

Analisis Perencanaan Produksi Padi Terhadap Lahan Panen Di Sumatera Barat Menggunakan Rantai Markov Waktu Diskrit

Irfan Syauqi¹, Dewi Murni²

^{1,2}Prodi Matematika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan dan Alam Universitas Negeri Padang (UNP)

Article Info

Article history:

Received February 02, 2022

Revised February 18, 2022

Accepted July 16, 2022

Keywords:

Rice Production

Harvest Land

Discrete Time Markov Chain

Kata Kunci:

Produksi Padi

Lahan Panen

Rantai Markov Waktu Diskrit

ABSTRACT

Rice production is one of the results of farming which is carried out by planting rice seeds, care and maintenance and regular fertilization. While the harvested land is a plant that is harvested after the plant is old enough. Harvested land affects rice production, if the harvested area is decrease then rice production will also decrease. For this reason, it is necessary to predict rice production and harvested land in the province of West Sumatra using a discrete time Markov chain. This research aims to determine the shape of the Markov chain model and the prediction results of rice production and harvested land in the province of West Sumatra for the period January 2021 to December 2021. The results showed that the opportunities for rice production in a row were drastically decreased, decreased, increased and drastically increased by 23,28%, 17,46%, 35,46% and 23,80%. Meanwhile, the opportunities of harvesting land in a row were that drastically decreased, decreased, increased and drastically increased by 23,47%, 16,90%, 38,50% dan 21,13%.

ABSTRAK

Produksi padi merupakan salah satu hasil bercocok tanam yang dilakukan dengan penanaman bibit padi, perawatan serta pemupukan secara teratur. Sedangkan Lahan panen adalah tanaman yang dipungut hasilnya setelah tanaman tersebut cukup umur. Lahan panen mempengaruhi produksi padi, jika lahan panen berkurang maka produksi padi juga berkurang. Untuk itu diperlukan prediksi produksi padi dan lahan panen di provinsi Sumatera Barat menggunakan rantai Markov waktu diskrit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk model rantai Markov dan hasil prediksi produksi padi dan lahan panen provinsi Sumatera Barat periode Januari 2021 hingga Desember 2021. Hasil penelitian menunjukkan peluang produksi padi berturut-turut dengan kondisi turun drastis, turun, naik dan naik drastis sebesar 23,28%, 17,46%, 35,46% dan 23,80%. Sedangkan peluang lahan panen berturut-turut dengan kondisi turun drastis, turun, naik dan naik drastis sebesar 23,47%, 16,90%, 38,50% dan 21,13%.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis pertama

(Irfan Syauqi)

Prodi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar barat, Padang Utara, Padang, 25171
Email: irfansyauqi00@gmail.com

Padang, Sumatera Barat

1. PENDAHULUAN

Produksi padi adalah salah satu diantara hasil bercocok tanam yang dilakukan dengan menanam bibit, perawatan dan juga pemupukan secara rutin. Lahan panen merupakan tanaman yang diambil hasilnya setelah tanaman itu cukup umur [1]. Di Indonesia sendiri, provinsi dengan jumlah produksi padi tertinggi adalah Jawa Barat, kemudian diikuti oleh Jawa Timur dan Jawa Tengah. Provinsi lainnya dengan jumlah



produksi padi diatas satu juta ton per tahun adalah Sulawesi Selatan, Sumatera Utara, NAD, NTB, Banten, Kalimantan Selatan, namun pada wilayah Provinsi Sumatera Barat 3 tahun belakangan ini mengalami sedikit penurunan terhadap produksi padi dan luas lahan panen setiap tahunnya jika dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya.

Berdasarkan data nilai produksi padi di Sumatera Barat dari tahun 2018 sampai dengan 2020 mengalami penurunan karena disebabkan lahan panen yang berkurang [2]. Hal ini dapat mempengaruhi produksi padi karena luas lahan panen sangat mempengaruhi produksi padi. Oleh sebab itu, dibuatlah analisis yang baik terhadap produktivitas padi ini sehingga dapat membantu menstabilkan antara produksi padi dengan luas lahan panen.

