



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP ESTIMASI  
PRODUKTIVITAS PADI BERBASIS PEMROSESAN CITRA  
SENTINEL 2A PADA SUBROUND I DAN II TAHUN 2018-2021  
(Studi Kasus : Kecamatan Winong, Kabupaten Pati)**

**TUGAS AKHIR**

**RISKA AMIROTUL QUDRIYAH  
NIM. 21110118120020**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI  
FAKULTAS TEKNIK**

**SEMARANG  
JANUARI 2023**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP ESTIMASI  
PRODUKTIVITAS PADI BERBASIS PEMROSESAN CITRA  
SENTINEL 2A PADA SUBROUND I DAN II TAHUN 2018-2021  
(Studi Kasus : Kecamatan Winong, Kabupaten Pati)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata-1)**

**RISKA AMIROTUL QUDRIYAH  
21110118120020**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI  
FAKULTAS TEKNIK**

**SEMARANG  
JANUARI 2023**

## **HALAMAN PERNYATAAN**

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang  
dikutip maupun dirujuk  
Telah Saya nyatakan dengan benar**

**Nama : Riska Amirotul Qudriyah**

**NIM : 21110118120020**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : 30 Desember 2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Riska Amirotul Qudriyah

NIM : 21110118120020

Departemen/Program Studi : S1 TEKNIK GEODESI

Judul Skripsi :

**ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP ESTIMASI PRODUKTIVITAS PADI BERBASIS PEMROSESAN CITRA SENTINEL 2A PADA SUBROUND I DAN II TAHUN 2018-2021 (Studi Kasus : Kecamatan Winong, Kabupaten Pati)**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/S1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

### TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. Yudo Prasetyo, S.T., MT.

Pembimbing 2 : Muhammad Adnan Yusuf, S.T., M.Eng.

Penguji 1 : Abdi Sukmono, ST., MT.

Penguji 2 : Shofiyatul Qoyimah, S.T., M.S.

()

()

()

()

Semarang, Desember 2022

Ketua Departemen Teknik Geodesi



Dr. Yudo Prasetyo, S.T., MT.

NIP. 197904232006041001

## HALAMAN PERSEMBAHAN

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا, إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

...

Ucapan terima kasih saja tidak mampu menggambarkan rasa terima kasih penulis kepada Allah SWT. yang telah memberikan kekuatan dan rahmatNya. Atas karuniaNya telah mengirimkan penulis ke dalam lingkungan dengan limpahan doa dan cinta yang mengiringi setiap langkah dalam kehidupan.

...

Penelitian ini Saya persembahkan untuk diri sendiri yang telah mampu menyelesaikan Strata-1 ini dengan iringan doa dari orang sekitar. Terutama orang tua penulis Ibu Muntofiah dan Bapak Mad Soleh yang senantiasa mengupayakan yang terbaik untuk anak-anaknya. Mas Ahmad Yazidun Nafi' yang selalu menemani dan menjadi teman diskusi penulis. Serta seluruh anggota keluarga yang selalu memberikan dukungan dan kasih sayang.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, pencipta dan pemelihara alam semesta. Akhirnya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Estimasi Produktivitas Padi Berbasis Pemrosesan Citra Sentinel 2A pada Subround I dan II Tahun 2018-2021 (Studi Kasus : Kecamatan Winong, Kabupaten Pati)”**, meskipun proses belajar sesungguhnya tak akan pernah berhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya bukanlah sebuah kerja individual dan akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin Penulis sebutkan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, ST., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, ST., M.T., selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan inspirasi, bimbingan, dan nasihat dalam penyelesaian Tugas Akhir.
3. Bapak Muhammad Adnan Yusuf, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan inspirasi, bimbingan, dan nasihat dalam penyelesaian Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, ST., M.T., selaku dosen wali selama masa perkuliahan.
5. Bapak Dr. Firman Hadi, S.Si., M.T., sebagai dosen pembimbing kerja praktik yang telah membimbing selama pelaksanaan kerja praktik.
6. Seluruh Dosen dan tenaga kependidikan Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu dan pelajaran kepada penulis selama menimba ilmu di bangku perkuliahan.
7. Bapak Darsuki selaku Kepala Seksi Data dan Informasi Pertanian Dinas Pertanian Kabupaten Pati yang telah memberikan data yang dibutuhkan penulis.
8. Bapak Eko Susilo, SP., selaku ketua Badan Penyuluh Pertanian Kecamatan Winong yang telah memberikan data dan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian penulis.

9. Ibu Mukhoriyah, S.T., M.Si., selaku pembimbing Kerja Praktik Pusat Riset Aplikasi Penginderaan Jauh, Organisasi Riset Penerbangan dan Antariksa, BRIN.
10. Saudara Ahmad Yazidun Nafi' selaku teman diskusi penulis selama penelitian.
11. Teman-teman seperjuangan Keluarga Teknik Geodesi Undip Angkatan 2018 yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini.
12. Pasulow (Salsabilla Nurul Rizqika, Cici Nurmalasari, Fitria Damayanti, Eko Widayanti, Rino Tuhu Sayekti, Siti Badriyah, dan Muizzatun Ihsani) yang menjadi tempat berbagi cerita dan membantu sejak awal perkuliahan sampai sekarang.
13. Saudari Salsabilla Nurul Rizqika yang selalu menemani penulis serta memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama perkuliahan.
14. Penghuni Kost Tua (Asa, Ifada, Hestu, dan Santi), yang menemani penulis dalam menjalani kehidupan perkuliahan di kosan.
15. Loly dan seluruh anggota teman bermain yang telah menjadi teman penulis dari dulu sampai sekarang
16. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis berharap semoga penelitian ini dapat diambil manfaatnya dan menjadi referensi dalam penelitian selanjutnya.

Semarang, 30 Desember 2022



Riska Amirotul Qudriyah

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Riska Amirotul Qudriyah  
NIM : 21110118120020  
Jurusan/Program Studi : Teknik Geodesi  
Fakultas : TEKNIK  
Jenis Karya : SKRIPSI

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Noneksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah Saya yang berjudul :

**ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP ESTIMASI PRODUKTIVITAS PADI BERBASIS PEMROSESAN CITRA SENTINEL 2A PADA SUBROUND I DAN II TAHUN 2018-2021 (Studi Kasus : Kecamatan Winong, Kabupaten Pati)**

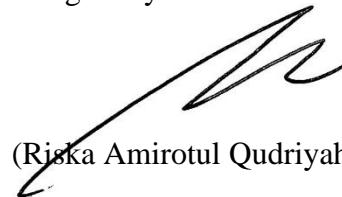
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 30 Desember 2022

Yang menyatakan



(Riska Amirotul Qudriyah)



## ABSTRAK

Padi dengan nama latin *Oryza sativa* adalah salah satu tanaman terpenting yang menyediakan sumber makanan pokok bagi hampir separuh penduduk dunia. Akan tetapi, permasalahan yang dihadapi di Indonesia adalah penurunan nilai produksi padi akibat dari berkurangnya lahan pertanian dan nilai produktivitas padi yang menurun. Penurunan nilai produksi juga dialami di Kecamatan Winong, puncaknya pada masa panen kedua tahun 2019 yang diakibatkan adanya penurunan curah hujan di lokasi penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh curah hujan terhadap estimasi produktivitas padi pada subround I dan II Tahun 2018-2021 di Kecamatan Winong. Algoritma NDRE (*Normalized Difference Red-Edge Index*) digunakan dalam penentuan fase tumbuh padi dan pembuatan model produktivitas dengan memanfaatkan citra Sentinel-2A. Citra CHIRPS dimanfaatkan untuk menganalisis pengaruh curah hujan terhadap produktivitas padi.

