

ANALISA KETAHANAN PANGAN DI KABUPATEN TORAJA UTARA DENGAN PEMODELAN SISTEM DINAMIS

Lery Alfriany Salo ¹, Formanto Paliling ², Aldi ³, Dina Ramba ⁴, Eky Setiawan Salo ⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Kristen Indonesia Toraja, Indonesia

* Email untuk Korespondensi: lerysalo@ukitoraja.ac.id, bformanto@ukitoraja.ac.id, caldita@gmail.com, 2dinaramba@ukitoraja.ac.id, 3ekysalo@gmail.com

ABSTRAK

Kata kunci:

ketahanan pangan,
sistem dinamis,
simulasi

Keywords:

food security, dynamic
systems, simulation

Sulawesi Selatan menempati urutan tertinggi keempat sebagai Provinsi penghasil beras. Kabupaten Toraja Utara adalah salah satu daerah yang berkontribusi menghasilkan beras di Sulawesi Selatan. Namun berdasarkan data Badan Pusat Statistik, terjadi penurunan produksi beras dimana hasil produksi tahun 2018 sebesar 60.275,12 ton dan terus menurun hingga di tahun 2023 sebesar 49.531,52 ton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan model sistem dinamis dengan membuat skenario perbaikan untuk meningkatkan produksi beras di Kabupaten Toraja Utara. Ada dua skenario perbaikan yang dibuat, skenario 1 yaitu perbaikan dan perluasan lahan persawahan. Skenario 2 yaitu mengoptimalkan peralatan dan mesin pertanian bagi petani. Kedua skenario perbaikan terbukti dapat meningkatkan hasil produksi beras. Hasil dari penelitian ini menunjukkan model produksi beras yang dibuat berhasil divalidasi dengan tingkat error yang sangat rendah, menunjukkan keandalannya dalam merepresentasikan sistem yang sebenarnya. Skenario perbaikan yang diusulkan (perluasan lahan dan optimalisasi peralatan pertanian) terbukti efektif dalam meningkatkan produksi beras. Perbaikan lahan dan optimalisasi mesin pertanian masing-masing meningkatkan produksi beras sebesar 7.14% dan 13.83%, menunjukkan bahwa kedua pendekatan ini dapat secara signifikan meningkatkan ketahanan pangan melalui peningkatan hasil produksi beras.

South Sulawesi ranks fourth highest as a rice producing province. North Toraja Regency is one of the regions that contribute to producing rice in South Sulawesi. However, based on data from the Central Statistics Agency, there was a decrease in rice production where the production in 2018 was 60,275.12 tons and continued to decline until 2023 of 49,531.52 tons. The purpose of this study is to develop a dynamic system model by creating improvement scenarios to increase rice production in North Toraja Regency. There are two improvement scenarios made, scenario 1, namely the improvement and expansion of rice fields. Scenario 2 is optimizing agricultural equipment and machinery for farmers. Both improvement scenarios are proven to increase rice yields. The results of this study show that the rice production model made was successfully validated with a very low error rate, showing its reliability in representing the real system. The proposed improvement scenarios (land expansion and optimization of agricultural equipment) proved effective in increasing rice production. Land improvement and optimization of agricultural machinery increased rice production by 7.14% and 13.83%, respectively, demonstrating that these two approaches can significantly improve food security through increased rice yields.

*Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).
This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*

PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang harus dipenuhi dan pemenuhannya merupakan hak asasi manusia yang telah dijamin dalam UU RI guna mewujudkan sumber daya manusia yang berkualitas. Ketahanan pangan merupakan salah satu prioritas utama dalam pembangunan nasional. Suatu wilayah dapat mencapai ketahanan pangan apabila mampu mencapai tiga dimensi, yaitu keterjangkauan, ketersediaan, serta pemanfaatan pangan (Febriliani Marsitoh, 2016; Saediman, 2019).