Rantai Markov adalah salah satu bentuk khusus dari proses stokastik, proses stokastik adalah himpunan peubah acak yang merupakan fungsi dari waktu atau sering juga disebut proses acak, proses stokastik ini mempunyai sifat yang mana karakter dari sejarah masa lalu tidak mempengaruhi karakter dari suatu proses yang akan datang, melainkan bergantung kepada karakter masa sekarang.

Rantai Markov (*Markov Chains*) merupakan salah satu teknik matematika yang biasa dipakai untuk melakukan pemodelan (*modeling*) bermacam-macam sistem dan proses bisnis. Teknik ini dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan-perubahan di waktu yang akan datang dalam variabel-variabel dinamis atas dasar perubahan-perubahan dari variabel-variabel dinamis tersebut di masa yang lalu. Teknik ini juga dapat dipakai untuk menganalisis peristiwa-peristiwa di waktu-waktu yang akan datang secara matematis [3]. Sebuah proses stokastik $\{X_n, n = 0, 1, 2, \dots\}$ disebut rantai markov jika:

$$\begin{aligned} P\{X_{n+1} = j | X_0 = i_0, \dots, X_{n-1} = i_{n-1}, X_n = i\} \\ = P\{X_{n+1} = j | X_n = i\} \\ = P_{ij} \end{aligned}$$

Untuk setiap waktu n dan setiap keadaan (*state*): $i_0, \dots, i_{n-1}, i, j$. Artinya peluang terjadinya kejadian pada hari ini hanya bergantung pada kejadian hari kemarin yaitu X_0, X_1, \dots, X_{n-1} , kejadian esok hanya bergantung pada hari ini dan begitu seterusnya [4]. Pada proses rantai Markov memerlukan sebuah matriks peluang transisi, matriks peluang transisi yaitu suatu matriks yang memuat perpindahan sistem dari suatu keadaan ke keadaan yang lainnya. Melalui matriks peluang transisi dapat ditentukan klasifikasi keadaan pada rantai Markov terbagi atas 2 jenis, yaitu:

a. Matriks peluang transisi satu langkah

Rantai Markov mempunyai peluang transisi satu langkah yang berarti peluang X_{n+1} ada pada keadaan j , jika diketahui X_n ada pada keadaan i dan di lambangkan dengan

$$P_{ij} = P\{X_{n+1} = j | X_n = i\}.$$

Peluang transisi P_{ij} dapat disusun ke dalam bentuk matriks peluang transisi sebagai berikut [5]:

$$P = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & \dots & P_{0n} \\ P_{10} & P_{11} & \dots & P_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n0} & P_{n1} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}$$

dimana: $P_{ij} \geq 0$ untuk $i, j = 0, 1, 2, 3, \dots$

$$\sum_{j=0}^n P_{i,j} = 1 \text{ untuk } i = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Dari matriks transisi dapat dilakukan analisis langkah pertama untuk menentukan rata-rata kedatangan dari keadaan awal menuju keadaan berikutnya dan peluang terserap dari suatu rantai Markov.

b. Matriks peluang transisi n-langkah

Peluang transisi n-Langkah $P_{ij}^{(n)}$ adalah peluang bersyarat suatu sistem yang berada pada keadaan i akan berada pada keadaan j setelah proses mengalami n transisi. Peluang transisi n -langkah dari rantai Markov akan memenuhi persamaan Chapman-Kolmogorov sebagai berikut [6]:

$$P_{ij}^{(n)} = \sum_{k=0}^{\infty} P_{ik} P_{kj}^{(n-1)}, n > 1$$



Dimana didefinisikan sebagai berikut: $P_{ij}^{(n)} = \begin{cases} 1, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}$

Dengan kata lain $P_{ij}^{(n)}$ adalah elemen matriks $P^{(n)}$, jadi:

$$P^{(n)} = P_{ij}^{(n)} = \begin{bmatrix} P_{00}^{(n)} & P_{01}^{(n)} & P_{02}^{(n)} & \dots \\ P_{10}^{(n)} & P_{11}^{(n)} & P_{12}^{(n)} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \\ P_{i0}^{(n)} & P_{i1}^{(n)} & P_{i2}^{(n)} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

