

**ANALISIS TATA KELOLA RANTAI PASOK BAWANG PUTIH DI JAWA TIMUR  
MENGUNAKAN SIMULASI DINAMIKA SISTEM**

**SKRIPSI**

Oleh

**AGUS SUYONO**

**NIM 14510030111032**



**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2021**



**ANALISIS TATA KELOLA RANTAI PASOK BAWANG PUTIH DI JAWA TIMUR  
MENGUNAKAN SIMULASI DINAMIKA SISTEM**

**SKRIPSI**

Oleh

**AGUS SUYONO**

**NIM 14510030111032**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik



**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2021**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Tugas Akhir : Analisis Tata Kelola Rantai Pasok Bawang Putih Di Jawa Timur Menggunakan Simulasi Dinamika Sistem

Nama Mahasiswa : Agus Suyono

NIM : 145100301111032

Jurusan : Teknologi Industri Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing Pertama,

Pembimbing Kedua,

*Handwritten signature of Prof. Dr. Ir. Imam Santoso, MP*

Prof. Dr. Ir. Imam Santoso, MP

NIP. 19681005 199512 1 001

*Handwritten signature of Aunur Rofiq Mulyarto, S.T.P., M.Sc*

Aunur Rofiq Mulyarto, S.T.P., M.Sc

NIP. 19701125 199903 1 001

Tanggal Persetujuan: 15 Juni 2021

Tanggal Persetujuan: 21/06/2021



**LEMBAR PENGESAHAN**

Judul Tugas Akhir : Analisis Tata Kelola Rantai Pasok Bawang Putih Di Jawa Timur Menggunakan Simulasi Dinamika Sistem

Nama Mahasiswa : Agus Suyono

NIM : 145100301111032

Jurusan : Teknologi Industri Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji I,

Ir. Usman Efendi, MS

NIP. 19610727 198701 1 001

Dosen Penguji II,

Prof. Dr. Ir. Imam Santoso, MP

NIP. 19681005 199512 1 001

Dosen Penguji III,

Aunur Rofiq Mulyarto, STP., M.Sc

NIP. 19701125 199903 1 001

Ketua Jurusan,

Dr. Siti Asmaul Mustaniroh, STP, MP.

NIP. 19740608 199903 2 001

Tanggal Lulus TA: .....



## RIWAYAT HIDUP



**Agus Suyono**, lahir di Bojonegoro pada tanggal 3 Mei 1997. Penulis adalah anak Pertama dari satu bersaudara oleh pasangan Salamun dan Jujuk Juwariyah. Penulis memulai pendidikan di TK-pada tahun 2001-2002 dan dilanjutkan di Madrasah Ibtidaiyah Mafatihul Huda, Kedungrejo pada tahun 2002-2008. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Sugihwaras di Bojonegoro pada tahun 2008-2011. Penulis aktif di ekstrakurikuler bela diri pada tahun 2010 sebagai anggota. Pada tahun 2011-2014 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Sugihwaras. Ketika SMA penulis aktif di ekstrakurikuler Sablon pada tahun 2013 sebagai anggota. Penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Brawijaya dengan mengambil Jurusan Teknologi Industri Pertanian pada 2014. Selama masa kuliah penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Industri Pertanian (HIMATITAN) pada tahun 2015 sebagai Anggota Muda Bidang Kesejahteraan Mahasiswa dan 2017 sebagai Staff Ahli Bidang Kesejahteraan Mahasiswa. Selain di organisasi internal, penulis juga aktif di Organisasi Kedaerahan (ORDA) Brawijaya Students from Bojonegoro (BSB) mulai tahun 2014 dan sebagai Ketua Umum pada periode 2016-2017. Penulis aktif di organisasi Ekstra Kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Komisariat Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya mulai tahun 2014 dan sebagai Ketua Umum tahun 2017 serta menjadi Ketua HMI Cabang Malang tahun 2020. Pada masa akhir kuliah, sebagai syarat mendapatkan gelar Sarjana penulis menyusun Laporan Tugas Akhir ini dengan judul **“ANALISIS TATA KELOLA RANTAI PASOK BAWANG PUTIH DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN SIMULASI DINAMIKA SISTEM”**.



Alhamdulillah kupersembahkan kepada Allah SWT  
Terima kasih saya ucapkan kepada  
Dosen pembimbing, Kedua orang tua, Bunda, BPPS, dan kawan-kawan sehimpun dan  
seperjuangan

Atas dukungan, doa, dan bantuan  
Semoga skripsi ini dapat bermanfaat

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Agus Suyono

NIM : 145100301111032

Jurusan : Teknologi Industri Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Judul TA : Analisis Tata Kelola Rantai Pasok Bawang Putih Di Jawa Timur  
Menggunakan Simulasi Dinamika Sistem

Menyatakan bahwa,

TA dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut di atas. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 18 Juni 2021

Pembuat Pernyataan,



Agus Suyono

NIM 145100301111032



Agus Suyono. 145100301111032. Analisis Tata Kelola Rantai Pasok Bawang Putih Di Jawa Timur Menggunakan Simulasi Dinamika Sistem. TA. Dosen Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Imam Santoso, MP dan Aunur Rofiq Mulyarto, STP., M.Sc

## RINGKASAN

Bawang putih (*Allium sativum*, L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang secara luas diakui sebagai rempah-rempah yang populer untuk berbagai penyakit dan gangguan medis. Bawang putih di Provinsi Jawa Timur menjadi bahan utama sebagai bumbu dapur yang memiliki kebutuhan utama dalam rumah tangga. Pasokan bawang putih sangat tergantung pada luas panen bawang putih. Provinsi Jawa Timur menghasilkan luas panen pada tahun 2019 sebesar 1.235 Ha dengan nilai produksi sebesar 6.935 Ton dengan total kebutuhan 62.880 Ton. Bawang putih tahun 2019 di Provinsi Jawa Timur mampu memenuhi kebutuhannya sebesar 11%. Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi sistem dasar rantai pasok bawang putih di Provinsi Jawa Timur serta menganalisis model tatakelola rantai pasok bawang putih dengan menggunakan dinamika sistem dalam meningkatkan produksi.

Penelitian ini menggunakan metode dinamika sistem yang mampu memberikan kerangka kerja analisis dalam rangka memahami model tatakelola rantai pasok bawang putih. Penggunaan metode dinamika sistem mampu mengenali pola perilaku permasalahan yang ada. Tahapan pada penelitian ini terdiri dari identifikasi dan perumusan masalah, penyusunan sistem konseptual, formulasi model, simulasi model dan analisis kebijakan.

Metode dinamika sistem menghasilkan model yang disusun dalam bentuk *Causal Loop Diagram* (CLD) dan *Stock and Flow Diagram* (SFD). Penelitian ini membangun 3 subsistem dalam pengelompokannya yaitu subsistem produsen, subsistem pemasok dan subsistem konsumen. Pada CLD terdapat enam buah *loop* yang terdiri dari dua *loop* positif yang diberi tanda R (*Reinforcing*) dan empat *loop* negatif dengan diberi tanda B (*Balancing*). Pada SFD terdapat 3 variabel yang berperan sebagai *level* yaitu Luas Tanam, Stok Petani dan Jumlah penduduk. Faktor-faktor yang berpengaruh pada rantai pasok ini berupa laju konversi, produktivitas, serta jumlah penduduk yang meliputi laju kelahiran dan laju kematian. Skenario yang dibangun ada 2 alternatif yaitu alternatif pertama meningkatkan luas lahan dengan meningkatkan nilai variabel ekstensifikasi menjadi 2 kali lebih besar. Alternatif kedua meningkatkan nilai produktivitas dari 6,21 Ton/Ha menjadi 7,07 Ton/Ha. Hasil simulasi menunjukkan dari kedua skenario alternatif, alternatif peningkatan luas lahan merupakan alternatif terbaik dalam meningkatkan produksi bawang putih di Provinsi Jawa Timur.

Aliran rantai pasok di Provinsi Jawa Timur terdapat 5 aktor utama dalam membangun rantai pasok serta sistem dasar yang terbentuk terdiri dari 3 subsistem yaitu subsistem produsen, subsistem pemasok dan subsistem konsumen. Dalam upaya peningkatan nilai produksi bawang putih perlu adanya perluasan lahan bawang putih yang produktif serta adanya penanganan secara khusus dari pemerintah. Pemerintah Provinsi Jawa Timur perlu melakukan kajian lebih lanjut terkait potensi penanaman bawang putih dengan melihat ketinggian area tanam yang ada serta penyediaan bibit unggul bagi petani.

**Kata Kunci:** Bawang Putih, Dinamika Sistem, Rantai Pasok

Agus Suyono. 145100301111032. *Analysis of Garlic Supply Chain Governance in East Java Using System Dynamics Simulation. Minor Thesis. Supervisor: Prof. Dr. Ir. Imam Santoso, MP dan Aunur Rofiq Mulyarto, STP., M.Sc*

### SUMMARY

Garlic (*Allium sativum*, L.) is one of the horticultural commodities that is widely recognized as a popular spice for various diseases and medical disorders. Garlic in East Java Province is the main ingredient as a kitchen spice that has the main needs in the household. The supply of garlic is highly dependent on the harvested area of garlic. East Java Province produced a harvested area in 2019 of 1,235 hectares with a production value of 6,935 tons with a total demand of 62,880 tons. Garlic in 2019 in East Java Province was able to meet its needs by 11%. The purpose of the study was to identify the basic system of the garlic supply chain in East Java Province and to analyze the garlic supply chain management model using system dynamics to increase production.

This study uses a system dynamics method that is able to provide an analytical framework in order to understand the garlic supply chain governance model. The use of the system dynamics method is able to recognize the behavior patterns of existing problems. The stages in this research consist of identification and formulation of problems, preparation of conceptual systems, model formulation, model simulation and policy analysis.

The system dynamics method produces a model that is arranged in the form of a Causal Loop Diagram (CLD) and your Stock Flow Diagram (SFD). This study builds 3 subsystems in its grouping, namely the producer subsystem, supplier subsystem, and consumer subsystem. In CLD there are six loops consisting of two positive loops marked R (Reinforcing) and four negative loops marked B (Balancing). In SFD there are 3 variables that act as levels, namely the area of planting, the stock of farmers and the total population. The factors that influence this supply chain are conversion rate, productivity, and population which includes birth rate and death rate. There are 2 alternative scenarios built, namely the first alternative is to increase the land area by increasing the value of the extensification variable to be 2 times larger. The second alternative increases the productivity value from 6.21 Ton/Ha to 7.07 Ton/Ha. The simulation results show that from the two alternative scenarios, the alternative of increasing land area is the best alternative in increasing garlic production in East Java Province.

The flow of the supply chain in East Java Province has 5 main actors in building the supply chain and the basic system formed consists of 3 subsystems, namely the producer subsystem, the supplier subsystem and the consumer subsystem. In an effort to increase the value of garlic production, it is necessary to expand productive garlic land and special handling from the government. The East Java Provincial Government needs to conduct further studies related to the potential for planting garlic by looking at the height of the existing planting area and providing superior seeds for farmers.

**Keywords:** Garlic, System Dynamics, Supply Chain,

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusunan naskah Tugas Akhir dengan judul “Analisis Tata Kelola Rantai Pasok Bawang Putih Di Jawa Timur Menggunakan Simulasi Dinamika Sistem” dapat terselesaikan. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik. Dalam penulisan naskah Tugas Akhir ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang sudah membantu dalam menyelesaikan naskah Tugas Akhir ini, khususnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Imam Santoso, MP selaku dosen pembimbing I dan Bapak Aunur Rofiq Mulyarto, STP., M.Sc selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan pengetahuan kepada penulis.
2. Bapak Ir. Usman Effendi, MS, selaku dosen penguji atas segala saran dan masukan dalam penyempurnaan naskah Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Siti Asmaul Mustaniroh, STP, MP selaku Ketua Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Bapak Salamun dan Ibu Jujuk Juwariyah selaku orang tua penulis yang selalu memberikan doa, motivasi, dan pengorbanan baik dari segi materil maupun moril.
5. Bunda Indi yang selalu mendoakan, memotivasi, mensupport, mengingatkan kepada penulis.
6. Saudara BPPS yang senantiasa mendukung, mengingatkan dan memotivasi serta membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Kawan-kawan HMI dan lainnya atas segala doa, dukungan dan supportnya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak keterbatasan dalam penulisan naskah Tugas Akhir ini. Maka dari itu, penulis mengharapkan saran dan masukan dari semua pihak agar naskah Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pihak lain.

Malang, 15 Juni 2021

Penulis

**DAFTAR ISI**

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Bawang Putih.....	5
2.2 Rantai Pasok (Supply chain).....	5
2.3 Simulasi.....	8
2.4 Dinamika Sistem.....	8
2.5 Penelitian Terdahulu.....	11
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>15</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Batasan Masalah.....	15
3.3 Jenis dan Sumber Data.....	15
3.4 Tahapan Penelitian.....	15
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>19</b>
4.1 Bawang Putih.....	19
4.2 Aliran Rantai Pasok Bawang Putih.....	20
4.3 Pembuatan Model Dinamika Sistem.....	23
4.4 Simulasi.....	33
4.5 Analisis Kebijakan.....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>47</b>
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>51</b>



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data produksi, konsumsi dan defisit bawang putih ..... 19

Tabel 4.2. Data luas panen dan produktivitas bawang putih ..... 20

Tabel 4.3. Formulasi subsistem produsen ..... 31

Tabel 4.4. Formulasi subsistem pemasok ..... 32

Tabel 4.5. Formulasi subsistem konsumen ..... 32

Tabel 4.6. Validasi jumlah luas panen bawang putih ..... 35

Tabel 4.7. Validasi jumlah produksi bawang putih ..... 35

Tabel 4.8. Hasil simulasi tanpa ada perubahan kegiatan ..... 44

Tabel 4.9. Hasil simulasi skenario peningkatan luas tanam bawang putih ..... 44

Tabel 4.10. Hasil simulasi skenario peningkatan produktivitas bawang putih ..... 45

Tabel 4.11. Perbandingan perubahan nilai dengan alternatif kebijakan dalam persen .... 45



DAFTAR GAMBAR

**Gambar 2.1.** Model supply chain ..... 6

**Gambar 3.1.** Diagram alir tahapan penelitian ..... 16

**Gambar 4.1.** Aliran rantai pasok bawang putih di Jawa Timur ..... 21

**Gambar 4.2.** Causal loop diagram subsistem produsen ..... 24

**Gambar 4.3.** Causal loop diagram subsistem pemasok ..... 25

**Gambar 4.4.** Causal loop diagram subsistem konsumen ..... 26

**Gambar 4.5.** Stock and flow diagram produsen ..... 28

**Gambar 4.6.** Stock and flow diagram pemasok ..... 29

**Gambar 4.7.** Stock and flow diagram konsumen ..... 30

**Gambar 4.8.** Hasil verifikasi model check ..... 33

**Gambar 4.9.** Hasil verifikasi unit check ..... 34

**Gambar 4.10.** Model Setting Model Rantai Pasok Bawang Putih ..... 36

**Gambar 4.11.** Simulasi model rantai pasok bawang putih ..... 37

**Gambar 4.12.** Hasil simulasi variabel luas tanam ..... 37

**Gambar 4.13.** Causes tree diagram luas tanam bawang putih ..... 38

**Gambar 4.14.** Hasil simulasi variabel produksi ..... 39

**Gambar 4.15.** Hasil simulasi variabel stok petani ..... 39

**Gambar 4.16.** Hasil simulasi pasokan luar provinsi ..... 40

**Gambar 4.17.** Causes tree diagram variabel produksi ..... 40

**Gambar 4.18.** Causes tree diagram variabel stok petani ..... 41

**Gambar 4.19.** Causes tree diagram variabel pasokan luar provinsi ..... 41

**Gambar 4.20.** Hasil simulasi konsumsi bawang putih ..... 42

**Gambar 4.21.** Causes tree diagram variabel konsumsi bawang putih ..... 43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Definisi Variabel Operasional Model Pengukuran Kinerja ..... 52  
Lampiran 2. Causal Loop Diagram Rantai Pasok Bawang Putih ..... 54  
Lampiran 3. Stock and Flow Diagram Rantai Pasok Bawang Putih ..... 55  
Lampiran 4. Data Historis Penelitian 2015-2019 ..... 56



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bawang putih merupakan salah satu tanaman hortikultura yang kaya akan manfaat terutama pada umbinya. Bawang putih biasa digunakan sebagai bumbu masak dan dapat mengobati beberapa penyakit seperti infeksi pernapasan dan meningkatkan vitalitas tubuh (Pratimi, 1995). Menurut Santoso (2000), pemanfaatan bawang putih telah lama menunjang kehidupan masyarakat di berbagai belahan dunia. Namun, hingga saat ini masih belum diketahui secara pasti sejak kapan tanaman ini mulai dimanfaatkan dan dibudidayakan. Awalnya, pemanfaatan bawang putih diperkirakan berasal dari Asia Tengah. Hal ini didasari oleh temuan sebuah catatan medis pada 5000 tahun silam (3000 SM). Pemanfaatan bawang putih pun akhirnya menyebar dari Asia Tengah ke seluruh dunia, termasuk Indonesia. Bagi bangsa Indonesia, bawang putih merupakan tanaman introduksi.

Bawang putih tergolong sebagai tanaman semusim berumpun. Tanaman bawang putih memiliki tinggi sekitar 60 cm serta banyak ditanam di ladang daerah pegunungan yang cukup memperoleh sinar matahari. Bawang putih yang dihasilkan memiliki kualitas yang berbeda-beda. Selain itu, terjadi fluktuasi harga yang menjadikan bawang putih mengalami pasang surut didalam pasar (Srihari *et al.*, 2015). Berdasarkan data Kementan, konsumsi bawang putih tahun 2019 mencapai 500 ribu Ton dengan jumlah produksi sebanyak 24.097,7 Ton.

Berdasarkan data Direktorat Jendral Hortikultura tahun 2019 produksi bawang putih di Provinsi Jawa Timur tercatat sebesar 6.935 Ton. Daerah yang produktif dalam produksi bawang putih antara lain Kabupaten Malang, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Magetan, dan Kota Batu. Konsumsi bawang putih berdasarkan data Kepala Dinas Pertanian yang dilansir oleh *Antara News* (2020) sebesar 62.880 Ton, yang artinya masih mengalami defisit sebesar 55.927 Ton. Oleh karena itu, perlu adanya penataan pada rantai pasok bawang putih sehingga proses pemanfaatan lahan dapat dilakukan secara maksimal dan terukur.

Rantai pasok (*Supply Chain*) adalah sebuah konsep yang di dalamnya terdapat sistem pengaturan yang menjelaskan keterkaitan pada aliran informasi, aliran produk, ataupun aliran keuangan. Rantai pasok bawang putih didukung oleh beberapa komponen, yaitu petani, tengkulak, distributor (pengepul), pedagang pasar, serta konsumen (Emhar *et al.* 2014). Arif (2018) menjelaskan bahwa *Supply Chain Management* (SCM) diperlukan pada suatu industri karena terkait dengan pola distribusi produk yang dapat menggantikan

pola-pola pendistribusian produk secara tradisional. Terdapat pola terpadu yang menyangkut proses aliran dan peredaran produk yang dimulai dari pemasok, manufaktur, *retailer*, hingga pada konsumen akhir. Rangkaian aktivitas ini dapat dimodelkan sehingga dapat dilakukan simulasi yang mampu memberikan gambaran pada penyusunan dan penataan rantai pasok.

Simulasi model pada *manajemen supply chain* menunjukkan bahwa simulasi secara eksplisit mewakili variabilitas, interkoneksi, dan kompleksitas sistem sehingga dapat memprediksi kinerja sistem, membandingkan model sistem alternatif, dan mengetahui pengaruh kebijakan alternatif pada kinerja sistem (Berger *et al.* 2018). Proses simulasi tentunya dapat dilakukan menggunakan dinamika sistem. Berdasarkan penelitian Santoso *et al.* (2019), tujuan dari penerapan dinamika sistem adalah memberikan pandangan holistik dari sistem serta mengidentifikasi keterkaitan dalam sistem yang mempengaruhi sistem secara keseluruhan. Pendekatan dinamika sistem digunakan untuk menganalisis upaya peningkatan kinerja serta merumuskan kebijakan yang efektif terkait dengan distribusi keuntungan dalam studi kasus rantai pasok.

