

Analisis Diskriminan Linear *Robust* dengan Penduga *Minimum Covariance Determinant* (Studi Kasus: Indeks Kerentanan Pangan Menurut Kabupaten/Kota di Indonesia Tahun 2023)

Naufal Syafiq Ibrahim^{1,*}

¹Program Studi S1 Statistika, Universitas Bengkulu, Jl. WR Supratman Kandang Limun, Kota Bengkulu, 38371, Indonesia

*Corresponding author: naufalsyafiqbkl15@gmail.com



P-ISSN: 2986-4178
E-ISSN: 2988-4004

Riwayat Artikel
Dikirim: 19 Mei 2024
Direvisi: 14 Juni 2024
Diterima: 22 Juni 2024

ABSTRAK

Indonesia terus berkomitmen dan selalu mengupayakan dalam menyediakan pangan bagi 278,7 juta penduduk Indonesia di tahun 2023. Komitmen ini juga sejalan dengan upaya dalam mewujudkan target kedua dalam SDGs yaitu dalam menghilangkan kelaparan (*zero hunger*) pada tahun 2030 terkhusus di wilayah yang terindikasi kerentanan pada pangan. Situasi kerentanan pada pangan dapat diketahui dari Indeks Kerentanan Pangan (IKP). IKP memiliki peran dalam mengevaluasi capaian ketahanan pangan dan gizi wilayah, serta memberikan gambaran peringkat pencapaian ketahanan pangan wilayah di Indonesia. IKP memiliki angka-angka indeks yang sebelumnya telah dikategorikan dengan *cut off point* IKP dan dari angka-angka indeks ini dapat memberikan informasi yang bahwasanya telah terjadi peningkatan wilayah kerentanan pangan terutama di tahun 2021. Salah satu penyebabnya yaitu pandemi Covid-19, yang sangat berdampak pada pelambatan pertumbuhan ekonomi daerah dan penurunan pendapatan masyarakat dan harga pangan yang tinggi sangat mempengaruhi aspek kerentanan pangan. Namun, pada tahun 2023 mengalami penurunan dari 74 kabupaten/kota menjadi 68 kabupaten/kota. Walaupun demikian, peningkatan yang dialami pada tahun 2021 harus selalu diwaspadai agar kedepannya terkhusus di wilayah yang terindikasi kerentanan dapat berkurang. Agar dapat memprediksi kerentanan kedepannya, maka perlu dilakukan analisis statistik. Penelitian ini menggunakan metode analisis diskriminan linear *robust* untuk melihat indikator mana yang memberikan pengaruh paling tinggi dari indikator-indikator yang diduga signifikan terhadap kerentanan pangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan lima indikator yakni (kemiskinan, pengeluaran pangan, tanpa akses air bersih, angka harapan hidup serta *stunting*) memperoleh nilai APER (*Apparent Error Rate*) sebesar 14.71% yang berarti proporsi kesalahan dalam ketepatan klasifikasi dengan fungsi diskriminan *robust* sudah cukup baik dan memperoleh nilai akurasi sebesar 85.29% yang berarti mampu mengklasifikasikan wilayah pada kabupaten/kota di Indonesia dengan tepat.

Kata Kunci: Indeks Kerentanan Pangan, Analisis Diskriminan, *Minimum Covariance Determinant*, APER

ABSTRACT

Indonesia continues to be committed and always strives to provide food for 278.7 million Indonesians in 2023. This commitment is also in line with efforts to realize the second target in the SDGs, namely in eliminating hunger (zero hunger) by 2030, especially in areas that indicate food vulnerability. The situation of food vulnerability can be determined from the Food Vulnerability Index (FVI). The IKP has a role in evaluating the achievements of food security and nutrition in the region, as well as providing a ranking of regional food security achievements in Indonesia. IKP has index numbers that have previously been categorized with IKP cut off points and from these index numbers can provide information that there has been an increase in food vulnerability areas, especially in 2021. One of the causes is the Covid-19 pandemic, which has a huge impact on slowing regional economic growth and decreasing people's income and high food prices greatly affect the aspect of food vulnerability. However, in 2023 it decreased from 74 districts/cities to 68 districts/cities. Nevertheless, the increase experienced in 2021 must always be watched out for so that in the future, especially in areas where vulnerability is indicated, it can be reduced. In order to predict future vulnerability, it is necessary to conduct statistical analysis. This study uses the robust linear discriminant analysis method to see which indicators have the highest influence of the indicators that are thought to be significant to food vulnerability. The results showed that using five indicators (poverty, food expenditure, no access to clean water, life expectancy and stunting) obtained an APER (Apparent Error Rate) value of 14.71%, which means that the proportion of errors in the accuracy of classification with the robust discriminant function is quite good and obtained an accuracy value of 85.29%, which means that it is able to classify regions in districts/cities in Indonesia correctly.

Keywords: Food Vulnerability Index, Discriminant Analysis, Minimum Covariance Determinant, APER

1. Pendahuluan

Indonesia terus berkomitmen untuk memperkuat ketahanan pangan sesuai amanat dari UU nomor 18 tahun 2012 dan selalu mengupayakan dalam menyediakan pangan bagi 278,7 juta penduduk Indonesia di tahun 2023, sehingga dengan bentuk upaya ini diharapkan dapat menjadi sumber daya manusia yang aktif, produktif dan sehat serta memiliki daya saing yang tinggi. Komitmen ini pun juga sejalan dengan salah satu target dalam SDGs (*Sustainable Development Goals*). SDGs merupakan suatu gerakan yang ditetapkan oleh negara-negara anggota PBB dan gerakan ini memiliki tujuan untuk memastikan semua individu dapat hidup yang layak dan damai pada tahun 2030. Dalam komitmen ini, sejalan dengan target kedua dalam SDGs yaitu menghilangkan kelaparan (*zero hunger*) pada tahun 2030, memperbaiki nutrisi, tanpa kemiskinan, mempromosikan pertanian yang berkelanjutan serta mencapai ketahanan pangan [1]. Namun, pada tahun

2021 situasi kerentanan pangan di Indonesia berdasarkan FSVA (*Food Security and Vulnerability Atlas*) Nasional mengalami peningkatan dibandingkan FSVA pada tahun 2020 tetapi pada tahun 2023 mengalami penurunan dari 74 kabupaten/kota menjadi 68 kabupaten/kota. Walaupun demikian, peningkatan yang dialami pada tahun 2021 harus selalu diwaspadai kedepannya agar dapat mencapai target terutama target kedua dalam SDGs.

Perlu diketahui bahwa peningkatan kerentanan pangan tahun 2021 kemarin salah satunya disebabkan oleh pandemi Covid-19 yang berdampak pada pelambatan pertumbuhan ekonomi daerah dan penurunan pendapatan masyarakat [2]. Dengan adanya hal ini maka berdampak juga pada kerentanan pangan di beberapa kota atau kabupaten yang masih dibidang cukup tertinggal, dengan diperkuat bahwa berdasarkan pada hasil riset kesehatan dasar [3], diperoleh angka prevalensi gizi buruk balita di Indonesia sebesar 30.8% dimana perolehan angka ini masih di bawah standar minimum WHO yakni 20% serta pada tahun 2021 terdapat 15 (lima belas) provinsi dengan rata-rata konsumsi energi di bawah standar dan 5 (lima) provinsi dengan rata-rata konsumsi protein di bawah standar. Hal ini disinyalir karena tingginya harga pangan sehingga inflasi yang terjadi juga cukup tinggi. Harga pangan yang tinggi sangat mempengaruhi aspek keterjangkauan dalam mewujudkan ketahanan pangan nasional [4].