Dalam proses Rantai Markov, sistem pada awalnya berada pada *state* i , kemudian setelah n transisi akan berada pada *state* j dengan peluang yang diberikan oleh suku (i, j) dari matriks P . Secara umum, jika didefinisikan vektor baris

$$P^n = (P_1^n, P_2^n, \dots), n = 1, 2, 3, \dots, n$$

Vektor peluang *state* setelah n -langkah (P_j^n) yaitu vektor peluang berada pada *state* j setelah n -langkah, dimana $n \geq 1, j \geq 0$.

$$\begin{aligned} P_j^n &= p(x_n = j) \\ &= \sum_{i=0}^{\infty} p(x_n = j, x_0 = i) \\ &= \sum_{i=0}^{\infty} p(x_0 = i) p(x_n = j | x_0 = i) \\ &= \sum_{i=0}^{\infty} p_i^0 p_{ij}^n \end{aligned}$$

Karena p_{ij}^n merupakan peluang transisi setelah n -langkah sehingga p_{ij}^n adalah elemen dari P , maka dapat ditulis dalam bentuk vektor dan matriks seperti berikut:

$$p^n = p^0 P, n = 1, 2, 3, \dots$$

2. METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian terapan. Penelitian terapan merupakan suatu penelitian yang bertujuan untuk memberikan solusi atas permasalahan yang dihadapi. Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data bulanan produksi padi dan lahan panen Sumatera Barat dari Januari 2018 sampai Desember 2020 dengan jenis data sekunder. Data tersebut didapatkan dari website Badan Pusat Statistik Sumatera Barat.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data, yaitu:

- Mengambil data produksi padi dan lahan panen di Sumatera Barat tahun 2018-2020 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS).
- Mengurutkan produksi dan lahan panen padi dari bulan pertama tahun 2018 sampai dengan akhir bulan tahun 2020.
- Mencari selisih produksi dan luas lahan panen pada saat tahun ke- t dengan tahun ke- $(t + 1)$.
- Mencari rata-rata selisih dari *state* naik dan *state* turun, serta mencari nilai maksimal pada *state* naik dan nilai minimal pada *state* turun.
- Menentukan banyaknya *state* yang akan digunakan.
- Mengelompokkan data sesuai dengan interval masing-masing *state* berdasarkan nilai selisih yang di dapat sebelumnya.
- Menyusun matriks peluang transisi satu langkah.
- Menentukan matriks peluang transisi n -langkah dengan menggunakan Persamaan Chapman-Kolmogorov.
- Menghitung peluang suatu kejadian di waktu mendatang.
- Menginterpretasi hasil yang di peroleh dari langkah sebelumnya.



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan adalah data bulanan nilai produksi padi dan lahan panen Sumatera Barat tahun 2018 sampai dengan 2020 disajikan pada tabel 1 berikut ini [7]:

Tabel 1. Data Produksi Padi dan Lahan Panen Sumatera Barat Tahun 2018-2020

No	Periode Data	Produksi Padi (Ton)	Lahan Panen (Ha)	No	Periode Data	Produksi Padi (Ton)	Lahan Panen (Ha)
1	Jan-18	119.680	23.240	19	Jul-19	118.840	25.790
2	Feb-18	131.530	25.670	20	Aug-19	149.260	31.410
3	Mar-18	144.710	28.030	21	Sep-19	93.380	19.420
4	Apr-18	155.790	30.280	22	Oct-19	95.340	20.430
5	May-18	146.830	32.160	23	Nov-19	113.170	28.360
6	Jun-18	105.280	23.250	24	Dec-19	94.130	19.760
7	Jul-18	123.780	27.870	25	Jan-20	100.000	21.560
8	Aug-18	136.520	30.120	26	Feb-20	112.800	24.230
9	Sep-18	106.250	23.170	27	Mar-20	145.310	31.480
10	Oct-18	76.840	16.570	28	Apr-20	154.480	33.310
11	Nov-18	119.200	27.030	29	May-20	151.280	31.800
12	Dec-18	116.660	25.650	30	Jun-20	86.490	18.090
13	Jan-19	117.960	24.400	31	Jul-20	108.860	23.450
14	Feb-19	150.230	30.280	32	Aug-20	120.950	25.940
15	Mar-19	154.880	31.910	33	Sep-20	84.100	17.630
16	Apr-19	130.900	26.970	34	Oct-20	143.760	30.730
17	May-19	137.830	30.230	35	Nov-20	107.480	22.430
18	Jun-19	107.070	22.720	36	Dec-20	71.750	15.020

