



PENERAPAN METODE *K-MEANS CLUSTERING* UNTUK PEMETAAN PRODUKTIVITAS SAYUR-SAYURAN BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI PROVINSI SUMATERA UTARA

Angga Pratama¹⁾, Ananda Faridhatul Ulva²⁾ dan Ervi Lianita³⁾*

^{1 2 3)}Prodi Sistem Informasi Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh

e-mail: anggapratama@unimal.ac.id¹⁾, anandafulva@unimal.ac.id²⁾,
ervi.190180032@mhs.unimal.ac.id³⁾*

Abstract

[Application Of The K-Means Clustering Method For Mapping Vegetable Productivity Based On A Geographic Information System In North Sumatra Province] One of the supply areas for vegetable production is North Sumatra Province. North Sumatra itself consists of 25 districts and 8 cities, where the people work as farmers, in cultivating vegetables, productivity levels can increase or decrease in each region. So we need a geographic information system so that every district in North Sumatra province knows the level of productivity of vegetables each year. In mapping and classifying vegetable production, this study uses the K-Means Clustering algorithm which is one of the techniques of the Data Mining algorithm. Evaluation of clustering results to ensure that the groups formed have meaningful interpretations. Note the relationship between the attributes and the vegetable groups that are formed. For example, do the groups show any geographic patterns or differences in productivity numbers. The development of a website-based geographic information system can provide easy accessibility and visualization for users to see the results of vegetable production from the lowest to the highest levels. With this system, the admin can access relevant information through the system and view the mapping of vegetable production in various regions in North Sumatra.

Keywords: *Geographic information system, Vegetables, Mapping, K-Means, Clustering*

Abstrak

Salah satu daerah pemasok produksi sayur-sayuran adalah Provinsi Sumatera Utara. Sumatera Utara sendiri terdiri dari 25 kabupaten dan 8 kota, yang mana masyarakatnya bekerja sebagai petani, dalam berbudaya sayur-sayuran, tingkat produktivitas dapat meningkat maupun menurun di setiap daerah nya. Maka diperlukan sebuah sistem informasi geografis agar setiap kabupaten di provinsi Sumatera Utara mengetahui dari tingkat produktivitas sayur-sayuran setiap tahunnya. Dalam pemetaan dan mengelompokkan hasil produksi sayur-sayuran, penelitian ini menggunakan metode algoritma *K-Means Clustering* yang merupakan salah satu teknik dari algoritma Data Mining. Evaluasi hasil clustering untuk memastikan bahwa kelompok-kelompok yang terbentuk memiliki interpretasi yang bermakna. Perhatikan hubungan antara atribut dan kelompok sayuran yang terbentuk. Misalnya, apakah kelompok-kelompok tersebut memperlihatkan pola geografis tertentu atau perbedaan dalam jumlah produktivitas. Pembangunan sistem informasi geografis berbasis *website* dapat menyediakan aksesibilitas dan visualisasi yang mudah bagi pengguna untuk melihat hasil produksi sayur-sayuran dari tingkat terendah sampai tertinggi. Dengan adanya sistem ini, admin dapat mengakses informasi yang relevan melalui sistem dan melihat pemetaan hasil produksi sayur-sayuran di berbagai wilayah di Sumatera Utara.

Kata Kunci: *Sistem Informasi Geografis, Sayur-Sayuran, Pemetaan, K-Means, Clustering*

1. Pendahuluan

Sayuran merupakan sebutan umum yang mengacu pada bahan pangan yang berasal dari tumbuhan yang biasanya dikonsumsi mentah atau dengan pengolahan minimal dan biasanya memiliki kandungan air yang

tinggi. Dengan banyaknya manfaat yang mengandung beragam nutrisi baik yang diperlukan oleh tubuh untuk meningkatkan kadar kualitas kesehatan. Salah satu jenis tanaman yang termasuk dalam pertanian hortikultura adalah sayuran. Sayur-sayuran merupakan salah satu kebutuhan pangan dengan permintaan tinggi dengan dikonsumsi setiap harinya. Salah satu daerah pemasok produksi sayur-sayuran yaitu Provinsi Sumatera Utara. Ada 8 kota dan 25 kabupaten di Sumatera Utara saja, yang mana masyarakatnya bekerja sebagai petani, dalam berbudaya sayur-sayuran, tingkat produktivitas dapat meningkat maupun menurun di setiap daerah nya. Contohnya salah satu jenis sayuran yakni tanaman kentang pada Provinsi Sumatera Utara terlihat meningkat, di tahun 2019 memiliki total produksi sebesar 118.778 ton, kemudian pada tahun 2020 meningkat dengan jumlah produksi mencapai 124.326 ton, seterusnya pada tahun 2021 jumlah produksi kembali meningkat hingga mencapai 233.761 ton.

