

## Analisis Produksi Padi Jawa Timur menggunakan Sistem Dinamik Mendukung Upaya Ketahanan Pangan

Rima Tsaniyah Amilatus Sholihah<sup>1\*</sup>, Agung Brastama Putra<sup>2</sup>, Seftin Fitri Ana Wati<sup>3</sup>  
 Sistem Informasi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya,  
 Indonesia

\*e-mail *Corresponding Author*: 19082010097@student.upnjatim.ac.id

### Abstract

*Indonesia, as a country with a rapidly developing agricultural sector, faces challenges in maintaining food security. Increasing population and limited agricultural land can cause a food crisis. Therefore, this study aims to provide relevant information regarding model development and simulation of paddy production in East Java. This study uses a dynamic system approach to describe the food needs of the people in East Java and support food security efforts. The results of this study are presented in the form of a Causal Loop Diagram (CLD) which provides an overview of the cause-and-effect relationships between variables in the system. By using CLD, this research visualizes the interaction of various factors that influence paddy production. In addition, this study produces three scenarios that focus on improving the quality of fertilizers, adding agricultural technology, and a combination of the two previous scenarios. This analysis helps to understand the factors that influence paddy production and provides insight into increasing paddy productivity in East Java.*

**Keywords:** *Paddy Production Analysis; System Dynamics; Food Security; Causal Loop Diagram*

### Abstrak

Indonesia, sebagai negara yang memiliki sektor pertanian yang berkembang pesat, menghadapi tantangan dalam menjaga ketahanan pangan. Pertumbuhan populasi yang terus meningkat sementara lahan pertanian terbatas menimbulkan kekhawatiran akan krisis pangan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyediakan informasi yang relevan dalam pengembangan model dan simulasi produksi padi di Jawa Timur. Penelitian ini menggunakan pendekatan sistem dinamik untuk menggambarkan kebutuhan pangan masyarakat Jawa Timur dan mendukung upaya ketahanan pangan. Hasil penelitian ini adalah *Causal Loop Diagram* (CLD), yang memberikan gambaran tentang hubungan sebab-akibat antara variabel-variabel dalam sistem. Dengan menggunakan CLD, maka digambarkan interaksi antara berbagai faktor yang memengaruhi produksi padi. Selain itu, penelitian ini menghasilkan tiga skenario yang berfokus pada peningkatan kualitas pupuk, penambahan teknologi pertanian, dan kombinasi kedua skenario sebelumnya. Analisis ini membantu memahami faktor-faktor dan memberikan wawasan yang memengaruhi produksi padi di Jawa Timur.

**Kata kunci:** *Analisis Produksi Padi; Sistem Dinamik; Ketahanan Pangan; Causal Loop Diagram.*

### 1. Pendahuluan

Indonesia, sebuah negara yang terletak di kawasan Asia Tenggara dengan karakteristik iklim tropisnya, menghadirkan dua musim utama dalam tahunnya, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Keistimewaan curah hujan yang melimpah selama musim hujan telah menjadikan Indonesia sebagai negara agraris yang mengalami pertumbuhan ekonomi di sektor pertanian yang sangat signifikan. Namun, perubahan iklim yang semakin terasa saat ini telah membawa dampak yang tidak bisa diabaikan terhadap sektor pertanian, termasuk aspek pertumbuhan dan hasil tanaman [1].

Indonesia, sebagai salah satu negara dengan pertumbuhan populasi yang mencapai angka tertinggi, tengah dihadapkan dengan tantangan demografi yang signifikan [2]. Ketidakseimbangan antara jumlah penduduk yang terus meningkat dengan lahan pertanian

yang terbatas dapat berujung pada krisis ketahanan pangan yang mengkhawatirkan [2]. Oleh karena itu, ketersediaan pangan yang mencukupi dalam hal kuantitas dan kualitas merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam menjaga stabilitas pangan di Indonesia, terutama mengingat luasnya wilayah negara ini yang rentan terhadap berbagai risiko ketahanan pangan baik yang bersumber dari faktor alami maupun buatan manusia [3]. Pemerintah Indonesia memiliki peran yang sangat signifikan dalam menjaga dan mengelola ketersediaan pangan bagi masyarakatnya. Fokus pada kedaulatan pangan dan pengembangan sektor pertanian menjadi bagian integral dari upaya pemerintah. Salah satu wilayah yang memiliki peran strategis dalam produksi beras sebagai makanan pokok adalah Jawa Timur [3].