Berdasarkan data diatas, diperoleh nilai rata-rata untuk produksi padi yang naik adalah sebesar 17.681 Ton dan nilai terbesarnya adalah sebesar 59.660 Ton. Sedangkan untuk nilai rata-rata untuk produksi padi yang turun adalah sebesar -29.946 Ton dan nilai terkecilnya adalah sebesar -64.790 Ton. Oleh karena itu, ditentukan sebanyak 4 *state* yang akan digunakan, berikut 4 *state* yang digunakan berdasarkan interval masing-masing *state*, yaitu:

1. *State* 1 = Turun drastis dengan range : $-64.790 \leq x < -29.946$
2. *State* 2 = Turun dengan range : $-29.946 \leq x < 0$
3. *State* 3 = Naik dengan range : $0 < x \leq 17.681$
4. *State* 4 = Naik drastis dengan range : $17.681 < x \leq 59.660$

Dan juga diperoleh nilai rata-rata untuk lahan panen yang naik adalah sebesar 4.245 Ha dan nilai terbesarnya adalah sebesar 13.100 Ha. Sedangkan untuk nilai rata-rata untuk lahan panen yang turun adalah sebesar -6.955 Ha dan nilai terkecilnya adalah sebesar -13.710 Ha. Oleh karena itu, ditentukan sebanyak 4 *state* yang akan digunakan, berikut 4 *state* yang digunakan berdasarkan interval masing-masing *state*, yaitu:

1. *State* 1 = Turun drastis dengan range : $-13.710 \leq x < -6.955$
2. *State* 2 = Turun dengan range : $-6.955 \leq x < 0$
3. *State* 3 = Naik dengan range : $0 < x \leq 4.245$
4. *State* 4 = Naik drastis dengan range : $4.245 < x \leq 13.100$

Adapun langkah-langkah metode rantai Markov waktu diskrit dalam memprediksi nilai produksi padi dan lahan panen Sumatera Barat adalah sebagai berikut:

3.1 Menyusun Matriks Peluang Transisi Satu Langkah

3.1.1 Matriks peluang transisi satu langkah produksi padi



Didapatkan matriks peluang transisi satu langkah produksi padi yang ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Peralihan Status Produksi Padi

State awal	State akhir			
	1	2	3	4
1	1	1	2	3
2	2	0	3	1
3	3	3	3	4
4	2	2	4	0

Sehingga diperoleh matriks untuk peralihan *state* produksi padi dibawah ini:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 3 \\ 2 & 0 & 3 & 1 \\ 3 & 3 & 3 & 4 \\ 2 & 2 & 4 & 0 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan pada tabel 2 di atas, dapat diperoleh matriks peluang transisi satu langkahnya, yaitu:

$$P = \begin{bmatrix} 0,1429 & 0,1429 & 0,2857 & 0,4286 \\ 0,3333 & 0 & 0,5000 & 0,1667 \\ 0,2308 & 0,2308 & 0,2308 & 0,3077 \\ 0,2500 & 0,2500 & 0,5000 & 0 \end{bmatrix}$$

3.1.2 Matriks peluang transisi satu langkah lahan panen

Didapatkan matriks peluang transisi satu langkah lahan panen yang ditunjukkan pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Peralihan Status Lahan Panen

State awal	State akhir			
	1	2	3	4
1	1	0	3	3
2	1	2	2	1
3	3	3	5	3
4	3	1	3	0

Sehingga diperoleh matriks untuk peralihan *state* lahan panen dibawah ini:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 3 & 3 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 5 & 3 \\ 3 & 1 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan pada tabel 3 di atas, dapat diperoleh matriks peluang transisi satu langkahnya, yaitu:

$$Q = \begin{bmatrix} 0,1429 & 0 & 0,4286 & 0,4286 \\ 0,1667 & 0,3333 & 0,3333 & 0,1667 \\ 0,2143 & 0,2143 & 0,3571 & 0,2143 \\ 0,4286 & 0,1429 & 0,4286 & 0 \end{bmatrix}$$

3.2. Menentukan Matriks Peluang Transisi *n*-Langkah

3.2.1 Matriks peluang transisi *n*-langkah produksi padi

Pada langkah sebelumnya diperoleh matriks peluang transisi satu langkah produksi padi, sehingga untuk mendapatkan matriks peluang transisi *n*-langkah dilakukan dengan mengangkat matriks peluang transisi satu langkah sebanyak *n*-langkah, maka diperoleh:

$$P^{10} = \begin{bmatrix} 0,2328 & 0,1746 & 0,3546 & 0,2380 \\ 0,2328 & 0,1746 & 0,3546 & 0,2380 \\ 0,2328 & 0,1746 & 0,3546 & 0,2380 \\ 0,2328 & 0,1746 & 0,3546 & 0,2380 \end{bmatrix}$$



3.2.2 Matriks peluang transisi n -langkah lahan panen

Pada langkah sebelumnya diperoleh matriks peluang transisi satu langkah lahan panen, sehingga untuk mendapatkan matriks peluang transisi n -langkah dilakukan dengan memangkatkan matriks peluang transisi satu langkah sebanyak n -langkah, maka diperoleh:

$$Q^{11} = \begin{bmatrix} 0,2347 & 0,1690 & 0,3850 & 0,2113 \\ 0,2347 & 0,1690 & 0,3850 & 0,2113 \\ 0,2347 & 0,1690 & 0,3850 & 0,2113 \\ 0,2347 & 0,1690 & 0,3850 & 0,2113 \end{bmatrix}$$

3.3. Menghitung Peluang Kejadian di Waktu Mendatang

3.2.1 Peluang *state* pada produksi padi

Diperoleh peluang *state* untuk produksi padi pada awal proses sebagai berikut:

$$p^0 = [0,18 \quad 0,17 \quad 0,4 \quad 0,25]$$

Pada langkah sebelumnya diperoleh matriks peluang transisi satu langkah produksi padi, sehingga diperoleh:

$$p^1 = p^0 P$$

$$p^1 = [0,2372 \quad 0,1805 \quad 0,3537 \quad 0,2286]$$

$$\vdots$$

$$p^5 = [0,2328 \quad 0,1746 \quad 0,3546 \quad 0,2380]$$

3.2.2 Peluang *state* pada lahan panen

Diperoleh peluang *state* untuk produksi padi pada awal proses sebagai berikut:

$$q^0 = [0,18 \quad 0,17 \quad 0,43 \quad 0,22]$$

Pada langkah sebelumnya diperoleh matriks peluang transisi satu langkah lahan panen, sehingga diperoleh:

$$q^1 = q^0 Q$$

$$q^1 = [0,2405 \quad 0,1802 \quad 0,3817 \quad 0,1976]$$

$$\vdots$$

$$q^8 = [0,2347 \quad 0,1690 \quad 0,3850 \quad 0,2113]$$

Berdasarkan analisis yang dilakukan didapatkan bahwa matriks peluang transisi n -langkah produksi padi mengalami kondisi turun drastis, turun, naik, dan naik drastis pada periode ke 10 dalam keadaan seimbang tanpa memperhitungkan keadaan awal adalah turun drastis (0,2328), turun (0,1746), naik (0,3546), dan naik drastis (0,2380), sedangkan matriks peluang transisi n -langkah lahan panen mengalami kondisi turun drastis, turun, naik, dan naik drastis pada periode ke 11 dalam keadaan seimbang tanpa memperhitungkan keadaan awal adalah turun drastis (0,2347), turun (0,1690), naik (0,3850), dan naik drastis (0,2113).

4. KESIMPULAN

Bentuk model rantai Markov dari produksi padi di Sumatera Barat:

$$P = \begin{bmatrix} 0,1429 & 0,1429 & 0,2857 & 0,4286 \\ 0,3333 & 0 & 0,5000 & 0,1667 \\ 0,2308 & 0,2308 & 0,2308 & 0,3077 \\ 0,2500 & 0,2500 & 0,5000 & 0 \end{bmatrix}$$

Bentuk model rantai Markov dari lahan panen di Sumatera Barat:

$$Q = \begin{bmatrix} 0,1429 & 0 & 0,4286 & 0,4286 \\ 0,1667 & 0,3333 & 0,3333 & 0,1667 \\ 0,2143 & 0,2143 & 0,3571 & 0,2143 \\ 0,4286 & 0,1429 & 0,4286 & 0 \end{bmatrix}$$

Dari hasil analisis produksi padi dan lahan panen di Sumatera Barat, diperoleh peluang transisi n -langkah dari produksi padi di Sumatera Barat:



$$P^{10} = \begin{bmatrix} 0,2328 & 0,1746 & 0,3546 & 0,2380 \\ 0,2328 & 0,1746 & 0,3546 & 0,2380 \\ 0,2328 & 0,1746 & 0,3546 & 0,2380 \\ 0,2328 & 0,1746 & 0,3546 & 0,2380 \end{bmatrix}$$

Peluang transisi n-langkah dari lahan panen di Sumatera Barat:

$$Q^{11} = \begin{bmatrix} 0,2347 & 0,1690 & 0,3850 & 0,2113 \\ 0,2347 & 0,1690 & 0,3850 & 0,2113 \\ 0,2347 & 0,1690 & 0,3850 & 0,2113 \\ 0,2347 & 0,1690 & 0,3850 & 0,2113 \end{bmatrix}$$

Hasil prediksi untuk produksi padi dan lahan panen di Sumatera Barat dari periode Januari 2018 sampai Desember 2021 menggunakan metode rantai markov waktu diskrit, dapat dikatakan bahwa untuk peluang produksi padi pada kondisi turun drastis adalah sebesar 23,28%, peluang produksi padi pada kondisi turun sebesar 17,46%, peluang produksi padi pada kondisi naik sebesar 35,46% dan peluang produksi padi pada kondisi naik drastis sebesar 23,80%, sedangkan untuk peluang lahan panen pada kondisi turun drastis adalah sebesar 23,47%, peluang lahan panen pada kondisi turun sebesar 16,90%, peluang lahan panen pada kondisi naik sebesar 38,50% dan peluang lahan panen pada kondisi naik drastis sebesar 21,13%.

REFERENSI

- [1] Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. *Istilah Statistik*. <https://bps.go.id/istilah/> . (diakses online pada tanggal 02 Oktober 2021).
- [2] Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Barat. 2021. *Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Padi Menurut Kabupaten Kota Hasil Kerangka Sampel Area (KSA)*. <https://sumbar.bps.go.id/> (diakses online pada tanggal 08 Oktober 2021).
- [3] Dwijanto. 2012. *Riset Operasi*. <https://masdwijanto.files.wordpress.com/2012/06/bab-7.pdf> (diakses Online pada tanggal 09 Agustus 2021).
- [4] Ross, Sheldon M. 1996. *Stochastic Processes Second Edition*. Kanada: Jon Wiley & Sohn, Inc.
- [5] Abdulrachman, E. 1999. *Konsep Dasar Markov Chain serta Kemungkinan Penerapannya di Bidang Pertanian*. Jurnal Informatika Pertanian Volume 8, halaman 499-504.
- [6] Yerizon. 2003. *Proses stokhastik*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [7] Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Barat. 2021. *Luas Panen dan Produksi Padi Hasil Kerangka Sampel Area (KSA) Menurut Bulan*. <https://sumbar.bps.go.id/> (diakses online pada tanggal 05 Oktober 2021).