuk citra dan digunakan oleh pengguna data (Muhsoni FF., 2015).



Gambar 1. Skema sistem penginderaan jauh.

Remote sensing (penginderaan jauh) saat ini merujuk kepada pemanfaatan teknologi sensor berbasis pesawat atau satelit untuk mengklasifikasikan serta mendeteksi suatu objek di permukaan bumi, kenampakan pada permukaan lautan serta atmosfer. Penginderaan jauh dibedakan menjadi dua karena diproses berdasarkan signal, yaitu penginderaan jauh aktif dan pasif. Penginderaan jauh aktif adalah ketika pancaran signal yang berasal dari satelit atau pesawat terpantul oleh suatu objek, pantulan signal dari objek tersebut dapat diterima dan dideteksi oleh sensor tanpa bantuan sinar matahari. Pngienderaan jauh pasif ketika pancaran sinyal dari satelit atau pesawat membutuhkan sinar matahari sebagai pantulan untuk terdeteksi oleh sensor (Shabrina, N., Sukmono, A., & Subianto, S., 2020).

Remote sensing adalah satu dari beberapa cara yang sering digunakan untuk memantau keadaan dan memetakan suatu atau wilayah menggunakan metode klasifikasi. Klasifikasi disusun untuk mengurangi informasi tematik menggunakan cara pengelompokan fenomena yang didasarkan pada kriteria. Untuk mengetahui akurasi dari informasi tematik yang diperoleh dari klasifikasi citra dilakukan uji akurasi, dari uji akurasi tersebut dapat diketahui data tersebut dapat digunakan atau tidak. Resolusi spasial citra menjadi satu diantara beberapa faktor yang

menyumbang pengaruh terhadap akurasi dari hasil klasifikasi citra yang dilakukan (Hendrawan *et al*, 2018).

Klasifikasi dalam penginderaan jauh dibedakan menjadi *supervised classification* (klasifikasi terbimbing) dan *unsupervised classification* (klasifikasi tidak terbimbing). Klasifikasi terbimbing dilakukan dengan memasukkan contoh objek (berupa nilai spektral dari citra) ke dalam *system* yang disebut dengan daerah contoh atau *training area*. Pengambilan sampel secara digital oleh pengguna pada dasarnya merupakan cara melatih komputer untuk mengenali objek, berdasarkan kecenderungan gelombang spektralnya. Algoritma dari klasifikasi terbimbing adalah algoritma jarak minimum terhadap rerata (*minimum distance to mean algorithm*), algoritma *parallelepiped* (*box classification*), algoritma kemiripan maksimum (*maximum likelihood algorithm*) dan algoritma tetangga terdekat (*maximum likelihood algorithm*). Klasifikasi tidak terbimbing dapat dikatakan bahwa hasil klasifikasi secara otomatis diputuskan oleh komputer tanpa perlu melakukan proses *training area*. Klasifikasi ini menghasilkan gugus-gugus spektral dan ditandai operator sebagai obyek tertentu. Algoritma klasifikasi tidak terbimbing adalah algoritma jarak minimum ke pusat gugus (*minimum distance to cluster center*), algoritma penggugusan statistik (*statistical clustering*), algoritma campuran (*hybrid classification*) (Muhsoni FF., 2015).

Dalam penelitian ini digunakan klasifikasi terbimbing, berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Zulfikar MA (2021) yang membandingkan metode klasifikasi terbimbing dan tidak terbimbing pada pemetaan tutupan lahan, hasil yang diperoleh adalah akurasi dari klasifikasi terbimbing lebih baik dibandingkan klasifikasi tidak terbimbing.

2.6 Citra Satelit Sentinel-2

Citra Sentinel-2 merupakan salah satu citra salah satu citra penginderaan jauh yang memiliki resolusi *spectral*, temporal dan spasial yang baik. Sentinel-2 memiliki 13 *band*, 4 *band* beresolusi 10 m, 6 *band* beresolusi 20 m dan 3 *band* beresolusi spasial 60 m dengan area jangkauan 290 km. Melihat potensi tersebut, citra satelit Sentinel-2 mempunyai potensi yang besar untuk melakukan pendugaan produksi padi (Wiranatha, 2021).

Menurut Ali et.al (2021) untuk mengetahui panjang gelombang dan resolusi spasial pada Citra Sentinel-2, dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 6. Panjang gelombang dan resolusi spasial citra satelit Sentinel-2

No.	Nama Band	Kode Band	Panjang Gelombang (μm)	Resolusi Spasial (m)
1	<i>Coastal Aerosol</i>	<i>Band 1</i>	443	60
2	<i>Blue</i>	<i>Band 2</i>	490	10
3	<i>Green</i>	<i>Band 3</i>	560	10
4	<i>Red</i>	<i>Band 4</i>	665	10
5	<i>Red Edge</i>	<i>Band 5</i>	705	20
6	<i>Red Edge</i>	<i>Band 6</i>	740	20
7	<i>Red Edge</i>	<i>Band 7</i>	783	20
8	<i>Near InfraRed</i>	<i>Band 8</i>	842	10
9	<i>Red Edge</i>	<i>Band 8a</i>	865	20
10	<i>Water Vapour</i>	<i>Band 9</i>	940	60
11	<i>SWIR-Cirrus</i>	<i>Band 10</i>	1375	60
12	<i>SWIR</i>	<i>Band 11</i>	1620	20
13	<i>SWIR</i>	<i>Band 12</i>	2190	20