Dalam konteks pertanian, terdapat Skenario Intensifikasi Lahan, yang merupakan perencanaan dan serangkaian tindakan canggih yang bertujuan untuk meningkatkan hasil dan efisiensi pertanian pada lahan yang telah ada, tanpa harus memperluas area pertanian secara besar-besaran, bertujuan menghadapi dua tantangan krusial dalam dunia pertanian modern. Pertama, yakni upaya memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi global yang tak kenal henti. Kemudian, tujuan kedua adalah memastikan bahwa semua upaya ini tidak merusak lingkungan alam kita dan menjaga keberlanjutan ekosistem yang semakin rentan. Skenario intensifikasi lahan bukan hanya sekedar konsep, tetapi juga sebuah strategi yang menggabungkan teknologi pertanian mutakhir, peningkatan manajemen lahan dan sumber daya alam, serta pemanfaatan praktik-praktik berkelanjutan dalam pertanian [4]. Ini mencakup penggunaan varietas tanaman yang lebih produktif, penggunaan pupuk yang bijaksana, perubahan dalam siklus tanam dan panen yang lebih efisien, dan bahkan pemanfaatan teknologi seperti irigasi cerdas dan pengendalian hama yang tepat waktu.

Untuk mengatasi tantangan yang muncul dalam produksi padi dan sistem pertanian di wilayah Jawa Timur, dipilih pendekatan sistem dinamik sebagai alat analisis yang kuat dan efektif. Pendekatan ini adalah sebuah kerangka kerja analitis yang mampu merinci dan menggambarkan interaksi yang kompleks antara berbagai faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap produksi padi. Pendekatan sistem dinamik memungkinkan untuk mengkaji secara mendalam bagaimana perubahan pada satu faktor tertentu, seperti perubahan iklim, teknologi pertanian, atau praktik pengelolaan lahan, dapat berdampak pada faktor-faktor lain dalam ekosistem pertanian. Dengan kata lain, pendekatan ini memungkinkan untuk melihat sejauh mana perubahan pada satu komponen dapat mempengaruhi seluruh sistem. Selain itu, pendekatan sistem dinamik juga memungkinkan analisis terhadap implikasi dari perubahan-perubahan tersebut terhadap ketahanan pangan. Hal ini dapat membantu dalam meramalkan dan memahami bagaimana ketahanan pangan di wilayah tersebut dapat dipengaruhi oleh dinamika kompleks dalam produksi padi. Pendekatan ini merupakan alat yang dapat digunakan dalam menyusun strategi yang lebih efektif untuk mengatasi tantangan dan risiko yang terkait dengan produksi padi serta memastikan ketahanan pangan yang berkelanjutan [5].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran kebutuhan masyarakat di Jawa Timur dalam rangka memahami upaya ketahanan pangan nasional di Jawa Timur menggunakan pendekatan sistem dinamik.

## 2. Tinjauan Pustaka

Telah dilakukan sebuah penelitian yang menghasilkan faktor-faktor seperti tenaga kerja, modal, lahan, benih, pupuk, dan manajemen pertanian memainkan peran kunci dalam proses produksi padi sawah [6]. Kemudian terdapat penelitian yang dilakukan oleh Faridah dan Syechalad yang membahas dampak berbagai faktor terhadap nilai tukar petani di sektor pertanian padi di Aceh dengan faktor-faktor yang dievaluasi mencakup luas lahan, jenis benih yang digunakan, penggunaan pupuk, tenaga kerja yang tersedia, pengalaman petani, tingkat pendidikan, dan modal yang dimiliki, kemudian didapatkan kesimpulan bahwa faktor-faktor produksi seperti luas lahan, jenis benih, penggunaan pupuk, dan tenaga kerja memiliki dampak yang penting terhadap nilai tukar petani [7]. Hasil penelitian dari kedua penelitan ini menunjukkan bahwa faktor-faktor produksi yang efisien dan optimal, seperti pengelolaan lahan yang baik, penggunaan benih yang berkualitas, penggunaan pupuk yang sesuai, tenaga kerja yang cukup, dan ketersediaan modal, dapat secara positif memengaruhi produksi padi.

Pada studi penelitian sebelumnya dilakukan penelitian pendekatan sistem dinamik yang berfokus pada meningkatkan produksi dan keamanan pangan padi dengan perbaikan budidaya, metode panen, dan analisis faktor-faktor yang memengaruhi kualitasnya menggunakan simulasi

sistem dinamis untuk menilai kesesuaian lahan bagi pertumbuhan padi berdasarkan persyaratan tanaman, karakteristik lahan, dan kualitasnya sehingga bertujuan mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang faktor-faktor yang memengaruhi hasil produksi padi, meningkatkan efisiensi panen, dan memperbaiki kualitas produksi untuk mendukung ketahanan pangan [8]. Lalu terdapat penelitian di Tahun 2015 menggunakan sistem dinamik yang memiliki tujuan untuk meramalkan ketersediaan beras di Jawa Timur dari tahun 2013 hingga 2020 dan mengevaluasi sejauh mana Jawa Timur siap mencapai target peningkatan produksi beras di subsektor tanaman pangan padi untuk memperkuat ketahanan pangan nasional menghasilkan simulasi yang menunjukkan bahwa Jawa Timur belum mencapai target untuk menyumbang 60% dari surplus beras nasional sebesar 10 juta ton pada tahun 2014 [9]. Kedua penelitian memiliki kesimpulan yang serupa bahwa meningkatkan produksi padi dapat membantu meningkatkan ketahanan pangan di Indonesia, Garside dan Asjari menyarankan untuk meningkatkan produksi padi di wilayah Jawa Timur [9], sedangkan Aprillya dan yang lainnya menyarankan untuk meningkatkan produksi padi secara nasional dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang memengaruhi produksi padi secara komprehensif [8].

