

SKRIPSI
SIMULASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM ELNINO TERHADAP
PRODUKTIVITAS PADI PADA KECAMATAN BAJENG KABUPATEN
GOWA

ZUL MAGFIRA
G011191396



DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2024



Optimization Software:
www.balesio.com

**SIMULASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM ELNINO TERHADAP
PRODUKTIVITAS PADI PADA KECAMATAN BAJENG KABUPATEN
GOWA**

Zul Magfira
G011191396

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana
Program studi Agroteknologi

Pada

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**



Optimization Software:
www.balesio.com

SKRIPSI
SIMULASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM ELNINO TERHADAP
PRODUKTIVITAS PADI PADA KECAMATAN BAJENG KABUPATEN
GOWA

ZUL MAGFIRA
G011191396

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada 27 Februari
2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian
Univeristas Hasanuddin
Makassar

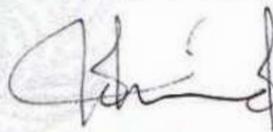
Mengesahkan:

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Kaimuddin, M.Si.
NIP. 19600512 196903 1 003

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Asmiaty Sahur, MP.
NIP. 19691010 199303 001

Ketua Program Studi Agroteknologi


Dr. Hari Iswoyo, S.P., M.A.
NIP. 19760508 200501 1 003

Mengetahui:


Dr. Hari Iswoyo, S.P., M.A.
NIP. 19760508 200501 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Simulasi Dampak Perubahan Iklim Elnino Terhadap Produktivitas Padi pada kecamatan Bajeng kabupaten Gowa" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Dr. Ir. Kaimuddin, M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Asmiaty Sahur, MP. sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 17 januari 2024



ZUL MAGFIRA
NIM G011191396



UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan skripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Dr. Ir. Kaimuddin, M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Asmiaty Sahur, MP. sebagai Pembimbing Pendamping). Terima kasih untuk Dosen Penguji Prof. Dr. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc., Dr. Hari Iswoyo, M.Si. dan Nuniek Widiyani, SP. M.Si. yang telah memberikan saran dan kritik dalam penulisan Skripsi ini. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada Dg. Bani yang telah mengizinkan kami untuk melaksanakan penelitian di lapangan, dan kepada Para dosen, staf dan pegawai akademik Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin khususnya yang telah memberikan bantuan selama menempuh pendidikan.

Terima kasih kepada SERENDITYPO (Lia, Aca, dan Mahda) yang telah membersamai penulis sejak SMA hingga penyelesaian skripsi ini yang telah mendengar keluh kesah penulis. Terima kasih Kepada Sakina, Anna, Fadia, dan Mahmud yang telah banyak membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Serta teman-teman seperjuangan Syar'I Squad, Team Nginap. Serta BPT FMA Faperta Unhas dan OKS19EN yang telah belajar dan bertumbuh bersama penulis selama masa pendidikan. Serta terima kasih kepada FMA Faperta Unhas, HIMAGRO FAPERTA UNHAS, BEM KEMA FAPERTA UNHAS, Sikola Cendikia Pesisir, HMI Kom. Pertanian, dan UKM KPI UNHAS dan Universitas Hasanuddin yang telah memberi ruang belajar menjadi manusia bagi penulis.

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta mama Hameriah dan Bapak Sirajuddin saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan sembah sujud atas cinta, doa yang tulus, pengorbanan dan waktu luang mereka selama saya menempuh pendidikan. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kakak Sulfiadi, Sulfitrah dan Zul Arwalan yang terus mendukung dan memotivasi saya untuk menjadi manusia yang lebih baik. Serta kepada Mama Dia, Bapak Amir, Kak Tia dan seluruh keluarga atas motivasi dan dukungan yang tak ternilai.

Makassar, 10 Januari 2024

ZUL MAGFIRA



ABSTRAK

ZUL MAGFIRA. **Simulasi Dampak Perubahan Iklim Elnino terhadap produktivitas padi pada Kecamatan Bajeng Kabupaten Gowa** (dibimbing oleh Kaimuddin dan Asmiaty Sahur).

