

**DETEKSI CEKAMAN KEKERINGAN PADI SAWAH
DENGAN INDEKS VEGETASI CITRA SENTINEL DAN
HUBUNGANNYA DENGAN PRODUKTIVITAS DI DESA
ALLATENGAE, KECAMATAN BANTIMURUNG,
KABUPATEN MAROS**

Gusryani Marfuah

G041 18 1031



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

2023

**DETEKSI CEKAMAN KEKERINGAN PADI SAWAH DENGAN INDEKS
VEGETASI CITRA SENTINEL DAN HUBUNGANNYA DENGAN
PRODUKTIVITAS DI DESA ALLATENGAE, KECAMATAN
BANTIMURUNG, KABUPATEN MAROS**

**GUSRYANI MARFUAH
G041 18 1031**



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

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

LEMBAR PENGESAHAN

**DETEKSI CEKAMAN KEKERINGAN PADI SAWAH DENGAN INDEKS
VEGETASI CITRA SENTINEL DAN HUBUNGANNYA DENGAN
PRODUKTIVITAS DI DESA ALLATENGAE, KECAMATAN
BANTIMURUNG, KABUPATEN MAROS**

Disusun dan diajukan oleh


GUSRYANI MARFUAH
G041 18 1031


Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 17 Januari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

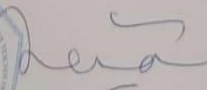

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


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


Dr. Suhardi S.TP, M.P
NIP. 19710810 200502 1 003

Ketua Program Studi



Divyah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D.
NIP. 19810129 200912 2 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gusryani Marfuah
Nim : G041181031
Program Studi : Teknik Pertanian
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Deteksi Cekaman Kekeringan Padi Sawah dengan Indeks Vegetasi Citra Sentinel dan Hubungannya dengan Produktivitas di Desa Allatengae, Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros ini 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, 19 Desember 2022
Yang Menyatakan,



Gusryani Marfuah

ABSTRAK

GUSRYANI MARFUAH (G041 18 1031). Deteksi Cekaman Kekeringan Padi Sawah dengan Indeks Vegetasi Citra Sentinel dan Hubungannya dengan Produktivitas di Desa Allatengae, Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros. Pembimbing: DANIEL USENG dan SUHARDI.

Kabupaten Maros menjadi salah satu daerah lumbung padi di Sulawesi Selatan. Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Maros pada tahun 2020, luas panen padi mengalami penurunan sebesar 10,11% atau sebesar 4.849,55 Ha dibandingkan tahun 2018 dan produksi padi menurun sebesar 16,96% atau sebesar 37.719,68 Ton. Hal ini menyebabkan produktivitas padi pun ikut menurun. Salah satu faktor yang menjadi alasan turunnya produksi padi di Kabupaten Maros adalah kekeringan. Citra Sentinel 2 merupakan salah satu data penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk mendeteksi kekeringan padi menggunakan metode indeks kekeringan. Penelitian ini bertujuan mendeteksi kekeringan padi sawah di Desa Allatengae menggunakan citra satelit Sentinel-2A berdasarkan analisis indeks NDDI dan mengetahui hubungan indeks kekeringan dengan produktivitas padi. Adapun metode yang digunakan adalah metode *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) untuk mengetahui tingkat kekeringan lahan sawah berdasarkan parameter NDVI dan NDWI serta menggunakan metode analisis regresi dan korelasi. Dari hasil penelitian ini padi sawah di Desa Allatengae terdeteksi kekeringan pada bulan September dan Oktober. Pada bulan September (42 HST), nilai rata-rata NDDI sebesar 0,0254 dan berada pada kondisi kekeringan kelas ringan sedangkan bulan Oktober (62 HST), nilai rata-rata NDDI sebesar 0,2425 dan berada pada kondisi kekeringan kelas sedang. Dari hasil analisis hubungan antara indeks kekeringan dan produktivitas padi memiliki korelasi yang kuat (negatif), dimana semakin tinggi nilai indeks NDDI maka akan semakin rendah nilai produktivitas padi.

Kata Kunci: Citra Sentinel, Kekeringan, NDDI, dan Produktivitas.

ABSTRACT

GUSRYANI MARFUAH (G041 18 1031). “*Detection of Paddy Rice Drought Stress with Sentinel Image Vegetation Index and the Relation with Productivity in Allatengae Village, Bantimurung District, Maros Regency*” Supervisors : DANIEL USENG and SUHARDI.

