



**Prodi Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Udayana**

ISSN : 2503 – 488 X

**JURNAL
REKAYASA DAN MANAJEMEN
AGROINDUSTRI**

Volume 8 No 1 Tahun 2020



**Penerbit :
Prodi Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Udayana**

SUSUNAN DEWAN REDAKSI
JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN AGROINDUSTRI

Pelindung : Prof. Dr. Ir. I Ketut Satriawan, M.T,
Penanggung jawab : Dr. Ir. Luh Putu Wrasiasi, MP
Pemimpin Redaksi : I Made Mahaputra Wijaya, ST., M.Eng., Ph.D

Penelaah :

1. Prof. Dr. Ir. G P Ganda Putra, MP
2. Prof. Ir. Nyoman Semadi Antara, MP., Ph.D.
3. Prof. Dr, Bambang Admadi H., MP
4. Prof. Dr. Ir. I Ketut Satriawan, MT
5. Dr.Ir. Ni Made Wartini, MP
6. Dr. Ir. Luh Putu Wrasiasi, MP
7. Dr. Ir. Sri Mulyani, MP
8. Ir. I. B. W. Gunam, MP., Ph.D.
9. Ir. A. A. P. Agung Suryawan Wiranatha, M.Sc. Ph.D.
10. I Made Mahaputra Wijaya, ST., M.Eng., Ph.D
11. Dr. Ir. Lutfi Suhendra, MP
12. Dr. Sri Hidayati, STP, MP

Redaksi Pelaksana :

1. I Wayan Gede Sedana Yoga, S.TP.,M.Agb.
2. Ni Putu Suwariani, S.TP.,M.Boitech.

REDAKSI JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN AGROINDUSTRI

Alamat :

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Gedung GA,

Kampus Bukit Jimbaran, Badung Bali

Telp/Fax 0361 701801

Email : tipftp@unud.ac.id

Website: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jtip>

Contact Person

I Gusti Bagus Arya Yudiastina, S.TP

HP: +6281999432466

Email: aryayudiastina@gmail.com

Putu Pande Yashika, S.TP

HP: +6287862181094

Email: pandeyashika29@gmail.com

JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN AGROINDUSTRI

Daftar Isi

Vol. 8 No. 1 Maret 2020

ISSN : 2503-488X

1. Pengaruh Jenis Pelarut dan Perbandingan Bahan dengan Pelarut terhadap Ekstrak Warna Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* F.) 1-8
I Gede Esti Widiantera, Ni Made Wartini, Lutfi Suhendra
2. Analisis Usaha Agroindustri Minuman Tradisional Kunyit Asam di Paon Jamu (*Curcuma domestica* Val. – *Tamarindus indica* L.)9-17
Luh Putu Melia Dewi, Sri Mulyani, I Ketut Satriawan
3. Pengaruh Penambahan Bubuk Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) dan Suhu Proses Pemanasan terhadap Karakteristik *Body Scrub*18-27
Ni Ketut Gitariastuti, Sri Mulyani, Luh Putu Wrasiasi
4. Karakteristik Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai Sumber Antioksidan pada Perlakuan Konsentrasi Pelarut dan Ukuran Partikel28-38
Praycelia Marissa Miranda, G.P. Ganda Putra, Lutfi Suhendra
5. Pengaruh Penambahan Lemak Kakao (*Theobroma cacao* L.) dan Suhu Pemanasan terhadap Karakteristik Krim Ekstrak Kunyit (*Curcuma domesticate* Val.)39-48
Nabila Ayu U. Cahyani, Sri Mulyani, Ni Putu Suwariani
6. Karakteristik Ekstrak Alga Coklat pada Perlakuan Ukuran Partikel dan Lama Ekstraksi Alga Coklat (*Sargassum polycystum*) sebagai Antibakteri49-58
I Ketut Dio Prasetya, Lutfi Suhendra, G.P. Ganda Putra
7. Analisis Nilai Tambah dan Kelayakan Finansial pada Usaha Produksi *Extract Powder* Kunyit59-68
Pande Ketut Raka Ariesta Putra, Sri Mulyani, I Wayan Gede Sedana Yoga
8. Strategi Pengembangan Usaha DNI Skincentre Renon dengan Penerapan Metode Swot dan Topsis69-79
Ni Luh Firdayanti, Agung Suryawan Wiranatha, Cokorda Anom Bayu Sadyasmara
9. Karakteristik Kandungan Fukosantin dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Alga Coklat (*Sargassum polycystum*) pada Perlakuan Konsentrasi Pelarut Aseton dan Suhu Maserasi80-90
Ni Kadek Eka Wati, Lutfi Suhendra, Ni Made Wartini

10. Karakteristik Ekstrak Alga Coklat (*Sargassum polycystum*) sebagai Antioksidan pada Perlakuan Perbandingan Pelarut Aseton dan Etilasetat 91-104
I Komang Wiria Santiyoga, Lutfi Suhendra, Ni Made Wartini
11. Karakteristik Bubuk Alginat dari Alga Coklat *Sargassum* sp. pada Perlakuan Waktu dan Suhu Maserasi 105-113
Kadek Ngurah Ghandhi Danu Subagan, Lutfi Suhendra, Ni Made Wartini
12. Simulasi Model Sistem Dinamik Ketersediaan Bawang Putih (*Allium sativum*, L.) di Provinsi Bali..... 114-126
Muhammad Dika Ima Dudin, Agung Suryawan Wiranatha, Cokorda Anom Bayu Sadyasmara
13. Analisis Produktivitas Produksi PT. Bapak Bakery Badung Bali..... 127-138
Evita Zuyyina Afianti, I Ketut Satriawan, I Wayan Gede Sedana Yoga
14. Karakteristik Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai Sumber Antioksidan pada Perlakuan Ukuran Partikel dan Waktu Maserasi 139-149
I Putu Lingsan Pratyaksa, G.P. Ganda Putra, Lutfi Suhendra
15. Pengaruh Jenis Pelarut dan Waktu Maserasi terhadap Ekstrak Kulit Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai Sumber Antioksidan 150-159
I Wayan Gde Angga Prasetya, G.P. Ganda Putra, Luh Putu Wrasiasi

Simulasi Model Sistem Dinamik Ketersediaan Bawang Putih
(*Allium sativum*, L.) di Provinsi Bali
*Simulation of System Dynamics Modeling of Garlic (*Allium sativum*, L.)
Availability in Bali Province*

Muhammad Dika Ima Dudin, Agung Suryawan Wiranatha^{*}, Cokorda Anom Bayu Sadyasmara
PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit
Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801.

