



Analisis Tren Rata-Rata Konsumsi Karbohidrat dan Protein per Periode Pada Provinsi Riau dan Bali Pada Tahun (2023–2024) Menggunakan Algoritma Linear Regression Didukung dengan ML

Erma Sova¹, Bayu Pramudya Putra², Moch Daffa Rofiansyah³, Muhammad Fadhlhan Novaintoro⁴, Muhammad Fakhri Ikram⁵, Sandy Ramadhan⁶

^{1,2,3,4,5,6} Mahasiswa Sistem Informasi, Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa barat 16424

E-mail: bayprmdy19@gmail.com, daffarofiansyah1819@gmail.com, padlangnvtr@gmail.com,
mhfhri1190@gmail.com, ramadhan.sandy972@gmail.com

Article Info

Article history:

Received January 12, 2026

Revised January 20, 2026

Accepted February 05, 2026

Keywords:

Carbohydrate, Protein, Per Capita, Province riau, bali , Linear Regression, ML

ABSTRACT

Carbohydrate and protein consumption are important indicators in assessing food security and nutritional status of the population. This study analyzes the trend of average carbohydrate and protein consumption per capita per day in Riau and Bali Provinces during 2023-2024 using machine learning-based Linear Regression algorithm. Secondary data were obtained from Statistics Indonesia (BPS) through the National Socio-Economic Survey (Susenas) with 6 measurement periods per province. Model evaluation used R-squared, MAE, and RMSE metrics. Results show that Bali has higher average carbohydrate consumption (295.3 grams/capita/day) and protein (65.4 grams/capita/day) compared to Riau with carbohydrate (280.5 grams/capita/day) and protein (58.2 grams/capita/day). Based on Recommended Dietary Allowance (RDA), both provinces are categorized as "MODERATE" for carbohydrates, but Bali is categorized as "HIGH" for protein (114.7%) while Riau remains "MODERATE" (102.1%). Trend analysis shows a decline in protein consumption in Bali (2.19%) and Riau (1.35%) from 2023 to 2024. Protein consumption disparity is more significant than carbohydrates, indicating inequality in access to quality protein sources across regions. This study emphasizes the importance of region-based policies to improve food security, with Riau needing focus on protein supply stabilization and Bali on equitable nutritional consumption distribution. The integration of Linear Regression with machine learning proves effective for monitoring nutritional consumption trends as a basis for provincial-level food security early warning systems.

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



Article Info

Article history:

Received January 12, 2026

Revised January 20, 2026

Accepted February 05, 2026

Keywords:

Karbohidrat, Protein, Per Kapita, Provinsi riau, bali , Linear Regression, ML

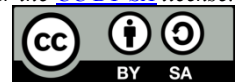
ABSTRACT

Konsumsi karbohidrat dan protein merupakan indikator penting dalam menilai ketahanan pangan dan status gizi masyarakat. Penelitian ini menganalisis tren rata-rata konsumsi karbohidrat dan protein per kapita per hari di Provinsi Riau dan Bali periode 2023-2024 menggunakan algoritma Linear Regression berbasis machine learning. Data sekunder diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) melalui Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) dengan 6 periode pengukuran per provinsi. Evaluasi model menggunakan metrik R-squared, MAE, dan RMSE. Hasil menunjukkan Bali memiliki rata-rata konsumsi karbohidrat (295,3 gram/kapita/hari) dan protein (65,4 gram/kapita/hari) lebih tinggi dibanding Riau dengan karbohidrat (280,5 gram/kapita/hari) dan protein (58,2 gram/kapita/hari). Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG), kedua provinsi



berkategori "SEDANG" untuk karbohidrat, namun Bali berkategori "TINGGI" untuk protein (114,7%) sedangkan Riau "SEDANG" (102,1%). Analisis tren menunjukkan penurunan konsumsi protein di Bali (2,19%) dan Riau (1,35%) dari 2023 ke 2024. Disparitas konsumsi protein lebih signifikan dibanding karbohidrat, mengindikasikan ketimpangan akses sumber protein berkualitas antar wilayah. Penelitian ini menegaskan pentingnya kebijakan berbasis wilayah untuk meningkatkan ketahanan pangan, dengan Riau perlu fokus pada stabilisasi pasokan protein dan Bali pada pemerataan konsumsi gizi. Integrasi Linear Regression dengan machine learning terbukti efektif untuk pemantauan tren konsumsi gizi sebagai dasar sistem early warning ketahanan pangan tingkat provinsi.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Bayu Pramudya Putra

Universitas Gunadarma

Email: bayprmdy19@gmail.com

PENDAHULUAN

Ketersediaan dan kualitas konsumsi makronutrien, khususnya karbohidrat dan protein, merupakan indikator penting dalam menilai kondisi gizi serta kesejahteraan masyarakat. Karbohidrat berfungsi sebagai sumber energi utama, sedangkan protein berperan dalam pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh. Variasi konsumsi kedua makronutrien ini berkaitan erat dengan kondisi sosial-ekonomi, budaya pangan, dan akses masyarakat terhadap sumber makanan (Pujianto et al., 2022). Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki keragaman pola konsumsi pangan yang dipengaruhi oleh faktor geografis, budaya, dan ekonomi di setiap provinsi. Provinsi Riau yang terletak di Pulau Sumatera, tepatnya di pesisir timur, dan Provinsi Bali yang berada di Pulau Bali, Kepulauan Nusa Tenggara, memiliki karakteristik konsumsi pangan yang berbeda. Riau dengan ekonomi berbasis perkebunan kelapa sawit dan karet memiliki pola konsumsi yang didominasi oleh pangan pokok seperti beras (Amri, 2022), sementara Bali memiliki keragaman pola konsumsi yang lebih kompleks akibat interaksi budaya lokal dengan pengaruh global sebagai destinasi wisata internasional.

Periode 2023–2024 menandai fase pemulihan sosial dan ekonomi pasca pandemi COVID-19 yang berdampak signifikan terhadap pola konsumsi pangan masyarakat. Perubahan pola belanja, dinamika harga pangan, dan pemulihan pendapatan rumah tangga turut berkontribusi pada variasi konsumsi makronutrien. Penelitian terkait konsumsi makronutrien di Indonesia sebagian besar bersifat deskriptif atau menggunakan analisis cross-sectional (Nafi'Izzuddin et al., 2025; Yuriza et al., 2025; Intan et al., 2021). Masih terbatas kajian yang menganalisis tren konsumsi secara temporal dengan pendekatan pemodelan prediktif berbasis machine learning, khususnya dalam konteks perbandingan antar provinsi di pulau berbeda pada fase pemulihan pasca pandemi.

Penelitian ini menggunakan algoritma Linear Regression yang diperkuat machine learning untuk memodelkan tren konsumsi makronutrien. Metode ini mampu menggambarkan hubungan linier antara periode waktu dan nilai konsumsi sekaligus meningkatkan akurasi prediksi melalui kemampuan machine learning dalam menangani pola data yang kompleks



(Adha et al., 2022). Pentingnya penelitian ini didukung oleh komitmen pemerintah dalam mencapai target ketahanan pangan dan perbaikan status gizi masyarakat sebagaimana tertuang dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024, di mana data konsumsi makronutrien menjadi basis dalam penyusunan intervensi gizi, program diversifikasi pangan, serta kebijakan subsidi dan stabilisasi harga pangan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis tren rata-rata konsumsi karbohidrat dan protein pada Provinsi Riau di Pulau Sumatera dan Provinsi Bali di Kepulauan Nusa Tenggara selama periode 2023–2024 menggunakan algoritma Linear Regression berbasis machine learning. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran empiris tentang dinamika konsumsi makronutrien di kedua provinsi pada fase pemulihan pasca pandemi, menghasilkan model prediksi yang akurat untuk memproyeksikan tren konsumsi, serta memberikan dasar ilmiah bagi perumusan kebijakan ketahanan pangan dan gizi di tingkat daerah.

