

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terkait

Beberapa penelitian terkait dengan *Web GIS* pemetaan lahan menggunakan K- Means untuk membantu meningkatkan produksi padi, penelitian tersebut antara lain :

Tabel 1 Penelitian Terkait

No.	Peneliti	Keterangan Penelitian
(1)	(2)	(3)
1	Dimas Alif Fajar Fadhillah, Ahmad Faisol, Nurlaily Vendyansyah (2022)	Judul: Penerapan Metode <i>K-Means Clustering</i> pada Pemetaan Lahan Kopi di Kabupaten Malang Metode : Algoritma <i>K-Means</i> Software : <i>PHP</i> , <i>MySQL</i> , <i>Leaflet</i> , <i>Code Igniter 3</i> Hasil Penelitian : Hasil pemetaan lahan tanaman kopi menjadi 3 <i>Clustering</i> yaitu rendah , sedang, dan Tinggi, Pengujian kepuasan pengguna menunjukkan 42% responden menilai aplikasi "Bagus" dan 36% "Cukup Bagus". Sistem juga berhasil berjalan di browser <i>Google Chrome</i> dan <i>Mozilla Firefox</i> dengan hasil pengujian <i>black box</i> 100%.
2	Angga Pratama, Cinta Amalia ,Rizki Putra Fhonna (2024)	Judul : Sistem Informasi Geografis Pemetaan Wilayah Kelayakan Tanaman Cabai Menggunakan Metode <i>K-Means</i> (Studi Kasus: Kabupaten Batu Bara) Metode : Algoritma <i>K-Means</i> Software: <i>PHP</i> , <i>MySQL</i> , <i>Laravel</i> , Hasil Penelitian: Hasil pemetaan wilayah kelayakan cabai di Kabupaten Batu Bara hasil total 12 data yang didapatkan hasil <i>K-Means Clustering</i> pada program sistem dan data perhitungan manual menunjukkan hasil C1 (sesuai) = 5 data, C2 (cukup sesuai) = 4 data dan C3 kurang sesuai) = 3 data
3	Yovi Pratama, Yuga Pramudya, Evan Albert, Mumtaz Ilham S, Rio Ferdinand, Verwin Juniansyah,	Judul : Klasterisasi Data Pertanian di Tingkat Provinsi Jambi Tahun 2021 Menggunakan Algoritma <i>K-Means</i> Metode : <i>K-Means</i> Software : <i>Weka</i> Hasil Penelitian : Hasil penelitian menunjukkan bahwa klasterisasi data sektor pertanian di Provinsi

No.	Peneliti	Keterangan Penelitian
(1)	(2)	(3)
	Errissya Rasywir (2022)	Jambi menghasilkan empat klaster berbeda berdasarkan produksi padi, karet, sawit, dan kopi. Klaster 0 terdiri dari Tanjung Jabung Timur, Jambi, dan Sungai Penuh; klaster 1 adalah Kerinci; klaster 2 mencakup Muaro Jambi dan Tanjung Jabung Barat; dan klaster 3 terdiri dari Merangin, Sarolangun, Batanghari, Tebo, dan Bungo. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan dasar kebijakan dalam pengalokasian sumber daya pertanian yang lebih tepat sasaran.
4	Nayla Dwi Salsabila, Karina Aulisari, Hani Zulfia Zahro (2025)	Judul : Penerapan Algoritma <i>K-Means</i> Untuk Klasterisasi Produktivitas Tanaman Jahe Metode : Algoritma <i>K-Means</i> Hasil Penelitian : Hasil penelitian itu pengelompokan menggunakan metode <i>K-Means</i> ini dibagi menjadi 2 klaster, klaster1 terdiri dari 104 kecamatan dengan produktivitas rendah dan klaster 2 terdiri dari 4 kecamatan dengan produktivitas tinggi. Sistem yang di bangun untuk menampilkan hasil <i>Clustering</i> produktivitas jahe berbasis website,
5	Davantio Destama Karni Saputra, Karina Auliasari, Ahmad Faisol (2024)	Judul : Penerapan Metode <i>K-Means Clustering</i> untuk Pemetaan Pengelompokan Lahan Produksi Jagung di Kabupaten Pasuruan Metode : Algoritma <i>K-Means</i> Hasil Penelitian : hasil pemetaan lahan jagung ada 3 klaster. Klaster 1 (produktivitas rendah) : 65 data, klaster 2 (produktivitas sedang): 42 data, klaster 3 (produktivitas tinggi) :13 data, pembuatan website yang bentuk peta yang diberi warna merah untuk klaster 1, kuning untuk klaster 2, dan hijau untuk klaster 3)
6	Masnur, Syahirun Alam, Muhammad Ihsar (2022)	Judul : Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Lahan Pertanian dan Komoditas Hasil Panen di Kabupaten Sidrap Metode : Metode Penelitian (Kuantitatif dan Kualitatif), Metode Pengembangan Sistem (<i>Prototype</i>), Metode Pengujian Sistem (<i>Black Box</i> dan <i>White Box Testing</i>) Software : <i>PHP, HTML, dan JavaScript, MYSQL</i>