Latar belakang. Untuk memahami hubungan antara faktor iklim Elnino, tanah, dan tanaman dapat digunakan simulasi tanaman yang memungkinkan pembuatan berbagai skenario terkait budidaya tanaman, seperti tanggal tanam, pemupukan, jenis tanah, kebutuhan air, dan lain-lain. **Tujuan** penelitian yaitu untuk validasi model DSSAT serta mempelajari dan menganalisis dampak perubahan iklim elnino terhadap produktivitas padi. **Metode.** Penelitian dibagi 3 tahap, yakni: 1) Pengumpulan data dilakukan untuk menghimpun data minimum yang akan diterapkan ke dalam model (DSSAT) agar model dapat dijalankan. 2) Validasi model dilakukan untuk menentukan apakah model dapat mewakili kondisi lapang; 3) Hasil validasi DSSAT akan diterapkan untuk simulasi dan menganalisis produksi tanaman padi pada kondisi iklim elnino. **Hasil.** Hasil validasi menggunakan RMSEn MDAP serta HWAM berada dalam kisaran sangat baik, dengan nilai kesalahan sekitar 2.12% dan 7.2% masing-masing. Penilaian menggunakan PBIAS menunjukkan bahwa model simulasi dikategorikan baik, dengan nilai -2.1% dan 6.68% untuk parameter MDAP dan HWAM. Evaluasi dengan menggunakan MAPE menunjukkan bahwa performa model simulasi layak untuk digunakan, dengan nilai 2.12% untuk MDAP dan 6.68 untuk HWAM. Padi yang ditanam pada kondisi normal (2020) mencapai hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan tahun elnino (2023, 2009 dan 2006) Adapun nilainya berturut-turut yaitu 6169 kg, 5280 kg, 4255 kg, dan 3766 kg. **Kesimpulan.** Interaksi antara curah hujan, radiasi matahari, dan suhu yang terpengaruh oleh Elnino dapat secara signifikan mempengaruhi hasil produksi padi.

Kata kunci: dssat, iklim elnino, padi



ABSTRACT

ZUL MAGFIRA. **Simulation of the Impact of Elnino Climate Change on rice productivity in Bajeng District, Gowa Regency** (supervised by Kaimuddin and Asmiaty Sahur).

Background. To understand the relationship between Elnino climate factors, soil, and crops, crop simulation can be used that allows the creation of various scenarios related to crop cultivation, such as planting dates, fertilization, soil types, water requirements, and others. **Aim.** The research objectives were to validate the DSSAT model and to study and analyze the impact of Elninoclimate change on rice productivity. **Methods.** The research was divided into 3 stages, namely: 1) Data collection is done to collect the minimum data that will be applied to the model (DSSAT) so that the model can be run. 2) Model validation is done to determine whether the model can represent field conditions; 3) DSSAT validation results will be applied to simulate and analyze rice crop production under elnino climate conditions. **Results.** Validation results using RMSEn MDAP and HWAM are in the excellent range, with error values of about 2.12% and 7.2% respectively. Assessment using PBIAS shows that the simulation model is categorized as good, with values of -2.1% and 6.68% for MDAP and HWAM parameters, respectively. Evaluation using MAPE shows that the performance of the simulation model is feasible to use, with a value of 2.12% for MDAP and 6.68 for HWAM. Rice planted under normal conditions (2020) achieved higher yields compared to elnino years (2023, 2009 and 2006) The values are 6169 kg, 5280 kg, 4255 kg, and 3766 kg, respectively. **Conclusion.** the interaction between rainfall, solar radiation, and temperature affected by Elnino can significantly affect rice production.

Keywords: dssat, elnino climate, rice



DAFTAR ISI

HALAMAN

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN HAK CIPTA	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 <u>Latar Belakang</u>	<u>1</u>
1.2 Tujuan dan Kegunaan	2
1.3 Landasan Teori	2
<u>BAB II METODE PENELITIAN</u>	<u>9</u>
2.1 <u>Tempat dan Waktu</u>	<u>9</u>
2.2 <u>Alat dan Bahan</u>	<u>9</u>
2.3 <u>Prosedur Penelitian</u>	<u>9</u>
<u>BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN</u>	<u>12</u>
3.1 <u>Hasil</u>	<u>12</u>
3.2 <u>Pembahasan</u>	<u>20</u>
.....	28
.....	29
.....	29
.....	29



DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Data produksi dan luas lahan panen padi tahun 2018-2020 sulsel.....	1
2. Parameter yang diterapkan pada data manajemen tanam	12
3. Informasi Permukaan tanah.....	13
4. Data analisis tanah	13
5. Data astronomis dan elevasi lokasi penelitian	13
6. Data ringkasan pengukuran tanaman dari hasil penelitian	13
7. Koefisien genetik padi untuk varietas ciliwung.....	14
8. Perbandingan hasil simulasi dan observasi	14
9. Validasi perbandingan hasil observasi dan simulasi model padi.	14



DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Grafik curah hujan (mm/day)	16
2. Grafik Radiasi matahari (SRAD/MJ/m ²)	16
3. Grafik suhu maksimum dan minimum (°C)	17
4. Grafik berat kering padi (kg/ha)	17
5. Grafik hasil indek luas daun padi	18
6. Grafik biomassa daun	18
7. Grafik biomassa Batang	19
8. Grafik biomassa akar	20



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Halaman
1. Data iklim harian kabupaten Gowa 2023	32
2. Data iklim harian kabupaten Gowa 2020	39
3. Data iklim harian kabupaten gowa 2006	46
4. Data iklim harian kabupaten Gowa 2009	53
5. Perhitungan validasi perbandingan antara data observasi dan simulasi variabel MDAP	59
6. Perhitungan validasi perbandingan antara data observasi dan simulasi variable HWAM.....	59
7. Dokumentasi.....	60



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim telah menjadi salah satu isu global yang paling mendesak untuk diatasi di abad ke-21 ini. Fenomena seperti pemanasan global, perubahan suhu ekstrem, dan pola cuaca yang tidak stabil memberi dampak negatif bagi kehidupan manusia dan lingkungan di seluruh dunia. Salah satu dampak yang paling signifikan dari perubahan iklim adalah fenomena Elnino (Yuwono, 2024)

Elnino adalah salah satu bagian dari sebuah siklus iklim yang dikenal sebagai Elnino Southern Oscillation (ENSO). Hal Ini terjadi ketika suhu permukaan laut di Samudra Pasifik tropis menjadi lebih hangat daripada biasanya. Dampak dari Elnino juga dapat sangat beragam diantaranya seperti kenaikan suhu global, peningkatan kekeringan, banjir, dan perubahan pola curah hujan di berbagai wilayah di seluruh dunia (Nabilah,2017)

Salah satu sektor yang paling rentan terhadap dampak Elnino adalah pertanian, khususnya produksi padi. Di Indonesia, mayoritas penduduk menjadikan beras (padi) sebagai makanan pokok. Oleh karena itu, Indonesia yang disebut sebagai negara agraris sudah seharusnya menjaga kestabilan pangan dalam negeri khususnya produksi beras sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri serta mencapai kemandirian pangan yang telah lama dicita-citakan (Asnawi, 2015).

Tabel 1. Data produksi dan luas lahan panen padi tahun 2018-2020 prov. Sulsel

Tahun produksi	Luas lahan produksi (ha)	Jumlah produksi ton)
2018	1.185.484	5.952.616
2019	1.010.188	5.054.166
2020	976.258	4.708.464

Sumber: *Badan Pusat Statistik (2021)*

Berdasarkan tabel 1. dalam kurun waktu 3 tahun, terjadi penurunan luas lahan panen padi yang berbanding lurus dengan penurunan jumlah produksi yang signifikan. Pada tahun 2018-2020 telah terjadi Penurunan luas lahan sebesar 17% dan terjadi penurunan produksi sebesar 21%. jika dianalisis, potensi luas lahan padi pada 2018 dan 2019 sebesar 5 ton/ha. Sedangkan pada tahun 2020 terjadi penurunan menjadi 4.8 ton/ha. Hal ini dapat terjadi karena jumlah produksi padi tidak hanya bergantung pada luas lahan namun juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti lingkungan (BPS,2021).

Peningkatan suhu dan perubahan pola curah hujan yang terkait dengan elnino dapat berdampak langsung pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi. Tingginya suhu dan kekeringan dapat mengurangi ketersediaan air tanah, menyebabkan stres pada tanaman padi selama periode pertumbuhan dan pembentukan biji. Di sisi lain, hujan yang tidak terduga dan intensitas yang tinggi juga dapat menyebabkan banjir dan pencucian nutrisi tanah, yang merugikan pertumbuhan



ayatullah & Aulia (2020) Produksi padi sangat terkait dengan
ama musim tanam. padi membutuhkan lebih banyak air dalam
nya. Salah satu faktor iklim yang berpengaruh terhadap
gi tanaman adalah curah hujan. Di Indonesia, musim tanam
hujan. Selain itu, faktor iklim lainnya seperti kenaikan suhu udara

dapat menyebabkan penurunan produktivitas tanaman karena peningkatan respirasi pada malam hari dan meningkatnya serangan hama dan penyakit tanaman. Kejadian iklim ekstrem seperti banjir, kekeringan, dan serangan organisme pengganggu tanaman juga dapat menyebabkan penurunan luas panen akibat kerusakan tanaman (puso).