Dinamika sistem merupakan suatu metode untuk memudahkan pembelajaran terhadap kompleksitas sistem, membantu mendefinisikan masalah secara dinamis yang dapat diselesaikan dengan bantuan simulasi komputer (Yang dan Wang, 2011). Bhushi dan Javalagi (2004) menyatakan bahwa pendekatan dinamik juga dapat digunakan dalam perbaikan tatakelola rantai pasok bawang putih serta dalam pengamatan dampak dari implementasi kebijakan yang sudah ada. Pendekatan ini didasari oleh prinsip umpan balik yang dapat dimodelkan menggunakan simulasi komputer dimana telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian, salah satunya pada penggunaan pemodelan dinamika sistem untuk manajemen rantai pasok. Penggunaan metode dinamika sistem membantu dalam pemodelan dengan kondisi nonlinier dan sistem *loop* tertutup rantai pasok bawang putih dengan batasan rasional (*bounded rationality*).

## 1.2. Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem dasar rantai pasok bawang putih di Jawa Timur?
2. Bagaimana model tatakelola rantai pasok bawang putih menggunakan simulasi dinamika sistem dalam meningkatkan produksi?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi sistem dasar rantai pasok bawang putih di Jawa Timur.

2. Menganalisis model tatakelola rantai pasok bawang putih menggunakan dinamika sistem dalam meningkatkan produksi.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat menjadi masukan dalam pengembangan rantai pasok bawang putih di Provinsi Jawa Timur.
2. Bagi pembaca penelitian ini sebagai dasar pengetahuan bawang putih secara umum dan menjadi rujukan bagi penelitian berikutnya yang hendak melakukan riset terkait rantai pasok.





## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

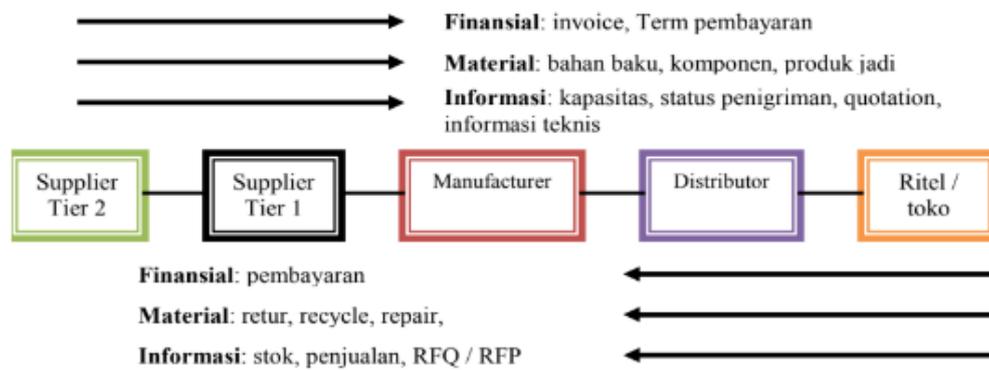
### 2.1 Bawang Putih

Bawang putih merupakan komoditas hortikultura dengan nilai ekonomi yang tinggi, baik di pasaran lokal maupun internasional. Pemilihan benih dalam penanaman tanaman bawang putih tidak boleh dilakukan sembarangan. Sunarjono (2004) menyatakan bahwa dalam memilih benih tanaman bawang putih yang baik perlu memperhatikan sejumlah memiliki kriteria, yaitu terbebas dari hama dan penyakit, pangkal batang bawang putih berisi penuh dan keras, bibit bawang putih memiliki ukuran siung yang besar, serta berat siung bibit bawang putih yang digunakan antara 1,15 gram hingga 3 gram. Menurut Syamsiah dan Tajudin (2003), bawang putih adalah tumbuhan semusim dengan tinggi sekitar 60 cm. Tanaman bawang putih banyak ditanam di daerah dataran tinggi dan memperoleh paparan sinar matahari yang cukup.

Bawang putih (*Allium Sativum*) merupakan tanaman bulat yang memiliki rasa dan bau yang kuat. Bawang putih memiliki khasiat bagi kesehatan, yang sudah diketahui pemanfaatannya pada pengobatan penyakit sejak zaman kuno (Rivlin, 2001). Menurut Wicaksono *et al.* (2014), dalam perkembangan bawang putih diperlukan adanya nutrisi yang baik yang menyokong pertumbuhan tanaman, namun penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dapat memberikan dampak negatif, terutama bagi lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan adanya campuran dengan tambahan pupuk organik untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan menjaga kelestarian lingkungan. Keuntungan penggunaan pupuk organik yaitu mampu meningkatkan keadaan fisika, kimia, serta biologi bagi tanah. Penggunaan pupuk organik juga dapat diaplikasikan dengan mikoriza. Penambahan mikoriza pada budidaya tanaman memberikan manfaat yang tinggi sehingga mampu mendukung tanaman dalam peningkatan produksi pada lingkungan cekaman.

### 2.2 Rantai Pasok (*Supply chain*)

*Supply chain* merupakan aktivitas yang berkaitan dengan aliran dan transportasi barang yang dimulai dari bahan baku (*inbound logistic*) hingga distribusi produk jadi ke tangan konsumen (*outbound logistic*) dan juga aliran informasi. Pengembangan *supply chain* dilakukan karena adanya keinginan satu atau beberapa pihak yang terlibat dalam pemenuhan keinginan konsumen sehingga membutuhkan adanya kerja sama (Finch, 2006). Yuniarti *et al.*, (2018) menjelaskan bahwa terdapat tiga jenis aliran dalam *supply chain*, yaitu aliran material, aliran finansial, serta aliran informasi. Model *supply chain* beserta ketiga jenis alirannya ditunjukkan oleh **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1.** Model *supply chain*

Berdasarkan pada **Gambar 2.1**, model *supply chain* menggambarkan adanya aliran rantai mulai dari suplier hingga ke ritel/toko. Aliran yang terdapat pada model *supply chain* yaitu aliran finansial yang diawali dari hulu ke hilir. Aliran finansial yang dimulai dari hulu ke hilir berupa perpindahan *invoice* atau *term* pembayaran dari *supplier* ke pabrik atau dari pabrik ke distributor dan seterusnya; sedangkan aliran finansial dari hilir ke hulu berupa peredaran uang pembayaran dari pabrik ke pemasok atau dari distributor ke pabrik dan seterusnya. Aliran yang kedua adalah aliran material yang mengalir dari hulu ke hilir dan begitu pula sebaliknya. Aliran material dari hulu ke hilir adalah material yang dikirimkan *supplier* ke pabrik, produk jadi yang dikirimkan oleh pabrik ke ditributor, kemudian *retail*, dan terakhir ke konsumen. Aliran material dari hilir ke hulu adalah produk yang perlu dilakukan *return* atau *recycle* atau *repair*. Aliran ketiga adalah perpindahan informasi dari hulu ke hilir dan begitu pula sebaliknya. Aliran informasi dari hulu ke hilir adalah informasi yang dibutuhkan oleh pabrik dari *supplier* terkait kapasitas produksi, sedangkan aliran informasi dari hilir ke hulu adalah banyaknya persediaan produk pada setiap *retail* (Yuniarti *et al.*, 2018). Menurut Anwar (2011) tiga hal yang pengelolaannya perlu diperhatikan dalam *supply chain* yaitu : (1) aliran barang dari hulu ke hilir, contohnya bahan baku yang dijual pemasok ke pabrik, yang akan diolah dalam proses produksi hingga menghasilkan produk jadi lalu dijual melalui distributor, pengecer, kemudian sampai ke pemakai akhir. (2) aliran uang dan sejenisnya yang beredar dari hilir ke hulu, serta (3) aliran informasi dari hulu ke hilir dan begitu pula sebaliknya.

Kesenjangan yang terjadi pada koordinasi antar *stakeholder* dapat menyebabkan kinerja rantai pasok yang rendah. Ketidaksesuaian antara pasokan dan permintaan dapat menimbulkan tambahan biaya karena pengiriman, persediaan, persiapan penjualan, serta kelebihan penyimpanan. Koordinasi yang baik dalam rantai pasok dapat memberikan manfaat yaitu mengurangi inventori yang berlebih, mengurangi waktu, meningkatkan kemampuan dalam penjualan, meningkatkan kemampuan pelayanan, mewujudkan

kegiatan pengembangan produk yang efektif, serta mengurangi biaya manufaktur yang pada akhirnya dapat meningkatkan pendapatan. Penting bagi pihak-pihak yang terakit dalam *supply chain* untuk mewujudkan koordinasi yang baik untuk mewujudkan sebuah integrasi operasi rantai pasok (Widodo *et al.*, 2010). Menurut Indrajit dan Djokopranoto (2003), saat ini merupakan era dimana pihak-pihak yang terlibat dalam *supply chain* mempunyai kemudahan akses ke jaringan internet yang memungkinkan penerapan e-SCM untuk dilakukan dalam pengelolaan informasi. Aktivitas *supply chain* dengan menggunakan *internet*, *intranet* maupun *extranet* dapat digunakan untuk berkomunikasi baik secara *online* dan *realtime*, dikelola secara elektronik sehingga dikenal dengan *e-supply chain*.

### 2.2.1 Manajemen Rantai Pasok (*Supply Chain Management*)

*Supply Chain Management* (SCM) merupakan aktivitas meninjau yang bersifat menyeluruh dan utuh yang berkaitan dengan produk, uang, serta meliputi proses produksi, mulai dari penerimaan bahan baku hingga berakhir pada pengecer dan konsumen akhir. Cakupan SCM yaitu koordinasi dan integrasi yang dapat diamati pada peredaran uang, aliran barang, serta informasi. Penerapan konsep SCM di bidang pertanian akan mendukung perkembangan sektor pertanian sehingga dapat sejajar dengan sektor lainnya (Imanullah, 2017). Menurut Ross (2003), pengelolaan informasi yang terkait dengan *supply chain* merupakan salah satu kunci utama dalam mewujudkan SCM yang baik. Upaya dalam mewujudkan pengelolaan informasi *supply chain* dapat dilakukan dengan menerapkan *e-Supply Chain Management* (e-SCM). E-SCM diterapkan dengan merancang sebuah strategi dengan memanfaatkan teknologi internet sebagai suatu saluran sistem yang menghubungkan semua *stakeholder* yang terlibat dalam sistem rantai pasokan yang berguna bagi peningkatan pelayanan kepada pelanggan.

Pada manajemen rantai pasok yang menekankan persaingan pada nilai, kolaborasi antara pemasok dan pelanggan menjadi sangat penting untuk mewujudkan posisi kuat di pasar. Hal ini bertujuan dalam rangka menciptakan keunggulan kompetitif, nilai, serta peningkatan profit bagi perusahaan yang berperan dalam suatu sistem rantai pasok. Dimensi nilai yang mungkin penting untuk pelanggan dan mekanisme dimana keunggulan kompetitif dan peningkatan profitabilitas dapat tercapai (Purwani dan Nurcholis, 2015). Menurut Raymond dan Schell (2008), pentingnya pengelolaan sumber daya yang beredar dalam rantai pasokan bertujuan agar dapat memastikan keberlangsungan aliran tersebut terjadi secara efisien dan tepat waktu. Proses tersebut dapat dikenal dengan istilah manajemen rantai pasok. Terdapat sembilan aktivitas dalam penerapan manajemen

rantai pasok yang meliputi peramalan permintaan pelanggan, pembuatan jadwal produksi, persiapan jaringan transportasi, pemesanan persediaan pengganti dari pihak pemasok, penerimaan persediaan dari pihak pemasok, pengelolaan persediaan barang, pelaksanaan produksi, proses transportasi kepada pelanggan dan pelacakan peredaran produk dari pemasok kepada konsumen.

### 2.3 Simulasi

Simulasi adalah kegiatan analisis terhadap model yang sudah dirancang untuk mengamati performa sistem dimana *input* dapat berpengaruh terhadap pengukuran *output*. Simulasi dapat dilakukan karena adanya turunan dari model matematik.

Berdasarkan sifat perubahannya, pengkategorian sistem terbagi menjadi dua yaitu sistem diskrit dan sistem kontinyu. Sistem diskrit menjelaskan keadaan ketika variabel mengalami perubahan dan berlangsung pada waktu terpisah. Sistem kontinyu menjelaskan keadaan variabel yang mengalami perubahan secara kontinyu. Simulasi dapat merepresentasikan aktivitas dalam suatu model, dimana dalam model tersebut terjadi serangkaian proses yang dioperasikan menggunakan bantuan program komputer guna memprediksikan kejadian yang akan datang berdasarkan pada fenomena dalam sistem tersebut (Emshoff dan Simon, 1970). Sistem terdiri atas beberapa entitas dan sumber daya yang memiliki aktivitas dan kontrol. Pemodelan yang dilakukan pada suatu sistem memperhatikan unsur *input*, *output*, aktivitas, mekanis, dan kontrol (Harrell *et al.*, 2004):

1. Entitas merupakan objek yang menjalani suatu proses dalam sistem, misalnya pelanggan, produk, serta dokumen. Karakteristik entitas dalam hal ini dapat berupa bentuk, biaya, kualitas, prioritas, dan kondisi.
2. Aktivitas yang memiliki keterkaitan dengan pemrosesan entitas baik secara langsung maupun secara tidak langsung.
3. Sumber daya merupakan alat yang menjadi kebutuhan yang menunjang aktivitas, seperti sarana dan prasarana dan personil yang terlibat.
4. Kontrol dibutuhkan untuk mengendalikan cara, waktu, dan tempat dijalankannya aktivitas. Kontrol dapat mempengaruhi suatu sistem berjalan dengan tertib.

### 2.4 Dinamika Sistem

Dinamika sistem, yang erat hubungannya dengan simulasi yang menggambarkan interaksi antara objek. Dinamika sistem dapat digunakan dalam mempelajari suatu permasalahan dengan sudut pandang sistem. Hubungan umpan balik antar elemen-elemen dalam sistem dapat menghasilkan perilaku tertentu. Dinamika sistem merupakan suatu metode yang menekankan pada konsep umpan balik pada sistem, model

matematika, serta simulasi komputer, sehingga dapat mendukung suatu eksperimen yang terkontrol mengenai keadaan sistem dalam laboratorium (Forrester, 1961). Model matematika dibuat untuk membantu menerjemahkan interaksi antar variabel dalam model sehingga dapat disimulasikan agar diperoleh perilaku historis. Berdasarkan pernyataan Coyle (1996) bahwa metode analisis permasalahan menggunakan dinamika sistem dilakukan berdasarkan waktu yang merupakan salah satu faktor penting, serta meliputi aktivitas dalam memahami agar suatu sistem yang telah dirancang dapat dipertahankan dan dilindungi dari gangguan eksternal sistem, atau dirancang sejalan dengan tujuan dari pemodelan sistem.

Dinamika sistem adalah metodologi yang digunakan untuk membantu memahami dan mengelola sistem umpan balik, seperti yang banyak diaplikasikan dalam bisnis dan sistem sosial (Ridwan *et al.*, 2019). Berdasarkan teori Basyaib (2005) bahwa dinamika sistem yang termasuk model probalistik banyak diterapkan dalam pembuatan keputusan dengan ketidakpastian dengan dukungan peralatan kalkulasi yang memadai. Dinamika sistem tidak dapat diterapkan tanpa dukungan komputer karena melibatkan banyak perhitungan dan pencarian solusi yang dapat diterima bagi sebuah situasi keputusan.

Empat konsep dasar yang digunakan dalam merancang model dinamika sistem yaitu sebagai berikut (Stermann, 2000):

1. Ruang lingkup tertutup

Ruang lingkup tertutup menunjukkan bahwa variabel yang berperan dalam menciptakan hubungan sebab-akibat berada dalam sistem.

2. *Loop* umpan balik dalam sistem

*Loop* umpan balik sistem yang tertutup mempengaruhi sehingga mempengaruhi perilaku yang dihasilkan dari interaksi sistem sehingga mempengaruhi perubahan dalam sistem yang berlangsung sepanjang waktu.

3. *Level* dan *rate*

Dua jenis variabel dasar dalam dinamika sistem, yaitu *level* dan *rate*. *Level* adalah simbol yang menggambarkan akumulasi elemen sepanjang waktu. *Rate* adalah simbol yang digunakan untuk menggambarkan variabel yang dapat berpengaruh terhadap perubahan nilai level.

4. Kondisi yang ingin dicapai, menjelaskan perbedaan antara kondisi yang ingin yang diharapkan dengan kondisi aktual.

#### 2.4.1 Pemodelan Dinamika sistem

Pemodelan (*modelling*) dapat diartikan sebagai suatu perwakilan atau abstraksi dari sebuah obyek atau situasi kenyataan (Eriyatno, 1998). Stermann (2000) menyampaikan bahwa istilah lainnya disebut tiruan model dunia nyata yang

dibuat *virtual*. Meskipun bentuknya hanya berupa tiruan, model tidak mesti harus sama persis dengan keadaan aslinya, paling tidak memiliki kemiripan dan mampu mewakili kondisi nyata. Pembuatan model harus diawali dengan analisis lebih lanjut. Pembuatan model membutuhkan suatu penelaahan tentang kondisi nyata objek yang secara spesifik ditinjau menggunakan pendekatan sistem.

Model merupakan perwakilan dari sistem nyata dimana suatu model dikatakan baik apabila mampu menyerupai sistem yang aslinya dimana tidak boleh melanggar prinsip dalam berfikir sistem. Dalam membangun suatu model diperlukan adanya subjektivitas seseorang atau organisasi, sehingga penyempurnaan secara terus-menerus dapat dilakukan dengan menggali informasi dan potensi yang relevan (Axella dan Irma, 2012). Berdasarkan teori Barney dan Hannon (2004), model terdiri dari tiga jenis yaitu model statis, model statis komparatif, dan model dinamis. Model statis digunakan untuk mendeskripsikan fenomena sebuah kejadian. Model statis komparatif digunakan untuk mengkomparasikan beberapa fenomena dengan fenomena lainnya yang berbeda dalam suatu waktu tertentu. Model dinamis digunakan untuk menampilkan adanya perubahan berdasarkan waktu dan juga menunjukkan perubahan ataupun berdasarkan waktu real.

Langkah-langkah proses pemodelan yaitu sebagai berikut (Serman, 2000):

1. Perumusan masalah dan pemilihan batasan yang terdiri dari pemilihan tema dan fokus yang akan dikaji, penentuan variabel kunci, batasan waktu baik masa depan ataupun masa lalu.
2. Formulasi hipotesis dinamis yang dilakukan dengan berdasarkan pada teori perilaku terhadap fenomena yang dikaji dan membentuk struktur kausal dengan menggunakan model mental dan dibantu oleh *Causal Loop Diagram* (CLD) serta *Stock Flow Diagram* (SFD).

Berdasarkan penelitian Aprillya *et al.* (2019) pembuatan *Causal Loop Diagram* (CLD) dan *Stock Flow Diagram* (SFD) dilakukan untuk mempermudah melihat hubungan antar variabel. CLD dapat digunakan untuk menggambarkan kejadian hubungan sebab akibat dari variabel-variabel yang saing berkaitan dalam sistem ke dalam suatu gambar yang dapat ditampilkan sehingga panah-panah yang saling terkait dapat terbentuk sebuah diagram sebab akibat. SFD dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan antar variabel dalam suatu sistem yang juga terdapat formulasi matematis berdasarkan hubungan antar variabel. Proses menjalankan SFD dilakukan dengan *software* Vensim. Menurut Eberlein dan Peterson (1992), Vensim PLE adalah suatu *software* yang berfungsi untuk membantu pengembangan, analisis, serta pembuatan optimasi model yang dapat dilakukan secara berkelanjutan.

### 2.4.2 Umpan Balik

Dinamika sistem memandang bahwa suatu sistem memiliki *loop* tertutup. Konsep dasar dinamika sistem terkait dengan umpan balik, sehingga variabel yang masuk dalam sistem memiliki dua fungsi, yaitu sebagai penyebab dan akibat.