Adanya sistem pengelolaan data memudahkan pengumpulan data hasil produksi pertanian dengan cepat dan tepat. Dengan dibangunnya sistem informasi geografis sangat membantu dalam pengelolaan hasil produksi sayur-sayuran di setiap kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara. Sistem Informasi Geografis (SIG) sering dikenal sebagai *Geographic Information System (GIS)* adalah sistem yang digunakan untuk mengumpulkan, mengelola, mengatur, menganalisis, dan menyajikan berbagai jenis data geografis (Rahmanto et al., 2020).

Dengan menggunakan sistem informasi geografis ini sangat membantu Dinas Ketahanan Pangan dan Hortikultura dalam pengelompokan klaster hasil produksi sayur-sayuran yang tersebar diberbagai kabupaten/kota yang berada di Provinsi Sumatera Utara, dengan memberikan label pada setiap titik koordinat masing-masing kabupaten/kota dengan menampilkan informasi hasil produksi dan hasil akhir klaster pada setiap label. Sangat pentingnya informasi tentang produksi sayur-sayuran di Indonesia terutama di Provinsi Sumatera Utara yang terbagi atas 33 wilayah, yang terdiri dari 25 kabupaten dan 8 kota, sehingga perlu dilakukannya sistem pemetaan, pengelompokan serta memvisualisasikan terhadap hal tersebut, agar pemerintah di Sumatera Utara khususnya setiap masing-masing kabupaten maupun kota bisa memperoleh informasi tentang kabupaten serta dapat membuat sebuah peraturan ataupun cara agar produksi sayur-sayuran dapat ditingkatkan dalam memproduksi ataupun kualitas dari sayur-sayuran tersebut.

Dalam pemetaan dan mengelompokkan hasil produksi sayur-sayuran, algoritma *K-Means Clustering* merupakan salah satu metode pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini. Pendekatan ini menggunakan pemodelan tanpa pengawasan dan sistem partisi untuk melakukan pengelompokan data. Metode pengelompokan data disebut *clustering*. Data dengan label kelas yang tidak diketahui dikelompokkan ke dalam sejumlah kelompok yang telah ditentukan sebelumnya berdasarkan kemiripannya (Seimahuira, 2021). Proses penyusunan data menjadi banyak *cluster* (kelompok) dengan persamaan sesama *cluster* yang minimal dan persamaan sesama *cluster* yang maksimal disebut dengan *clustering*. *K-Means* adalah teknik penambangan data atau biasa disebut data *mining* yang dalam metode ini dilakukan dengan pemodelan tanpa pengawasan dan pengelompokan data (*clustering*) dengan partisi sistem. Dalam strategi ini, data dibagi menjadi beberapa kelompok yang masing-masing memiliki kesamaan sifat dengan yang lain dan kelompok lain. Dengan menghitung tiga jarak sistem inisialisasi *cluster*, dan parameter nomor *cluster* dan menyesuaikannya dengan objek penelitian yang sudah ada, algoritma *K-Means* melakukan pengelompokan berbasis titik (*centroid*). Ketiga parameter ini dapat ditentukan secara manual atau dengan bantuan perangkat lunak tambahan (Indriyani & Irfiani, 2019). Sebuah teknik untuk mengklasifikasikan n objek ke dalam m grup adalah analisis *kluster*. Dengan menggunakan sifat bersama mereka, berbagai item dikelompokkan menggunakan analisis *cluster*. Kesamaan antara sifat-sifat objek di dalam sebuah *cluster* sangat signifikan, sementara ada sedikit tumpang tindih antara atribut objek antar *cluster*. Metode *hierarkis*, metode *non-hierarkis*, dan metode grafis adalah tiga pendekatan utama yang digunakan dalam analisis *kluster* (Febriani et al., 2021). Tujuannya adalah untuk memaksimalkan kesamaan untuk mendapatkan kelompok ciri-ciri di dalam *cluster* dan kontras antara *cluster* yang dibuat. *K-means* mengelompokkan data dalam penerapannya sesuai dengan pemisahan antara data dan titik-titik *centroid cluster* yang dihasilkan melalui prosedur iteratif (Fauzi & Samsudin, 2022). *Clustering* adalah metode untuk analisis data dalam data *mining*. *Clustering* adalah teknik yang digunakan untuk membagi data menjadi kelompok-kelompok. Proses pengelompokan membagi kumpulan data menjadi kelompok-kelompok yang mirip satu sama lain dan yang tidak. Banyak domain yang berbeda, termasuk penelitian dan pemodelan identifikasi objek, pemrosesan gambar, dan pemetaan zona area, telah menggunakan teknik pengelompokan secara ekstensif (Sekar Setyaningtyas et al., 2022).