Diterima 16 September 2019 / Disetujui 29 Oktober 2019

ABSTRACT

The demand of garlicks in Bali is considerably high and exceed the capability of farmers in Bali to produce garlicks. Therefore garlicks were supplied from other islands of Indonesia. Demand of garlicks will increase along with the increasing number of population and the number of foods industry. The aims of this research were to determine the factors that affect demand and supply garlic, to analyze the stock of garlicks, and policy recommendations which can be implemented to provide sufficient garlicks in Bali, therefore the price will remain stable. This research was conducted in Bali Province using a system dynamics modelling, with the length of simulation period from 2012 to 2024. The research results showed the factors that affected of garlic stock in Bali were the production of garlicks, demand of garlicks, inter island supply and price. Further, the simulation results showed that the production of garlicks in Bali wasn't able to fulfill the demand of garlicks therefore it affected the price. So, it requires inter-island supply to stabilize price and to fulfill the demand of garlicks. Based on some simulation scenarios, the most effective policy could be developed in order to minimize inter-island supply and stabilize prices is through increasing garlic planting area of 35%/year and increasing land productivity of garlic plantation of 5 ton/year.

Keywords: *system dynamics, availability of garlic, Bali Province.*

*Korespondensi Penulis:
Email : agung_suryawan@unud.ac.id

PENDAHULUAN

Bawang putih (*Allium sativum L.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura dari keluarga *Alliaceae*, yang secara luas diakui sebagai rempah-rempah yang berharga dan obat yang populer untuk berbagai penyakit dan gangguan medis (Londhe *et al.*, 2011). Tanaman bawang putih juga memiliki banyak manfaat bagi umat manusia sebagai bumbu masakan dan juga sebagai obat herbal untuk mengobati tekanan darah tinggi, gangguan pernafasan, sakit kepala, sembelit, luka memar, insomnia, flu, dan lain-lain (Thomas, 2000), sehingga tanaman bawang putih dianggap sebagai komoditas yang layak untuk dikembangkan. Produksi bawang putih di Provinsi Bali dari tahun 2012 sampai 2016 berfluktuasi yaitu 84,90 ton pada tahun 2012 menjadi 31,20 ton pada tahun 2014 dan mengalami kenaikan kembali tahun 2016 menjadi 41,0 ton (BPS Provinsi Bali, 2018). Namun, sampai saat ini belum ada data resmi dari pemerintah mengenai jumlah permintaan bawang putih di Provinsi Bali.

Simulasi adalah suatu aktivitas yang digunakan untuk menarik kesimpulan-kesimpulan tentang perilaku dari suatu sistem, melalui penelaahan perilaku model yang selaras, dimana hubungan sebab akibatnya sama dengan atau seperti yang ada pada sistem yang sebenarnya (Eriyatno, 2012). Sebuah model sistem dinamik harus rinci dan valid, namun model juga harus cukup sederhana karena model merupakan representasi penyederhanaan dari sistem nyata sehingga mempermudah dalam menganalisa (Satriawan, 1993). Sistem dinamik adalah metodologi simulasi berbasis komputer yang digunakan sebagai alat untuk memahami dan menganalisa kondisi kompleks tertentu, yang berfokus pada proses timbal balik untuk membuat berbagai kebijakan yang dapat diterapkan dalam perilaku sistem (Wiranatha, 2003).

Salah satu pendekatan yang sering

digunakan untuk merancang simulasi adalah sistem dinamik. Sistem dinamik telah digunakan untuk mensimulasikan rantai pasokan kentang (Aminudin, 2014). Mensimulasikan ketersediaan beras di Jawa Timur (Garside dan Asjari, 2015). Simulasi *supply chain* beras dalam upaya ketahanan pangan nasional (Mahbubi, 2013). Wiranatha (2003) yang melakukan penelitian sistem dinamik untuk perencanaan pengembangan wilayah Bali dengan menggunakan *Software Vensim*. Simulasi untuk menuju swasembada kedelai yang sesuai dengan agroekosistem daerah yang pernah menjadi sentra produksi kedelai (Tastra *et al.*, 2012). Mensimulasikan ketersediaan pisang di Provinsi Bali (Indayani *et al.*, 2017). Krisdayanti *et al.*, (2017) mensimulasikan swasembada kedelai di Provinsi Bali, dan simulasi ketersediaan daging sapi di Provinsi Bali (Yulastari *et al.*, 2018). Simulasi ketersediaan daging ayam ras pedaging di Provinsi Bali (Surya *et al.*, 2018).

Berdasarkan kemampuan simulasi dalam menirukan sebuah sistem dan mampu memprediksi kondisi masa depan maka penelitian lebih lanjut mengenai ketersediaan bawang putih dilakukan di Provinsi Bali. Penelitian tersebut bertujuan untuk (1) mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan bawang putih di Provinsi Bali (2) menganalisa tingkat permintaan, ketersediaan dan harga bawang putih di Provinsi Bali (3) membuat alternatif kebijakan yang dilakukan untuk menstabilkan ketersediaan dan harga bawang putih di Provinsi Bali.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Manajemen Industri, Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Penelitian dilakukan pada Maret – Mei 2019

dengan mengambil komoditi bawang putih. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan mempertimbangkan bahwa produksi bawang putih di Provinsi Bali berfluktuasi dan pada akhirnya menyentuh nilai 0 ton pada tahun 2017. Penelitian ini juga dilakukan karena belum pernah dilakukannya penelitian tentang sistem dinamik ketersediaan bawang putih di Provinsi Bali.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu identifikasi masalah dan tujuan, konseptualisasi model, formulasi model, verifikasi dan validasi model, simulasi sistem dan skenario kebijakan, serta penyusunan alternatif rekomendasi dan kebijakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Bawang Putih

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 (Londhe *et al.*, 2011). Produksi bawang putih di Provinsi Bali dari tahun ke tahun cenderung menurun hingga pada tahun 2017 produksi bawang putih 0. Bawang putih juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan KK, kebutuhan horeca, dan kebutuhan industri. Produksi bawang putih belum mampu untuk memenuhi permintaan bawang putih, hal ini terbukti karena adanya pasokan luar pulau dari wilayah luar Bali untuk memenuhi kebutuhan bawang putih di Provinsi Bali.