Indeks Kerentanan Pangan (IKP) ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan atau FSVA. IKP memiliki peran dalam mengevaluasi capaian ketahanan pangan dan gizi wilayah, serta memberikan gambaran peringkat (ranking) pencapaian ketahanan pangan wilayah. IKP dibangun dari tiga aspek dalam ketahanan pangan yakni Ketersediaan, Keterjangkauan dan Pemanfaatan Pangan serta sembilan indikator yang digunakan untuk mengukur IKP yakni persentase dari (rasio konsumsi normatif per kapita, penduduk yang hidup di bawah kemiskinan, pengeluaran untuk pangan, rumah tangga tanpa akses listrik dan tanpa akses air bersih, tenaga kesehatan, stunting), rata-rata lama sekolah perempuan di atas 15 tahun serta angka harapan hidup[1].

Salah satu teknik analisis multivariat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Analisis Diskriminan. Analisis Diskriminan bertujuan untuk menduga atau memprediksi tiap wilayah di Indonesia yang memiliki kondisi kerentanan pangan. Terdapat penelitian terdahulu juga yang tak luput sebagai referensi dalam penelitian ini diantaranya yaitu penelitian yang juga dengan studi kasus kerentanan pangan di Indonesia dan menggunakan analisis diskriminan linear, diperoleh hasil dari penelitian tersebut yaitu terdapat lima indikator yang diduga berpengaruh signifikan terhadap kerentanan pangan di Indonesia serta memperoleh nilai APER (*Apparent Error Rate*) sebesar 17.57% [5] dan juga pada penelitian dengan diskriminan linear *robust* mengenai klasifikasi berat bayi lahir di RSUD Luwuk memperoleh nilai akurasi sebesar 81% [6]. Oleh karena itu, berdasarkan referensi dari hasil penelitian sebelumnya, digunakan indikator pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan lima indikator (Kemiskinan, Pengeluaran Pangan, Tanpa Akses Air Bersih, Angka Harapan Hidup dan Stunting).

Analisis diskriminan dapat digunakan untuk memisahkan pengujian atau objek ke dalam kelompok atau himpunan yang berbeda dan untuk mengklasifikasikan objek baru ke dalam salah satu kelompok yang telah ditentukan sebelumnya [7]. Selanjutnya, agar analisis diskriminan linear tetap optimal dalam pengklasifikasiannya maka digunakan penduga *robust* yang disebut sebagai analisis diskriminan linear *robust* [8]. Beberapa metode pada analisis diskriminan linear *robust* diantaranya metode *The Minimum Volume Ellipsoid* (MVE), *Fast Minimum Covariance Determinant* (*fast-MCD*) dan M-estimator [9]. Pada penelitian ini menggunakan analisis diskriminan linear *robust* dengan penduga *robust minimum covariance determinant*. Adapun tujuan dengan adanya penelitian ini yaitu untuk melihat indikator mana yang memberikan pengaruh paling tinggi dari indikator-indikator yang diduga signifikan terhadap kerentanan pangan serta seperti penelitian

sebelumnya yakni diharapkan dapat memudahkan pemerintah dalam mengelola sumber daya alam maupun manusia agar dapat mewujudkan ketahanan pangan di Indonesia.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan ialah data kuantitatif. Data yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari website resmi Badan Pangan yang dapat diakses melalui <https://fsva.badanpangan.go.id/>. Dalam penelitian ini menggunakan data berjumlah 68 kota atau kabupaten di Indonesia yang terindikasi mengalami kerentanan pangan pada tahun 2023.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kemiskinan

Persentase penduduk yang hidup di bawah garis kemiskinan pada suatu wilayah, dikategorikan miskin jika pengeluaran perkapita sebulan lebih rendah dari garis kemiskinan [10]. Pada September 2021, besarnya garis kemiskinan tercatat sebesar Rp486.168,-/kapita/bulan dengan komposisi garis kemiskinan makanan sebesar Rp360.007,- (74,05 persen) dan garis kemiskinan bukan makanan sebesar Rp126.161,- (25,95 persen) [11].

2. Pengeluaran Pangan

Persentase rumah tangga pada suatu wilayah dengan proporsi pengeluaran untuk pangan lebih dari 65 persen dibandingkan dengan total pengeluaran (makanan dan non makanan) rumah tangga [10].

3. Tanpa Akses Air Bersih

Persentase rumah tangga tanpa akses terhadap air bersih pada suatu wilayah yang menggunakan sumber utama air untuk minum yang berasal dari sumber tak terlindung, mata air tak terlindung, air permukaan, air hujan, dan lainnya dengan memperhatikan jarak kurang dari sepuluh meter ke jamban [10].

4. Angka Harapan Hidup

Perkiraan lama hidup rata-rata bayi baru lahir dengan asumsi tidak ada perubahan pola mortalitas sepanjang hidupnya. Angka harapan hidup merupakan salah satu dampak dari status kesehatan di suatu wilayah. Meningkatnya angka harapan hidup menandakan adanya perbaikan kualitas konsumsi dan kesehatan ibu hamil, status kesehatan secara fisik dan psikis masyarakat pada umumnya, termasuk peningkatan akses dan kualitas pelayanan kesehatan [10].

5. Stunting

Persentase balita dengan tinggi badan yang di bawah standar atau disebut Stunting. Anak di bawah lima tahun yang tinggi badannya kurang dari -2 Standar Deviasi ($-2SD$) dengan indeks tinggi badan menurut umur (TB/U) dari referensi khusus untuk tinggi badan terhadap usia dan jenis kelamin [10]. Selain dari lima variabel penelitian diatas yang merupakan variabel independen, terdapat juga satu variabel dependen dengan skala ordinal dimana 1: sangat rentan; 2: rentan; 3: agak rentan.

