

Penerapan Rantai Markov Waktu Diskrit Dalam Memprediksi Produksi Karet di Pulau Sumatera

Daniel Arda Hamonangan Sianturi^{a,*}, Elmanani Simamora^b

^{a,b} Universitas Negeri Medan, Deli Serdang, Indonesia

*email: danielardasanturi2@gmail.com

Abstrak. Produksi karet di Indonesia, khususnya di Pulau Sumatera, mengalami tren penurunan dalam beberapa tahun terakhir, yang dapat berdampak pada perekonomian nasional. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi produksi karet di Pulau Sumatera menggunakan metode Rantai Markov Waktu Diskrit. Data yang digunakan merupakan data sekunder produksi karet dari Badan Pusat Statistik (BPS) untuk periode 2014-2023. Metode Rantai Markov diterapkan dengan membangun matriks probabilitas transisi berdasarkan data historis produksi karet di setiap provinsi di Pulau Sumatera. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode ini dapat memberikan estimasi produksi karet dalam beberapa tahun ke depan hingga mencapai kondisi steady state. Prediksi yang dihasilkan dapat menjadi dasar bagi pemerintah dan industri untuk merancang kebijakan yang mendukung stabilitas produksi karet serta mengantisipasi dampak fluktuasi produksi terhadap sektor ekonomi.

Kata Kunci: Produksi Karet, Prediksi, Rantai Markov Waktu Diskrit, Matriks Probabilitas Transisi, Steady State.

PENDAHULUAN

Subsektor perkebunan merupakan salah satu penghasil devisa utama bagi Indonesia, terutama melalui ekspor komoditas karet. Subsektor ini memiliki peranan yang penting di dalam suatu negara, karena disamping menjadi sumber energi untuk industri pengolahan hasil perkebunan juga dapat menyerap tenaga kerja, dengan kata lain sub sektor perkebunan memiliki peranan penting di bidang ekonomi dan sosial Indonesia. Subsektor perkebunan memiliki cakupan yang luas, salah satu tanaman perkebunan yang banyak dikembangkan di Indonesia adalah tanaman karet. [2]

Indonesia adalah penghasil karet terbesar kedua di dunia dengan potensi menjadi produsen utama di masa depan. Untuk memanfaatkan potensi ini, diperlukan prediksi produksi karet berdasarkan data historis [20]

Karet dipilih sebagai objek penelitian ini karena merupakan salah satu komoditas utama dan unggulan di Pulau Sumatera. Sebagian besar provinsi di Sumatera, seperti Sumatera Selatan, Jambi, dan Riau, menjadikan karet sebagai komoditas andalan dalam sektor perkebunan. Kontribusinya terhadap pendapatan petani, penciptaan lapangan kerja, dan devisa negara melalui ekspor menjadikan karet sangat strategis secara ekonomi, khususnya di wilayah

ini. Dibandingkan dengan komoditas perkebunan lain seperti teh, tembakau atau kopi, karet memiliki penyebaran dan produksi yang lebih merata di seluruh provinsi di Sumatera. Jika dilihat dari modal produksi, perkebunan kelapa sawit jauh memiliki perawatan yang lebih sulit dan biaya yang lebih besar daripada karet [19]

Walaupun saat ini telah berkembang karet sintetis sebagai alternatif bahan baku industri, karet alam masih memiliki keunggulan yang tidak tergantikan. Adapun kelebihan-kelebihan dari karet alam adalah memiliki daya elastis atau daya lenting yang sempurna, memiliki plastisitas yang baik sehingga Adapun kelebihan-kelebihan dari karet alam adalah memiliki daya elastis atau daya lenting yang sempurna, memiliki plastisitas yang lebih baik dibandingkan karet sintetis dalam banyak aplikasi terutama industri ban. Beberapa jenis ban seperti ban radial walaupun dalam pembuatannya dicampur dengan karet sintetis, tetapi porsi karet alam yang digunakan tetap besar. Jenis ban yang besar lebih memerlukan porsi karet alam yang lebih besar. Ban pesawat terbang bahkan dibuat hampir semuanya dari bahan karet alam. [17]

Masalah krusial yang penting untuk diteliti dalam penelitian ini adalah penurunan produksi karet, yang berdampak langsung terhadap perekonomian nasional. Produksi karet nasional pada 2023 mencapai 2717,1 ribu ton turun sebanyak 65,9 ribu ton atau 2,4 persen dibandingkan dengan 2022 yang mencapai sebesar 2651,2 ribu ton. Produksi karet juga mengalami penurunan di sebagian besar pulau, salah satunya Pulau Sumatera. Pulau Sumatera merupakan pulau penghasil karet terbesar di Indonesia yang terdiri dari 10 provinsi yakni, Nanggroe Aceh Darussalam, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Kepulauan Riau, Bengkulu, Jambi, Bangka Belitung, Lampung, Sumatera Selatan.