Rancangan Model Ketersediaan Bawang Putih

1. Deskripsi Model

Permodelan sistem dinamik ketersediaan bawang putih yang dikembangkan dibatasi oleh hal-hal yang

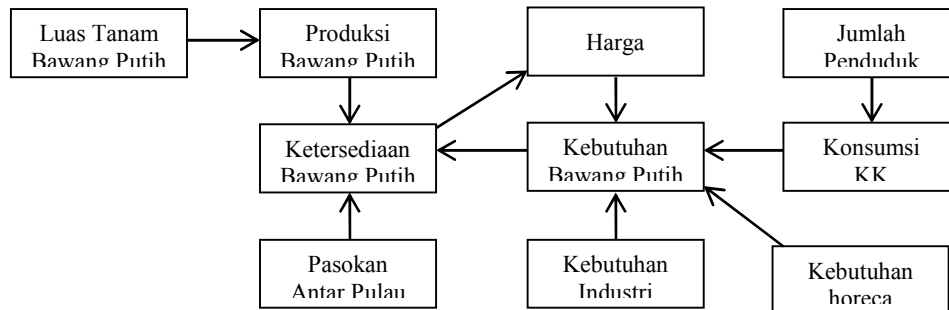
berpengaruh terhadap produksi dan permintaan bawang putih di Provinsi Bali. Untuk mempermudah permodelan tersebut ketersediaan bawang putih dibagi menjadi dua submodel, yaitu submodel produksi bawang putih dan submodel konsumsi bawang putih. Asumsi merupakan pikiran atau tanggapan dasar yang digunakan sebagai titik tolak menjelaskan fenomena dan diyakini kebenarannya (Simatupang, 2000). Asumsi yang digunakan pada penelitian ketersediaan bawang putih di Provinsi Bali ini antara lain : permodelan yang dikembangkan berlaku untuk semua jenis bawang putih di Provinsi Bali, jumlah kebutuhan industri bakso, industri ekstrak dan industri lainnya dianggap sama selama tahun 2012-2016, jumlah restoran dan cafe dianggap tetap selama periode tahun 2012-2016, rata-rata konsumsi bawang putih perkapita selama periode tahun 2012-2016 dianggap sama yaitu sebesar 1,777 kg/tahun, pasokan luar pulau setiap tahunnya yaitu sebesar 1.000 ton/bulan, dan diakumulasikan 12.000 ton/tahun (Disperindag, 2018), laju intensifikasi dan laju konversi lahan dianggap tetap selama periode tahun 2012-2016, dengan rata-rata fraksi intensifikasi sebesar 0,419 fraksi/tahun dan rata-rata fraksi konversi lahan sebesar 0,202 fraksi/tahun (BPS Provinsi Bali, 2018). Fraksi kelahiran dan kematian dianggap tetap pada periode tahun 2012-2016. Fraksi kelahiran sebesar 0,0146 fraksi/tahun, sedangkan fraksi kematian sebesar 0,0034 fraksi/tahun (BPS Provinsi Bali, 2017), periode analisis simulasi ketersediaan bawang putih dibatasi pada tahun periode 2012-2024.

2. Konseptualisasi Model

Model konseptual ketersediaan bawang putih di Provinsi Bali dapat dilihat pada Gambar 1. Diagram model konseptual menunjukkan bahwa ketersediaan dipengaruhi submodel produksi, submodel konsumsi, pasokan luar pulau dan submodel harga. Produksi bawang putih merupakan

produksi lokal yang diproduksi di Provinsi Bali. Submodel konsumsi bawang putih meliputi konsumsi KK, konsumsi HORECA,

konsumsi industri bakso, industri ekstrak, dan industri lainnya.



Gambar 1. Diagram model konseptual ketersediaan bawang putih.

Variabel-variabel yang terlibat dalam submodel produksi adalah luas tanam bawang putih, laju ekstensifikasi, laju konversi lahan, fraksi ekstensifikasi, fraksi konversi lahan, produktivitas tanam, luas panen, dan produktivitas panen. Luas tanam bawang putih dipengaruhi oleh laju intensifikasi dan laju konversi lahan. Laju intensifikasi luas tanam bawang putih berpengaruh positif pada luas tanam bawang putih. Semakin tinggi laju intensifikasi maka semakin tinggi produksi bawang putih yang dihasilkan. Sebaliknya, apabila laju konversi lahan semakin tinggi maka semakin sedikit lahan yang bisa ditanami bawang putih dan semakin kecil juga produksi bawang putih yang dihasilkan. Luas tanam dan luas panen bawang putih memberikan pengaruh positif terhadap luas panen bawang putih.

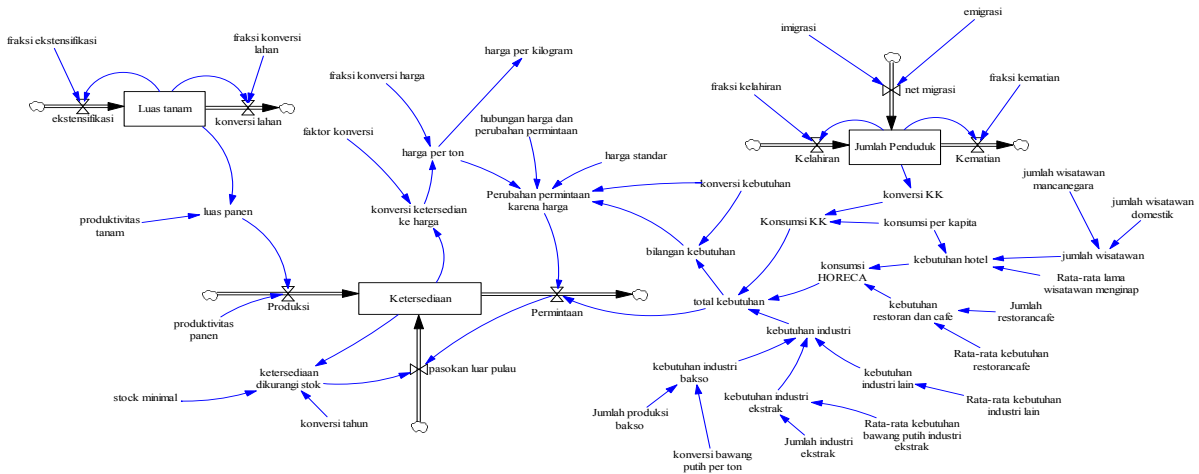
Submodel konsumsi bawang putih merupakan submodel yang mengurangi ketersediaan bawang putih di Provinsi Bali. Variabel-variabel yang terlibat dalam submodel bawang putih adalah konsumsi KK, konsumsi horeca (hotel, restoran, cafe), konsumsi industri bakso, industri ekstrak, dan industri lainnya. Konsumsi dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan tingkat konsumsi per kapita. Jumlah penduduk dipengaruhi oleh tingkat kelahiran, tingkat kematian, dan net

migrasi. Konsumsi hotel dipengaruhi oleh wisatawan yang datang ke Bali dan tingkat konsumsi per kapita.