Umpan balik adalah proses dimana suatu variabel yang berperan sebagai penyebab melewati rantai hubungan kausal, yang pada akhirnya menyebabkan adanya perubahan pada variabel penyebab itu sendiri. Dua jenis umpan balik yaitu sebagai berikut (Ghafiqie, 2012):

#### 1. Umpan Balik Positif

Umpan balik positif terjadi apabila terdapat peningkatan pada suatu variabel, akan mempengaruhi variabel lainnya dan akan kembali mengakibatkan peningkatan pada variabel yang sama.

#### 2. Umpan Balik Negatif

Umpan balik negatif terjadi apabila peningkatan pada suatu variabel akan mempengaruhi variabel lainnya dan akan kembali mengakibatkan penurunan pada variabel yang sama.

Diagram sebab akibat menunjukkan perubahan variabel dan polaritasnya. Polaritas aliran terbagi dua jenis, yaitu positif dan negatif. Selain itu, bentuk diagram yang juga memberikan gambaran model dinamika sistem yaitu diagram aliran. Diagram aliran menggunakan simbol-simbol tertentu pada hubungan-hubungan antar variabel yang terlibat. Menurut Sterman (2000), *Causal Loop Diagram* sangat dapat membantu memberikan hipotesis terhadap sebab akibat dalam suatu fenomena yang dinamis, memperoleh model mental yang lebih baik, serta sarana komunikasi untuk memperoleh *feedback* dari fenomena yang terjadi. Terbentuklah rantai panjang dari rangkaian hubungan sebab akibat (*loop*) sehingga memberikan umpan balik terhadap variabel lainnya.

### 2.5 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini sebagai berikut:

1. Akbar *et al.* (2017) menganalisis pengaplikasian simulasi dengan metode dinamika sistem untuk mengoptimalkan profit dalam studi kasus rantai pasok produk sayur, dengan tujuan mengetahui hubungan antar elemen pada sistem *supply chain* sayur dan mengetahui model simulasi sistem dinamik dari hubungan harga sayur dan keuntungan dalam *supply chain*. Penelitian ini melibatkan 3 pelaku utama yaitu petani, distributor dan wholesaler pasar induk dengan variabel utama yang diamati

adalah profit dari masing-masing pelaku yang saling berhubungan. Pemodelan yang digunakan dalam *Stock Flow Diagram* terdapat 3 subsistem yaitu subsistem profit petani, sub model distribusi dan subsistem *wholesaler* profit. Model yang disimulasikan telah terverifikasi dan tervalidasi. Skenario yang digunakan yaitu model persediaan produk musiman. Penelitian ini menggunakan software vensim 5.2.

2. Rusadi dan Agustina (2018) meneliti tentang penggunaan dinamika sistem untuk mengamati sistem rantai pasok bawang merah di Kota Malang. Model dinamik digambarkan dengan mengamati variabel antara cuaca, harga, dan waktu dalam interval waktu yang panjang. Pembuatan model dinamika sistem diawali dengan pembuatan model konseptual dengan menentukan variabel yang terdapat dalam sistem, lalu diikuti dengan memasukan satuan dari setiap variabel ke dalam SFD, melakukan verifikasi dan validasi, *run simulation*, analisis hasil, identifikasi skenario dan kesimpulan saran.
3. Wahyuningtyas, B (2019) menganalisis tentang manajemen rantai pasok bawang putih yang bertujuan untuk menganalisis kondisi umum rantai pasok bawang putih. Terdapat struktur rantai pasok yang meliputi dari petani bawang putih, lembaga pemasaran dan konsumen akhir. Hasil dari penelitian ini bahwa kendala rantai pasok bawang putih yaitu kesulitan mendapatkan tenaga kerja luar keluarga, sehingga petani lebih banyak diharuskan untuk mempekerjakan tenaga kerja dalam untuk usahatani bawang putih. Rantai pasok bawang putih telah mempunyai konsumen akhir yang jelas serta hubungan antar pelaku yang sudah terstruktur.
4. Santoso *et al.* (2019) menelaah dengan merumuskan pengembangan skenario untuk meningkatkan kinerja rantai pasok menggunakan pendekatan dinamika sistem. Pada penelitian ini digunakan 4 skenario dengan tujuan sebagai acuan untuk meningkatkan kinerja rantai pasok paprika di Kabupaten X. Stakeholder dalam rantai pasok adalah petani, tengkulak, dan pedagang besar. Ada tiga sub model yang digunakan dalam dinamika sistem, yaitu sub model petani, tengkulak, dan pedagang besar. Skenario yang dikembangkan terdiri dari 4 skenario dimana skenario 1 menjadi skenario dasar sebagai pembanding hasil simulasi. Skenario 2 adalah pengaturan *Supply Demand* untuk mengurangi kerugian yang diperoleh di tingkat *middle* dan *wholesaler*. Kebijakan Skenario 3 adalah pengadaan gudang yang merupakan skenario perbaikan model. Skenario 4 adalah peningkatan tingkat permintaan/perluasan pasar tanpa peningkatan jumlah produksi.
5. Wahyuningtyas, B (2020) menganalisa tentang kinerja rantai pasok bawang putih yang bertujuan mengalisis kondisi umum dan kinerja rantai pasok bawang putih menggunakan pendekatan *Food Supply Chain Networking* (FSCN). Kondisi umum

rantai pasok diukur menggunakan pendekatan FSNC dan dengan pendekatan analisis margin pemasaran. Pengukuran efisiensi pelaku rantai pasok dilakukan dengan metode *Data Envelopment Analysis*. Hasil analisisnya bahwa kondisi rantai pasok bawang putih di Kabupaten Karanganyar yang diamati hingga saat ini masih belum berjalan dengan baik. Hal tersebut disebabkan jumlah tenaga kerja yang masih kurang sehingga dapat berpengaruh secara teknis terhadap budidaya bawang putih. Pengukuran kinerja rantai pasok dalam penelitian ini dapat diketahui dengan mengamati nilai margin pemasaran dan farmer's share. Hasil penelitian yang dilakukan yaitu kinerja rantai pasok masuk dalam kategori efisien dan diperoleh nilai farmer's share diatas 50%.





## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Provinsi Jawa Timur. Penelitian dan pengolahan data dilakukan mulai bulan Maret 2020 sampai Agustus 2020. Analisis data, formulasi model dan simulasi dilakukan pada Laboratorium Komputasi dan Analisis Sistem Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Malang.

### 3.2 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik dan akurasi serta validitas yang tinggi, maka penelitian ini memiliki beberapa batasan. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

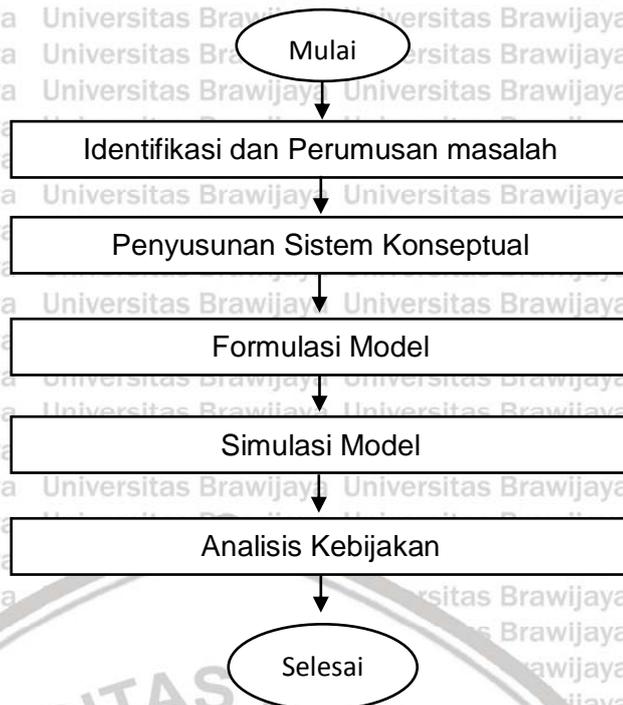
- 1) Penelitian ini untuk komoditas bawang putih di Provinsi Jawa Timur;
- 2) Data yang digunakan merupakan data sekunder berdasarkan periode tahun 2015-2019 dalam bentuk data tahunan;
- 3) Data konsumsi yang digunakan adalah konsumsi rumah tangga.
- 4) Penelitian ini tidak membahas pengaruh harga.
- 5) Penelitian ini tidak membahas implementasi, namun hanya sampai pada pemilihan alternatif.

### 3.3 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan simulasi dinamika sistem untuk mengetahui rantai pasok bawang putih dalam kurun waktu 5 tahun mendatang. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data deret waktu 5 tahun dari tahun 2015 sampai 2019 pada produksi bawang putih, luas panen bawang putih, konsumsi bawang putih, populasi penduduk Jawa Timur. Sumber data penelitian ini berasal dari instansi terkait meliputi Badan Pusat Statistik Jawa Timur, Dinas Pertanian Jawa Timur dan Dinas Perdagangan Jawa Timur.

### 3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan sebuah aturan pengerjaan penelitian yang terdiri dari beberapa langkah yang berkaitan satu sama lain. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



**Gambar 3.1.** Diagram alir tahapan penelitian

### 3.4.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan cara studi literatur dan pengamatan di lapang. Literatur yang digunakan berasal dari buku, jurnal, dan prosiding yang berhubungan dengan penelitian. Teori-teori yang ada dijadikan sebagai pembandingan kondisi real di lapangan yang diidentifikasi melalui observasi dan survei. Observasi dan survei di lapang dilakukan dengan cara mengunjungi beberapa wilayah di Provinsi Jawa Timur yang meliputi Kota Batu dan Kabupaten Malang yang merupakan sentra bawang putih, pasar lokal, dan beberapa konsumen bawang putih.

Terjadinya fluktuasi harga pada petani sehingga mempengaruhi minat petani untuk menanam bawang putih. Ketersediaan bawang putih yang rendah mengakibatkan nilai impor pemerintah besar untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Melalui perumusan dan pendefinisian masalah dapat ditetapkan tujuan akhir yang ingin dicapai. Tujuan akhir menjadi pedoman dalam melakukan analisis sebagai target keluaran yang dihasilkan, sehingga analisis tidak menyimpang dan terlalu meluas.

### 3.4.2 Penyusunan Sistem Konseptual

Penyusunan sistem konseptual meliputi pengidentifikasian pelaku-pelaku yang terlibat dalam sistem, yaitu siapa saja yang menjadi anggota sistem. Setiap

pelaku sistem tertentu memiliki sistem karakteristik yang khas dan berbeda dengan yang lain. Hal itu biasanya dipengaruhi oleh struktur sistem dan peran serta fungsi pelaku dalam sistem. Pada tahap ini selain mengidentifikasi pelaku, juga dilakukan identifikasi hubungan yang terjadi antar pelaku. Identifikasi hubungan tersebut dapat dijadikan dasar untuk menyusun hubungan sebab-akibat. Hubungan tersebut menunjukkan bagaimana aliran informasi dan cara kerja yang terjadi dalam sistem. Pada tahap penyusunan sistem konseptual selain mengidentifikasi pelaku-pelaku sistem, juga dilakukan pembatasan sistem yang dianalisis, karena sebuah sistem bisa sangat luas dan rumit.

### 3.4.3 Formulasi Model

Formulasi model dilakukan dengan menggambarkan *Stock dan Flow Diagram* serta menyusun formulasi matematis dalam diagram tersebut dengan menghubungkan variabel-variabel yang telah diidentifikasi dalam model konseptual dengan bahasi simbolik. Tahap formulasi model simulasi menggunakan alat bantu program komputer *vensim PLE*. Pembuatan struktur model dilakukan dengan membangun diagram alir atau CLD untuk mengantarkan pada tahap simulasi. Upaya untuk membentuk persamaan matematis berdasarkan penjabaran CLD yang merupakan lingkaran umpan balik sebab akibat dari masing-masing sub model.

### 3.4.4 Simulasi

Tahap simulasi merupakan tahap pemberian nilai pada variabel awal yang telah diketahui nilainya. Model yang dijalankan pada perangkat lunak, dimana proses menjalankan model tersebut dengan simulasi. Model disimulasikan dengan melihat bagaimana perilaku tersebut gambaran seperti perilaku sistem nyata. Dinamika sistem menggunakan persamaan matematika untuk menggambarkan sebuah sistem ke dalam model. Model simulasi harus sudah dilengkapi dengan persamaan matematis yang benar, satuan dan penentuan kondisi nilai awal agar dapat dijalankan. Hasilnya akan diperoleh hubungan yang sesuai antara variabel-variabel dalam diagram. Perangkat lunak yang digunakan yaitu *vensim*. *Vensim* digunakan untuk membangun dan melakukan simulasi model dinamik. Suatu model dinamik dalam kumpulan dari variabel-variabel yang saling mempengaruhi antara satu dengan yang lainnya dalam suatu kurun waktu.

Pengujian hasil dilakukan sesuai dengan tujuan pemodelan yaitu dengan membandingkan perilaku model dinamik dengan kondisi sistem nyata. Apabila model telah dianggap valid, selanjutnya model ini dapat dipergunakan sebagai wakil

sistem nyata. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan tingkah laku model dengan sistem nyata yaitu uji MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Model dianggap sangat tepat apabila nilai MAPE  $\leq 5\%$ , dan model dianggap tepat apabila nilai MAPE antara 5% hingga 10%. Pengujian nilai MAPE dilakukan dengan menggunakan rumus matematisnya sebagai berikut (Makridakis *et al.*, 1991 dalam Brilliantina *et al.*, 2016):

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{X_d - X_m}{X_d} \right| \times 100\%$$

Keterangan :

$X_m$  = Data hasil simulasi

$X_d$  = Data aktual

$n$  = Periode/banyaknya data

### 3.4.5 Analisis Kebijakan

Kebijakan adalah aturan umum bagaimana status keputusan dibuat berdasarkan data informasi yang ada. Dalam dinamika sistem analisis tatakelola rantai pasok bawang putih, kebijakan dibangun berdasarkan variabel-variabel terkait seperti luas panen, produktivitas, kebutuhan bawang putih. Berdasarkan variabel-variabel tersebut, nantinya akan dibangun skenario-skenario untuk mengetahui bentuk rantai pasok bawang putih. Pembuatan skenario kebijakan dilakukan untuk memberikan saran alternatif dengan mengubah nilai parameter variabel di dalam model. Pemilihan skenario kebijakan dilakukan berdasarkan variabel-variabel yang berpengaruh secara langsung terhadap rantai pasok secara signifikan. Skenario kebijakan pada penelitian dilakukan dengan rentang waktu lima tahun kedepan (2021-2026).

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Bawang Putih

Bawang putih (*Allium sativum*, L.) tergolong sebagai komoditas hortikultura yang secara luas diakui sebagai rempah-rempah yang populer untuk berbagai penyakit dan gangguan medis (Londhe et al., 2011). Bawang putih menjadi bahan pokok bagi ibu rumah tangga ataupun *franchise*. Kebutuhan bawang putih semakin lama semakin meningkat sesuai dengan pertumbuhan penduduk.

Daerah dataran tinggi merupakan tempat paling optimal untuk membudidayakan tanaman bawang putih. Daerah yang cocok untuk penanaman bawang putih antara ketinggian 600-1200 mdpl (Utami, 2008). Daerah-daerah tentu yang mempunyai kesesuaian untuk melaksanakan penanaman bawang putih relatif sedikit sehingga menjadikan Provinsi Jawa Timur sebagai salah satu sentra penghasil utama bawang putih hingga saat ini. Semakin besar permintaan bawang putih semakin besar juga prospek pengembangan bawang putih dengan adanya pembukaan lahan baru yang sesuai dengan ketinggian minimum.

Bawang putih di Provinsi Jawa Timur saat ini masih mengalami defisit. Produksi sangat tergantung pada luas panen bawang putih. Luas panen bawang putih tergantung pada luas tanam bawang putih oleh petani sebagai produsen. Defisit dipengaruhi oleh besarnya produksi dan konsumsi. Data produksi, konsumsi dan defisit bawang putih dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

**Tabel 4.1.** Data produksi, konsumsi dan defisit bawang putih

Tahun	Produksi (Ton)	Konsumsi (Ton)	Defisit (Ton)
2015	582	49.281	48.699
2016	777	51.161	50.384
2017	653	55.000	54.347
2018	3.508	57.310	53.802
2019	6.935	62.880	55.946

**Sumber:** Data Olah (2021)

Berdasarkan **Tabel 4.1**, dapat dilihat bahwa produksi bawang putih di Provinsi Jawa Timur dari tahun ke tahun mengalami fluktuasi. Pada variabel produksi tahun 2015 menunjukkan bahwa bawang putih yang dihasilkan sebesar 582 Ton mengalami kenaikan sebesar 777 Ton pada tahun 2017 sedangkan 2018 mengalami penurunan sebesar 124 Ton. Kenaikan drastis terjadi pada tahun 2018 dan 2019 dengan masing-masing nilai sebesar 3.508 Ton dan 6.935 Ton. Besarnya konsumsi bawang putih berpengaruh terhadap kebutuhan bawang putih yang harus disediakan, perlunya keseimbangan antara

produksi dengan konsumsi sehingga tidak adanya defisit kebutuhan bawang putih. Berdasarkan data diatas bahwa terjadinya defisit pada tahun 2015 sebesar 48.699 Ton dengan nilai konsumsi sebesar 49.281 Ton yang hanya tercukupi oleh produksi sebesar 1,1% besarnya konsumsi.

**Tabel 4.2.** Data luas panen dan produktivitas bawang putih

Tahun	Luas Panen (Ha)	Produktivitas (Ton/Ha)
Ur 2015	78	6,78
Ur 2016	110	7,07
Ur 2017	97	6,73
Ur 2018	717	4,89
Ur 2019	1.235	5,62

Sumber: BPS (2020).

Berdasarkan **Tabel 4.2** terjadi fluktuasi luas panen bawang putih dari tahun 2015 hingga tahun 2019. Luas panen pada tahun 2018 mengalami kenaikan yang signifikan sebesar 700%. Variabel produktivitas juga mengalami fluktuasi dengan nilai tertinggi pada tahun 2017 sebesar 7,07 Ton/Ha dengan nilai terendah pada tahun 2018 sebesar 4,89 Ton/Ha. Produktivitas di tahun 2018 mengalami penurunan yang dengan nilai awal tahun 2017 sebesar 6,73 Ton/Ha menjadi 4,89 Ton/Ha serta mengalami kenaikan kembali pada tahun 2019 sebesar 5,62 Ton/Ha.

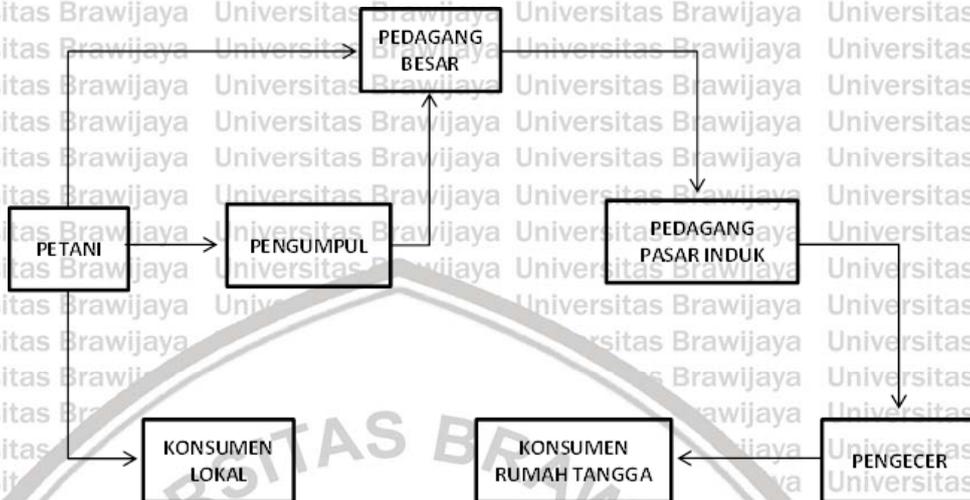
Jumlah perhitungan konsumsi bawang putih pada penelitian ini didasarkan pada jumlah penduduk sehingga data yang digunakan adalah besarnya penduduk di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2015-2019. Besarnya kebutuhan konsumsi per kapita bawang putih yaitu 1,72 Kg/Orang/Tahun (BPTP Balitbangtan Jawa Timur, 2021). Berdasarkan penelitian Dudin (2020) dalam menentukan besarnya konsumsi yaitu dengan menggunakan data penduduk serta tingkat konsumsi per kapita. Penyampaian Kabid Hortikultura Dinas Pertanian Jatim Sita Ratih (2013) bahwa jumlah perhitungan konsumsi didasarkan pada jumlah penduduk dengan perhitungan tingkat konsumsi per kapita.