Citra satelit Sentinel-2 dibuat khusus untuk memberikan banyak data dan gambar. Sentinel-2 memiliki sensor multispectral optoelektronik untuk survei yang memiliki resolusi spasial sebesar 10 sampai 60 m yang berada di saluran *visible near infra-red* (VNIR) dan *shortwave infra-red* (SWIR), termasuk 13 saluran *spectral* yang dapat memastikan penangkapan perbedaan khususnya dalam vegetasi tutupan lahan yang termasuk dalam perubahan temporal dan juga dapat meminimalisir pengaruh atmosfer terhadap kualitas citra. Rata-rata orbit ketinggian satelit Sentinel-2 adalah 785 km dan keberadaan dua satelit dalam misi memungkinkan survei berulang setiap 5 hari pada khatulistiwa atau 10 hari pada wilayah yang sama.

Satelite Sentinel-2 memiliki beberapa kelebihan dibandingkan satelit landsat. Adapun beberapa kelebihan Sentinel-2 yaitu resolusi temporal yang lebih singkat (selama 10 hari) dan memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi. Selain itu, sentinel- 2 juga memberikan rincian yang lebih mengenai jangkauan band NIR dan band SWIR yang berguna untuk aplikasi manajemen bencana alam, pertanian dan pemantauan hutan (Zhang et al. 2017).

2.7 Citra Drone

Teknologi pemetaan menggunakan awak seperti pengambilan gambar skala kecil ataupun skala besar saat ini sudah kurang diminati, karena saat ini perkembangan teknologi pemetaan tanpa awak atau menggunakan *drone* lebih banyak diminati. Teknologi pemetaan ini sangat menjanjikan untuk diaplikasikan dan sesuai dengan karakteristik topografis dan geografis Indonesia. UAV dilengkapi dengan *system* atau alat pengendali terbang melalui gelombang radio, navigasi presisi (*Ground Positioning System*) atau GPS, pengukuran internal unit, elektronik kontrol penerbangan dan peralatan kamera resolusi tinggi. UAV dapat pula dilengkapi kamera multispectral untuk penelitian pertanian (Irawaty, E et al. 2017).

Drone dengan sayap putar dan tetap memiliki kinerja yang berbeda dalam perihal jangkauan dan stabilitas. Jika lokasi yang hendak dipantau cakupannya besar *drone* sayap lebih baik, sedangkan pada pengukuran yang resolusi spasial tinggi *drone* dengan sayap putar. *Drone* dapat membawa bermacam instrument penginderaan, termasuk cahaya tampak, NIR, SWIR, TIR, radar dan lidar. *Drone* sudah digunakan dalam berbagai bidang seperti bidang meteorologi, penelitian satwa liar, pertanian presisi, kehutanan, inspeksi infrastruktur dan manajemen lahan. Penggunaan drone di bidang dapat memberikan banyak manfaat khususnya dalam efisiensi waktu, mengurangi biaya input pertanian (Tang, L and Shao, G. 2015).

2.8 Analisis Korelasi dan Regresi Linear Sederhana

2.8.1 Analisis Korelasi

Koefisien korelasi sampel, dinotasikan r , bernilai antara -1 sampai +1 serta menunjukkan arah dan kekuatan hubungan linear antara dua variabel. Korelasi antara dua variabel dapat positif (tingkat yang lebih tinggi dari satu variabel dikaitkan dengan tingkat yang lebih tinggi dari yang lain) atau negatif (tingkat yang lebih tinggi dari satu variabel dikaitkan dengan tingkat yang lebih rendah dari yang lain). Besar kecilnya koefisien korelasi menunjukkan kekuatan hubungan tersebut. Misalnya nilai korelasi (r) sebesar 0,9 menunjukkan hubungan yang positif dan kuat

antara kedua variabel, sedangkan korelasi (r) sebesar -0,2 (negatif 0,2) (David W & Djamaris ARA.,2018).

Tabel 7. Interval Korelasi (r).

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,80-1,000	Sangat Kuat
0,60-0,799	Kuat
0,40-0,599	Cukup Kuat
0,20-0,399	Rendah
0,00-0,199	Sangat Rendah

Sumber: Kuncoro A, 2017

2.8.2 Analisis Regresi

Analisis regresi linier sederhana digunakan untuk mendapatkan hubungan matematis dalam bentuk suatu persamaan antara variabel tak bebas dengan variabel bebas tunggal. Variabel bebas x ditetapkan sebagai peramal disebut prediktor dan variabel tak bebas Y adalah variabel yang diramalkan. Untuk melakukan pendugaan hubungan antara variabel X dengan variabel Y, maka variabel X dan Y tersebut harus mempunyai hubungan yang kuat. Agar kita dapat mengetahui kuat atau tidaknya hubungan antara x dan y dilakukan analisis korelasi (David W & Djamaris ARA., 2018).

Persamaan *linear* merupakan persamaan yang berbentuk garis lurus secara matematis. Persamaan linear didapatkan dari hasil analisis yang disebut analisis linear yang merupakan analisis hubungan sebab akibat antara variabel dependen dan variabel *independent* (Sulistiyorini & Utami Tri., 2017).

$$y = a + bx \tag{5}$$

Keterangan:

y = Subjek dalam variabel dependen yang akan diprediksikan

a = Parameter intercept

b = Parameter koefisien regresi variabel bebas

x = Subjek pada variabel independen yang mempunyai nilai tertentu.