Berdasarkan data kependudukan Direktorat Jendral Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Dukcapil) Kementerian Dalam Negeri, jumlah penduduk Indonesia mencapai 280,73 juta jiwa pada Desember 2023, dan terus mengalami peningkatan. Peningkatan jumlah penduduk tentu diiringi dengan bertambahnya kebutuhan pangan. Oleh sebab itu, ketahanan pangan merupakan suatu hal krusial yang perlu diperhatikan mengingat pangan adalah kebutuhan yang paling dasar bagi manusia. Ketahanan pangan juga merupakan salah satu prioritas utama dalam pembangunan nasional. Berdasarkan Peta Ketahanan Pangan Tahun 2021, dapat diamati bahwa belum semua wilayah yang ada di Indonesia memiliki status ketahanan pangan yang layak.

Dalam UU No. 18/2012 tentang pangan, disebutkan bahwa pengertian Ketahanan Pangan adalah “kondisi terpenuhinya Pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan”.

Kebutuhan beras yang merupakan makanan pokok di Indonesia cenderung mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk serta kebutuhan pakan dan industri selain untuk pangan (M., 2016). Sulawesi Selatan merupakan salah satu sentra penghasil beras terbesar di Indonesia, banyak daerah lain di Indonesia yang bergantung pada pasokan berasnya. Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian pada 2019, Provinsi Sulawesi Selatan menduduki urutan tertinggi keempat penghasil beras dengan luas lahan 1.010.188 hektare yang menghasilkan padi 5.054.166 ton GKH atau setara 2.899.575 ton beras.

Kabupaten Toraja Utara merupakan salah satu daerah yang berkontribusi sebagai penghasil beras di Sulawesi Selatan. Namun berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, produksi beras di Kabupaten Toraja Utara mengalami penurunan. Tahun 2018 Kabupaten Toraja Utara menghasilkan besar sebesar 60.275,12 ton dan terus menurun hingga di tahun 2021 sebesar 46.141,75 ton. Berdasarkan data tersebut, dikhawatirkan dalam beberapa tahun kedepan akan terjadi defisit stok beras karena produksi beras tidak mampu memenuhi konsumsi beras.

Ada banyak faktor yang menyebabkan penurunan produksi beras, antara lain konversi lahan, produktivitas lahan yang cenderung menurun, dan indeks pertanaman belum optimal (Somantri, 2020). Selain itu, padi rentan mengalami kegagalan panen akibat iklim yang ekstrem, serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT), dan penyusutan produksi terjadi selama proses pengolahan dari gabah menjadi beras, baik pada saat penggilingan maupun penyimpanan dan distribusi (Nurmalina Suryana, 2012). Tingginya konversi lahan sawah pada tingkat rumah tangga disebabkan oleh laju pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) non pertanian, hotel dan akomodasi lainnya (Suharyanto, 2016).

Saat padi di panen pada umur optimal juga memiliki pengaruh penting untuk mendapatkan kualitas padi. Pemanenan padi harus dilakukan pada umur panen yang tepat dan dengan menggunakan alat panen dan mesin yang sesuai dengan jenis varietas padi yang akan dipanen.

Penyusutan pada tahapan pascapanen terjadi saat proses perontokan, pengeringan dan penggilingan. Ketiga faktor tersebut memberikan kontribusi signifikan terhadap penyusutan hasil secara keseluruhan. Hal ini disebabkan oleh proses perontokan dan penggilingan yang tidak tepat, mesin perontok dan penggiling tidak dalam kondisi baik, bahkan banyak petani yang masih menggunakan cara tradisional tanpa mesin. Proses pengeringan dilakukan untuk menurunkan kadar air biji-bijian hingga mencapai nilai tertentu sehingga siap untuk digiling dan aman untuk disimpan dalam jangka waktu lama. Jika proses pengeringan tidak terkontrol maka gabah akan rusak (Mala Rosa Aprilly, 2019).

Berdasarkan pemaparan data diatas, perlu dilakukan suatu penelitian untuk mendesain skenario kebijakan untuk mencegah terjadinya defisit beras di Kabupaten Toraja Utara. Oleh karena itu peneliti mengambil judul “Analisa Ketahanan pangan di Kabupaten Toraja Utara dengan Pemodelan Sistem Dinamis”.