Maros Regency is one of the rice storage areas in South Sulawesi. According to the Central Bureau of Statistics for Maros Regency in 2020, the harvested area of rice decreased by 10.11% or 4,849.55 Ha compared to 2018 and rice production decreased by 16.96% or 37,719.68 tons. This causes the productivity of rice also decreased. One of the factors causing the decline in rice production in Maros Regency is drought. Sentinel 2 imagery is one of the remote sensing data that can be used to detect rice drought using the drought index method. This study aims to detect dryness of paddy rice in Allatengae Village using Sentinel-2A satellite imagery based on NDDI index analysis and determine the relationship between drought index and rice productivity. The method used is the Normalized Difference Drought Index (NDDI) method to determine the dryness level of paddy fields based on NDVI and NDWI parameters and uses regression and correlation analysis methods. From the results of this study, dry rice in Allatengae Village was detected in September and October 2021. In September (42 HST), the average NDDI value was 0.0254 and was in a mild drought condition while in October (62 HST), the average NDDI value is 0.2425 and is in moderate class drought conditions. From the results of the analysis of the relationship between the drought index and rice productivity, there is a strong (negative) correlation, where the higher the NDDI index value, the lower the rice productivity value.

Keywords: *Sentinel Imagery, Drought, NDDI, and Productivity.*

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., karena atas berkah, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya skripsi ini tidak terlepas dari doa dan dukungan serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ayahanda **Rizal Husain** dan Ibunda **Murni Idris** yang telah ikhlas dan sabar dalam memberikan kasih sayang, doa serta dukungan berupa materi mulai awal perkuliahan hingga ke tahap penyelesaian skripsi ini.
2. **Dr. Ir. Daniel Useng, M.Eng., Sc.** dan **Dr. Suhardi S.TP, M.P.** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan, saran, dan kritikan mulai dari tahap pemilihan judul penelitian, penyusunan proposal, hingga tahap penyusunan skripsi selesai.
3. **Dr. Ir. Supratomo, DEA** selaku dosen pembimbing akademik dan **Dosen-dosen Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama proses perkuliahan.
4. Kepada **bapak Zainuddin** yang telah mengizinkan saya dalam melakukan penelitian pada lahan persawahannya.
5. **Ainun Jariah** dan **Iqra Qalamsyah** yang selalu memfasilitasi dan memberikan dukungan baik doa maupun materi sehingga memudahkan dalam penyelesaian penelitian ini.
6. **Istiqomah, Kusdilawana, Mutmainna, Tina, Kiky dan Wahyu** selaku teman seperbimbingan saya yang selalu membantu dari tahap awal penelitian awal hingga akhir penyelesaian penelitian.
7. **Al, Dhaif, Nur, Azni, Sitti, Wana, Wayyu, dan Isti** selaku orang-orang terdekat saya dalam dunia perkuliahan yang telah kebersamai saya mulai dari awal perkuliahan hingga tahap akhir ini dan selalu memberikan dukungan berupa doa, semangat, masukan, saran, materi dan juga ucapan semangat dalam menyelesaikan penelitian ini.
8. **Deny, Kiki, Aulia, Nursyah dan Dilla** yang telah memberikan doa, dukungan, dan juga ucapan semangat kepada penulis.

9. Kepada seluruh teman-teman “**SPEKTRUM 18**” yang telah memberikan semangat dan membagikan pengalamannya selama perkuliahan dan senantiasa memberikan semangat serta dukungan dalam penyelesaian penelitian ini. Penulis berharap semoga segala kebaikan mereka akan dibalas oleh Allah SWT. dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 19 Desember 2022

Gusryani Marfuah

RIWAYAT HIDUP



Gusryani Marfuah, lahir di Makassar, Kel. Kampung buyang, Kec. Mariso, Kota Makassar pada hari Jumat, tanggal 25 Agustus 2000. Penulis merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara oleh pasangan bapak Rizal Husain dan ibu Murni Idris. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan di SD Negeri Mattoangin I Makassar, pada tahun 2006 sampai tahun 2012.
2. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah pertama di SMP Negeri 1 Makassar pada tahun 2012 sampai tahun 2015.
3. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas di SMA Negeri 2 Makassar, 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 2022.

Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, penulis aktif sebagai anggota di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (HIMATEPA UH).

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN SAMPUL..... | i |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN..... | iv |
| ABSTRAK..... | v |
| <i>ABSTRACT</i> | vi |
| PERSANTUNAN..... | vii |
| RIWAYAT HIDUP..... | ix |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| 1. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Tujuan dan Kegunaan..... | 2 |
| 2. TINJAUAN PUSTAKA..... | 3 |
| 2.1. Tanaman Padi..... | 3 |
| 2.2. Kekeringan Lahan Pertanian..... | 3 |
| 2.3. Produktivitas Padi..... | 4 |
| 2.4. Sistem Informasi Geografis (SIG)..... | 5 |
| 2.5. Penginderaan Jauh..... | 6 |
| 2.6. Sentinel-2..... | 8 |
| 2.7. Indeks Vegetasi..... | 9 |
| 2.7.1. <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i> | 10 |
| 2.7.2. <i>Normalized Difference Water Index (NDWI)</i> | 10 |
| 2.7.3. <i>Normalized Difference Drought Index (NDDI)</i> | 11 |
| 3. METODOLOGI PENELITIAN..... | 13 |
| 3.1. Waktu dan Tempat..... | 13 |
| 3.2. Alat dan Bahan..... | 14 |
| 3.3. Metode Penelitian..... | 14 |

