



Pemetaan Kabupaten Kota di pulau Jawa Berdasarkan Kemiripan Tingkat Kelaparan, Sampah Makanan, dan Tingkat Kemiskinan

Nadaa Zhafarina¹, Fatimah Azzahrah², Insan Dienuari³, Robert Kurniawan⁴

^{1, 2, 3}Program Studi D-IV Statistika, Politeknik Statistika STIS

⁴Program Studi D-IV Komputasi Statistik, Politeknik Statistika STIS

¹212112237@stis.ac.id

²212112050@stis.ac.id

³212112113@stis.ac.id

⁴robertk@stis.ac.id

Corresponding author email: 212112237@stis.ac.id

Abstract: Indonesia is the 4th country with the highest amount of food waste in the world. Therefore, research was conducted with the aim of mapping districts/cities on the island of Java according to Prevalence of Undernourishment (PoU), food waste and poverty levels. The data used in this research comes from BPS and SIPSN. The method used is grouping with DBSCAN. The grouping results showed the formation of two groups, namely groups with food waste, poverty and low PoU and groups with food waste, poverty, and high PoU. Groups with high levels of food waste and PoU should be of greater concern to the government. The goodness of clustering is assessed with an average silhouette coefficient of 0.4443 which states that the model is good.

Keywords: DBSCAN, Prevalence of Undernourishment, Food Waste, Poverty

Abstrak: Indonesia menempati negara dengan urutan ke-4 dengan jumlah food waste tertinggi di dunia. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan tujuan memetakan kabupaten/kota di Pulau Jawa menurut Prevalensi Ketidacukupan Konsumsi Pangan (PoU), sampah makanan, dan tingkat kemiskinan. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari BPS dan SIPSN. Metode yang digunakan adalah pengelompokan dengan DBSCAN. Hasil pengelompokan menunjukkan terbentuknya dua kelompok, yaitu kelompok dengan sampah makanan, kemiskinan, dan PoU rendah serta kelompok dengan sampah makanan, kemiskinan, dan PoU tinggi. Kelompok dengan sampah makanan dan PoU yang tinggi harus lebih menjadi perhatian pemerintah. Keabakan clustering dinilai dengan average silhouette coefficient sebesar 0,4443 yang menyatakan model baik.

Kata kunci: DBSCAN, Prevalensi Ketidacukupan Konsumsi Pangan, Sampah Makanan, Kemiskinan

I. PENDAHULUAN

Sumber Daya Manusia (SDM) merupakan aset berharga sebuah bangsa. Negara yang memiliki SDM berkualitas lebih mudah untuk membangun bangsanya. Hal ini disebabkan, tingkat kualitas suatu negara juga melibatkan masyarakat yang berperan membangunnya [34]. Terbentuknya berbagai bidang kehidupan yang seimbang, akan memudahkan sebuah negara menjadi negara maju.

Kesehatan menjadi salah satu aspek terbesar dalam hidup manusia [38]. Tidak bisa dipungkiri, kesehatan berpengaruh terhadap kinerja seseorang dalam bekerja. Individu dengan kesehatan yang baik akan lebih bisa produktif daripada individu dengan kesehatan yang buruk. Selain itu, hak dasar setiap manusia adalah memiliki standar kualitas kesehatan yang tinggi [35]. Berdasarkan hal tersebut, kesehatan digunakan untuk melihat tinggi rendahnya kualitas SDM. Kesehatan yang baik harus didukung dengan pemenuhan pangan pada setiap individu. Setiap individu harus memenuhi kebutuhan tubuhnya akan pangan untuk mendukungnya beraktivitas. Tidak adanya pemenuhan pangan menjadi indikator paling buruk sebuah negara terhadap kegagalan pertumbuhan, kematian, dan produktivitas ekonomi [1].

Menurut data dari FAO tahun 2020, sejak tahun 2014, penduduk yang mengalami kekurangan gizi meningkat signifikan. Sebanyak 690 juta orang atau 8,9% dari seluruh penduduk di dunia mengalami kekurangan gizi. Kekurangan gizi dapat terjadi karena kurang terpenuhinya konsumsi pangan individu. *Prevalence of Undernourishment* (PoU) merupakan proporsi penduduk sebuah negara dengan tingkat konsumsi energi makanan atau *Dietary Energy Consumption* (DEC) yang lebih rendah dari kebutuhan energi makanan atau *Dietary Energy Requirements* (DER) [1]. Kurangnya konsumsi pangan berkaitan



erat dengan fenomena kelaparan. Individu yang kurang dalam pemenuhan konsumsi pangannya dapat mengalami kelaparan.

Namun, di tengah banyaknya penduduk dunia yang mengalami ketidakcukupan konsumsi pangan, fenomena pemborosan makanan masih terjadi. Pada tahun 2014-2018 terjadi pembuangan sisa makanan sebesar 34,21 miliar ton [28]. Hal tersebut menunjukkan masih kurangnya kepedulian individu pengaruh sisa makanan terhadap ketidakcukupan konsumsi pangan. Sisa makanan adalah hilangnya makanan yang terjadi di tahap konsumsi, akhir, dan timbulan limbah [4].

Selain itu, untuk memenuhi kebutuhan pangan yang baik, setiap individu harus memiliki penghasilan yang cukup. Tanpa adanya penghasilan yang cukup, maka pemenuhan kebutuhan pangan yang baik, tidak akan bisa terbeli. Namun, tidak semua individu memiliki tingkat kesejahteraan yang baik sehingga tidak bisa memenuhi kebutuhan pangannya. Kemiskinan merupakan ketidakmampuan individu dari segi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar hidupnya baik dari makanan maupun bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran [30]. Kemiskinan adalah kurangnya kesejahteraan fisik dan mental yang disebabkan tidak adanya sumber daya ekonomi dan konsumsi [3]. Kemiskinan menjadi salah satu masalah yang lama dan rumit diselesaikan oleh pemerintah dari seluruh negara di dunia. Bahkan, negara maju pun tidak bisa luput dari masalah kemiskinan.