Submodel harga bawang putih merupakan submodel yang digunakan untuk mensimulasikan harga bawang putih di Provinsi Bali. Variabel harga bawang putih dipengaruhi oleh ketersediaan bawang putih. Ketersediaan bawang putih dipengaruhi oleh produksi bawang putih dan permintaan bawang putih. Beberapa variabel yang terlibat dalam submodel harga bawang putih yaitu, ketersediaan, harga standar, harga per ton, dan permintaan

3. Formulasi Model

Formulasi model merupakan tahapan untuk memberikan rumusan matematis pada *stok and flow* diagram. Penyusunan *stok and flow* diagram ketersediaan bawang putih di Provinsi Bali memiliki beberapa submodel pendukung yaitu, submodel produksi dan submodel konsumsi, yang nantinya submodel produksi dan konsumsi tersebut akan dibuatkan rumus matematis. *Software* yang digunakan untuk mensimulasikan model dinamis ketersediaan bawang putih di Provinsi Bali adalah Vensim PLE. Formulasi model dalam *software* Vensim ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Formulasi Model sistem dinamik ketersediaan bawang putih di Provinsi Bali.

Tab 1. Formulasi matematis submodel produksi, konsumsi, pasokan luar pulau

No	Variabel di Causal Loop	Model Building	Formulasi	Unit
1	Produksi bawang putih	Flow	Produksi bawang putih = Luas panen * produktivitas panen	Ton/ year
2	Luas panen	Variable	Luas panen= luas lahan*produktivitas tanam	Ha
3	Luas tanam	Stock	Luas tanam = luas tanam (t-dt)+Laju ekstensifikasi-laju konversi lahan	Ha
4	Laju ekstensifikasi	Flow	Laju ekstensifikasi= luas tanam*fraksi ekstensifikasi	Ha/year
5	Laju konversi lahan	Flow	Laju konversi lahan= luas tanam*fraksi konversi lahan	Ha/year
6	Produktivitas tanam	Variable	Luas lahan yang dipanen	Fraction
7	Produktivitas panen	Variable	Jumlah panen per satuan luas lahan	Ton/Ha
8	Total kebutuhan	Flow	Konsumsi bawang putih= Kebutuhan rumah tangga+konsumsi HORECA+ kebutuhan industri	Ton/year
9	Konsumsi HORECA	Variable	Konsumsi HORECA= kebutuhan hotel+kebutuhan restoran café	Ton/year
10	Kebutuhan hotel	Variable	Kebutuhan hotel= konsumsi per kapita* jumlah wisatawan menginap	Ton/year
11	konsumsi per kapita	Variable	Konsumsi per kapita= 1,77	Kg/year
12	Jumlah wisatawan menginap	Variable	Jumlah wisatawan menginap= jumlah wisatawan domestik+jumlah wisatawan mancanegara*rata-rata menginap di hotel	Orang/year
13	Kebutuhan restoran café	Variable	Kebutuhan restoran café= kebutuhan tiap restoran cafe*jumlah restoran café	Ton/year
14	Kebutuhan tiap restoran café	Variable	Kebutuhan tiap restoran café= 0,925	Ton/year/unit
15	Jumlah restoran café	Variable	Jumlah restoran café= 2251	Unit

16	Kebutuhan industri	<i>Variable</i>	Kebutuhan industri= kebutuhan industri bakso+ kebutuhan industri ekstrak+kebutuhan industri lain	Ton/year
17	Kebutuhan industri bakso	<i>Variable</i>	Kebutuhan industri bakso= jumlah kebutuhan industri bakso*jumlah konversi penggunaan bawang putih	Ton/year
18	Kebutuhan industri ekstrak	<i>Variable</i>	Kebutuhan industri ekstrak= Jumlah industri ekstrak* rata-rata kebutuhan bawang putih industri ekstrak	Ton/year
19	Kebutuhan industri lain	<i>Variable</i>	Kebutuhan industri lain= rata-rata kebutuhan industri lain	Ton/year
20	Konsumsi KK	<i>Variable</i>	Konsumsi KK= (jumlah penduduk*konsumsi per kapita)/Konversi KK	Ton/year
21	Jumlah penduduk	<i>Stock</i>	Jumlah penduduk= jumlah penduduk (t-dt)+tingkat kelahiran-tingkat kematian+net migrasi	Orang
22	Tingkat kelahiran	<i>Flow</i>	Tingkat kelahiran= jumlah penduduk*fraksi kelahiran	Orang year
23	Tingkat kematian	<i>Flow</i>	Tingkat kematian= jumlah penduduk*fraksi kematian	Orang/year
24	Net migrasi	<i>Flow</i>	Net migrasi= imigrasi-emigrasi	Orang/year
25	Imigrasi	<i>Variable</i>	Imigrasi= 83543	Orang/year
26	Emigrasi	<i>Variable</i>	emigrasi= 53394	Orang/year
27	Ketersediaan bawang putih	<i>Stock</i>	Ketersediaan bawang putih= ketersediaan bawang putih (t-dt)+produksi bawang putih-kebutuhan bawang putih+pasokan antar pulau	Ton/year
28	Konversi ketersediaan ke harga	<i>Variable</i>	Konversi ketersediaan ke harga= ketersediaan*fraksi konversi	Dmnl
29	Fraksi ekstensifikasi	<i>Variable</i>	Fraksi ekstensifikasi = 0,419	<i>Fraction/year</i>
30	Fraksi konversi lahan	<i>Variable</i>	Fraksi konversi= 0,202	<i>Fraction/year</i>
31	Harga	<i>Variable</i>	Harga= (6.352*(konversi ketersediaan ke harga) + 22.720.400)*fraksi konversi harga	Rp/ton
32	Fraksi konversi harga	<i>Variable</i>	Fraksi konversi harga= 1	Rp/ton
33	Hubungan harga dan perubahan permintaan	<i>Variable</i>	[(0,0)-(24.364.000,20000)],(13.791.000,10737),(14.265.000,11046),(14.285.000,11118),(16.478.000,10558), (16.897.000,11367),(24.364.000,11859)	Dnml
34	Perubahan permintaan karena harga	<i>Variable</i>	IF THEN ELSE(harga>harga standar , -(hubungan harga dan perubahan permintaan(bilangan kebutuhan) , bilangan kebutuhan) *konversi kebutuhan	Ton/ year
35	Harga standar	<i>Variable</i>	Harga standar= 20.000.000	Rp/ton