| | |
|--|----|
| 3.3.1. Tahap Persiapan | 14 |
| 3.3.2. Tahap Pengumpulan Data | 14 |
| 3.3.3. Tahap Pengolahan Data..... | 14 |
| 3.3.4. Tahap Analisis Data | 15 |
| 3.4. Bagan Alir Penelitian..... | 17 |
| 4. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 18 |
| 4.1. Koreksi Radiometrik | 18 |
| 4.2. Analisis Kekeringan Metode NDDI | 18 |
| 4.2.1. Analisis Indeks Kehijauan Vegetasi (NDVI)..... | 19 |
| 4.2.2. Analisis Indeks Kebasahan (NDWI) | 21 |
| 4.2.3. Analisis Kekeringan Menggunakan Metode NDDI..... | 23 |
| 4.3. Uji Korelasi Hubungan Indeks Kekeringan (NDDI) dengan Produktivitas Padi | 26 |
| 4.4. Uji Akurasi Model Produktivitas Padi..... | 27 |
| 5. PENUTUP | 30 |
| Kesimpulan..... | 30 |
| DAFTAR PUSTAKA | 31 |
| LAMPIRAN | 34 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Komponen pada SIG | 5 |
| Gambar 2. Skema umum sistem penginderaan jauh..... | 7 |
| Gambar 3. Satelit Sentinel-2..... | 8 |
| Gambar 4. Peta lokasi penelitian..... | 13 |
| Gambar 5. Diagram alir penelitian | 17 |
| Gambar 6. Grafik nilai indeks NDVI..... | 20 |
| Gambar 7. Hasil peta NDVI..... | 21 |
| Gambar 8. Grafik nilai indeks NDWI..... | 22 |
| Gambar 9. Hasil peta NDWI | 23 |
| Gambar 10. Grafik nilai indeks NDDI | 24 |
| Gambar 11. Hasil peta NDDI..... | 25 |
| Gambar 12. Hubungan indeks NDDI dengan produktivitas padi pada usia 62 HST | 26 |
| Gambar 13. Grafik hubungan antara produktivitas estimasi dengan hasil pengukuran..... | 29 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Karakteristik citra Sentinel-2A | 9 |
| Tabel 2. Klasifikasi NDWI | 11 |
| Tabel 3. Klasifikasi NDDI | 12 |
| Tabel 4. Interval Koefisien Korelasi (r)..... | 16 |
| Tabel 5. Data Hasil Perhitungan Nilai NDVI | 19 |
| Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Nilai NDWI..... | 21 |
| Tabel 7. Data Hasil Perhitungan Nilai NDDI | 23 |
| Tabel 8. Produktivitas Padi Berdasarkan Estimasi dan Pengukuran..... | 28 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1. Peta Dasar Lahan Persawahan Desa Alatengae, Maros..... | 34 |
| Lampiran 2. Peta Indeks NDVI..... | 35 |
| Lampiran 3. Peta Indeks NDWI..... | 36 |
| Lampiran 4. Peta Indeks NDDI..... | 37 |
| Lampiran 5. Produktivitas Padi pada Lahan Persawahan Desa Allatengae.... | 38 |
| Lampiran 6. Sampel Uji Hubungan Indeks Kekeringan (NDDI) dengan Produktivitas Padi..... | 43 |
| Lampiran 7. Sampel Uji Akurasi Model Produktivitas Padi | 44 |
| Lampiran 8. Data Curah Hujan Harian Kabupaten Maros | 45 |
| Lampiran 9. Varietas Padi | 49 |
| Lampiran 10. Dokumentasi | 51 |

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terkenal sebagai salah satu negara agraris dimana mayoritas penduduknya bekerja di bidang pertanian, sehingga pertanian menjadi salah satu sektor ekonomi yang terpenting di Indonesia. Secara keseluruhan, iklim di Indonesia adalah iklim tropis yang mendukung berbagai macam komoditas pertanian, terutama pada tanaman padi untuk tumbuh dengan baik. Namun, dilihat dari beberapa tahun terakhir, dimana perubahan iklim terjadi secara tidak menentu dan pemanasan global (*global warming*) yang ekstrem, menyebabkan sering terjadinya kekeringan pada lahan sawah.

Kekeringan termasuk salah satu masalah yang perlu diperhatikan ketika musim kemarau datang. Kekeringan dapat menyebabkan lahan pertanian, khususnya lahan sawah menjadi kering karena kekurangan air sehingga tidak dapat mencukupi kebutuhan air bagi tanaman. Hal ini disebabkan oleh kurangnya curah hujan disuatu wilayah dalam periode waktu tertentu. Salah satu daerah yang mengalami bencana kekeringan adalah Kabupaten Maros.