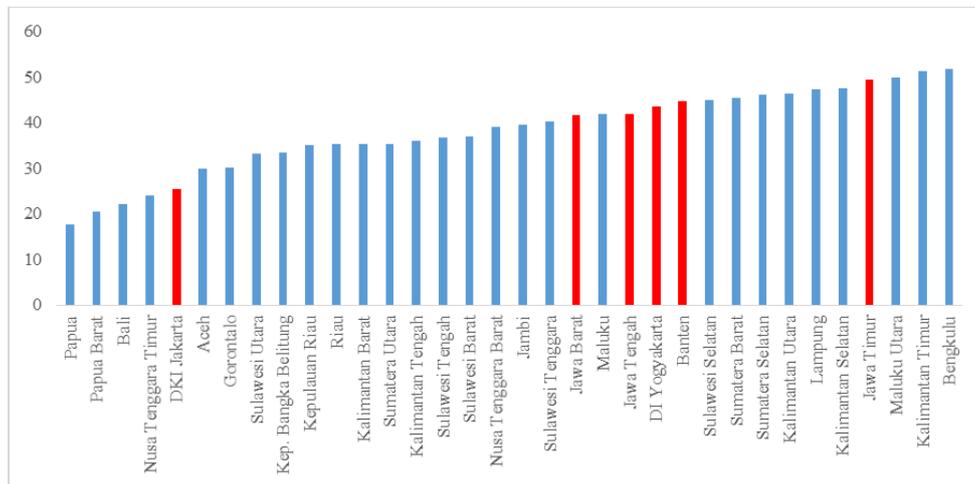
Ketiga permasalahan di atas yaitu kelaparan, sampah makanan, dan kemiskinan tidak sejalan dengan konsep *Sustainable Development Goals* (SDGs). Konsep SDGs pada sidang umum *United Nations* (UN) tahun 2015 mencanangkan agenda pembangunan di tahun 2030, yaitu kepedulian nyata terhadap penduduk, bumi, dan kesejahteraan untuk memperkuat perdamaian dunia serta kebebasan [31]. Kelaparan tidak sejalan dengan tujuan ke-2 SDGs yaitu Tanpa Kelaparan (*Zero Hunger*). Tujuan ke-2 SDGs adalah untuk mengakhiri kelaparan, mencapai ketahanan pangan dan gizi baik, serta menggalakkan pertanian yang berkelanjutan [31]. Salah satu upaya mengatasi kelaparan yaitu memanfaatkan makanan dengan baik, seperti mengurangi sampah makanan. Masih banyaknya sampah makanan juga tidak selaras dengan tujuan SDGs ke-12 yaitu Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab (*Responsible Consumption and Production*). Tujuan ke-12 SDGs ini menjamin pola produksi dan konsumsi yang berkelanjutan [31]. Kemudian, masih adanya kelaparan dan banyaknya sampah makanan tentu mengindikasikan terjadinya kemiskinan di suatu daerah. Kemiskinan tidak sejalan dengan tujuan ke-1 SDGs yaitu Tanpa Kemiskinan (*No Poverty*). Inti dari tujuan ke-1 ini adalah mengentaskan kemiskinan dan segala bentuknya di manapun. Dengan adanya ketiga permasalahan tersebut dapat menghambat suatu bangsa untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Hal ini disebabkan setiap komponen SDGs merupakan komponen yang terintegrasi satu dengan yang lainnya [32].

Di Indonesia permasalahan sampah sisa makanan masih menjadi permasalahan yang belum bisa dituntaskan. Berdasarkan laporan *United Nations Environment Programme* (UNEP) pada tahun 2021, Indonesia berada pada posisi 4 terbesar di dunia dengan total sampah makanan sebesar 20,93 juta ton per tahun. Sementara itu, berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada tahun 2022, sampah makanan merupakan sampah dengan persentase tertinggi sebesar 41,5% dibandingkan sampah kategori lain. Hal ini menunjukkan bahwa masih belum baiknya pengelolaan sampah makanan di Indonesia.

Pulau Jawa merupakan pusat pembangunan perekonomian sejak dahulu sehingga seharusnya Pulau Jawa sudah memiliki sistem pengelolaan sampah makanan yang baik. Namun, pada kenyataannya, berdasarkan grafik pada Gambar 1, dapat diketahui bahwa provinsi-provinsi di Pulau Jawa masih memiliki persentase sampah makanan yang tinggi di Indonesia. Pulau Jawa menempati urutan ke-2 sebagai pulau dengan rata-rata persentase sampah makanan terbesar di Indonesia, selisih 2,2 poin



dengan Pulau Kalimantan pada tahun 2022. Hal tersebut menunjukkan masih belum baiknya pengelolaan sampah makanan di Pulau Jawa. Sementara itu, rata-rata persentase penduduk miskin dan rata-rata persentase kekurangan konsumsi pangan di Pulau Jawa terendah di Indonesia.



Gambar 1. Persentase sampah makanan per provinsi di Indonesia, Tahun 2022

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemetaan kabupaten kota di Pulau Jawa berdasarkan kemiripan sampah makanan serta persentase kelaparan, dan kemiskinan pada tahun 2022. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rujukan atau dasar pertimbangan dan pendukung kepada pengambil keputusan dalam menerapkan kebijakan di wilayah tersebut. Hal tersebut diupayakan dalam usaha mencapai tujuan *SDGs* yaitu menghilangkan kelaparan, mengurangi sampah makanan, dan menghilangkan kemiskinan.

II. METODE PENELITIAN

Tingkat kelaparan, yang diukur dengan *Prevalence of Undernourishment* (PoU) atau Prevalensi Ketidacukupan Konsumsi Pangan, merupakan proporsi dari suatu populasi di satu wilayah dengan nilai *Dietary Energy Consumption* (DEC) lebih rendah daripada *Dietary Energy Requirements* (DER). Artinya, konsumsi makanan sehari-harinya tidak cukup untuk menyediakan energi untuk menjalankan kehidupan yang normal, aktif, dan sehat. Ketidakmampuan untuk mencukupi makanan dalam rangka memenuhi kebutuhan energi minimum harian dalam satu tahun disebut dengan kekurangan gizi, yang oleh FAO didefinisikan sebagai kelaparan.

Penyebab utama kelaparan yang terjadi adalah adanya kemiskinan yang masih belum bisa teratasi. [33] Kemiskinan menjadi penyebab utama kelaparan. Ketidakmampuan individu untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, baik makanan maupun non makanan disebut dengan kemiskinan. Penduduk miskin adalah penduduk yang berada di bawah garis kemiskinan. Garis kemiskinan adalah suatu nilai yang harus dikeluarkan untuk memenuhi kebutuhan hidup, baik makanan maupun non makanan. Penduduk berada di bawah garis kemiskinan jika pendapatannya tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan pokok, misalnya sandang, pangan, papan. Menurut BPS, Penduduk miskin tidak memiliki cukup sumber daya untuk membeli atau memproduksi makanan yang cukup dan layak. Hal tersebut menyebabkan banyaknya penduduk miskin yang mengalami kelaparan.

Food waste atau sampah makanan merupakan penurunan kuantitas pangan yang dihasilkan dari keputusan dan tindakan pengecer, layanan masyarakat, dan konsumen. *Food waste* meliputi kehilangan dan sampah yang terjadi di pasar (dari tradisional hingga supermarket) dan tingkat rumah tangga atau



bisnis konsumen seperti restoran dan katering [12]. Menurut publikasi dari BAPPENAS (2021), mayoritas *food waste* terdiri dari sayur- sayuran, buah-buahan, daging, ikan, telur, dan susu. BAPPENAS juga menyebutkan bahwasanya 61-125 juta orang Indonesia atau setara dengan 29-47% populasi penduduk dapat diberi makan dari kehilangan kandungan gizi dari *food loss and waste* pada tahun 2000-2019. Hal tersebut menunjukkan bahwa sampah makanan berdampak pada kelaparan (*prevalence of undernourishment*), sehingga bisa dikatakan bahwa *food waste* memberikan pengaruh terhadap kelaparan (PoU).

Pocol dkk. [10] melakukan *clustering* dengan variabel sosio demografi, kebiasaan masa kecil, kebiasaan *food waste*, dan informasi umum mengenai *food waste* untuk mengklasifikasikan konsumen menurut persepsi mereka berdasarkan *food waste*. Data dikumpulkan melalui survei *online* dan pengelompokan dilakukan dengan *k-means clustering*. Didapatkan hasil tiga kelompok *cluster*, yaitu kelompok *careless*, *precautious*, dan *ignorant*.

Burchi dkk. [8] membahas mengenai *hidden hunger* (kelaparan tersembunyi) yang merupakan kondisi serius untuk dituntaskan. Penelitian tersebut mengeksplorasi keterkaitan pangan, kesehatan, serta perannya dalam mengatasi kekurangan mikronutrien kronis, yang mempengaruhi lebih dari dua miliar orang di seluruh dunia.

Viyanto dkk.[13] menganalisis *food waste* dan *life cycle assessment*. *Food waste* yang berada di kantin siswa digolongkan menurut karbohidrat, sayur-sayuran, daging, dan lain-lain. Dengan menggunakan *k-means clustering*, dihasilkan 4 cluster, yaitu dominan nabati, dominan karbohidrat, sayuran rendah karbo, dan sayuran tinggi karbo. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa jika porsi makanan bisa diatur lebih baik, maka sisa makanan dan harga pangan bisa ditekan.

Amicarli dkk. [11] meneliti sikap, persepsi, dan pola perilaku terkait dengan *food waste* dalam rangka pengurangan limbah makanan pada konsumsi domestik di wilayah Apulia, Italia. Dengan metode *k-means clustering*, dihasilkan 3 cluster, yaitu memiliki kesadaran tinggi akan lingkungan namun banyak membuang makanan, memiliki sedikit kesadaran akan lingkungan namun membuang sedikit makanan, dan mengerti permasalahan sampah makanan dan mempraktekannya dengan mengurangi pembuangan sampah makanan.

Sedangkan Irani, Z [9] melakukan penelitian mengenai pengelolaan ketahanan pangan melalui *food waste and loss*. Penelitian tersebut mengusulkan cara untuk mengeksplorasi serangkaian faktor organisasi yang berkontribusi terhadap pengelolaan ketahanan pangan melalui pengurangan limbah dan telah mengidentifikasi hubungan sebab akibat antara faktor-faktor organisasi menggunakan teknik FCM. Hasil simulasi yang dihasilkan sudah jelas dalam merepresentasikan bagaimana *food waste* berubah seiring perubahan kebijakan oleh pengambil kebijakan. Faktor-faktor tersebut merupakan elemen kunci yang berkontribusi terhadap *food waste* sehingga dapat menjadi faktor pendukung dalam meningkatkan ketahanan pangan.

Produktivitas sistem pangan berkurang karena *food waste and loss*, yang menyebabkan rendahnya pendapatan petani dan tingginya biaya konsumen pangan. Negara maju harus berfokus pada pengelolaan *food waste*, sedangkan negara berkembang berfokus pada kehilangan pangan dan mempertimbangkan solusi terbaik untuk mengurangi sampah di masa depan. Solusi dalam mengurangi *food waste and loss* dan mengurangi kerawanan pangan mencakup solusi pertanian, kolaborasi yang baik sepanjang rantai makanan “*farm to fork*”, sistem permintaan dan penawaran yang lebih cerdas, pengemasan yang inovatif, menggunakan makanan yang tidak terjual dan tidak dikonsumsi untuk memberi makan hewan atau pembuatan kompos. [14]

Penelitian ini menggunakan data tahun 2022 dengan data *Prevalence of Undernourishment* (PoU) sebagai variabel dependen, kemudian dihubungkan dengan *Food Waste* dan kemiskinan yang didekati dengan jumlah penduduk miskin di pulau Jawa. Data penelitian diambil dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) untuk variabel *Food Waste*, serta Badan Pusat Statistik untuk variabel PoU dan Kemiskinan.

PoU adalah proporsi penduduk di suatu wilayah yang mengkonsumsi pangan lebih rendah dari standar kecukupan energi untuk dapat hidup sehat, aktif dan produktif, yang dinyatakan dalam bentuk persentase. *Food waste* merupakan persentase sampah makanan di suatu wilayah dikelompokkan berdasarkan komposisinya. Kemiskinan adalah persentase penduduk yang berada di bawah garis kemiskinan. Satuan dari PoU, *food waste*, dan kemiskinan adalah persen (%).

Penelitian ini menggunakan *summary statistics* untuk analisis deskriptif untuk mengetahui sebaran data yang digunakan dan metode *Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise* (DBSCAN) untuk memetakan kabupaten/kota di pulau Jawa berdasarkan kemiripan tingkat kelaparan (PoU), sampah makanan (*food waste*), dan kemiskinan.

DBSCAN adalah metode *clustering* yang didesain untuk menemukan cluster dalam data spasial dengan memanfaatkan parameter Epsilon (ϵ) dan MinPoints ($minPts$) [25]. ϵ atau radius ϵ adalah jarak maksimal antar titik yang ditunjukkan dengan lingkaran pada Gambar 2. Sedangkan $minPts$ adalah jumlah minimal titik dalam satu radius ϵ . Berikut adalah algoritma *clustering* menggunakan DBSCAN.

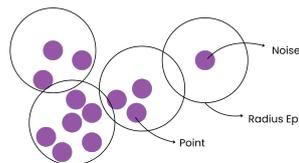
1. Menentukan parameter ϵ dan $minPts$. Kedua parameter ini yang menentukan suatu titik dikategorikan sebagai *core*, *border*, atau *noise*. *core* adalah titik yang memiliki setidaknya $minPts$ dalam radius ϵ , *border* adalah titik yang memiliki lebih sedikit dari $minPts$ dalam radius ϵ tetapi merupakan tetangga dari *core*, dan *noise* adalah titik yang tidak memenuhi kriteria untuk menjadi titik inti atau perbatasan [25,36,37]. Hubungan suatu titik p dan q dapat dituliskan sebagai berikut.

$$(a) p \in N_{\epsilon}(q)$$

$$(b) |N_{\epsilon}(q)| \geq minPts$$

dimana titik *core* harus memenuhi point (a) dan (b), sedangkan titik *border* hanya memenuhi poin (a) saja [25].

2. Membentuk *cluster*. Setiap titik *core* yang terbentuk harus dimasukkan ke dalam *cluster*. Jika terdapat titik-titik *core* yang tidak cocok dimasukkan dalam *cluster* yang sama, buat *cluster* baru dan tambahkan semua titik yang dapat dijangkau dari titik *core* tersebut [36,37].
3. Melakukan iterasi Identifikasi semua titik yang tersisa dan ulangi proses pada point 2 untuk setiap titik. [36,37].



Gambar 2. Parameter DBSCAN

DBSCAN sangat cocok digunakan untuk data yang besar dan kompleks [22], bentuk spasial data berubah-ubah atau *non-convex* [22,26], dan sangat cocok untuk mengidentifikasi *noise* dalam data [26]. Meskipun demikian, DBSCAN juga memiliki beberapa kekurangan, misalnya penentuan parameter ϵ



dan minpts sulit dilakukan [22,23,25], dan jika jarak antar titik dari dua cluster sangat dekat, maka *clustering* menggunakan DBSCAN akan gagal [26].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pekerjaan

Penelitian ini memiliki tahapan pengerjaan sebagai berikut.

1. *Preprocessing Data*

Tahap *Preprocessing data* dilakukan untuk menyeleksi, membersihkan, dan mentransformasi data sehingga dapat dianalisis menggunakan metode DBSCAN. Pada tahap ini dilakukan pengecekan *summary statistics* dari data imputasi *missing values*.

2. *Processing Data*

Pada tahap ini dilakukan *clustering* menggunakan DBSCAN untuk mengetahui pengelompokan daerah di Pulau Jawa berdasarkan data karakteristiknya.

3. *Model Evaluation*

Evaluasi model dilakukan menggunakan perbandingan nilai *Average Silhouette Width*. Nilai tersebut berada dalam rentang -1 hingga 1. Nilai yang mendekati 1 mengindikasikan *cluster* yang baik, titik-titiknya sudah cocok berada di *cluster* tersebut dan tidak cocok di *cluster* tetangganya.

Hasil Pekerjaan

Hasil tahapan pengerjaan adalah sebagai berikut.

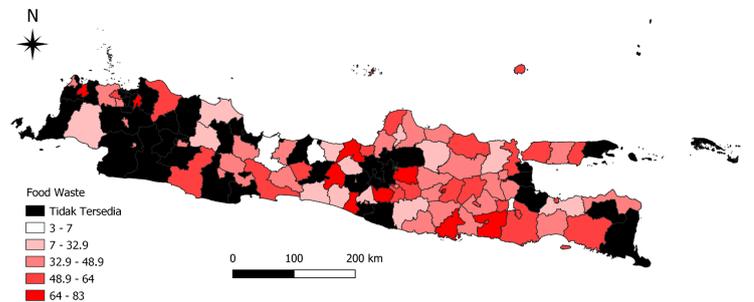
1. *Preprocessing Data*

Pada tahap ini dilakukan analisis awal dilakukan dengan mengidentifikasi *summary statistics* dari variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini yang ditunjukkan pada Tabel 1. Dari tabel tersebut dapat diperhatikan bahwa rentang nilai sampah makanan sangat besar dan memiliki 40 *missing values*.

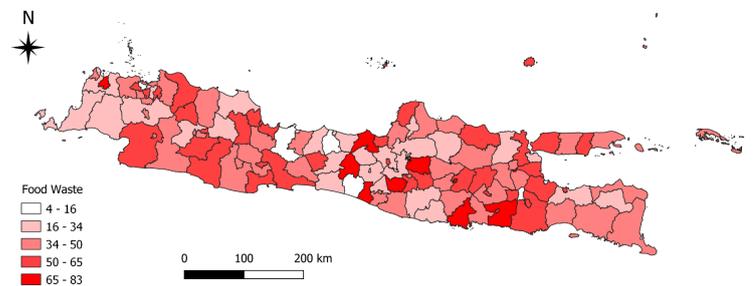
Tabel 1. Ringkasan Statistik

Ukuran	PoU	Food Waste	Kemiskinan
Mean	9.32	45.35	9.59
Median	9.07	45	9.33
Min	1.5	4	2.5
Max	22.85	83	21.61
Std	4.33	17.80	3..81
Skew	0.36	-0.26	0.518
Count	119	79	119

Setelah mengetahui adanya *missing values*, dilakukan *treatment* untuk data variabel sampah makanan. Pada Gambar 3, dapat diperhatikan bahwa tidak tersedia data *Food Waste* pada beberapa wilayah kabupaten/kota di pulau Jawa yang ditandai dengan warna hitam. Total data *Food Waste* yang tersedia hanya 78 dari 119 kabupaten/kota. Menurut penelitian dari [20], K-Nearest Neighbor (K-NN) dapat digunakan untuk mengatasi *missing value*. Metode serupa juga dilakukan oleh [21] dalam penelitiannya untuk mengatasi data yang hilang. Hasil *treatment* ditampilkan pada Gambar 4.

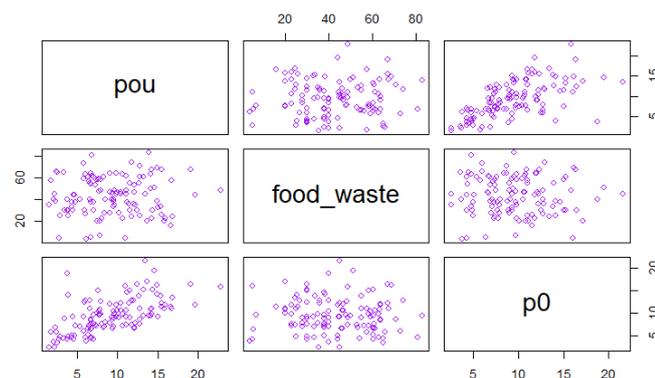


Gambar 3. Peta Persebaran *Food Waste* di pulau Jawa dengan *Missing Value*, Tahun 2022



Gambar 4. Peta Persebaran *Food Waste* di pulau Jawa Setelah Imputasi, Tahun 2022

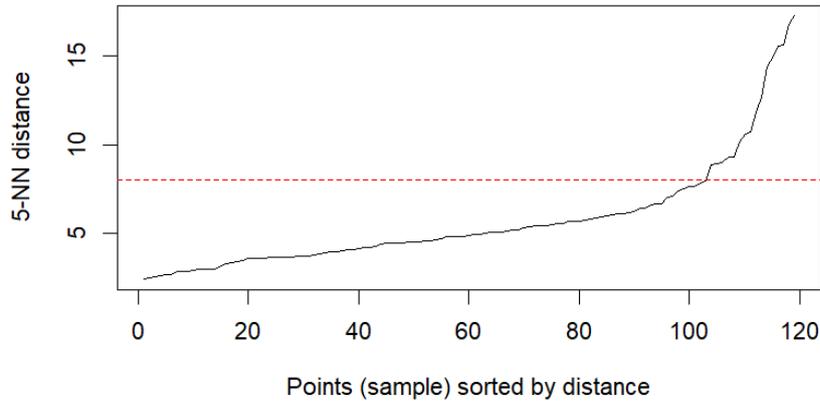
Scatter Plot semua variabel ditampilkan pada Gambar 5 untuk menunjukkan hubungan atau korelasi antar variabel. Terjadi korelasi negatif antara PoU dan Kemiskinan (p_0), sedangkan korelasi antara sampah makanan (*food_waste*) dengan PoU dan Kemiskinan tidak dapat diidentifikasi dengan jelas dari scatter plot pada Gambar 4.



Gambar 5. Matriks *scatterplot* semua variabel

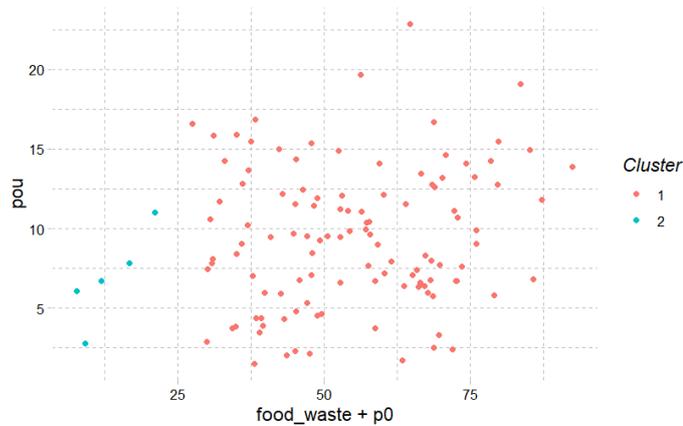
2. *Processing Data*

Metode *clustering* DBSCAN sangat sensitif terhadap nilai parameter ϵ dan minPts . [22] Penentuan nilai kedua parameter tersebut sangat bergantung pada distribusi data dan sulit diestimasi [23]. Oleh karena itu, dilakukan penghitungan *k*-Nearest Neighbor Distance ($k\text{NNdist}$) untuk menyempitkan rentang nilai ϵ dan minPts yang digunakan [24]. Dari plot $k\text{NNdist}$ pada Gambar 6, diperkirakan *tipping point* berada di antara ϵ dengan nilai 5 sampai 10 dan minPts yang dapat digunakan adalah antara 1 sampai 5.

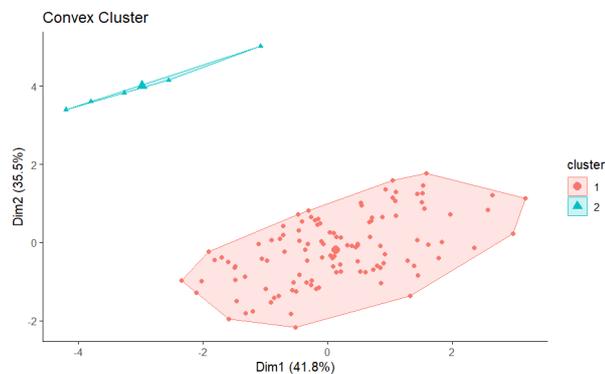


Gambar 6. Plot k-NN distance

Setelah dilakukan percobaan, terpilih nilai eps dan minPts berturut-turut adalah 9 dan 3. Berdasarkan Gambar 7, diketahui *cluster* yang terbentuk sebanyak 2, dengan *cluster* 1 terdiri dari 114 observasi dan *cluster* 2 sebanyak 5 observasi. Berdasarkan Gambar. 7, dapat diketahui bentuk *cluster* 1 adalah hampir seperti elips dengan warna merah, sedangkan *cluster* 2 adalah berbentuk seperti garis lurus dengan warna biru.



Gambar 7. Cluster Plot



Gambar 8. Convex Cluster Hulls



3. Model Evaluation

Evaluasi model *clustering* dilakukan dengan menggunakan metode *Average Silhouette Width*. *Average Silhouette Width* berkisar -1 hingga 1. Nilai yang terbesar menunjukkan bahwa cluster tersebut merupakan cluster terbaik. Perbandingan *Average Silhouette Width* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Evaluasi Hasil Cluster

<i>Eps</i>	<i>MinPts</i>	<i>Average Silhouette Width</i>
5	1	-0.4241
5	2	0.1535
5	3	0.1535
5	4	0.1563
5	5	0.1967
6	1	-0.3121
6	2	0.1976
6	3	0.1976
6	4	0.1976
6	5	0.3084
7	1	-0.1178
7	2	-0.0010
7	3	0.2404
7	4	0.2177
7	5	0.3567
8	1	-0.0403
8	2	-0.0172
8	3	0.1796
8	4	0.1596
8	5	0.1596
9	1	0.4443
9	2	0.4443
9	3	0.4443
9	4	0.1816
9	5	0.1816
10	1	0.4443
10	2	0.4443
10	3	0.4443
10	4	0.4443
10	5	0.4443

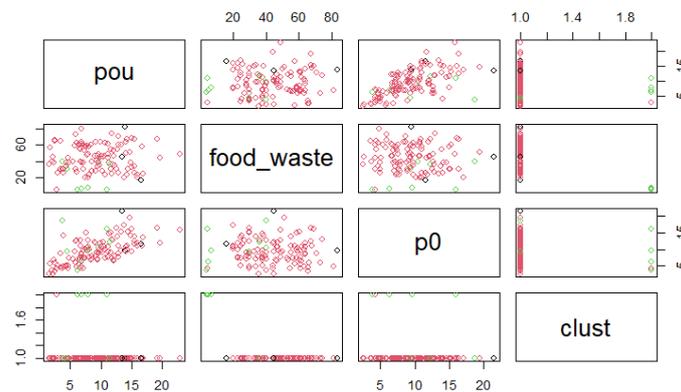
Hasil evaluasi *cluster* terbaik pada Tabel 2 menunjukkan bahwa *average silhouette width* terbesar berada pada *cluster* dengan nilai *epsilon* 9 dan *minimal pts* 1-3 dan *epsilon* 10 dengan *minimal pts* 1-5. *Average silhouette width* pada *cluster* tersebut sebesar 0,4443 yang merupakan nilai terbaik (terbesar diantara yang lainnya). Jumlah *cluster* yang dihasilkan dari ketiga *cluster* terbaik adalah 2, jumlah titik pada masing-masing *cluster* sebanyak 114 dan 5.

Tabel 3. Evaluasi Hasil Cluster

Cluster	Anggota	Karakteristik
1	Kep. Seribu, Kota Jakarta Selatan, Kota Jakarta Timur, Kota Jakarta Pusat, Kota Jakarta Barat, Kota Jakarta Utara, Bogor, Sukabumi, Cianjur, Bandung, Garut, Tasikmalaya, Ciamis, Kuningan, Cirebon, Majalengka, Sumedang, Indramayu, Subang, Purwakarta, Karawang, Bekasi, Bandung Barat, Pangandaran, Kota Bogor, Kota Sukabumi, Kota Bandung, Kota Cirebon, Kota Bekasi, Kota Depok, Kota Cimahi, Kota Tasikmalaya, Kota Banjar, Cilacap,	Food waste dan kemiskinan tinggi, rata-rata PoU lebih tinggi



	Banyumas, Purbalingga, Banjarnegara, Kebumen, Purworejo, Wonosobo, Magelang, Boyolali, Klaten, Sukoharjo, Wonogiri, Karanganyar, Sragen, Grobogan, Blora, Rembang, Pati, Kudus, Jepara, Demak, Semarang, Temanggung, Kendal, Batang, Pemalang, Tegal, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Semarang, Kota Pekalongan, Kota Tegal, Kulon Progo, Bantul, Gunung Kidul, Sleman, Kota Yogyakarta, Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Magetan, Ngawi, Bojonegoro, Tuban, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, Pandeglang, Lebak, Tangerang, Serang, Kota Tangerang, Kota Cilegon, Kota Serang, Kota Tangerang Selatan	
2	Kota Jakarta Barat, Pekalongan, Brebes, Kota Pasuruan, Kota Batu	Food waste dan kemiskinan rendah, rata-rata PoU lebih rendah.



Gambar 9. Matriks *Scatter Plot* Semua Variabel Setelah *Clustering*

Pemetaan hasil *clustering* dapat menunjukkan adanya perbedaan karakteristik antar *cluster* dan persamaan karakteristik dalam *cluster*. Identifikasi karakteristik *cluster* yang terbentuk ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 9. Hasil cluster pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kabupaten/kota pada *cluster* 1 memiliki angka *food waste*, kemiskinan, dan *PoU* yang tinggi. Hal tersebut tentu menunjukkan bahwa secara singkat, *cluster* 1 seharusnya mendapat perhatian lebih dari pemerintah karena memiliki *food waste* dan *PoU* yang tinggi. Meskipun demikian, diperlukan informasi lebih spesifik mengenai rata-rata tiap variabel dari masing-masing *cluster* untuk mengambil kesimpulan lebih lanjut. Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa terdapat selisih yang sangat besar antara *food waste* antar *cluster*. Ketimpangan jumlah *food waste* diperkirakan terjadi karena kabupaten/kota pada *cluster* 2 mungkin memiliki sistem pengelolaan sampah dengan skala lebih kecil daripada kabupaten/kota di *cluster* 1, sehingga jumlah sampah menjadi jauh lebih sedikit. Selain itu, selisih cukup besar juga terlihat pada variabel *PoU* dan kemiskinan, terutama untuk variabel *PoU*. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui penyebab besarnya selisih antara kedua variabel tersebut pada masing-masing *cluster*, sehingga pemerintah mengetahui alasan terjadinya ketimpangan ini dan dapat menurunkan angka *PoU* dan kemiskinan di pulau Jawa. Selain itu, kemiskinan masih saja menjadi masalah bagi



cluster 1 maupun 2 karena masih jauh dari target Instruksi Presiden (Inpres) Nomor 4 Tahun 2022 tentang Percepatan Penghapusan Kemiskinan Ekstrem yang menargetkan kemiskinan di tahun 2024 sebesar 0%.

Tabel 4. Rata-Rata Variabel Hasil Cluster

<i>Cluster</i>	<i>Pou</i>	<i>Food Waste</i>	<i>Kemiskinan</i>
1	9.43	45.51	9.66
2	6.88	5.32	8.02

Menurut publikasi dari [12], 61-125 juta orang Indonesia atau setara dengan 29-47% populasi penduduk dapat diberi makan dari kehilangan kandungan gizi dari *food loss and waste* pada tahun 2000-2019. Oleh karena itu, wilayah yang berada pada *cluster* 1 yang memiliki masalah kelaparan (PoU), seharusnya menuntaskan masalah *food waste* di wilayahnya. Negara berkembang hendaknya berfokus pada kehilangan pangan dan mempertimbangkan solusi terbaik untuk mengurangi sampah di masa depan [14].

Kabupateb/kota yang berada pada *cluster* 1 memiliki angka PoU yang tinggi dan *food waste* yang tinggi pula. Hal tersebut menunjukkan bahwa proporsi penduduk yang mengalami kelaparan tinggi dan dibarengi dengan tingginya *food waste*, hal tersebut tentunya adalah masalah yang harus diselesaikan oleh pemerintah. Seperti pada penelitian [9] mengenai pengelolaan ketahanan pangan melalui *food waste and loss*. *Food waste* berubah seiring perubahan kebijakan oleh pengambil kebijakan, sehingga pemerintah sebagai pengambil kebijakan diharapkan menemukan solusi penanganan *food waste* agar angka kelaparan tidak semakin naik.

Menurut [14], solusi dalam mengurangi *food waste and loss* dan mengurangi kerawanan pangan mencakup solusi pertanian, kolaborasi yang baik sepanjang rantai makanan “*farm to fork*”, sistem permintaan dan penawaran yang lebih cerdas, pengemasan yang inovatif, menggunakan makanan yang tidak terjual dan tidak terkonsumsi untuk memberi makan hewan atau pembuatan kompos. Langkah-langkah tersebut juga dapat diterapkan di Indonesia untuk meminimalisir tingginya *food waste* diiringi tingginya PoU.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membentuk dua *cluster* menggunakan *Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise* (DBSCAN), dengan nilai Eps sebesar 9 dan MinPts berjumlah 3. Kedua *cluster* memiliki perbedaan terhadap jumlah *Food Waste*, *Prevalence of Undernourishment* (PoU), dan Kemiskinan, dimana *cluster* 1 memiliki jumlah *Food Waste* dan Kemiskinan yang lebih tinggi dibandingkan *cluster* 2. Selain itu, hasil evaluasi *clustering* menggunakan *average silhouette coefficient* adalah sebesar 0,4443. Nilai tersebut adalah yang terbesar jika dibandingkan dengan calon pilihan parameter yang lain, sehingga *cluster* yang digunakan adalah yang terbaik.

Saran yang dapat kami berikan dari penelitian ini yaitu penggunaan metode yang lebih *advance*, seperti OPTICS (*Ordering Points to Identify the Clustering Structure*) yang dapat menangani kepadatan *cluster* yang lebih bervariasi. Penelitian selanjutnya juga dapat menambahkan data kompos untuk melihat pemanfaatan sampah makanan di tiap-tiap wilayah. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui penyebab besarnya selisih antara PoU dan kemiskinan pada masing-masing *cluster*, sehingga pemerintah mengetahui alasan terjadinya ketimpangan ini dan dapat menurunkan angka PoU dan kemiskinan di pulau Jawa. Pemerintah juga diharapkan memberi perhatian lebih kepada kabupaten/kota yang tergolong dalam *cluster* 1 karena memiliki tingkat kelaparan (PoU) yang tinggi. Pengelolaan makanan dan memperhatikan produksi pangan agar hasilnya tidak berlebih adalah



beberapa solusi yang dapat kami tawarkan dalam rangka pengurangan *food waste*. Selain itu, pemanfaatan bahan makanan yang tidak dikonsumsi dapat dimanfaatkan sebagai pakan hewan ataupun digunakan untuk bahan pembuatan kompos.

REFERENSI

1. C. Cafiero and P. Gennari, “The FAO indicator of the prevalence of undernourishment,” *Work. Meas. Food Insecurity* ..., no. February 2011, 2011, [Online]. Available: http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess_test_folder/Workshops_Events/Food_Security_for_All_FEB2011/Background_paper.pdf
2. J. CM, “Impacts of food wastage on economic growth,” *World Food Policy*, vol. 8, no. 1, pp. 118–125, 2022, doi: 10.1002/wfp2.12038.
3. F. R. Ochoa, *Poverty and health*, vol. 33, no. 4. 2007.
4. A. Dissertation, “Food Waste , the Double-Burden of Malnutrition , and the Sustainability of the Global Food System,” no. August, 2021.
5. K. H. Abegaz, “Prevalence of undernourishment: Trend and contribution of East African countries to sub-Saharan Africa from 1991 to 2015,” *Agric. Food Secur.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1186/s40066-018-0198-9.
6. M. Daszykowski and B. Walczak, “2.26 - Density-Based Clustering Methods,” *Compr. Chemom. Chem. Biochem. Data Anal. Second Ed. Four Vol. Set*, vol. 2, pp. 565–580, 2020, doi: 10.1016/B978-0-444-64165-6.03005-6.
7. D. Birant and A. Kut, “ST-DBSCAN: An algorithm for clustering spatial-temporal data,” *Data Knowl. Eng.*, vol. 60, no. 1, pp. 208–221, 2007, doi: 10.1016/j.datak.2006.01.013.
8. F. Burchi, J. Fanzo, and E. Frison, “The role of food and nutrition system approaches in tackling hidden hunger,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 8, no. 2, pp. 358–373, 2011, doi: 10.3390/ijerph8020358.
9. Z. Irani *et al.*, “Managing food security through food waste and loss: Small data to big data,” *Comput. Oper. Res.*, vol. 98, pp. 367–383, 2018, doi: 10.1016/j.cor.2017.10.007.
10. C. B. Pocol, M. Pinoteau, A. Amuza, A. Burlea-Schiopoiu, and A. I. Glogovețan, “Food waste behavior among romanian consumers: A cluster analysis,” *Sustain.*, vol. 12, no. 22, pp. 1–17, 2020, doi: 10.3390/su12229708.
11. V. Amicarelli, C. Tricase, A. Spada, and C. Bux, “Households’ food waste behavior at local scale: A cluster analysis after the covid-19 lockdown,” *Sustain.*, vol. 13, no. 6, pp. 1–14, 2021, doi: 10.3390/su13063283.
12. Kementerian PPN/Bappenas, “Food Loss and Waste di Indonesia,” *Lap. Kaji. Food Loss Waste Di Indones.*, pp. 1–116, 2021, [Online]. Available: <https://lcdi-indonesia.id/wp-content/uploads/2021/06/Report-Kajian-FLW-FINAL-4.pdf>
13. B. Viyanto, Laurence, and A. Christiani, “Clustering in food waste analysis: Case study at student cafeteria,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 794, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/794/1/012092.
14. M. Paraschivu, O. Cotuna, G. Matei, and V. Sărățeanu, “Are Food Waste and Food Loss a Real Threat for Food Security?,” *Sci. Pap. Ser. Manag. Econ. Eng. Agric. Rural Dev.*, vol. 22, no. 1, pp. 479–484, 2022.
15. Dixon, P.J., Dixon, J., & Macarov, D. (Eds.). (1998). *Poverty: A Persistent Global Reality* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203029183>
16. Francesca Giroto, Luca Alibardi, Raffaello Cossu, Food waste generation and industrial uses: A review, *Waste Management*, Volume 45, 2015, Pages 32-41, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.06.008>
17. Francesco Rosati, Lourenço G.D. Faria, Addressing the SDGs in sustainability reports: The relationship with institutional factors, *Journal of Cleaner Production*, Volume 215, 2019, Pages 1312-1326, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.107>.
18. Jennifer Blesh, Lesli Hoey, Andrew D. Jones, Harriet Friedmann, Ivette Perfecto, Development pathways toward “zero hunger”, *World Development*, Volume 118, 2019, Pages 1-14, ISSN 0305-750X, <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.02.004>.
19. Emmanuel, T., Maupong, T., Mpoeleng, D., Semong, T., Mphago, B., & Tabona, O. (2021). A survey on missing data in machine learning. *Journal of Big data*, 8, 1-37.
20. Sallaby, A. F., & Azlan, A. (2021). Analysis of Missing Value Imputation Application with K-Nearest



- Neighbor (K-NN) Algorithm in Dataset. *The IJICS (International Journal of Informatics and Computer Science)*, 5(2), 141-144.
21. Scitovski, R., & Sabo, K. (2020). DBSCAN-like clustering method for various data densities. *Pattern analysis and applications*, 23(2), 541-554.
 22. Latifi-Pakdehi, A., & Daneshpour, N. (2021). DBHC: A DBSCAN-based hierarchical clustering algorithm. *Data & Knowledge Engineering*, 135, 101922.
 23. Hu, L., Liu, H., Zhang, J., & Liu, A. (2021). KR-DBSCAN: A density-based clustering algorithm based on reverse nearest neighbor and influence space. *Expert Systems with Applications*, 186, 115763.
 24. Ester, M., Kriegel, H. P., Sander, J., & Xu, X. (1996, August). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. In *kdd* (Vol. 96, No. 34, pp. 226-231).
 25. Karami, A., & Johansson, R. (2014). Choosing DBSCAN parameters automatically using differential evolution. *International Journal of Computer Applications*, 91(7), 1-11.
 26. *Sistem Informasi pengelolaan sampah Nasional* (2024) *SIPSN*. Tersedia pada: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi> (Accessed: 02 June 2024).
 27. *2.1.1 prevalence of undernourishment* (2024) *SDGIndicators*. Tersedia pada: <https://www.fao.org/sustainable-development-goals-data-portal/data/indicators/2.1.1-prevalence-of-undernourishment/en> (Accessed: 09 June 2024).
 28. *Kemiskinan dan Ketimpangan* (2024) *BPS Provinsi Jawa Timur*. Tersedia pada: <https://jatim.bps.go.id/subject/23/kemiskinan-dan-ketimpangan.html> (Accessed: 02 June 2024).
 29. Badan Pusat Statistik. (2021). Kemiskinan
 30. U. Nations, “Agenda 2030,” *Encycl. Sustain. Manag.*, vol. 16301, no. October, pp. 95–95, 2023, doi: 10.1007/978-3-031-25984-5_300044.
 31. Nilsson, M., Griggs, D. & Visbeck, M. Policy: Map the interactions between Sustainable Development Goals. *Nature* 534, 320–322 (2016). <https://doi.org/10.1038/534320a>
 32. Tanzaha, I., Syarif, H., Kusharto, C. M., Hardinsyah, H., & Sukandar, D (2005) Analisis determinan kelaparan. *Media Gizi dan Keluarga*, 29(2).
 33. A. O. Safitri, V. D. Yunianti, and D. Rostika, “Upaya Peningkatan Pendidikan Berkualitas di Indonesia: Analisis Pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs),” *J. Basicedu*, vol. 6, no. 4, pp. 7096–7106, 2022, doi: 10.31004/basicedu.v6i4.3296.
 34. U. Nations, “Agenda 2030,” *Encycl. Sustain. Manag.*, vol. 16301, no. October, pp. 95–95, 2023, doi: 10.1007/978-3-031-25984-5_300044.
 35. GeeksforGeeks. (2023). DBSCAN Clustering in ML | Density based clustering
 36. Baeldung on Computer Science. (2023). DBSCAN Clustering: How Does It Work?
 37. Q. O. F. Life, “Quality of life, health and happiness”.