36	Bilangan kebutuhan	<i>Variable</i>	Bilangan kebutuhan= total kebutuhan/konversi kebutuhan	Dmnl
37	Pasokan luar pulau	<i>Variable</i>	IF THEN ELSE(ketersediaan dikurangi stok<Permintaan ,Permintaan-ketersediaan dikurangi stok , 0)	ton/ year
38	Ketersediaan dikurangi stok	<i>Variable</i>	(Ketersediaan-stock minimal)*konversi tahun	Ton/year
39	Stock minimal	<i>Variable</i>	stock minimal= 1000	Ton

Verifikasi dan Validasi

Hasil uji verifikasi dan validasi data aktual dengan data simulasi menunjukkan bahwa nilai *P value* luas tanam bawang putih 0,791 produksi bawang putih 0,297 luas panen 0,10 jumlah penduduk 0,051 dan harga bawang putih 0,36 yang artinya *P value* seluruh data tersebut lebih besar dari 0,05. $P \text{ value} \geq \alpha$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara data aktual dengan data hasil simulasi. Model ketersediaan bawang putih di Provinsi Bali dinyatakan valid.

Skenario dan Hasil Simulasi Ketersediaan

Tabel 2. Hasil simulasi skenario saat ini

Tahun	Jumlah penduduk (Orang)	Luas tanam bawang putih (Ha)	Produksi bawang putih (Ton)	Luas panen (Ha)	Pasokan luar pulau (Ton)	Ketersediaan bawang putih (ton)	Permintaan bawang putih (Ton)	Harga bawang putih (Rp/kg)
2012	4.007.200	12	28,8	12	20.174,7	1.348	10.756,30	20.000
2013	4.082.230	14,60	35,04	14,60	11.033,6	38,80	10.883,40	22.473
2014	4.158.100	17,77	42,65	17,77	11.155,8	45,04	11.011,80	22.434
2015	4.234.820	21,62	51,91	21,62	11.278,1	52,65	11.141,70	22.385
2016	4.312.400	26,32	63,17	26,32	11.400,1	61,91	11.273,00	22.327
2017	4.390.840	32,03	76,88	32,03	11.521,6	73,17	11.405,80	22.255
2018	4.470.170	38,98	93,56	38,98	11.642,2	86,88	11.540,10	22.168
2019	4.550.380	47,44	113,87	47,44	11.761,3	103,57	11.675,90	22.062
2020	4.631.500	57,74	138,58	57,74	11.878,2	123,87	11.813,10	21.933
2021	4.713.520	70,27	168,65	70,27	11.992,3	148,58	11.951,00	21.776
2022	4.793.040	85,52	205,25	85,52	12.102,6	178,65	12.092,30	21.585
2023	4.876.510	104,08	249,79	104,08	12.207,9	215,25	12.234,20	21.353
2024	4.960.910	126,66	304,00	126,66	12.306,8	259,79	12.377,60	21.070

Hasil simulasi skenario saat ini pada variabel luas tanam selama periode 2012-2024 mengalami peningkatan, pada tahun 2012 sebesar 12 ha meningkat menjadi

Bawang Putih

Berdasarkan simulasi model dengan skenario yang telah ditetapkan sebelumnya, diperoleh hasil simulasi masing-masing skenario sebagai berikut:

1. Skenario kondisi saat ini

Skenario kondisi saat ini adalah skenario yang berjalan seperti saat ini. Pada skenario ini dapat dilihat perubahan yang terjadi selama kurun waktu 5 tahun. Hasil simulasi jumlah penduduk, luas tanam, produksi, luas panen, pasokan luar pulau, permintaan dan harga bawang putih dapat dilihat pada Tabel 2.

126,66 ha pada tahun 2024, pada skenario tersebut tidak terjadi peningkatan produktivitas panen dan konversi lahan. Hasil simulasi produksi bawang putih selama

periode 2012-2024 mengalami peningkatan, pada tahun 2012 sebesar 28,8 ton/year meningkat menjadi 304 ton/year. Hasil simulasi luas panen selama periode 2012-2024 mengalami peningkatan, pada tahun 2012 sebesar 12 ha, dan 126,66 ha pada tahun 2024. Hasil simulasi permintaan bawang putih selama periode 2012-2024 cenderung meningkat, tahun 2012 sebesar 10.756,30 ton/year meningkat menjadi 12.377,60 ton/year pada tahun 2024. Kekurangan ketersediaan bawang putih yang ada di Provinsi Bali dapat dipenuhi dengan pasokan luar pulau. Pasokan luar pulau selama periode tahun 2012-2024 cenderung meningkat, tahun 2013 pasokan luar pulau sebesar 11.033,6 meningkat menjadi 12.306,8 pada tahun 2024. Hasil simulasi harga bawang putih dari tahun 2012-2024 cenderung menurun namun belum stabil, pada tahun 2012 harga bawang putih sebesar 20.000 rp/kg, dan pada tahun 2024 harga bawang putih sebesar 21.070 rp/kg.

2. Skenario Peningkatan Luas Tanam Bawang Putih

Skenario kedua yaitu peningkatan luas tanam bawang putih dilakukan dengan

perluasan areal tanam bawang putih dengan memanfaatkan lahan-lahan kosong, sehingga dapat meningkatkan luas panen bawang putih. Menurut BPS Provinsi Bali (2017) masih terdapat lahan yang potensial untuk dibudidayakan yaitu sebesar 124.981 ha. Pada skenario tersebut terjadi peningkatan luas tanam sebesar 35% yaitu dari fraksi ekstensifikasi sebesar 0,419 fraction/year menjadi 0,566 fraction/year. Hasil simulasi menunjukkan peningkatan produksi bawang putih terjadi dari awal periode tahun 2012-2024. Pada tahun 2012 sebesar 28,8 ton/year dan meningkat menjadi 1.194,44 ton/year pada tahun 2024, hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan skenario pertama. Sebaliknya, penurunan terjadi pada pasokan luar pulau bila dibandingkan dengan skenario sebelumnya. Hasil simulasi variabel harga pada skenario tersebut lebih stabil jika dibandingkan dengan skenario sebelumnya. Skenario tersebut mampu menstabilkan harga pada tahun 2022-2024 sebesar 20.000 rp/kg dan pada tahun-tahun sebelumnya tidak ada penurunan dan kenaikan harga bawang putih yang signifikan. Hasil simulasi skenario peningkatan luas tanam dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil simulasi skenario peningkatan luas tanam bawang putih