No.	Peneliti	Keterangan Penelitian
(1)	(2)	(3)
		Hasil Penelitian : Hasil dari penelitian ini adalah Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web yang memudahkan proses pendataan hasil pertanian dan hasil produksi. Aplikasi ini diharapkan dapat mengatasi keterbatasan dari peta manual dan meningkatkan akurasi informasi yang dilaporkan. Selain itu, aplikasi ini juga membantu dalam pengelolaan data terkait komoditi hasil pertanian dalam satu <i>database</i>.
7	Dwi Yulianti , Arief Laila Nugraha, Moehammad Awaluddin (2022)	Judul : Aplikasi <i>Web GIS</i> Persebaran Petani Jambu Air Di Kabupaten Demak Metode : Pengumpulan Data, pengembangan aplikasi, Uji Sistem, Analisis Sistem. Software : <i>PHP(Laravel)</i>, ArcGIS Online. Hasil Penelitian .: Hasil pemetaan mengungkapkan bahwa sebanyak 30 petani jambu air tersebar di Desa Mranak dan Desa Betokan, dengan rata-rata hasil panen mencapai 147.393,9 kg. Selain itu, aplikasi 1 dan aplikasi 2 berfungsi dengan baik pada perangkat <i>smartphone</i> maupun <i>desktop</i>, dengan pengujian <i>usability</i> menunjukkan bahwa keduanya masuk dalam kategori Sangat Baik.
8	Nurul Ulfatun Anjelina, M Andrew Daffa, Nilna Afifatul Alfiyah (2024)	Judul : Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Pertanian Berbasis SIG Untuk Mendukung Ketahanan Pangan Di Indonesia Metode: <i>Library Research</i> Software: HTML, CSS, <i>JavaScript</i> Hasil Penelitian : Integrasi teknologi SIG dalam manajemen pertanian dapat meningkatkan pengumpulan, analisis, dan pemanfaatan informasi spasial untuk mendukung ketahanan pangan di Indonesia. Penelitian ini juga mengidentifikasi tantangan yang perlu diatasi, seperti akses terbatas terhadap data dan keterampilan analitis. Dengan demikian, SIG berpotensi membantu pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dan terinformasi.
9	Abdiel Jeremia Winston Wongkar,	Judul : Penerapan Distance-Based <i>Clustering</i> Pada Aplikasi Peta Lokasi Rawan Bencana Kota

No.	Peneliti	Keterangan Penelitian
(1)	(2)	(3)
	Vivi Peggie Rantung (2023)	Tomohon Berbasis Web dengan Menggunakan GIS <i>Leaflet</i> Di Dinas Sosial Kota Tomohon Metode : Extreme Programming (XP) dan Distance-Based <i>Clustering</i>. Software : <i>Leaflet, PHP, MySQL</i> Hasil Penelitian : Aplikasi peta lokasi rawan bencana di Kota Tomohon dapat meningkatkan pemetaan dan analisis wilayah yang rentan terhadap bencana seperti banjir, gempa bumi, dan longsor. Aplikasi ini diharapkan memberikan alat yang efektif bagi pihak berwenang dan masyarakat dalam mengembangkan strategi respons dan evakuasi yang lebih optimal. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pemahaman dan manajemen risiko bencana di Kota Tomohon.
10	Nirwana Hendrastuty (2024)	Judul : Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma <i>K-Means Clustering</i> Dalam Evaluasi Hasil Pembelajaran Siswa Metode : <i>K-Means, Silhouette Score, Within-Cluster Sum of Squares (WCSS)</i> Software : <i>Python</i> Hasil Penelitian : Hasil pengujian menunjukkan bahwa Pengujian <i>Silhouette Score</i> untuk klaster 2 mencapai 0,9168, yang menandakan bahwa pengelompokan data menjadi dua kelompok (siswa Rajin dan Sangat Rajin) adalah efektif. Selain itu, pengujian <i>Within-Cluster Sum of Squares (WCSS)</i> digunakan untuk mengukur jarak titik data dari <i>Centroid cluster</i>, memberikan informasi tambahan tentang kualitas pengelompokan. Hasil ini membantu dalam menentukan jumlah klaster yang optimal dan memberikan wawasan tentang tren prestasi siswa.
11	Putri Trisnawati, Ade Irma Purnamasari (2023)	Judul: Penerapan Pengelompokan Produktivitas Hasil Pertanian Menggunakan Algoritma <i>K-Means</i> Metode: <i>Davies-Bouldin Index (DBI)</i> Software: <i>Rapid Miner</i> Hasil: Hasil pengujian DBI menunjukkan bahwa nilai terbaik diperoleh pada k=9 dengan DBI sebesar 0,196. <i>Cluster 3</i> memiliki jumlah item terbanyak