Terdapat penelitian menggunakan pendekatan sistem dinamik yang dilakukan oleh Suryani dan lainnya pada tahun 2020 dan 2022 yang membahas tentang produksi jagung dan peningkatan pendapatan petani di Indonesia. Penelitian pertama memiliki tujuan menghasilkan skenario yang dapat menjadi pendukung usaha tani jagung berkelanjutan, dilakukan dengan meningkatkan produksi dan pendapatan petani jagung sehingga hasil penelitian menunjukkan bahwa skenario yang paling optimal adalah penggunaan pupuk organik, yang menghasilkan produktivitas dan produksi jagung tertinggi dengan biaya budidaya yang lebih rendah [10]. Dalam penelitian berikutnya, menunjukkan bahwa dengan mengacu pada potensi pengembangan lahan jagung di berbagai wilayah, luas panen jagung dapat ditingkatkan secara bertahap dengan laju pertumbuhan sekitar 0,6 persen per tahun dengan dilakukannya intensifikasi dan perluasan lahan, produksi jagung diharapkan dapat mengatasi permasalahan produktivitas dan produksi jagung dalam dinamika lingkungan dengan meningkatkan kedua aspek tersebut melalui penggunaan model dan skenario [11].

Terdapat sebuah penelitian pada Tahun 2023 yang bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan beras sebagai komoditas utama di Indonesia dan menghasilkan rekomendasi model serta skenario sebagai dasar kebijakan strategis untuk meningkatkan pasokan beras dalam 10 tahun mendatang oleh Sintiya menggunakan sistem dinamik serta menyimpulkan bahwa pendekatan sistem dinamik dapat digunakan sebagai alat analisis yang efektif untuk menganalisis ketersediaan beras dan mendukung kebijakan ketahanan pangan di Indonesia [5].

Berdasarkan penjelasan di atas, peneliti menemukan beberapa perbedaan yaitu dari beberapa model sistem yang dibuat. Dari segi model, peneliti merancang sebuah model intensifikasi dengan mengansumsikan adanya peningkatan kualitas pupuk dan penambahan teknologi pertanian. Dari segi metode, peneliti menggunakan metode sistem dinamik karena metodologi ini dapat menjadi alat analisis yang efektif untuk memahami interaksi kompleks antara berbagai faktor yang memengaruhi produksi pangan dan implikasinya terhadap ketahanan pangan dengan tujuan akhir meningkatkan produksi pangan

### 3. Metodologi

Metode pemodelan yang digunakan pada perancangan sistem untuk produksi padi di Jawa Timur adalah Sistem Dinamik yang merupakan konsep simulasi yang diciptakan oleh Jay Forrester (MIT) pada tahun 1960-an yang fokus pada interaksi dan *loop* umpan balik antar variabel dalam suatu sistem [12].

#### 1) Analisis Kebutuhan

Untuk melakukan analisis kebutuhan, langkah awal yang sangat penting adalah merujuk pada literatur terkait. Dalam rangka pencarian literatur ini, langkah yang diambil adalah melakukan pencarian informasi dari berbagai sumber, termasuk buku, jurnal, naskah, catatan, dokumen, dan berbagai jenis sumber lainnya yang relevan dengan subjek penelitian. Hal ini dilakukan dengan tujuan utama untuk menghimpun beragam informasi yang terkait yang telah tercatat dan berkembang seiring berjalannya waktu.

Analisis kebutuhan merupakan proses yang dilakukan untuk menentukan jenis data yang mutlak diperlukan dalam kerangka penelitian ini. Salah satu aspek sentral yang menjadi fokus adalah data yang berkaitan dengan produksi padi di wilayah Provinsi Jawa Timur, serta segala informasi yang berkaitan dengan aspek ketahanan pangan dalam wilayah tersebut.

Mengacu pada rumusan yang diberikan oleh Balai Pengembangan dan Penelitian Departemen Pertanian, perhitungan produktivitas padi dilakukan dengan membagi jumlah produksi padi (dalam satuan Ku) dengan luas panen padi (dalam satuan Ha) [3]. Dengan demikian, unsur data yang paling fundamental yang menjadi kebutuhan adalah informasi yang berkaitan dengan luas panen, produktivitas tanaman padi, dan total produksi padi.

$$Produktivitas\ Padi\ \left(\frac{Ku}{Ha}\right) = \frac{Produksi\ Padi\ (Ku)}{Luas\ Panen\ (Ha)} \dots\dots\dots (1)$$

Dalam memahami upaya ketahanan pangan di Jawa Timur, dilakukan analisis menggunakan pendekatan sistem dinamik. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam analisis ini antara lain:

- a Produksi padi yang belum optimal dan masih terdapat rendahnya produktivitas petani.
- b Ketergantungan pada faktor cuaca yang tidak dapat diprediksi.
- c Keterbatasan teknologi dan peralatan pertanian yang digunakan.