Kabupaten Maros menjadi salah satu daerah lumbung padi di Sulawesi Selatan. Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Maros pada tahun 2020, luas panen padi mengalami penurunan sebesar 10,11% atau sebesar 4.849,55 Ha dibandingkan tahun 2018 dan produksi padi menurun sebesar 16,96% atau sebesar 37.719,68 Ton. Hal ini menyebabkan produktivitas padi pun ikut menurun. Salah satu faktor yang menjadi alasan turunnya produksi padi di Kabupaten Maros adalah kekeringan. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Maros mengatakan kekeringan yang terjadi di musim kemarau terjadi hampir di seluruh kecamatan. Kekeringan dapat dipantau dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh.

Penginderaan jauh merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mendeteksi dan mempelajari objek dari jauh tanpa menyentuh atau bersentuhan fisik dengan objek tersebut. Data penginderaan jauh didapatkan dari hasil rekaman satelit, salah satu contohnya yaitu citra satelit Sentinel-2A, dimana Sentinel-2A ini memiliki resolusi spasial yang tinggi dan dapat membantu dalam mendeteksi kekeringan yang terjadi. Adapun cara yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi tingkat

kekeringan, yaitu dengan menggunakan metode indeks NDDI (*Normalized Difference Drought Index*). Indeks ini mengkombinasikan parameter kehijauan suatu tanaman (NDVI) dan parameter kebasahan suatu vegetasi (NDWI).

Berdasarkan uraian diatas, penelitian tentang deteksi cekaman kekeringan padi sawah dengan indeks vegetasi citra sentinel dan hubungannya dengan produktivitas perlu dilakukan, sehingga dapat mengidentifikasi tingkat kekeringan menggunakan indeks NDDI (*Normalized Difference Drought Index*) serta hubungannya dengan produktivitas padi pada lahan sawah.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana metode yang digunakan untuk mendeteksi kekeringan padi pada lahan sawah di Desa Allatengae, Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros menggunakan indeks NDDI?
2. Bagaimana hubungan indeks kekeringan dengan produktivitas padi pada lahan persawahan Desa Allatengae?

1.3 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendeteksi kekeringan padi sawah menggunakan citra satelit Sentinel-2A berdasarkan analisis indeks NDDI dan mengetahui hubungan indeks kekeringan dengan produktivitas padi.

Adapun kegunaan dari penelitian ini yaitu memberikan informasi berupa *layout* peta sebaran kekeringan padi sawah di Desa Allatengae.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Padi

Padi merupakan jenis tanaman yang gampang ditemukan didaerah pedesaan. Padi juga dijadikan sebagai bahan pangan pokok bagi mayoritas penduduk Indonesia. Hal ini menyebabkan permintaan untuk komoditas ini meningkat tiap tahun dan akan semakin meningkat dengan naiknya jumlah penduduk (Vitasari *et al.*, 2017). Umumnya, padi memerlukan jangka waktu sekitar 3 sampai 4 bulan untuk tumbuh, dimulai dengan masa pembenihan sampai tahap pemasakan hingga siap dipanen (Shabrina *et al.*, 2020).

Tanaman padi adalah tanaman semusim yang mempunyai umur pendek dimana, kurang dari satu tahun yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Pertumbuhan tanaman padi dibagi dalam 3 tahap, yaitu tahap vegetatif, tahap reproduktif dan tahap pemasakan. Umumnya, tumbuhan padi dibagi menjadi dua bagian, dimana yang pertama vegetatif terdiri atas akar, batang serta daun sedangkan yang kedua yaitu generatif yang terdiri atas malai berupa bulir-bulir, daun dan bunga (Rahmawati & Umi, 2019).

2.2 Kekeringan Lahan Pertanian

Pada umumnya kekeringan disebabkan oleh ketidakseimbangan kondisi hidrologis di suatu wilayah. Kekeringan disebabkan oleh persebaran curah hujan yang tidak merata yang merupakan satu-satunya masukan bagi wilayah tersebut. Curah hujan yang tidak merata menimbulkan ketidakseimbangan antara *inflow* dan *outflow* di beberapa daerah dengan curah hujan yang rendah. Efek kekeringan disebabkan oleh kekurangan air atau perbedaan permintaan dan pasokan air. Kekeringan dapat menjadi bencana jika telah mengganggu tata kehidupan dan ekonomi masyarakat (Kurnia *et al.*, 2019).

Kekeringan adalah kondisi dimana berkurangnya jumlah curah hujan yang berlangsung cukup lama dan mempengaruhi kehidupan beberapa flora dan fauna di suatu wilayah, sehingga mengakibatkan ketidakcukupan kebutuhan harian, termasuk untuk kehidupan tumbuhan. Kekeringan berlangsung ketika jumlah curah hujan tidak merata serta tidak sesuai dengan kondisi normal dalam suatu

musim. Hal ini biasanya diprediksi menjadi gejala dari kekeringan meteorologis yang akan menyebabkan terjadinya kekeringan pertanian. Kekeringan bisa menyebabkan komoditas pertanian gagal panen yang berakibat sangat merugikan bagi para petani (Karismawati *et al.*, 2019).