Untuk memahami hubungan antara faktor iklim khususnya pada tahun elnino, tanah, dan produktivitas tanaman dapat digunakan simulasi tanaman yang memungkinkan pembuatan berbagai skenario terkait budidaya tanaman, seperti tanggal tanam, pemupukan, jenis tanah, kebutuhan air, dan lain-lain sehingga dapat diterapkan dalam budidaya tanaman. Salah satu alat yang dapat digunakan yaitu *Desicion Support System for Agrotechnology Transfer* (DSSAT) yaitu sebuah aplikasi yang menerapkan prinsip agroekosistem untuk mengevaluasi efek praktik pengelolaan pertanian terhadap pertumbuhan tanaman, dinamika nutrisi, pengembangan alat yang berguna bagi petani serta menilai dampak perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman dan risiko lingkungan serta mencari langkah-langkah adaptasi yang potensial (Jiang *et al.*, 2019).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka perlu untuk mengetahui keterkaitan antara dampak perubahan iklim elnino dan produktivitas padi sehingga penting untuk melakukan simulasi dampak perubahan iklim elnino terhadap produktivitas padi dimana analisis pertumbuhan dan produksi yang diperoleh dari penelitian ini dapat memberikan informasi penting untuk pengambilan keputusan dalam budidaya tanaman padi.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini yaitu untuk validasi model DSSAT serta mempelajari dan menganalisis perubahan iklim elnino terhadap produktivitas padi. Kegunaan penelitian ini yaitu didapatkan hasil validasi yang dapat diterima untuk melakukan simulasi analisis produksi pada kondisi tanaman padi dengan simulasi perubahan iklim yang berbeda sehingga dapat menjadi informasi yang terpercaya dan cepat dalam pengambilan keputusan bagi petani padi untuk mendapatkan hasil produksi yang optimal.

1.3 Landasan Teori

1.3.1 Tanaman Padi (*Oryza Sativa*)

Tambah kemungkinan berat/ha padi ciliwung

Padi merupakan tanaman pangan berupa rumput berumpun yang berasal dari dua benua yaitu Asia dan Afrika Barat tropis dan subtropis. Penanaman padi sendiri sudah dimulai sejak Tahun 3.000 sebelum masehi di Zhejiang, Tiongkok (Purwono dan Purnamawati, 2007). Hampir setengah dari penduduk dunia terutama dari negara berkembang termasuk Indonesia sebagian besar menjadikan padi sebagai makanan msi untuk memenuhi kebutuhan pangannya setiap hari. Hal tanaman padi mempunyai nilai spiritual, budaya, ekonomi, bangsa Indonesia karena dapat mempengaruhi hajat hidup banyak



za sativa L.) merupakan tanaman semusim yang mempunyai tasi pada berbagai kondisi lingkungan. Menurut Wijayanti (2009) ah adalah tumbuhan yang tergolong tanaman air (*water plant*).

Sebagai tanaman air bukan berarti bahwa tanaman padi hanya bisa tumbuh di atas tanah yang terus menerus digenangi air, baik penggenangan terjadi secara alami yang disebut rawa-rawa, maupun penggenangan disengaja yang disebut tanah sawah. Padi juga dapat tumbuh di tanah kering asalkan curah hujan mencukupi kebutuhan tanaman. Potensi produksi padi tergantung pada jenis varietas menurut Bambang *et. al* potensi genetik varietas unggul baru Inpari-8, Inpari-10 dan Ciliwung yaitu 6,5, 7,0 dan 9,0 t/ha.