Tahun	Jumlah penduduk (Orang)	Luas tanam bawang putih (Ha)**	Produksi bawang putih (Ton) **	Luas panen (Ha)**	Pasokan luar pulau (Ton)	Ketersediaan bawang putih (ton)**	Permintaan bawang putih (Ton)	Harga bawang putih (Rp/kg)
2012	4.007.200	12	28,8	12	9597,33	1.348	10.935,3	20.000
2013	4.082.230	16,36	39,28	16,36	11.033,6	38,79	11.062,4	22.473,9
2014	4.158.100	22,32	53,58	22,32	11.151,5	49,28	11.190,9	22.407,4
2015	4.234.820	30,45	73,08	30,45	11.267,1	63,58	11.320,7	22.316,5
2016	4.312.400	41,53	99,68	41,53	11.379	83,08	11.452	22.192,6
2017	4.390.840	56,65	135,97	56,65	11.485,1	109,69	11.584,8	22.023,7
2018	4.470.170	77,28	185,47	77,28	11.583,1	145,97	11.719,1	21.793,2
2019	4.550.380	105,41	252,98	105,41	11.669,4	195,47	11.854,9	21.478,8
2020	4.631.500	143,78	345,07	143,78	11.739,1	262,98	11.992,1	21.049,9
2021	4.713.520	196,11	470,67	196,11	11.785,1	355,07	12.130,9	20.465
2022	4.793.040	267,50	642,01	267,50	11.800,6	480,67	12.271,3	20.000
2023	4.876.510	364,87	875,69	364,87	11.771,2	652,01	12.413,2	20.000
2024	4.960.910	497,68	1194,44	497,68	11.681	885,69	12.556,6	20.000

Keterangan **: nilai luas tanam, produksi bawang putih, luas panen, dan ketersediaan bawang putih meningkat setiap tahunnya.

3. Skenario kebijakan peningkatan produktivitas panen

Skenario ketiga yaitu peningkatan produktivitas panen 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 yang mengerti mengenai bawang putih dari pra panen hingga pasca panen bawang putih. Pada skenario kebijakan peningkatan produktivitas panen ini dilakukan peningkatan produktivitas dari yang sebelumnya 2,4 ton/ha menjadi 5,0 ton/ha. Peningkatan tersebut bisa saja dilakukan melihat produktivitas bawang putih di Provinsi Bali mencapai 4,26 ton/ha pada tahun 2015 (www.pertanian.go.id). Pada

scenario peningkatan produktivitas menjadi 5 ton/year mampu meningkatkan produksi dan ketersediaan bawang putih, dan juga mampu mengurangi pasokan luar pulau bila dibandingkan dengan skenario pertama. Hasil produksi bawang putih pada skenario tersebut yaitu sebesar 633,34 ton pada tahun 2024, dan ketersediaan bawang putih sebesar 530,41 ton pada tahun 2024. Jumlah pasokan antar pulau pada skenario tersebut yaitu sebesar 12.036,2 ton/year, hasil ini lebih kecil bila dibandingkan dengan skenario pertama. Hasil simulasi variabel harga pada skenario tersebut mampu menstabilkan harga pada tahun 2023 yaitu sebesar 20.000 Rp/ton, berbeda dengan skenario peningkatan luas tanam yang stabil pada tahun 2022 pada harga yang sama. Hasil simulasi skenario peningkatan produktivitas panen dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil simulasi skenario peningkatan produktivitas panen bawang putih.

Tahun	Jumlah penduduk (Orang)	Luas tanam bawang putih (Ha)	Produksi bawang putih (Ton)**	Luas panen (Ha)	Pasokan luar pulau (Ton) **	Ketersediaan bawang putih (ton)**	Permintaan bawang putih (Ton)	Harga bawang putih (Rp/kg)
2012	4.007.200	12	60	12	9.597,3	1.348	10.935,3	20.000
2013	4.082.230	14,60	73,02	14,60	11.002,4	70	11.062,4	22.275,8
2014	4.158.100	17,77	88,86	17,77	11.117,8	83,01	11.190,8	22.193,1
2015	4.234.820	21,62	108,14	21,62	11.231,8	98,86	11.320,7	22.092,4
2016	4.312.400	26,32	131,61	26,32	11.343,9	118,14	11.452	21.969,9
2017	4.390.840	32,03	160,17	32,03	11.453,2	141,61	11.584,8	21.820,8
2018	4.470.170	38,98	194,93	38,98	11.558,9	170,17	11.719,1	21.639,4
2019	4.550.380	47,44	237,23	47,44	11.659,9	204,93	11.854,9	21.418,6
2020	4.631.500	57,74	288,71	57,74	11.754,9	247,23	11.992,1	21.149,9
2021	4.713.520	70,27	351,37	70,27	11.842,2	298,72	12.230,9	20.822,9
2022	4.793.040	85,52	427,61	85,52	11.919,9	361,37	12.271,3	20.425
2023	4.876.510	104,08	520,41	104,08	11.985,5	437,61	12.413,2	20.000
2024	4.960.910	126,66	633,34	126,66	12.036,2	530,41	12.556,6	20.000

Keterangan **: nilai produksi bawang putih, pasokan luar pulau, dan ketersediaan bawang putih meningkat setiap tahunnya.