Kekeringan didefinisikan sebagai berkurangnya kebutuhan air untuk kehidupan organisme hidup pada satu daerah. Berkaitan pada bidang pertanian, kekeringan disebabkan oleh kurangnya jumlah air di dalam pori-pori tanah, yang membuat tidak dapat terpenuhinya kebutuhan air untuk tumbuhan dalam jangka waktu tertentu. Faktor alam seperti suhu permukaan tanah, irigasi, curah hujan dan tekstur tanah dapat menentukan tingkat keparahan kekeringan. Dampak yang bisa dilihat contohnya pada kondisi tanaman padi dan lahan persawahannya. Dalam waktu yang singkat, kondisi sawah itu sendiri dapat berpengaruh pada hasil produktivitas padi (Andreani *et al.*, 2020).

2.3 Produktivitas Padi

Produktivitas dalam pertanian merupakan jumlah produksi dari semua luas lahan yang dipanen (Ariani *et al.*, 2020). Meningkatnya hasil produktivitas padi pada suatu daerah disebabkan oleh beberapa faktor seperti letak geografis dan iklim. Indonesia mempunyai curah hujan tinggi dan udara yang hangat, sehingga layak dalam hal budidaya tanaman padi. Suhu, curah hujan serta kecepatan angin menjadi faktor yang bisa mempengaruhi produksi padi. Agar dapat meningkatkan hasil produktivitas padi menjadi optimal diperlukan sinar matahari yang cukup, karena berpengaruh terhadap meningkatnya jumlah isi gabah. Adapun rumus produktivitas padi dituliskan dalam persamaan 1 (Ramadhona *et al.*, 2018).

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Hasil panen gabah kering (ton)}}{\text{Luas lahan (ha)}} \quad (1)$$

Menurut Wijayanto (2020), jika hasil produktivitas tanaman padi yang diperoleh berkisar antara 3-8 ton/ha, maka produktivitas tanaman padi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Produktivitas tinggi : > 7 ton/ha.
2. Produktivitas sedang : 5 - 6,9 ton/ha.
3. Produktivitas rendah : 3 - 4,9 ton/ha.

2.4 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem informasi adalah kerangka kerja yang berguna untuk mengajukan pertanyaan serta memperoleh jawaban dari sumber data. Sistem informasi geografis adalah jenis khusus dari sistem informasi di mana database terdiri dari (1) pengamatan pada fitur, aktivitas, atau peristiwa yang terdistribusi secara spasial, yang didefinisikan sebagai titik, garis, atau daerah; dan (2) prosedur untuk mengumpulkan, menyimpan, mengambil, menganalisis, dan menampilkan data geografis tersebut (Dueker, 1987).

SIG adalah sebuah sistem komputer untuk mengumpulkan, menganalisis, dan memperlihatkan data geospasial. Data geospasial menunjukkan baik lokasi dan karakteristik spasial. Untuk contoh, untuk menggambarkan jalan, lokasinya (yaitu, di mana itu) dan atributnya (misalnya, panjang, nama, batas kecepatan, dan arah) dirujuk (Chang, 2017).

Akronim GIS kadang-kadang digunakan untuk istilah *geographical information science* atau *geospatial information studies*, yang berarti pelajaran atau pekerjaan sistem informasi geografis. Dalam GIS dalam arti sederhana, kita dapat meringkasnya sebagai kombinasi ilmu mengenai peta, analisis statistik serta teknologi sistem *database* (Irwansyah, 2013).

Menurut (Rosita, 2017) GIS terdiri dari beberapa komponen yaitu data, *hardware*, *software*, profesional GIS, organisasi serta output. Komponen GIS ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Komponen pada SIG.

Adapun penjabaran mengenai komponen-komponen SIG, yaitu sebagai berikut (Rosita, 2017):

1. Data, terbagi menjadi dua macam jenis yaitu data spasial dan data atribut.
2. *Software* yaitu komponen SIG berupa program yang mendukung operasi SIG seperti pemasukan data, pengolahan data, dan keluaran data. Contoh perangkat lunak GIS termasuk ArcGIS, Q-GIS serta ArchView.
3. *Hardware*, yaitu komponen SIG yang dibutuhkan untuk mencatat dan mengolah data SIG. *Hardware* ini berupa perangkat yang mendukung kerja SIG, seperti prosesor, *monitor*, *digitizer*, *printer*, *scanner*, CD-ROM, *plotter*, VDU dan *memory stick*.
4. Professional GIS, mereka yang bekerja pada perangkat lunak GIS dan pengumpulan data.
5. Organisasi, berupa manajemen data dan semua komponen GIS. Kebutuhan mereka akan data akan mendorong seluruh proses.
6. Output, berupa analisis, penelusuran, laporan, perencanaan dan manajemen aliran kerja, serta pengambilan keputusan.