#### 4.2 Aliran Rantai Pasok Bawang Putih

Rantai pasok adalah salah satu faktor penentu keberhasilan untuk mencapai keunggulan kompetitif yang berkelanjutan (Kim, 2012). Menurut Santoso *et al.* (2018) bahwa rantai pasok juga mempengaruhi keberhasilan suatu usaha, termasuk kemampuan mengelola dan menjamin keamanan barang yang dijual. Risiko dalam rantai pasokan dapat muncul di setiap lini dengan frekuensi dan intensitas yang berbeda.

Analisis aliran rantai pasok bawang putih di Jawa Timur dilakukan dengan melibatkan pelaku-pelaku dalam pembentukan rantai pasok yang memiliki peran masing-masing pelaku serta elemen-elemen dalam struktur rantai pasok. Struktur rantai pasok

bawang putih di Provinsi Jawa Timur terdiri dari lima aktor yaitu petani, pengumpul, pedagang besar, pedagang pasar induk dan pengecer. Masing-masing aktor memiliki pola permintaan dan pasokan yang berbeda-beda. Jumlah aktor dan saluran distribusi yang banyak menjadikan rantai pasok bawang putih sangat kompleks. Aliran material rantai pasok bawang putih dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



**Gambar 4.1.** Aliran rantai pasok bawang putih di Jawa Timur

#### 1. Petani Bawang Putih

Sebagai pelaku pertama dalam rantai pasok bawang putih di Provinsi Jawa Timur, petani bawang putih memiliki peran penting dalam rantai pasok bawang putih dikarenakan perannya turut menentukan secara kualitas dan kuantitas yang mempengaruhi ketersediaan bawang putih. Aktivitas yang dilakukan petani dari mulai persiapan lahan hingga penjualan antara lain, budidaya, penjemuran, pemitilan dan penjualan. Lama panen bawang putih mencapai 90-120 hst.

Berdasarkan data BPS (2020) bahwa produktivitas bawang putih petani di Jawa Timur terendah sebesar 4,89 Ton/Ha dengan hasil terbesar sebesar 7,07 Ton/Ha. Namun secara umum hasil produksi petani kurang efisien apabila dibandingkan dengan usaha yang dikeluarkan. Hal ini dikarenakan hasil produksi bawang putih petani relative kecil dengan luas panen petani relatif sempit dengan kisaran antara 0,5 hingga 0,75 Ha. Hasil yang diperoleh petani dengan lahan sempit tersebut semakin tidak seimbang apabila dibandingkan dengan usaha petani untuk membudidayakan bawang putih.

Pada kondisi tertentu harga bawang putih di tingkat petani sangat tinggi dan mampu memberi keuntungan pada petani. Hal tersebut terjadi pada waktu yang relative singkat dibandingkan dengan kondisi saat terjadi penurunan harga bawang putih dimana dampak penurunan harga pada tingkat konsumen berimbas cepat pada

petani. Namun ketika harga bawang putih naik, peningkatan harga jual lebih lambat dengan proporsi yang tidak seimbang.

## 2. Pengumpul

Pedagang pengumpul melakukan pembelian bawang putih hasil panen petani.

Para pedagang pengumpul umumnya berasal dari daerah produksi bawang putih.

Mereka biasanya menjalin kerjasama dengan petani bawang putih dengan memberikan pinjaman modal kepada petani sebelum musim tanam. Pedagang

pengumpul tidak melakukan aktifitas yang berkaitan langsung dengan aspek budidaya bawang putih, namun lebih kepada aspek finansial, penanganan pasca-panen, logistik dan transportasi. Fungsi pengumpul antara lain pembelian, bongkar muat, transportasi, pemitilan, pengemasan, pembayaran retribusi dan penjualan. Lama komoditas bawang putih berada di tangan pengumpul biasanya berkisar antara 5 hingga 10 hari.

## 3. Pedagang Besar (PB)

Pedagang Besar (PB) adalah pedagang yang melakukan pembelian bawang putih dari pedagang pengumpul. Pada umumnya, beberapa petani menjual hasil bawang putih secara langsung kepada pedagang besar. Hal ini disebabkan oleh petani tersebut yang masih dalam lingkup yang sama dengan pedagang besar. Pedagang besar mempunyai peran sebagai penampung pasokan bawang putih dari pengumpul dan juga dari petani dengan kapasitas yang berbeda. Pada umumnya, pedagang besar tinggal di luar daerah penghasil bawang putih dan masih berada dalam satu wilayah kabupaten. Kerjasama antara pedagang besar dengan pengumpul umumnya bersifat transaksional.

Pedagang besar juga berperan pedagang yang melakukan pembelian bawang putih dalam skala besar yang kemudian akan dijual kembali di pasar induk dan pengecer yang berada di luar kota. Pedagang besar mempunyai kemampuan finansial dan akses informasi yang lebih baik. Hal ini dikarenakan pedagang besar mempunyai kemampuan memperoleh pasokan dari banyak pengumpul dari beberapa daerah serta mempunyai akses langsung ke pasar induk.

## 4. Pedagang Pasar Induk

Pedagang Pasar Induk umumnya berada pada wilayah ibu kota provinsi.

Pedagang pasar induk juga menjadi pusat perdagangan antar provinsi dimana terjadi pertemuan antara pasokan dari satu daerah terhadap permintaan daerah lain. Pada aktor ini terjadi mekanisme pertemuan pasokan bawang putih dari daerah maupun luar daerah dan pasokan bawang putih impor. Mekanisme pembentukan harga bawang putih umumnya terjadi pada pedagang pasar induk.

## 4.3 Pembuatan Model Dinamika Sistem

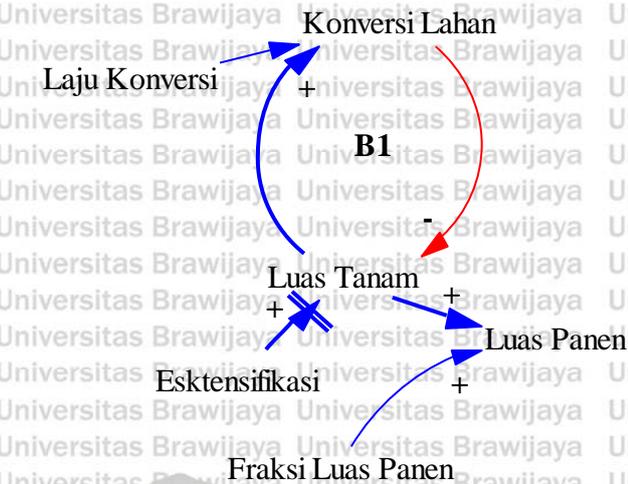
### 4.3.1 Pemodelan Konseptual (*Causal Loop Diagram*)

*Causal Loop Diagram* (CLD) merupakan suatu pemetaan yang menggambarkan hubungan sebab akibat antar variabel yang berkaitan. Variabel-variabel yang telah diidentifikasi sebelumnya akan diidentifikasi interaksinya antar variabel. Interaksi antar variabel digambarkan dengan tanda panah. Tanda panah pada *causal loop* diberikan tanda (+) dan (-) tergantung interaksi antar variabel. Tanda (+) digunakan untuk interaksi antar dua variabel yang memiliki hubungan searah sedangkan tanda (-) digunakan untuk interaksi antar dua variabel yang memiliki hubungan berlawanan arah. Sebelum membuat CLD rantai pasok bawang putih, perlu dibuat *loop* masing-masing subsistem yang ditentukan.

Pembatasan yang dilakukan pada model dinamika sistem dilakukan dengan mengamati tiga subsistem yaitu subsistem produsen, subsistem pemasok dan subsistem konsumen bawang putih. Masing-masing subsistem terdiri atas beberapa variabel. Hubungan antar variabel bersifat dinamis yaitu berubah menurut waktu, tidak bersifat linier, serta variabel satu dapat mempengaruhi variabel lainnya dan juga mempengaruhi sistem secara keseluruhan. Variabel-variabel tersebut dapat berperan sebagai penguat, penyeimbang, dan pengontrol yang dapat dilihat pada pembuatan *Causal Loop Diagram* (CLD) rantai pasok bawang putih. Variabel operasional beserta definisinya dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Berikut pembagian subsistemnya:

1. Subsistem Produsen

*Causal Loop Diagram* subsistem produsen membahas interaksi variabel yang berpengaruh terhadap kemampuan dalam produksi bawang putih. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, hasil identifikasi variabel yang terdapat pada model konseptual subsistem produsen model *Causal Loop Diagram* yang disusun dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2. Causal loop diagram subsistem produsen

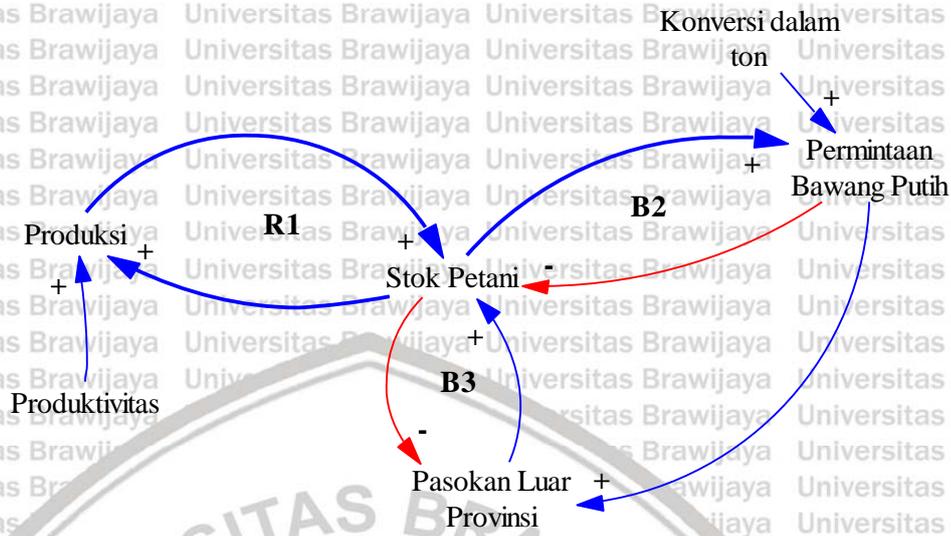
Berdasarkan Gambar 4.2 variabel yang terbangun pada subsistem produsen meliputi variabel luas tanam, variabel ekstensifikasi, variabel konversi lahan, variabel laju konversi lahan, variabel luas panen dan variabel fraksi luas panen. Variabel ekstensifikasi terhadap variabel luas tanam terjadi *delay* dalam proses persiapan perluasan lahan tanam bawang putih. Variabel luas tanam terhadap variabel konversi lahan memiliki hubungan yang bersifat *balancing loop* yang artinya saling menyeimbangkan. Menurut Wirijadinata dan Dian (2017) *balancing loop* merupakan *feedback* negatif yang menghasilkan pola penyeimbangan. Hubungan antar variabel terjadi bahwa semakin tinggi luas tanam yang dihasilkan maka semakin tinggi pula besarnya konversi lahan, tetapi dengan keterbatasan pertumbuhan konversi lahan maka mengakibatkan penurunan luas tanam bawang putih. Variabel konversi lahan dipengaruhi oleh variabel laju konversi lahan. Variabel luas tanam berpengaruh terhadap variabel luas panen. Variabel luas panen dipengaruhi oleh luas tanam dan fraksi luas Panen.

Subsistem produsen menghasilkan besarnya luas tanam yang dipengaruhi oleh ekstensifikasi dengan adanya *delay* dengan konversi lahan yang dipengaruhi oleh laju konversi lahan. Semakin tinggi laju ekstensifikasi maka semakin tinggi pula luas tanam yang dihasilkan. Sebaliknya, apabila laju konversi lahan semakin tinggi maka semakin sedikit lahan yang bisa ditanami bawang putih. Hal tersebut berpengaruh pada luas panen dan produksi bawang putih yang dihasilkan.

## 2. Subsistem Pemasok

Pada *Causal Loop Diagram* subsistem pemasok, produksi merupakan komponen utama yang mengatur stok petani bawang putih. Produksi bawang putih ditentukan oleh besarnya luas panen dan produktivitas bawang putih.

Konsumsi bawang putih ditentukan oleh tingkat konsumsi bawang putih dan jumlah penduduk Jawa Timur. *Causal Loop Diagram* subsistem pemasok dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.



**Gambar 4.3.** *Causal loop diagram* subsistem pemasok

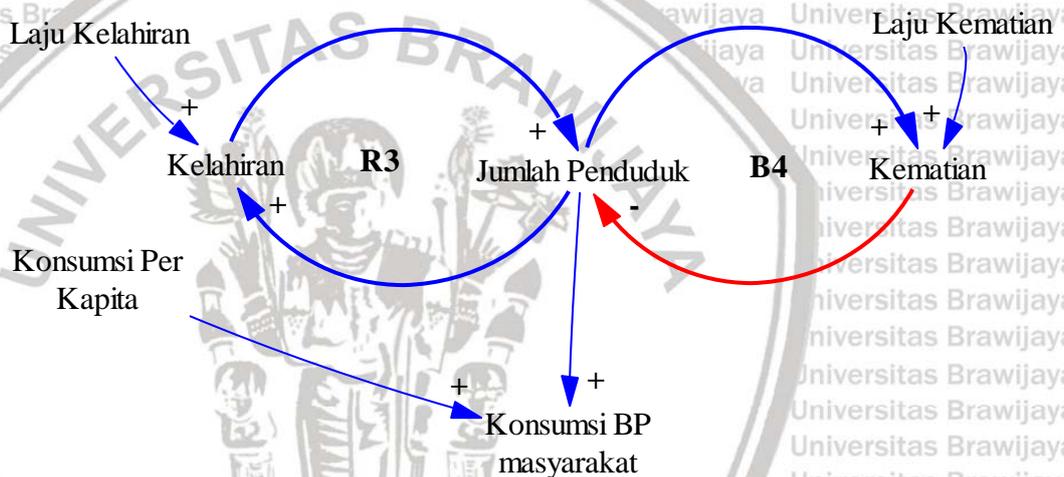
Berdasarkan **Gambar 4.3** variabel yang terbangun pada subsistem pemasok meliputi variabel produksi, variabel produktivitas, variabel stok petani, variabel pasokan luar provinsi, variabel permintaan bawang putih dan variabel fraksi permintaan bawang putih. Variabel produktivitas berpengaruh terhadap variabel produksi yang berfungsi sebagai penentu besarnya produksi yang dihasilkan dalam besarnya luas panen yang terjadi. Variabel produksi berpengaruh terhadap variabel stok petani memiliki hubungan bersifat *reinforcing loop* yang artinya saling menumbuhkan atau membangun. Menurut wirijadinata dan Dian (2017) *reinforcing loop* merupakan *feedback* positif yang menghasilkan pola pertumbuhan. Variabel fraksi permintaan berpengaruh terhadap variabel permintaan bawang putih. Variabel permintaan bawang putih berpengaruh terhadap variabel stok petani dan variabel pasokan dari luar provinsi. Variabel permintaan bawang putih terhadap variabel stok petani memiliki hubungan bersifat *balancing loop* yang artinya saling menyeimbangkan. Menurut Wirijadinata dan Dian (2017) *balancing loop* merupakan *feedback* negatif yang menghasilkan pola penyeimbangan. Semakin tinggi stok petani yang dihasilkan maka semakin tinggi pula besarnya permintaan bawang putih, dan sebaliknya. Variabel pasokan luar provinsi berpengaruh terhadap variabel stok petani memiliki hubungan bersifat *balancing loop* yang artinya saling menyeimbangkan. Menurut Wirijadinata dan Dian (2017) *balancing loop* merupakan *feedback* negatif yang menghasilkan pola penyeimbangan.

Subsistem pemasok menghasilkan besarnya variabel stok petani yang dipengaruhi oleh variabel produksi, variabel pasokan luar provinsi dan variabel permintaan bawang putih. Semakin banyak jumlah produksi maka semakin banyak juga stok petani yang didapatkan dan sebaliknya. Semakin besar permintaan yang dibutuhkan maka semakin besar juga stok petani yang harus dihasilkan. Semakin besar stok petani yang dibutuhkan semakin besar pula pasokan luar provinsi yang masuk. Variabel yang membangun subsistem pemasok saling memiliki keterkaitan yang saling memenuhi.

### 3. Subsistem Konsumen

*Causal Loop Diagram* pada subsistem konsumen variabel utamanya yaitu jumlah penduduk Jawa Timur. Penduduk provinsi Jawa Timur yang dijadikan konsumen utama bawang putih dengan dipengaruhi oleh konsumsi perkapita.

*Causal Loop Diagram* subsistem konsumen dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



**Gambar 4.4.** *Causal loop diagram* subsistem konsumen

Berdasarkan **Gambar 4.4** variabel yang terbangun meliputi variabel laju kelahiran, variabel kelahiran, variabel jumlah penduduk, variabel kematian, variabel laju kematian, variabel konsumsi BP masyarakat dan konsumsi per kapita. Variabel kelahiran dipengaruhi oleh variabel laju kelahiran dan variabel jumlah penduduk. Variabel kelahiran dipengaruhi oleh variabel laju kelahiran sehingga menghasilkan perubahan nilai kelahiran setiap tahunnya sesuai dengan besarnya laju kelahiran yang terjadi. Variabel kematian dipengaruhi oleh variabel laju kematian dan variabel jumlah penduduk. Variabel kematian dipengaruhi oleh variabel laju kematian sehingga menghasilkan perubahan nilai kematian setiap tahunnya sesuai dengan besarnya laju kematian yang terjadi. Hubungan antara variabel kelahiran dan jumlah penduduk bersifat *reinforcing loop* yang artinya saling menumbuhkan atau membangun. Menurut wirijadinata dan Dian (2017)

*reinforcing loop* merupakan *feedback* positif yang menghasilkan pola pertumbuhan. Semakin besar nilai kelahiran maka semakin besar pula jumlah penduduk yang ada dan begitu pula sebaliknya. Hubungan antara jumlah penduduk dan variabel kematian bersifat *balancing loop* yang artinya saling menyeimbangkan. Menurut Wirijadinata dan Dian (2017) *balancing loop* merupakan *feedback* negatif yang menghasilkan pola penyeimbangan. Semakin besar nilai kematian yang ada maka semakin kecil jumlah penduduk yang ada dan begitu pula sebaliknya. Variabel jumlah penduduk berpengaruh terhadap variabel konsumsi BP masyarakat. Variabel konsumsi BP masyarakat juga dipengaruhi oleh variabel konsumsi per kapita, yang berfungsi sebagai penentu besarnya konsumsi setiap orang dalam jangka waktu satu tahun.

Subsistem konsumen menghasilkan besarnya variabel jumlah penduduk yang dipengaruhi oleh variabel kelahiran, variabel kematian yang akan mempengaruhi jumlah konsumsi BP masyarakat. Semakin banyak jumlah penduduk semakin banyak BP yang dikonsumsi masyarakat yang dipengaruhi oleh nilai konsumsi per kapita. Variabel yang membangun subsistem konsumen saling memiliki keterkaitan yang saling memenuhi.