Produksi karet di Pulau Sumatera pada tahun 2022 mencapai 2072,5 ribu ton turun sebanyak 305,6 ribu ton dibandingkan dengan 2021 yang mencapai 2378,1 ribu ton. Penurunan ini akan berdampak lebih lanjut terhadap perekonomian nasional [16]

Jika tidak diantisipasi, masalah ini bisa mengakibatkan penurunan pendapatan sektor perkebunan yang signifikan, mengingat karet merupakan salah satu komoditas utama ekspor Indonesia

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu adanya prediksi untuk mengetahui jumlah produksi karet di Pulau Sumatera ke tahun berikutnya sehingga dapat mengantisipasi penurunan produksi karet di tahun yang akan datang. Meramalkan produksi karet membantu dalam perencanaan perekonomian nasional, terutama dalam mengestimasi kontribusi sektor perkebunan terhadap devisa negara, khususnya bagi daerah-daerah penghasil karet. Peramalan memungkinkan pemerintah atau pelaku industri untuk memperkirakan kondisi pasar karet di masa mendatang. Jika produksi diprediksi menurun, kebijakan seperti pengendalian harga atau ekspansi pasar ekspor dapat disiapkan lebih awal untuk menghindari penurunan pendapatan dari sektor ini. Selain itu dalam industri yang bergantung pada karet sebagai bahan baku, seperti otomotif dan manufaktur, peramalan produksi penting untuk memastikan pasokan bahan baku yang stabil. Jika ada prediksi penurunan produksi, industri dapat menyiapkan alternatif atau

mengamankan pasokan melalui perjanjian dagang jangka panjang. Maka secara keseluruhan alasan meramalkan produksi karet adalah untuk membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik, mengurangi risiko, dan memaksimalkan manfaat ekonomi bagi semua pihak yang terlibat dalam industri karet di Pulau Sumatera dan Indonesia secara keseluruhan.

Untuk dapat mengatasi masalah tersebut, salah satu metode yang dapat digunakan untuk memprediksi produksi karet adalah Rantai Markov, [5] Rantai Markov adalah suatu metode yang mempelajari sifat-sifat suatu variabel pada masa sekarang yang didasarkan pada sifat-sifatnya pada masa lalu dalam usaha menaksir sifat-sifat variabel tersebut dimasa yang akan datang [13]. Rantai Markov digunakan untuk memprediksi produksi karet di Pulau Sumatera berdasarkan data historis di setiap provinsi Pulau Sumatera hingga mencapai kondisi steady state, yaitu ketika distribusi probabilitas tidak lagi berubah seiring waktu.

Beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penerapan rantai markov. Di antaranya penelitian yang dilakukan oleh Besse Arnawisuda Ningsi dan Dinda Novianda Putri (2023) menerapkan rantai markov untuk memprediksi kemiskinan di Provinsi Banten dengan hasil prediksi kemiskinan untuk Kabupaten Pandeglang pada tahun 2022, 2023 dan 2024-2025 akan naik masing-masing sebesar 2%, 0,46%, dan 0,02%. Kabupaten Lebak pada tahun 2022 akan naik sebesar 2%, pada tahun 2023 dan pada tahun 2024-2025 akan turun masing-masing sebesar 0,66% dan 0,01%. Kabupaten Tangerang pada tahun 2022 akan turun sebesar 4%, pada tahun 2023 akan naik sebesar 0,99%, dan akan turun kembali pada tahun 2024-2025 sebesar 0,01%. Kabupaten Serang pada tahun 2022 akan naik sebesar 1%, pada tahun 2023-2025 akan turun sebesar 0,83%. Kota Tangerang pada tahun 2022 tetap, pada tahun 2023 dan 2024-2025 akan naik masing-masing sebesar 0,53% dan 0,01%. Kota Cilegon pada tahun 2022 tetap, pada tahun 2023 akan naik sebesar 0,18% dan 2024-2025 akan turun sebesar 0,01%. Kota Serang pada tahun 2022 tetap, pada tahun 2023-2025 akan turun sebesar 0,71%. Kota Tangerang Selatan pada tahun 2022 akan turun sebesar 1%, pada tahun 2023-2025 akan naik sebesar 0,04%. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Try Azisah Nurman, Ilham Syata dan Wulandari (2021) menggunakan analisis rantai markov untuk memprediksi hasil panen kopi di Sulawesi. Hasil dari penelitian ini adalah pada tahun 2020 hasil panen kopi di Provinsi Sulawesi Utara sebesar 3,3 ribu ton, Provinsi Sulawesi Tengah sebesar 2,9 ribu ton, Provinsi Sulawesi Selatan sebesar 32,2 ribu ton, Provinsi Gorontalo sebesar 0,4 ribu ton, Provinsi Sulawesi tenggara sebesar 2,6 ribu ton dan Provinsi Sulawesi Barat sebesar 3,4 ribu ton. Pada tahun 2021 hasil panen kopi di Provinsi Sulawesi Utara sebesar 3,4 ribu ton, Provinsi Sulawesi Tengah sebesar 2,8 ribu ton, Provinsi Sulawesi Selatan sebesar 32,2 ribu ton, Provinsi Gorontalo sebesar 0,2 ribu ton, Provinsi Sulawesi tenggara sebesar 2,7 ribu ton dan Provinsi Sulawesi Barat sebesar 3,2 ribu ton. Pada tahun 2022 hasil panen kopi di Provinsi Sulawesi Utara sebesar 3,7 ribu ton, Provinsi Sulawesi Tengah sebesar 2,8 ribu ton, Provinsi Sulawesi Selatan sebesar 34,2 ribu ton, Provinsi Gorontalo sebesar 0,2 ribu ton, Provinsi Sulawesi tenggara sebesar 2,5 ributon dan Provinsi Sulawesi Barat