4. Skenario kebijakan peningkatan luas tanam dan produktivitas panen

Skenario keempat yaitu kombinasi

dari kebijakan kedua dan kebijakan ketiga yaitu peningkatan luas tanam dan produktivitas panen secara bersamaan. Setiap

kebijakan tersebut memiliki kelebihan dan berpengaruh pada produksi, ketersediaan, pasokan antar pulau, serta harga bawang putih. Simulasi ini menggunakan peningkatan luas tanam bawang putih dengan laju ekstensifikasi dari 0,419 *fraction/year* menjadi 0,566 *fraction/year* dan produktivitas panen bawang putih dari 2,4 ton/ha menjadi 5 ton/ha. Hasil simulasi skenario kebijakan tersebut dapat meningkatkan produksi bawang putih, ketersediaan bawang putih, mengurangi pasokan antar pulau, dan mampu menstabilkan harga lebih cepat yaitu pada tahun 2020. Produksi bawang putih pada skenario tersebut paling tinggi dibandingkan skenario sebelumnya yaitu sebesar 2.499,42

pada tahun 2024. Hasil simulasi ketersediaan bawang putih menggunakan skenario ini lebih tinggi dibandingkan dengan skenario pertama dan kedua yaitu sebesar 1.834,35 ton pada tahun 2024. Hasil simulasi pasokan antar pulau pada skenario tersebut memiliki nilai terkecil dibandingkan skenario satu dan skenario dua. Pada tahun 2013 angka pasokan antar pulau sebesar 11.002,4 dan 10.732,3 pada tahun 2024. Hasil simulasi harga bawang putih pada skenario tersebut lebih stabil dibandingkan skenario pertama dan skenario kedua. Skenario tersebut mampu mencapai kestabilan harga pada angka 20.000 rp/ton pada tahun 2020. Hasil simulasi peningkatan luas tanam dan produktivitas panen dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil simulasi skenario peningkatan luas tanam dan peningkatan produktivitas bawang putih

Tahun	Jumlah penduduk (Orang)	Luas tanam bawang putih (Ton)**	Produksi bawang putih (Ton)**	Luas panen (Ha)**	Pasokan luar pulau (Ton)	Ketersediaan bawang putih (ton)**	Permintaan bawang putih (Ton)	Harga bawang putih (Rp/ton)
2012	4.007.200	12	60	12	9.597,33	1.348	10.935,3	20.000
2013	4.082.230	16,36	81,84	16,36	11.002,4	70	11.062,4	22.275,8
2014	4.158.100	22,32	111,63	22,32	11.190	91,83	11.190,8	22.137
2015	4.234.820	30,45	152,26	30,45	11.209,1	121,63	11.320,7	21.947,8
2016	4.312.400	41,53	207,68	41,53	11.299,8	162,26	11.452	21.689,7
2017	4.390.840	56,65	283,28	56,65	11.377,1	217,68	11.584,8	21.337,7
2018	4.470.170	77,28	386,40	77,28	11.435,8	293,28	11.719,1	20.857,5
2019	4.550.380	105,41	527,05	105,41	11.468,5	396,4	11.854,9	20.202,5
2020	4.631.500	143,78	718,896	143,78	11.465,1	537,05	11.992,1	20.000
2021	4.713.520	196,11	980,57	196,11	11.412	728,89	12.230,9	20.000
2022	4.793.040	267,50	1.337,5	267,50	11.290,7	990,57	12.271,3	20.000
2023	4.876.510	364,87	1.824,35	364,87	11.075,7	1.347,5	12.413,2	20.000
2024	4.960.910	497,68	2.499,42	497,68	10.732,3	1.834,35	12.556,6	20.000

Keterangan **: nilai luas tanam, produksi, luas panen, dan ketersediaan bawang putih meningkat setiap tahunnya

5. Skenario pengaruh peningkatan kebutuhan bawang putih

Skenario terakhir adalah skenario peningkatan kebutuhan bawang putih, pada skenario tersebut diasumsikan adanya peningkatan pada konsumsi bawang putih yang dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penduduk pendatang dari luar Bali (imigrasi). Peningkatan jumlah imigrasi ini memungkinkan akan terjadi, karena

berdasarkan data yang ada jumlah imigrasi di Provinsi Bali dari tahun 2010-2015 mengalami kenaikan setiap tahunnya (BPS Provinsi Bali, 2018). Jumlah rata-rata imigrasi diasumsikan meningkat menjadi 87.861 orang/year dari yang sebelumnya sebesar 83.543 orang/year pada tahun 2015. Peningkatan jumlah imigrasi menjadi 87.861 orang/year berimbas pada meningkatnya jumlah penduduk dan konsumsi KK.

Konsumsi KK pada tahun 2013 meningkat menjadi 6.946,62 ton/year dari yang sebelumnya sebesar 6.939,28. Konsumsi KK tahun 2024 meningkat dari yang sebelumnya

8.433,55 ton/year menjadi 8.527,23 ton/year. Untuk hasil simulasi skenario pengaruh peningkatan kebutuhan bawang putih dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Skenario pengaruh peningkatan kebutuhan bawang putih.

Tahun	Jumlah penduduk (Orang)**	Luas tanam bawang putih (Ha)	Produksi bawang putih (Ton)	Luas panen (Ha)	Pasokan luar pulau (Ton)**	Ketersediaan bawang putih (ton)**	Permintaan bawang putih (Ton)**	Harga bawang putih (Rp/ton)
2012	4.007.200	12	60	12	9.597,33	1.348	10.935,3	20.000
2013	4.086.250	16,36	81,84	16,36	11.040,9	38,80	11.069,7	22.473
2014	4.166.170	22,32	111,63	22,32	11.170,5	45,04	11.205,6	22.434
2015	4.246.990	30,45	152,26	30,45	11.300,3	52,65	11.343	22.385
2016	4.328.710	41,53	207,68	41,53	11.430	61,91	11.481,9	22.327
2017	4.411.330	56,65	283,28	56,65	11.559,2	73,17	11.622,4	22.255
2018	4.494.870	77,28	386,40	77,28	11.687,5	86,88	11.764,4	22.168
2019	4.579.350	105,41	527,05	105,41	11.814,4	103,57	11.908	22.062
2020	4.664.760	143,78	718,896	143,78	11.939,3	123,87	12.053,2	21.933
2021	4.751.120	196,11	980,57	196,11	12.061,4	148,58	12.200	21.776
2022	4.838.450	267,50	1.337,5	267,50	12.179,8	178,65	12.348,5	21.585
2023	4.926.740	364,87	1.824,35	364,87	12.293,3	215,25	12.498,6	21.353
2024	5.016.020	497,68	2.499,42	497,68	12.400,5	259,79	12.650,3	21.070

Keterangan **: nilai pasokan luar pulau, ketersediaan dan permintaan bawang putih meningkat setiap tahunnya.