Penelitian ini akan memberikan Dinas Ketahanan Pangan Sumatera Utara dengan sistem manajemen data yang terintegrasi dan efisien, memungkinkan mereka untuk mengelola data dengan lebih baik, memperoleh wawasan yang lebih baik, dan membuat keputusan yang lebih tepat di bidang ketahanan pangan.

2. Metode

Pada teknik mengumpulkan data tentu saja menggunakan tahap-tahap agar berlangsungnya penelitian secara cepat dan terstruktur, yaitu untuk memperoleh data yang akan dianalisis berdasarkan judul penelitian yang bersangkutan. Berikut penjelasan dan data yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- A. Data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data primer didapatkan melalui beberapa kegiatan yaitu sebagai berikut:
 - a. Penelitian Lapangan

Dalam penelitian untuk dilakukan secara sistematis untuk mengamati sekitar lokasi secara langsung dan setelah itu mengangkat data atau mengumpulkannya setelah data yang didapatkan disusun agar menjadi terstruktur dan dapat dipahami.

b. Metode Observasi

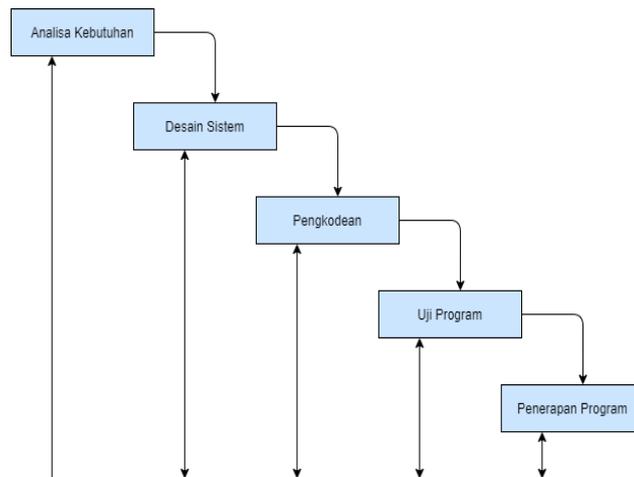
Dalam menggunakan metode ini penulis dapat mengamati dan mendeskripsikan sebuah permasalahan yang terkait, seperti halnya untuk mengumpulkan informasi dengan data yang relevan, yaitu dengan mempelajari Penerapan Sistem Informasi Menggunakan Metode *K-Means Clustering* Untuk Pemetaan Hasil Produksi Sayur-sayuran di Provinsi Sumatera Utara.