Setelah diidentifikasi variabel yang saling mempengaruhi dari tiga aspek tersebut dibuatlah *Causal Loop Diagram* (CLD). CLD rantai pasok bawang putih digambarkan pada **Lampiran 2**. CLD dari setiap subsistem akan membentuk suatu kesatuan model konseptual sistem rantai pasok bawang putih. Terdapat keterkaitan antara variabel dalam model. Keterkaitan yang terjadi hubungan umpan balik antara variabel dalam model konseptual dapat dilihat dalam suatu *loop*/subsistem yang dibangun. Pada subsistem produsen berpengaruh terhadap subsistem pemasok, dimana subsistem produsen menghasilkan jumlah produksi bawang putih dari petani yang mempengaruhi stok petani pada subsistem pemasok. Subsistem pemasok juga dipengaruhi oleh subsistem konsumen, dimana subsistem konsumen menghasilkan permintaan bawang putih berdasarkan data penduduk provinsi Jawa Timur. Pada subsistem pemasok juga dipengaruhi oleh variabel stok luar provinsi untuk memenuhi permintaan konsumsi ketika produksi tidak lagi bisa memenuhinya.

#### 4.3.2 Stock and Flow Diagram

*Stock and Flow Diagram* (SFD) merupakan pengembangan dari *Causal Loop Diagram* (CLD) yang digambarkan dalam diagram yang terdiri dari dua jenis variabel yaitu *stock* (level) dan *flow* (rate) di dalam pemodelan sistem dinamik. *Stock* (Level) dan *Flow* (Rate) dapat menggambarkan aktivitas yang terjadi pada suatu lingkaran

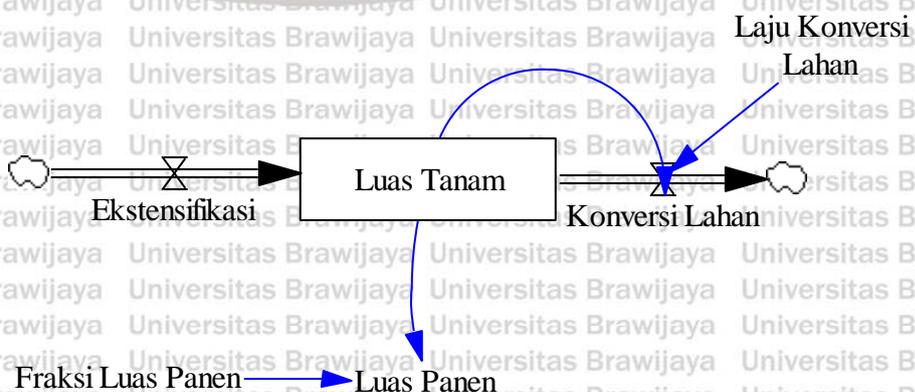
umpan-balik. *Stock and Flow Diagram* pada penelitian ini dibuat dengan bantuan *software* vensim. Berdasarkan *Causal Loop Diagram* pada **Lampiran 2** bahwa *Stock and Flow Diagram* dari sistem rantai pasok bawang putih dibagi menjadi 3 subsistem yaitu subsistem produsen, subsistem pemasok dan subsistem konsumen. Untuk *Stock and Flow Diagram* sistem rantai pasok bawang putih dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

#### 4.3.2.1 Subsistem Produsen

Subsistem produsen memberikan gambaran bagaimana produksi bawang putih oleh petani, dalam hal ini produksi bawang putih erat kaitannya dengan luas panen serta luas tanam yang digunakan untuk menanam tanaman bawang putih. Model ini akan menjelaskan keterkaitan antar variabel yang berpengaruh terhadap produksi bawang putih yang dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.

Subsistem produsen dapat dimodelkan dalam SFD yang terdiri atas beberapa variabel yang berperan sebagai *stock*, *flow (inflow dan outflow)*, *auxiliary*, serta *constant*. Variabel yang berperan sebagai *stock* yaitu luas tanam dimana *stock* tersebut dipengaruhi oleh ekstentifikasi sebagai *inflow* dan konversi lahan sebagai *outflow*. Luas tanam dapat bertambah akibat adanya kegiatan ekstentifikasi serta disisi lain dapat berkurang akibat adanya konversi lahan. Luas tanam akan mempengaruhi variabel luas panen yang berperan sebagai *auxiliary*. Selain luas tanam, fraksi luas panen yang berperan sebagai *constant* berpengaruh terhadap luas panen.

Salah satu variabel dalam SFD subsistem produsen mempengaruhi variabel lain pada subsistem pemasok. Variabel luas panen berpengaruh terhadap variabel produksi di SFD subsistem pemasok. Hal ini menunjukkan adanya keterkaitan antar subsistem produsen dengan subsistem pemasok dalam sistem rantai pasok tersebut.

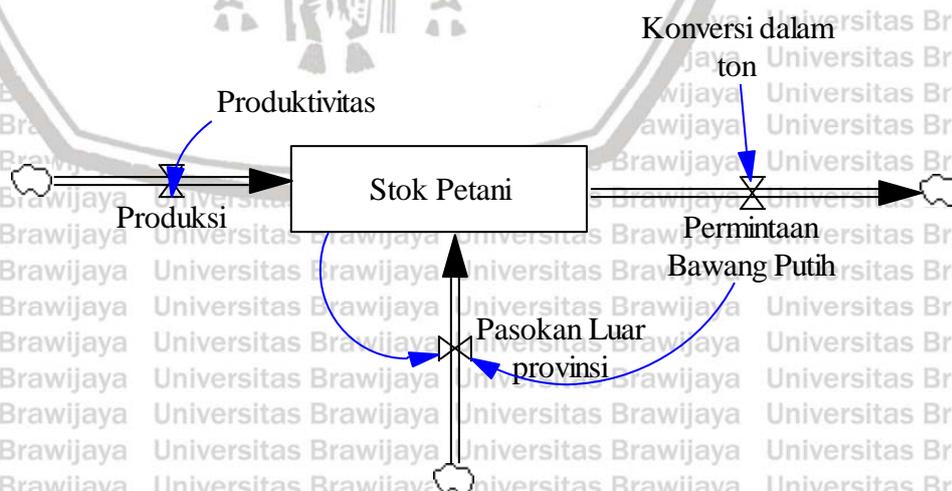


**Gambar 4.5.** *Stock and flow diagram* produsen

#### 4.3.2.2 Subsistem Pemasok

Subsistem pemasok memberikan gambaran mengenai pasokan stok bawang putih di Provinsi Jawa Timur, yang menjelaskan bagaimana pasokan bawang putih dapat diperoleh dan dipasok untuk kebutuhan konsumsi. Subsistem pemasok menjadi kunci utama dihasilkan pada jumlah bawang putih yang dapat dimodelkan dalam SFD. Model SFD subsistem pemasok dapat dilihat pada **Gambar 4.6**. Terdapat beberapa variabel yang berperan dalam membangun SFD subsistem pemasok, baik sebagai *stock*, *flow (inflow dan outflow)*, *auxiliary*, dan *constant*. Variabel yang berperan sebagai *stock* yaitu stok petani dimana *stock* tersebut dipengaruhi oleh produksi dan pasokan dari provinsi luar sebagai *inflow* serta permintaan bawang putih sebagai *outflow*. Stok petani dapat bertambah akibat adanya produksi dan pasokan dari provinsi lain serta dapat berkurang akibat adanya permintaan bawang putih.

Pasokan luar provinsi membuat jumlah stok petani menjadi bertambah sehingga diharapkan dapat memenuhi kebutuhan permintaan bawang putih Jawa Timur. Permintaan bawang putih juga mempengaruhi pasokan luar provinsi. Variabel produksi juga dapat menambah stok petani dipengaruhi oleh luas panen yang berperan sebagai *auxiliary* dan produktivitas yang berperan sebagai *constant*. Semakin tinggi nilai produksi bawang putih oleh petani menyebabkan semakin tinggi stok petani yang ada di wilayah Jawa Timur dan begitu pula sebaliknya. Permintaan bawang putih yang mengurangi jumlah stok petani dipengaruhi oleh konversi dalam ton yang berperan sebagai *constant* dan konsumsi BP yang berperan sebagai *auxiliary*.



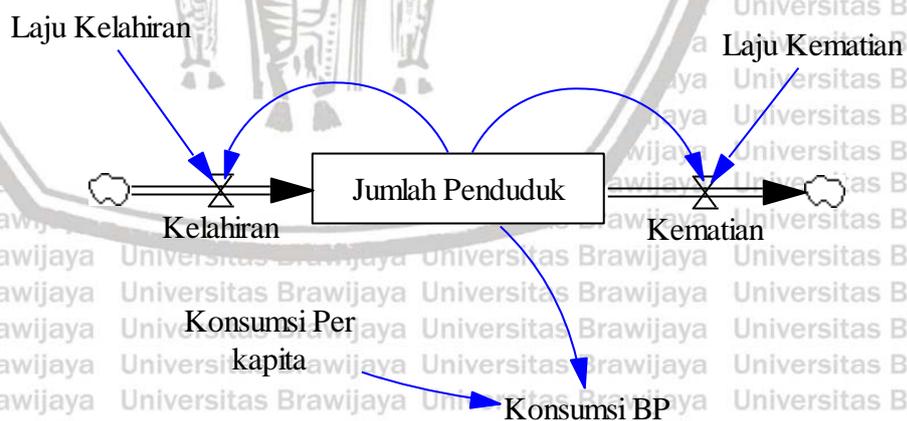
**Gambar 4.6.** Stock and flow diagram pemasok

#### 4.3.3.2.3 Subsistem Konsumen

Subsistem konsumen menggambarkan dinamisme jumlah penduduk dapat berpengaruh terhadap besarnya konsumsi bawang putih di Provinsi Jawa Timur. Subsistem konsumen yang dimodelkan dalam SFD dapat dilihat pada **Gambar 4.7**. Terdapat beberapa variabel yang berperan dalam membangun SFD subsistem konsumen, baik sebagai *stock*, *flow* (*inflow* dan *outflow*), *auxiliary*, dan *constant*. Variabel yang berperan sebagai *stock* yaitu jumlah penduduk dimana *stock* tersebut dipengaruhi oleh kelahiran sebagai *inflow* dan kematian sebagai *outflow*. Jumlah penduduk dapat bertambah akibat adanya kelahiran namun dapat berkurang akibat adanya kematian. Kelahiran dipengaruhi oleh banyaknya jumlah penduduk dan laju kelahiran yang berperan sebagai *constant*. Kematian dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan laju kematian yang berperan sebagai *constant*. Nilai konsumsi bawang putih akan lebih kecil tergantung dari laju kelahiran dan laju kematian yang ada.

Konsumsi BP dipengaruhi oleh beberapa variabel yang terlibat. Pada model ini konsumsi BP berperan sebagai *auxiliary*. Konsumsi BP dipengaruhi oleh konsumsi per kapita, serta jumlah penduduk.

Terdapat keterkaitan antara subsistem konsumen dan subsistem pemasok. Hal ini ditunjukkan oleh adanya hubungan keterkaitan antara konsumsi BP dalam subsistem konsumen dengan permintaan bawang putih dalam subsistem pemasok. Konsumsi BP berpengaruh terhadap permintaan bawang putih, dalam hal ini permintaan bawang putih dapat mengurangi stok petani.



**Gambar 4.7.** *Stock and flow diagram* konsumen

#### 4.3.3. Formulasi Model

*Stock and Flow Diagram* yang telah dirancang berisi persamaan matematis yang digunakan dalam memformulasikan hubungan keterkaitan antara variabel-

variabel dalam model rantai pasok bawang putih. Menurut Fortunela *et al.* (2014) formulasi model merupakan integrasi dari variabel yang dibandingkan dengan waktu untuk simulasi model. Penelitian ini menggunakan data historis dinas terkait di Provinsi Jawa Timur yang tercatat selama lima tahun terakhir mulai dari tahun 2015 hingga tahun 2019. Data historis yang diperoleh dari Dinas di Provinsi Jawa Timur terkait penelitian ini pada rentang tahun 2015-2019 dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

Pada subsistem produsen, luas tanam dipengaruhi oleh ekstensifikasi dan konversi lahan. Luas tanam akan meningkat jika ekstensifikasi lebih besar. Formulasi subsistem produsen terdapat tujuh variabel. Formulasi untuk tiap variabel dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.

**Tabel 4.3.** Formulasi subsistem produsen

No	Nama	Model Building	Formulasi	Satuan
1	Luas Tanam	<i>Level</i>	INTEG (Ekstensifikasi-Konversi Lahan), 86	Ha
2	Ekstensifikasi	<i>Flow</i>	STEP(66, 2021 )+STEP(-77, 2022 )+ STEP(355, 2023 )+STEP(482, 2024 )+STEP(570, 2025 )	Ha
3	Konversi Lahan	<i>Flow</i>	Luas tanam*Laju konversi lahan	Ha
4	Laju Konversi Lahan	<i>Variabel</i>	0,08	1/Tahun
5	Luas Panen	<i>Auxiliary</i>	Luas tanam*Fraksi Luas Panen	Ha
6	Fraksi Luas Panen	<i>Constant</i>	0,9	1/Tahun

Berdasarkan **Tabel 4.3** formulasi matematis setiap variabel memiliki hubungan antar variabel sehingga satuan yang dihasilkan juga memiliki pengaruh atas verifikasi unit. Variabel laju konversi lahan dengan nilai formulasi sebesar 0,08 didapatkan dari luas tanam pertanian saat ini sebesar 1,2 juta Ha dibagi dengan besaran alih fungsi lahan sebesar 1.000 Ha/Tahun. Variabel fraksi luas panen sebesar 0,90 bahwa nilai tersebut dibuat dengan asumsi besarnya gagal panen atas luas tanam yang ditanam sebesar 10% sehingga besarnya lahan yang panen 90%.

Pada subsistem pemasok, stok petani dipengaruhi oleh variabel produksi dan variabel permintaan. Variabel stok petani menunjukkan besarnya yang dapat dikendalikan berdasarkan kebutuhan yang ada. Formulasi subsistem pasokan terdapat sembilan variabel. Formulasi tiap variabel dapat dilihat di **Tabel 4.4**.

**Tabel 4.4.** Formulasi subsistem pemasok

No	Nama	Model Building	Formulasi	Satuan
1	Produksi	Flow	Luas panen *produktivitas	Ton
2	Produktivitas	Constant	6,21	Ton/Ha
3	Stok petani	Level	INTEG (Pasokan Luar provinsi+Produksi-Permintaan Bawang Putih), 582	Ton
4	Permintaan bawang putih	Flow	Konsumsi BP*Konversi dalam ton	Ton
5	Konversi dalam ton	Constant	0,001	Kg/Ton
6	Pasokan luar provinsi	Flow	Permintaan Bawang Putih-Stok Petani	Ton

Berdasarkan **Tabel 4.4** formulasi matematis setiap variabel memiliki hubungan antar variabel sehingga satuan yang dihasilkan juga memiliki pengaruh atas verifikasi unit. Variabel laju konversi lahan dengan nilai formulasi sebesar 0,08 didapatkan dari luas tanam pertanian saat ini sebesar 1,2 juta Ha dibagi dengan besaran alih fungsi lahan sebesar 1.000 Ha/Tahun. Variabel fraksi luas panen sebesar 0,90 bahwa nilai tersebut dibuat dengan asumsi besarnya gagal panen atas luas tanam yang ditanam sebesar 10% sehingga besarnya lahan yang panen 90%.

Pada subsistem Konsumen, variabel jumlah penduduk Provinsi Jawa Timur menjadi faktor utama yang dipengaruhi oleh jumlah kelahiran dan kematian. Jumlah konsumsi bawang putih Jawa Timur di pengaruhi formulasi subsistem konsumen terdapat delapan variabel. Formulasi tiap variabel dapat dilihat di **Tabel 4.5**.

**Tabel 4.5.** Formulasi subsistem konsumen

No	Nama	Model Building	Formulasi	Satuan
1	Jumlah Penduduk	Stock	(tdt)+kelahiran-kematian	Orang
2	Kelahiran	Flow	jumlah penduduk*laju kelahiran	Orang
3	Kematian	Flow	jumlah penduduk*laju kematian	Orang
4	Laju Kelahiran	Constant	0,008	1/Tahun
5	Laju Kematian	Constant	0,002	1/Tahun
6	Konsumsi BP	Auxiliary	Konsumsi Per kapita*Jumlah Penduduk	Kg
7	Konsumsi per kapita	Constant	1,72	Kg/Orang

Berdasarkan **Tabel 4.5** formulasi matematis setiap variabel memiliki hubungan antar variabel sehingga satuan yang dihasilkan juga memiliki pengaruh atas verifikasi unit. Pada variabel laju kelahiran dengan formulasi sebesar 0,008. Nilai laju kelahiran tersebut hasil atas sensusnas penduduk di Provinsi Jawa Timur.

Variabel laju kematian dengan formulasi sebesar 0,002. Nilai laju kelahiran tersebut hasil atas sensus penduduk di Provinsi Jawa Timur. Variabel konsumsi per kapita di dapatkan nilai formulasi sebesar 1,72 kg/orang atas dasar kebutuhan konsumsi per kapita tingkat nasional ataupun Jawa Timur.

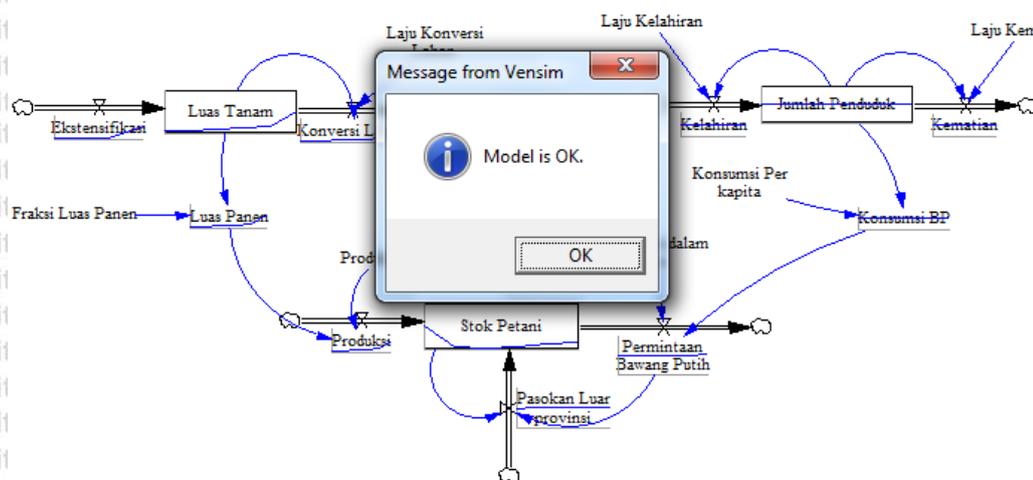
#### 4.4 Simulasi

Keluaran atau *output* pada tahap simulasi berfungsi untuk mempermudah mengetahui hubungan variabel secara kuantitatif (Fortunella *et al.*, 2015). Simulasi akan menghasilkan *output* yang berupa grafik perilaku waktu. Simulasi model dilakukan menggunakan aplikasi Vensim PLE.

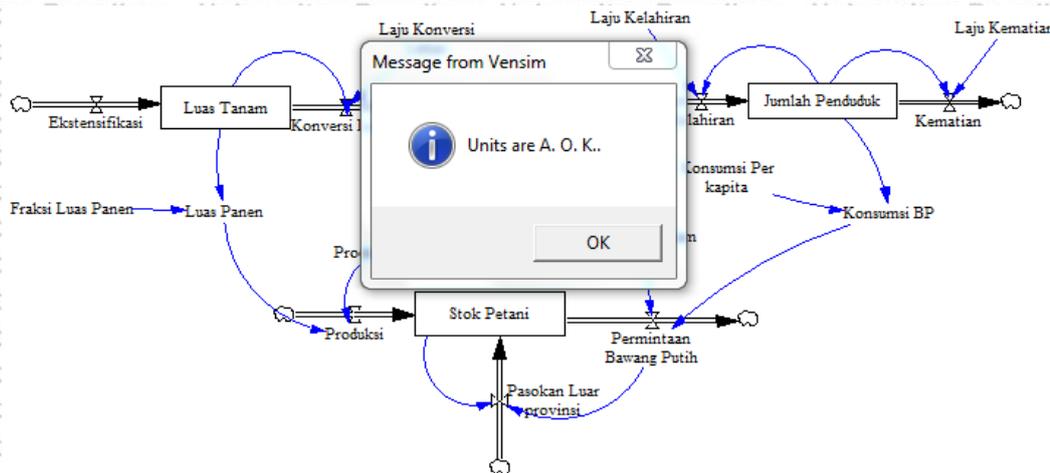
##### 4.4.1 Verifikasi dan Validasi Model

###### 4.4.1.1 Verifikasi

Tahap verifikasi model dilakukan untuk mengetahui apakah model simulasi yang telah dibuat merepresentasikan keadaan aktual dengan tepat atau tidak dan memastikan model tersebut tidak terdapat kesalahan (Wahid dan Suryani, 2012). Verifikasi model bertujuan untuk memeriksa apakah logika pada model sudah berfungsi dengan benar dan tidak ada error. Untuk verifikasi model dengan vensim PLE dilakukan dua tahap. Tahap pertama dengan memeriksa logika model. Tahap kedua adalah memeriksa apakah satuan pada masing-masing variabel sudah sesuai dengan interaksinya. Hasil verifikasi dapat dilihat pada **Gambar 4.8** dan **Gambar 4.9** masing-masing merupakan *model check* dan *units check*.