Alternatif Rekomendasi Kebijakan

Alternatif rekomendasi kebijakan yang dipilih pada ketersediaan bawang putih di Provinsi Bali yaitu skenario yang berjalan sesuai dengan tujuan simulasi. Alternatif rekomendasi yang sesuai tujuan simulasi yaitu dengan meningkatkan luas tanam bawang putih sebesar 35% dengan laju ekstensifikasi dari 0,419 *fraction/year* menjadi 0,566 *fraction/year* dan peningkatan produktivitas panen dari yang sebelumnya sebesar 2,4 ton/ha meningkat sebesar menjadi 5 ton/ha. Peningkatan produksi bawang putih ini dilakukan karena tidak mampunya Provinsi Bali untuk memenuhi permintaan bawang putih, sehingga meminimalkan pasokan antar pulau yang masuk ke Provinsi Bali. Berdasarkan peningkatan luas tanam dan produktivitas tanam tersebut tingkat harga bawang putih cenderung stabil, terbukti bahwa harga bawang putih stabil di harga 20.000 rp/kg pada tahun 2020. Namun produksi bawang putih di Provinsi Bali masih

mengalami kekurangan, maka pasokan luar pulau harus tetap didatangkan untuk bisa memenuhi kebutuhan bawang putih di Provinsi Bali.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan bawang putih di Provinsi Bali adalah luas tanam bawang putih, luas panen, produktivitas panen, produksi bawang putih, pasokan luar pulau, tingkat harga, pertumbuhan penduduk, net migrasi, kebutuhan HORECA, kebutuhan KK, kebutuhan industri bakso, kebutuhan industri ekstrak, dan kebutuhan industri lainnya.
2. Berdasarkan hasil simulasi model yang telah dikembangkan dengan berbagai skenario, menunjukkan bahwa produksi

bawang putih masih belum mampu untuk mencukupi permintaan bawang putih yang tinggi. Kekurangan pasokan ini dapat dipenuhi dengan mendatangkan pasokan luar pulau. Adanya peningkatan produksi yang dilakukan mampu menekan pasokan luar pulau dan juga menstabilkan tingkat harga lebih cepat pada tahun 2020 yaitu sebesar 20.000 rupiah/kg.

3. Alternatif kebijakan yang dapat diimplementasikan untuk mensabilkan ketersediaan dan harga bawang putih di Provinsi Bali adalah dengan menaikkan luas tanam dari sebanyak 35% per tahun dan diimbangi dengan melakukan peningkatan pada produktivitas panen menjadi 5 ton/year selama periode 2012-2024. Kebijakan tersebut cukup efektif untuk menstabilkan tingkat harga di angka 20.000 rupiah/kg, namun masih tetap dibutuhkan pasokan dari luar pulau Bali.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil simulasi yang dikembangkan menunjukkan bahwa produksi bawang putih masih belum mampu mencukupi permintaan bawang putih yang tinggi. Pemerintah perlu melakukan alternatif peningkatan luas tanam dan produktivitas panen melalui pengadaan bibit unggul dan pemanfaatan lahan kosong untuk dapat ditanami bawang putih.
2. Permintaan bawang putih di Provinsi Bali cukup tinggi, maka dari itu perlu diadakannya penelitian lebih lanjut mengenai permintaan bawang putih di Provinsi Bali karena tidak adanya data resmi jumlah produksi bawang putih.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin, M. 2014. Simulasi Model Sistem Dinamik Rantai Pasok Kentang dalam Upaya Kesehatan Pangan Nasional. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Atmaja I. P. S., I. K. Satriawan, dan I. W. G. S. Yoga., 2018. Sistem Dinamis Ketersediaan Daging Ayam Ras Pedaging (Broiler) di Provinsi Bali. 7(2) 229-242.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. 2017. Angka Kelahiran dan Kematian Penduduk di Provinsi Bali 2016. Diakses pada 19 November 2018.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. 2017. Luas Lahan dan Penggunaannya di Provinsi Bali. Diakses pada 19 November 2018.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. 2018. Statistik Demografi dan Sosial Ekonomi Rumah Tangga, Provinsi Bali. 2017. Diakses pada 19 November 2018.
- Dinas Perdagangan dan Perindustrian Provinsi Bali. 2018. Jumlah Perdagangan Bawang Putih di Provinsi Bali. Dinas Perdagangan dan Perindustrian Provinsi Bali, Bali.
- Dinas Pertanian dan Tanaman Pangan. 2019. Produktivitas Bawang Putih di Provinsi Bali. www.pertanian.go.id. Diakses pada 20 November 2018.
- Eriyatno. 2012. Ilmu Sistem, Meningkatkan Mutu dan Efektifitas Manajemen. Penerbit Guna Widya. Surabaya.
- Garside, A. K. dan H. Y. Asjari. 2015. Simulasi Ketersediaan Beras di Jawa Tmur. Jurnal Ilmiah Teknik Industri. 14(1):47-58.
- Indayani, N P., I. K. Satriawan, dan C. A. B. Sadyasmara, 2017. Sistem Dinamik Ketersediaan Buah Pisang di Provinsi Bali. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri. 5(2): 77-87.
- Krisdayanti, N. K. L., I. K. Satriawan, dan I. W. G. S. Yoga., 2017. Sistem Dinamik Ketersediaan Kedelai dalam Rangka Swasembada Pangan di Provinsi Bali. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri. 5(3):45-56

- Londhe, V.P., Gavasane A.T., Nipate S.S., Bandawane D.D., Chaudhari P.D. 2011. Role Of garlic (*Allium sativum*) in Various Disease: An Overview, *Journal Of Pharmaceutical Reserch and Opinion*. 4(1):129- 134.
- Satriawan, I K. 1993. Prospek Swasembada Pangan di Provinsi Bali dengan Pemodelan Sistem Dinamis. Tesis S2. Tidak dipublikasi. Program Magister Teknik dan Manajemen Industri. Program Pascasarjana. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Simatupang, T. M. 2000. Pemodelan Sistem. Penerbit Nindika, Klaten.
- Tastra, I. K., Ginting, E., Fatah, G. S. A. 2012. Menuju Swasembada Kedelai Melalui Penerapan Kebijakan yang Sinergis. *Jurnak IPTEK Tanaman Pangan*. 7(1):-
- Thomas, N. S. T. 2000. *Tanaman Obat Tradisional I*. Edisi ke-13. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Wiranatha, A. A. P. A. S. 2003. A System Model For Regional Planning Toward Sustainable Development in Bali, Indonesia. Disertasi. Tidak dipublikasi. Department of Geographical Science and Planning the University of Queensland. Australia.
- Yulastari, E., I. K. Satriawan, dan C. A. B. Sadyasmara. 2018. Sistem Dinamik Ketersediaan Daging Sapi di Provinsi Bali. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 6(4): 345-355.