Hasil pengolahan algoritma NDRE dapat digunakan untuk mengidentifikasi fase tumbuh padi dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,6007 dengan model persamaan  $y = -0,1563x^2 + 0,8596x - 0,6925$ . Hasil estimasi produktivitas padi pada subround I tahun 2018 yaitu 64,568 kuintal/hektar, subround II tahun 2018 sebesar 56,219 kuintal/hektar, subround I tahun 2019 sebesar 65,290 kuintal/hektar, subround II tahun 2019 sebesar 31,496 kuintal/hektar, subround II tahun 2020 sebesar 54,005 kuintal/hektar, dan subround II tahun 2021 sebesar 52,546 kuintal/hektar. Hubungan curah hujan dan estimasi produktivitas menunjukkan 4 dari 6 masa tanam memiliki kesesuaian dengan peningkatan maupun penurunan hasil produktivitas dan 2 masa tanam tidak memiliki hubungan kesesuaian. Hasil uji korelasi menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara curah hujan dan produktivitas. Curah hujan memberikan sumbangan efektif sebesar 66,8% terhadap hasil produktivitas padi, sedangkan 23,2% berasal dari faktor-faktor lain yang tidak diungkapkan dalam penelitian ini. Sementara itu, pada subround II Tahun 2019 terjadi kekeringan pada 10 desa yang mengalami puso, 10 desa mengalami penurunan produktivitas padi, dan 10 desa memiliki produktivitas normal.

**Kata Kunci:** Curah Hujan, NDRE, Produktivitas Padi, Sentinel-2A

## ABSTRACT

*Rice with the Latin name *Oryza sativa* is one of the most important plants that provides a staple food source for almost half of the world's population. However, the problem faced in Indonesia is the decline in the value of rice production due to the reduction of agricultural land and the declining value of rice productivity. The decline in production value was also experienced in Winong District, the peak during the second harvest period in 2019 due to a decrease in rainfall at the research site. The purpose of this study is to determine the effect of rainfall on the estimated rice productivity in subrounds I and II of 2018-2021 in Winong District. The NDRE (Normalized Difference Red-Edge Index) algorithm is used in the determination of rice growing phases and the creation of productivity models by utilizing Sentinel-2A images. CHIRPS imagery is used to analyze the effect of rainfall on rice productivity.*

*The results of the NDRE algorithm processing can be used to identify the rice growing phase with a coefficient of determination ( $R^2$ ) value of 0,6007 with the equation model  $y = -0,1563x^2 + 0,8596x - 0,6925$ . The results of the estimated rice productivity in subround I in 2018 were 64,568 quintals/hectare, subround II in 2018 was 56,219 quintals/hectare, subround I in 2019 was 65,290 quintals/hectare, subround II in 2019 was 31,496 quintals/hectare, subround II in 2020 was 54,005 quintals/hectare, and subround II in 2021 was 52,546 quintals/hectare. The relationship between rainfall and productivity estimates shows that 4 out of 6 planting periods have compatibility with increases or decreases in productivity yields and 2 planting periods have no conformity relationship. The results of the correlation test show a very strong relationship between rainfall and productivity. Rainfall contributed 66,8% to rice productivity, while 23,2% came from other factors not disclosed in the study. Meanwhile, in subround II of 2019 there was a drought in 10 villages that experienced puso, 10 villages experienced a decrease in rice productivity, and 10 villages had normal productivity.*

**Keywords:** NDRE, Rainfall, Rice Productivity, Sentinel-2A

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                            | i    |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....                       | ii   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                       | iii  |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....                      | iv   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                           | v    |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> ..... | vii  |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                  | viii |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                 | ix   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                               | x    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                            | xiii |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                             | xv   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                          | xvii |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                        | 1    |
| I.1 Latar Belakang .....                              | 1    |
| I.2 Rumusan Masalah .....                             | 2    |
| I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....               | 2    |
| I.4 Batasan Masalah.....                              | 3    |
| I.5 Ruang Lingkup .....                               | 4    |
| I.5.1 Wilayah Penelitian .....                        | 4    |
| I.5.2 Peralatan dan Data Penelitian .....             | 5    |
| I.5.3 Diagram Alir Penelitian .....                   | 7    |
| I.6 Sistematika Penulisan Penelitian.....             | 8    |
| I.7 Sistematika Kerangka Berpikir .....               | 9    |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                  | 10   |
| II.1 Penelitian Terdahulu .....                       | 10   |
| II.2 Tanaman Padi .....                               | 12   |
| II.3 Penginderaan Jauh.....                           | 13   |
| II.3.1 Koreksi Geometrik .....                        | 14   |
| II.3.2 Koreksi Radiometrik .....                      | 14   |
| II.3.3 <i>Cloud Masking</i> .....                     | 15   |
| II.3.4 <i>Resampling</i> .....                        | 15   |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| II.4                                       | Algoritma NDRE.....                                   | 16        |
| II.5                                       | Produktivitas Padi .....                              | 18        |
| II.6                                       | Curah Hujan .....                                     | 20        |
| II.7                                       | Teori Uji Geometrik .....                             | 21        |
| II.8                                       | Teknik Pengambilan Sampel.....                        | 23        |
| II.9                                       | Teori Uji Normalitas .....                            | 24        |
| II.10                                      | Teori Regresi Linier .....                            | 25        |
| II.11                                      | Konsep Korelasi Pearson .....                         | 26        |
| II.12                                      | Uji T .....   | 26        |
| II.13                                      | Konsep Sumbangan Efektif.....                         | 27        |
| II.14                                      | Sentinel 2.....                                       | 28        |
| II.15                                      | CHIRPS .....  | 29        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b> |   | <b>28</b> |
| III.1                                      | Tahapan Persiapan.....                                | 28        |
| III.1.1                                    | Studi Literatur .....                                 | 28        |
| III.1.2                                    | Survei Pendahuluan.....                               | 28        |
| III.1.3                                    | Akuisisi Data .....                                   | 29        |
| III.1.4                                    | Kontrol Kualitas Data.....                            | 30        |
| III.2                                      | Tahapan Pengolahan Data .....                         | 32        |
| III.2.1                                    | Tahapan Pengolahan Sentinel 2A .....                  | 32        |
| III.2.2                                    | Tahapan Pengolahan CHIRPS .....                       | 39        |
| III.2.3                                    | Perhitungan Produktivitas Padi .....                  | 41        |
| III.3                                      | Tahapan Analisis Data .....                           | 46        |
| III.3.1                                    | Hubungan Algoritma NDRE dengan Fase Tumbuh Padi ..... | 46        |
| III.3.2                                    | Perhitungan Estimasi Produksi Padi .....              | 52        |
| III.3.3                                    | Tahapan Uji Statistika .....                          | 52        |
| III.4                                      | Tahapan Validasi .....                                | 60        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>   |   | <b>61</b> |
| IV.1                                       | Hasil Uji Geometrik .....                             | 61        |
| IV.2                                       | Hasil dan Analisis NDRE.....                          | 62        |
| IV.2.1                                     | Hasil Pengolahan NDRE.....                            | 62        |
| IV.2.2                                     | Analisis NDRE .....                                   | 64        |