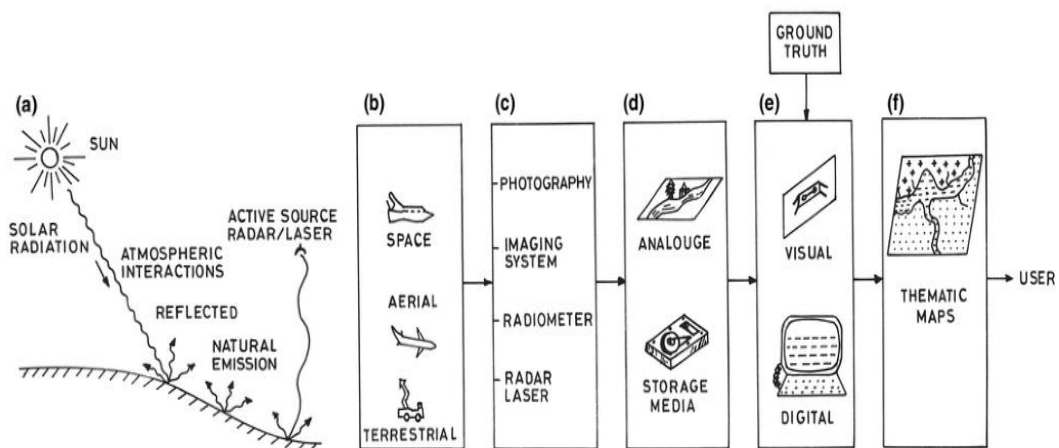
2.5 Pengindraan Jauh

Pengindraan jauh, dengan kata yang sederhana, berarti memperoleh informasi tentang suatu objek tanpa berhubungan dengan objek itu sendiri. Ini memiliki dua aspek, yaitu (1) teknologi memperoleh data melalui perangkat yang terletak tidak kontak dengan objek, dan (2) analisis data untuk menafsirkan fisik atribut objek. Kedua aspek ini sangat erat hubungannya satu terhadap lainnya (Gupta, 2018).

Mengambil definisi di atas secara harfiah, berbagai teknik pengumpulan data di mana sensor dan objek tidak bersentuhan satu sama lain dapat digolongkan sebagai pengindraan jauh, misalnya melihat melalui jendela atau membaca poster dinding. Namun, secara konvensional, istilah pengindraan jauh menunjukkan bahwa sensor dan pengindraan objek terletak cukup jauh terpisah, jarak antara keduanya berada beberapa kilometer atau ratusan kilometer. Dalam situasi seperti itu, ruang intervensi adalah diisi dengan udara (platform udara) atau, bahkan (platform ruang angkasa) dan hanya radiasi elektromagnetik (EM) yang dapat berfungsi sebagai penghubung yang efisien antara sensor dan objek (Gupta, 2018).

Pengindraan jauh merupakan ilmu untuk memperoleh informasi tentang objek atau daerah menggunakan cara analisis data oleh sebuah alat tanpa adanya kontak langsung dengan objek atau daerah tersebut. Suatu data pengindraan jauh didapatkan lewat hasil yang direkam oleh sensor yang mengeluarkan data yang tidak sama atau berbeda yang disesuaikan oleh letak tingginya sensor ataupun karakteristik-karakteristik objek yang akan dipantau. Sensor biasanya dipasang pada pesawat terbang, satelit, balon udara ataupun wahana lainnya (Andana, 2015).

Skema umum aliran energi atau data dalam tipikal sistem pengindraan jauh ditunjukkan pada Gambar 2. Pengindraan jauh terbagi menjadi dua berdasarkan sumber tenaganya, yaitu pengindraan jauh sistem pasif dan sistem aktif. Pengindraan jauh sistem pasif memanfaatkan energi matahari, yang merupakan sumber energi utama di permukaan bumi sedangkan, sensor aktif seperti radar dan laser menerangi bumi dari energi yang dihasilkan secara artifisial. Radiasi elektromagnetik bepergian melalui atmosfer secara selektif tersebar dan diserap, tergantung pada komposisi atmosfer dan panjang gelombang yang terlibat. Sensor seperti kamera fotografi, scanner atau radiometer yang dipasang pada platform yang sesuai akan merekam intensitas radiasi di berbagai saluran spektral. Platform untuk akuisisi data pengindraan jauh dapat berupa dari berbagai jenis, yaitu udara (balon, helikopter dan pesawat terbang) dan antariksa (roket, satelit berawak dan tak berawak). Platform terestrial digunakan untuk menghasilkan data kebenaran dasar. Data jarak jauh yang direkam akan diproses secara digital untuk perbaikan dan peningkatan untuk menghasilkan sebuah output berupa peta (Lillesand *et al.*, 2015).