sebesar 3,2 ribu ton. Dengan probabilitas steady state hasil panen kopi untuk Sulawesi Utara sebesar 0,0743, Sulawesi Tengah sebesar 0,0656, Sulawesi Selatan sebesar 0,7167, Gorontalo sebesar 0,0091, Sulawesi Tenggara sebesar 0,0582 dan Sulawesi Barat sebesar 0,0761.

Kemudian ada juga penelitian yang dilakukan oleh Basorudin dan Dona yang berjudul “Penerapan Metode Markov Chains Untuk Memprediksi Hasil Panen Kelapa Sawit Dan Karet Di Kabupaten Rokan Hulu” dengan metode Markov Chains telah dapat menyelesaikan prediksi hasil panen kelapa sawit dan karet milik para petani Hasil prediksi panen bulan Juli 2020 kelapa sawit sebesar 37,5 % dan karet sebesar 62,5 %, sedangkan pada bulan Agustus kelapa sawit diprediksi 69,8% dan karet sebesar 130%. Berdasarkan hasil prediksi, akan terjadi penurunan hasil panen karet di bulan Juli.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kepustakaan atau riset kepustakaan (Library Research) dan penelitian studi kasus. Riset kepustakaan atau sering disebut studi pustaka ialah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat serta mengolah bahan penelitian. Penelitian kepustakaan atau studi literature yaitu melakukan penelusuran dengan penelaahan terhadap beberapa literatur yang mempunyai relevansi dengan topik pembahasan. Informasi untuk penelitian ini, dikumpulkan dari buku referensi, jurnal, data produksi karet dari bps.go.id, serta definisi dan teorema yang berkaitan dengan topik pembahasan. Data yang digunakan peneliti adalah data produksi karet di Provinsi Pulau Sumatera tahun 2013-2022.

Adapun prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data produksi karet seluruh Provinsi di Pulau Sumatera yang diperoleh dari bps.go.id. tahun 2013-2022, dimana data tersebut merupakan data sekunder.

2. Menghitung Probabilitas Transisi .

Dalam tahapan ini, peneliti menghitung probabilitas transisi dari data jumlah produksi karet di masing-masing Provinsi di Pulau Sumatera dari tahun 2013 hingga 2022 sehingga didapatkan nilai transisi produksi karet pada setiap provinsi untuk tahun 2013 hingga 2022.

3. Membuat Matriks Probabilitas Transisi

Setelah menghitung probabilitas transisi dari jumlah produksi karet, selanjutnya dibentuk matriks probabilitas transisinya berdasarkan perhitungan probabilitas transisi jumlah produksi karet di masing-masing Provinsi di Pulau Sumatera dari tahun 2013 hingga 2022. Probabilitas transisi produksi dari satu tahun ke tahun berikutnya yang telah dihitung digunakan untuk membangun matriks probabilitas transisi.