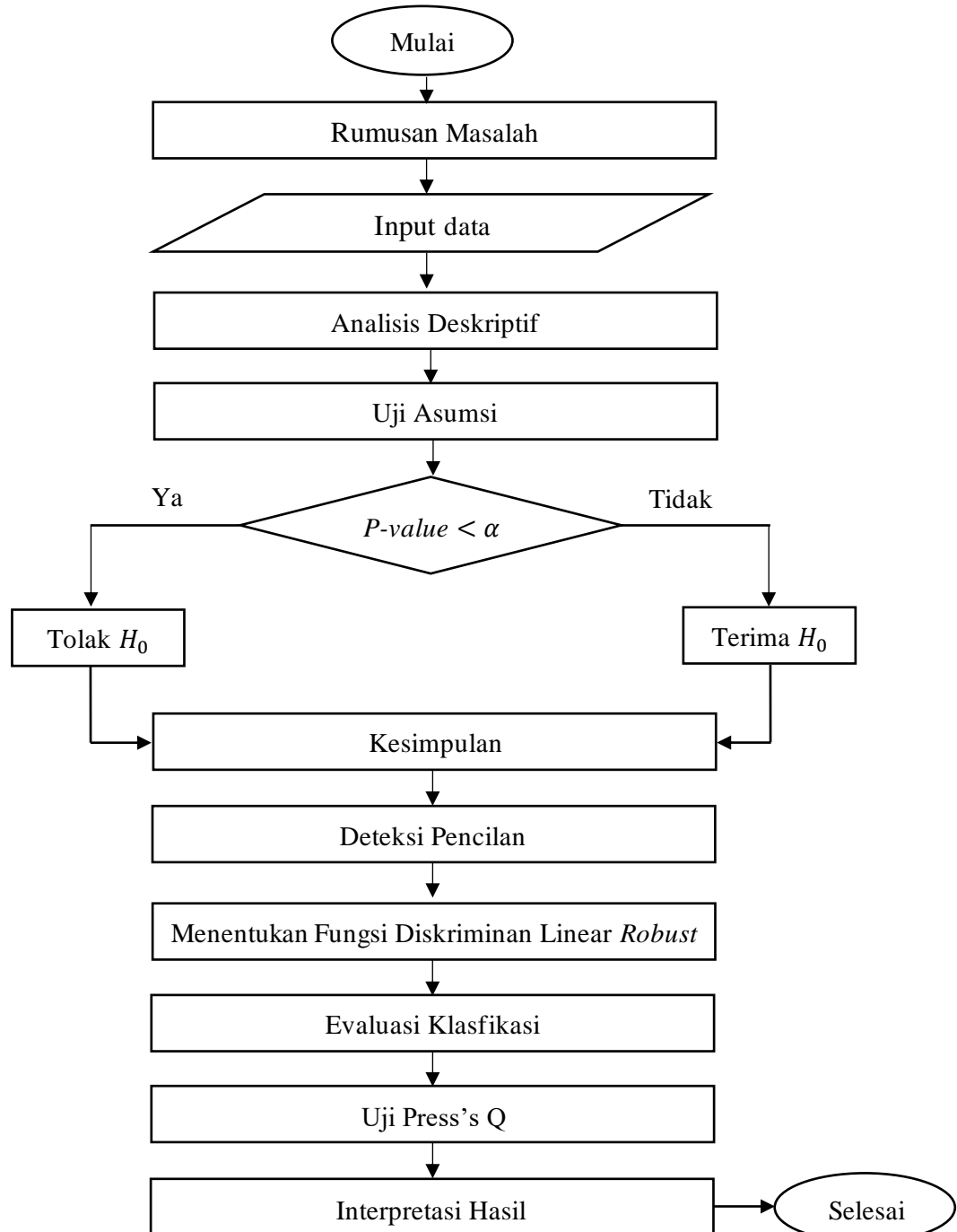
2.3 Tahapan Penelitian

Tahapan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan deskriptif pada data yang digunakan.

2. Periksa dan lakukan pengujian asumsi normal multivariat, kehomogenan varian-kovarian, perbedaan nilai vektor-rata-rata serta deteksi pencilan.
3. Menentukan fungsi diskriminan linear robust.
4. Melakukan evaluasi klasifikasi dan uji Press's Q
5. Interpretasi hasil.

Serta, diagram alir yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.4 Landasan Teori

2.4.1 Indeks Kerentanan Pangan

Ketahanan Pangan merupakan suatu kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup baik dari jumlah maupun kualitasnya. Tingkat Ketahanan Pangan atau Kerentanan Pangan dapat diketahui dari faktor-faktor pendukungnya yang mengacu pada definisi ketahanan atau kerentanan pangan itu sendiri. Sembilan indikator yang merupakan turunan dari tiga aspek ketahanan pangan yaitu Ketersediaan, Keterjangkauan dan Pemanfaatan Pangan. Selanjutnya, untuk mendapatkan wilayah mana yang terkategori memiliki kerentanan pangan atau ketahanan pangan dapat dilakukan dengan cara metode pembobotan pada tiap indikator yang bertujuan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif indikator terhadap masing-masing aspek ketahanan pangan. Setelah melakukan metode pembobotan setiap indikator maka selanjutnya lakukan standarisasi nilai indikator dengan menggunakan *z-score* dan *distance to scale* (0-100). Selanjutnya, setelah diperoleh nilai indikator yang telah distandarisasi, maka nilai Indeks Kerentanan Pangan dapat dihitung dengan cara menjumlahkan hasil perkalian antara masing-masing nilai indikator yang telah distandarisasi dengan bobot indikator menggunakan rumus sebagai berikut [1]:

$$Y(j) = \sum_{i=1}^9 a_i x_{ij} \quad (1)$$

dengan $Y(j)$ merupakan Indeks Kerentanan Pangan kabupaten/kota ke- j , a_i merupakan bobot masing-masing indikator ke- i dan x_{ij} merupakan nilai standarisasi masing-masing indikator ke- i pada kabupaten/kota ke- j dimana $i = 1, 2, \dots, 9$ dan $j = 1, \dots, 416; 1, \dots, 98$ yang berarti terdapat 416 kabupaten dan 98 kota. Jika wilayah yang memiliki nilai IKP paling kecil berarti wilayah tersebut memiliki ketahanan pangan dan sebaliknya jika nilai IKP paling besar maka menunjukkan wilayah memiliki kerentanan pangan. Pada penelitian ini, dikarenakan memiliki fokus pada kerentanan pangan maka langkah selanjutnya yaitu mengelompokkan wilayah ke dalam 3 kelompok (Sangat Rentan, Rentan dan Agak Rentan) dengan nilai IKP yang dihasilkan pada masing-masing wilayah berdasarkan *cut off point* IKP. *Cut off point* IKP yang merupakan hasil penjumlahan dari masing-masing perkalian antara bobot indikator individu dengan *cut off point* indikator individu yang merupakan hasil dari standarisasi *z-score* dan *distance to scale* dengan rentang 0 sampai 100. Maka, diperoleh 68 kabupaten/kota yang terindikasi memiliki kerentanan pangan dari kategori Sangat Rentan, Rentan dan Agak Rentan.

2.4.2 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah bagian statistika mengenai pengumpulan data, penyajian, penentuan nilai-nilai statistika, pembuatan diagram atau gambar mengenai sesuatu hal, dimana data yang disajikan dalam bentuk yang lebih mudah dipahami atau dibaca [12].

2.4.3 Asumsi Analisis Diskriminan

Beberapa asumsi yang harus dipenuhi agar model diskriminan dapat digunakan yaitu *multivariate normality* atau variabel independen memenuhi distribusi normal, matriks varian-kovarian antara dua atau lebih populasi itu homogen, perbedaan nilai vektor rata-rata, serta tidak ada data yang sangat ekstrim (*outlier*) pada variabel bebas [13].

1. Normal Multivariat

Data yang baik adalah data yang mempunyai pola distribusi normal, yakni distribusi data tersebut tidak menceng ke kiri atau menceng ke kanan [13]. Pengujian distribusi normal multivariat dapat dilakukan dengan uji Shapiro-Wilk dan menggunakan hipotesis sebagai berikut [14]:

H_0 : Data berdistribusi normal multivariat

H_1 : Data tidak berdistribusi normal multivariat

untuk uji statistik Shapiro-Wilk dirumuskan sebagai berikut [15]:

$$SW = \frac{[\sum_{i=1}^k a_i (x_{(n-i+1)} - x_{(i)})]^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

dengan kriteria penolakannya yakni jika nilai $p_{value} \leq \alpha$ maka H_0 gagal diterima.

2. Kehomogenan Varian-Kovarian

Analisis diskriminan linier mengasumsikan bahwa matriks varian kovarian dari dua kelompok adalah sama. Pelanggaran pada asumsi ini akan mempengaruhi pengujian signifikansi dan hasil klasifikasi. Pemeriksaan kesamaan matriks varians-kovarians antara dua populasi atau lebih dilakukan dengan uji *Box's M* yang dirumuskan sebagai berikut [7]:

$$C = (1 - u)M \quad (3)$$

dengan,

$$u = \left[\sum_{i=1}^l \frac{1}{(n_i - 1)} - \frac{1}{\sum_{i=1}^l (n_i - 1)} \right] \left[\frac{2p^2 - 2p - 1}{6(p + 1)(l - 1)} \right] \quad (4)$$

$$M = (\sum_{i=1}^l (n_i - 1) \ln |\mathbf{S}_{pooled}| - \sum_{i=1}^l [(n_i - 1) \ln |\mathbf{S}_i|]) \quad (5)$$

serta untuk uji hipotesis nya:

$H_0: \Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma_3 = \Sigma$ (matriks varian-kovarian bersifat multivariat homoskedastisitas)

$H_1: \Sigma_i \neq \Sigma_j$, dimana $i = 1, 2, \dots, g; j = 1, 2, \dots, g; i \neq j$ (minimal ada satu matriks varian-kovarian tidak bersifat multivariat homoskedastisitas)

dengan kriteria penolakannya yakni jika nilai $p_{value} \leq \alpha$ maka H_0 gagal diterima

3. Perbedaan Nilai Vektor Rata-Rata

Pengujian terhadap nilai vektor rata-rata bertujuan untuk melihat apakah terdapat perbedaan antar kelompok yang terbentuk dari setiap variabel independen. Pengujian terhadap vektor nilai rata-rata antar kelompok dilakukan dengan hipotesis:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$

H_1 : sedikitnya ada dua kelompok yang berbeda $\mu_g \neq \mu_q$

serta untuk statistik uji menggunakan uji *Wilks-Lambda* yang dapat ditulis sebagai berikut [16]:

$$\Lambda^* = \frac{|W|}{|W + B|} = \frac{|\sum_{g=1}^k \sum_{i=1}^{n_g} (x_{gi} - \bar{x}_g)(x_{gi} - \bar{x}_g)^t|}{|\sum_{g=1}^k \sum_{i=1}^{n_g} (x_{gi} - \bar{x})(x_{gi} - \bar{x})^t|} \quad (6)$$

dengan apabila $\Lambda^* \leq \chi_{\alpha, p(k-1)}^2$, maka H_0 diterima, sebaliknya $\Lambda^* > \chi_{\alpha, p(k-1)}^2$ maka H_0 ditolak.

4. Deteksi Pencilan

Pencilan umumnya dianggap sebagai titik data yang signifikan berbeda dari titik data lain atau yang tidak sesuai dengan pola normal yang diharapkan dari data tersebut [17]. Untuk mendeteksi pencilan dapat menggunakan jarak *robust* dimana jarak ini memiliki kemampuan yang lebih baik daripada jarak mahalalanobis [9].

2.4.4 Analisis Diskriminan Linear *Robust*

Analisis diskriminan linear *robust* digunakan apabila terdapat pengamatan yang terindikasi adanya pencilan (*outlier*). Dalam pembentukan fungsi skor diskriminan linear, apabila terdapat pengamatan yang merupakan pencilan (*outlier*) maka akan sangat berdampak besar pada pembentukan fungsi tersebut. Hal itu dikarenakan matriks sampel rata-rata dan sampel kovarians sangat sensitif terhadap adanya pengamatan yang merupakan pencilan (*outlier*). Untuk mengatasi masalah tersebut maka penduga *Minimum Covariance Determinant* (MCD) merupakan solusi yang baik untuk menduga matriks kovarian [9].

2.4.5 Penduga *Minimum Covariance Determinant* (MCD)

Minimum Covariance Determinant merupakan salah satu penduga *robust*, dimana penduga MCD ini merupakan pasangan (\bar{x}, S) dengan \bar{x} adalah vektor rata-rata dan S adalah matriks kovariansi yang meminimumkan nilai determinan S pada subsampel yang berisikan tepat sebanyak h anggota dari n pengamatan, dimana nilai standar dari $h = [(n + p + 1)/2]$. Penduga MCD ini dapat dengan cepat dihitung dan ditemukan apabila dalam populasi terdapat jumlah pengamatan yang tergolong kecil. Namun, jika jumlah pengamatan yang tergolong besar maka akan banyak sekali kombinasi subsampel dari X yang harus ditemukan dan perhitungan pun akan cukup memakan waktu [9].

2.4.6 Fungsi Skor Diskriminan Linear *Robust*

Fungsi skor diskriminan linier dapat dibentuk jika matriks varians-kovarians antar kelompok adalah sama [18]. Suatu pengamatan dapat diklasifikasikan ke dalam kelompok tertentu dengan cara menghitung skor diskriminan linear *robust*. Fungsi skor diskriminan linear *robust* dengan menggunakan penduga *minimum covariance determinant* (MCD) adalah sebagai berikut [7]:

$$\hat{d}_k(x) = \bar{x}_{MCDk}^T S_{gabMCDk}^{-1} x - \frac{1}{2} \bar{x}_{MCDk}^T S_{gabMCDk}^{-1} \bar{x}_{MCDk} + \ln P_k, k = 1, 2, \dots, g \quad (7)$$

Fungsi tersebut digunakan untuk mengklasifikasikan suatu pengamatan ke dalam kelompok ke- k jika skor diskriminan linear sebagai berikut:

$$\hat{d}_k(x) = \max \{ \hat{d}_1(x), \hat{d}_2(x), \dots, \hat{d}_g(x) \} \quad (8)$$

Penduga \bar{x}_k serta S_{gab} bersifat tidak *robust* terhadap adanya data pencilan, oleh sebab itu diperlukan suatu pendugaan yang bersifat *robust* terhadap adanya data pencilan tersebut. Maka, penduga MCD merupakan solusi yang baik untuk menangani pendugaan terhadap adanya data pencilan.

2.4.7 Evaluasi Ketepatan Klasifikasi

1. *Apparent Error Rate* (APER)

Ketepatan klasifikasi dari fungsi diskriminan linear *robust* dapat dihitung dengan perhitungan APER. APER (*Apparent Error Rate*) atau yang disebut laju error merupakan ukuran evaluasi yang digunakan untuk melihat peluang kesalahan klasifikasi yang

dihasilkan oleh suatu fungsi klasifikasi. Menurut [7] nilai APER (*Apparent Error Rate*) ialah banyaknya persentase yang salah dalam pengklasifikasiannya oleh fungsi klasifikasi.

Dalam analisis diskriminan, nilai akurasi hasil klasifikasi dapat dihitung dengan menggunakan *confusion matrix*. *Confusion matrix* digunakan untuk melakukan analisis seberapa baik classifier dalam mengenali data dari kelas yang berbeda. Tabel *confusion matrix* dapat dilihat pada tabel 1 berikut [19]:

Tabel 1 *Confusion Matrix*

Aktual	Prediksi	
	Positif	Negatif
Positif	<i>True Positive (TP)</i>	<i>False Positive (FP)</i>
Negatif	<i>False Negative (FN)</i>	<i>True Negative (TN)</i>

dengan nilai akurasi dapat diperoleh melalui rumus yaitu,

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \quad (9)$$

atau dapat menggunakan rumus untuk memperoleh nilai APER yakni,

$$APER = \frac{FP + FN}{TP + FP + FN + TN} \quad (10)$$

$$Akurasi = 1 - APER$$

Semakin kecil nilai APER maka hasil pengklasifikasian semakin baik.

2. Uji Press's Q

Press's Q adalah uji statistik untuk kekuatan diskriminatif dari matriks klasifikasi. Ukuran sederhana ini membandingkan jumlah klasifikasi yang benar dengan ukuran sampel total dan jumlah kelompok. Nilai yang dihitung kemudian dibandingkan dengan nilai χ^2 . jika melebihi nilai kritis ini, maka matriks klasifikasi dapat dianggap baik secara statistik. Statistik Q dihitung dengan rumus berikut [20]:

$$Press's Q = \frac{[N - (nK)]^2}{N(K - 1)} \quad (11)$$

dengan kriteria Jika $Press's Q > \chi^2_{\alpha; k-1}$ maka analisis diskriminan stabil.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif merupakan langkah awal dalam penelitian yang bertujuan untuk memberikan gambaran atau karakteristik yang dimiliki dari tiap variabel. Untuk analisis deskriptif dibagi menjadi tiga kelompok (sangat rentan, rentan dan agak rentan) yakni sebagai berikut.

Tabel 2 Deskriptif Data pada Kelompok Sangat Rentan

Variabel	Mean	Skewness	Kurtosis
Kemiskinan	33.60	-0.78	0.37
Pengeluaran Pangan	58.23	-0.33	-1.34
Tanpa Air Bersih	83.01	-0.77	-0.84
Angka Harapan Hidup	63.58	-0.70	-0.96
Stunting	21.17	-0.68	0.37

Pada kelompok sangat rentan terdapat sebanyak 21 pengamatan, diperoleh hasil deskriptif yaitu untuk semua variabel independen memiliki nilai skewness negatif yang

berarti data pada tiap independen berdistribusi cenderung miring ke kiri. Selanjutnya, diperoleh juga pada X_2, X_3 dan X_4 memiliki nilai kurtosis negatif yang berarti sebagian besar data pada independen menyebar dari rata-rata sedangkan pada X_1 dan X_5 merupakan sebaliknya. Serta memperoleh nilai rata-rata yang paling tinggi yaitu pada variabel X_3 (Tanpa Akses Air Bersih) yang berarti pada kelompok sangat rentan memiliki indikator yang sangat berpengaruh yaitu Tanpa Akses Air Bersih.

Tabel 3 Deskriptif Data pada Kelompok Rentan

Variabel	Mean	Skewness	Kurtosis
Kemiskinan	18.28	0.03	-0.79
Pengeluaran Pangan	25.16	0.23	-0.34
Tanpa Air Bersih	51.95	0.19	-1.11
Angka Harapan Hidup	66.27	0.10	-1.17
Stunting	22.96	0.88	0.39

Pada kelompok rentan terdapat sebanyak 18 pengamatan, diperoleh hasil deskriptif yaitu untuk semua variabel independen memiliki nilai skewness positif yang berarti data pada tiap independen berdistribusi cenderung miring ke kanan. Selanjutnya, diperoleh juga pada X_1, X_2, X_3 dan X_4 memiliki nilai kurtosis negatif yang berarti sebagian besar data pada independen menyebar dari rata-rata sedangkan pada X_5 merupakan sebaliknya. Serta memperoleh nilai rata-rata yang paling tinggi yaitu pada variabel X_4 (Angka Harapan Hidup) yang berarti pada kelompok rentan memiliki indikator yang sangat berpengaruh yaitu Angka Harapan Hidup.

Tabel 4 Deskriptif Data pada Kelompok Agak Rentan

Variabel	Mean	Skewness	Kurtosis
Kemiskinan	11.16	1.39	1.19
Pengeluaran Pangan	27.12	1.53	2.68
Tanpa Air Bersih	33.14	0.37	-0.35
Angka Harapan Hidup	68.32	-0.51	-0.79
Stunting	21.34	-0.62	-0.62

Pada kelompok agak rentan terdapat sebanyak 29 pengamatan, diperoleh hasil deskriptif yaitu untuk variabel X_1, X_2 dan X_3 memiliki nilai skewness positif yang berarti data pada tiap independen berdistribusi cenderung miring ke kanan sedangkan pada variabel X_4 dan X_5 berdistribusi sebaliknya. Selanjutnya, diperoleh juga pada X_3, X_4 dan X_5 memiliki nilai kurtosis negatif yang berarti sebagian besar data pada independen menyebar dari rata-rata sedangkan pada X_1, X_2 merupakan sebaliknya. Serta memperoleh nilai rata-rata yang paling tinggi yaitu pada variabel X_4 (Angka Harapan Hidup) yang berarti pada kelompok agak rentan memiliki indikator yang sangat berpengaruh yaitu Angka Harapan Hidup. Berdasarkan analisis deskriptif pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4 maka dapat diketahui untuk kategori sangat rentan dipengaruhi paling besar dari variabel Tanpa Akses Air Bersih. Kategori rentan dan agak rentan, keduanya sama-sama dipengaruhi paling besar oleh variabel Angka Harapan Hidup. Sehingga, masyarakat Indonesia pada kategori sangat rentan masih mengalami kekurangan air bersih sedangkan di kategori rentan dan agak rentan untuk angka harapan hidup sudah membaik.

3.2. Pengujian Asumsi Analisis Diskriminan

Asumsi pada analisis diskriminan yaitu ada normal multivariat, homogenitas varian-kovarian, beda nilai vektor rata-rata, tidak ada pencilan serta tidak ada multikolinieritas.

1. Normal Multivariat

Pada variabel yang digunakan untuk mengklasifikasikan pengamatan atau memeriksa perbedaan kelompok diasumsikan muncul dari populasi normal multivariat [9]. Berikut pengujian asumsi normal multivariat beserta pengujian hipotesisnya yakni:

Tabel 5 Pengujian Asumsi Normal Multivariat

<i>Test</i>	<i>W</i>	<i>p_{value}</i>
<i>Shapiro-Wilk</i>	0.95845	0.02344

berdasarkan hasil dari Tabel 5 yaitu hasil pengujian asumsi normal multivariat dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0.01$), maka diperoleh nilai $p_{value} = 0.02344 > \alpha = 0.01$. Sehingga, H_0 gagal ditolak. Artinya pada taraf signifikansi ($\alpha = 0.01$) dapat dipercaya dengan tingkat kepercayaan sebesar 99% bahwa data penelitian ini menyebar secara normal multivariat.

2. Homogenitas Varian-Kovarian

Untuk menggunakan analisis diskriminan linear maka asumsi ini jangan dilanggar. Namun, jika asumsi kesamaan matriks varian kovarian terlanggar, maka dapat digunakan fungsi diskriminan kuadratik untuk klasifikasi. Berikut pengujian asumsi Homogenitas beserta pengujian hipotesisnya yakni:

Tabel 6 Pengujian Asumsi Homogenitas Varian-Kovarian

<i>Chi-Sq</i>	<i>Df</i>	<i>p_{value}</i>
49.147	30	0.01518

berdasarkan hasil dari Tabel 6 yaitu hasil pengujian asumsi homogenitas varian-kovarian dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0.01$), maka diperoleh nilai $p_{value} = 0.01518 > \alpha = 0.01$. Sehingga, H_0 gagal ditolak. Artinya pada taraf signifikansi ($\alpha = 0.01$) dapat dipercaya dengan tingkat kepercayaan sebesar 99% bahwa data penelitian ini untuk matriks varian-kovarian nya bersifat multivariat homoskedastisitas.

3. Perbedaan Nilai Vektor Rata-Rata

Asumsi ini bertujuan untuk melihat apakah terdapat perbedaan antar kelompok yang terbentuk dari setiap variabel independen. Berikut pengujian asumsi beserta hipotesisnya yakni:

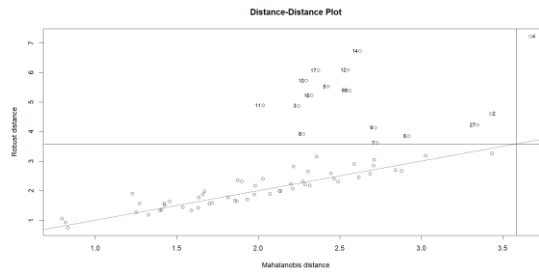
Tabel 7 Pengujian Asumsi Perbedaan Nilai Vektor Rata-Rata

<i>Wilks</i>	<i>Approx F</i>	<i>num Df</i>	<i>den Df</i>	<i>Pr(>F)</i>
0.18209	16.39	10	122	$< 2.2e - 16$

berdasarkan hasil dari Tabel 7 yaitu hasil pengujian asumsi perbedaan nilai vektor rata-rata dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0.01$), maka diperoleh nilai $p_{value} = 2.2e - 16 < \alpha = 0.01$. Sehingga, H_0 gagal diterima. Artinya pada taraf signifikansi ($\alpha = 0.01$) dapat dipercaya dengan tingkat kepercayaan sebesar 99% bahwa terdapat perbedaan antar kelompok yang terbentuk secara signifikan dari setiap variabel independen.

4. Deteksi Pencilan

Keberadaan pencilan ini cukup mengganggu dan menjadi tidak *robust* dalam performa fungsi skor diskriminan. Untuk pendeteksian pencilan ini menggunakan *Robust Mahalanobis Distance* dan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Pendeteksian Pencilan dengan *Robust Mahalanobis Distance*

berdasarkan Gambar 1, maka dapat diketahui pencilan yang terdapat pada data berjumlah 16 pengamatan yang terindikasi merupakan pencilan. Data pencilan tersebut antara lain data pada pengamatan ke 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,14,16,17,27,68 dengan nama wilayahnya secara berturut-turut yaitu Puncak Jaya, Paniai, Yahukimo, Tolikara, Boven Digoel, Asmat, Supiori, Mamberamo Raya, Mamberamo Tengah, Yalimo, Lanny Jaya, Puncak, Intan Jaya, Deiyai, Banggai Laut serta Pegunungan Bintang. Selanjutnya, agar fungsi diskriminan tetap dapat melakukan klasifikasi dengan baik, maka diperlukan penduga dari μ dan Σ dengan penduga yang *robust* seperti penduga *Minimum Covariance Determinant*.

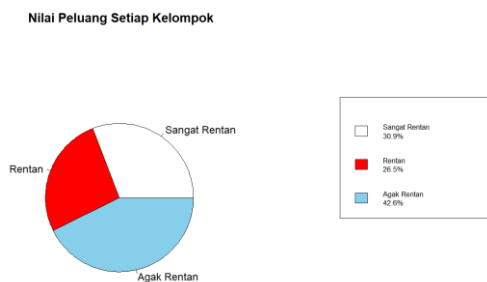
3.3. Analisis Diskriminan Linear *Robust*

Berdasarkan hasil analisis diskriminan linear *robust* dengan bantuan *software R* 4.3.0 maka diperoleh nilai peluang dari masing-masing kelompok yang telah terkategori menjadi tiga kelompok dengan *cut off point* IKP, vektor rata-rata serta matriks varian-kovarian yang dapat direpresentasikan sebagai berikut:

Tabel 8 Peluang Setiap Kelompok

Kelompok	N	Nilai Peluang
Sangat Rentan	21	0.3088235
Rentan	18	0.2647059
Agak Rentan	29	0.4264706

atau dapat dilihat pada tampilan *pie chart* di bawah ini:



Gambar 3. *Pie Chart* pada Nilai Peluang Setiap Kelompok

Vektor rata-rata untuk setiap kelompok yakni:

$$\bar{x}_{MCD_1} = \begin{bmatrix} 34.014 \\ 58.875 \\ 83.078 \\ 64.323 \\ 23.533 \end{bmatrix} \quad \bar{x}_{MCD_2} = \begin{bmatrix} 17.254 \\ 29.627 \\ 51.837 \\ 66.280 \\ 22.475 \end{bmatrix} \quad \bar{x}_{MCD_3} = \begin{bmatrix} 7.983 \\ 25.265 \\ 31.742 \\ 69.019 \\ 21.971 \end{bmatrix}$$

Matriks varian-kovarian gabungan

$$S_{gabMCD} = \begin{bmatrix} 16.146 & 19.667 & 5.349 & 4.663 & 2.784 \\ 19.667 & 321.584 & 144.461 & 5.450 & -1.665 \\ 5.349 & 144.460 & 238.136 & 4.437 & -8.135 \\ 4.663 & 5.450 & 4.437 & 7.634 & 5.484 \\ 2.784 & -1.665 & -8.135 & 5.484 & 25.823 \end{bmatrix}$$

dari ketiga nilai yang diperoleh ini yaitu nilai peluang setiap kelompok, vektor rata-rata dan juga nilai matriks varian-kovarian tersebut digunakan untuk membentuk fungsi diskriminan linear *robust* dengan persamaan (6). Untuk melihat bagaimana fungsi skor diskriminan *robust* diperoleh, maka akan mencoba dengan menggunakan salah satu objek pengamatan. Berikut perhitungan dengan salah satu objek pengamatan untuk menentukan kelompok dari fungsi diskriminan linear *robust*:

Misalkan pada pengamatan ke-15 dari 68 pengamatan yang digunakan pada penelitian ini, yang dikategorikan sangat rentan dengan nilai kemiskinan sebesar 29.48, nilai pengeluaran pangan sebesar 10.79, nilai tanpa akses air bersih sebesar 76.03, nilai angka harapan hidup sebesar 66.13 serta nilai *stunting* sebesar 18.4, maka fungsi skor RLDA (*Robust Linier Discriminant Analysis*) adalah sebagai berikut:

1. Fungsi Skor RLDA untuk Kelompok Sangat Rentan

$$\begin{aligned} \hat{d}_1(x) &= \bar{x}_{MCD_1}^T S_{gabMCD}^{-1} x - \frac{1}{2} \bar{x}_{MCD_1}^T S_{gabMCD}^{-1} \bar{x}_{MCD_1} + \ln P_1 \\ &= [34.014 \ 58.875 \ 83.078 \ 64.323 \ 23.533] \begin{bmatrix} 16.146 & 19.667 & 5.349 & 4.663 & 2.784 \\ 19.667 & 321.584 & 144.461 & 5.450 & -1.665 \\ 5.349 & 144.460 & 238.136 & 4.437 & -8.135 \\ 4.663 & 5.450 & 4.437 & 7.634 & 5.484 \\ 2.784 & -1.665 & -8.135 & 5.484 & 25.823 \end{bmatrix} - \\ &\begin{bmatrix} 29.48 \\ 10.79 \\ 76.03 \\ 66.13 \\ 18.40 \end{bmatrix} \frac{1}{2} [34.014 \ 58.875 \ 83.078 \ 64.323 \ 23.533] \\ &\begin{bmatrix} 16.146 & 19.667 & 5.349 & 4.663 & 2.784 \\ 19.667 & 321.584 & 144.461 & 5.450 & -1.665 \\ 5.349 & 144.460 & 238.136 & 4.437 & -8.135 \\ 4.663 & 5.450 & 4.437 & 7.634 & 5.484 \\ 2.784 & -1.665 & -8.135 & 5.484 & 25.823 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 34.014 \\ 58.875 \\ 83.078 \\ 64.323 \\ 23.533 \end{bmatrix} + \ln 0.3088235 \\ \hat{d}_1(x) &= 309.5823 \end{aligned}$$

2. Fungsi Skor RLDA untuk Kelompok Rentan

$$\begin{aligned} \hat{d}_2(x) &= \bar{x}_{MCD_2}^T S_{gabMCD}^{-1} x - \frac{1}{2} \bar{x}_{MCD_2}^T S_{gabMCD}^{-1} \bar{x}_{MCD_2} + \ln P_2 \\ &= [17.254 \ 29.627 \ 51.837 \ 66.280 \ 22.475] \begin{bmatrix} 16.146 & 19.667 & 5.349 & 4.663 & 2.784 \\ 19.667 & 321.584 & 144.461 & 5.450 & -1.665 \\ 5.349 & 144.460 & 238.136 & 4.437 & -8.135 \\ 4.663 & 5.450 & 4.437 & 7.634 & 5.484 \\ 2.784 & -1.665 & -8.135 & 5.484 & 25.823 \end{bmatrix} - \\ &\begin{bmatrix} 29.48 \\ 10.79 \\ 76.03 \\ 66.13 \\ 18.40 \end{bmatrix} \frac{1}{2} [17.254 \ 29.627 \ 51.837 \ 66.280 \ 22.475] \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} 16.146 & 19.667 & 5.349 & 4.663 & 2.784 \\ 19.667 & 321.584 & 144.461 & 5.450 & -1.665 \\ 5.349 & 144.460 & 238.136 & 4.437 & -8.135 \\ 4.663 & 5.450 & 4.437 & 7.634 & 5.484 \\ 2.784 & -1.665 & -8.135 & 5.484 & 25.823 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 17.254 \\ 29.627 \\ 51.837 \\ 66.280 \\ 22.475 \end{bmatrix} + \ln 0.2647059$$

$$\hat{d}_2(x) = 303.5384$$

3. Fungsi Skor RLDA untuk Kelompok Agak Rentan

$$\hat{d}_3(x) = \bar{x}_{MCD_3}^T S_{gabMCD}^{-1} x - \frac{1}{2} \bar{x}_{MCD_3}^T S_{gabMCD}^{-1} \bar{x}_{MCD_3} + \ln P_3$$

$$= [7.983 \ 25.265 \ 31.742 \ 69.019 \ 21.971] \begin{bmatrix} 16.146 & 19.667 & 5.349 & 4.663 & 2.784 \\ 19.667 & 321.584 & 144.461 & 5.450 & -1.665 \\ 5.349 & 144.460 & 238.136 & 4.437 & -8.135 \\ 4.663 & 5.450 & 4.437 & 7.634 & 5.484 \\ 2.784 & -1.665 & -8.135 & 5.484 & 25.823 \end{bmatrix} -$$

$$\begin{bmatrix} 29.48 \\ 10.79 \\ 76.03 \\ 66.13 \\ 18.40 \end{bmatrix} \frac{1}{2} [7.983 \ 25.265 \ 31.742 \ 69.019 \ 21.971]$$

$$\begin{bmatrix} 16.146 & 19.667 & 5.349 & 4.663 & 2.784 \\ 19.667 & 321.584 & 144.461 & 5.450 & -1.665 \\ 5.349 & 144.460 & 238.136 & 4.437 & -8.135 \\ 4.663 & 5.450 & 4.437 & 7.634 & 5.484 \\ 2.784 & -1.665 & -8.135 & 5.484 & 25.823 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7.983 \\ 25.265 \\ 31.742 \\ 69.019 \\ 21.971 \end{bmatrix} + \ln 0.4264706$$

$$\hat{d}_3(x) = 281.4030$$

Setelah diperoleh hasil berupa fungsi skor RLDA pada tiap kelompok, maka selanjutnya ke tahapan menentukan klasifikasi untuk suatu objek memasuki kelompok mana dengan kriteria dari persamaan (7) dan untuk hasilnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{d}_k(x) &= \max \{ \hat{d}_1(x), \hat{d}_2(x), \hat{d}_3(x) \} \\ &= \max \{ (309.5823), (303.5384), \hat{d}_3(281.4030) \} \\ &= 309.5823 \text{ atau } \hat{d}_1(x) \end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan hasil dari $\hat{d}_1(x)$, $\hat{d}_2(x)$ dan $\hat{d}_3(x)$ serta diambil hasil yang paling maksimum yakni $\hat{d}_1(x)$, maka diperoleh untuk pengamatan ke-15 diklasifikasi masuk ke dalam kelompok Sangat Rentan. Sehingga, untuk hasil prediksi dan hasil aktual nya dapat dikatakan tepat. Untuk hasil klasifikasi pengamatan lainnya dengan total pengamatan sebanyak 68 pengamatan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Klasifikasi dengan Fungsi Skor RLDA

Kelompok	Prediksi			Total
	Sangat Rentan	Rentan	Agak Rentan	
Sangat Rentan	20	1	0	21
Rentan	2	14	2	18
Agak Rentan	2	3	24	29
Total	24	18	26	68

Berdasarkan Tabel 9 diperoleh hasil klasifikasi yang telah ditabulasikan, dapat diketahui bahwa untuk kelompok sangat rentan sebanyak 20 pengamatan yang tepat diklasifikasi, begitu juga untuk kelompok rentan sebanyak 14 pengamatan serta pada kelompok agak rentan sebanyak 24 pengamatan. Untuk mengetahui nilai APER maka dapat

menggunakan persamaan (9) dan diperoleh nilai APER sebesar 0.1471 atau sebesar 14.71% dengan nilai akurasi sebesar 0.8529 atau sebesar 85.29%. Dari perolehan nilai APER serta nilai akurasi maka dapat dikatakan bahwa ketepatan klasifikasi dengan fungsi diskriminan *robust* sudah cukup baik. Jadi, dengan lima indikator ini dapat dikatakan signifikan terhadap kerentanan pangan yang terjadi di Indonesia dengan harapan kedepannya dapat menjadi sebuah evaluasi dalam mendukung kebijakan-kebijakan yang dapat menurunkan kerentanan pada wilayah kabupaten/kota di Indonesia.

Selanjutnya, untuk menilai kekuatan diskriminatif dari matriks klasifikasi yang diperoleh maka dapat digunakan uji Press's Q dengan persamaan (10). Maka, diperoleh nilai uji Press's Q sebesar 82.61765. Berdasarkan kriteria yaitu jika nilai *Press's Q* = $82.61765 > \chi^2_{\alpha;2} = 9.21034$ maka fungsi diskriminan yang diperoleh pada penelitian ini dapat dikatakan stabil.

4. Kesimpulan

Kerentanan pangan merupakan salah satu masalah yang terjadi di Indonesia yang menyebabkan banyak dampak pada ekonomi, sosial dan lingkungan. Kerentanan pangan sendiri diukur melalui indikator-indikator seperti kemiskinan, pengeluaran pangan, tanpa akses air bersih, angka harapan hidup serta *stunting* pada tiap wilayah kabupaten/kota. Melalui penelitian ini dengan menggunakan 68 pengamatan serta analisis diskriminan linear *robust*, diperoleh nilai APER sebesar 0.1471 atau nilai akurasi sebesar 0.8529. Dari nilai APER sendiri dapat dikatakan bahwa dengan fungsi diskriminan *robust* mampu mengklasifikasikan wilayah kabupaten/kota di Indonesia dengan tepat sebesar 85.29% dengan proporsi kesalahan klasifikasi nya sebesar 14.71% serta diperoleh nilai uji Press's Q sebesar 82.61765 maka fungsi diskriminan yang diperoleh dapat dikatakan stabil. Untuk mencapai target kedua dalam SDGs pada tahun 2030 nanti, maka terhadap pemerintah disarankan untuk selalu mengevaluasi, melakukan pengendalian serta merealisasikan kebijakan-kebijakan yang dapat menurunkan angka kerentanan pangan pada wilayah kabupaten/kota di Indonesia.

5. Daftar Pustaka

- [1] BPN. (2023). Indeks Ketahanan Pangan tahun 2023. Jakarta: Badan Pangan Nasional.
- [2] LKPKKP. (2021). Laporan Kinerja 2021 Pusat Ketersediaan dan Kerawanan Pangan. Jakarta: Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian
- [3] Kemenkes RI. (2018). Hasil Utama Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- [4] AKP. (2022). Analisis Ketahanan Pangan Tahun 2022. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian 2022.
- [5] R. W. Berliana, N. S. A. D. P. Fathony, A. E. P. Haryanto, and S. P. Wulandari, "Analisis Diskriminan Pada Indikator yang Memengaruhi Indeks Kerentanan Pangan Menurut Kabupaten/Kota di Indonesia Tahun 2022," *Seminar Nasional Official Statistics*, vol. 2023, no. 1, pp. 11–20, 2020, doi: 10.34123/semnasoffstat.v2023i1.1613.
- [6] Nur'eni, Sumi'a, L. Handayani, "Analisis Diskriminan Linear Robust pada Berat Bayi Lahir di RSUD Luwuk," *Jurnal Statistika 19(1)*, pp. 19-27, 2019, doi: 10.29313/jstat.v19i1.4759.
- [7] R. A. Johnson, and D. W. Wichern, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, United States of America: Prentice Hall Inc, 2007.
- [8] Budyanra, "Ketepatan Pengklasifikasian Fungsi Diskriminan Linier *Robust* Dua Kelompok dengan Metode Fast Minimum Covariate Determinant (Fast-MCD)," *Jurnal Statistika UNIMUS 4(2)*, pp. 15-19, 2016.
- [9] P. J. Rousseeuw, and K. V. Driessen, "A Fast Algorithm for the Minimum Covariance Determinant Estimator. *Technometrics*, 46(3), pp. 293-305, 1999.
- [10] PEPPS Bappenas, "Peta Ketahanan Pangan dan Kerentanan Pangan," 2022. [Online]. Available: <https://fsva.badanpangan.go.id/>.

- [11] BPS, “Profil Kemiskinan di Indonesia Tahun 2021” 17 Januari 2022. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2022/01/17/1929/persentase-pendudukmiskineseptember-2021-turun-menjadi-9-71-persen.html>
- [12] P. Subagyo, Statistik Deskriptif, Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta, 2003.
- [13] S. Santoso, Buku Latihan SPSS Statistik Multivariat, Jakarta: apt Elex Media Komputindo
- [14] J. A. Villasenor Alva, and E. G. Estrada, “A Generalization of Shapiro–Wilk’s Test for Multivariate Normality,” *Communications in Statistics-Theory and Methods* 38(11), pp. 1870–1883, 2009, doi: 10.1080/03610920802474465.
- [15] J. P. Marques de Sa, Applied Statistics Using SPSS, STATISTICAL, MATLAB, and R, New York: Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- [16] I. A. M. Supartini, I. K. G. Sukarsa, and I. G. A. M. Srinandi, "Analisis Diskriminan Pada Klasifikasi Di Kabupaten Tabanan Menggunakan Metode K-Fold Cross Validation," *E-Jurnal Matematika* 6(2), pp. 106-115, 2017.
- [17] H. Wang, M. J. Bah, and M. Hammad, "Progress in Outlier Detection Techniques: A Survey," *IEEE Access* 7, pp. 107964-108000, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2932769.
- [18] P. A. Lachenbruch, “Some Unsolved Practical Problems in Discriminant Analysis”. *Institute of Statistics Mimeo Series No. 1050*, 1975.
- [19] N. Isra, S. Annas, and M. K. Aidid, “Pengembangan Paket R untuk Analisis Diskriminan Berbasis *Graphical User Interface Web Interaktif*,” *Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research VARIANSI* 4(3), pp. 128-141, 2022.
- [20] S. E. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tatham, and W. Black, Multivariate Data Analysis. *Fifth Edition*. Boston: Prentice Hall.