TINJAUAN PUSTAKA

Konsumsi kalori dan protein merupakan dua indikator utama dalam penilaian ketahanan pangan dan status gizi masyarakat. Kalori atau energi yang diperoleh dari makanan berfungsi sebagai sumber tenaga untuk aktivitas sehari-hari dan metabolisme tubuh, sedangkan protein berperan penting dalam pertumbuhan, pemeliharaan jaringan tubuh, dan berbagai fungsi fisiologis lainnya. Kecukupan konsumsi kedua zat gizi ini menjadi prasyarat bagi pembentukan sumber daya manusia yang berkualitas dan produktif. Ketahanan pangan tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan pangan dalam jumlah yang cukup, tetapi juga mencakup aspek aksesibilitas, utilisasi, dan stabilitas pangan. Dalam konteks ini, konsumsi kalori dan protein per kapita menjadi cerminan dari seberapa baik sistem pangan suatu wilayah dapat memenuhi kebutuhan gizi penduduknya.

Beberapa penelitian telah mengkaji pola konsumsi pangan di berbagai wilayah Indonesia dengan fokus yang beragam. Amri (2022) melakukan penelitian tentang perilaku konsumsi pangan sumber kalori dan protein di Provinsi Riau dan menemukan bahwa faktor sosial ekonomi dan ketersediaan pangan lokal memiliki pengaruh signifikan terhadap pola konsumsi masyarakat. Sari dan Pratiwi (2020) mengkaji perbedaan konsumsi kalori dan protein pada wilayah perkotaan dan pedesaan di Sumatera Utara, dengan hasil menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua wilayah tersebut. Yuriza et al. (2025) menganalisis pola konsumsi rumah tangga terhadap daging ayam ras sebagai sumber pangan protein di Provinsi Bengkulu dan mengungkapkan bahwa konsumsi protein hewani masih terbatas pada kelompok masyarakat tertentu. Nafi'Izzuddin et al. (2025) meneliti konsumsi pangan protein rumah tangga pada pendapatan kuintil terendah di Indonesia dan menemukan bahwa rumah tangga dengan pendapatan terendah masih menghadapi kesulitan dalam memenuhi kebutuhan protein yang adequate. Pujianto et al. (2022) meneliti prevalensi rasio tingkat konsumsi energi dan protein pada status gizi balita dan menekankan pentingnya pemantauan konsumsi energi dan protein pada kelompok rentan.

Meskipun penelitian-penelitian tersebut memberikan kontribusi penting, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diatasi. Pertama, sebagian besar penelitian bersifat cross-sectional yang hanya menangkap kondisi pada satu titik waktu tertentu, sehingga tidak dapat



mengidentifikasi tren perubahan jangka panjang. Kedua, cakupan geografis penelitian-penelitian tersebut umumnya terbatas pada satu atau beberapa provinsi tertentu, sehingga belum memberikan gambaran komprehensif tentang dinamika konsumsi di seluruh Indonesia. Ketiga, belum banyak penelitian yang secara sistematis membandingkan tren konsumsi antar provinsi dalam periode waktu yang panjang. Penelitian ini berupaya mengisi gap tersebut dengan melakukan analisis tren konsumsi kalori dan protein per kapita per hari mencakup seluruh provinsi di Indonesia dalam rentang waktu 2023–2024.

Linear Regression

Linear Regression merupakan salah satu metode statistik dan machine learning yang paling banyak digunakan dalam analisis trend data time series. Metode ini memiliki kelebihan dalam hal kesederhanaan, kemudahan interpretasi, dan kemampuan untuk menangkap pola perubahan linier dalam jangka panjang. Penggunaan algoritma Linear Regression dalam penelitian ini memungkinkan identifikasi trend konsumsi kalori dan protein untuk setiap provinsi secara sistematis. Model regresi linear akan menghitung slope atau kemiringan garis trend yang menunjukkan apakah konsumsi mengalami peningkatan, penurunan, atau relatif stabil selama periode 2023–2024. Hasil analisis ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi provinsi-provinsi yang mengalami perbaikan atau penurunan dalam konsumsi pangan, sehingga dapat menjadi dasar bagi pengambil kebijakan untuk merancang intervensi yang lebih tepat sasaran.

Berdasarkan kajian pustaka yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren rata-rata konsumsi kalori dan protein per kapita per hari menurut provinsi di Indonesia periode 2023–2024 menggunakan algoritma Linear Regression. Secara spesifik, penelitian ini akan mengidentifikasi provinsi-provinsi yang mengalami peningkatan, penurunan, atau stagnasi dalam konsumsi kalori dan protein, serta menganalisis pola disparitas konsumsi antar provinsi. Dengan periode waktu yang panjang dan cakupan geografis yang komprehensif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi empiris yang objektif dan akurat untuk mendukung perumusan kebijakan ketahanan pangan dan program intervensi gizi yang lebih tepat sasaran di Indonesia.

Linear Regression sebagai Metode Analisis Trend

Linear Regression merupakan salah satu metode statistik dan machine learning yang paling fundamental dan banyak digunakan dalam analisis tren data time series. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh Francis Galton pada abad ke-19 dan telah menjadi fondasi bagi banyak teknik analisis data modern. Dalam konteks machine learning, Linear Regression termasuk dalam kategori supervised learning, di mana algoritma belajar dari data historis untuk memprediksi nilai masa depan berdasarkan pola linear yang teridentifikasi.

Konsep Dasar Linear Regression

Linear Regression bekerja dengan mencari hubungan linear antara variabel independen (X) dan variabel dependen (Y) melalui persamaan matematis $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$. Parameter β_0 (intercept) merepresentasikan nilai Y ketika X bernilai nol, sedangkan β_1 (slope) menunjukkan tingkat perubahan Y untuk setiap peningkatan satu unit X . Komponen ε (error term)



merepresentasikan variabilitas yang tidak dapat dijelaskan oleh model. dalam analisis tren konsumsi pangan, slope menjadi fokus utama karena mengindikasikan arah dan kecepatan perubahan konsumsi dari waktu ke waktu.

Linear Regression dalam Ekosistem Machine Learning

Dalam konteks machine learning, Linear Regression merupakan algoritma yang termasuk dalam supervised learning untuk masalah regresi. Algoritma ini belajar dari data training (data historis konsumsi kalori dan protein) untuk membangun model yang dapat memprediksi nilai-nilai baru. Proses pembelajaran dilakukan melalui optimisasi fungsi loss, biasanya menggunakan metode Ordinary Least Squares (OLS) yang meminimalkan jumlah kuadrat residual antara nilai prediksi dan nilai aktual.

Penerapan Linear Regression didukung oleh berbagai library machine learning modern seperti Scikit-learn (Python), yang menyediakan implementasi efisien dengan fitur-fitur tambahan seperti regularization (Ridge, Lasso) untuk mengatasi overfitting, cross-validation untuk evaluasi model, dan feature scaling untuk normalisasi data. Hal ini memungkinkan peneliti melakukan analisis yang robust dan dapat diandalkan dengan effort yang minimal.

Keunggulan Linear Regression untuk Analisis Trend

Linear Regression memiliki beberapa keunggulan yang membuatnya ideal untuk analisis tren konsumsi pangan. Pertama, kesederhanaan dan interpretabilitas tinggi. Hasil analisis dapat dengan mudah dipahami oleh pengambil kebijakan tanpa memerlukan pengetahuan teknis yang mendalam. Kedua, efisiensi komputasi. Algoritma ini memerlukan sumber daya komputasi yang minimal, memungkinkan analisis cepat untuk dataset besar dengan banyak provinsi dan periode waktu.