4. Menghitung Prediksi Hasil Produksi Karet hingga mencapai Steady State

Menghitung prediksi produksi karet dilakukan dengan mengalikan probabilitas produksi karet dengan data jumlah produksi karet. Dimana cara menghitung probabilitas produksi

karet dengan cara mengalikan vektor initial state dengan matriks probabilitas transisi yang dipangkatkan hingga langkah ke $-n$. Perhitungan prediksi hasil produksi karet dilakukan hingga mencapai keadaan steady state, yaitu apabila matriks probabilitas transisi berikutnya konvergen terhadap matriks probabilitas transisi sebelumnya.

5. Menghitung akurasi prediksi

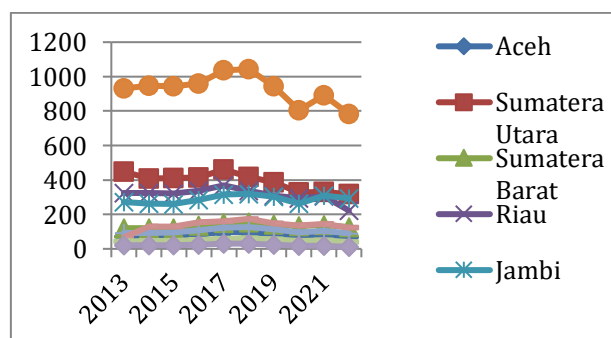
Menghitung akurasi model prediksi dengan menghitung rata-rata kesalahan persentase absolut antara nilai prediksi dengan nilai aktual

6. Hasil dan Kesimpulan

Dalam tahapan ini, peneliti menampilkan hasil peneliti secara informatif dan komunikatif. Adapun software yang digunakan adalah Microsoft Excel 2010 dengan menggunakan diagram garis untuk melihat jumlah produksi dari tahun ke tahun, sehingga dapat dilihat apakah ada kenaikan atau penurunan di setiap provinsi Pulau Sumatera.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik deskriptif adalah analisis yang digunakan untuk menjelaskan data, sehingga memudahkan pemahaman terhadap nilai rata-rata, nilai maksimum, dan nilai minimum berdasarkan data dari jumlah produksi karet di Pulau Sumatera tahun 2014-2023. Berikut gambar grafik dari data tersebut:



Gambar 1. Grafik Data Produksi Karet di Seluruh Provinsi Pulau Sumatera Tahun 2013-2022

Berdasarkan grafik di atas, tren penurunan terjadi di sebagian besar provinsi setelah tahun 2018 dengan jumlah produksi karet tertinggi Provinsi Aceh terjadi pada tahun 2017 sebesar 98,2 ribu ton, jumlah produksi karet terendah Provinsi Aceh terjadi pada tahun 2022 sebesar 66,1 ribu ton dan rata-rata sebesar 80,949 ribu ton.

Jumlah produksi karet tertinggi Provinsi Sumatera Utara terjadi pada tahun 2017 sebesar 460,9 ribu ton, jumlah produksi karet terendah Provinsi Sumatera Utara terjadi pada tahun 2022 sebesar 316,8 ribu ton dan rata-rata sebesar 392,447 ribu ton.

Jumlah produksi karet tertinggi Provinsi Sumatera Barat terjadi pada tahun 2018 sebesar 152,5 ribu ton, jumlah produksi karet terendah Provinsi Sumatera Barat terjadi pada tahun 2015 sebesar 120 ribu ton dan rata-rata sebesar 134,098 ribu ton.

Jumlah produksi karet tertinggi Provinsi Riau terjadi pada tahun 2017 sebesar 368,6 ribu ton, jumlah produksi karet terendah Provinsi Riau terjadi pada tahun 2022 sebesar 223,3 ribu ton dan rata-rata sebesar 314,131 ribu ton.

Jumlah produksi karet tertinggi Provinsi Jambi terjadi pada tahun 2018 sebesar 319,5 ribu ton, jumlah produksi karet terendah Provinsi Jambi terjadi pada tahun 2015 sebesar 260,6 ribu ton dan rata-rata sebesar 288,035 ribu ton.

Jumlah produksi karet tertinggi di Provinsi Sumatera Selatan terjadi pada tahun 2018 sebesar 1.043 ribu ton, sedangkan jumlah produksi karet terendah terjadi pada tahun 2022 sebesar 783,3 ribu ton, dengan rata-rata produksi sebesar 928,7 ribu ton.

Jumlah produksi karet tertinggi di Provinsi Bengkulu terjadi pada tahun 2018 sebesar 126,3 ribu ton, sedangkan jumlah produksi karet terendah terjadi pada tahun 2022 sebesar 89,8 ribu ton, dengan rata-rata produksi sebesar 103,823 ribu ton.