Pertumbuhan tanaman padi dibagi ke dalam tiga fase, yaitu : (1) vegetatif (awal pertumbuhan sampai pembentukan bakal malai/primordia), (2) reproduktif (primordia sampai pembungaan), dan (3) pematangan (pembungaan sampai gabah matang). Fase vegetatif merupakan fase pertumbuhan organ-organ vegetatif, seperti pertumbuhan jumlah anakan, tinggi tanaman, jumlah, bobot, dan luas daun (Makarim dan Suhartatik, 2009). Tahap vegetatif dimulai dari stadia bibit yang selanjutnya akan membentuk anakan padi yang jumlahnya terus bertambah. Demikian pula jumlah daun serta luasnya ikut bertambah. Fase vegetatif tanaman padi ada dua, yaitu fase vegetatif cepat dan lambat. Fase vegetatif cepat ini dimulai dari pertumbuhan bibit sampai jumlah anakan mencapai maksimum. Jumlah anakan maksimum biasanya di capai pada minggu ke enam atau ke tujuh setelah tanam. Selama fase ini jumlah anakan, tinggi tanaman dan berat jerami terus bertambah. Fase vegetatif lambat ini dimulai dari jumlah anakan mencapai maksimum sampai keluarnya premordia (bakal malai). Premordia biasanya keluar pada hari ke 50 dan 60 hari setelah tanam (Handoyo, 2009).

1.3.2 Iklim Tanaman Padi

Variabilitas iklim sangat menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman menyebutkan bahwa faktor iklim mempengaruhi 1/3 dinamika produksi pertanian secara global, sementara Heino *et al.* (2018) menyatakan bahwa produktivitas tanaman sangat dipengaruhi oleh variabilitas iklim (osilasi iklim global) pada hampir 2/3 pertanian dunia. Setiap perubahan unsur iklim memberikan dampak terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung termasuk pada tanaman padi.

a. Curah Hujan

Padi membutuhkan curah hujan yang cukup selama siklus pertumbuhannya. Padi juga dapat tumbuh dengan baik dalam kondisi kekeringan jika tersedia sistem irigasi yang memadai. Tanaman padi dapat tumbuh dengan baik di daerah yang beriklim panas dan banyak mengandung uap air dengan curah hujan rata-rata 200 mm bulan⁻¹ atau lebih, dengan distribusi selama 4 bulan, curah hujan yang dikehendaki sekitar 1500-2000 mm tahun⁻¹ dengan ketinggian tempat berkisar antara 0-1500 mdpl dan tanah yang baik untuk pertumbuhan padi adalah tanah sawah dengan kandungan fraksi pasir, debu dan lempung dengan perbandingan tertentu dan diperlukan air dalam

yang ketebalan lapisan atasnya sekitar 18-22 cm dengan pH 4-7. Air akan membawa dampak positif dalam pengairan, sehingga diperlukan tanaman padi di sawah dapat tercukupi (Suryanto,

di secara umum membutuhkan suhu minimum 11°-25°C untuk 23 C untuk pembungaan, 20°-25°C untuk pembentukan biji, dan



suhu yang lebih panas dibutuhkan untuk semua pertumbuhan karena merupakan suhu yang sesuai bagi tanaman padi khususnya di daerah tropika. Suhu udara dan intensitas cahaya di lingkungan sekitar tanaman berkorelasi positif dalam proses fotosintesis, yang merupakan proses pemasakan oleh tanaman untuk pertumbuhan tanaman dan produksi buah (Adi, 2019).

c. Kelembaban Udara

Kelembaban yang sesuai adalah faktor penting dalam pertumbuhan dan produksi tanaman padi (*Oryza sativa*). Tanaman padi membutuhkan kelembaban yang tinggi untuk mencapai hasil yang optimal. Kelembaban yang optimal relatif tinggi, yaitu berkisar antara 70 hingga 90 persen. Kelembaban yang tinggi membantu meningkatkan hasil produksi dan kualitas biji padi yang dihasilkan. Namun, penting juga untuk menghindari kelembaban berlebihan yang dapat menyebabkan penyakit dan gangguan pada tanaman. Kelembaban udara yang tinggi berkontribusi pada pengurangan transpirasi tanaman dan menghambat kehilangan air melalui stomata daun. Hal ini membantu menjaga kelembaban relatif di permukaan daun, yang mendukung pertumbuhan optimal tanaman padi. Kelembaban udara yang tinggi juga dapat mengurangi tekanan evaporatif pada tanaman dan mengurangi risiko kekeringan (Alridiwersah *et al.* 2019).

d. Cahaya Matahari

Menurut Donggulo (2017) Cahaya matahari adalah faktor penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi (*Oryza sativa*). Tanaman padi adalah tumbuhan yang membutuhkan paparan sinar matahari yang cukup untuk melakukan proses fotosintesis, sintesis makanan, dan mengatur berbagai proses fisiologis. Cahaya matahari berperan dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi. Cahaya matahari yang cukup mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman, termasuk pembentukan dan perpanjangan batang, daun, dan akar. Selain itu, cahaya matahari juga mempengaruhi pembungaan, pembentukan malai, dan produksi bulir padi yang optimal.

Intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman padi juga penting. Tanaman padi membutuhkan intensitas cahaya yang memadai untuk menjaga aktivitas fotosintesis yang optimal. Intensitas cahaya yang rendah dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sedangkan intensitas cahaya yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada daun dan pertumbuhan yang tidak seimbang. Selain intensitas cahaya, durasi pencahayaan juga mempengaruhi tanaman padi. Tanaman padi adalah tanaman tumbuh siang atau tanaman yang membutuhkan durasi pencahayaan yang cukup lama untuk pertumbuhan yang optimal (Purba, 2019).

1.3.3 Dampak Perubahan Iklim terhadap Padi

Perubahan iklim di Indonesia memiliki dampak yang signifikan. Banyak kejadian yang terjadi sebagai hasil dari perubahan iklim dan pemanasan global, seperti distribusi curah hujan, meningkatnya kejadian kekeringan, banjir, serta penurunan produksi pertanian atau bahkan kegagalan panen. Meningkatnya kejadian kebakaran hutan, meningkatnya suhu di daerah permukaan air laut. Perubahan pola dan distribusi curah hujan dengan bahwa daerah yang sudah kering menjadi semakin kering, yang basah menjadi semakin basah sehingga mengganggu



kelestarian sumber daya air. Kejadian-kejadian ekstrem seperti hujan deras dalam waktu singkat dapat menyebabkan banjir dan tanah longsor. Di sisi lain, musim kemarau yang berkepanjangan menyebabkan kekeringan dan krisis air, serta memicu kebakaran hutan. Ketidakstabilan curah hujan seperti awal musim yang terlambat dan berakhir lebih cepat berdampak negatif pada sektor pertanian, menyebabkan penurunan produktivitas bahkan kegagalan panen (Sumastuti & Pradono, 2016).

Berbagai penelitian menunjukkan produksi pertanian dipengaruhi oleh perubahan iklim. Hal ini antara lain ditandai oleh tingginya frekuensi kejadian iklim ekstrim dan suhu meningkat melebihi kondisi optimum bagi pertumbuhan tanaman. Perubahan iklim itu sendiri ditandai antara lain oleh kenaikan suhu, keragaman curah hujan, dan meningkatnya kejadian iklim ekstrim. Kondisi ini menyebabkan penurunan produktivitas tanaman di daerah dengan suhu yang lebih tinggi, cekaman panas, erosi tanah dan degradasi lahan akibat meningkatnya intensitas dan durasi kekeringan (Solomon *et al.* 2007).

Dalam budidaya tanaman, terdapat tiga faktor utama yang berperan, yaitu iklim, tanah, dan tanaman. Ketiga faktor ini saling berinteraksi untuk menentukan tingkat produksi tanaman. Ketidakseimbangan pada salah satu faktor tersebut akan mempengaruhi hasil akhirnya. Ketika kondisi tanah dan tanaman optimal, iklim memiliki peran yang lebih dominan, meskipun manusia tidak dapat mengendalikan iklim secara langsung. Iklim memiliki sifat yang sangat dinamis dan kompleks, sehingga yang dapat dilakukan adalah menyesuaikan dengan kondisi iklim setempat. Selain itu, iklim juga mengalami perubahan dalam jangka panjang. Indikator iklim seperti suhu udara dan curah hujan mengalami perubahan akibat pemanasan global, dan konsentrasi CO₂ juga mengalami peningkatan sebagai hasil dari perubahan iklim (Estiningtyas & Syakir, 2018).

1.3.4 Fenomena *Elnino-Southern Oscillation* (ENSO)

Kata El-Nino dalam Bahasa Spanyol ialah anak laki-laki. Sedangkan La-Nina dalam bahasa Spanyol juga merupakan anak perempuan. Menurut sejarahnya, fenomena El-Nino ditemukan oleh para nelayan yang sedang berada di wilayah sekitar pasifik tengah dan timur. Merekalah saksi dari terjadinya pemanasan suhu dari permukaan laut. Sedangkan La-Nina pada umumnya bersamaan dengan menghangatnya suhu permukaan laut di wilayah Indonesia yang mengakibatkan meningkatnya curah hujan disekitar wilayah tersebut.