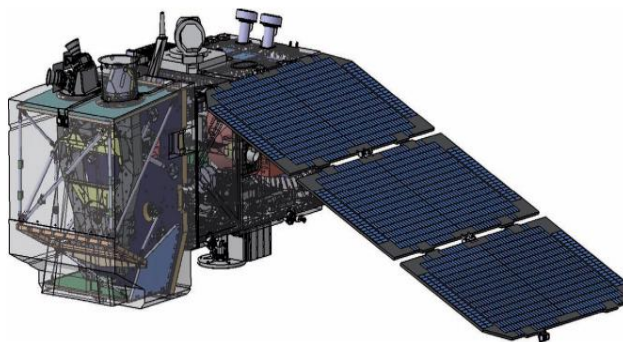


Gambar 2. Skema umum sistem pengindraan jauh.

2.6 Sentinel-2

Salah satu contoh satelit yang biasanya dipergunakan pada penginderaan jauh, yaitu satelit Sentinel-2. Sentinel-2 adalah satelit ciptaan Eropa, dimana satelit ini mampu menghasilkan data multispectral dengan resolusi spasial yang tinggi serta memiliki jangkauan yang cukup luas. Satelit ini dikembangkan di Jerman yang dipimpin oleh Astrium GmbH industry dan Astrium SAS yang berada di Prancis. Sistem Sentinel-2 ini mempunyai 2 satelit kembar, yang diberi nama Sentinel-2A dan Sentinel-2B yang terpisah 180° dengan ketinggian rata-rata 786 km. Citra satelit Sentinel-2 mempunyai 13 kanal spectral dengan resolusi spasial 10m, 20m dan 60m (Jumiagra, 2019).

Sentinel-2 diciptakan khusus untuk menunjang para ilmuwan mempelajari dan mengamati interaksi dan proses global, mengembangkan rencana yang cermat untuk mengatasi perubahan global yang sementara berlangsung dan memperoleh tujuan pembangunan masyarakat (Berger *et al.*, 2012). Sentinel-2 menggunakan teknologi serta kejadian yang didapatkan di Eropa maupun di Amerika Serikat agar menunjang penyediaan data operasional sebagai layanan antara lain, management risiko banjir, pemantauan hutan, terjadinya penurunan muka tanah maupun tanah longsor, sistem peringatan dini, serta penggunaan atau perubahan lahan (*European Space Agency*, 2017).



Gambar 3. Satelit Sentinel-2.

Satelit observasi bumi Sentinel-2A milik Badan Antariksa Eropa, diluncurkan tanggal 23 Juni tahun 2015 dari Pusat Antariksa Guiana di Kourou, Guyana Prancis dengan menggunakan roket Vega. Sentinel-2A dilengkapi oleh instrumen multispektral yang berjumlah 13 band spectral dari cahaya tampak, near infrared, dan gelombang pendek inframerah. Satelit ini memiliki resolusi spasial 10 m, 20 m

dan 60 m. Sentinel-2 mempunyai resolusi radiometrik 12 bit dan resolusi temporalnya yaitu 10 hari untuk satu satelit dan 5 hari untuk satelit gabungan (Dimara *et al.*, 2020). Satelit ini mengorbit Matahari pada ketinggian 786 km dengan inklinasi 98,62° dan memindai pada descending node (LTDN) pada pukul 10.30 waktu setempat. Pemilihan waktu setempat menjadi kompromi terbaik antara persyaratan data dan tutupan awan minimum serta paparan sinar matahari yang memadai (Oktaviani & Kusuma, 2017). Karakteristik sensor pada satelit Sentinel-2A ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Karakteristik citra Sentinel-2A.

| Band | Panjang gelombang (µm) | Resolusi (m) |
|-------------|-------------------------------|---------------------|
| Band 1 | 0,443 | 60 |
| Band 2 | 0,443 | 10 |
| Band 3 | 0,560 | 10 |
| Band 4 | 0,665 | 10 |
| Band 5 | 0,705 | 20 |
| Band 6 | 0,740 | 20 |
| Band 7 | 0,783 | 20 |
| Band 8 | 0,842 | 10 |
| Band 8b | 0,865 | 20 |
| Band 9 | 0,945 | 60 |
| Band 10 | 1,380 | 20 |
| Band 11 | 1,610 | 20 |
| Band 12 | 2,190 | 20 |

Sumber: (Dimara *et al.*, 2020).

2.7 Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi adalah salah satu parameter yang dipakai dalam analisis keadaan vegetasi di suatu wilayah. Pada aplikasi *remote sensing*, indeks vegetasi menggambarkan nilai kehijauan atau derajat kehijauan vegetasi, yang didapatkan dengan mengolah sinyal data digital kecerahan serta data sensor satelit. Dengan menggunakan data satelit multispektral, indeks vegetasi bisa digunakan untuk mengidentifikasi tutupan vegetasi, mengukur maupun memantau

pertumbuhan tanaman, pemetaan kekeringan dan produksi biomassa. Ada banyak macam dan metode indeks vegetasi dengan tingkat ketelitian yang bervariasi (Hardianto *et al.*, 2021).