Untuk menganalisa ketahanan pangan di Kabupaten Toraja Utara demi mencegah terjadinya defisit beras, dilakukan pendekatan sistem dinamik. Pendekatan sistem dinamik adalah sistem yang mempelajari perubahan terhadap waktu (Forrester, 1999). Sistem dinamik sangat tepat untuk memodelkan kondisi nyata yang diidentifikasi oleh ketidakpastian, dinamika, delay dan tujuan yang kompleks. Pemodelan sistem dinamik terdiri dari struktur model dan simulasi model. Simulasi adalah suatu proses meniru kejadian nyata pada suatu waktu tertentu. Struktur model dibentuk oleh hubungan timbal balik antara variabel, sedangkan simulasi model merupakan metode untuk mempelajari berbagai model sistem menggunakan *software* yang didesain meniru karakteristik atau sistem tertentu (W. David Kelton, 2014; Mardia Mardia, 2021).

Penelitian ini mengembangkan model simulasi untuk mengetahui gambaran awal atau kondisi eksisting persediaan beras di Kabupaten Toraja utara dan mengembangkan beberapa alternatif skenario yang

bertujuan mencegah defisit beras di Kabupaten Toraja Utara. Skenario tersebut diuji satu per satu pada model simulasi untuk mengetahui output berupa variabel respon dari masing-masing skenario dan efektifitas dari skenario-skenario kebijakan di masa mendatang.

METODE

a. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data untuk mendapatkan gambaran dari kondisi yang sebenarnya. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan pihak terkait. Data sekunder luas lahan sawah, luas panen padi, jumlah produksi beras dan data lain yang berkaitan dengan produksi beras dari tahun 2018-2023. Data sekunder diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia, Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan dan Badan Pusat Statistik Toraja Utara, Kementrian Pertanian, Jurnal maupun artikel ilmiah lainnya (Nurhadi Siswanto, 2018; W Dewayani, 2022).

Tabel 1 Luas Panen Padi Kabupaten Toraja Utara (Ha)

Tahun	Luas Panen Padi (Ha)
2018	26,231.43
2019	21,165.26
2020	15,248.14
2021	18,388.92
2022	22,838.11
2023	19,888.89

Tabel 2 Produksi Beras Kabupaten Toraja Utara (Ton)

Tahun	Produksi Beras (Ton)
2018	60,275.12
2019	54,739.00
2020	38,303.43
2021	46,141.75
2022	58,450.86
2023	49,531.52

Tabel 3 Konsumsi Beras Kabupaten Toraja Utara (Ton)

Tahun	Konsumsi Beras (Ton)
2018	25,132.99
2019	24,866.62
2020	25,555.79
2021	25,893.80
2022	25,986.37
2023	29,976.50

b. Analisis kondisi Eksisting

Berdasarkan data yang diperoleh, luas lahan panen pada 2018 sebanyak 26.231,43 hektar, namun pada tahun 2023 menjadi 19.888,89 hektar. Terjadi penurunan total luas panen dari tahun 2018-2023 sebanyak 6.342,54 hektar. Penurunan luas panen tentu saja mengakibatkan jumlah produksi beras menurun, tahun 2018 produksi beras sebanyak 60 275,12 ton, namun pada tahun 2023 menjadi 49.531,52 ton. Penurunan produksi beras diakibatkan beberapa faktor yaitu penurunan luas lahan panen akibat banyaknya area persawahan yang berubah fungsi menjadi hunian, penyusutan hasil saat proses pascapanen, ketersediaan air, kuantitas dan kualitas benih.

c. Pembuatan Model

Pembuatan model konseptual ditampilkan dalam bentuk bagan siklus aktifitas dan bagan alur logika untuk setiap skenario.

d. Validasi dan Verifikasi

Verifikasi model dilakukan untuk memastikan bahwa model sesuai dengan alur logika dan cara kerja proses yang sebenarnya. Verifikasi dilakukan dengan menguji *syntac error* dan *semantic error*. *Syntac error* berupa kesalahan penulisan kode atau notasi yang menyebabkan simulasi tidak berjalan dengan benar. Sedangkan *semantic error* merupakan adalah kesalahan logika pada model. Verifikasi *semantic*

error bisa dilakukan dengan dengan memeriksa kewajaran output beberapa proses simulasi secara terpisah untuk melihat apakah model berjalan sesuai dengan desain awal. Uji verifikasi dilakukan dengan membandingkan hasil pada simulasi dengan hasil aktual.