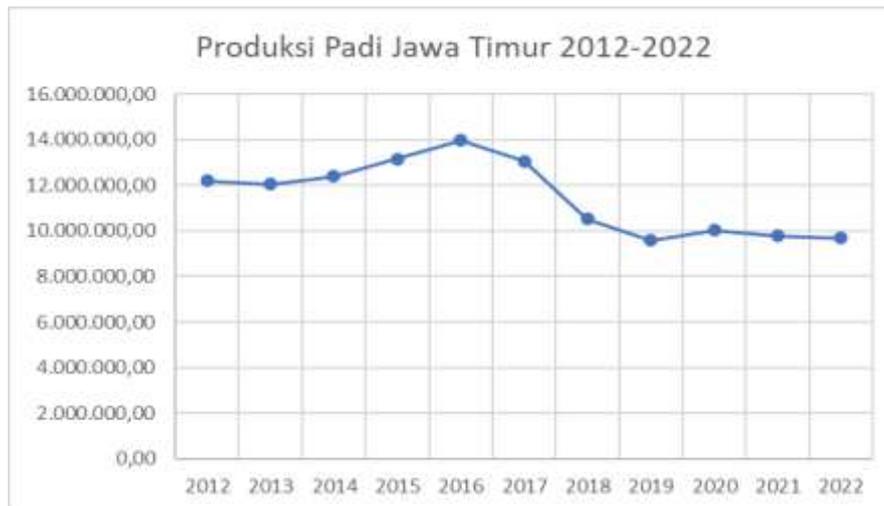
Dalam analisis sistem dinamik, faktor-faktor tersebut dapat dihubungkan satu sama lain melalui *causal loop diagram* (CLD) untuk memahami bagaimana faktor-faktor tersebut saling mempengaruhi dan memperkuat atau melemahkan satu sama lain. Dengan memahami hubungan antar faktor tersebut, dapat dilakukan strategi dan tindakan yang tepat untuk meningkatkan produksi padi di Jawa Timur.

**2) Pengumpulan Data**

Tahap pengumpulan data merupakan langkah penting dalam menghimpun informasi yang relevan untuk penelitian ini. Data yang diperlukan untuk proses pemodelan dan simulasi berasal dari sumber-sumber resmi seperti website Kementerian Pertanian RI dan Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. Dalam Tabel 1 menampilkan data yang menjadi fokus adalah data mengenai luas panen, produktivitas, dan produksi selama 10 tahun yang merupakan tabel data aktual yang mencakup entri dari titik 1 hingga 10 untuk luas panen, produktivitas, dan produksi padi di Jawa Timur [13].

Tabel 1. Data Aktual Luas Panen, Produktivitas dan Produksi

Tahun	Luas Panen	Produktivitas	Produksi
2012	1.975.719,000	6,200	12.198.707,000
2013	2.037.021,000	5,810	12.049.342,000
2014	2.072.630,000	5,890	12.397.049,000
2015	2.152.070,000	6,120	13.154.967,000
2016	2.278.460,000	5,920	13.969.789,000
2017	2.285.232,000	5,610	13.060.464,000
2018	1.828.700,000	5,790	10.537.922,000
2019	1.702.426,360	5,610	9.580.933,880
2020	1.761.881,970	5,750	10.022.386,980
2021	1.747.481,200	5,670	9.789.587,670
2022	1.704.759,480	5,710	9.686.760,380



Gambar 1. Data Aktual Produksi Padi

Dalam Gambar 1, terdapat representasi visual dari data aktual mengenai produksi padi mulai dari tahun 2012 hingga 2022. Grafik ini menggambarkan fluktuasi produksi selama 10 tahun terakhir. Produksi mencapai puncaknya pada tahun 2016, mencapai 13.969.789,000 Ton. Namun, terjadi penurunan signifikan pada tahun 2019, di mana luas panen mencapai angka terendah dalam periode tersebut, yakni 9.580.933,880 Ton.