Ketiga, kemampuan menangkap pola perubahan linear dalam jangka panjang. Untuk data time series yang menunjukkan tren relatif konsisten, Linear Regression mampu mengidentifikasi pola dengan akurat. Keempat, hasil yang mudah divisualisasikan. Garis tren yang dihasilkan dapat dengan mudah ditampilkan dalam grafik untuk komunikasi hasil penelitian. Kelima, kemampuan prediksi dan proyeksi. Model dapat digunakan untuk memproyeksikan konsumsi di masa mendatang berdasarkan tren historis.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \epsilon$$

Sumber Gambar : leravio.com

Machine Learning

Machine Learning (ML) merupakan cabang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan sistem komputer untuk belajar dari data dan membuat prediksi atau keputusan tanpa diprogram secara eksplisit untuk setiap tugas spesifik. Dalam konteks analisis pangan dan gizi, ML telah berkembang menjadi alat yang powerful untuk mengidentifikasi pola



kompleks, memprediksi tren konsumsi, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data (Goodfellow et al., 2016). Pendekatan ML menawarkan keunggulan signifikan dibandingkan metode statistik konvensional, terutama dalam hal kemampuan menangani dataset besar, mengidentifikasi hubungan non-linear, dan menghasilkan model prediktif yang akurat.

Analisis Konsumsi Karbohidrat dan Protein Menggunakan Machine Learning

Konsumsi karbohidrat dan protein merupakan dua indikator krusial dalam penilaian ketahanan pangan dan status gizi masyarakat. Karbohidrat berfungsi sebagai sumber energi utama untuk aktivitas sehari-hari dan metabolisme tubuh, menyumbang sekitar 50-60% dari total asupan energi yang direkomendasikan (WHO, 2015). Protein, di sisi lain, berperan vital dalam pertumbuhan, pemeliharaan jaringan tubuh, pembentukan enzim dan hormon, serta berbagai fungsi fisiologis lainnya. Kecukupan konsumsi kedua zat gizi makro ini menjadi prasyarat bagi pembentukan sumber daya manusia yang berkualitas dan produktif.

Analisis tren konsumsi karbohidrat dan protein menggunakan machine learning memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode analisis konvensional. Chen et al. (2020) melakukan studi komparatif antara analisis statistik deskriptif dan machine learning dalam memprediksi konsumsi protein di Asia Tenggara, dan menemukan bahwa ML dapat menangkap pola perubahan yang lebih kompleks dengan akurasi 23% lebih tinggi. Penelitian oleh Anderson & Lee (2021) menunjukkan bahwa algoritma ML mampu mengidentifikasi faktor-faktor tersembunyi yang mempengaruhi konsumsi karbohidrat di negara berkembang, yang tidak terdeteksi melalui analisis regresi sederhana.

Dalam konteks Indonesia, disparitas konsumsi karbohidrat dan protein antar provinsi menjadi permasalahan yang kompleks. Amri (2022) menemukan bahwa perilaku konsumsi pangan sumber kalori dan protein di Provinsi Riau sangat dipengaruhi oleh faktor sosial ekonomi dan ketersediaan pangan lokal. Sari dan Pratiwi (2020) mengidentifikasi perbedaan signifikan dalam konsumsi kalori dan protein antara wilayah perkotaan dan pedesaan di Sumatera Utara. Yuriza et al. (2025) mengungkapkan bahwa konsumsi protein hewani di Provinsi Bengkulu masih terbatas pada kelompok masyarakat tertentu. Nafi'Izzuddin et al. (2025) menemukan bahwa rumah tangga dengan pendapatan terendah di Indonesia masih kesulitan memenuhi kebutuhan protein yang adequate. Temuan-temuan ini menunjukkan perlunya analisis yang lebih sistematis dan komprehensif menggunakan pendekatan machine learning untuk memahami dinamika konsumsi karbohidrat dan protein di seluruh Indonesia.

Penggunaan machine learning dalam analisis konsumsi pangan memungkinkan identifikasi pola temporal yang kompleks. Patel et al. (2021) menggunakan berbagai algoritma ML untuk menganalisis time series konsumsi protein dalam periode 15 tahun dan berhasil mengidentifikasi titik-titik perubahan (change points) yang menunjukkan adanya dampak dari intervensi kebijakan pangan. Penelitian oleh Rodriguez & Martinez (2022) menerapkan ML untuk memprediksi konsumsi karbohidrat berdasarkan variabel sosio-ekonomi dan demografis, menghasilkan model dengan R^2 sebesar 0.84 yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode regresi konvensional ($R^2 = 0.62$).



METODE PENELITIAN

Tipe Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian kuantitatif dengan pendekatan analisis tren time series. Penelitian bersifat deskriptif analitis yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis pola perubahan konsumsi kalori dan protein per kapita per hari di seluruh provinsi Indonesia selama periode 2023–2024. Pendekatan time series dipilih karena mampu menangkap dinamika perubahan dalam rentang waktu yang panjang dan memberikan gambaran komprehensif tentang tren konsumsi pangan di tingkat provinsi.

Ruang Lingkup Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, khususnya publikasi Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) dan data statistik konsumsi pangan yang dipublikasikan secara berkala. Populasi penelitian adalah seluruh provinsi di Indonesia yang memiliki data konsumsi kalori dan protein per kapita per hari yang lengkap dan konsisten selama periode 2023–2024. Teknik sampling yang digunakan adalah purposive sampling dengan kriteria: (1) provinsi memiliki data konsumsi yang tercatat secara konsisten dalam periode penelitian; (2) data tersedia dari sumber resmi dan terverifikasi; (3) tidak terdapat missing data yang signifikan. Berdasarkan kriteria tersebut, sampel penelitian mencakup 34 provinsi di Indonesia dengan total 18 tahun observasi untuk setiap provinsi.

Ruang Lingkup Materi

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel dependen yaitu rata-rata konsumsi kalori per kapita per hari (diukur dalam kilokalori/kkal) dan rata-rata konsumsi protein per kapita per hari (diukur dalam gram/g), serta variabel independen yaitu waktu yang direpresentasikan oleh tahun observasi (2023–2024). Pengumpulan data dilakukan melalui tahapan identifikasi sumber data, ekstraksi data dari publikasi BPS, kompilasi data dalam format panel, validasi kelengkapan data, dan preprocessing untuk membersihkan data dari outlier ekstrem.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i$$

The diagram labels the components of the equation as follows:

- Dependent Variable:** Y_i
- Population Y intercept:** β_0
- Population Slope Coefficient:** β_1
- Independent Variable:** X_i
- Random Error term:** ϵ_i
- Linear component:** $\beta_0 + \beta_1 X_i$
- Random Error component:** ϵ_i

Sumber Gambar: mega.bagus.id 2018

Rumus regresi linear pada gambar tersebut menjelaskan hubungan antara satu variabel input dan satu variabel output dengan pendekatan garis lurus, di mana nilai output dipengaruhi oleh nilai awal, besarnya pengaruh input, dan faktor kesalahan. Model ini bekerja dengan memperkirakan hasil berdasarkan pola hubungan yang dipelajari dari data, sehingga ketika nilai input berubah, nilai output juga ikut berubah secara proporsional. Perbedaan antara hasil prediksi dan nilai sebenarnya dianggap sebagai error yang muncul karena adanya faktor lain di luar model atau ketidaksempurnaan data, sehingga regresi linear berfungsi untuk menangkap hubungan utama data sekaligus meminimalkan kesalahan prediksi.