Validasi dilakukan dengan membandingkan *output* simulasi dengan sistem nyata dengan cara uji statistik. Proses ini membandingkan jumlah produksi beras kondisi eksisting dan jumlah produksoi beras hasil simulasi. Menurut Barlas, suatu model dikatakan valid apabila tingkat kesalahan (*Error rate*) kurang dari atau sama dengan 5% dengan persamaan sebagai berikut (Barlas, 1985; Juned, April 2020) :

$$Error\ rate = \frac{Average\ rate\ of\ simulation - Average\ rate\ of\ data}{Average\ rate\ of\ data} \dots\dots\dots(1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

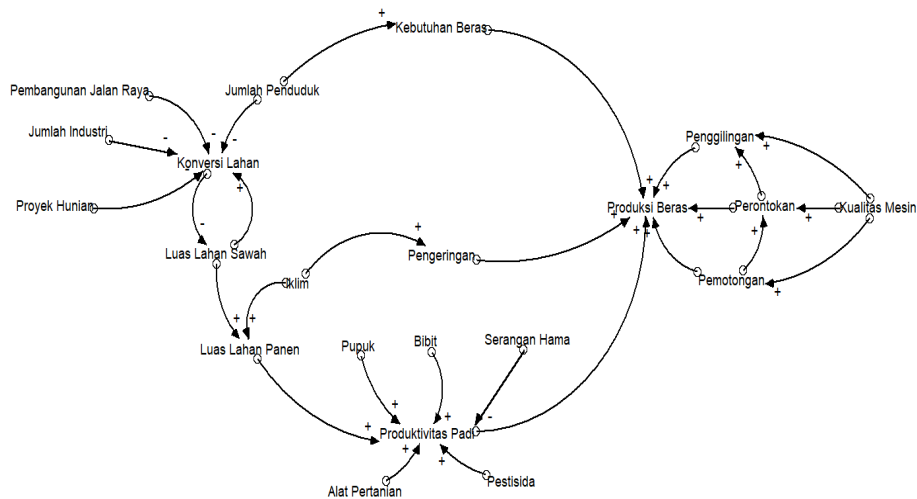
a. Pembuatan Model

Model dibuat berdasarkan data yang sudah diperoleh yang menggambarkan hasil produksi beras dimana produksi beras dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti luas lahan panen, penggunaan alat dan mesin pertanian, serta mekanisme panen dan pascapanen. Data yang digunakan mulai dari tahun 2018 sampai tahun 2023.

Model dibuat dengan diagram sebab akibat (*causal loop diagram*). Pembuatan diagram sebab akibat menggambarkan struktur pembentuk sistem dan keterkaitan anantara variabel yang terdapat dalam penelitian ini.

Variabel yang merupakan penyebab dihubungkan dengan tanda panah terhadap variabel yang merupakan hasil/akibat. Terdapat simbol positif (+) atau negatif (-) pada tandah panah penghubung yang menandakan hubungan positif atau negatif antara variabel.

Gambar 1 memperlihatkan diagram sebab akibat sistem ketahanan pangan yang diukur berdasarkan jumlah produksi dan kebutuhan/konsumsi beras. Jumlah penduduk berpengaruh positif terhadap kebutuhan beras. Semakin tinggi jumlah penduduk, maka semakin tinggi pula kebutuhan beras. Begitu juga kualitas dan kuantitas mesin memiliki hubungan positif terhadap mekanisme pascapanen. Semakin tinggi kualitas dan kuantitas mesin maka semakin tinggi pula hasil pemotongan padi, perontokan dan penggilingan sehingga meningkatkan produksi beras. Sementara itu konversi lahan memiliki hubungan negatif terhadap luas lahan sawah. Semakin tinggi konversi lahan, maka luas lahan sawah semakin berkurang.