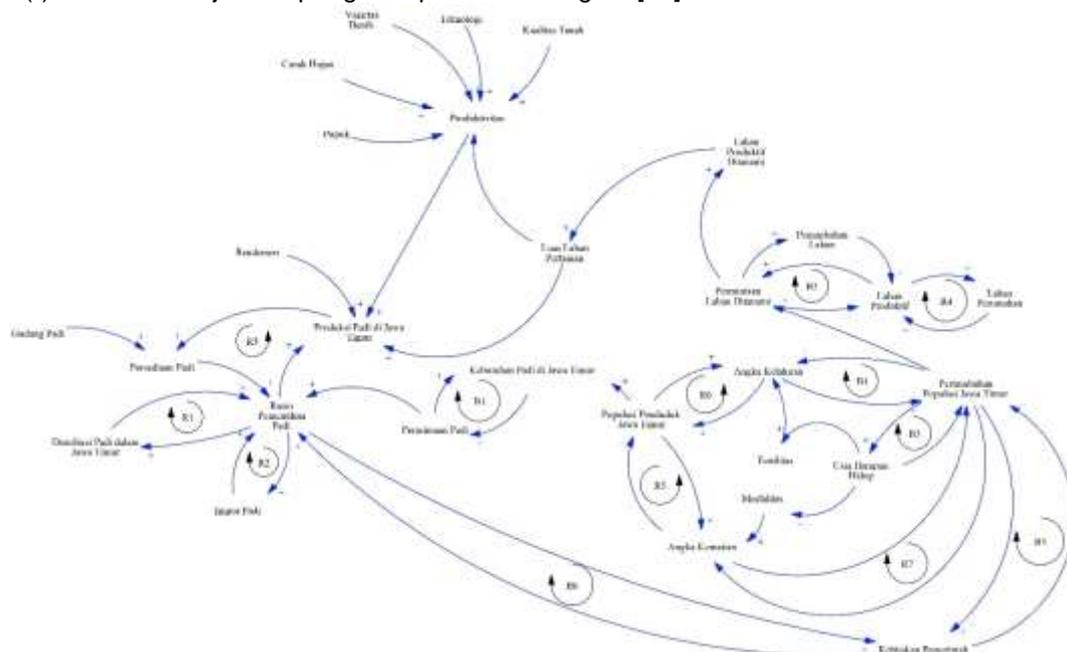
Gambar 2. Data Aktual Penduduk Jawa Timur

Selain produksi padi yang menurun, dalam periode dari tahun 2012 hingga 2022, terus terjadi peningkatan jumlah penduduk secara konsisten. Pada tahun 2012, jumlah penduduk mencapai 38.106.590 orang, sementara pada tahun 2022, angka tersebut meningkat signifikan menjadi 41.416.407 orang [14]. Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk meningkatkan produksi padi untuk menyeimbangkan pemenuhan kebutuhan padi untuk penduduk Jawa Timur.

### 3) Pembuatan Model Dasar

Memanfaatkan interaksi yang diwakili oleh diagram kausatik, diagram ini mencerminkan karakteristik sistem, termasuk kompleksitas, perubahan perilaku terhadap waktu, serta dampak dari umpan balik tertutup yang menghasilkan informasi dan keputusan baru sehingga dirancang sebuah model dasar untuk mewakili pemodelan produksi padi yang kemudian akan dilakukan

analisa dari hubungan yang saling berkaitan. Pendekatan ini dianggap lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional karena mampu mengatasi kelemahan seperti kurang mempertimbangkan lingkungan eksternal, hubungan sebab-akibat yang kompleks, dan ketidakmampuan memprediksi perubahan besar secara akurat. Diagram kausatik mengambil bentuk *Causal Loop Diagram* (CLD), yang berfungsi sebagai alat bahasa untuk memahami dinamika dan merangkai skenario menjadi cerita koheren tentang masalah tertentu. *Causal Loop Diagram* (CLD) mengilustrasikan hubungan antar faktor melalui panah dengan tanda (+) dan (-) untuk menunjukkan pengaruh positif dan negatif [15].



Gambar 3. Model Dasar *Causal Loop Diagram*

Interaksi dalam *Causal Loop Diagram* (CLD) model dasar sistem dinamik produksi padi di Jawa Timur adalah kompleks. Ini melibatkan tiga jenis variabel utama: input, proses, dan output [16]. Variabel input mencakup faktor-faktor seperti curah hujan, ketersediaan air, pupuk, dan benih yang saling memengaruhi. Variabel proses, seperti pengolahan tanah, penanaman, pemupukan, dan pengairan, juga memiliki interaksi kompleks yang memengaruhi satu sama lain. Di sisi lain, variabel output mencakup hasil panen, dan kualitas padi, yang juga memiliki keterkaitan yang kuat satu sama lain. Selain itu, terdapat interaksi antar variabel yang perlu diperhatikan, seperti pengaruh curah hujan tinggi terhadap ketersediaan air dan kualitas tanah, serta dampak pemupukan yang tepat terhadap pertumbuhan tanaman dan hasil panen. Seluruh sistem ini sangat dinamis, di mana perubahan dalam satu variabel dapat memicu efek berantai yang memengaruhi variabel lainnya, bahkan dengan arah yang berlawanan, tergantung pada waktu. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang interaksi dalam sistem ini menjadi kunci dalam perencanaan dan pengelolaan produksi padi yang berkelanjutan di Jawa Timur.

**4) Perancangan Skenario**

Pada tahap ini perancangan skenario untuk pemodelan yang diterapkan pada model dasar *Causal Loop Diagram* berdasarkan perancangan dan penyusunan data yang telah dilakukan sebelumnya. Terdapat sejumlah upaya sebelumnya yang telah dilakukan dalam rangka meningkatkan produktivitas padi untuk mencapai target produksi yang diinginkan. Dalam konteks ini, diterapkan dua jenis skenario yang umumnya dikenal sebagai skenario parameter dan skenario struktur [17][18][19]. Kedua tipe skenario ini bertujuan untuk mengoptimalkan berbagai faktor yang berkontribusi terhadap produktivitas tanaman padi, dan sering kali disebut sebagai skenario intensifikasi lahan karena mereka menekankan pada elemen-elemen yang mendorong peningkatan produktivitas [20]. Skenario parameter berfokus pada penyesuaian nilai-nilai atau parameter-parameter tertentu dalam model pertanian. Skenario ini memungkinkan peneliti untuk menguji bagaimana perubahan dalam faktor-faktor ini dapat



tanaman berbasis teknologi, pemilihan varietas unggul, manajemen pupuk yang efisien, dan analisis data pertanian. Skenario ini bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi dalam produksi padi melalui pemanfaatan teknologi terkini.

- 3) Skenario Gabungan bertujuan untuk menciptakan sinergi antara peningkatan kualitas pupuk dalam pertanian dengan penerapan teknologi pertanian yang lebih efisien. Dengan menggabungkan kedua aspek ini, diharapkan kualitas tanah dan kondisi tanaman dapat ditingkatkan secara bersamaan, yang pada akhirnya akan menghasilkan peningkatan produktivitas dalam produksi padi. Skenario ini merupakan upaya komprehensif untuk mengoptimalkan strategi-strategi yang dapat diterapkan guna meningkatkan produktivitas padi secara berkelanjutan.

Ketiga skenario ini merupakan langkah-langkah strategis yang diharapkan dapat mendukung peningkatan produksi padi dan ketahanan pangan di Jawa Timur.

#### 4.1.2 Mekanisme Skenario

Deskripsi sistem yang terlihat dalam Gambar 4 dapat disederhanakan sebagai pemahaman mengenai struktur dan keterkaitan dalam sistem. Ada beberapa siklus dalam sistem ini yang mewakili hubungan seimbang atau saling memperkuat antar komponen, serta siklus yang menggambarkan hubungan seimbang.

Salah satu siklus, yang disebut sebagai Siklus R1, menunjukkan keterkaitan antara Distribusi Padi di Jawa Timur dengan Rasio Pemenuhan Padi. Siklus ini berarti bahwa distribusi padi di wilayah tersebut berdampak pada sejauh mana kebutuhan padi di wilayah tersebut dapat terpenuhi melalui produksi lokal. Jika produksi lokal rendah, rasio pemenuhan padi akan menurun. Siklus R2 menggambarkan ketergantungan antara Impor Padi dengan Rasio Pemenuhan Padi. Semakin besar jumlah impor padi, rasio pemenuhan padi di wilayah tersebut cenderung menurun. Siklus R3 mengaitkan Produksi Padi di Jawa Timur, Persediaan Padi, dan Rasio Pemenuhan. Semakin tinggi produksi dan persediaan padi, semakin tinggi rasio pemenuhan padi di suatu wilayah. Siklus R4 berhubungan dengan Lahan Perumahan dan Lahan Produktif. Kenaikan penggunaan lahan untuk perumahan memiliki dampak negatif pada ketersediaan lahan produktif untuk pertanian dan produksi padi. Siklus R5 dan R6 melibatkan Populasi Penduduk Jawa Timur, masing-masing dengan Angka Kematian dan Angka Kelahiran. Pertumbuhan populasi yang tinggi dapat berdampak pada angka kematian yang lebih tinggi, tetapi juga dapat memengaruhi peningkatan angka kelahiran. Siklus R7 merangkai Pertumbuhan Populasi Penduduk Jawa Timur dengan Angka Kematian.

Di sisi lain, ada juga siklus *balancing*, seperti Siklus B1 yang menghubungkan Kebutuhan Padi Jawa Timur dengan Permintaan Padi. Siklus B2 menunjukkan ketergantungan Permintaan Lahan Ditanami pada Lahan Produktif. Siklus B3 mengaitkan Pertumbuhan Populasi Penduduk Jawa Timur dengan Usia Harapan Hidup. Siklus B4 menggambarkan hubungan antara Pertumbuhan Populasi Penduduk Jawa Timur dan Angka Kelahiran. Siklus B5 dan B6 melibatkan Pertumbuhan Populasi Penduduk Jawa Timur dengan Kebijakan Pemerintah, serta Rasio Pemenuhan Padi dengan Kebijakan Pemerintah. Ini adalah gambaran umum dari struktur kompleks yang ada dalam sistem, yang mencakup berbagai faktor yang saling berhubungan dan memengaruhi satu sama lain dalam konteks produksi padi di Jawa Timur.

#### 4.2. Pembahasan

Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang telah mempertimbangkan pengembangan model sistem dinamik sebagai alat analisis dalam konteks meningkatkan produktivitas dan daya saing melalui pemanfaatan teknologi [17][18][19]. Walaupun terdapat kesamaan konsep, penelitian ini membedakan diri dalam penggunaan model yang lebih terfokus pada tujuannya. Penelitian sebelumnya dan penelitian ini keduanya mengejar pengembangan model sistem dinamik sebagai sarana untuk analisis dan pengembangan. Beberapa penelitian terdahulu mungkin lebih menekankan pada analisis ekonomi pintar di berbagai kota di Indonesia, sedangkan penelitian ini fokus pada pengembangan model yang bertujuan meningkatkan produksi padi. Penelitian ini menggunakan pendekatan Sistem Dinamik yang memungkinkan untuk menganalisis interaksi kompleks antara variabel-variabel mempengaruhi produksi padi sehingga dapat memberikan informasi yang mendalam tentang bagaimana semua elemen ini saling berinteraksi dan bagaimana perubahan di salah satu variabel dapat mempengaruhi variabel lainnya, serta dampaknya terhadap tujuan upaya

ketahanan pangan. Berdasarkan hasil penelitian Analisis Produksi Padi Jawa Timur menggunakan pendekatan Sistem Dinamik untuk memahami Upaya Ketahanan Pangan, didapatkan dua skenario utama serta satu skenario gabungan yang menggabungkan kedua skenario utama. Ketiga skenario ini dapat memberikan gambaran kebutuhan masyarakat di Jawa Timur dengan baik dalam rangka memahami upaya ketahanan pangan nasional di Jawa Timur menggunakan pendekatan sistem dinamik.

## 5. Simpulan

Dengan hasil pembahasan dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa untuk memberikan gambaran kebutuhan masyarakat di Jawa Timur dalam rangka memahami upaya ketahanan pangan nasional di Jawa Timur menggunakan pendekatan sistem dinamik maka dibuat tiga skenario telah dirancang, yaitu peningkatan kualitas pupuk, penambahan teknologi pertanian, dan skenario gabungan. Ketiga skenario ini menjadi langkah-langkah kunci dalam evaluasi dan pengoptimalan strategi guna meningkatkan produktivitas padi secara berkelanjutan. Penelitian ini juga memberikan pemahaman yang mendalam tentang hubungan yang kompleks antara berbagai variabel yang memengaruhi produksi dan pemenuhan padi di Jawa Timur. Hal ini terutama terwujud melalui pemanfaatan *Causal Loop Diagram* (CLD), yang memperlihatkan peran penting Produksi Padi dan Persediaan Padi dalam dinamika sistem. Faktor-faktor seperti pertumbuhan lahan perumahan dan pertumbuhan populasi Jawa Timur juga memiliki dampak yang signifikan pada produksi dan permintaan padi. Sebagai langkah selanjutnya, penelitian ini mengejar pengembangan model dan skenario dasar berdasarkan diagram sebab-akibat (kausalistik) dan mengimplementasikan tiga skenario ke dalam model dasar tersebut. Dengan rangkaian skenario struktural dan parameter yang sesuai, penelitian bertujuan untuk memproyeksikan sistem produksi padi dan menguji berbagai kebijakan yang dapat mendukung upaya ketahanan pangan di Jawa Timur.

## Daftar Referensi

- [1] R. Ruminta, H. Handoko, And T. Nurmala, "Indikasi Perubahan Iklim Dan Dampaknya Terhadap Produksi Padi Di Indonesia (Studi Kasus : Sumatera Selatan Dan Malang Raya)," *J. Agro*, Vol. 5, No. 1, Pp. 48–60, 2018, Doi: 10.15575/1607.
- [2] D. W. Pujiriyani, E. Soetarto, D. A. Santosa, And I. Agusta, "Tekanan Populasi, Kepadatan Agraris, Dan Ketersediaan Lahan Pada Komunitas Petani," *Bhumi J. Agrar. Dan Pertanah.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 42-53, 2019, Doi: 10.31292/Jb.V5i1.318.
- [3] B. Utomo, "Peran Penting Lembaga Pangan Dan Generasi Milenial Di Era Industri 4.0 Dalam Mendukung Ketahanan Pangan Nasional," *J. Pangan*, Vol. 29, No. 1, Pp. 71–86, 2020, Doi: 10.33964/Jp.V29i1.479.
- [4] L. Marita, M. Arief, N. Andriani, And M. A. Wildan, "Strategi Peningkatan Kesejahteraan Petani Indonesia, Review Manajemen Strategis," *Agriekonomika*, Vol. 10, No. 1, Pp. 1–18, 2021, Doi: 10.21107/Agriekonomika.V10i1.9391.
- [5] E. S. Sintiya, "Kebijakan Ketahanan Pangan Ketahanan Pangan Selalu Menjadi Fokus Food And Agriculture Organization ( Fao ) Di Tengah-Tengah Ancaman Peningkatan Jumlah Orang," *Tecnoscienza*, Vol.7 No.2, Pp 269-282, 2023.
- [6] H. Mahmud, A. Rauf, And Y. Boekoesoe, "Faktor-Faktor Produksi Usahatani Padi Sawah Di Kecamatan Boliyohuto Kabupaten Gorontalo," *Agrinesia J. Ilm. Agribisnis*, Vol. 6, No. 2, Pp. 96–102, 2022, Doi: 10.37046/Agr.V6i2.15909.
- [7] N. Faridah And M. N. Syechalad, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Nilai Tukar Petani Sub Sektor Tanaman Pangan Padi Di Aceh," *Jim) Ekon. Pembang. Fak. Ekon. Dan Bisnis Unsyiah*, Vol. 1, No. 1, Pp. 169–176, 2016.
- [8] M. R. Aprillya, E. Suryani, And A. Dzulkarnain, "The Analysis Of Quality Of Paddy Harvest Yield To Support Food Security: A System Thinking Approach (Case Study: East Java)," *Procedia Comput. Sci.*, Vol. 161, Pp. 919–926, 2019, Doi: 10.1016/J.Procs.2019.11.200.
- [9] A. K. Garside And H. Y. Asjari, "Simulasi Ketersediaan Beras Di Jawa Timur," *J. Ilm. Tek. Ind.*, Vol. 14, No. 1, Pp. 47–58, 2015.
- [10] E. Suryani, U. E. Rahmawati, And A. A. Zahra, "Improving Maize Production And Farmers' Income Using System Dynamics Model," *J. Agric. Sci.*, Vol. 14, No. 6, Pp. 68–95, 2022, Doi: 10.5539/Jas.V14n6p68.
- [11] E. Suryani And L. P. Dewi, "A Model To Improve Corn Productivity And Production And Production," Vol. 15, No. 2, Pp. 589–621, 2020, Doi: 10.1108/Jm2-11-2018-0181.

- [12] D. C. Lane And J. D. Sterman, "Profiles In Operations Research: Jay Wright Forrester," *Profiles Oper. Res. Pioneers Innov.*, No. June 2014, Pp. 363–386, 2011, Doi: 10.1007/978-1-4419-6281-2.
- [13] (Bps - Statistics Indonesia) Badan Pusat Statistik, "Luas Panen, Produksi, Dan Produktivitas Padi Menurut Provinsi 2020-2022," *Www.Bps.Go.Id*, 2022. <https://www.bps.go.id/indicator/53/1498/1/luas-panen-produksi-dan-produktivitas-padi-menurut-provinsi.html>.
- [14] (Bps - Statistics Indonesia) Badan Pusat Statistik, "Bps: 270,20 Juta Penduduk Indonesia Hasil Sp2020," 2020. <https://www.bps.go.id/news/2021/01/21/405/bps--270-20-juta-penduduk-indonesia-hasil-sp2020.html>.
- [15] G. D. Agung, "Pemodelan Sistem Dinamis Produksi Tempe 'Sumber Mas' Di Kabupaten Jember," Skripsi, Program Studi Manajemen Agroindustri, Politeknik Negeri Jember, Jember, 2020
- [16] T. W. L. Wibowo, "Peningkatan Produktivitas Pertanian Padi dan Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca Untuk Mewujudkan Smart Agriculture Dengan Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik," Tesis, Program Magister Departemen Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2018.
- [17] A. Firmansyah And E. Suryani, "Model Sistem Dinamik Untuk Pengembangan Smart Economy (Studi Kasus: Kota Surabaya)," *J. Tek. Its*, Vol. 6, No. 2, Pp. 276–281, 2017, Doi: 10.12962/J23373539.V6i2.23167.
- [18] O. A. Dan E. Suryani, "Aplikasi Model Sistem Dinamik Untuk Menganalisis Permintaan Dan Ketersediaan Listrik Sektor Industri (Studi Kasus : Jawa Timur)," Vol. 1, Pp. 339–344, 2012.
- [19] I. Artika And M. Chaerul, "Model Sistem Dinamik Untuk Evaluasi Skenario Pengelolaan Sampah Di Kota Depok," *J. Wil. Dan Lingkung.*, Vol. 8, No. 3, Pp. 261–279, 2020, Doi: 10.14710/Jwl.8.3.261-279.
- [20] S. Nurhidayah *Et Al.*, "Intensifikasi Lahan Pertanian Berbasis Tanaman Jagung Di Desa Sukaraja Kecamatan Rajapolah Tasikmalaya," Vol. 2, No. 2, Pp. 5–11, 2019.