|                             |   |     |
|-----------------------------|---|-----|
| IV.3                        | Hasil Hubungan Algoritma NDRE dengan Fase Tumbuh Padi.....  | 66  |
| IV.4                        | Hasil Pengolahan Produktivitas Padi .....                   | 70  |
| IV.5                        | Hasil Perhitungan Luas Panen.....                           | 71  |
| IV.6                        | Hasil Perhitungan Estimasi Produksi Padi .....              | 72  |
| IV.7                        | Hasil dan Analisis Curah Hujan .....                        | 72  |
| IV.7.1                      | Hasil Curah Hujan .....                                     | 72  |
| IV.7.2                      | Analisis Hubungan Fase Tumbuh Padi dengan Curah Hujan ..... | 73  |
| IV.8                        | Hasil dan Analisis Uji Statistika.....                      | 77  |
| IV.8.1                      | Hasil dan Analisis Uji Normalitas.....                      | 77  |
| IV.8.2                      | Hasil dan Analisis Uji Korelasi .....                       | 80  |
| IV.8.3                      | Hasil dan Analisis Uji T .....                              | 81  |
| IV.8.4                      | Hasil dan Analisis Sumbangan Efektif (SE) .....             | 82  |
| <b>BAB V PENUTUP</b> .....  |   | 84  |
| V.1                         | Kesimpulan.....   | 84  |
| V.2                         | Saran.....  | 85  |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> ..... |   | 86  |
| <b>LAMPIRAN</b> .....       |   | L-1 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar I-1</b> Peta Kecamatan Winong .....                          | 4  |
| <b>Gambar I-2</b> Diagram Alir Penelitian .....                        | 7  |
| <b>Gambar I-3</b> Kerangka Berpikir .....                              | 9  |
| <b>Gambar II-1</b> Konsep Penginderaan Jauh .....                      | 13 |
| <b>Gambar II-2</b> Ilustrasi Efek Atmosfer di Danau Kasumigaura .....  | 14 |
| <b>Gambar II-3</b> Proses <i>Resampling</i> .....                      | 15 |
| <b>Gambar II-4</b> Rentang Nilai NDRE .....                            | 17 |
| <b>Gambar II-5</b> Fase Tumbuh Padi terhadap Indeks NDRE .....         | 18 |
| <b>Gambar II-6</b> Plot Ubinan .....                                   | 19 |
| <b>Gambar II-7</b> Stasiun Curah Hujan .....                           | 20 |
| <b>Gambar II-8</b> Sebaran dan Jarak Ideal Titik Sampel .....          | 21 |
| <b>Gambar II-9</b> Grid CHIRPS .....                                   | 29 |
| <b>Gambar III-1</b> Google Earth Engine .....                          | 29 |
| <b>Gambar III-2</b> Web Pengunduhan Citra CHIRPS .....                 | 29 |
| <b>Gambar III-3</b> Proses <i>Cloud Masking</i> .....                  | 33 |
| <b>Gambar III-4</b> Sebelum Proses <i>Cloud Masking</i> .....          | 34 |
| <b>Gambar III-5</b> Setelah Proses <i>Cloud Masking</i> .....          | 34 |
| <b>Gambar III-6</b> Proses <i>Resampling</i> .....                     | 35 |
| <b>Gambar III-7</b> Hasil <i>Resampling</i> .....                      | 35 |
| <b>Gambar III-8</b> Persebaran Titik GCP (Titik Berwarna Kuning) ..... | 36 |
| <b>Gambar III-9</b> Koordinat GCP .....                                | 37 |
| <b>Gambar III-10</b> <i>Clip Raster By Mask Layer</i> .....            | 37 |
| <b>Gambar III-11</b> Hasil Pemotongan Citra .....                      | 38 |
| <b>Gambar III-12</b> <i>Raster Calculator</i> NDRE .....               | 38 |
| <b>Gambar III-13</b> Hasil Transformasi NDRE .....                     | 39 |
| <b>Gambar III-14</b> Proses <i>Georeferencing</i> Citra CHIRPS .....   | 39 |
| <b>Gambar III-15</b> Hasil <i>Georeferencing</i> Citra CHIRPS .....    | 40 |
| <b>Gambar III-16</b> Proses Pemotongan Citra CHIRPS .....              | 40 |
| <b>Gambar III-17</b> Hasil Pemotongan Citra CHIRPS .....               | 41 |
| <b>Gambar III-18</b> Persebaran Titik Sampel .....                     | 42 |
| <b>Gambar III-19</b> Identifikasi Nilai Spektral Titik Sampel .....    | 44 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Gambar III-20</b> <i>Trendline</i> pada Microsoft Excel .....                    | 44 |
| <b>Gambar III-21</b> Hasil Regresi Produktivitas Padi pada Subround I 2018.....     | 45 |
| <b>Gambar III-22</b> Sampel Fase Padi.....  | 46 |
| <b>Gambar III-23</b> Identifikasi Nilai Spektral Titik Sampel.....                  | 47 |
| <b>Gambar III-24</b> Polinomial pada Microsoft Excell .....                         | 47 |
| <b>Gambar III-25</b> Hasil Polinomial Fase Padi.....                                | 47 |
| <b>Gambar III-26</b> <i>Raster Calculator</i> $\Delta VI$ .....                     | 48 |
| <b>Gambar III-27</b> <i>Raster Calculator</i> Klasifikasi Distribusi Fase Padi..... | 49 |
| <b>Gambar III-28</b> Hasil Klasifikasi Distribusi Fase Padi .....                   | 49 |
| <b>Gambar III-29</b> <i>Polygonize (Raster to Vector)</i> .....                     | 50 |
| <b>Gambar III-30</b> <i>Dissolve</i> .....  | 50 |
| <b>Gambar III-31</b> Hasil <i>Dissolve</i> .....                                    | 50 |
| <b>Gambar III-32</b> <i>Add Field</i> .....   | 51 |
| <b>Gambar III-33</b> <i>Calculate Geometry</i> .....                                | 51 |
| <b>Gambar III-34</b> Histogram Hasil Uji Normalitas .....                           | 53 |
| <b>Gambar III-35</b> Proses Kolmogorov Smirnov.....                                 | 53 |
| <b>Gambar III-36</b> Mencari Nilai Residual .....                                   | 54 |
| <b>Gambar III-37</b> Jendela <i>One Sample</i> Kolmogorov-Smirnov .....             | 58 |
| <b>Gambar III-38</b> Hasil Uji Normalitas NDRE dengan Produktivitas Padi.....       | 58 |
| <b>Gambar III-39</b> Uji Korelasi.....  | 59 |
| <b>Gambar III-40</b> <i>Paired Sample T Test</i> .....                              | 60 |
| <b>Gambar IV-1</b> Hasil Pengolahan NDRE Subround I Tahun 2018 .....                | 63 |
| <b>Gambar IV-2</b> Histogram NDRE.....  | 65 |
| <b>Gambar IV-4</b> Kurva Hasil Regresi Fase Padi dengan NDRE.....                   | 66 |
| <b>Gambar IV-5</b> Histogram Selisih Citra.....                                     | 67 |
| <b>Gambar IV-6</b> Peta Fase Tumbuh Padi Subround I 2018.....                       | 70 |
| <b>Gambar IV-7</b> Grafik Fase Padi terhadap Curah Hujan pada Subround 1 .....      | 74 |
| <b>Gambar IV-8</b> Grafik Fase Padi terhadap Curah Hujan Rerata pada Subround 2     | 74 |
| <b>Gambar IV-9</b> Persebaran Kekeringan pada Subround II 2019.....                 | 76 |
| <b>Gambar IV-10</b> Hubungan Produktivitas Padi dan Curah Hujan .....               | 77 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabel I-1</b> Data Penelitian.....  | 6  |
| <b>Tabel II-1</b> Penelitian Terdahulu .....                                     | 10 |
| <b>Tabel II-2</b> Klasifikasi Tingkat Produktivitas Lahan Pertanian Sawah.....   | 19 |
| <b>Tabel II-3</b> Kategori Intensitas Hujan .....                                | 20 |
| <b>Tabel II-4</b> Jumlah Titik Sampel Uji Berdasarkan Luas Area Uji .....        | 22 |
| <b>Tabel II-5</b> Ketelitian Horizontal CE90.....                                | 22 |
| <b>Tabel II-6</b> Koefisien Korelasi .....                                       | 26 |
| <b>Tabel II-7</b> Spesifikasi Sentinel-2 .....                                   | 28 |
| <b>Tabel II-8</b> Tingkat Akurasi Antara Data Aktual dan Peramalan .....         | 30 |
| <b>Tabel III-1</b> Data Curah Hujan Citra CHIRPS dan Penakar Hujan BMKG .....    | 30 |
| <b>Tabel III-2</b> Hasil Uji Korelasi antara Citra CHIRPS dengan Data BMKG ..... | 31 |
| <b>Tabel III-3</b> Hasil Uji T antara Citra CHIRPS dengan Data BMKG .....        | 32 |
| <b>Tabel III-4</b> Hasil Wawancara.....  | 42 |
| <b>Tabel III-5</b> Hasil Konversi ke GKG .....                                   | 43 |
| <b>Tabel III-6</b> Produktivitas Regresi Linier pada Subround I Tahun 2018 ..... | 45 |
| <b>Tabel III-7</b> Rentang NDRE.....   | 48 |
| <b>Tabel III-8</b> Luas Tiap Fase pada Februari 2018 .....                       | 51 |
| <b>Tabel III-9</b> Hasil Uji Normalitas NDRE.....                                | 53 |
| <b>Tabel III-10</b> Nilai Residual .....   | 54 |
| <b>Tabel III-11</b> Hasil Uji Korelasi .....                                     | 59 |
| <b>Tabel III-12</b> Hasil <i>Paired Sample T Test</i> .....                      | 60 |
| <b>Tabel III-13</b> Hasil Sumbangan Efektif.....                                 | 60 |
| <b>Tabel IV-1</b> Uji Ketelitian Geometrik .....                                 | 61 |
| <b>Tabel IV-2</b> Nilai Spektral NDRE .....                                      | 63 |
| <b>Tabel IV-3</b> Nilai Spektral NDRE pada Titik Sampel.....                     | 66 |
| <b>Tabel IV-4</b> Rentang Indeks NDRE .....                                      | 67 |
| <b>Tabel IV-5</b> Estimasi Produktivitas Padi .....                              | 70 |
| <b>Tabel IV-6</b> Hasil Perhitungan Luas Panen.....                              | 71 |
| <b>Tabel IV-7</b> Hasil Estimasi Produksi Padi.....                              | 72 |
| <b>Tabel IV-8</b> Curah Hujan.....   | 72 |
| <b>Tabel IV-9</b> Hasil Uji Normalitas NDRE .....                                | 78 |