Gambar 1. Diagram Sebab Akibat Produksi Beras

b. Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi model dilakukan untuk menentukan apakah model simulasi telah berjalan dengan benar dan sesuai dengan yang diinginkan. Verifikasi dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah *debugging* yaitu memastikan tidak ada kesalahan pada saat model simulasi berjalan. Tahap kedua adalah memastikan logika simulasi logis dan sesuai dengan aliran logika yang telah dibuat di awal. Dengan verifikasi dapat diketahui apakah ada error di dalam model simulasi, dimana error bisa terjadi karena logika model dan informasi tidak konsisten.

Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil produksi beras aktual dan produksi beras hasil simulasi. Validasi model dilakukan dengan Uji *Mean Comparison (Error Rate)*. Hasil Uji dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Validasi Model

Tahun	Produksi Beras Aktual (Ton)	Produksi Beras Simulasi (Ton)
2018	60,275.12	60,906.78
2019	54,739.00	56,703.68
2020	38,303.43	38,908.29
2021	46,141.75	47,341.75
2022	58,450.86	59,003.92
2023	49,531.52	49,980.90
Average	51,240.28	52,140.89
\bar{A}	51,240.28	
\bar{S}		52,140.89
$ \bar{S} - \bar{A} $		900.61
Error Rate	0.017576146	

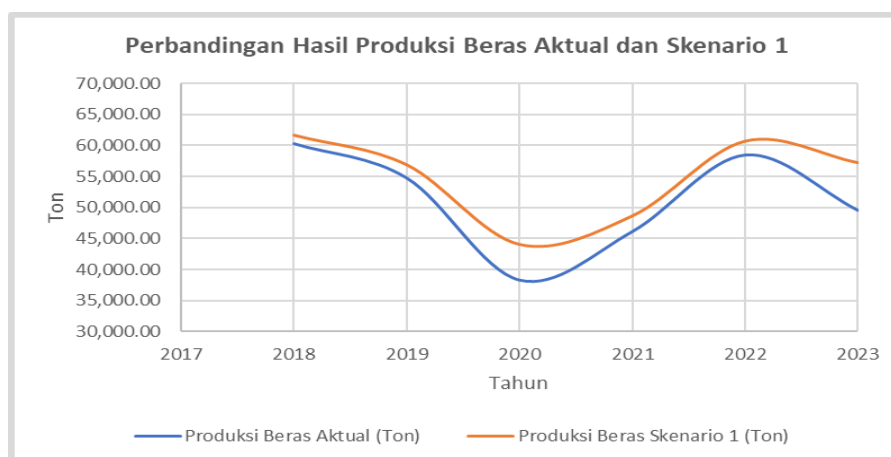
Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai eror 0.017576146 dimana nilai tersebut berada di bawah 5%. Hasil ini memvalidasi model simulasi yang berarti model yang dibuat bisa merepresentasikan sistem yang sebenarnya.

c. Skenario Perbaikan

Berdasarkan data yang diperoleh, turunnya hasil produksi diakibatkan oleh berkurangnya areal persawahan karena beralih fungsi menjadi kawasan perumahan, industri dan perkebunan. Selain ini penyusutan hasil produksi beras juga terjadi pada proses pasca panen. Hal ini dipengaruhi oleh varietas, kandungan gabah saat panen, cara panen dan alat panen, karena sebagian besar petani masih menggunakan cara tradisional atau meskipun sudah menggunakan peralatan mekanik penanganan pasca panen yang dilakukan kurang tepat. Penyusutan hasil terjadi saat penanganan pascapanen mulai dari perontokan, pengeringan, penyimpanan dan penggilingan.

Dalam penelitian ini dilakukan eksperimen skenario pada model simulasi yang telah dibuat. Ada dua skenario yang dibuat untuk meningkatkan hasil produksi beras.