Jumlah produksi karet tertinggi di Provinsi Lampung terjadi pada tahun 2018 sebesar 174,1 ribu ton, sedangkan jumlah produksi karet terendah terjadi pada tahun 2013 sebesar 66,86 ribu ton, dengan rata-rata produksi sebesar 136,846 ribu ton.

Jumlah produksi karet tertinggi Provinsi Kepulauan Bangka Belitung terjadi pada tahun 2018 sebesar 59,9 ribu ton, sedangkan jumlah produksi karet terendah terjadi pada tahun 2022 sebesar 39,8 ribu ton, dengan rata-rata produksi sebesar 49,655 ribu ton.

Jumlah produksi karet tertinggi Provinsi Kepulauan Riau terjadi pada tahun 2017 sebesar 30,2 ribu ton, sedangkan jumlah produksi karet terendah terjadi pada tahun 2022 sebesar 11,1 ribu ton, dengan rata-rata produksi sebesar 21,656 ribu ton.

Matriks Probabilitas Transisi

Berdasarkan tabel 4.2 maka matriks probabilitas transisinya dapat ditulis sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0,031 & 0,188 & 0,051 & 0,135 & 0,113 & 0,390 & 0,039 & 0,028 & 0,017 & 0,008 \\ 0,031 & 0,169 & 0,050 & 0,133 & 0,108 & 0,390 & 0,038 & 0,054 & 0,019 & 0,008 \\ 0,031 & 0,169 & 0,049 & 0,133 & 0,107 & 0,389 & 0,040 & 0,054 & 0,019 & 0,009 \\ 0,033 & 0,162 & 0,053 & 0,132 & 0,111 & 0,376 & 0,042 & 0,061 & 0,021 & 0,009 \\ 0,035 & 0,164 & 0,054 & 0,132 & 0,113 & 0,369 & 0,044 & 0,057 & 0,021 & 0,011 \\ 0,034 & 0,152 & 0,055 & 0,122 & 0,116 & 0,379 & 0,046 & 0,063 & 0,022 & 0,011 \\ 0,034 & 0,155 & 0,057 & 0,123 & 0,120 & 0,376 & 0,045 & 0,059 & 0,022 & 0,009 \\ 0,034 & 0,150 & 0,060 & 0,133 & 0,120 & 0,367 & 0,043 & 0,062 & 0,021 & 0,010 \\ 0,035 & 0,139 & 0,058 & 0,129 & 0,130 & 0,375 & 0,044 & 0,061 & 0,021 & 0,008 \\ 0,032 & 0,153 & 0,061 & 0,107 & 0,142 & 0,378 & 0,043 & 0,059 & 0,020 & 0,005 \end{bmatrix}$$

Matriks di atas menunjukkan informasi mengenai probabilitas produksi karet pada sepuluh Provinsi di Pulau Sumatera yaitu Provinsi Aceh, Provinsi Sumatera Utara, Provinsi

Sumatera Barat, Provinsi Riau, Provinsi Jambi, Provinsi Sumatera Selatan, Provinsi Bengkulu, Provinsi Lampung, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, Kepulauan Riau pada tahun 2013 masing-masing yaitu 0,031 , 0,188, 0,051, 0,135, 0,113, 0,390, 0,039, 0,028, 0,017 dan 0,008. Pada tahun 2014 masing-masing yaitu 0,031 , 0,169, 0,050, 0,133, 0,108, 0,390, 0,038, 0,054, 0,019 dan 0,008. Pada tahun 2015 masing-masing sebesar 0,031 , 0,169, 0,049, 0,133, 0,107, 0,389, 0,040, 0,054 , 0,019 dan 0,009. Pada tahun 2016 masing-masing sebesar 0,033, 0,16 , 0,053, 0,132, 0,111, 0,376, 0,042, 0,061, 0,021 dan 0,009. Pada tahun 2017 masing-masing sebesar 0,035, 0,164 , 0,054, 0,132, 0,113, 0,369, 0,044, 0,057, 0,021 dan 0,011. Pada tahun 2018 masing-masing sebesar 0,034, 0,152, 0,055, 0,122, 0,116, 0,379, 0,046, 0,063, 0,022 dan 0,011. Pada tahun 2019 masing-masing sebesar 0,034, 0,155, 0,057, 0,123, 0,120, 0,376, 0,045, 0,059, 0,022 dan 0,009. Pada tahun 2020 masing-masing sebesar 0,034, 0,150, 0,060, 0,133, 0,120, 0,367, 0,043, 0,062, 0,021 dan 0,010. Pada tahun 2021 masing-masing sebesar 0,035, 0,139, 0,058, 0,129, 0,130, 0,375, 0,044, 0,061, 0,021 dan 0,008. Pada tahun 2022 masing-masing sebesar 0,032, 0,153, 0,061, 0,107, 0,142, 0,378, 0,043, 0,059, 0,020 dan 0,005.

Sebuah state j dikatakan dapat diakses (accessible) dari state i jika $P_{ij}(n) > 0$ untuk $n \geq 0$. Ini berarti bahwa state j dapat dicapai dari state i , yakni ada kemungkinan proses berpindah dari state i ke state j . Jika dua state i dan j dapat saling diakses, maka keduanya dikatakan saling berkomunikasi (communicate), yang ditulis sebagai $i \leftrightarrow j$. Dua state yang saling berkomunikasi berada dalam kelas komunikasi yang sama. Rantai Markov disebut tidak dapat direduksi (irreducible) jika hanya ada satu kelas komunikasi, yaitu semua state saling berkomunikasi satu sama lain (RL & Ross, 1998). Jika matriks P irreducible, maka semua state berada dalam satu kelas komunikasi besar. Hal ini berarti sistem terhubung penuh. Keterhubungan ini penting untuk menjamin sistem tidak terpisah. Artinya, produksi karet di provinsi mana pun bisa mempengaruhi provinsi lain dan memastikan model Rantai Markov mencapai *steady state* (keseimbangan probabilitas jangka panjang) untuk seluruh sistem.

Berdasarkan analisis tersebut, matriks probabilitas transisi yang diberikan dapat dikatakan irreducible karena memenuhi tiga kriteria: accessible, communicate, dan hanya memiliki satu kelas komunikasi.

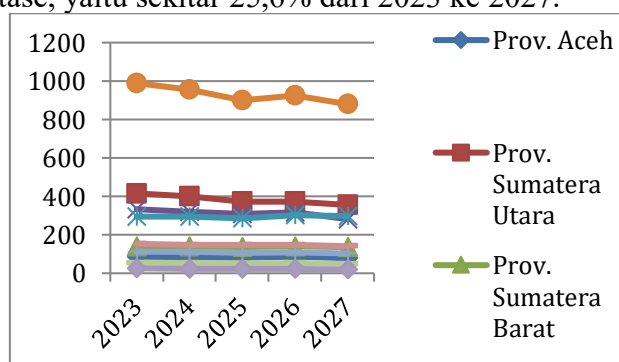
Pembahasan

Tabel 1. Prediksi Jumlah Produksi Karet setiap Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2023-2027(ribu ton)

Provinsi	2023	2024	2025	2026	2027
Prov. Aceh	86,3	84,8	81,2	85,3	78,3
Prov. Sumatera Utara	415,4	399,1	371,7	372,2	355,4

Prov. Sumatera Barat	140,2	139	137,3	140,4	136,1
Prov. Riau	333,1	321,1	309,5	315,7	281,9
Prov. Jambi	296,1	295,1	285,4	302,1	297,4
Prov. Sumatera Selatan	989,3	956,1	900,7	924,4	879,6
Prov. Bengkulu	112,2	110,3	104,7	108,2	102,8
Prov. Lampung	153,2	148,5	146,8	148,2	141
Prov. Kepulauan Bangka Belitung	54,1	53,3	51	52,2	48,2
Prov. Kepulauan Riau	25,4	23,7	21,8	22,2	18,9

Berdasarkan tabel 1., prediksi jumlah produksi karet di seluruh provinsi Pulau Sumatera mengalami penurunan produksi ,dengan Provinsi Kepulauan Riau mengalami penurunan terbesar secara persentase, yaitu sekitar 25,6% dari 2023 ke 2027.



Gambar 2. Grafik Prediksi Probabilitas Produksi Karet Seluruh Provinsi Di Pulau Sumatera Tahun 2023-2027

Dari gambar 2. diperoleh hasil prediksi produksi karet untuk Provinsi Aceh pada tahun 2024 akan turun sebesar 1,5 ribu ton, pada tahun 2025 akan turun kembali sebesar 3,6 ribu ton, pada tahun 2026 akan naik sebesar 4,1 ribu ton, dan pada tahun 2027 akan turun sebesar 7 ribu ton. Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2024 akan turun sebesar 16,3 ribu ton, pada tahun

2025 akan turun sebesar 27,4 ribu ton, pada tahun 2026 akan naik tipis sebesar 0,5 ribu ton, dan pada tahun 2027 akan turun sebesar 16,8 ribu ton. Provinsi Sumatera Barat pada tahun 2024 akan turun sebesar 1,2 ribu ton, pada tahun 2025 akan turun sebesar 1,7 ribu ton, pada tahun 2026 akan naik sebesar 3,1 ribu ton, dan pada tahun 2027 akan turun sebesar 4,3 ribu ton. Provinsi Riau pada tahun 2024 akan turun sebesar 12 ribu ton, pada tahun 2025 akan turun sebesar 11,6 ribu ton, pada tahun 2026 akan naik sebesar 6,2 ribu ton, dan pada tahun 2027 akan turun sebesar 33,8 ribu ton. Provinsi Jambi pada tahun 2024 akan turun sebesar 1 ribu ton, pada tahun 2025 akan turun sebesar 9,7 ribu ton, pada tahun 2026 akan naik sebesar 16,7 ribu ton, dan pada tahun 2027 akan turun sebesar 4,7 ribu ton. Provinsi Sumatera Selatan pada tahun 2024 akan turun sebesar 33,2 ribu ton, pada tahun 2025 akan turun sebesar 55,4 ribu ton, pada tahun 2026 akan naik sebesar 23,7 ribu ton, dan pada tahun 2027 akan turun sebesar 44,8 ribu ton. Provinsi Bengkulu pada tahun 2024 akan turun sebesar 1,9 ribu ton, pada tahun 2025 akan turun sebesar 5,6 ribu ton, pada tahun 2026 akan naik sebesar 3,5 ribu ton, dan pada tahun 2027 akan turun sebesar 5,4 ribu ton. Provinsi Lampung pada tahun 2024 akan turun sebesar 4,7 ribu ton, pada tahun 2025 akan turun sebesar 1,7 ribu ton, pada tahun 2026 akan naik sebesar 1,4 ribu ton, dan pada tahun 2027 akan turun sebesar 7,2 ribu ton. Provinsi Kepulauan Bangka Belitung pada tahun 2024 akan turun sebesar 0,8 ribu ton, pada tahun 2025 akan turun sebesar 2,3 ribu ton, pada tahun 2026 akan naik sebesar 1,2 ribu ton, dan pada tahun 2027 akan turun sebesar 4 ribu ton. Provinsi Kepulauan Riau pada tahun 2024 akan turun sebesar 1,7 ribu ton, pada tahun 2025 akan turun sebesar 1,9 ribu ton, pada tahun 2026 akan naik sebesar 0,4 ribu ton, dan pada tahun 2027 akan turun sebesar 3,3 ribu ton.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penerapan metode Rantai Markov waktu diskrit untuk memprediksi produksi karet di berbagai provinsi di Pulau Sumatera, peneliti menyimpulkan hal-hal berikut:

1. Hasil prediksi produksi karet di seluruh provinsi Sumatera mengalami penurunan dalam produksi karet dari tahun 2023 hingga 2027 dengan Provinsi Kepulauan Riau mengalami penurunan terbesar secara persentase, yaitu sekitar 25,6% dari 2023 ke 2027. Untuk Provinsi Sumatera Selatan tetap menjadi pusat produksi karet, dengan jumlah produksi yang jauh lebih tinggi dibanding provinsi lain. Tingkat akurasi model prediksi dihitung menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* atau MAPE. Hasil perhitungan MAPE diperoleh sebesar 41,95%, yang berarti model prediksi ini memiliki tingkat akurasi sebesar 58,05%
2. Kondisi steady state dicapai pada periode ke 5 dengan hasil steady state menunjukkan untuk Provinsi Sumatera Selatan, diprediksi tetap menjadi pusat produksi utama dengan jumlah produksi yang jauh lebih tinggi dibanding provinsi lainnya. Nilai probabilitas steady state Provinsi Sumatera Selatan sebesar 0,377620 (atau sekitar 37,76%) menunjukkan dominasi

produksi jangka panjang. Sebaliknya, Provinsi Kepulauan Riau memiliki probabilitas steady state terendah sebesar 0,009317 (sekitar 0,93%), menandakan kontribusi produksi yang rendah

Saran

Adapun saran yang dapat peneliti sampaikan, di antaranya sebagai berikut:

1. Bagi penelitian selanjutnya disarankan untuk memprediksi produksi karet di seluruh Indonesia menggunakan metode Rantai Markov atau menggunakan metode prediksi lainnya, dan meningkatkan ketelitian dalam melakukan penelitian selanjutnya.
2. Bagi pemerintah disarankan dapat menjadikan penelitian ini sebagai salah satu sumber informasi dalam menentukan kebijakan sehingga dapat mencegah penurunan produksi lebih lanjut.
3. Bagi pembaca penelitian ini semoga dapat menjadi pengetahuan baru dan dapat menjadi referensi untuk melakukan penelitian yang berkesinambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustinah, T., & dkk. (2014). Probabilitas dan Proses Stokastik.
- [2] A. H. Izafera, N. Salam, & D. S. Susanti. (2023). Peramalan Produksi Kelapa Sawit dan Karet di Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 11(2).
- [3] Anton, H., & Rorres, C. (2005). *Aljabar linear elementer versi aplikasi* (ed. ke-8, jilid 2) (alih bahasa oleh I. Harmeim & J. Gressando). Jakarta: Erlangga.
- [4] Badan Pusat Statistik. Produksi tanaman perkebunan (ribu ton), 2014-2023 (<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTMxIzI=/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi.html> diakses: 6 Januari 2025)
- [5] Basorudin, & Dona. (2020). "Penerapan Metode Markov Chains untuk Memprediksi Hasil Panen Kelapa Sawit dan Karet di Kabupaten Rokan Hulu." *Jurnal Komputer & Informatika*, 8(2), 116-123.
- [6] Ermawatii, Sauddinii, A., & Bakri, N. J. (2019) Analisis Persaingan Industri Televisi Berbayar Menggunakan RantaiMarkov (Studi Kasus: Pt. Indonusa Telemedia (Transvision) Versus Televisi Berbayar Lainnya Di Kota Makassar Tahun 2017). Makassar : Universitas Islam Negeri Alauddin.
- [7] Kafil, M. (2019). Penerapan Metode K-Nearest Neighbors untuk Prediksi Penjualan Berbasis Web pada Boutiq Dealove Bondowoso. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 3(2).
- [8] Mangku, I. W. (2021). *Proses Stokastik Dasar*. PT Penerbit IPB Press.
- [9] Ningsi, B. A., & Putri, D. N. (2023). Application of Markov Chain to Prediction Poverty in Banten Province. *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika)*, 7(1), 47-57.

- [10] Noeryanti, N., Setyawan, Y., & Hadinagara, H. (2019). Memprediksi Kemiskinan Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Metode Analisis Rantai Markov. *Jurnal Teknologi*, 12(1), 45-53.
- [11] Nurjana, S., Paendong, M. S., & Langi, Y. A. R. (2016). Penerapan Rantai Markov dalam Pemilihan Minat Masuk Siswa SMA ke Universitas di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Binaniaga*, 5(1), 50-56.
- [12] Nurman, T. A., Syata, I., & Wulandari, C. D. (2021). Prediksi Hasil Panen Kopi Di Sulawesi Menggunakan Analisis Rantai Markov. *Jurnal Matematika dan Statistika serta Aplikasinya*, 9(2), 120-127.
- [13] Nuryam, Siti, Arman, Norma Muhtar, Jufra, & La Gubu. (2022). "Aplikasi Analisis Rantai Markov untuk Memprediksi Status Pasien Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Kabupaten Buton." *Jurnal Matematika, Komputasi dan Statistika*, 2(2), 1-7
- [14] Maria, Eny, & Junirianto, Eko. (2021). "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bibit Karet Menggunakan Metode TOPSIS." *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 16(1), 7-12.
- [15] Munir, R. (2016). *Matematika Diskrit Revisi Keenam (keenam)*. Informatika Bandung
- [16] Perdana, Resty Puspa. (2019). "Kinerja Ekonomi Karet dan Strategi Pengembangan Hilirisasinya di Indonesia." *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 37(1), 25-39.
- [17] Permana, S. H., & Izzaty. (2010). Daya saing ekspor barang-barang dari karet. *Jurnal Ekonomi & Kebijakan Publik*, 2(1), 153–173.
- [18] Ross, S. M., 2010, *Introduction to Probability Models*, Tenth Edition, Elsevier Inc., USA.
- [19] Sofian, M. Y., Dalimunthe, W. M., Nasyaa, S. R., & Nasution, J. (2023). Pengaruh peralihan perkebunan karet dan kelapa sawit terhadap perekonomian masyarakat Kabupaten Labuhan Batu Selatan. *Wawasan: Jurnal Ilmu Manajemen, Ekonomi dan Kewirausahaan*, 1(1), 123–141.
- [20] Vianita, E., Tjahjana, H., & Udjiani, T. (2022). Peramalan Produksi Karet Indonesia Menggunakan Fuzzy Time Series Dua Faktor Orde Tinggi Relasi Panjang Berdasarkan Rasio Interval. *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*, 22(1), 50-58.
- [21] Yerizon, & Nasution, M. L. (2003). Pengantar Stokhastik. In *Diktat FMIPA*.