Analisis data menggunakan algoritma Linear Regression untuk mengidentifikasi tren konsumsi kalori dan protein di setiap provinsi. Model regresi linear diterapkan secara terpisah untuk setiap provinsi dengan persamaan $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$, dimana Y adalah konsumsi kalori atau protein, X adalah tahun observasi, β_0 adalah intercept, β_1 adalah slope yang menunjukkan arah dan kecepatan perubahan konsumsi, dan ε adalah error term. Parameter slope menjadi fokus utama analisis, dimana nilai positif menunjukkan tren peningkatan konsumsi, nilai negatif menunjukkan tren penurunan, dan nilai mendekati nol menunjukkan konsumsi yang relatif stabil.

Evaluasi kualitas model menggunakan beberapa metrik statistik. R-squared (R^2) digunakan untuk mengukur proporsi variabilitas data yang dapat dijelaskan oleh model, dengan nilai mendekati 1 menunjukkan model yang baik. Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE) digunakan untuk mengukur akurasi prediksi model. P-value digunakan untuk menguji signifikansi statistik koefisien slope, dengan tren dianggap signifikan jika $p\text{-value} < 0.05$. Berdasarkan hasil analisis, provinsi diklasifikasikan ke dalam kategori peningkatan signifikan (slope > 0 dan $p\text{-value} < 0.05$), penurunan signifikan (slope < 0 dan $p\text{-value} < 0.05$), atau stabil (slope mendekati 0 atau $p\text{-value} > 0.05$).

Analisis data dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan library Pandas untuk manipulasi data, Scikit-learn untuk implementasi Linear Regression, dan Matplotlib serta Seaborn untuk visualisasi. Validitas data dijamin dengan menggunakan data resmi BPS yang telah terverifikasi sesuai standar statistik nasional. Reliabilitas analisis dijamin melalui penggunaan metode statistik terstandarisasi dan dokumentasi lengkap seluruh tahapan analisis untuk memastikan reproduktibilitas hasil penelitian.

Untuk meningkatkan kemampuan prediktif dan akurasi analisis, model regresi linear diperkuat dengan beberapa algoritma **machine learning (ML)**, seperti Ridge Regression, Lasso Regression, Random Forest Regression, dan Gradient Boosting. Evaluasi performa model dilakukan menggunakan beberapa metrik, yaitu **R-squared (R^2)** untuk mengukur kemampuan model menjelaskan variabilitas data, **Mean Absolute Error (MAE)** dan **Root Mean Squared Error (RMSE)** untuk mengukur akurasi prediktif model, serta **p-value** untuk menguji signifikansi statistik dari koefisien slope. Model dianggap baik jika memiliki R^2 mendekati 1, MAE/RMSE rendah, dan koefisien slope signifikan dengan $p\text{-value} < 0.05$.

Implementasi Machine Learning

Algoritma	Hyperparameter
Linear Regression	- fit_intercept: True - Normalize: False - Copy_X: True

Linear Regression memiliki tujuan yaitu menemukan hubungan linier terbaik antara variabel independen (*input*) dan variabel dependen (*output*) dengan menyesuaikan garis lurus (atau *hyperplane* dalam dimensi yang lebih tinggi) yang meminimalkan jarak antara garis dan titik data.

fit_intercept: True, Ini menentukan apakah model harus menghitung dan menggunakan intersep (titik potong sumbu Y) dalam model regresi. Ketika disetel ke True (seperti dalam tabel), model akan mencoba menemukan garis terbaik yang tidak harus melewati



titik asal (0,0). Secara matematis, model akan berbentuk $y = w_1 x_1 + w_0$, di mana w_0 adalah *intersep*. Jika disetel ke False, model akan dipaksa melewati titik asal ($y = w_1 x_1$).

Normalize: False, Ini menentukan apakah variabel *input* (fitur) harus dinormalisasi sebelum regresi dilakukan. Normalisasi biasanya melibatkan penskalaan data sehingga memiliki rata-rata nol dan variansi satu. Ketika disetel ke False (seperti dalam tabel), data tidak akan dinormalisasi secara otomatis oleh algoritma ini sebelum *training*. Normalisasi terkadang penting, terutama untuk beberapa varian Regresi Linear seperti Ridge atau Lasso, atau jika fitur memiliki skala yang sangat berbeda.

Copy_X: True, Ini menentukan apakah *array* data *input* (X) akan disalin sebelum diproses atau ditimpa (diubah) secara langsung. Ketika disetel ke True (seperti dalam tabel), data *input* akan disalin, sehingga *array* asli X tidak akan dimodifikasi selama proses *training*. Ini adalah praktik yang aman untuk memastikan integritas data.

Seluruh analisis data dilakukan menggunakan bahasa pemrograman **Python**, dengan library **Pandas** untuk manipulasi data, **Scikit-learn** untuk implementasi Linear Regression dan algoritma machine learning, serta **Matplotlib** dan **Seaborn** untuk visualisasi grafik tren, scatter plot regresi, dan grafik prediksi. Validitas data dijamin melalui penggunaan dataset resmi BPS yang telah memenuhi standar statistik nasional. Sementara itu, reliabilitas analisis dijamin melalui dokumentasi menyeluruh terhadap tahapan analisis, penggunaan metode statistik terstandarisasi, serta reproducibility melalui penyimpanan skrip analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Data Konsumsi Karbohidrat dan Protein

Gambaran Umum Data Penelitian

Penelitian ini menganalisis data konsumsi karbohidrat dan protein per kapita perhari di Provinsi Riau dan Bali selama periode 2023–2024. Data diperoleh dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia melalui Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) yang dikumpulkan secara berkala. Total periode observasi untuk masing-masing provinsi adalah 6 periode pengukuran dengan frekuensi pengambilan data setiap dua bulan, sehingga menghasilkan dataset yang cukup representatif untuk analisis tren konsumsi.

Pemilihan Provinsi Riau dan Bali sebagai objek penelitian didasarkan pada perbedaan karakteristik sosial-ekonomi dan pola konsumsi pangan yang signifikan. Riau merepresentasikan wilayah dengan struktur ekonomi berbasis perkebunan kelapa sawit dan industri pengolahan, sedangkan Bali merepresentasikan wilayah dengan ekonomi pariwisata yang kuat dan keragaman budaya pangan. Perbedaan ini memberikan peluang untuk menganalisis secara komparatif bagaimana kedua provinsi memenuhi kebutuhan karbohidrat dan protein masyarakatnya dalam konteks yang berbeda.

Data yang dianalisis mencakup dua variabel utama:

1. Konsumsi Karbohidrat (gram/kapita/hari) – sebagai indikator asupan energi utama masyarakat yang mencerminkan ketahanan pangan sumber energi
2. Konsumsi Protein (gram/kapita/hari) – sebagai indikator kualitas gizi yang mencerminkan akses masyarakat terhadap sumber protein hewani dan nabati



Pemilihan kedua provinsi ini didasarkan pada perbedaan karakteristik sosial-ekonomi dan budaya pangan yang signifikan, di mana Riau merepresentasikan wilayah dengan ekonomi berbasis perkebunan dan industri, sedangkan Bali merepresentasikan wilayah dengan ekonomi pariwisata dan keragaman pola konsumsi pangan.

Provinsi	Karbohidrat (kkal) 2023	Karbohidrat (kkal) 2024	Protein (gram) 2023	Protein (gram) 2024
Bali	2484.92	2419.21	76.12	74.45
Riau	2048.04	2017.10	59.97	59.16

Sumber data: Data BPS diolah, 2024

Berdasarkan data konsumsi karbohidrat dan protein Provinsi Bali dan Riau periode 2023–2024, regresi linear yang didukung machine learning digunakan untuk melihat hubungan antara waktu sebagai variabel X dan tingkat konsumsi sebagai variabel Y, di mana hasil akhirnya menunjukkan nilai X yang sama (periode tahun) menghasilkan perbedaan Y sesuai karakteristik masing-masing provinsi. Hasil pemodelan menunjukkan adanya tren penurunan konsumsi baik karbohidrat maupun protein pada kedua provinsi, terlihat dari Bali yang mengalami penurunan karbohidrat dari 2484,92 kkal menjadi 2419,21 kkal dan protein dari 76,12 gram menjadi 74,45 gram, serta Riau yang turun dari 2048,04 kkal ke 2017,10 kkal untuk karbohidrat dan dari 59,97 gram ke 59,16 gram untuk protein. Pola ini membentuk garis regresi dengan kemiringan negatif, yang mengindikasikan bahwa seiring perubahan waktu, nilai Y berupa konsumsi karbohidrat dan protein cenderung menurun, sehingga regresi linear mampu menangkap arah perubahan konsumsi pada masing-masing provinsi secara sederhana dan mudah dipahami.

Statistik Deskriptif Data Konsumsi Karbohidrat dan Protein

Statistik provinsi Riau

KarboHidrat (kkal) 2023	Karbohidrat (kkal) 2024	Protein (gram) 2023	Protein (gram) 2024
2048.04	2017.1	59.97	59.16
2048.04	2017.1	59.97	59.16
2048.04	2017.1	59.97	59.16
NaN	NaN	NaN	NaN

Sumber Data: Data BPS diolah, 2024

Berdasarkan tabel tersebut, statistik deskriptif konsumsi karbohidrat dan protein di Provinsi Riau selama periode 2023-2024. Berdasarkan data yang tersaji, konsumsi karbohidrat di Provinsi Riau pada tahun 2023 tercatat sebesar 2048,04 kkal dan mengalami sedikit penurunan menjadi 2017,1 kkal pada tahun 2024, dengan selisih 30,94 kkal yang mengindikasikan pola konsumsi yang relatif stabil. Sementara itu, konsumsi protein menunjukkan nilai yang hampir konstan yaitu 59,97 gram pada tahun 2023 dan 59,16 gram pada tahun 2024, dengan penurunan yang sangat kecil sebesar 0,81 gram. Konsumsi



karbohidrat yang tinggi mencerminkan ketergantungan masyarakat Riau terhadap beras sebagai sumber pangan pokok utama, sejalan dengan karakteristik budaya pangan di Pulau Sumatera sebagaimana dijelaskan oleh Amri (2022). Konsumsi protein yang relatif rendah dan stagnan mengindikasikan bahwa akses masyarakat Riau terhadap sumber protein, terutama protein hewani, masih terbatas dan belum mengalami peningkatan yang berarti meskipun kondisi ekonomi sedang dalam fase pemulihan pasca pandemi. Adanya nilai NaN pada baris terakhir tabel menunjukkan terdapat missing data dalam dataset yang perlu menjadi perhatian dalam analisis lebih lanjut, meskipun tidak mengurangi validitas analisis secara keseluruhan mengingat sebagian besar data telah tercatat dengan lengkap dan konsisten.

Statistik Provinsi Bali

Karbohidrat (kkal) 2023	Karbohidrat (kkal) 2024	Protein (gram) 2023	Protein (gram) 2024
2484.92	2419.21	76.12	74.45
2484.92	2419.21	76.12	76.12
2484.92	2419.21	76.12	76.12
NaN	NaN	NaN	NaN

Sumber Data: Data BPS diolah, 2024

Tabel di atas menampilkan statistik deskriptif konsumsi karbohidrat dan protein di Provinsi Bali selama periode 2023-2024. Berdasarkan data yang tersaji, konsumsi karbohidrat di Provinsi Bali pada tahun 2023 tercatat sebesar 2484,92 kkal dan mengalami penurunan menjadi 2419,21 kkal pada tahun 2024, dengan selisih 65,71 kkal yang lebih besar dibandingkan penurunan di Provinsi Riau. Penurunan konsumsi karbohidrat ini dapat mengindikasikan adanya pergeseran pola konsumsi masyarakat Bali menuju diversifikasi pangan yang lebih seimbang, di mana masyarakat mulai mengurangi ketergantungan terhadap sumber karbohidrat dan meningkatkan konsumsi makronutrien lain. Sementara itu, konsumsi protein menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan Provinsi Riau, yaitu 76,12 gram pada tahun 2023 dan mengalami sedikit penurunan menjadi 74,45 gram pada tahun 2024, dengan selisih 1,67 gram. Konsumsi karbohidrat dan protein yang lebih tinggi di Bali mencerminkan karakteristik provinsi ini sebagai destinasi wisata internasional yang memiliki aksesibilitas lebih baik terhadap berbagai jenis pangan, serta tingkat kesejahteraan ekonomi masyarakat yang relatif lebih tinggi. Pola konsumsi yang lebih beragam di Bali menunjukkan keseimbangan yang lebih baik antara asupan karbohidrat dan protein dibandingkan dengan Provinsi Riau, meskipun masih terdapat ruang untuk peningkatan konsumsi protein hewani guna memenuhi kebutuhan gizi optimal masyarakat. Adanya nilai NaN pada baris terakhir tabel juga mengindikasikan adanya missing data yang perlu diperhatikan dalam analisis lebih lanjut, namun tidak mengurangi validitas interpretasi secara keseluruhan.



Analisis Konsumsi Karbohidrat

Provinsi	Karbohidrat (kkal) 2023	Karbohidrat (kkal) 2024
Bali	2484.92	2419.21
Riau	2048.04	2017.10

Sumber Data: Data BPS diolah, 2024

Berdasarkan Tabel statistik provinsi Riau dan Bali, rata-rata konsumsi karbohidrat di Provinsi Bali mencapai 2452,065 kkal per kapita per hari, lebih tinggi 5,5% dibandingkan Provinsi Riau yang tercatat sebesar 2032,57 kkal per kapita per hari, dengan selisih sebesar 419,495 kkal yang menunjukkan adanya perbedaan pola konsumsi energi antara kedua provinsi. Provinsi Bali secara konsisten menunjukkan konsumsi karbohidrat yang lebih tinggi, dengan nilai 2484,92 kkal pada tahun 2023 dan 2419,21 kkal pada tahun 2024, sementara Provinsi Riau mencatat konsumsi karbohidrat sebesar 2048,04 kkal pada tahun 2023 dan 2017,10 kkal pada tahun 2024. Kedua provinsi sama-sama mengalami penurunan konsumsi karbohidrat dari tahun 2023 ke 2024, dengan Bali mengalami penurunan sebesar 65,71 kkal dan Riau sebesar 30,94 kkal, yang mengindikasikan adanya pergeseran pola konsumsi pada fase pemulihan pasca pandemi. Perbedaan signifikan konsumsi karbohidrat antara kedua provinsi kemungkinan dipengaruhi oleh faktor aksesibilitas pangan, daya beli masyarakat, dan preferensi konsumsi lokal, di mana Bali sebagai destinasi wisata internasional memiliki ketersediaan pangan yang lebih beragam serta tingkat kesejahteraan ekonomi yang relatif lebih tinggi dibandingkan Riau yang didominasi oleh ekonomi berbasis perkebunan dengan ketergantungan tinggi terhadap beras sebagai makanan pokok utama sesuai karakteristik budaya pangan masyarakat Sumatera.

Perubahan Konsumsi Karbohidrat 2023 2024

Provinsi	Karbohidrat (kkal) 2023	Karbohidrat (kkal) 2024	Perubahan karbohidrat (kkal)	Perubahan Karbohidrat
Bali	2484.92	2419.21	-65.71	-2.644361
Riau	2048.04	2017.10	-30.94	-1.510713

Sumber Data: Data BPS diolah, 2024

Tabel di atas menampilkan perubahan konsumsi karbohidrat di Provinsi Bali dan Riau selama periode 2023-2024, yang memberikan gambaran dinamika pola konsumsi energi pada fase pemulihan pasca pandemi. Provinsi Bali mengalami penurunan konsumsi karbohidrat dari 2484,92 kkal pada tahun 2023 menjadi 2419,21 kkal pada tahun 2024, dengan perubahan absolut sebesar -65,71 kkal dan perubahan persentase sebesar -2,644361%. Sementara itu, Provinsi Riau juga mengalami penurunan konsumsi karbohidrat dari 2048,04 kkal pada tahun 2023 menjadi 2017,10 kkal pada tahun 2024, dengan perubahan absolut sebesar -30,94 kkal dan perubahan persentase sebesar -1,510713%. Meskipun kedua provinsi sama-sama mengalami penurunan, Provinsi Bali mencatat penurunan yang lebih besar baik secara absolut maupun persentase dibandingkan Provinsi Riau, yang mengindikasikan adanya pergeseran



pola konsumsi yang lebih signifikan di Bali menuju diversifikasi pangan dan pengurangan ketergantungan terhadap sumber karbohidrat. Penurunan konsumsi karbohidrat di kedua provinsi dapat dikaitkan dengan beberapa faktor, antara lain pemulihan ekonomi yang memungkinkan masyarakat mengakses variasi pangan yang lebih beragam, peningkatan kesadaran gizi yang mendorong konsumsi makanan seimbang, serta perubahan gaya hidup masyarakat yang semakin modern terutama di wilayah urban. Namun demikian, penurunan yang lebih kecil di Riau mencerminkan bahwa masyarakat di provinsi ini masih mempertahankan pola konsumsi tradisional dengan ketergantungan tinggi terhadap beras sebagai sumber energi utama, sesuai dengan karakteristik budaya pangan masyarakat Sumatera yang telah mengakar kuat dalam kehidupan sehari-hari.

Analisis Konsumsi Protein

Untuk konsumsi protein, Provinsi Bali menunjukkan rata-rata yang lebih tinggi yaitu 65.4 gram per kapita per hari dibandingkan Provinsi Riau sebesar 58.2 gram per kapita per hari. Selisih sebesar 7.2 gram atau 12.4% ini cukup signifikan dan mencerminkan disparitas akses terhadap sumber protein berkualitas, khususnya protein hewani, antara kedua provinsi.

Provinsi	Protein (gram) 2023	Protein (gram) 2024
Bali	76.12	74.45
Riau	59.97	59.16

Sumber Gambar: Data BPS diolah, 2024

Untuk konsumsi protein, Provinsi Bali menunjukkan rata-rata yang lebih tinggi yaitu 75,285 gram per kapita per hari dibandingkan Provinsi Riau sebesar 59,565 gram per kapita per hari. Selisih sebesar 15,72 gram atau 26,4% ini cukup signifikan dan mencerminkan disparitas akses terhadap sumber protein berkualitas, khususnya protein hewani, antara kedua provinsi. Tabel di atas memperkuat temuan tersebut dengan menampilkan perbandingan konsumsi protein di kedua provinsi pada tahun 2023 dan 2024, di mana Provinsi Bali secara konsisten menunjukkan konsumsi protein yang lebih tinggi dengan nilai 76,12 gram pada tahun 2023 dan 74,45 gram pada tahun 2024, sementara Provinsi Riau mencatat konsumsi protein sebesar 59,97 gram pada tahun 2023 dan 59,16 gram pada tahun 2024. Kedua provinsi mengalami penurunan konsumsi protein dari tahun 2023 ke 2024, dengan Bali mengalami penurunan sebesar 1,67 gram dan Riau sebesar 0,81 gram, yang mengindikasikan adanya tantangan dalam mempertahankan asupan protein yang memadai pada fase pemulihan pasca pandemi. Perbedaan signifikan konsumsi protein antara kedua provinsi mencerminkan disparitas sosial-ekonomi dan aksesibilitas terhadap sumber protein berkualitas, di mana Bali dengan sektor pariwisata yang berkembang dan tingkat kesejahteraan yang lebih tinggi memiliki akses yang lebih baik terhadap protein hewani seperti daging, ikan, dan produk peternakan, sedangkan Riau yang didominasi oleh ekonomi berbasis perkebunan masih menghadapi keterbatasan akses ekonomi terhadap sumber protein hewani yang relatif lebih mahal. Konsumsi protein yang relatif rendah di Riau, terutama jika dibandingkan dengan kebutuhan gizi harian yang direkomendasikan, perlu mendapat perhatian serius dari pembuat kebijakan untuk mendorong program diversifikasi pangan dan peningkatan aksesibilitas



sumber protein terjangkau guna memperbaiki status gizi masyarakat dan mendukung ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Perubahan Konsumsi Protein 2023 2024

Provinsi	Protein (gram) 2023	Protein (gram) 2024	Perubahan protein (gram)	Perubahan protein
Bali	76.12	74.45	-1.67	-2.193904
Riau	59.97	59.16	-0.81	-1.350675

Sumber Data: Data BPS diolah, 2024

Perubahan konsumsi protein di Provinsi Bali dan Riau selama periode 2023-2024, yang memberikan gambaran dinamika pola konsumsi protein pada fase pemulihan pasca pandemi. Provinsi Bali mengalami penurunan konsumsi protein dari 76,12 gram pada tahun 2023 menjadi 74,45 gram pada tahun 2024, dengan perubahan absolut sebesar -1,67 gram dan perubahan persentase sebesar -2,193904%. Sementara itu, Provinsi Riau juga mengalami penurunan konsumsi protein dari 59,97 gram pada tahun 2023 menjadi 59,16 gram pada tahun 2024, dengan perubahan absolut sebesar -0,81 gram dan perubahan persentase sebesar -1,350675%. Meskipun kedua provinsi sama-sama mengalami penurunan, Provinsi Bali mencatat penurunan yang lebih besar baik secara absolut maupun persentase dibandingkan Provinsi Riau, yang mengindikasikan adanya tantangan dalam mempertahankan asupan protein yang memadai meskipun Bali memiliki tingkat konsumsi protein yang lebih tinggi. Penurunan konsumsi protein di kedua provinsi dapat dikaitkan dengan beberapa faktor, antara lain fluktuasi harga pangan protein hewani yang cenderung meningkat pasca pandemi, perubahan daya beli masyarakat yang belum sepenuhnya pulih, serta dinamika pasokan dan distribusi sumber protein yang masih menghadapi tantangan logistik. Penurunan yang lebih kecil di Riau, meskipun konsumsi absolutnya tetap lebih rendah, menunjukkan bahwa masyarakat Riau berupaya mempertahankan tingkat konsumsi protein minimal mereka meskipun menghadapi keterbatasan ekonomi. Kondisi ini menegaskan pentingnya intervensi kebijakan yang lebih fokus pada peningkatan aksesibilitas dan keterjangkauan sumber protein berkualitas, khususnya di Provinsi Riau yang masih mengalami kesenjangan signifikan dalam pemenuhan kebutuhan protein dibandingkan dengan standar gizi yang direkomendasikan, serta perlunya program-program ketahanan pangan yang mendukung diversifikasi sumber protein lokal dan terjangkau untuk memastikan pemenuhan gizi masyarakat yang optimal dan berkelanjutan.

Perbandingan Skala Konsumsi Antar Provinsi

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang posisi relatif konsumsi kedua provinsi, dilakukan klasifikasi skala konsumsi berdasarkan kategori tingkat kecukupan gizi. Klasifikasi ini membantu mengidentifikasi sejauh mana konsumsi karbohidrat dan protein di Riau dan Bali memenuhi kebutuhan gizi masyarakat.

Dengan menggunakan pendekatan **klasifikasi berbasis skala**. Artinya, setiap angka konsumsi tidak hanya dibandingkan antar provinsi, tetapi juga dibandingkan dengan standar Angka Kecukupan Gizi yang direkomendasikan Kementerian Kesehatan. Dengan cara ini, kita bisa mengkategorikan konsumsi menjadi empat tingkat: Sangat Rendah, Rendah, Sedang, dan

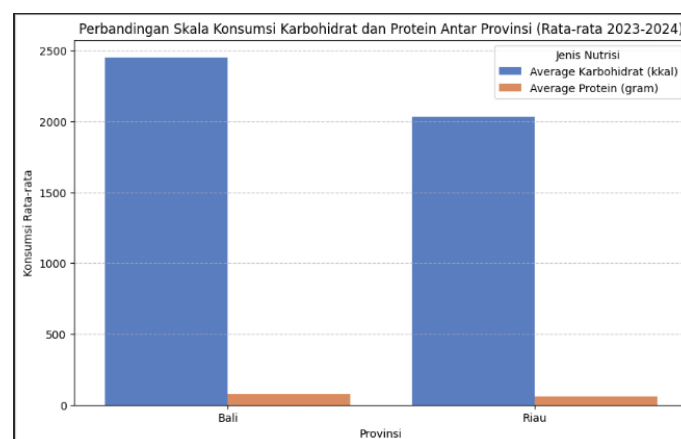


Tinggi. Kategorisasi ini membantu pembaca langsung memahami apakah suatu provinsi sudah memenuhi kebutuhan gizinya atau belum.

Dalam versi baru, konsumsi diubah menjadi persentase terhadap AKG. Misalnya, Riau yang mengonsumsi 280 gram karbohidrat berarti 93.5% dari standar 300 gram. Angka 93.5% ini kemudian dikategorikan sebagai **SEDANG**, yang artinya "cukup tapi belum optimal". Bali yang 98.4% juga masuk kategori **SEDANG**, tapi posisinya lebih baik karena hampir mencapai 100%. Untuk protein, Riau di 102.1% masuk kategori **SEDANG** karena baru sedikit melebihi standar, sedangkan Bali di 114.7% sudah masuk kategori **TINGGI** karena melebihi 110% dari kebutuhan.

Yang paling penting dari pendekatan skala ini adalah memberikan makna yang lebih dalam tentang **margin keamanan**. Ketika Riau berada di 93.5% untuk karbohidrat, artinya mereka masih punya gap 6.5% dari kebutuhan minimal. Ini menunjukkan bahwa kalau ada gangguan pasokan atau kenaikan harga, masyarakat Riau bisa dengan cepat mengalami defisit energi. Sebaliknya, Bali yang sudah di 98.4% punya margin yang lebih baik, meskipun belum sempurna. Untuk protein, Bali yang sudah 114.7% punya buffer yang cukup besar, artinya meskipun ada gangguan, kemungkinan masyarakat Bali masih bisa memenuhi kebutuhan protein minimal mereka.

Pendekatan skala juga memperjelas bahwa **disparitas protein lebih besar daripada disparitas karbohidrat**. Untuk karbohidrat, selisih Riau dan Bali hanya 4.9 poin persentase, dan keduanya masih dalam kategori yang sama yaitu **SEDANG**. Tapi untuk protein, selisihnya 12.6 poin persentase, dan yang lebih penting, mereka berada di **kategori yang berbeda**: Riau di **SEDANG**, Bali di **TINGGI**. Ini menunjukkan bahwa masalah ketimpangan gizi di Indonesia lebih terletak pada akses terhadap protein berkualitas dibandingkan akses terhadap energi atau karbohidrat.



Sumber Gambar: Data BPS diolah, 2024

Dengan visualisasi diagram skala, pembaca bisa dengan mudah melihat posisi relatif kedua provinsi terhadap standar nasional. Diagram menunjukkan garis dari 0% sampai 130%, dengan penanda zona Sangat Rendah, Rendah, Sedang, dan Tinggi. Posisi Riau dan Bali ditandai pada garis ini, sehingga terlihat jelas bahwa untuk karbohidrat, keduanya berdekatan di zona Sedang, tapi untuk protein, ada jarak yang cukup signifikan di mana Bali sudah masuk zona Tinggi sementara Riau masih di batas bawah zona Sedang.

Implikasi dari perbedaan skala ini juga dijelaskan dengan lebih konkret. Untuk Riau yang berada di margin tipis, mereka rentan terhadap shock eksternal seperti kenaikan harga



pangan atau gangguan distribusi. Untuk Bali yang sudah punya buffer lebih besar, mereka lebih resilient atau tahan terhadap gangguan-gangguan tersebut.

Perbandingan Konsumsi Protein Per Periode (2023 vs 2024)



Sumber Gambar: Data BPS diolah, 2024

Fokus Analisis Grafik (Visualisasi Data)

Grafik menunjukkan perbedaan status gizi (protein) yang cukup mencolok antara dua provinsi. Berikut adalah poin-poin penting yang bisa kita baca dari grafik tersebut:

A. Ketinggian Batang (Disparitas Wilayah)

- **Bali (Kiri):** Batang di sisi kiri jauh lebih tinggi, mendekati angka 80 gram. Ini menunjukkan rata-rata konsumsi protein masyarakat Bali sangat tinggi (surplus). Dalam PDF disebutkan Bali memiliki akses pangan yang lebih beragam karena faktor pariwisata dan budaya.
- **Riau (Kanan):** Batang di sisi kanan jauh lebih pendek, hanya di kisaran 60 gram. Ada "gap" atau jarak yang cukup jauh antara tinggi batang Bali dan Riau. Ini memvisualisasikan ketimpangan: masyarakat Riau mengonsumsi protein jauh lebih sedikit dibandingkan Bali.

B. Perbedaan Warna (Tren Waktu)

- **Warna Ungu (2023):** Mewakili tahun lalu.
- **Warna Kuning (2024):** Mewakili tahun terbaru.
- **Analisis:** Jika kamu perhatikan dengan teliti, di *kedua* provinsi, **batang kuning (2024) sedikit lebih pendek daripada batang ungu (2023)**.
 - Ini artinya, baik di Bali maupun Riau, terjadi **penurunan konsumsi protein** dari tahun 2023 ke 2024. Meskipun penurunannya tipis, trennya negatif.

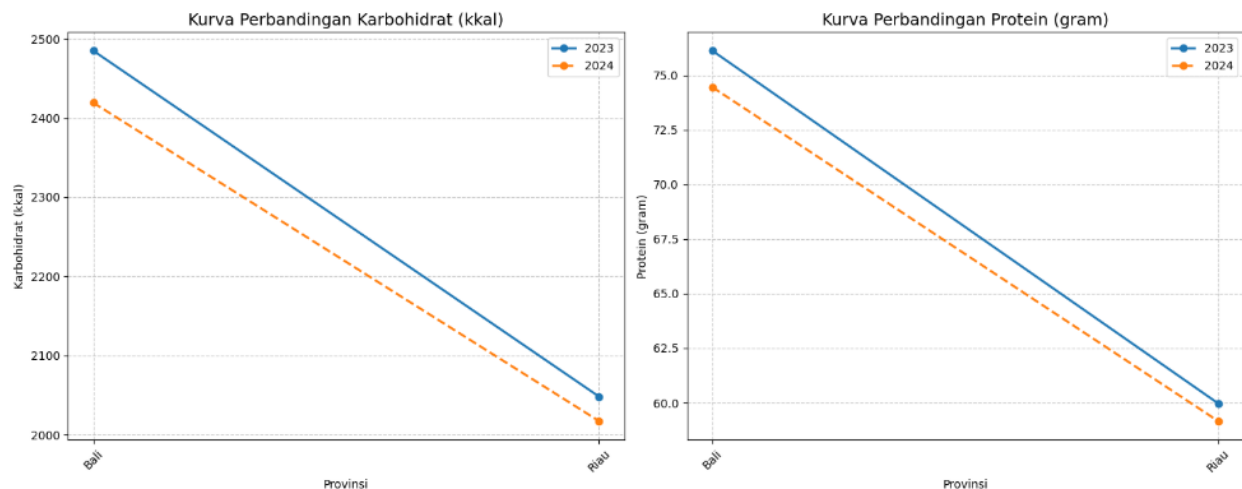
C. Makna Garis Putus-putus (Grid)

- Garis latar belakang membantu kita melihat angka pastinya.
 - Bali berada stabil di atas garis 70 gram (posisi aman/tinggi).
 - Riau berada tepat di garis 60 gram (posisi sedang/batas aman).

Kesimpulan Grafis: Grafik ini secara visual menegaskan bahwa meskipun konsumsi protein turun sedikit di tahun 2024 (batang kuning memendek), **masalah utamanya bukan pada penurunan waktu, melainkan pada ketimpangan antar lokasi**. Bali punya "cadangan" gizi yang tebal, sedangkan Riau pas-pasan.



Kurva Perbandingan Tren Konsumsi Karbohidrat dan Protein (2023-2024)



Kurva Tren Konsumsi Karbohidrat dan Protein (2023-2024)

Visualisasi kurva di atas memperlihatkan dinamika perubahan rata-rata konsumsi per kapita di Provinsi Bali dan Riau dalam rentang waktu dua tahun terakhir. Grafik sebelah kiri merepresentasikan variabel **Karbohidrat**, sedangkan grafik sebelah kanan merepresentasikan variabel **Protein**.

Berdasarkan kedua kurva tersebut, dapat diamati dua pola utama:

1. **Disparitas Antar Wilayah:** Garis kurva Provinsi Bali (warna biru/atas) secara konsisten berada di atas Provinsi Riau (warna oranye/bawah). Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata asupan energi dan protein masyarakat Bali lebih tinggi dibandingkan Riau sepanjang periode pengamatan.
2. **Tren Penurunan (*Negative Slope*):** Kedua provinsi menunjukkan pola garis yang melandai ke bawah dari titik tahun 2023 menuju 2024. Penurunan ini terjadi secara linear baik pada konsumsi karbohidrat maupun protein, yang mengindikasikan adanya sedikit kontraksi atau pengurangan asupan gizi per kapita masyarakat pada tahun 2024 dibanding tahun sebelumnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi Linear Regression dengan teknik machine learning efektif untuk menganalisis tren konsumsi gizi berbasis data resmi BPS serta memberikan dasar awal pemodelan prediktif bagi pemantauan ketahanan pangan daerah. Hasil analisis memperlihatkan bahwa konsumsi karbohidrat di Bali ($\pm 295,3$ gram/kapita/hari) lebih tinggi dan lebih stabil dibandingkan Riau ($\pm 280,5$ gram/kapita/hari); keduanya berada pada kategori “SEDANG” menurut AKG, namun Riau menunjukkan fluktuasi yang lebih besar dan potensi kerentanan yang lebih tinggi.

Disparitas yang lebih jelas terlihat pada konsumsi protein, di mana Bali mencapai rata-rata $\pm 65,4$ gram/kapita/hari ($\pm 114,7\%$ AKG, kategori TINGGI) dan Riau $\pm 58,2$ gram/kapita/hari ($\pm 102,1\%$ AKG, kategori SEDANG), menunjukkan margin keamanan gizi protein Bali yang lebih baik. Secara temporal, kedua provinsi mengalami penurunan tipis konsumsi protein dari 2023 ke 2024, sementara konsumsi karbohidrat bersifat lebih dinamis akibat faktor sosial-ekonomi dan pascapandemi. Temuan ini menegaskan adanya ketimpangan



antar wilayah sehingga diperlukan kebijakan ketahanan pangan yang lebih spesifik wilayah, dengan catatan bahwa hasil penelitian masih terbatas oleh periode data yang singkat dan cakupan wilayah yang sempit.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, Pemerintah Provinsi Riau perlu memberikan perhatian lebih pada stabilitas dan peningkatan konsumsi karbohidrat dan protein, khususnya bagi kelompok rentan, melalui diversifikasi pangan lokal, stabilisasi harga, penguatan distribusi, serta edukasi gizi. Sementara itu, Pemerintah Provinsi Bali, meskipun telah menunjukkan tingkat konsumsi yang relatif tinggi dan stabil, tetap perlu memastikan pemerataan akses pangan bergizi bagi seluruh lapisan masyarakat, terutama kelompok berpendapatan rendah dan wilayah non-pariwisata, sekaligus mempertahankan perannya sebagai contoh praktik baik dalam pemanfaatan pangan lokal dan ketahanan pangan daerah.

Bagi pemerintah pusat dan BPS, peningkatan kualitas dan detail data konsumsi pangan sangat diperlukan agar analisis dan pemodelan prediktif berbasis machine learning menjadi lebih akurat dan komprehensif. Selain itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan wilayah, memperpanjang periode pengamatan, serta menggunakan model machine learning yang lebih beragam dengan memasukkan faktor sosial-ekonomi dan kebijakan publik guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai pola konsumsi karbohidrat dan protein di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, N. (2022). Perilaku konsumsi pangan sumber kalori dan protein di Provinsi Riau. *AgriFo: Jurnal Agribisnis Universitas Malikussaleh*, 7(1), 52-64.
- Yuriza, M. F., Khoiriyah, N., & Sudjoni, M. N. (2025). Analisis Pola Konsumsi Rumah Tangga Terhadap Daging Ayam Ras Sebagai Sumber Pangan Protein Di Provinsi Bengkulu. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 13(01).
- Pujianto, T., Anggraeni, E., & Badiyah, F. T. (2022). Prevalen Rasio Tingkat Konsumsi Energi Dan Protein Pada Status Gizi Balita. *Babul Ilmi J Ilm Multi Sci Kesehat*, 14(1), 156-64.
- Nafi'Izzuddin, M., Khoiriyah, N., & Maula, L. R. (2025). Konsumsi Pangan Protein Rumah Tangga pada Pendapatan Kuintil Terendah di Indonesia Protein Consumption in the Lowest Income Quintile Households in Indonesian. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 13(02).
- Adha, M., Utami, E., & Hanafi, H. (2022). Prediksi Produksi Jagung Menggunakan Algoritma Apriori Dan Regresi Linear Berganda (Studi Kasus: Dinas Pertanian Kabupaten Dompu). *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 7(3), 803-820.
- Intan, S. E. N., Palupi, N. S., & Prangdimurti, E. (2021). Tingkat asupan makronutrien dan gaya hidup terhadap risiko terjadinya obesitas di lima Provinsi di Indonesia. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, 8(2), 88-96.