Peristiwa elnino biasanya bermula dan berakhir pada saat yang tetap dan biasanya berlangsung sekitar satu tahun. Para ahli meteorologi dan oseonologi telah menetapkan bahwa batasan yang bisa mengindikasikan adanya elnino antara lain; anomali suhu muka laut, arus lalu lintas Indonesia dan komponen angin zonal. Interaksi antara atmosfer dan samudera pasifik menimbulkan peristiwa elnino dan lanina. Elnino adalah peristiwa yang menyebabkan musim kemarau panjang dan lanina adalah peristiwa yang menyebabkan musim kemarau lebih basah di Indonesia. Peristiwa ini terjadi di dibagian tengah samudera pasifik. berdasarkan institusi NOAA, untuk menentukan jenis elnino dapat dilihat anomali suhu muka laut. Elnino >2,0°C termasuk kuat, elnino sedang 1,0-2,0 °C dan elnino lemah <1,0 °C fenomena elnino sedang terjadi pada tahun



1967,1992,2002,2006,2009, kemudian elnino kuat terjadi pada tahun 1962 dan 1997 (Pribadi, 2012).

Elnino adalah fenomena di mana suhu permukaan air laut di Pasifik Ekuator tengah meningkat di atas normal. Dampaknya, suhu permukaan air laut di perairan Indonesia menurun di bawah normal, yang mengakibatkan penurunan curah hujan di sebagian besar wilayah negara ini. Peristiwa Elnino ini terjadi secara periodik, dengan rentang waktu antara 2 hingga 7 tahun dan rata-rata terjadi sekali dalam setiap 4 tahun. Keberadaan Elnino di Indonesia memberikan dampak yang buruk terutama pada sektor pertanian, karena berpotensi menyebabkan kekeringan. Kekeringan terjadi akibat adanya perubahan kondisi cuaca yang tidak normal di suatu wilayah. Hal ini ditandai dengan penurunan jumlah curah hujan dibandingkan dengan kondisi cuaca yang normal. Setiap tahun, Indonesia selalu menghadapi risiko bencana kekeringan yang serius. Dalam situasi kekeringan, pertanian menjadi terganggu dan produktivitas tanaman menurun secara signifikan. Misalnya padi sangat rentan terhadap kekurangan air.

curah hujan di Indonesia umumnya dipengaruhi oleh fenomena signifikan seperti *Elnino-Southern Oscillation* (ENSO) . Pengaruh fenomena ini selanjutnya berinteraksi dengan monsun dan pola lokal yang memengaruhi variabilitas curah hujan tahunan, bulanan dan intensitas hujan ekstrem (Qian *et al.*, 2013). ENSO merupakan fenomena interaksi atmosfer-laut yang terjadi di samudra pasifik tropis yang berfluktuasi berkala antara episode dingin (La Niña) dan hangat (Elnino). Pengaruh Elnino dan La Niña sangat terasa di Kalimantan Barat pada periode Juni-Agustus (Supari *et al.*, 2018). Variabilitas curah hujan dapat menyebabkan beberapa masalah seperti banjir dan kekeringan. Pada tahun 2015 peristiwa Elnino menyebabkan kekeringan yang memberikan dampak penurunan produktivitas padi (Salman, 2016). Selanjutnya, terjadi peristiwa kekeringan pada akhir tahun 2019 akibat adanya fenomena Dipole Mode yang dampaknya hampir serupa dengan Elnino 1997 dan 2015 (Lu dan Ren, 2020).

1.3.5 **Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT)**

Pengembangan DSSAT dimulai pada awal tahun 1980-an di bawah kepemimpinan Dr. Gerrit Hoogenboom, seorang ilmuwan pertanian dan profesor di Institut Teknologi Georgia di Amerika Serikat. Perkembangan DSSAT dimotivasi oleh kebutuhan mendesak untuk mengembangkan alat yang dapat membantu para pengambil keputusan di sektor pertanian dalam merencanakan dan mengelola sumber daya pertanian secara lebih efisien. Pada saat itu, teknologi komputer semakin berkembang, dan konsep sistem pendukung keputusan mulai diterapkan di berbagai bidang, termasuk pertanian.

DSSAT merupakan suatu perangkat lunak yang berperan penting dalam pengambilan keputusan di sektor pertanian. DSSAT dirancang untuk membantu para pengambil keputusan terkait manajemen sumber daya pertanian dengan menyediakan informasi yang akurat terkait teknologi pertanian yang dapat digunakan. DSSAT merupakan sistem pendukung keputusan yang berfokus pada transfer teknologi pertanian untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Dengan menggunakan DSSAT, pertumbuhan tanaman, DSSAT memungkinkan para stakeholder



pertanian, seperti petani, peneliti, dan pengambil kebijakan, untuk membuat keputusan yang lebih informasional dan tepat.