Komponen tutupan vegetasi NDVI paling sering diukur pada sistem informasi geografis dengan metode indeks vegetasi, karena metode ini mengukur kerapatan vegetasi hijau dengan resolusi spasial 10 m pada citra Sentinel-2. Indeks vegetasi mengubah citra berdasarkan data spektral yang digunakan untuk mengamati tanaman serta dapat dimodifikasi untuk tujuan tertentu, misalnya efek latar belakang tanah dalam analisa vegetasi (Hardianto *et al.*, 2021).

Adapun beberapa indeks vegetasi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

2.7.1. *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

NDVI adalah besaran nilai kehijauan vegetasi atau kegiatan fotosintesis vegetasi serta termasuk indeks vegetasi yang sangat umum dipakai, di mana kisaran angka NDVI bervariasi dari -1 hingga 1. Agar mendapatkan nilai NDVI untuk memantau suatu tanaman, perlu melakukan proses membandingkan antara derajat kecerahan band *near infrared* (inframerah dekat) dengan band *red* (cahaya merah). Adapun fungsi NDVI yaitu dapat mengukur kesehatan serta kepadatan vegetasi. Nilai NDVI yang rendah menunjukkan derajat kehijauan atau kegiatan klorofil tanaman yang rendah, sedangkan nilai yang lebih tinggi berarti tanaman tersebut lebih hijau dan memiliki kegiatan klorofil yang tinggi. Rumus NDVI dapat dilihat pada persamaan 2 (Ariani *et al.*, 2020).

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (2)$$

dimana,

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*,

NIR = Inframerah dekat,

RED = Kanal merah.

2.7.2. *Normalized Difference Water Index (NDWI)*

NDWI (*Normalized Difference Water Index*) adalah indeks yang dapat memperlihatkan derajat kebasahan suatu vegetasi. Nilai NDWI diperoleh dari nilai reflektansi inframerah dekat (NIR) menggunakan band 8 dan inframerah

gelombang pendek (SWIR) menggunakan band 11. Berikut formulasi NDWI dapat dilihat pada persamaan 3 (Gu *et al.*, 2007).

$$NDWI = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)} \quad (3)$$

dimana,

NDWI = *Normalized Difference Water Index*,

NIR = Inframerah dekat,

SWIR = Inframerah gelombang pendek.

Adapun penggolongan kelas NDWI dituliskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi NDWI.

| | Nilai NDWI | Kategori |
|--------|--------------------|---------------|
| | $\geq 0,7-1$ | Sangat lembab |
| Lembab | $\geq 0,6 - < 0,7$ | Tinggi |
| | $\geq 0,5 - < 0,6$ | Sedang |
| | $\geq 0,4 - < 0,5$ | Rendah |
| | $\geq 0,3 - < 0,4$ | Rendah |
| Kering | $\geq 0,2 - < 0,3$ | Sedang |
| | $\geq 0 - < 0,2$ | Tinggi |
| | < 0 | Sangat tinggi |

Sumber: (Andreani *et al.*, 2020).

2.7.3. *Normalized Difference Drought Index (NDDI)*

NDDI (*Normalized Difference Drought Index*) adalah indeks kekeringan yang digunakan untuk menunjukkan kondisi kekeringan di lahan pertanian. NDDI menggabungkan parameter vegetasi kehijauan (NDVI) dan tingkat kebasahan vegetasi (NDWI). Nilai NDDI yang lebih tinggi mengindikasikan kondisi kekeringan vegetasi. Berikut persamaan nilai NDDI dapat dilihat pada persamaan 4 (Gu *et al.*, 2007).

$$NDDI = \frac{(NDVI - NDWI)}{(NDVI + NDWI)} \quad (4)$$

dimana,

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*,

NDWI = *Normalized Difference Water Index*.

Tingkat kekeringan ringan tidak menyebabkan lahan sawah mengalami gagal panen, tetapi berkurangnya ketersediaan air untuk mengairi sawah. Semakin tinggi tingkat kerusakan lahan sawah akibat kekeringan akan berakibat buruk pada hasil produksi sawah, dimana hasil tanaman sawah akan mengalami gagal panen dan membuat para petani mengalami kerugian (Pratama, 2019). Adapun penggolongan kelas NDDI dituliskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi NDDI.

| Nilai NDDI | Kategori |
|-------------------|-----------------|
| -0,05 - 0,01 | Normal |
| 0,01 – 0,15 | Ringan |
| 0,15 – 0,25 | Sedang |
| 0,25 – 1 | Berat |
| > 1 | Sangat Berat |

Sumber: (Renza *et al.*, 2010).