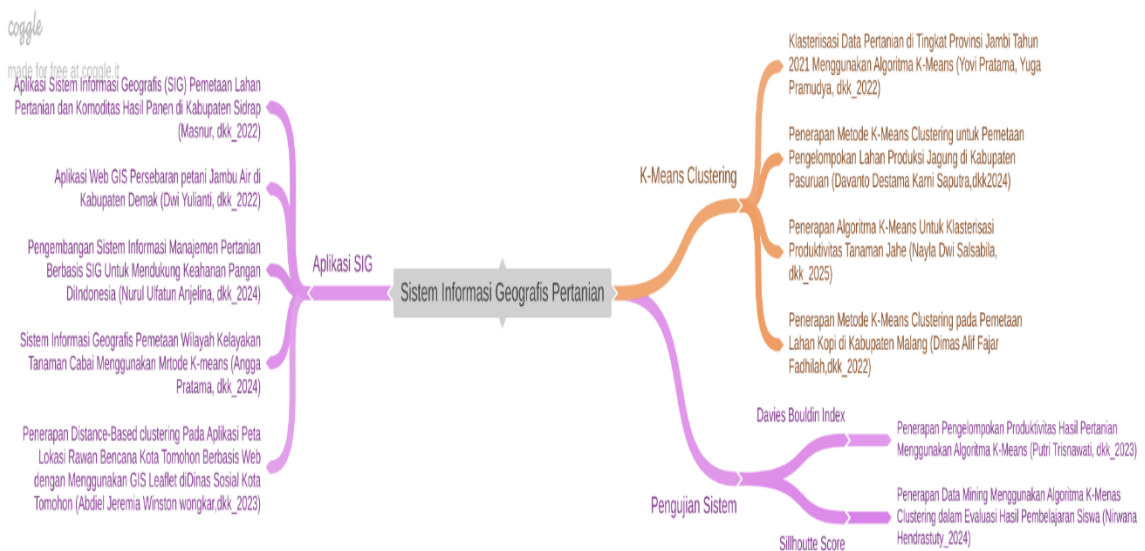
No.	Peneliti	Keterangan Penelitian
(1)	(2)	(3)
		yaitu 205 items, sedangkan <i>cluster</i> 4 memiliki item paling sedikit yaitu 1 item. Evaluasi ini digunakan untuk mengelompokkan produktivitas pertanian berdasarkan jenis.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dikaji dalam tabel hasil penelitian terkait, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Web GIS* dengan metode *K-Means* memiliki potensi besar dalam meningkatkan efektivitas pemetaan lahan pertanian. Untuk mendukung perancangan sistem, dibuatlah diagram *mind map* yang menggambarkan struktur dan elemen-elemen penting yang berkaitan dengan sistem *Web GIS* yang akan dikembangkan.

Mind map ini digunakan sebagai dasar dalam perencanaan sistem informasi geografis pengelompokan produksi padi menggunakan metode *K-Means*. Berikut *mind map* aplikasi *Web GIS* pertanian padi metode *K-Means*:

Berdasarkan pemetaan fitur melalui *mind map*, dapat disimpulkan bahwa aplikasi *WebGIS* pertanian ini dirancang untuk mendukung proses pengelompokan wilayah berdasarkan produktivitas padi menggunakan metode *K-Means*.

Sistem ini dibangun menggunakan *framework Laravel* sebagai backend dan *Leaflet.js* sebagai *Library* pemetaan interaktif, sehingga menghasilkan aplikasi yang tidak hanya responsif dan terstruktur, tetapi juga informatif secara spasial.



Gambar 1 Mind Mapping Aplikasi Web GIS

B. Landasan Teori

1. Web GIS

Web GIS adalah system informasi geografis yang melalui website, yang dapat diakses secara *real-time* untuk menampilkan serta berinteraksi dengan data geografis yang telah tersedia[9]. Struktur *Web GIS* yang paling mudah adalah harus terdiri *Server* dan *client*. Dimana *Server* berfungsi sebagai *Server* aplikasi dan *client* berupa browser. Informasi website berupa citra satelit dan peta wilayah.