Kegunaan DSSAT sangat luas dan mencakup beberapa aspek penting dalam konteks pertanian. Pertama, DSSAT digunakan untuk optimasi pertanian, membantu para petani merencanakan pertanian yang optimal dengan mempertimbangkan variabel-variabel seperti jenis tanah, iklim, dan pemilihan tanaman yang sesuai untuk daerah tertentu. Kedua, perangkat lunak ini berguna dalam prediksi hasil panen, memungkinkan para petani dan peneliti untuk memproyeksikan hasil panen berdasarkan kondisi pertanian dan iklim tertentu. Ketiga, DSSAT berperan dalam manajemen sumber daya pertanian dengan mempertimbangkan efisiensi penggunaan air, pupuk, dan pestisida, serta dampak lingkungan dari keputusan pertanian. Terakhir, DSSAT memberikan kemampuan untuk melakukan analisis dampak perubahan iklim terhadap pertanian, memungkinkan pengembangan strategi adaptasi untuk menghadapi tantangan perubahan iklim.

Adapun cara kerja DSSAT yaitu langkah Pertama, pengguna memilih model pertumbuhan tanaman yang sesuai dengan kebutuhan analisisnya. DSSAT menyediakan berbagai model, termasuk *CERES*, *AQUACROP*, dan *CROPGRO*, yang dapat dipilih sesuai dengan jenis tanaman dan kondisi pertanian tertentu. Kedua, pengguna memasukkan data yang diperlukan, seperti jenis tanah, iklim, praktek pertanian, dan jenis tanaman, ke dalam sistem. Data ini berfungsi sebagai input untuk simulasi pertumbuhan tanaman. Ketiga, DSSAT melakukan simulasi dan analisis berdasarkan input yang diberikan. Sistem ini menghasilkan informasi mengenai perkiraan hasil panen, kebutuhan sumber daya, dan dampak lingkungan dari skenario pertanian tertentu. Keempat, pengguna dapat membuat berbagai skenario pertanian dengan mengubah variabel-variabel tertentu, seperti jenis tanaman, praktik penanaman atau iklim untuk melihat bagaimana perubahan tersebut akan mempengaruhi hasil panen dan manajemen pertanian secara keseluruhan.

Data yang dibutuhkan di masukkan ke dalam aplikasi DSSAT menggunakan *tools* yang telah tersedia di aplikasi. Alat khusus tersebut dapat memasukkan data cuaca, tanah, pengelolaan tanaman dan pengamatan. terdapat beberapa *tools* yang digunakan untuk memasukkan beberapa data yang dibutuhkan yaitu ;

a. XBuild

XBuild digunakan untuk memasukkan data pengelolaan tanaman yang disimpan dalam file pengelolaan tanaman. Data pengelolaan yang diperlukan meliputi; 1) informasi tanggal penanaman, 2) Tanggal pengukuran, 3) Kondisi tanah, 4) Kerapatan tanam, 5) Jarak tanam, 6) Kedalaman tanam, 7) Varietas tanaman, 8) Irigasi, 9) praktik pemupukan.

b. WeatherMan

Dalam penyusunan file iklim dibutuhkan nilai-nilai variabel meteorologi meliputi, (misalnya minimum, curah hujan harian dan radiasi global), sesuai dengan kebutuhan dilakukan. Data ini diperoleh dari stasiun cuaca universitas. WeatherMan memungkinkan pemasukan dan pemformatan data cuaca ke DSSAT. Data cuaca dapat diimpor dari *spreadsheet* dan juga dapat diimpor dari file lain termasuk file CSV dan ASCII.



c. ATCreate

ATCreate digunakan untuk memasukkan data pengukuran tanaman diperoleh dari pengamatan langsung yang dilakukan di lokasi penelitian yang meliputi tanggal pembungaan dan tanggal pematangan. Selain itu, hasil akhir yang diukur satu kali selama akhir musim meliputi indeks luas daun, data analisis pertumbuhan termasuk biomassa daun, batang dan reproduksi, kelembaban tanah dan pengukuran nitrogen tanah.

d. SBuild

SBuild digunakan untuk memasukkan data informasi permukaan tanah, termasuk warna tanah, kemiringan, permeabilitas, dan karakteristik drainase.