B. Data sekunder adalah sebagai tempat berbagai informasi dengan dikumpulkan dan sudah diteliti terlebih dahulu oleh peneliti sesuai dengan permasalahan terkait.

a. Metode Studi Pustaka

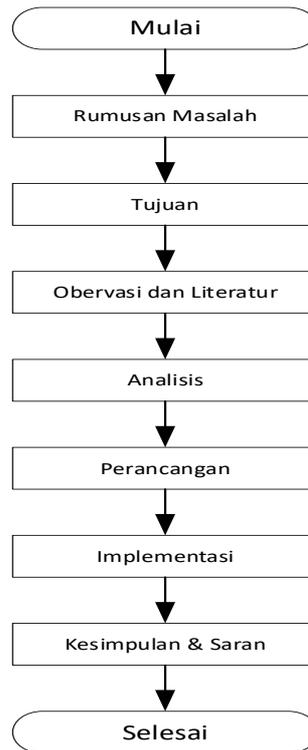
Metode yang digunakan adalah dengan mencari sumber informasi dari referensi yang mendukung definisi suatu permasalahan melalui sumber dari buku-buku, internet, jurnal, dan disertasi terkaitnya dengan pokok permasalahan tersebut.

Dengan menggunakan teknik *SDLC (Software Development Life Cycle)*, berbagai langkah desain sistem harus diselesaikan untuk penelitian ini. Setelah mempelajari tentang berbagai jenis model yang termasuk dalam pendekatan *SDLC*. Kemajuan terorganisir model *Waterfall* dari perencanaan, Analisis, Desain, Impelentasi, dan Operasi mengarahkan para peneliti untuk memilihnya hingga pemeliharaan sangat sesuai untuk dipakai pada Penerapan Sistem Informasi Geografis *Clustering* Untuk Pemetaan Hasil Produksi sayur-sayuran Di Provinsi Sumatera Utara. *Waterfall* adalah model klasik yang untuk desain perangkat lunak memiliki karakter berurutan. Istilah “*Waterfall*” mengacu pada cara pengembangan perangkat lunak yang sistematis (Langkah demi Langkah). Setelah tahap mendefinisikan kebutuhan pengguna, proses perencanaan meliputi perencanaan, pemodelan, membangun sistem dan mengirimkannya ke pengguna, serta memberikan dukungan untuk keseluruhan perangkat lunak yang telah dibuat (Kurniawan et al., 2021).



Gambar 1. Metode Pengembangan Sistem

- a. Analisa Kebutuhan
Di titik ini, baru mulai jelas aplikasi dan fungsionalitas mana yang diperlukan.
- b. Desain Sistem
Menurut temuan analisis kebutuhan, desain adalah tahap Ketika prosedur, informasi, proses, dan keterkaitan dengan data keterangan disatukan untuk menjalankan setiap proses dalam sistem dan memenuhi persyaratan pengguna.
- c. Pengkodean
Coding ialah tahap pembuatan kode untuk aplikasi tersebut, yaitu tahap mengubah desain sistem menjadi intruksi yang dapat dipahami komputer.
- d. Uji Coba
Di tahap uji coba ini, sistem yang telah dibuat diuji untuk mengetahui seberapa baik kerjanya dan apakah program yang telah dibuat memiliki kesalahan atau tidak.
- e. Penerapan Sistem
Sangat diperlukan untuk memahami apakah aplikasi yang kita buat sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna, kita sudah sampai pada tahap implementasi sistem.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

1. Perumusan Masalah
Tahapan paling awal dan pertama dalam penelitian ini adalah merumuskan masalah. Perumusan masalah dilakukan dengan cara melihat keadaan yang muncul saat mendapatkan informasi. Langkah selanjutnya adalah mempersiapkan tujuan yang akan diteliti.
2. Tujuan
Tujuan penelitian ini adalah untuk mencapai tujuan atau sampai pada solusi untuk masalah yang akan diselidiki.
3. Observasi
Observasi penelitian ini dilakukan guna melihat dan mengumpulkan data hasil produksi sayur-sayuran setiap kabupaten yang ada di Provinsi Sumatera Utara.
4. Literatur
Mencari bahan yang berkaitan dengan masalah yang sudah ditemukan, yaitu dengan cara mencari bahan dari buku-buku, internet, jurnal, skripsi dan objek yang berkaitan dengan permasalahan.
5. Analisis
Analisis kebutuhan untuk mengetahui kebutuhan dalam membuat sistem dari fungsional dan non fungsional yang diinginkan dari sistem.
6. Perancangan
Perancangan terdiri dari desain arsitektur, desain data, desain antarmuka, dan desain prosedur sistem.
7. Implementasi
Sistem ini nantinya akan diimplementasikan berbasis *website*.
8. Kesimpulan dan Saran
Pada tahap ini untuk menyampaikan hasil yang dicapai serta saran dan kesimpulan atas semua langkah yang diselesaikan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada Dinas Ketahanan Pangan dan Hortikultura di Provinsi Sumatera Utara ini sistem yang dibangun dengan menggunakan sebuah *web* yang berbasis Sistem Informasi Geografis dengan menggunakan sistem pemetaan. Sistem tersebut dapat di akses oleh *user* dan *admin*:

1. *User*

Pengguna dapat melihat dalam bentuk map dan dalam bentuk informasi hasil *clustering* dengan mudah melalui antarmuka ini. Sistem ini memberikan pengelolaan data yang lebih efisien dan membantu dalam mengoptimalkan operasi *clustering*.

2. Admin

Jika *admin* mengisi *form* tersebut dengan *valid*, maka akan berhasil masuk kedalam sistem. saat *admin* berhasil *login* atau masuk kedalam, halaman ini yang pertama kali muncul pada halaman *web* tersebut. masuk kedalam sistem. Halaman ini menampilkan empat *card* diantaranya data sayuran, data kabupaten, data perhitungan dan data *center*. *Card* ini bertujuan sebagai pintasan.

Penelitian ini melakukan perhitungan menggunakan metode *K-Means Clustering*. Data yang dipilih penulis menggunakan data dari 5 tahun ke belakang yaitu 2018-2022, dan menggunakan data 5 sayur-sayuran. Berikut jabaran perhitungan pada tahun 2018 sebagai titik acuan untuk perhitungan tahun selanjutnya:

Adapun langkah-langkah yang dapat diterapkan dalam proses perhitungan *K-Means* untuk mengklasterisasi tingkat produktivitas tanaman kubis Tahun 2018 yaitu sebagai berikut :

1. Menentukan Jumlah Klaster

Jumlah klaster yang di tentukan pada perhitungan metode *k-means* pada tanaman kubis ini yaitu :

- a. C1 = Tingkat Produktivitas Rendah
- b. C2 = Tingkat Produktivitas Sedang
- c. C3 = Tingkat Produktivitas Tinggi

2. Menentukan nilai titik pusat untuk klaster

Pada Iterasi 1 yang dilakukan yaitu mengumpulkan sejumlah besar klaster yang telah direkam secara tidak akurat. Berikut ini adalah nilai *centroid* awal secara acak yang sebelumnya dievaluasi berdasarkan data yang dikumpulkan sebelumnya.

Tabel 1. Nilai *Centroid* Awal Tanaman Kubis Tahun 2018

NO	Nilai <i>Centroid</i> Awal			
27	17	10	6	77
21	166	63	42	2.374
16	4.200	3.200	400,00	90.000

3. Selanjutnya Menghitung Jarak antara setiap data *input* dan setiap pusat dengan menggunakan rumus *Euclidean Distance* :

$$d(x_i, c_i) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} : 1 \ 2 \ 3 \ \dots \ n \tag{1}$$

berikut ini yaitu hasil penjumlahannya :

$$d(x_1, c_1) = \sqrt{(4 - 56)^2 + (4 - 36)^2 + (8 - 237,15)^2 + (33 - 2.356)^2} = 2291... \text{ dst}$$

$$d(x_1, c_2) = \sqrt{(12 - 56)^2 + (6 - 36)^2 + (106 - 237,15)^2 + (634 - 2.356)^2} = 226 ... \text{ dst}$$

$$d(x_1, c_3) = \sqrt{(208 - 56)^2 + (221 - 36)^2 + (63,71 - 237,15)^2 + (14.082 - 2.356)^2} = 87799... \text{ dst}$$

4. Setelah mendapatkan nilai jarak terdekat, langkah selanjutnya yaitu kelompokkan tiap data menurut jarak terdekat antara data dengan titik pusat. Di bawah ini merupakan hasilnya :

Tabel 2. Hasil Nilai Jarak Terdekat pada iterasi 1

s	DC2	DC3	JARAK TERPENDEK	Class
2291	226	87799	226	2
346	1986	89759	346	1
229	2138	89910	229	1
215	2105	89879	215	1
383	1951	89722	383	1
62	2346	90121	62	1
71	2319	90093	71	1
2608	337	87475	337	2
57245	54943	32837	32837	3

5860	3590	84274	3590	2
95032	92730	5006	5006	3
213	2287	90055	213	1
273	2032	89807	273	1
23	2312	90087	23	1
6248	3947	83833	3947	2
90078	87776	0	0	3
7601	5300	82480	5300	2
127	2207	89982	127	1
59	2360	90135	59	1
54	2353	90128	54	1
2303	0	87776	0	2
276	2240	90004	276	1
2244	296	87857	294	2
52	2352	90127	52	1
98	2216	89990	98	1
49	2322	90097	49	1
0	2303	90078	0	1
1399	910	88681	910	2
164	2298	90069	164	1
64	2251	90025	64	1
1534	827	88566	827	2
33	2329	90103	33	1
34	2336	90111	34	1

5. Membuat perhitungan titik pusat baru dengan keanggotaan yang baru, dengan memakai perhitungan rata-rata pada kluster, disini peneliti telah melakukan beberapa kali perhitungan dengan jumlah 3 iterasi. Untuk membuat titik pusat baru, peneliti menggunakan rumus :

$$v_{ij} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=0}^{N_1} X_{kj} \quad (2)$$

Berikut ini merupakan hasil perhitungan rata-rata pada kluster nya :

Tabel 3. Nilai Titik Pusat Baru

Penentuan Titik Pusat Baru				
Titik Pusat Baru 1	65	46	55	259
Titik Pusat Baru 2	295	254	174	4.213
Titik Pusat Baru 3	3.502	3.065	300	80.727

6. Setelah menentukan titik pusat baru, kembali ke langkah ke -3 dengan menghitung kembali jarak tiap data menggunakan titik pusat baru, hingga kluster tidak berubah, maka proses pengelompokkan ini selesai.

Tabel 4. Hasil klusterisasi *Class* Kluster Terakhir Tanaman Kubis

NO	KABUPATEN	DC1	DC2	DC3	JARAK TERPENDEK	Class
1	Nias	2105	1886	78505	1886	2
2	Mand. Natal	162	3834	80465	162	1
3	Tap. Selatan	113	3985	80616	113	1

4	Tap. Tengah	25	3954	80586	25	1
5	Tap. Utara	194	3797	80429	194	1
6	Toba Samosir	231	4197	80827	231	1
7	Labuhan Batu	207	4169	80799	207	1
8	Asahan	2422	1558	78181	1558	2
9	Simalungun	57060	53094	23542	23542	3
10	Dairi	5670	1783	74981	1783	2
11	Tanah Karo	94847	90882	14253	14253	3
12	Deli Serdang	217	4129	80762	217	1
13	Langkat	95	3884	80513	95	1
14	Nias selatan	201	4164	80793	201	1
15	Humb. Hasundutan	6061	2095	74539	2095	2
16	Pak-Pak Bharat	89893	85927	9300	9300	3
17	S a m o s i r	7414	3449	73186	3449	2
18	Serdang Bedagai	97	4057	80688	97	1
19	Batu Bara	249	4212	80841	249	1
20	Paluta	242	4205	80835	242	1
21	Palas	2118	1858	78482	1858	2
22	Labusel	243	4082	80711	243	1
23	Labura	2053	1938	78564	1938	2
24	Nias Utara	240	4204	80833	240	1
25	Nias Barat	106	4067	80696	106	1
26	Sibolga	206	4173	80803	206	1
27	Tanj. Balai	198	4156	80784	198	1
28	Pem. Siantar	1214	2759	79387	1214	1
29	Teb. Tinggi	212	4143	80775	212	1
30	Medan	139	4102	80732	139	1
31	Binjai	1343	2643	79273	1343	1
32	Padangsidempuan	224	4181	80810	224	1
33	Gunung Sitoli	229	4188	80817	229	1

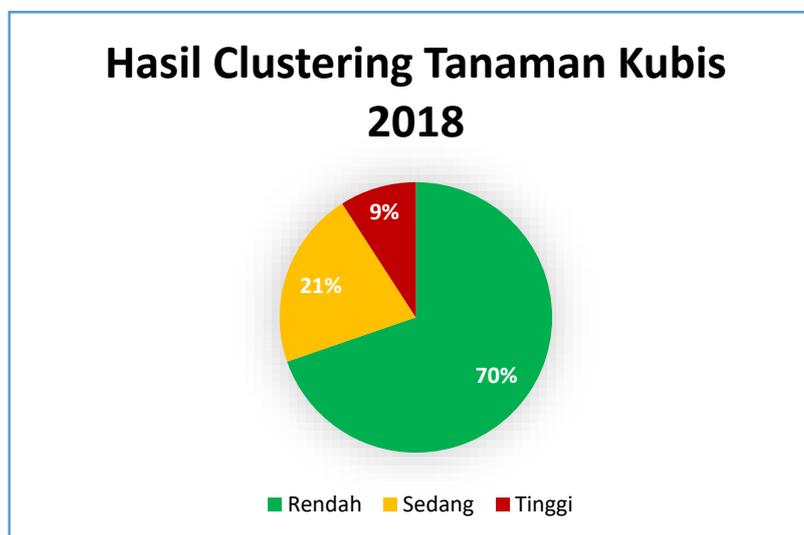
Berdasarkan tabel di atas didapatkan bahwa Tanaman kubis yang memiliki tingkat produktivitas rendah itu terdapat 23 kabupaten, Tingkat Produktivitas Sedang itu terdapat 7 kabupaten, dan Tingkat Produktivitas Tinggi itu terdapat 3 kabupaten.

Dapat dilihat dengan lebih jelas pada hasil grafik di bawah ini Tingkat Produktivitas Kubis Tahun 2018 :



Gambar 3. Grafik Tingkat Produktivitas Tanaman Kubis Tahun 2018

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terdapat 3 Kabupaten yang memiliki tingkat produktivitas tinggi pada tanaman kubis yaitu kabupaten Simalungun, Tanah Karo dan Pak-Pak Bharat. Figure 2. merupakan *pie chart* hasil *clustering* tanaman kubis tahun 2018 :