2. Clustering

Metode yang digunakan untuk mengelompokkan sekumpulan data kedalam beberapa beberapa kelompok berdasarkan kesamaan tertentu yang telah di tetapkan sebelumnya adalah bentuk *Clustering* atau klasifikasi[10]. *Clustering* bertujuan untuk menemukan dan mengidentifikasi sebuah kesamaan *dataset*. Kesamaan *dataset* digunakan untuk menyederhanakan data kompleks, mengidentifikasi hubungan dalam *dataset*, dan memberikan informasi untuk pengambilan keputusan.

3. K- Means

Algoritma *K-Means* adalah salah satu algoritma partitional, karena proses nya dimulai dengan menentukan jumlah kelompok yang di inginkan terlebih dahulu, lalu menetapkan nilai *Centroid* awal untuk masing-masing kelompok tersebut [11]. Prinsip utama dari algoritma *K-Means* adalah meminimalkan *Sum of Squared Error* (SSE) antar objek data yang mempunyai k *Centroid*[12].

4. Website

Website merupakan kumpulan halaman yang menyajikan berbagai jenis informasi, seperti teks, gambar, animasi, suara dan video. Informasi yang ditampilkan bisa bersifat statis, yaitu kontennya tetap dan jarang diperbarui, serta informasi hanya satu arah dari pemilik website kepada pengunjung. Sebaliknya, jika kontennya terus diperbarui dan dapat berinteraksi, maka website tersebut berdifat dinamis[13].

5. MySQL

MySQL merupakan system manajemen basis data berbasis SQL yang bersifat *open source* dan saat ini menjadi salah satu yang paling populer. MYSQL mempunyai beberapa fitur pendukung seperti multi user, dan SQL *Database Management System (DBMS)*[14].

6. *PHP*

PHP adalah Bahasa pemrograman yang umum digunakan dalam pengembangan sistem berbasis web. *PHP* berperan dalam menjalankan proses dari sisi *Server* biasanya digabungkan *java script*, dan *framework* frontend[15]. *PHP* memungkinkan pembuatan website yang bersifat dinamis dan seringkali dikembangkan menggunakan berbagai *framework*, salah satu yang populer adalah *Laravel*.

7. *Laravel*

Laravel merupakan *framework* yang dikembangkan oleh Taylor Otwell pada bulan Juni 2011 dan banyak pengguna hingga kini.[16]. *Framework Laravel* menerapkan arsitektur MVC (*Model View Controller*) dan menawarkan beberapa fitur untuk pengembangan aplikasi yang cepat dan aman.

8. *Leaflet.js*

Tampilan peta menggunakan *Leaflet.js*, sebuah Pustaka *open source* yang menyediakan berbagai ekstensi untuk mendukung pembuatan peta. *Leaflet* juga memiliki kelebihan yaitu memiliki fitur *extensible* yang memungkinkan pengembangan menambahkan fungsionalitas tambahan. Selain efisien, pustaka *Leaflet.js* ini juga berfungsi kompatibel dengan berbagai ekstensi pendukung. Salah satu yaitu fitur kontrol lapisan pada *Leaflet* memungkinkan pengguna mengelola tampilan berbagai lapisan peta sesuai kebutuhan[17].

9. *Bootstrap*

Bootstrap adalah *framework* CSS (*Cascading Style Sheet*) yang digunakan untuk perancangan website. *Bootstrap* merupakan *tools* bermanfaat digunakan programmer saat membuat tampil sebuah website[18]. Dengan menggunakan *Bootstrap*, pembuatan elemen seperti tombol, navigasi, dan komponen lainnya menjadi lebih mudah, konsisten dan stabil.

10. Pengujian *Silhouette Score*

Pengujian *Silhouette Score* adalah proses evaluasi yang digunakan untuk menilai efektivitas suatu algoritma *Clustering* dalam memisahkan data menjadi kelompok yang berbeda. Proses ini melibatkan perhitungan *Silhouette Score* untuk setiap titik data, yang menunjukkan seberapa baik titik tersebut cocok dengan kelompoknya sendiri dibandingkan dengan kelompok lainnya[19]. Dengan kata lain, metode ini untuk menilai seberapa baik setiap data berada dalam klasternya dibandingkan dengan kluster lain.

11. Pengujian *Davies Bouldin Index* (DBI)

DBI digunakan sebagai metrik pengelompokan, karena validasi *Clustering* terdiri dari dua kategori utama yaitu eksternal dan internal. DBI termasuk dalam kategori validasi internal yang digunakan untuk menilai kinerja hasil *Clustering*[20]. Nilai Kohesi dan searasi yang dihasilkan membuat metode evaluasi DBI memiliki keunggulan dalam mengukur kualitas klster pada suatu metode pengelompokan[21]. Kohesi mengukur seberapa erat anggota dalam satu klaster berkelompok sedangkan sparasi mengukur seberapa jauh *cluster* satu dengan yang lain. Nilai DBI yang lebih rendah menunjukkan bahwa *cluster* yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik.