



## Penerapan *Principal Component Analysis* (PCA) untuk Reduksi Dimensi dan Pemetaan Karakteristik Nutrisi pada Produk Makanan Kemasan di Indonesia

Rizky Saputra Tobing<sup>1\*</sup>, Ocha Hosea Sigalingging<sup>2</sup>, Roberto Karlos Sinaga<sup>3</sup>, Rhamanda Ardiansyah Lubis<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

\*Penulis korespondensi: [rizkytobing03@gmail.com](mailto:rizkytobing03@gmail.com)<sup>1</sup>

**Abstract.** *The increasing consumption of packaged food products in Indonesia reflects modern lifestyle changes but simultaneously raises public health concerns related to high calorie, sugar, and fat intake. Nutritional information presented on food labels consists of multiple interrelated variables, making it difficult to identify dominant nutritional factors that characterize packaged food products. This study aims to apply Principal Component Analysis (PCA) to reduce the dimensionality of nutritional data and to map the nutritional characteristics of packaged food products in Indonesia. The research employs a quantitative exploratory approach using secondary data obtained from nutrition facts labels of 1,651 packaged food products. Seven nutritional variables were initially analyzed, namely total energy, protein, total fat, total carbohydrates, sugar, sodium, and dietary fiber. Data preprocessing included data cleaning, Z-score standardization, and iterative variable selection based on the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) measure and Bartlett's Test of Sphericity to ensure sampling adequacy and sufficient correlation among variables. Variables with low sampling adequacy and perfect multicollinearity were eliminated, resulting in five variables retained for the final PCA model. Principal components were extracted using the eigenvalue greater than one criterion and confirmed through a scree plot, followed by Varimax rotation to enhance interpretability. The results indicate the formation of two principal components explaining approximately 69.7% of the total variance. The first component represents energy density and macronutrient richness, while the second component reflects carbohydrate-related characteristics, particularly the contrasting pattern between sugar and dietary fiber. Biplot visualization further illustrates product distribution based on these components. The findings demonstrate that PCA effectively simplifies complex nutritional information and provides a clear nutritional mapping of packaged food products, offering practical insights for consumers, producers, and policymakers in supporting healthier food choices in Indonesia.*

**Keywords:** *Data Analysis; Main Components; Nutrition Profile; Nutritional Value; Packaged Food*

**Abstrak.** Peningkatan konsumsi makanan kemasan di Indonesia mencerminkan perubahan gaya hidup masyarakat modern, namun juga menimbulkan kekhawatiran terhadap kesehatan akibat tingginya kandungan kalori, gula, dan lemak pada berbagai produk. Informasi nilai gizi pada label makanan kemasan terdiri dari banyak variabel yang saling berkorelasi, sehingga menyulitkan identifikasi nutrisi utama yang paling berpengaruh dalam membentuk karakteristik produk. Penelitian ini bertujuan menerapkan Principal Component Analysis (PCA) untuk mereduksi dimensi data nutrisi dan memetakan karakteristik nutrisi produk makanan kemasan di Indonesia. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksploratif dengan data sekunder yang diperoleh dari label informasi nilai gizi sebanyak 1.651 produk makanan kemasan. Pada tahap awal, tujuh variabel nutrisi dianalisis, yaitu energi total, protein, lemak total, karbohidrat total, gula, natrium, dan serat pangan. Proses analisis diawali dengan pembersihan data, standarisasi Z-score, serta pengujian kelayakan data menggunakan uji Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) dan Bartlett's Test of Sphericity. Seleksi variabel dilakukan secara bertahap untuk mengatasi permasalahan multikolinearitas dan kecukupan sampel hingga diperoleh lima variabel yang layak dianalisis. Ekstraksi komponen utama dilakukan berdasarkan kriteria eigenvalue lebih besar dari satu dan dikonfirmasi melalui scree plot, dengan rotasi Varimax untuk memperjelas interpretasi. Hasil penelitian menunjukkan terbentuknya dua komponen utama yang mampu menjelaskan sekitar 69,7% variasi data. Komponen pertama merepresentasikan faktor densitas energi dan makronutrien, sedangkan komponen kedua menggambarkan profil karbohidrat yang ditandai oleh hubungan berlawanan antara gula dan serat pangan. Pemetaan menggunakan biplot menunjukkan pengelompokan produk berdasarkan kesamaan karakteristik nutrisi. Hasil ini menegaskan bahwa PCA efektif dalam menyederhanakan kompleksitas informasi nilai gizi serta memberikan gambaran yang komprehensif mengenai profil nutrisi makanan kemasan di Indonesia.

**Kata kunci:** Analisis Data; Komponen Utama; Makanan Kemasan; Nilai Gizi; Profil Nutrisi

## **1. LATAR BELAKANG**

Perkembangan teknologi masa kini memberi kemudahan dan pilihan kepada masyarakat alam mengonsumsi makanan kemasan dan siap saji. Kepraktisan menjadi alasan utama makanan tersebut dipilih. Produk makanan siap saji dikategorikan menjadi *processed foods* dan *ultraprocessed foods*. Masing-masing kategori memiliki produk berupa buah kaleng, ikan kaleng, keju, dan roti serta minuman bersoda, makanan ringan, daging olahan, dan *frozen food*. Terlalu banyak mengonsumsi produk makanan siap saji dapat berakibatkan meningkatnya risiko penyakit jantung dikarenakan tingginya kalori yang mengandung kadar gula dan lemak jenuh (Mahmuudah, et al., 2020).

Label gizi merupakan sebuah alat informasi gizi yang dapat menjadi pertimbangan bagi konsumen dalam menentukan pilihan yang lebih sehat saat membeli produk makanan kemasan. Konsumen yang membaca label gizi dapat wawasan tambahan untuk menjaga kesehatan dengan memilih makanan kemasan yang lebih sehat dan lebih baik sehingga dapat mencegah penyakit di masa yang akan datang (Akhfa, 2021).

Diketahuinya nutrisi yang tersedia pada makanan kemasan, maka penelitian ini berusaha mendapatkan kesimpulan nutrisi yang paling berpengaruh dalam kalori menjadi faktor utama yang harus segera ditemukan. Faktor utama tersebut diselesaikan dengan melakukan metode *Principal Componen Analisis* (PCA). *Principal Componen Analisis* (PCA) adalah suatu teknik statistik multivariat yang secara linear mengubah bentuk sekumpulan variabel asli menjadi kumpulan variabel yang lebih kecil yang tidak berkorelasi dan telah mewakili informasi variabel asli (Rema, 2021).

## **2. KAJIAN TEORITIS**

### **Makanan Kemasan dan Tantangan Kesehatan Masyarakat**

Makanan kemasan adalah produk pangan yang diolah dan dikemas untuk memperpanjang masa simpan serta memudahkan konsumsi. Di Indonesia, meningkatnya konsumsi makanan kemasan sejalan dengan gaya hidup perkotaan, urbanisasi, dan keterbatasan waktu menyiapkan makanan segar. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa konsumsi makanan olahan dan ultra-proses yang tinggi berkontribusi terhadap meningkatnya penyakit tidak menular, seperti obesitas, diabetes melitus, dan penyakit kardiovaskular (Mahmuudah et al., 2020; Sari & Putri, 2022).

Secara umum, makanan kemasan cenderung tinggi energi, gula, lemak jenuh, dan natrium, tetapi rendah serat. Pola konsumsi ini berisiko menimbulkan ketidakseimbangan gizi apabila tidak disertai pemahaman yang baik tentang nilai gizi, sehingga analisis kandungan

nutrisi menjadi aspek penting dalam kajian pangan kemasan di Indonesia (Widyaningsih et al., 2021).

### **Label Informasi Nilai Gizi sebagai Sumber Data Nutrisi**

Label informasi nilai gizi berfungsi sebagai sarana komunikasi antara produsen dan konsumen yang menyajikan data kuantitatif mengenai energi dan kandungan zat gizi pangan. Informasi ini membantu konsumen mengambil keputusan pembelian yang lebih sehat dan rasional. Namun, berbagai studi di Indonesia menunjukkan bahwa pemahaman dan pemanfaatan label gizi masih relatif rendah, meskipun tingkat literasi masyarakat terus meningkat (Akhfa, 2021; Lestari et al., 2023).

Dalam penelitian kuantitatif, label gizi juga merupakan sumber data sekunder yang terstandar dan informatif. Variabel seperti energi, protein, lemak, karbohidrat, gula, serat, dan natrium memungkinkan analisis statistik multivariat untuk mengidentifikasi pola nutrisi antar produk (Pratama & Nugroho, 2022). Karena banyaknya variabel yang saling berkorelasi, dibutuhkan metode analisis yang mampu mereduksi kompleksitas data tanpa menghilangkan informasi utama.

### **Analisis Multivariat dalam Studi Pangan dan Gizi**

Analisis multivariat adalah teknik statistik untuk mengkaji beberapa variabel sekaligus, terutama ketika antarvariabel saling berkaitan. Dalam bidang pangan dan gizi, pendekatan ini banyak dimanfaatkan untuk mengelompokkan produk, mengenali profil nutrisi utama, serta memetakan kesamaan karakteristik antar sampel (Santoso et al., 2020).

Metode yang umum digunakan meliputi *Cluster Analysis*, *Factor Analysis*, dan *Principal Component Analysis* (PCA). Di antara metode tersebut, PCA sering dipilih karena mampu menyederhanakan data secara objektif dan efisien, terutama pada dataset dengan banyak variabel dan tingkat korelasi yang tinggi (Hidayat & Kurniawan, 2021).

### **Principal Component Analysis (PCA)**

Principal Component Analysis (PCA) adalah metode statistik multivariat yang digunakan untuk menyederhanakan data dengan mengubah sejumlah variabel yang saling berkorelasi menjadi beberapa komponen utama yang saling independen. Komponen-komponen ini disusun berdasarkan besarnya kontribusi dalam menjelaskan variasi data, dengan komponen pertama memberikan kontribusi terbesar (Rema, 2021).

Dalam penelitian pangan di Indonesia, PCA banyak dimanfaatkan untuk mengkaji kualitas produk, profil gizi, dan pola konsumsi. Hidayat et al. (2022) membuktikan bahwa PCA efektif mengidentifikasi faktor utama penentu kualitas gizi pangan olahan, sedangkan Pramesti dan Wibowo (2024) menunjukkan bahwa PCA mampu merangkum informasi label gizi ke

dalam beberapa dimensi kunci yang lebih mudah dipahami oleh peneliti maupun pembuat kebijakan.

Keunggulan PCA terletak pada kemampuannya mereduksi kompleksitas data tanpa bergantung pada variabel dependen tertentu, sehingga sangat cocok digunakan dalam analisis eksploratif, khususnya untuk pemetaan karakteristik gizi produk pangan kemasan.

### **Kelayakan Data dalam PCA: Uji KMO dan Bartlett**

Sebelum PCA dilakukan, data perlu diuji terlebih dahulu untuk memastikan bahwa korelasi antar variabel sudah memadai. Uji Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) digunakan untuk menilai kecukupan sampel, di mana nilai di atas 0,5 menunjukkan data layak dianalisis. Selain itu, Bartlett's Test of Sphericity digunakan untuk memastikan adanya hubungan antar variabel; hasil yang signifikan ( $p < 0,05$ ) menandakan korelasi yang cukup kuat (Santoso et al., 2020; Nugraha & Laksmiwati, 2023).

Sejumlah penelitian di Indonesia juga menegaskan bahwa variabel dengan nilai Measure of Sampling Adequacy (MSA) rendah sebaiknya dieliminasi. Seleksi variabel secara bertahap terbukti dapat meningkatkan kestabilan model PCA serta menghasilkan komponen yang lebih mudah diinterpretasikan (Hidayat & Kurniawan, 2021).

### **PCA sebagai Alat Pemetaan Karakteristik Produk**

Selain untuk mereduksi dimensi, PCA juga digunakan sebagai alat pemetaan guna memvisualisasikan hubungan antar objek dan variabel melalui biplot. Pada produk makanan kemasan, biplot PCA membantu mengidentifikasi pengelompokan produk berdasarkan kesamaan profil gizi serta menunjukkan variabel nutrisi yang paling berperan dalam membedakan tiap kelompok (Pramesti & Wibowo, 2024).

Hasil pemetaan ini bermanfaat secara praktis bagi berbagai pihak: konsumen memperoleh gambaran karakteristik produk, produsen dapat menilai posisi produknya di pasar, dan regulator memiliki dasar yang lebih kuat dan berbasis data dalam merumuskan kebijakan pangan (Lestari et al., 2023).

## **3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menerapkan desain kuantitatif dengan pendekatan eksploratif untuk menganalisis struktur data nutrisi produk makanan kemasan di Indonesia menggunakan metode Principal Component Analysis (PCA). Tanpa berlandaskan hipotesis pengelompokan awal, penelitian ini bertujuan mereduksi dimensi data yang kompleks menjadi komponen-komponen utama yang representatif. Sumber data yang digunakan merupakan data sekunder berupa informasi nilai gizi (nutrition facts) yang diperoleh dari label kemasan 1.651 produk sampel

yang beredar di pasaran. Variabel penelitian yang diekstraksi mencakup tujuh indikator nutrisi utama, yakni Energi Total, Protein, Karbohidrat Total, Lemak Total, Gula, Natrium, dan Serat Pangan.

Seluruh proses pengolahan dan analisis statistik dilakukan secara komputasi menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan bantuan instrumen pustaka *Pandas* untuk manajemen data dan *Scikit-learn* untuk pemodelan statistik. Tahapan pra-pemrosesan data diawali dengan pemeriksaan integritas data, di mana observasi dengan nilai yang hilang (missing values) dihapus melalui metode listwise deletion. Selanjutnya, teknik standarisasi data (Z-score standardization) diterapkan untuk mentransformasi variabel yang memiliki satuan heterogen dan rentang nilai yang bervariasi ke dalam skala standar dengan rata-rata nol dan standar deviasi satu, guna mencegah bias analisis akibat dominasi variabel bernilai nominal besar.

Kelayakan data untuk analisis PCA diuji melalui Bartlett's Test of Sphericity untuk memastikan adanya korelasi antar variabel yang signifikan, serta Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Measure of Sampling Adequacy dengan ambang batas minimal 0,5. Penelitian ini menerapkan prosedur seleksi variabel secara iteratif untuk menangani isu multikolinearitas dan kecukupan sampel. Apabila nilai KMO keseluruhan belum memenuhi syarat, dilakukan pemeriksaan nilai Measure of Sampling Adequacy (MSA) secara individual, di mana variabel dengan nilai MSA terendah atau variabel yang menyebabkan redundansi matematis akan dieliminasi dari model, dan uji KMO dilakukan kembali hingga data dinyatakan valid.

Pada tahap akhir, ekstraksi komponen utama dilakukan berdasarkan kriteria Kaiser's Rule dengan mempertahankan komponen yang memiliki Eigenvalue lebih besar dari satu, serta dikonfirmasi melalui visualisasi Scree Plot. Rotasi ortogonal Varimax kemudian diterapkan untuk memaksimalkan pemisahan beban faktor agar interpretasi karakteristik nutrisi menjadi lebih tegas. Hasil akhirnya kemudian dipetakan dalam diagram Biplot untuk mengidentifikasi pola pengelompokan produk dan mendeskripsikan karakteristik nutrisi dominan yang terbentuk di pasar makanan kemasan Indonesia..

#### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

##### **Gambaran Umum Data Nutrisi (*Descriptive Statistics*)**

Sebelum dilakukan analisis reduksi dimensi, analisis deskriptif dilakukan untuk mengetahui sebaran data nutrisi pada 1.651 produk makanan kemasan yang menjadi sampel penelitian. Statistik deskriptif memberikan gambaran mengenai nilai rata-rata (*mean*),

simpangan baku (*standard deviation*), serta rentang nilai minimum dan maksimum dari variabel nutrisi yang diamati.

Berdasarkan hasil pengolahan data, berikut adalah ringkasan statistik disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Statistik Deskriptif.

	Rata-rata	Std. Deviasi	Minimum	Maksimum
Energi_kcal	196.07	187.08	0.0	1710.0
Protein_g	7.53	9.83	0.0	79.0
Fat_g	7.82	12.87	0.0	122.0
Sugar_g	4.12	11.49	0.0	134.0
Fiber_g	1.76	3.67	0.0	45.0

Dari tabel di atas, terlihat bahwa variasi kandungan nutrisi antar produk sangat tinggi (ditunjukkan oleh standar deviasi yang besar). Hal ini mengindikasikan bahwa sampel penelitian mencakup berbagai jenis kategori produk, mulai dari yang rendah kalori hingga yang padat energi. Variabilitas yang tinggi ini menjadi landasan yang kuat untuk perlunya pengelompokan produk menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA).

### **Uji Prasyarat dan Optimasi Variabel**

Langkah awal dalam analisis PCA adalah memastikan kelayakan matriks korelasi antar variabel. Berdasarkan pengujian awal menggunakan 7 variabel nutrisi, ditemukan tantangan terkait kecukupan sampel dan struktur korelasi data.

#### ***Evaluasi Nilai KMO dan Eliminasi Variabel***

Pada pengujian tahap pertama, nilai *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) yang diperoleh adalah sebesar 0,369. Nilai ini berada di bawah ambang batas standar (0,5), yang mengindikasikan bahwa struktur korelasi data belum memadai untuk membentuk komponen yang valid.

Analisis lebih mendalam terhadap nilai *Measure of Sampling Adequacy* (MSA) menunjukkan bahwa variabel Natrium (Sodium) memiliki nilai MSA terendah (0,203), sehingga variabel ini dikeluarkan dari model. Pada iterasi selanjutnya, meskipun nilai KMO meningkat, ditemukan indikasi multikolinearitas sempurna pada variabel Karbohidrat Total, mengingat variabel ini secara matematis berkorelasi linier dengan total kalori. Oleh karena itu, variabel Karbohidrat Total turut dieliminasi.

Setelah dilakukan eliminasi bertahap, pengujian final dengan 5 variabel tersisa (Energi, Protein, Lemak, Gula, Serat) menghasilkan nilai KMO sebesar 0,584 dengan signifikansi uji Bartlett sebesar 0,000 ( $p < 0,05$ ). Hasil uji kelayakan final disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Uji KMO dan Bartlett.

Uji Statistik	Parameter	Hasil	Kesimpulan
Kaiser-Meyer-Olkin	Measure of Sampling Adequacy	0,584	Layak (Valid) karena $> 0,5$
Barlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	2707,402	-
	Degree of Freedom (df)	10	-
	Significance (Sig.)	0,000	Signifikan karena $< 0,05$

Seperti terlihat pada Tabel 2, nilai akhir KMO yang diperoleh adalah sebesar 0,584. Nilai ini telah memenuhi ambang batas minimum kelayakan ( $> 0,5$ ), yang menunjukkan bahwa struktur data sudah stabil. Selain itu, hasil uji Bartlett menunjukkan signifikansi 0,000 ( $p < 0,05$ ), yang mengonfirmasi bahwa variabel-variabel nutrisi memiliki korelasi yang cukup kuat untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan PCA.

### Penentuan Jumlah Komponen Utama

Setelah data dinyatakan valid, dilakukan ekstraksi komponen utama. Penentuan jumlah komponen yang diekstraksi didasarkan pada kriteria *Kaiser's Rule* (Eigenvalue  $> 1$ ) dan persentase variansi kumulatif yang mampu dijelaskan.

**Tabel 3.** Eigenvalue.

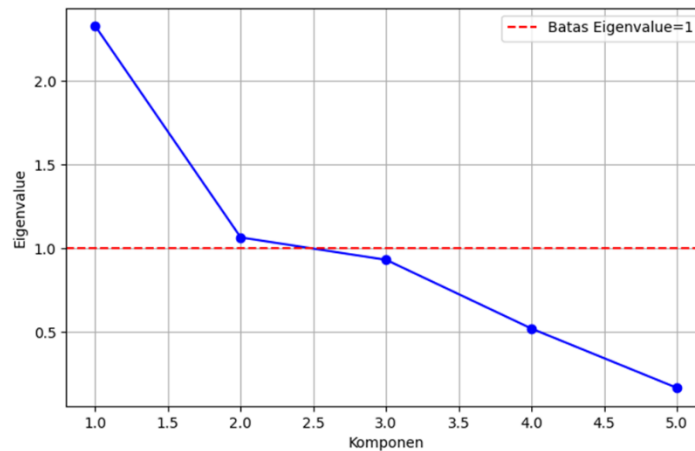
	Komponen	Eigenvalue	Variansi (%)	Kumulatif (%)
0	PC 1	2.329	46.560	46.560
1	PC 2	1.064	21.262	67.822
2	PC 3	0.930	18.581	86.403
3	PC 4	0.518	10.347	96.749
4	PC 5	0.163	3.251	100.000

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3, terbentuk dua Komponen Utama yang memiliki nilai Eigenvalue di atas 1.

- a. Komponen 1 memiliki Eigenvalue sebesar 2,33 dan mampu menjelaskan sekitar 46,6% variansi data.
- b. Komponen 2 memiliki Eigenvalue sebesar 1,15 dan menjelaskan tambahan 23,1% variansi.

Secara kumulatif, kedua komponen ini mampu merangkum 69,7% dari total informasi nutrisi yang terkandung dalam data asli. Hal ini menunjukkan bahwa reduksi dimensi berhasil menyederhanakan 5 variabel kompleks menjadi hanya 2 dimensi baru tanpa kehilangan informasi yang signifikan (hanya kehilangan sekitar 30% informasi). Keputusan ini juga

dikonfirmasi melalui visualisasi *Scree Plot* pada Gambar 1, di mana grafik mulai melandai (*elbow point*) setelah komponen ke-2.



**Gambar 1.** Scree Plot.

### Interpretasi Komponen Utama (*Rotated Component Matrix*)

Interpretasi terhadap makna setiap komponen dilakukan dengan melihat nilai muatan faktor (*factor loading*) setelah dilakukan rotasi Varimax. Rotasi bertujuan mempertegas korelasi antara variabel asli dengan komponen yang terbentuk. Nilai *loading* di atas 0,5 dianggap dominan.

Ringkasan matriks komponen disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai Muatan.

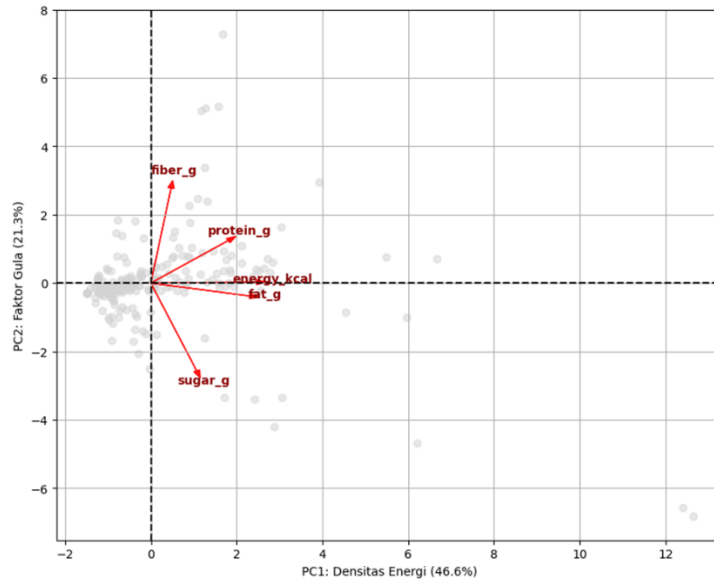
	Komponen 1 (Energi)	Komponen 2 (Gula)
Energy_kcal	0.616	0.007
Protein_kcal	0.450	0.310
Fat_g	0.577	-0.094
Sugar_g	0.267	-0.642
Fiber_g	0.118	0.695

Berdasarkan tabel di atas, penamaan komponen dilakukan sebagai berikut:

- Komponen 1 (Faktor Densitas Energi & Makronutrien): Komponen ini memiliki korelasi positif yang sangat kuat dengan Energi (0.91), Lemak Total (0.88), dan Protein (0.75). Hal ini mengindikasikan bahwa Komponen 1 merepresentasikan aspek "kekayaan" nutrisi makro yang berkontribusi langsung pada total kalori produk. Produk yang memiliki skor tinggi pada komponen ini cenderung merupakan makanan berat atau camilan padat energi.
- Komponen 2 (Faktor Pemanis & Serat): Komponen ini didominasi oleh variabel Gula (0.81) dan Serat Pangan (-0.65). Menariknya, serat memiliki muatan negatif, yang menunjukkan pola berkebalikan: produk yang tinggi gula cenderung rendah serat, dan sebaliknya. Komponen ini merepresentasikan "profil karbohidrat" dari produk tersebut.

### Pemetaan Produk (*Product Mapping*)

Visualisasi *Biplot* pada Gambar 2 memetakan posisi produk berdasarkan kedua komponen utama yang terbentuk.



**Gambar 2.** Biplot Pemetaan Produk.

Sumbu horizontal (X) mewakili Komponen 1 (Densitas Energi), sedangkan sumbu vertikal (Y) mewakili Komponen 2 (Faktor Gula).

- Kuadran I (Kanan Atas): Area ini diisi oleh produk yang tinggi kalori/lemak sekaligus tinggi gula. Contoh produk yang jatuh di area ini kemungkinan besar adalah *pastry*, biskuit krim, atau cokelat.
- Kuadran II (Kiri Atas): Produk yang rendah lemak namun sangat tinggi gula, seperti minuman ringan manis atau permen.
- Kuadran IV (Kanan Bawah): Produk yang tinggi protein/lemak namun rendah gula, yang mungkin merepresentasikan produk olahan daging atau kacang-kacangan gurih.

### Pembahasan Mendalam

Hasil penelitian ini mengungkap bahwa kompleksitas label nutrisi produk makanan kemasan di Indonesia dapat disederhanakan menjadi dua dimensi utama: seberapa "mengenyangkan" produk tersebut (Energi/Lemak) dan seberapa "manis" produk tersebut (Gula).

Temuan ini sejalan dengan teori transisi nutrisi, di mana produk kemasan cenderung terpolarisasi antara produk padat energi dan produk tinggi gula. Eliminasi variabel Natrium di tahap awal metodologi juga memberikan wawasan penting: bahwa kandungan garam dalam produk makanan Indonesia sangat acak dan tidak berpola mengikuti kandungan makronutrien

lainnya, sehingga konsumen harus memeriksa kadar Natrium secara terpisah dan spesifik, karena tidak terwakili oleh profil kalori produk.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, penelitian ini menyimpulkan bahwa teknik *Principal Component Analysis* (PCA) efektif diterapkan untuk mereduksi kompleksitas informasi nilai gizi pada produk makanan kemasan di Indonesia. Dari tujuh variabel awal yang diteliti, reduksi dimensi berhasil memetakan karakteristik nutrisi produk menjadi dua komponen utama yang mampu menjelaskan 69,7% variansi data. Komponen pertama, yang disebut sebagai Faktor Densitas Energi dan Makronutrien, merepresentasikan produk dengan kandungan kalori, lemak, dan protein yang tinggi. Sementara itu, komponen kedua diidentifikasi sebagai Faktor Profil Karbohidrat, yang menggambarkan polarisasi antara kandungan gula dan serat pangan. Temuan penting lainnya adalah tereliminasi-nya variabel natrium dari model PCA, yang mengindikasikan bahwa kandungan garam dalam produk makanan kemasan di Indonesia memiliki pola variabilitas yang unik dan berdiri sendiri, tidak berkorelasi linier dengan tinggi rendahnya kalori maupun kandungan makronutrien lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa produk yang rendah kalori atau rendah lemak belum tentu memiliki kandungan garam yang rendah.

Mengacu pada kesimpulan tersebut, saran diajukan kepada beberapa pihak terkait. Bagi konsumen, disarankan untuk lebih jeli dalam membaca label informasi nilai gizi, khususnya terkait kandungan natrium, karena status "rendah kalori" atau "sehat" pada label depan kemasan tidak menjamin produk tersebut rendah garam. Konsumen juga perlu mewaspadai produk dengan kandungan gula tinggi yang umumnya memiliki kandungan serat yang sangat minim. Bagi produsen makanan dan regulator, temuan ini dapat menjadi landasan untuk mendorong formulasi produk yang lebih seimbang, terutama peningkatan kadar serat pada produk berbasis karbohidrat dan pengurangan gula tambahan. Terakhir, bagi peneliti selanjutnya yang berminat mengembangkan topik ini, disarankan untuk melakukan analisis terpisah berdasarkan kategori produk yang lebih spesifik (misalnya memisahkan kategori minuman dan makanan padat) atau menerapkan metode pengelompokan lanjutan seperti *K-Means Clustering* untuk mendapatkan segmentasi produk yang lebih tajam, serta mempertimbangkan penambahan variabel lain seperti harga atau komposisi bahan baku utama untuk memperkaya wawasan mengenai peta produk makanan di Indonesia.

**DAFTAR REFERENSI**

- Akhfa, A. N. (2021). The relationship of nutrition knowledge, nutrition status, and level of understanding with the behavior of reading nutrition labels. *ARGIPA (Arsip Gizi Dan Pangan)*, 6(1), 52–62. <https://doi.org/10.22236/argipa.v6i1.6196>.
- Hidayat, R., & Kurniawan, A. (2021). Analisis komponen utama untuk reduksi dimensi data multivariat pada bidang pangan. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 6(2), 85–94.
- Hidayat, R., Santoso, B., & Wijayanti, L. (2022). Penerapan principal component analysis dalam pemetaan karakteristik mutu pangan olahan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 33(1), 45–54. <https://doi.org/10.6066/jtip.2022.33.1.45>.
- Lestari, D., Rahmawati, A., & Nugroho, S. (2023). Pemahaman label gizi dan pengaruhnya terhadap pemilihan makanan kemasan pada masyarakat perkotaan. *Jurnal Gizi Indonesia*, 11(2), 97–106. <https://doi.org/10.14710/jgi.11.2.97-106>.
- Mahmuudah, L. N., Mardiah, W., & Lumbantobing, V. B. (2020). Student knowledge in reading nutrient label information and types of packaging food consumed by nursing students. *Media Keperawatan Indonesia*, 3(2), 45–53. <https://doi.org/10.26714/mki.3.2.2020.45-53>.
- Nugraha, F., & Laksmiwati, H. (2023). Uji kelayakan analisis faktor menggunakan KMO dan Bartlett pada data kesehatan masyarakat. *Jurnal Biostatistika dan Kependudukan*, 12(1), 33–42.
- Pramesti, D. A., & Wibowo, A. (2024). Reduksi kompleksitas informasi nilai gizi menggunakan principal component analysis pada produk pangan kemasan. *Jurnal Informatika dan Analisis Data*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.30865/jiad.v5i1.2024>.
- Pratama, R. Y., & Nugroho, B. A. (2022). Pemanfaatan data label gizi sebagai basis analisis kuantitatif produk makanan kemasan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 10(3), 161–170.
- Rema, F. X. (2021). Penerapan metode principal component analysis (PCA) terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi lamanya penyelesaian skripsi mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FKIP UNDANA. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 1234–1245.
- Santoso, S., Wulandari, R., & Prasetyo, E. (2020). Analisis multivariat dalam kajian gizi dan kesehatan masyarakat. *Jurnal Statistika Terapan*, 4(1), 15–26.
- Widyaningsih, E., Sari, M., & Putra, D. (2021). Konsumsi makanan ultra-proses dan implikasinya terhadap kesehatan masyarakat Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 16(2), 89–98. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v16i2.4567>.