Gambar 4. Hasil *Clustering* Tanaman Kubis Tahun 2018

4. Kesimpulan

Ketika sistem ini diterapkan pada sayuran di wilayah Sumatera Utara, dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Penerapan sistem informasi geografis (SIG) dalam pemetaan hasil produksi sayur-sayuran di Provinsi Sumatera Utara bertujuan untuk memanfaatkan teknologi SIG untuk mengintegrasikan data geografis dengan informasi produksi sayur-sayuran. Hal ini memungkinkan pemetaan hasil produksi sayur-sayuran di wilayah Sumatera Utara, yang dapat membantu pemangku kepentingan dalam pemantauan dan pengambilan keputusan terkait sektor pertanian.
2. Sistem ini untuk menentukan pengelompokan produksi sayur-sayuran per tahun menggunakan metode *clustering K-Means*. Dengan menerapkan metode ini, data produksi sayur-sayuran dapat dikelompokkan berdasarkan pola-pola yang ada di dalamnya, seperti jenis sayuran, jumlah produksi, atau atribut lainnya. Hal ini dapat membantu dalam pemahaman pola produksi sayur-sayuran di Sumatera Utara dan memberikan wawasan yang berharga bagi para pemangku kepentingan.
3. Pembangunan sistem informasi geografis berbasis *website* dapat menyediakan aksesibilitas dan visualisasi yang mudah bagi pengguna untuk melihat hasil produksi sayur-sayuran dari tingkat terendah sampai tertinggi. Dengan adanya sistem ini, *admin* dapat mengakses informasi yang relevan melalui *website* dan melihat pemetaan hasil produksi sayur-sayuran di berbagai wilayah di Sumatera Utara. Dengan menggunakan sistem ini dapat menghasilkan sebuah informasi yang bermanfaat bagi para petani, pedagang, atau masyarakat dalam pengembangan sektor pertanian dan pengambilan keputusan yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Anggraini, Y., Pasha, D., & Setiawan, A. (2020). Sistem Informasi Penjualan Sepeda Berbasis Web Menggunakan Framework Codeigniter (Studi Kasus : Orbit Station). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTISI)*, 1(2), 64–70. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTISI>
- Fauzi, M. S., & Samsudin, S. (2022). Smart School Berbasis Web Interaktif di SD Swasta Amaliyah Sunggal dengan Algoritma K-Means Cluster. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 11(3), 332–341. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v11i3.1479>
- Febriani, Y., Sari, Y. P., & Octaria, D. (2021). Metode K-Means Cluster Untuk Mengelompokkan Kota/Kabupaten di Sumatera Selatan Berdasarkan Produksi Ikan Air Tawar. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 18(2), 175. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v18i2.6722>
- Indriyani, F., & Irfiani, E. (2019). Clustering Data Penjualan pada Toko Perlengkapan Outdoor Menggunakan Metode K-Means. *JUITA : Jurnal Informatika*, 7(2), 109. <https://doi.org/10.30595/juita.v7i2.5529>
- Karsana, I. W. W., & Mahendra, G. S. (2021). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lokasi Puskesmas Menggunakan Google Maps Api Di Kabupaten Badung. *Jurnal Komputer Dan Informatika*, 9(2), 160–167. <https://doi.org/10.35508/jicon.v9i2.5214>
- Kurniawan, H., Apriliah, W., Kurnia, I., & Firmansyah, D. (2021). Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Penggajian Pada Smk Bina Karya Karawang. *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 14(4), 13–23. <https://doi.org/10.35969/interkom.v14i4.78>
- Kurniawati, U. F., Handayeni, K. E., Nurlaela, S., Idajati, H., Firmansyah, F., Pratomoadmojo, N. A., & Septriadi, R. S. (2020). Pengolahan Data Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kecamatan Sukolilo. *Sewagati*, 4(3), 190. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v4i3.8048>
- Mertha, I. M. P., Simadiputra, V., Setyawan, E., & Suharjito, S. (2019). Implementasi WebGIS untuk Pemetaan Objek Wisata Kota Jakarta Barat dengan Metode Location Based Service menggunakan Google Maps API. *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan)*, 4(1), 21–28. <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v4i1.1486>
- Rahmanto, Y., Hotijah, S., & Damayanti, . (2020). Perancangan Sistem Informasi Geografis Kebudayaan Lampung Berbasis Mobile. *Jurnal Data Mining Dan Sistem Informasi*, 1(1), 19. <https://doi.org/10.33365/jdmsi.v1i1.805>
- Seimahuira, S. (2021). *IMPLEMENTASI DATAMINING DALAM MENENTUKAN DESTINASI UNGGULAN BERDASARKAN ONLINE REVIEWS TRIPADVISOR MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS*. 12(1), 53–58. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31602/tji.v12i1.4229>
- Sekar Setyaningtyas, Indarmawan Nugroho, B., & Arif, Z. (2022). Tinjauan Pustaka Sistematis: Penerapan Data Mining Teknik Clustering Algoritma K-Means. *Jurnal Teknoif Teknik Informatika Institut Teknologi Padang*, 10(2), 52–61. <https://doi.org/10.21063/jtif.2022.v10.2.52-61>
- Sembiring, F., Octaviana, O., & Saepudin, S. (2020). Implementasi Metode K-Means Dalam Pengklasteran Daerah Pungutan Liar Di Kabupaten Sukabumi (Studi Kasus : Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil). *Jurnal Tekno Insentif*, 14(1), 40–47. <https://doi.org/10.36787/jti.v14i1.165>
- Utomo, S., & Hamdani, M. A. (2021). Sistem Informasi Geografis (SIG) Pariwisata Kota Bandung menggunakan Google Maps API dan PHP. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, XI(1), 1–9. [https://doi.org/S. Utomo and M. A. Hamdani, "Sistem Informasi Geografis \(SIG\) Pariwisata Kota Bandung menggunakan Google Maps API dan PHP," J. Teknol. Inf. dan Komun., vol. XI, no. 1, pp. 1–9, 2021.](https://doi.org/S. Utomo and M. A. Hamdani,)
- Wijaya, Y. D., & Astuti, M. W. (2019). Sistem Informasi Penjualan Tiket WisatWijaya, Y. D., & Astuti, M. W. (2019). Sistem Informasi Penjualan Tiket Wisata Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall. Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi, 273–276.a Berbasis Web Menggunakan Metode . *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 273–276.