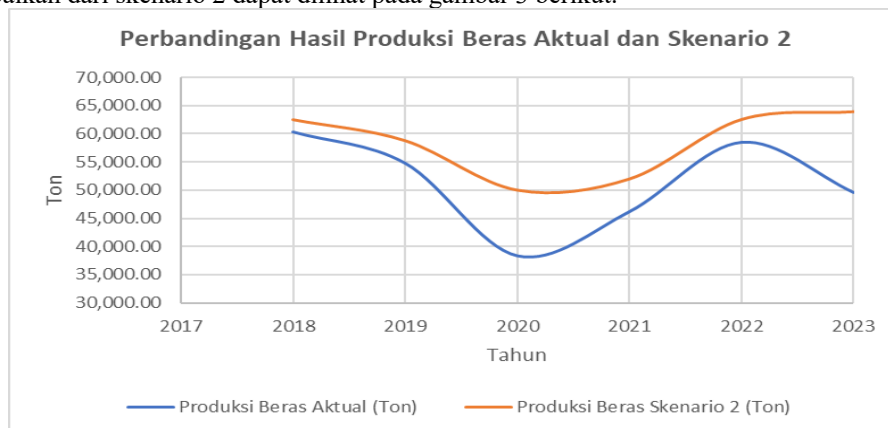
1. Skenario pertama adalah perbaikan dan perluasan lahan persawahan. Perbaikan lahan rusak, pengaktifan lahan yang terabaikan, serta pembukaan lahan baru untuk menambah luas sawah tentunya akan menambah luas lahan panen yang berdampak positif terhadap peningkatan jumlah produksi beras. Hasil perbaikan dari skenario 1 dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Hasil Produksi Beras Aktual dan Skenario 1

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa skenario perbaikan pertama yaitu perbaikan dan perluasan lahan persawahan berhasil meningkatkan produksi beras sebesar 7,14% dengan rata-rata 3.659,63 ton setiap tahunnya.

2. Skenario kedua adalah mengoptimalkan peralatan dan mesin pertanian bagi petani. Skenario kedua dilakukan dengan pemberian fasilitas mesin bagi petani yang masih menggunakan cara tradisional dalam menggarap dan memanen, serta melakukan perbaikan pada alat dan mesin pertanian yang rusak. Hal ini dapat menekan penyusutan hasil pada proses pascapanen sehingga mampu meningkatkan produksi padi. Hasil perbaikan dari skenario 2 dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hasil Produksi Beras Aktual dan Skenario 2

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa skenario perbaikan pertama yaitu mengoptimalkan peralatan dan mesin pertanian bagi petani berhasil meningkatkan produksi beras sebesar 13,83% dengan rata-rata 7.085,40 ton setiap tahunnya.

Pada gambar 2 dan 3 dapat dilihat bahwa hasil skenario perbaikan pada tahun 2019-2020 tetap mengikuti trend kondisi aktual dimana terjadi penurunan. Hal ini dikarenakan penurunan hasil produksi dipengaruhi oleh beragam faktor seperti kondisi iklim, kekeringan, curah hujan, kondisi lahan, varietas bibit, pupuk dan pestisida. Namun skenario terbukti berhasil meningkatkan produksi beras dibandingkan dengan kondisi aktual.

KESIMPULAN

Ketahanan pangan sangat bergantung pada jumlah beras yang diproduksi di dalam negeri. Penelitian ini berhasil membangun skenario perbaikan untuk meningkatkan hasil produksi beras. Kedua skenario perbaikan terbukti dapat meningkatkan hasil produksi beras, namun skenario terbaik yang mampu memberikan hasil terbaik adalah skenario 2 yaitu mengoptimalkan peralatan dan mesin pertanian bagi petani. Skenario kedua mampu meningkatkan produksi beras dengan rata-rata 7.085,40 ton setiap tahunnya. Peningkatan produksi padi dapat dilakukan dengan memperbaiki mekanisme pada tahap pascapanen dengan tepat melalui teknik dan alat pertanian untuk menghasilkan hasil panen yang berkualitas.

Dalam penelitian ini, pemodelan sistem dinamis mampu merepresentasikan kondisi sistem aktual dan mengembangkan skenario-skenario perbaikan untuk meningkatkan produksi beras. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi wawasan bagi pengambil keputusan dalam meningkatkan ketahanan pangan melalui meningkatkan produksi padi. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan produksi beras dengan memperhitungkan faktor-faktor lain, seperti usia panen padi, kondisi iklim, kondisi lahan, serta varietas benih dan pupuk yang sesuai.

REFERENSI

- Febriliani Marsitoh, V. R. (2016). Pemodelan Status Ketahanan Pangan di Provinsi Jawa Timur Dengan Pendekatan Metode Regresi Probit. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2), 2337-3520.
- Saediman, H. A. (Januari de 2019). Food Security Status of Households in a Cassava-Growing Village in Southeast Sulawesi, Indonesia. *Journal of Agricultural Extension*, 29(1), 199-209.
- M., M. (September de 2016). Peranan Luas Lahan, Intensitas Pertanaman dan Produktivitas sebagai Sumber Pertumbuhan Padi Sawah di Indonesia 1980–2001. *Jurnal Agro Ekonomi*, 22(1), 74-95. doi:DOI:10.21082/jae.v22n1.2004.74-95
- Somantri, A. S. (Desember de 2020). Analisis Sistem Dinamik Untuk Evaluasi Pencapaian Swasembada Beras Melalui Program Upaya Khusus. *Informatika Pertanian*, 29(2), 95-110. doi:DOI:10.21082/ip.v29n2.2020.p95-110
- Nurmalina Suryana, R. (2012). *Swasembada Beras yang Berkelanjutan untuk Mendukung Ketahanan Pangan*

- Nasional*. Intitut Pertanian Bogor. Fonte: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/65169>
- Suharyanto, M. K. (Maret de 2016). Faktor Penentu Alih Fungsi Lahan Sawah di Tingkat Rumah Tangga Petani dan Wilayah di Provinsi Bali. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan teknologi Pertanian*, 19(1), 9-22. doi:DOI: 10.21082/jpntp.v19n1.2016.p%p
- Mala Rosa Aprillya, E. S. (April de 2019). System Dynamics Simulation Model to Increase Paddy. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence Production for Food Security*, 5(1), 67-75.
- Forrester, J. W. (1999). *System Dynamics: The Foundation Under System Thinking*. Cambridge: Sloam School Of Management Massachusetts Institude Of Technology.
- W. David Kelton, R. P. (2014). *Simulation with Arena*: (6 ed.). Boston:McGraw Hill.
- Mardia Mardia, D. R. (August de 2021). Dynamic System Model of Receipt System (SRG) Grain Commodities in South Sulawesi . *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, Vol. 28(1), 359-369.
- Nurhadi Siswanto, L. E. (2018). *Simulasi Sistem Diskrit* (1 ed.). Surabaya: ITS Tekno Sains.
- W Dewayani, S. R. (2022). Potential of sago products supporting local food security in South Sulawesi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (pp. 1-7). Bogor: IOP Publishing. doi:doi:10.1088/1755-1315/974/1/012114
- Salo, L. A. (2021). A Simulation Model of Shipment Planning and Storage Capacity For Wheat Material. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/1034/1/012119
- Salo, L. A. (Desember 2021). Model Simulasi Perencanaan Pengiriman Bahan Baku Tepung Terigu Untuk Meningkatkan Service Level. *Seminar Nasional Teknik Mesin Uki Toraja*, (Pp. 80-87).
- Barlas, Y. (1985). *Validation of System Dynamics Models with a Sequential Procedure Involving Multiple Quantitative Methods*. Atlanta, GA.: Georgia Institute of Technology.
- Juned, V. V. (April 2020). Early warning of food security in East Java Indonesia using a system dynamics model. *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing. doi:10.1063/5.0000860