**Gambar 4.8.** Hasil verifikasi model check



Gambar 4.9. Hasil verifikasi unit check

Berdasarkan hasil simulasi, dapat dilihat bahwa model dan satuan yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik tanpa terjadi *error* pada formulasi. Model yang telah terverifikasi ditandai dengan munculnya tulisan model *is OK* dari aplikasi *Vensim PLE*. *Units* atau satuan yang telah terverifikasi juga ditandai dengan munculnya tulisan *units are OK* dari aplikasi *Vensim PLE*.

#### 4.4.1.2 Validasi

Validasi model bertujuan untuk mengetahui kesesuaian model yang dibuat dengan sistem nyata perusahaan (Wahid dan Suryani, 2012). Validasi model dapat dilakukan melalui beberapa cara yaitu meliputi uji validitas konstruksi, uji validitas struktur dan uji validitas kinerja (Lestari *et al.*, 2014). Berikut merupakan validasi model yang dilakukan pada penelitian ini:

##### a. Uji Validasi Struktur

Validasi struktur model secara langsung dapat dilakukan tanpa menjalankan model dalam simulasi. Model tervalidasi baik jika variabel beserta hubungan keterkaitan antar variabel dalam model yang berdasarkan pada teori telah disesuaikan dengan hasil pengamatan. Pada penelitian ini, model yang berisi hubungan antar variabel esuai dengan keadaan aktual rantai pasok sehingga model yang dirancang dapat dinyatakan valid.

##### b. Uji Validasi Kinerja

Validasi model dengan uji validasi kinerja dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kesesuaian kinerja model dengan kinerja sistem aktual, sehingga model tersebut dapat menjadi model ilmiah yang sesuai dengan realitas (Widodo dan Nugroho, 2012). Validasi kinerja dapat dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Perhitungan MAPE

dilakukan dengan program *Microsoft Excel*. Validasi kinerja dapat digunakan untuk mengetahui sejauh mana tingkat kesesuaian data hasil simulasi dengan data aktual. Kriteria uji MAPE antara lain  $MAPE < 5\%$  yang artinya model sangat tepat,  $5\% < MAPE < 10\%$  yang artinya model tepat dan  $MAPE > 10\%$  yang artinya model tidak tepat (Aminudin *et al.*, 2014). Perbandingan data aktual dengan hasil simulasi dilakukan pada variabel luas panen bawang putih dan produksi bawang putih yang dihasilkan pada tahun 2015 – 2019. Hasil validasi luas panen dapat dilihat pada **Tabel 4.6** Sedangkan produksi bawang putih pada

**Tabel 4.7.**

**Tabel 4.6.** Validasi jumlah luas panen bawang putih

Tahun	Jumlah Luas Panen (Ha)		Error (%)
	Simulasi	Aktual	
2015	71	78	1,79
2016	124	110	2,55
2017	105	97	1,65
2018	406	717	8,68
2019	1117	1.235	1,91
<b>MAPE</b>			3,32

**Sumber:** Data Diolah (2021)

**Tabel 4.7.** Validasi jumlah produksi bawang putih

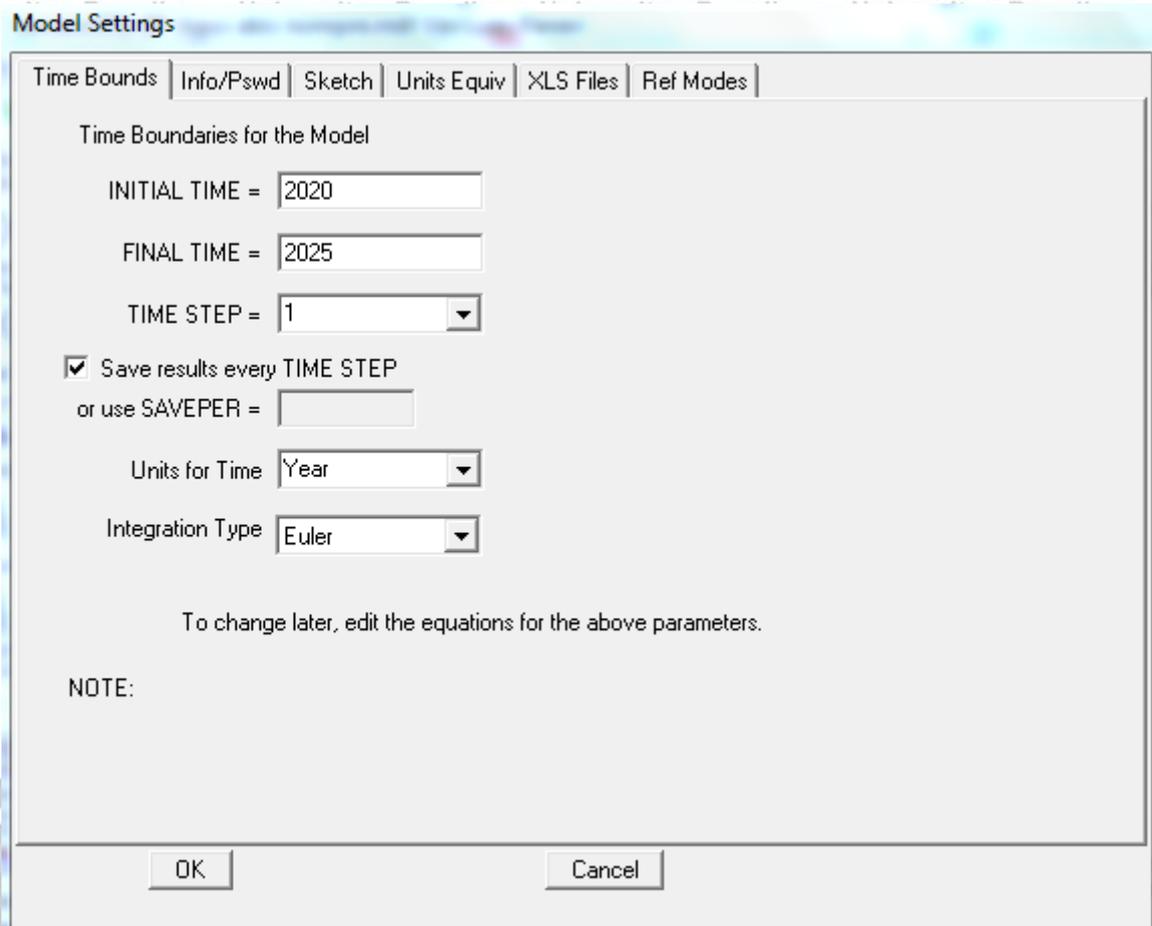
Tahun	Jumlah Produksi (Ton)		Error (%)
	Simulasi	Aktual	
2015	442	528	3,26
2016	757	777	0,51
2017	652	653	0,03
2018	2.522	3.506	5,61
2019	6.937	6.941	0,01
<b>MAPE</b>			1,89

**Sumber:** Data Olah (2021)

#### 4.4.2 Simulasi Model

Simulasi model dilakukan untuk mengetahui hasil rantai pasok bawang putih dalam waktu tertentu berdasarkan model yang telah dirancang. Simulasi dimulai dengan melakukan model setting. Model setting dilakukan untuk menyesuaikan dengan objek penelitian. Model setting dalam penelitian ini dapat dilihat pada

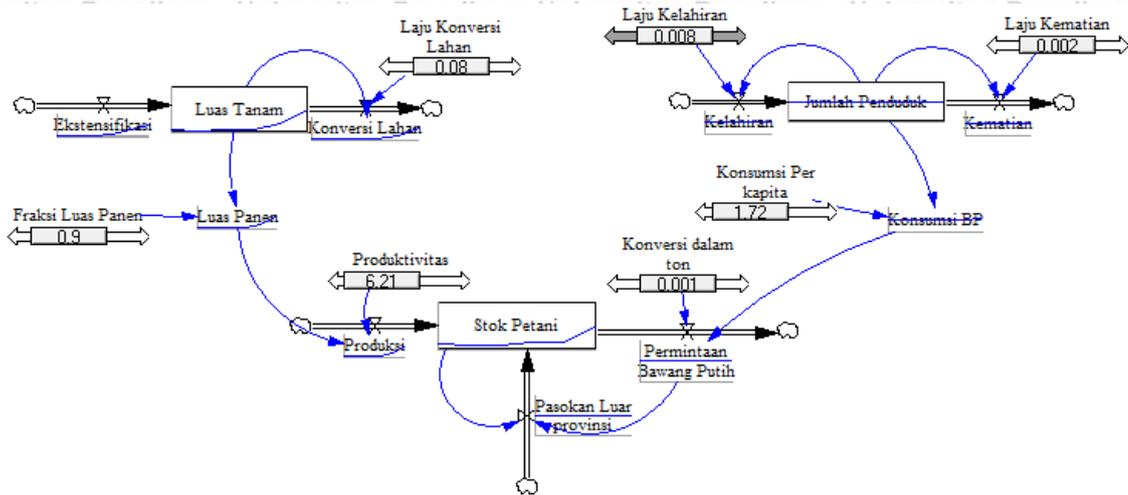
**Gambar 4.10.**



**Gambar 4.10.** Model Setting Model Rantai Pasok Bawang Putih

Interval waktu dalam penelitian ini yaitu lima periode karena analisa rantai pasok ini termasuk dalam perencanaan jangka menengah. Penentuan waktu tersebut dikarenakan dalam kurun waktu 5 tahun atau periode sudah cukup mempelajari pola keberlanjutan suatu usaha dan perilaku sistem jika diprediksi untuk jangka menengah (Rosalina, 2018). Penetapan selama 5 periode disesuaikan dengan data yang digunakan dari pihak terkait yaitu per periode atau per tahun, sehingga lebih mudah untuk membandingkan data aktual pemerintah dengan hasil simulasi. *Time step* yang digunakan yaitu 1 karena agar menghasilkan data per tahun berjumlah satu disesuaikan dengan rekap data aktual yang diperoleh dari perusahaan, sehingga didapatkan data simulasi sebanyak 5 data selama 5 periode. Hasil simulasi atau running dapat dilihat pada **Gambar 4.11**.

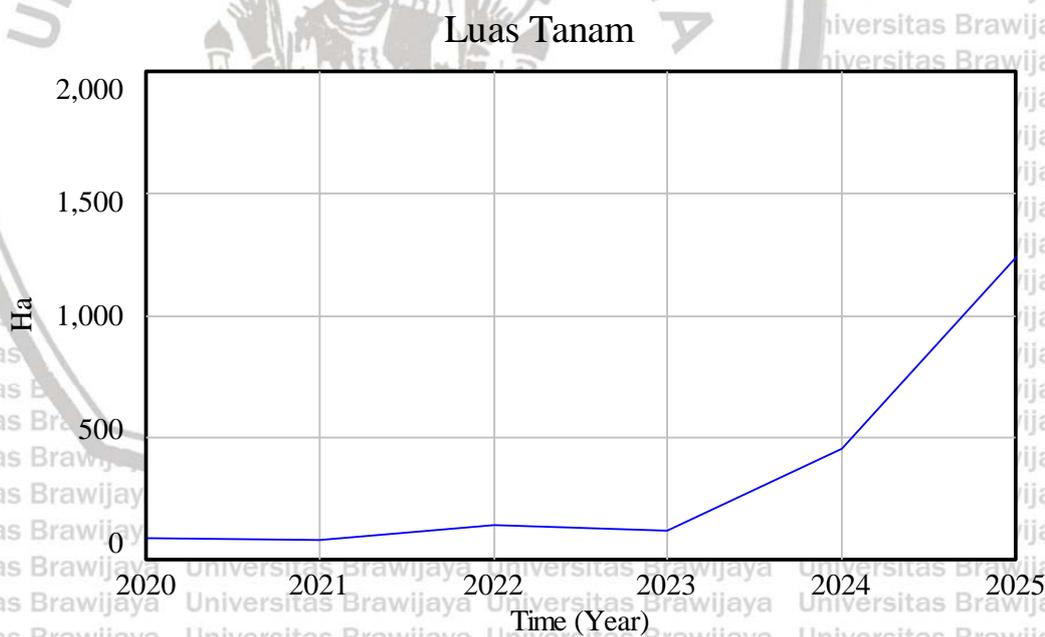
Berdasarkan **Gambar 4.11** terdapat hasil simulasi rantai pasok bawang putih yang didapatkan dari formulasi matematis yang telah dibuat berdasarkan hubungan antar variabel. Hasil simulasi menunjukkan adanya grafik pada variabel yang diamati. Terdapat grafik yang mengalami kenaikan maupun mengalami penurunan nilai selama lima periode.



Gambar 4.11. Simulasi model rantai pasok bawang putih

#### 4.4.2.1 Simulasi Subsistem Produsen

Subsistem produsen fokus pada hasil produksi petani dengan variabel luas tanam dan berpengaruh terhadap luas panen. Luas panen tersebut akan menjadi nilai produksi yang dihasilkan. Hasil simulasi luas tanam dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Luas Tanam : 11

Gambar 4.12. Hasil simulasi variabel luas tanam

Data hasil simulasi pada Gambar 4.12 bahwa luas tanam mengalami kenaikan setiap tahunnya. Hal tersebut membuat produksi bawang putih akan mengalami peningkatan sehingga nilai ketercukupan dalam provinsi akan

meningkatkan pemenuhannya. Peningkatan luas tanam disebabkan oleh ekstensifikasi lahan. Pemerintah dapat memproduktifkan kembali lahan yang potensi untuk penanaman bawang putih.

Terdapat *Causes Tree Diagram* yang berfungsi untuk melihat variabel-variabel yang mempengaruhi terbentuknya variabel yang dihasilkan. Pada variabel luas tanam dihasilkan beberapa variabel pembangun. Variabel-variabel tersebut dapat dilihat pada *Causes Tree Diagram* yang ditunjukkan pada

**Gambar 4.13.**



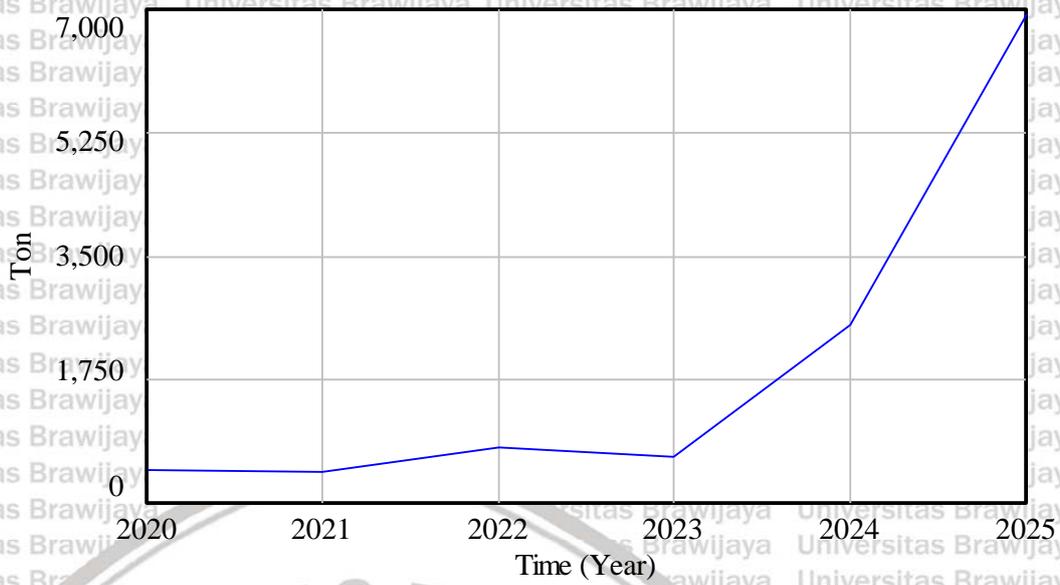
**Gambar 4.13.** *Causes tree diagram* luas tanam bawang putih

Berdasarkan **Gambar 4.13** variabel-variabel yang dapat mempengaruhi secara langsung luas tanam yang dihasilkan yaitu ekstensifikasi dan konversi lahan. Variabel ekstensifikasi berpengaruh positif terhadap luas tanam yang dihasilkan, semakin tinggi nilai ekstensifikasi maka luas tanam yang dihasilkan semakin besar. Konversi lahan berpengaruh negatif terhadap luas tanam bawang putih yang dihasilkan, semakin besar nilai konversi lahan maka luas tanam yang dihasilkan semakin kecil. Selain variabel-variabel yang berpengaruh secara langsung, luas tanam yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh variabel-variabel yang berpengaruh secara tidak langsung yaitu tingkat laju konversi lahan.

#### 4.4.2.2 Simulasi Subsistem Pemasok

Subsistem pemasok dipengaruhi oleh produksi yang menjadi stok petani serta pasokan luar provinsi. Hasil simulasinya dapat dilihat pada **Gambar 4.14**, **Gambar 4.15**, dan **Gambar 4.16** masing-masing merupakan variabel produksi, stok petani dan pasokan luar provinsi bahwa setiap tahunnya mengalami peningkatan sehingga besaran bawang putih yang dihasilkan akan mengurangi pasokan dari luar provinsi.

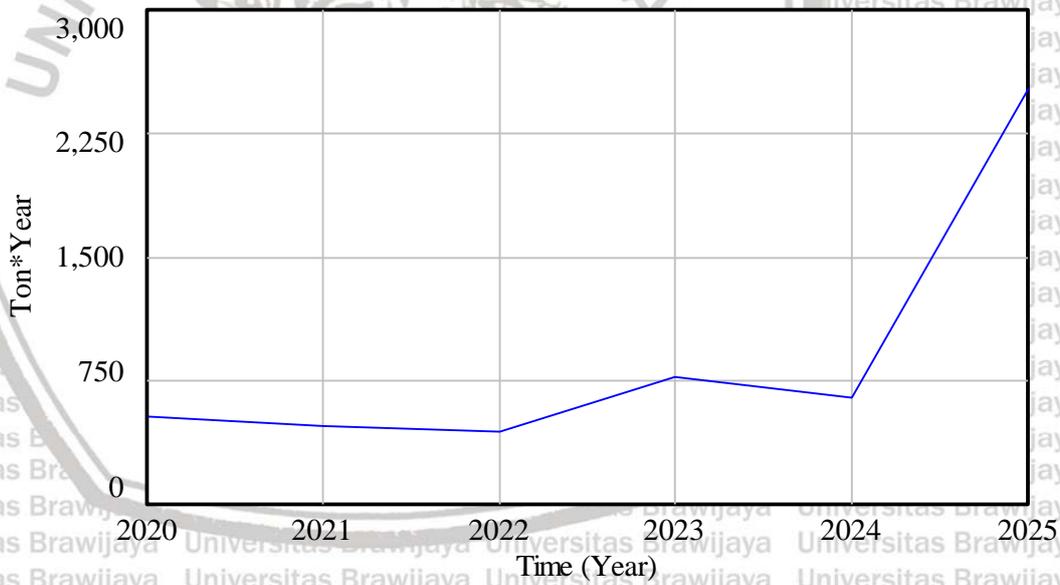
### Produksi



Produksi : 11

Gambar 4.14. Hasil simulasi variabel produksi

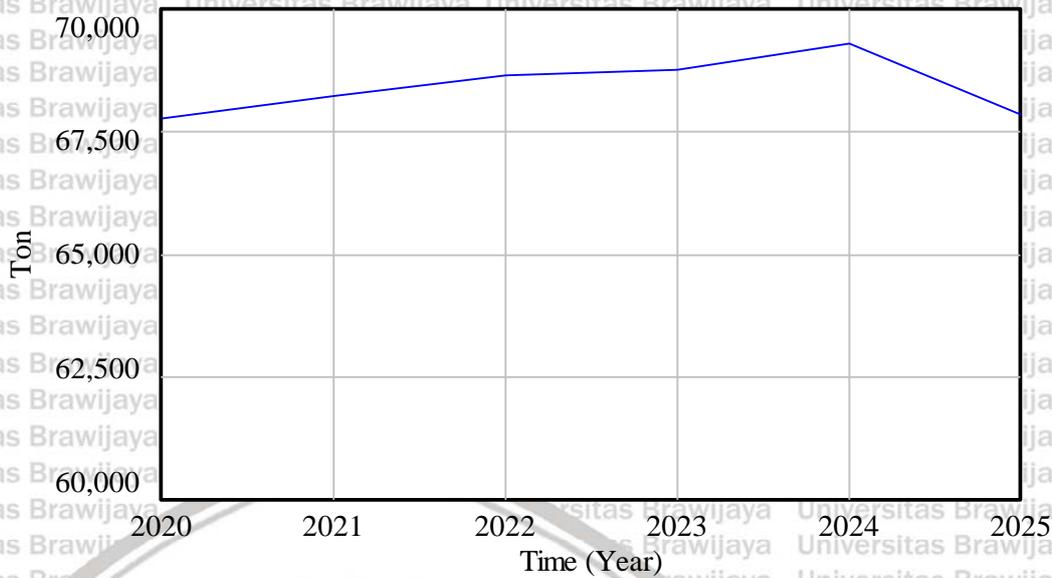
### Stok Petani



Stok Petani : 11

Gambar 4.15. Hasil simulasi variabel stok petani

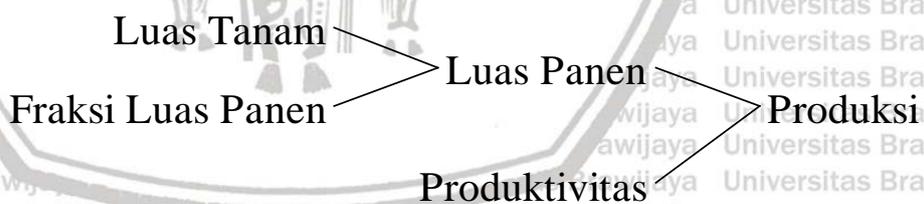
### Pasokan Luar provinsi



Pasokan Luar provinsi : 11

**Gambar 4.16.** Hasil simulasi pasokan luar provinsi

Terdapat *Causes Tree Diagram* yang berfungsi untuk melihat variabel-variabel yang mempengaruhi terbentuknya variabel yang dihasilkan. Pada variabel produksi, variabel stok petani dan variabel pasokan luar provinsi dihasilkan beberapa variabel pembangun. Variabel-variabel tersebut dapat dilihat pada *Causes Tree Diagram* yang ditunjukkan pada **Gambar 4.17**, **Gambar 4.18**, dan **Gambar 4.19**.



**Gambar 4.17.** *Causes tree diagram* variabel produksi

Berdasarkan **Gambar 4.17** variabel-variabel yang dapat berpengaruh secara langsung produksi bawang putih yang dihasilkan yaitu luas panen dan produktivitas. Variabel luas panen berpengaruh signifikan terhadap produksi yang dihasilkan. Semakin besar luas panen yang dihasilkan maka nilai produksi yang dihasilkan juga semakin besar. Produktivitas berpengaruh positif terhadap produksi bawang putih yang dihasilkan. Semakin besar nilai produktivitasnya maka produksi yang dihasilkan semakin besar pula dan begitu pula sebaliknya.

Berdasarkan penelitian Ishaq *et al.* (2017) bahwa hasil produksi mengalami penurunan yang disebabkan oleh adanya penurunan luas panen dan produktivitas ataupun sebaliknya.



**Gambar 4.18.** Causes tree diagram variabel stok petani

Berdasarkan **Gambar 4.18** variabel-variabel yang dapat mempengaruhi secara langsung stok petani bawang putih yang dihasilkan yaitu permintaan bawang putih, pasokan luar provinsi dan produksi. Variabel produksi berpengaruh signifikan terhadap stok petani yang dihasilkan. Semakin besar nilai produksinya maka stok yang dihasilkan semakin banyak. Permintaan bawang putih berpengaruh negatif terhadap stok petani yang dihasilkan. Semakin besar nilai permintaan maka stok yang dihasilkan semakin kecil pula. Pasokan luar provinsi memiliki fungsi sebagai penstabil stok petani sesuai permintaan bawang putih. Berdasarkan penelitian Dudin *et al.* (2019) bahwa variabel ketersediaan menjadi nilai utama dalam pemenuhan kebutuhan konsumsi yang dipengaruhi oleh nilai produksi dengan terlibatnya pasokan luar provinsi untuk proses pemenuhan. Hal ini dikarenakan bawang putih disetiap daerah ataupun provinsi belum bisa melakukan pemenuhan kebutuhannya masing-masing.



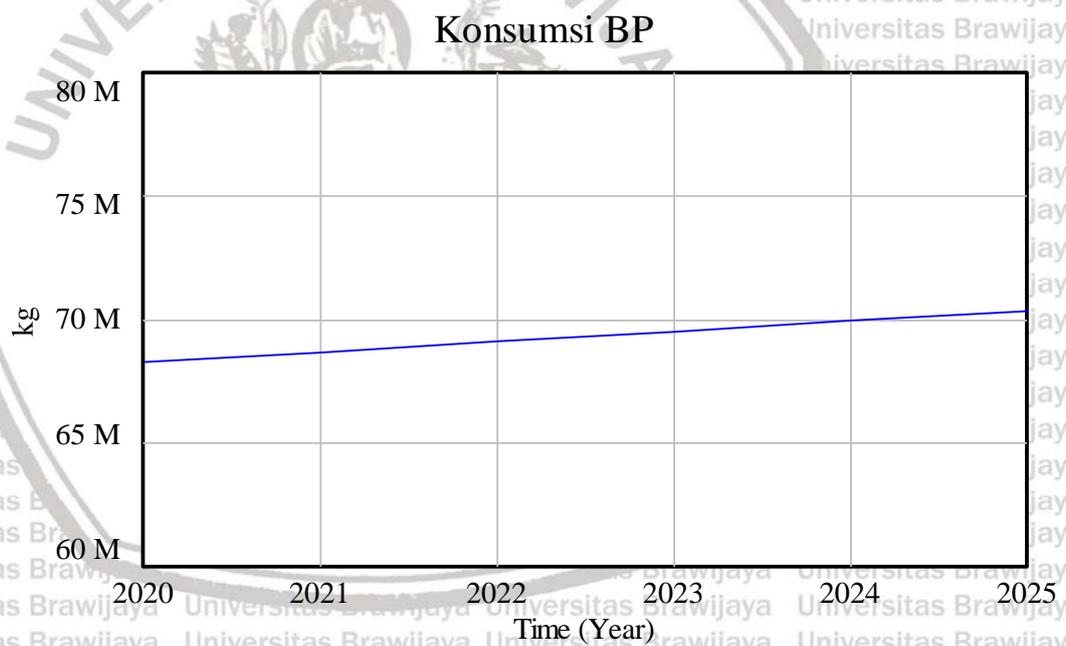
**Gambar 4.19.** Causes tree diagram variabel pasokan luar provinsi

Berdasarkan **Gambar 4.19** variabel-variabel yang dapat mempengaruhi secara langsung pasokan luar provinsi yaitu permintaan bawang putih dan stok petani. Variabel stok dikurangi cadangan berpengaruh terhadap

pasokan luar provinsi yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai stok petani maka pasokan luar provinsi yang dihasilkan semakin sedikit. Permintaan bawang putih memiliki fungsi sebagai penstabil pasokan luar provinsi sebagai nilai utama dalam pemenuhan kebutuhan. Berdasarkan penelitian Dudin *et al.* (2019) pasokan luar provinsi memberikan nilai pemenuhan yang dibutuhkan oleh daerah atau provinsi, sehingga variabel tersebut dipengaruhi oleh ketersediaan dikurangi stok serta permintaan. Hal ini pasokan luar provinsi memiliki peran sertral dalam pemenuhan kebutuhan.

#### 4.4.2.3 Simulasi Subsistem Konsumen

Subsistem konsumen dipengaruhi oleh jumlah penduduk di Provinsi Jawa Timur yang menjadi konsumen utama pada penelitian ini. Hasil simulasinya dapat dilihat pada **Gambar 4.20** bahwa setiap tahunnya mengalami peningkatan. Bawang putih yang dibutuhkan dalam pemenuhan konsumsi tersebut semakin besar dalam setiap tahunnya.



Konsumsi BP : 11

**Gambar 4.20.** Hasil simulasi konsumsi bawang putih

Terdapat *Causes Tree Diagram* yang berfungsi untuk melihat variabel-variabel yang mempengaruhi terbentuknya variabel yang dihasilkan. Pada variabel konsumsi dihasilkan beberapa variabel pembangun. Variabel-variabel tersebut dapat dilihat pada *Causes Tree Diagram* yang ditunjukkan pada **Gambar 4.21**.



**Gambar 4.21.** Causes tree diagram variabel konsumsi bawang putih

Berdasarkan **Gambar 4.21** variabel-variabel yang dapat mempengaruhi secara langsung konsumsi bawang putih yaitu jumlah penduduk dan konsumsi per kapita. Variabel jumlah penduduk berpengaruh terhadap konsumsi yang dihasilkan. Semakin tinggi jumlah penduduk maka konsumsi yang dihasilkan semakin besar. Konsumsi per kapita memiliki fungsi sebagai penentu besaran konsumsi setiap orang dalam kurun waktu 1 tahun. Berdasarkan analisa Aminudin (2014) bahwa konsumsi dipengaruhi oleh besarnya penduduk dan konsumsi per kapita yang nantinya menghasilkan total konsumsi tahunan. Semakin besar nilai konsumsi per kapita, maka semakin besar nilai jumlah bawang putih yang dibutuhkan untuk konsumsi.

#### 4.5 Analisis Kebijakan

Setelah dilakukan tahap simulasi model dan model telah dinyatakan valid, tahapan selanjutnya yaitu analisis kebijakan dengan pembuatan alternatif skenario kebijakan. Pembuatan skenario kebijakan dilakukan bertujuan untuk mengamati kinerja sistem dalam kondisi yang diinginkan. Pembuatan skenario kebijakan dilakukan dengan memberikan saran alternatif strategi dalam peningkatan rantai pasok dengan mengubah nilai parameter variabel di dalam model. Menurut Lestari *et al.* (2014) skenario kebijakan yang dapat diusulkan yaitu berupa alternatif 1, alternatif 2 dan alternatif 3. Alternatif strategi yang dipilih yaitu alternatif yang memiliki nilai perubahan tertinggi.

Pada penelitian ini digunakan 2 alternatif yang menjadi pembanding dalam penentuan hasil terbaik. Sebelum masuk pada alternatif disimulasikan tanpa adanya perubahan kegiatan. Situasi ini menggambarkan tidak aktifnya pemerintah dalam membuat perubahan. Hasil dari simulasi tanpa ada perubahan kegiatan didapatkan sebagaimana pada **Tabel 4.8**.

**Tabel 4.8** Hasil simulasi tanpa ada perubahan kegiatan

Tahun	Luas Tanam (Ha)	Produksi (Ton)	Luas Panen (Ha)	Pasokan Luar Provinsi (Ton)	Stok Petani (Ton)	Permintaan BP (Ton)
2021	1.250	6.987	1.125	61.096	7.595	68.691
2022	1.216	6.797	1.094	62.115	6.987	69.103
2023	1.107	6.192	997	62.720	6.797	69.518
2024	1.363	7.619	1.226	63.742	6.192	69.935
2025	2.080	11.626	1.872	62.735	7.619	70.354

Pada alternatif 1, modifikasi variabel dilakukan pada perluasan area tanam dengan memanfaatkan lahan-lahan kosong, sehingga dapat meningkatkan luas tanam dan luas panen bawang putih. Menurut Dinas Pertanian Jawa Timur (2020) masih terdapat lahan yang potensial untuk dibudidayakan sebesar 8.651 Ha. Pada skenario tersebut terjadi peningkatan luas tanam sebesar 2 kali dari variabel ekstensifikasi dengan penambahan 2 kali didalam formulasi model. Hasil simulasi dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

**Tabel 4.9.** Hasil simulasi skenario peningkatan luas tanam bawang putih

Tahun	Luas Tanam (Ha)	Produksi (Ton)	Luas Panen (Ha)	Pasokan Luar Provinsi (Ton)	Stok Petani (Ton)	Permintaan BP (Ton)
2021	1.250	6.987	1.125	61.095	7.595	68.691
2022	1.282	7.166	1.154	62.115	6.987	69.103
2023	1.157	6.470	1.041	62.351	7.166	69.518
2024	1.753	9.797	1.577	63.466	6.470	69.935
2025	3.264	18.247	2.938	60.556	9.797	70.354

Berdasarkan **Tabel 4.9** bahwa hasil simulasi menunjukkan peningkatan luas tanam pada tahun 2021 hingga 2025 dari 1.250 Ha menjadi 3.264 Ha. Pada tingkat produksi bawang putih terjadi dari awal tahun 2021 sampai 2025. Pada tahun 2021 sebesar 6.987 Ton meningkat menjadi 18.247 Ton pada tahun 2025. Sebaliknya, penurunan terjadi pada pasokan luar provinsi ditahun 2021 sebesar 61.095 Ton menjadi 60.556 Ton pada tahun 2025. Meningkatnya luas tanam berpengaruh signifikan terhadap jumlah produksi yang dihasilkan sehingga alternatif ini menjadi salah satu upaya dalam mengurangi jumlah pasokan dari luar provinsi. Berdasarkan penelitian Dudin *et al.* (2019) bahwa perluasan lahan lebih memungkinkan untuk dilakukan disaat ada potensi untuk dibudidayakan, serta berpengaruh terhadap besarnya produksi dan mengurangi pasokan dari luar provinsi. Hal ini mendukung penyampaian Kepala Dinas Pertanian (2020) dengan adanya potensi lahan sebesar 8.561 Ha yang bisa dibudidayakan.

Pada alternatif 2, peningkatan produktivitas tersebut dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan hasil produksi bawang putih. Untuk bisa mendapatkan produktivitas bawang putih yang tinggi diperlukan teknologi yang tepat dan sederhana serta kualitas

bibit bawang putih yang unggul dan pengetahuan petani mengenai bawang putih dari pra panen hingga pasca panen bawang putih. Pada skenario kebijakan peningkatan produktivitas ini dilakukan peningkatan produktivitas yang sebelumnya 6,21 Ton/Ha menjadi 7,07 Ton/Ha. Pada skenario peningkatan produktivitas mengambil data produktivitas bawang putih tertinggi yang telah dihasilkan di Provinsi Jawa Timur yaitu pada tahun 2016. Hasil simulasi skenario peningkatan produktivitas dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

**Tabel 4.10.** Hasil simulasi skenario peningkatan produktivitas bawang putih

Tahun	Luas Tanam (Ha)	Produksi (Ton)	Luas Panen (Ha)	Pasokan Luar Provinsi (Ton)	Stok Petani (Ton)	Pemintaan BP (Ton)
2021	1.250	7.955	1.125	60.044	8.647	68.691
2022	1.216	7.739	1.094	61.147	7.955	69.103
2023	1.107	7.049	997	61.779	7.739	69.518
2024	1.363	8.674	1.226	62.885	7.049	69.935
2025	2.080	13.236	1.872	61.680	8.674	70.354

Berdasarkan **Tabel 4.10** bahwa hasil produksi bawang putih pada tahun 2021 sebesar 7.955 Ton meningkat menjadi 13.236 Ton pada tahun 2025. Jumlah pasokan luar provinsi pada tahun 2021 sebesar 60.044 Ton meningkat menjadi 61.680 Ton pada tahun 2025. Jumlah stok petani tahun 2021 sebesar 8.647 Ton menjadi 8.674 Ton tahun 2025. Sedangkan untuk variabel luas tanam, luas panen dan konsumsi tetap seperti sebelum ada perubahan.

Perubahan persentase jumlah produksi dan pasokan luar provinsi dari tiap alternatif akan dianalisis dalam uji sensitivitas. Uji sensitivitas dilakukan dengan mengamati perbandingan perubahan nilai pada model dasar dan nilai pada tiap skenario alternatif kebijakan. Perbandingan dilakukan agar mengetahui perubahan persentase terbesar dari tiap skenario alternatif kebijakan. Perbandingan persentase perubahan dari masing-masing skenario dapat dilihat pada **Tabel 4.11**.

**Tabel 4.11.** Perbandingan perubahan nilai dengan alternatif kebijakan dalam persen

Alternatif	Rata-Rata Persentase Perubahan		
	Produksi (Ton)	Pasokan Luar Provinsi (Ton)	Stok Petani (Ton)
Alternatif 1	19,09	0,90	7,70
Alternatif 2	13,85	1,56	13,85

Hasil uji sensitivitas menunjukkan bahwa peningkatan luas tanam merupakan skenario terpilih dalam analisis kebijakan yang dilakukan. **Tabel 4.11** menunjukkan bahwa peningkatan produksi, pasokan luar provinsi dan stok petani yang dipengaruhi oleh

peningkatan luas lahan masing-masing sebesar 19,09%; 0,90%, dan 7,70%. Semakin besar luas tanam dapat meningkatkan produksi bawang putih di Provinsi Jawa Timur. Hal ini sesuai dengan potensi lahan yang dapat dikembangkan berdasarkan penyampaian oleh Kepala Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur (2020) yaitu sebesar 8.651 Ha di 7 Kota/Kabupaten di Provinsi Jawa timur.



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Rantai pasok bawang putih di Provinsi Jawa Timur secara dasar terdapat 5 aktor utama dalam membangun rantai pasok. Sistem dasar yang dibentuk terdapat 3 subsistem yaitu subsistem produsen, subsistem pemasok dan subsistem konsumen.

Faktor yang berpengaruh yaitu luas tanam lahan yang berdampak pada luas panen bawang putih, produktivitas bawang putih serta jumlah penduduk sebagai kosumen utama bawang putih di Provinsi Jawa Timur.

2. Tata kelola rantai pasok bawang putih di Provinsi Jawa Timur dengan alur produk dibangun 3 subsistem. Upaya peningkatan produksi dilakukan 2 alternatif skenario.