|  |    |
|--|----|
| <b>Tabel IV-10</b> Hasil Uji Normalitas Pemodelan Produktivitas Padi.....  | 79 |
| <b>Tabel IV-11</b> Hasil Uji Normalitas Produktivitas Padi .....           | 79 |
| <b>Tabel IV-12</b> Hasil Uji Normalitas Luas Panen .....                   | 79 |
| <b>Tabel IV-13</b> Hasil Uji Korelasi NDRE Maksimum dan Produktivitas..... | 80 |
| <b>Tabel IV-14</b> Hasil Uji Korelasi Produktivitas dan Curah Hujan .....  | 81 |
| <b>Tabel IV-15</b> Hasil Uji T Pemodelan Produktivitas .....               | 81 |
| <b>Tabel IV-16</b> Hasil Uji T Produktivitas Padi.....                     | 82 |
| <b>Tabel IV-17</b> Hasil Uji T Luas Panen.....                             | 82 |
| <b>Tabel IV-18</b> Hasil SE Curah Hujan dengan Produktivitas.....          | 83 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |      |
|---|------|
| Lampiran 1 Data-Data dari Dinas Pertanian .....                     | L-2  |
| Lampiran 2 Kuesioner .....  | L-9  |
| Lampiran 3 Nilai Spektral NDRE pada Titik Wawancara.....            | L-14 |
| Lampiran 4 Sampel Nilai NDRE untuk Pembuatan Fase Tumbuh Padi ..... | L-18 |
| Lampiran 5 Kurva Hasil Uji Normalitas .....                         | L-25 |
| Lampiran 6 <i>Layout</i> Peta .....                                 | L-29 |
| Lampiran 7 Dokumentasi .....  | L-36 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Padi dengan nama latin *Oryza sativa* adalah salah satu tanaman terpenting yang menyediakan sumber makanan pokok bagi hampir separuh penduduk dunia (FAO, 2008) dan menjadi makanan pokok masyarakat Indonesia. Indonesia memiliki luas lahan produksi padi sebesar 10,41 juta hektar pada tahun 2021. Jumlah tersebut turun 2,3% dibandingkan tahun sebelumnya. Penurunan luas lahan pertanian mengakibatkan penurunan nilai produksi Gabah Kering Giling (GKG) sebesar 54,42 juta ton (BPS, 2022).

Variabilitas iklim erat kaitannya dengan permasalahan sektor pertanian, terutama dengan variabilitas curah hujan. Curah hujan memiliki dampak yang besar terhadap keberhasilan pertanian di sawah tadah hujan. Sawah di Kecamatan Winong terdiri dari 3 kategori yaitu 45% sawah tadah hujan, 39% sawah irigasi setengah teknis, dan sisanya irigasi sederhana. Oleh karena itu, curah hujan sangat berpengaruh terhadap produktivitas di lokasi penelitian. Pada masa panen kedua tahun 2019, Kecamatan Winong mengalami kemarau panjang yang mengakibatkan puso dan produktivitas padi menurun sampai 31,82% atau sekitar 7.629 ton (DISPERTAN, 2020).

Informasi jumlah panen dibutuhkan Kementerian Pertanian guna mengetahui cadangan pangan untuk menentukan kebijakan impor ekspor serta menentukan harga pasar. Informasi tersebut bisa didapat dengan melakukan estimasi produksi, salah satunya dengan teknologi penginderaan jauh. Data pantulan dari citra satelit dan karakteristik tanaman padi yang digabungkan dalam penginderaan jauh dapat digunakan untuk memprediksi produktivitas tanaman (*crop yield*) secara lebih cepat dan efisien. Berdasarkan penelitian Saadi dan Wijayanto (2021), Sentinel-2 menunjukkan hasil prediksi yang lebih baik dari Landsat 8 dari segi kinerja dan representasi yang lebih baik dalam mendeteksi daerah produksi padi. Identifikasi fase pertumbuhan padi menggunakan data Sentinel-2 dengan algoritma EVI dan NDRE telah diuji dan didapatkan hasil NDRE yang lebih baik dalam mengidentifikasi fase pertumbuhan padi (Shabrina, dkk.,

2020). Pola yang dihasilkan dari indeks vegetasi tersebut, kemudian dilakukan perhitungan regresi linear untuk menentukan produktivitas padi yang dihasilkan.

Berdasarkan masalah dan fakta diatas, maka perlu adanya penelitian untuk menganalisis hubungan pola pertumbuhan padi dengan jumlah produktivitas yang dihasilkan serta melakukan estimasi produktivitas padi secara temporal di wilayah Kecamatan Winong. Estimasi produktivitas padi pada subround I dan II dapat digunakan untuk memprediksi persediaan beras sebelum panen, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan untuk melakukan impor beras. Selain itu, adanya analisis pengaruh curah hujan dapat memberikan informasi mengenai faktor yang mempengaruhi produktivitas padi. Hal ini bertujuan untuk membantu memaksimalkan hasil produktivitas padi lewat perencanaan spasial yang tepat serta menjadi solusi untuk mencapai ketahanan pangan nasional sesuai dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs) butir kedua.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam penelitian yang dilakukan antara lain :

1. Bagaimana analisis hasil transformasi indeks NDRE untuk menghitung estimasi produktivitas padi di Kecamatan Winong?
2. Bagaimana analisis hasil estimasi produksi padi Kecamatan Winong pada subround I dan subround II tahun 2018-2021?
3. Bagaimana analisis pengaruh intensitas curah hujan terhadap tingkat produktivitas padi di Kecamatan Winong?

## **I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan antara lain :

1. Untuk mengetahui hasil transformasi indeks NDRE untuk menghitung estimasi produktivitas padi di Kecamatan Winong.
2. Untuk mengetahui hasil estimasi produksi padi Kecamatan Winong pada subround I dan subround II pada 2018-2021.
3. Untuk mengetahui pengaruh curah hujan terhadap estimasi produktivitas padi di Kecamatan Winong.

Sedangkan manfaat penelitian yang dilakukan meliputi :

1. Aspek Keilmuan

Ikut serta berkontribusi dalam berbagai macam riset tentang penginderaan jauh dan penerapannya dalam bidang pertanian padi terutama mengenai estimasi produktivitas tanaman padi guna mendukung ketahanan pangan.

2. Aspek Kerekayasaan

Penelitian dapat digunakan sebagai rujukan untuk mengestimasi produktivitas padi menggunakan teknik penginderaan jauh yang lebih hemat waktu, biaya, dan tenaga. Selain itu, dapat digunakan pula untuk memaksimalkan produktivitas tanaman padi dengan cara melakukan perancangan penanaman padi yang tepat.

#### **I.4 Batasan Masalah**

Suatu penelitian harus terdapat batasannya, berikut batasan masalah dalam tugas akhir ini yang meliputi :

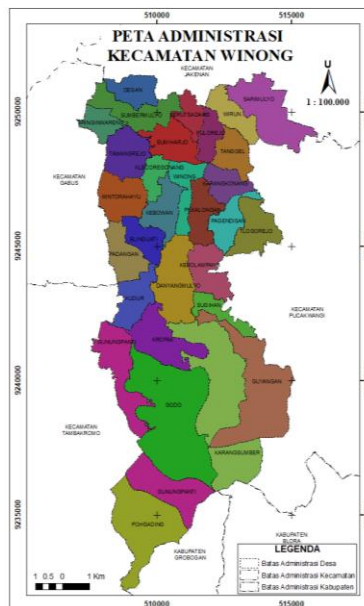
1. Luasan area persawahan menggunakan *shapefile* sawah dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kabupaten Pati.
2. Perhitungan estimasi produktivitas padi menggunakan algoritma NDRE pada subround I dan II Tahun 2018-2021.
3. Fase tumbuh padi yang digunakan terdapat empat kelas, yaitu vegetatif awal, vegetatif, reproduktif, dan pematangan. Fase bera atau fase istirahat dimasukkan ke dalam kelas pematangan dan fase persiapan dimasukkan ke dalam fase vegetatif awal.
4. Fase padi dalam sekali musim panen adalah 4 bulan dan penentuan waktu tanam dan panen berdasarkan data BPS.
5. Data curah hujan sekali musim panen padi yang digunakan menyesuaikan dengan fase tumbuh padi yaitu 4 bulan.
6. Penelitian ini hanya memperhatikan unsur curah hujan dengan periode bulanan dan tidak memperhatikan faktor varietas padi, irigasi, jenis tanah, serta kandungan unsur hara dan nutrisi yang diberikan pada sawah.

7. Luaran penelitian berupa peta persebaran panen padi di Kecamatan Winong pada subround I dan subround II di Kecamatan Winong dengan skala 1 : 100.000.

## I.5 Ruang Lingkup

Setiap penelitian tugas akhir memiliki ruang lingkup yang melingkupi 2 hal yaitu wilayah penelitian, serta peralatan dan data penelitian sebagai berikut.

### I.5.1 Wilayah Penelitian



**Gambar I-1** Peta Kecamatan Winong (RENSTRA, 2017)

Lokasi penelitian berada di area persawahan Kecamatan Winong, Kabupaten Pati, Jawa Tengah, Indonesia. Secara geografis, Kecamatan Winong terletak pada  $6^{\circ} 46' 26'' - 6^{\circ} 57' 03''$  Lintang Selatan dan  $111^{\circ} 3' 43'' - 111^{\circ} 8' 49''$  Bujur Timur. Sebagian wilayah Kecamatan Winong berada di pegunungan kapur utara. Kecamatan yang berada di tenggara Kabupaten Pati ini memiliki luas wilayah 9993,9 hektar. Ketinggiannya berada pada 8 – 120 meter diatas permukaan laut, dengan ketinggian rata – rata wilayahnya  $\pm 16$  meter dari permukaan laut. Secara administrasi, dari selatan ke utara Kecamatan Winong memiliki 30 desa. Batas administrasinya (RENSTRA, 2017), meliputi :

1. Bagian barat berbatasan dengan Kecamatan Gabus.
2. Bagian utara berbatasan dengan Kecamatan Jakenan.

3. Bagian selatan berbatasan dengan Kecamatan Tambakromo dan kabupaten Grobogan.
4. Bagian timur berbatasan dengan Kecamatan Pucakwangi.

Kecamatan Winong memiliki area persawahan seluas 4.578 Ha (DISPERTAN, 2020). Sawah di Kecamatan Winong merupakan sawah bertipikal lahan basah. Sawah di Kecamatan Winong mengalami 2 kali masa tanam padi dan sekali masa tanam lainnya yang biasa ditanami palawija pada saat musim kemarau.

#### I.5.2 Peralatan dan Data Penelitian

Adapun peralatan dan data yang dibutuhkan dalam penelitian meliputi :

##### 1. Peralatan Penelitian

Peralatan yang dibutuhkan untuk menunjang penelitian yang dilakukan berupa perangkat keras yang berupa laptop dan perangkat lunak yang terdiri dari beberapa *software*, antara lain :

1. Laptop Asus Intel Core i5 6200U 2.3Ghz up to 2.8GHz, 4GB On Board 8GB RAM DDR4.
2. Microsoft Office Word 2016 digunakan dalam proses penulisan laporan.
3. Microsoft Office Excel 2016 digunakan dalam proses perhitungan data.
4. QGIS 3.10 dan ArcGIS 10.4.1 digunakan untuk pengolahan dan analisis data spasial.

##### 2. Data Penelitian.

Adapun data penelitian yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel I-1**. Citra Sentinel 2A dan CHIRPS yang digunakan meliputi :

- a. Subround I tahun 2018 menggunakan citra Bulan November 2017 sampai Februari 2018.
- b. Subround II tahun 2018 menggunakan citra Bulan Maret 2018 sampai Bulan Juni 2018.
- c. Subround I tahun 2019 menggunakan citra Bulan Desember 2018 sampai Bulan Maret 2019.
- d. Subround II tahun 2019 menggunakan citra Bulan April 2019 sampai Bulan Juli 2019.

- e. Subround II tahun 2020 menggunakan citra Bulan Maret 2020 sampai Bulan Juni 2020.
- f. Subround II tahun 2021 menggunakan citra Bulan Bulan Maret 2021 sampai Bulan Juni 2021.

Sedangkan pada subround I tahun 2020 tidak dapat dilakukan pengolahan akibat citra yang tertutup awan pada Bulan Januari 2020 dan pada subround I tahun 2021 tertutup awan pada hampir seluruh wilayah penelitian pada Bulan Februari 2021.

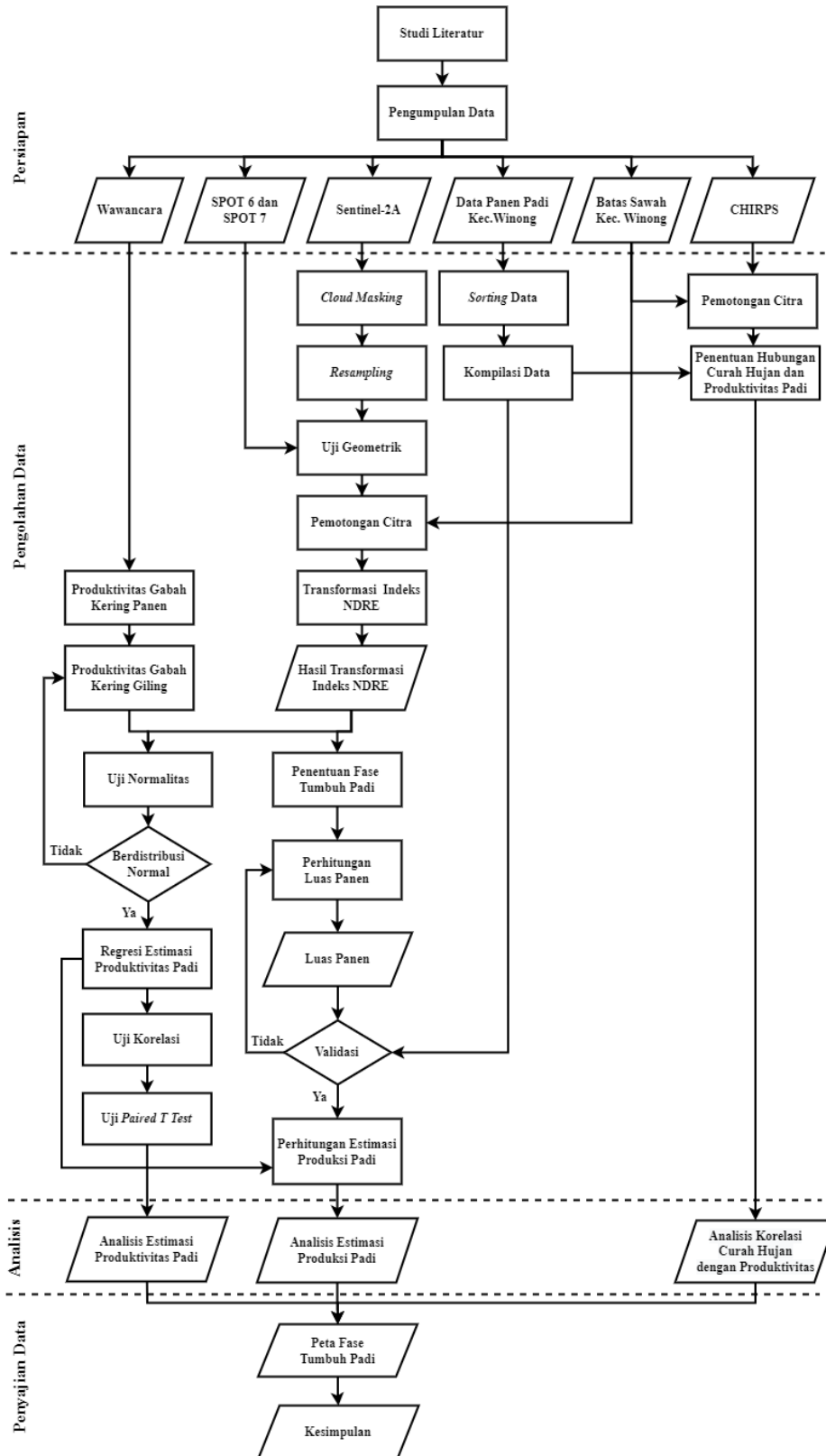
**Tabel I-1** Data Penelitian

| No | Nama Data  | Jenis Data | Keterangan  |
|----|--|------------|---|
| 1. | Citra Sentinel-2A                                    | Digital    | Data citra Sentinel-2 yang diunduh sebanyak 24 melalui Google Earth Engine pada laman <a href="https://earthengine.google.com/">https://earthengine.google.com/</a> dengan resolusi spasial 10 km.          |
| 2. | Citra CHIRPS   | Digital    | Data curah hujan diperoleh dari satelit CHIRPS sebanyak 24 yang diunduh pada <a href="https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps">https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps</a> . dengan resolusi spasial 5 km x 5 km. |
| 3. | Citra SPOT 6 dan SPOT 7 tahun 2021                   | Digital    | Data didapatkan dari LAPAN BRIN yang akan digunakan untuk uji geometrik citra Sentinel-2 dengan resolusi spasial 1,5 m x 1,5 m.   |
| 4. | Data panen padi tahun 2018-2021                      | Cetak      | Data panen padi dibutuhkan untuk validasi hasil pengolahan, data tersebut diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Pati.  |
| 5. | Batas administrasi sawah Kecamatan Winong tahun 2020 | Digital    | Data batas administrasi digunakan untuk memotong citra agar sesuai dengan lokasi penelitian yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kabupaten Pati skala 1 : 100.000.           |
| 6. | Produktivitas padi                                   | Wawancara  | Data didapatkan dengan wawancara langsung kepada petani. data ini digunakan untuk membuat pemodelan produktivitas padi.   |



### I.5.3 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi 4 tahapan seperti pada **Gambar I-2**.



**Gambar I-2** Diagram Alir Penelitian

## **I.6 Sistematika Penulisan Penelitian**

Adanya sistematika penulisan laporan agar dapat memberikan gambaran mengenai struktur laporan yang lebih jelas dan terarah. Adapun sistematikanya antara lain :

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab pertama memaparkan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, sistematika penulisan tugas akhir, dan kerangka berpikir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memaparkan referensi penelitian sebelumnya serta kajian pustaka yang membantu dan mendukung penelitian yang akan dilaksanakan yang meliputi tanaman padi, penginderaan jauh, algoritma NDRE, produktivitas padi, curah hujan, teori uji geometrik, teori uji regresi linier, konsep korelasi, uji statistik, Sentinel-2, dan CHIRPS.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan metode secara rinci yang akan digunakan mulai dari persiapan yang terdiri dari studi literatur, survei pendahuluan, akuisisi data, dan kontrol kualitas data. Selanjutnya tahap pengolahan data yang meliputi pengolahan Sentinel-2, CHIRPS, perhitungan produktivitas padi, perhitungan luas panen padi, dan perhitungan estimasi produksi padi. Tahap terakhir yaitu analisis dan validasi data.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

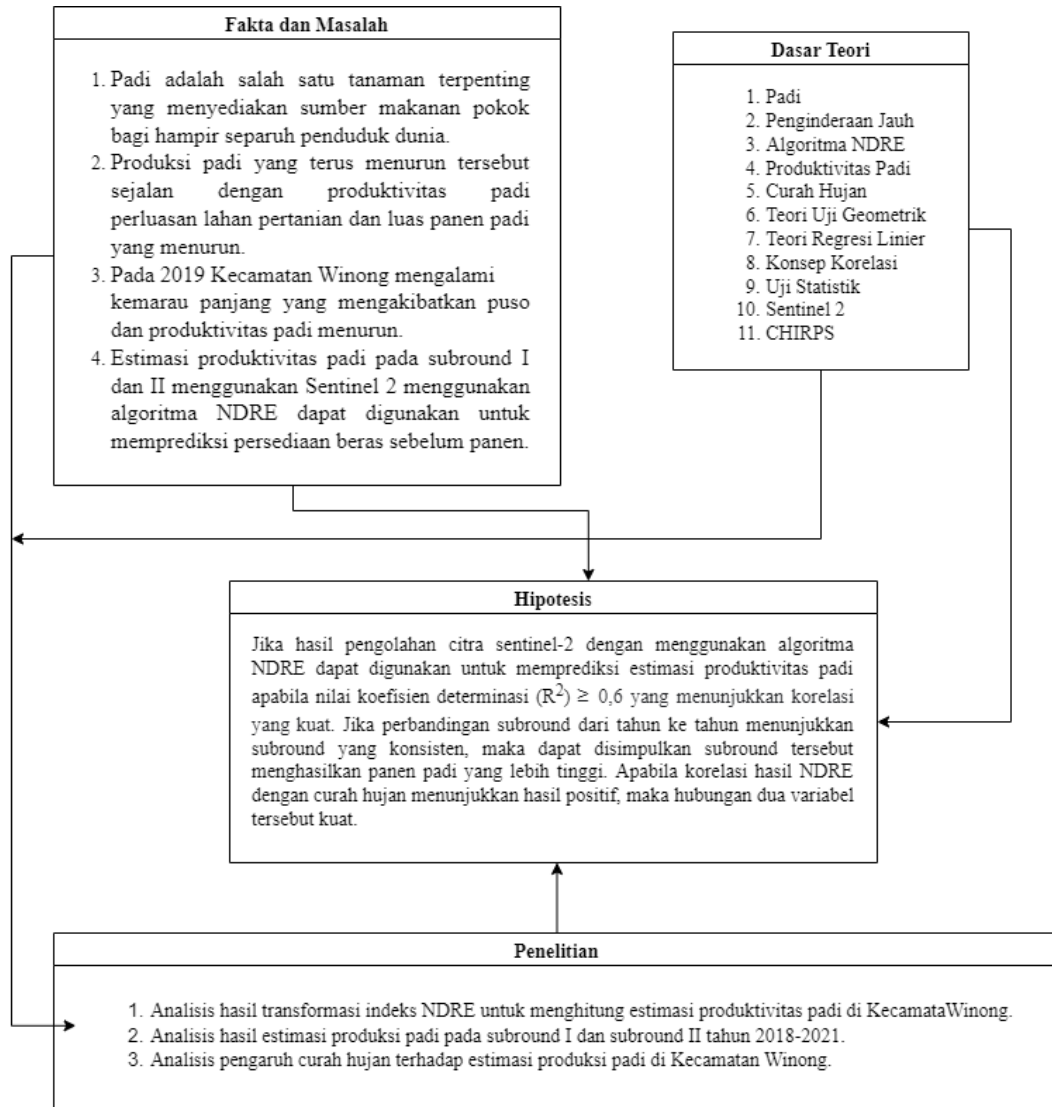
Bab ini membahas mengenai hasil dari penelitian dan menjelaskan analisis dari penelitian mengenai uji geometrik, NDRE, luas panen padi, produktivitas padi, estimasi produksi padi, dan curah hujan.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran yang dapat digunakan untuk peneliti selanjutnya agar lebih baik dalam melaksanakan penelitian.

## I.7 Sistematika Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir memuat garis besar penelitian yang dilakukan. Sistematika kerangka berpikir seperti pada **Gambar I-3**.



**Gambar I-3** Kerangka Berpikir

## DAFTAR PUSTAKA

- BIG. (2017). *Draft Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang*. Cibinong: Sekretariat BIG.
- BIG. (2018). *PERKA BIG NO.6 TH 2018. Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. Cibinong: Sekretariat BIG.
- BMKG. (2017). *Normal Hujan Bulanan*. Retrieved from <https://bmkg.sampali.net/normal-hujan-bulanan/>
- BMKG. (2022, April 12). *Daftar Istilah Klimatologi*. Retrieved from <http://balai3.denpasar.bmkg.go.id/daftar-istilah-musim>
- BPS. (2022). *Produksi Padi Tahun 2021 Turun 0,43 persen (Angka Tetap)*. Jakarta: Badan Pusat Statistika.
- BPS, K. (2012). *Buku Pedoman Pengumpulan Data Tanaman Pangan*. Jakarta: <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/>.
- Budyono, dan Arif, F. (2021). Evaluasi Data Climate Hazards Group Infrared Precipitation With Station (CHIRPS) dengan Data Pembanding Automatic Weather Station (AWS) dalam Mengestimasi Curah Hujan Harian di Provinsi Papua Barat. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol. 10, No. 1*, 64-72.
- Bulog. (2017, Maret 3). *BPS Pakai Metode Ini untuk Data Produksi Padi*. Retrieved from Bulog Terkini: <https://bulogterkini.com/bps-pakai-metode-ini-untuk-data-produksi-padi/>
- Climate Hazards Center. (2022, April 12). *CHIRPS: Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations*. Retrieved from <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>
- Danoedoro, P. (2012). *Pengolahan Citra Digital*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- DISPERTAN. (2020). *Data Luas Sawah, Produktivitas, dan Produksi Padi Kecamatan Winong Kabupaten Pati Tahun 2019-2020*. Pati.

- DISPERTAN. (2020). Luas Penggunaan Lahan Sawah menurut Kecamatan di Kabupaten Pati Tahun 2020. Pati: [https://jdihn.go.id/files/42/BAB\\_III\\_Fix\\_Dispartan.pdf](https://jdihn.go.id/files/42/BAB_III_Fix_Dispartan.pdf).
- EOS. (2015, Maret 3). *Sentinel 2*. [Online]. Retrieved from <https://eos.com/find-satellite/sentinel-2/>
- Estiningtyas, W., Boer, R., dan Buono, A. (2009). Analisis Hubungan Curah Hujan dengan Kejadian Banjir dan Kekeringan Pada Wilayah dengan Sistem Usahatani Padi di Provinsi Jawa Barat. *J.Agromet* 23 (1), 11-19.
- Faisol, A. I. (2020). Komparasi Antara Climate Hazards Group Infrared Precipitation With Stations (CHIRPS) dan Global Precipitation Measurement (GPM) Dalam Membangkitkan Informasi Curah Hujan Harian di Provinsi Jawa Timur. *Teknologi Pertanian Andalas*, 24(2), 148-156.
- FAO, F. a. (2008). *FAO and Sustainable Intensification of Rice Production for Food Security*. . Rome, Italy: FAO.
- Galton, S. F. (1877). Family Likeness in Stature,” *Proceedings of Royal Society*. vol. 40, 1886, pp. 42–72.
- Ghozali, I. (2013). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Gosset, W. S. (1908). *The Probable Error of a Mean*. *Biometrika*.
- Gumelar, O. (2015). Teknik Resampling Citra Satelit . *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XX* , 650-663.
- Hadi, S. (2004). *Metodologi Research Jilid III*. Jogjakarta: Penerbit Andi.
- Hidayatullah, M. L., dan Aulia, B. U. (2019). Identifikasi Dampak Perubahan Iklim Terhadap Pertanian Tanaman Padi di Kabupaten Jember. *JURNAL TEKNIK ITS Vol. 8, No. 2, ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)*, 6.
- Jaelani, L. M. (2017). *PPT Koreksi Atmosfer*. Surabaya: Depatemern Teknik Geomatika – ITS.
- Jumiagra, P. (2019). Analisa Estimasi Produksi Varietas Padi dengan Metode Peramalan ARIMA dan Hubungannya dengan Nilai Indeks Vegetasi (Studi Kasus : Kabupaten Bojonegoro). *TUGAS AKHIR – RM 184831*, 1-85.

- LAPAN. (2018). *Sentinel-2 Citra Satelit Resolusi Menengah*. Retrieved from lapan.go.id: [https://inderaja-catalog.lapan.go.id/application\\_data/default/pages/about\\_Sentinel-2.html](https://inderaja-catalog.lapan.go.id/application_data/default/pages/about_Sentinel-2.html)
- Lillesand, dan Kiefer. (1994). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra Digital*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Listyaningrum, Z. (2016). *Cloud Removal*. Retrieved from [https://www.academia.edu/37146342/Cloud\\_removal](https://www.academia.edu/37146342/Cloud_removal)
- Mahananto, Sutrisno, S., dan Nanda, C. F. (2009). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Padi Studi Kasus di Kecamatan Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah. *Wacana Vol. 12 No.1 Januari 2009 ISSN. 1411-0199*, 179-191.
- Margono. (2004). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Maria, A., Suhartanto, E., dan Fidari, J. S. (2022). Validasi Data Curah Hujan Satelit dengan Data Stasiun Hujan di DAS Sadar, Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air Vol. 2 No. 2*, 367-375.
- Misnawati, Boer, R., June, T., dan Faqih, A. (2018). Perbandingan Metodologi Koreksi Bias Data Curah Hujan CHIRPS. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 18-29.
- Moleong, L. F. (2010). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Moriasi, D. N. (2015). Hydrologic and Water Quality Models: Performance Measures and Evaluation Criteria. *Transactions of the ASABE*, 1763–1785. Retrieved from <https://doi.org/10.13031/trans.58.10715>
- Muchsin, F. (2017). Pengembangan Standardisasi Metode Koreksi Geometrik Data Optik Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Menengah. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-4*, 71-76.
- Nurwatik. (2015). Analisis Estimasi Produksi Padi Berdasarkan Luas Panen dengan Data Citra Satelit Landsat 8 Menggunakan Metode Regresi Linier (Studi Kasus: Kab. Sidoarjo, Jawa Timur). *Tugas Akhir– RG 141536*, 117.
- Organization, W. M. (2010). *Commission for Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 1064)*. Retrieved from In Fifteenth session - Abridged final report with resolutions and recommendations (Issue 1064):

[http://www.wmo.int/pages/prog/www/CIMO/CIMO15-WMO1064/1064\\_en.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/www/CIMO/CIMO15-WMO1064/1064_en.pdf)

- PP. (2011). *Peraturan Pemerintah (PP) tentang Penetapan Dan Alih Fungsi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan*. Jakarta Pusat: LN. 2011 No. 2, TLN No. 5185, LL SETNEG : 22 HLM.
- Prasetya, R., dan Danoedoro, P. (2018). Pemantauan Fase Pertumbuhan Tanaman Padi Menggunakan Citra Synthetic Aperture Radar (SAR-C) Sentinel 1-A di Sebagian Wilayah Bantul. *Universitas Gadjah Mada*.
- Purwandhi, S. H. (2001). *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Grasindo.
- PUSDATARU. (2017). *Pos Klimatologi Dangi*. Retrieved from <https://bpusdataru-bk.jatengprov.go.id/index.php/informasi-sda/hidrologi/klimatologi>
- RENSTRA. (2017). Rencana Strategis Kecamatan Winong Kabupaten Pati 2017-2022. [https://jdih.patikab.go.id/asset/files/BAB\\_II2.pdf](https://jdih.patikab.go.id/asset/files/BAB_II2.pdf).
- Saadi, T. D., dan Wijayanto, A. W. (2021). Machine Learning Applied to Sentinel-2 and Landsat-8 Multispectral And Medium-Resolution Satellite Imagery For The Detection Of Rice Production Areas In Nganjuk, East Java, Indonesia. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences Vol. 18 No.1* , 19-32.
- Setiawan, Y., Prasetyo, L. B., Pawitan, H., Liyantono, Syartinilia, Wijayanto, A. K., . . . Hakim, P. R. (2018). Pemanfaatan Fusi Data Satelit Lapan-a3/Ipb Dan Landsat 8 untuk Monitoring Lahan Sawah. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*.
- Shabrina, N., Sukmono, A., dan Subiyanto, S. (2020). Analisis Identifikasi Fase Tumbuh Padi untuk Estimasi Produksi Padi dengan Algoritma EVI dan NDRE Multitemporal pada Citra Sentinel-2 di Kabupaten Demak. *Jurnal Geodesi Undip*, 12.
- Sora. (2017). *Perbedaan dan Cara Menghitung Produksi dan Produktivitas dalam Pertanian*. Retrieved from <https://www.sampulpertanian.com/2017/03/perbedaan-dan-cara-menghitung-produksi.html>

- Sugiono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: ALFABETA.
- Sugiyono. (2001). *Metode Penilaian*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2010). *Belajar Analisis Data Sampel*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Surmaini, E. (2014). Penentuan Nilai Ambang Curah Hujan untuk Deteksi Dini Kekeringan pada Tanaman Padi Sawah: Studi Kasus Provinsi Jawa Barat dan Sulawesi Selatan. *ISSN 1410-7244*, 79-87.
- Thompson, C. N. (2019). *Using normalized difference red edge index to assess maturity in cotton*. *Crop Science*, 59(5), 2167-2177.
- Yuvalianda. (2019). *Uji Hipotesis dan Penggunaannya Dalam Penelitian*. Retrieved from <https://yuvalianda.com/uji-hipotesis/>

**Pustaka dari Wawancara :**

- Rohim, Abdul., Muntamah., Rofiatun., Sarkasi, Harun., Sunari., Masri., Karni., Wardi., Susanto, Mad., Supriyati., Suparyati., Supardi. 2022. “Produktivitas dan kekeringan pada Lahan Sawah Kecamatan Winong”. Hasil Wawancara Pribadi: 10-11 September 2022. Petani di Kecamatan Winong.