Alternatif pertama meningkatkan luas lahan dengan meningkatkan nilai variabel ekstensifikasi menjadi 2 kali lebih besar. Alternatif yang ke dua merubah nilai produktivitas dari 6,21 Ton/Ha menjadi 7,07 Ton/Ha. Hasil simulasi terbaik untuk meningkatkan produksi maksimal yaitu pada alternatif pertama dengan peningkatan produksi, pasokan luar provinsi dan stok petani yang dipengaruhi oleh peningkatan luas lahan masing-masing sebesar 19,09%; 0,90%; dan 7,70%.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perlunya identifikasi lebih dalam faktor lain yang memiliki keterkaitan serta berpengaruh pada rantai pasok bawang putih di Provinsi Jawa Timur yang nantinya tidak hanya ketergantungan pada pasokan luar provinsi.
2. Perlu dilakukan penelitian potensi penanaman bawang putih di Provinsi Jawa Timur dengan melihat ketinggian area tanam serta potensi untuk bibit unggul yang dapat menghasilkan nilai produktivitas tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachim I. 2003. *Pengantar Masalah Penduduk*. Alumni, Bandung.
- Akbar Z, Tama IP, dan Agustina E. 2017. Penerapan Metode Simulasi Sistem Dinamik untuk Mengoptimalkan Profit dalam Jaringan *Supply Chain* Produk Sayur. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri* 5(6): 1205-1216.
- Aminudin M, Mahbubi A, dan Sari RAP. 2014. Simulasi model sistem dinamis rantai pasok kentang dalam upaya ketahanan pangan nasional. *Agribisnis*, 8(1): 1-14.
- Aminudin M. 2014. Simulasi Model Sistem Dinamis Rantai Pasok Kentang Dalam Upaya Ketahanan Pangan Nasional. Skripsi. Program Studi Agribisnis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Anwar, S. 2011. Manajemen rantai pasokan (*Supply Chain Management*) konsep dan hakikat. *Dinamika Informatika*, 3(2).
- Aprillya, M. R., Erma S. and Anisa D. 2019. System dynamics simulation model to increase paddy production for food security. *Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 5(1): 67-75.
- Arif, M. 2018. *Supply Chain Management*. Deepublish, Yogyakarta.
- Axella, O. dan Suryani E. 2012. Aplikasi model sistem dinamik untuk menganalisis permintaan dan ketersediaan listrik sektor industri. *Teknik*, 1(1): 339-344.
- Basyaib, F. 2005. *Teori Pembuatan Keputusan*. Grasindo, Jakarta
- Bhushi UM, and Javalagi CM. 2004. System dynamics application to supply chain management: a review. *International Engineering Management Conference*.
- BPS. 2020. Jawa Timur dalam Angka. BPS, Surabaya.
- BPS. 2021. Jawa Timur dalam Angka. BPS, Surabaya.
- Brilliantina A, Purnomo BH, dan Suryaningrat IB. 2016. Pendekatan penilaian kinerja agroindustri the menggunakan model sistem dinamik. *Agroteknologi* 10(2): 193-201.
- Coyle RG. 1996. *System Dynamic Modelling*. CRC Press, New York.
- Dinas Pertanian. 2020. <https://www.antaraneews.com/berita/1295606/jatim-genjot-perluasan-lahan-bawang-putih>.
- Emhar A, Aji JMM, dan Agustin T. 2014. Analisis rantai pasokan (*supply chain*) komoditas daging sapi di kabupaten jember. *Pertanian*, 1(3): 53-61
- Emshoff & Simon A. 1970. Rancangan ulang dan simulasi. *Social Work*, ISSN: 2339-0042.
- Eriyatno. 1998. *Ilmu Sistem, Meningkatkan Mutu dan Efektifitas Manajemen*. IPB Press, Bogor.
- Finch, B. J. 2006. *Operations Now: Profitability, Processes, Performance*. McGraw-Hill, New York.
- Forrester JW. 1969. *Urban Dynamics*. MIT Press Mass, Cambridge
- Fortunella A, Ishardita PT, dan Agustina E. 2015. Model simulasi sistem produksi dengan sistem dinamik guna membantu perencanaan kapasitas produksi. *Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 3(2): 256-267.
- Ghafiqie A. 2012. Pengembangan model sistem dinamis untuk menganalisa kontribusi MRT jakarta terhadap PAD DKI jakarta. Tesis. Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Harrell, Ghosh, dan Bowden. 2004. *Simulation Using Promodeln Second Edition*. McGraw-Hill, New York.
- Hidayati F, Yonariza, Nofialdi, dan D Yuzaria. 2019. Intensifikasi lahan melalui sistem pertanian terpadu: sebuah tinjauan. *Agriculture and Food Security*, 1: 113-119.
- Imanullah MN. 2017. *Petani dalam Perdagangan Pangan Internasional*. Pustaka Hanif, Surakarta.
- Indrajit RE, dan Djokopranoto. 2003. *Konsep Manajemen Supply Chain: Strategi Mengelola Manajemen Rantai Pasokan Bagi Perusahaan Modern di Indonesia*. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.

- Ishaq M, Agnes TR, dan Erma OP. 2017. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi padi di provinsi jawa timur menggunakan regresi semiparametrik spline. *Sains dan Seni*, 6(1): 101-107.
- Kim SW. 2012. An investigation of information technology investments on buyer supplier relationship and supply chain dynamics. *Asian Journal on Quality*, 13: 250-267.
- Lestari NP, Tama IP, dan Hardiningtyas D. 2014. Analisis sistem produksi terhadap profit perusahaan dengan pendekatan simulasi sistem dinamik (studi kasus: pt. Industri sandang nusantara unit patal lawang). *Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 2(5): 952 – 963.
- Londhe VP, Gavasane AT, Nipate SS, Bandawane DD, dan Chaudari PD. 2011. Role of garlic (*allium sativum*) in various diseases: an overview. *Pharmaceutical Research and Opinion*, 4: 129-134.
- Mahendra A. 2017. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi fertilitas di indonesia. *JRAK*, 3(2): 223–242.
- McBarney B, dan Hannon B. 2004. *Dynamic Modelling for Bussines Management An Introduction*. Springer-Verlag New York Inc, New York.
- Nurmala T, Suyono AD, Rodjak A, Suganda T, Natasasmita S, dan Simarmata T. 2012. *Pengantar Ilmu Pertanian*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Pratimi A. 1995. Perbedaan potensi bakteriostatik antara bawang putih umbi tunggal dengan bawang putih umbi banyak terhadap bakteri gram positif dan gram negatif. Skripsi. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Purwani T, dan Nurcholis L. 2015. *Strategi Peningkatan Kinerja Rantai Pasok*. Deepublish Publisher, Yogyakarta.
- R. L. Eberlein and D. W. Peterson. 1992. Understanding models with VensimTM. *Oper. Res*, 59(1): 216–219.
- Raymond M and GP Schell. 2008. *Sistem Informasi Manajemen (10)*. Salemba Empat, Jakarta.
- Ridwan A, Putro FF, dan Nur L. 2019. Simulasi sistem dinamis dalam perancangan mitigasi risiko pengadaan material alat excavator dengan metode FMEA dan fuzzy AHP. *Teknik Mesin Untirta*, 5(1): 51-56.
- Rivlin RS. 2001. Historical perspective on the use of garlic. *Nutrition*, 131(3): 95
- Rosalina RA. 2018. Pemodelan pengukuran kinerja perusahaan dengan pendekatan dinamika sistem (Studi Kasus: PG Kebon Agung Malang – Jawa Timur). Skripsi. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.
- Ross FD. 2003. *Introduction to E-Supply Chain Management: Engaging Technology to Build Market-Winning Business Partnership*. Lucie Press, United States of America.
- Rusadi A.I, dan Agustina E. 2018. Pendekatan sistem dinamik untuk menganalisis rantai pasok bawang merah di pasar tradisional malang. *Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 6(10).
- Ruswandi, A. 2005. Dampak konversi lahan pertanian terhadap perubahan kesejahteraan petani dan perkembangan wilayah. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Santoso HB. 2000. *Bawang Putih(12)*. Kanisius, Yogyakarta.
- Santoso I, Miftahus S, dan Siti AM. 2019. Scenario development for improving supply chain performance using the system dynamics approach. *Engineering & Technology*, 8(4): 535-542.
- Santoso I, Muhammad A dan Nuria R. 2018. A dynamic model for managing adulteration risks of dairy industry supply chain in indonesia. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering*, 1(1): 1-7.
- Srihari E, Farid SL, Dian D, dan Natalia F. 2015. Ekstrak bawang putih bubuk dengan menggunakan proses spray drying. *Teknik Kimia*, 9(2): 62-68.
- Sterman JD. 2000. *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for A Complex Word*. Mc Graw Hill, Boston.
- Sudarsono. 1984. *Analisis Produksi Padi di Jawa Tengah*. Universitas Diponegoro, Semarang.

- Sunarjono HH. 2004. *Bertanam 30 Jenis Sayuran*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Suprianto S. 2015. Analisis keterkaitan ketahanan pangan dengan kemiskinan berdasarkan implementasi kebijakan penanggulangan kemiskinan di Indonesia. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Syamsiah IS dan Tajudin. 2003. *Khasiat & Manfaat Bawang Putih*. Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Tofik M. 2012. *Cara Praktis dan Instan Menjadi Programmer Excel*. Mediakita, Jakarta.
- Utami P. 2008. *Buku Pintar Tanaman Obat*. Agromedia, Jakarta.
- Wahid A dan E Suryani. 2012. Penerapan model sistem dinamis untuk analisa program pelatihan ditinjau dari knowledge management pada perusahaan ABC (studi kasus: PT Pertamina (Persero) unit pemasaran VI Kalimantan, Balikpapan). *Teknik Pomits*, 1(1): 1-5.
- Wicaksono MI, Muji R, dan Samanhudi. 2014. Pengaruh pemberian mikoriza dan pupuk organik terhadap pertumbuhan bawang putih. *Ilmu Pertanian*, 29(1): 35-44.
- Widodo KH, Abdullah A., Pramudya K, dan Pujawan N. 2010. *Supply Chain Management Agroindustri yang Berkelanjutan*. Lubuk Agung, Bandung.
- Widodo PP, dan Nugroho PA. 2014. Reayasa model simulasi dinamika penyediaan dan kebutuhan air bersih dalam rangka pengambilan keputusan strategik (Studi Kasus DKI Jakarta Timur). *Teknologi Informasi ESIT*, 7(1): 64 – 78.
- Wirijadinata JJE dan Dian A. 2017. Analisis peningkatan kualitas pelayanan izin usaha perdagangan dengan menggunakan causal loop diagram (CLD). *Ilmu Administrasi*, 14(2): 152-166.
- Yang SC, dan Wang YL. 2011. System dynamics based insider threats modeling. *Network Security & It Application*, 3(3):1-14.
- Yuniarti R, IP Tama, A Eunike, dan Y Sumantri. 2018. *Green Supply Chain Management dan Studi Kasus di Dunia Industri*. UB Press, Malang.





# LAMPIRAN

Lampiran 1. Definisi Variabel Operasional Model Pengukuran Kinerja

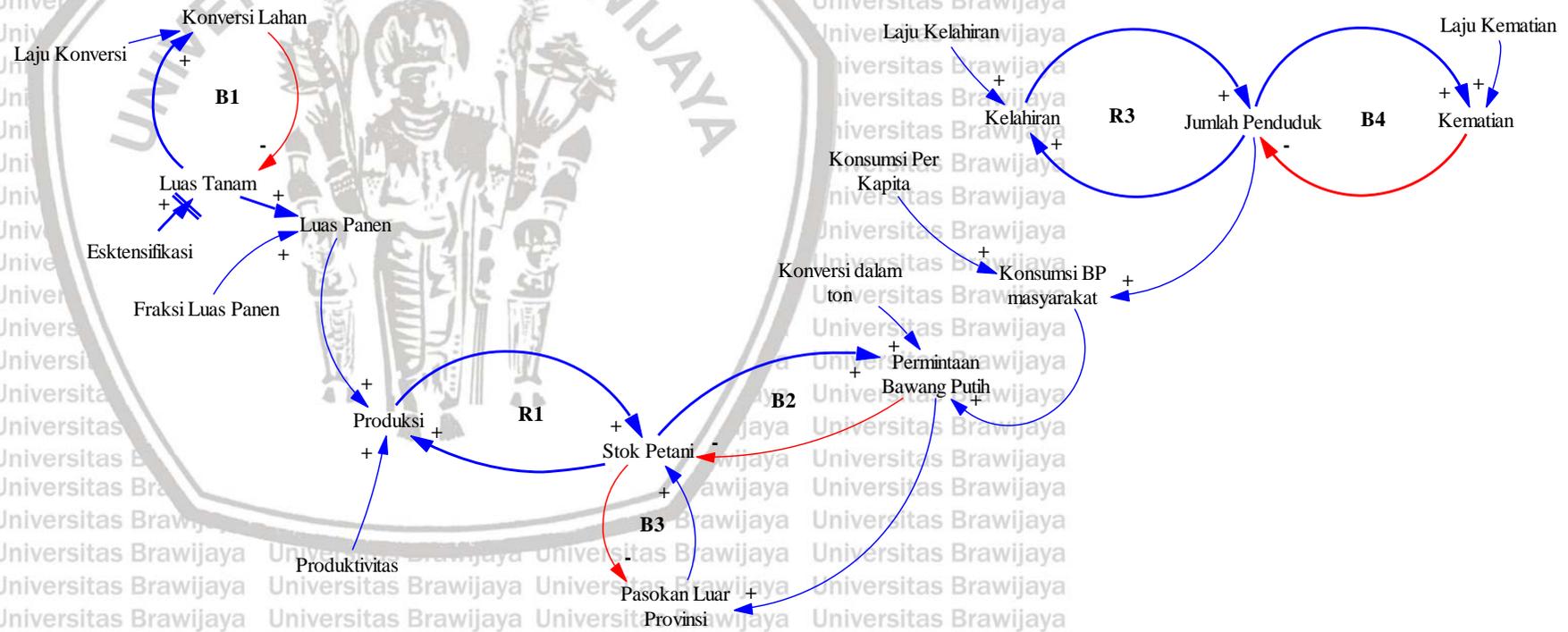
Subsistem	Variabel	Keterangan
Produsen	Ekstensifikasi	Usaha meningkatkan hasil pertanian dengan cara memperluas lahan pertanian baru (Hidayati <i>et al.</i> , 2019).
	Laju Ekstensifikasi	Besarnya penambahan luas tanam pertanian yang menjadikan luas tanam bertambah (Hidayati <i>et al.</i> , 2018).
Pemasok	Luas Tanam	Besarnya lahan yang ditanami bawang putih (Dudin <i>et al.</i> , 2020).
	Konversi Lahan	Perubahan suatu penggunaan lahan pertanian ke penggunaan lainnya yang bersifat non pertanian (Ruswadi, 2005).
	Laju Konversi Lahan	Besarnya laju pengurangan lahan pertanian yang dialihkan menjadi lahan non pertanian (Ruswadi, 2005).
	Luas Panen	Besarnya lahan bawang putih yang menghasilkan produksi bawang putih (Suprianto, 2015).
	Produksi	Besarnya bawang putih yang diperoleh dari luas panen (Sudarsono, 1984).
Konsumen	Produktivitas	kemampuan menghasilkan nilai produksi bawang putih dalam satu hektar (Nurmala <i>et al.</i> , 2012).
	Stok Petani	Besarnya stok yang dihasilkan dari produksi (Nurmala <i>et al.</i> , 2012).
	Pasokan Luar Provinsi	Jumlah bawang putih dari luar provinsi dalam upaya pemenuhan permintaan (Nurmala <i>et al.</i> , 2012).
	Permintaan BP	Jumlah permintaan rumah tangga yang dikonversi dalam ton (Ruswadi, 2005).
Konsumen	Konversi dalam ton	Konversi dari satuan Kg ke satuan Ton
	Jumlah Penduduk	Besarnya jumlah penduduk yang dipegaruhi oleh angka kelahiran dan angka kematian (Dudin <i>et al.</i> , 2019).
	Kelahiran	Jumlah kelahiran orang dalam satu tahun yang dipengaruhi oleh besarnya laju kelahiran (Dudin <i>et al.</i> , 2019).
	Laju kelahiran	Persentase jumlah kematian dalam satu tahun (Dudin <i>et al.</i> , 2019).
	Kematian	Jumlah kematian orang dalam satu tahun yang dipengaruhi oleh

Laju Kematian  
Konsumsi BP  
masyarakat  
Konsumsi per kapita

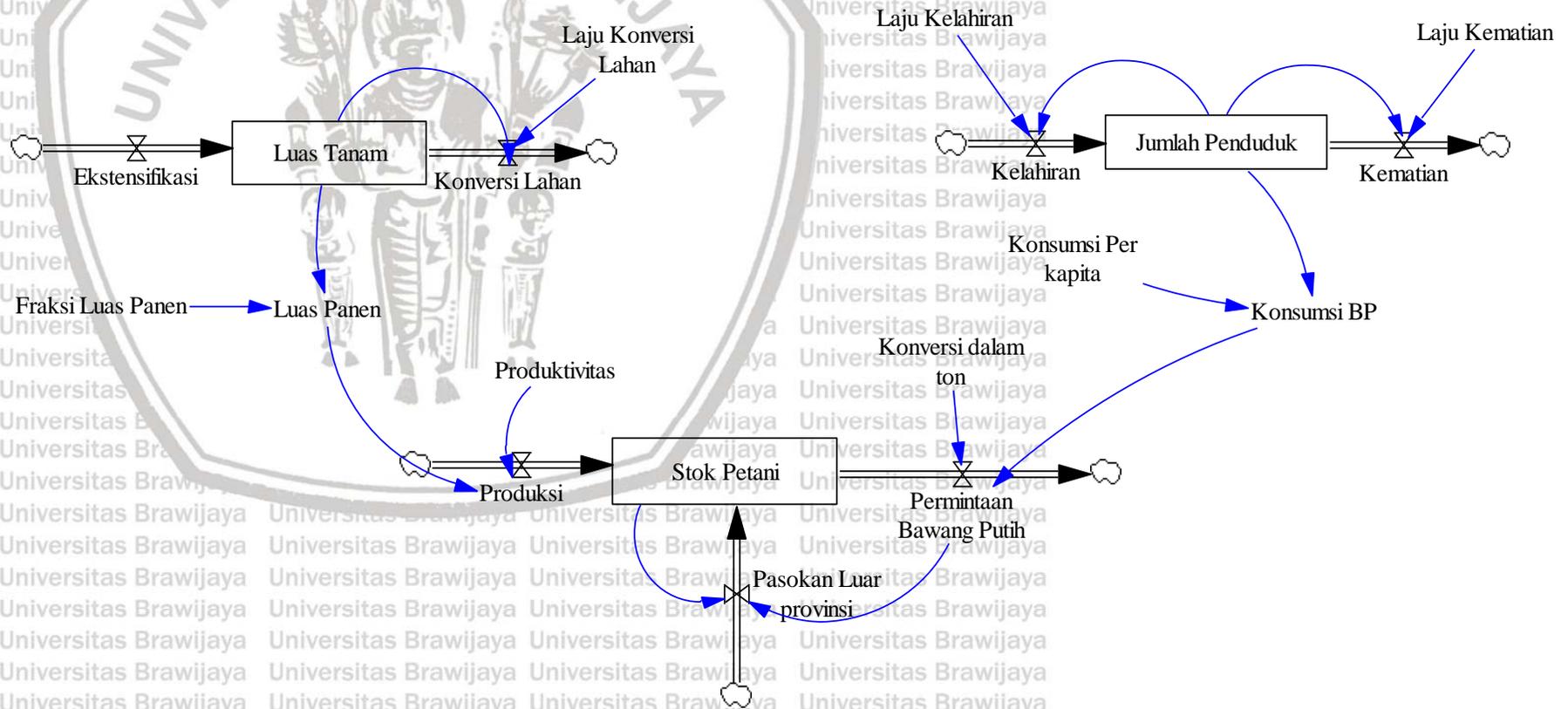
besarnya laju kematian (Dudin *et al.*, 2019).  
Persentase jumlah kelahiran dalam satu tahun (Dudin *et al.*, 2019).  
Jumlah konsumsi masyarakat yang dipengaruhi oleh jumlah konsumsi per kapita (Dudin *et al.*, 2019).  
Besarnya konsumsi setiap orang satu tahun dalam satuan Kg/Tahun (Dudin *et al.*, 2019).



Lampiran 2. Causal Loop Diagram Rantai Pasok Bawang Putih



Lampiran 3. Stock and Flow Diagram Rantai Pasok Bawang Putih



Lampiran 4. Data Historis Penelitian 2015-2019

Variabel	Satuan	Tahun				
		2015	2016	2017	2018	2019
Luas tanam	Ha	86	121	107	789	1.359
Luas Panen	Ha	78	110	97	717	1.235
Produksi	Ton	528	778	653	3.508	6.935
Produktivitas	Ton/Ha	6,78	7,07	6,73	4,81	5,61
Konsumsi	Ton	49.281	51.151	55.000	57.310	62.880
Jumlah Penduduk	Orang	38.847.600	39.075.152	39.292.972	39.500.851	39.698.631

