

Implementasi Support Vector Machine (SVM) pada Klasifikasi Jenis Tanah Memanfaatkan Fitur RGB

Implementation of SVM in Soil Type Classification Using RGB Features

Maulana Feri Setyawan¹, Jaemsiyen Devgan Oktawijaya², Soffiana Agustin³

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Gresik, Jl. Sumatera No.101, GKB, Kebomas, Kabupaten Gresik

³Program studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Gresik.

E-mail : *1maulanasetyawan8@gmail.com, 2adevoktawijaya@gmail.com, 3soffiana@umg.ac.id.

Abstrak

Setiap jenis tanah memiliki karakteristik unik yang mempengaruhi berbagai aspek kehidupan dan aktivitas manusia, terutama dalam bidang pertanian, pembangunan dan ekologi. Secara alami tanah memiliki warna yang berbeda pada tiap jenisnya. Hal ini mempermudah interpretasi manusia dalam mengenali jenis tanah. Namun jenis jenis tanah ini belum banyak diketahui orang, Pemahaman tentang jenis-jenis tanah dapat membantu dalam membuat keputusan yang lebih baik dan lebih tepat dalam berbagai aspek kehidupan serta dapat menjaga konservasi lingkungan dan pengelolaan sumber daya alam. Dengan banyaknya variasi jenis tanah yang memiliki sifat dan karakteristik berbeda, perlakuan terhadap masing-masing jenis tanah juga harus disesuaikan. Oleh karena itu, klasifikasi tanah sangat diperlukan untuk memahami cara pengelolaan tanah yang tepat dan efektif. Algoritma Support Vector Machine (SVM) unggul dalam menangani data berdimensi tinggi dan memisahkan kelas yang tidak linear, serta meningkatkan akurasi dan generalisasi model, menjadikannya pilihan yang kuat untuk klasifikasi tanah berdasarkan fitur RGB. Metode penelitian ini melibatkan pengumpulan dataset pribadi yang terdiri dari berbagai jenis tanah, ekstraksi fitur warna RGB (Red, Green, Blue), dan penggunaan statistik orde satu dalam mengenali jenis tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi fitur RGB dan SVM yang dioptimalkan mampu memberikan klasifikasi tanah yang akurat dan efisien dengan akurasi sebesar 88%.

Kata Kunci—Tanah, Pertanian, Kalsifikasi, SVM, RGB

Abstract

Each type of soil possesses unique characteristics that influence various aspects of human life and activities, particularly in agriculture, construction, and ecology. Naturally, soil exhibits distinct colors that aid human interpretation in identifying soil types. However, these soil types are not widely known. Understanding soil types can facilitate better decision-making across various aspects of life and contribute to environmental conservation and natural resource management. Given the diversity of soil types with varying properties, tailored treatments for each type are essential. Therefore, soil classification is crucial for understanding effective soil management practices. The Support Vector Machine (SVM) algorithm excels in handling high-dimensional data, separating non-linear classes, and enhancing model accuracy and generalization, making it a robust choice for soil classification based on RGB (Red, Green, Blue) features. This research method involved collecting a personal dataset comprising various soil types, extracting RGB color features, and using first-order statistics for data representation. The

results demonstrate that the optimized combination of RGB features and SVM achieved accurate and efficient soil classification with an accuracy of 88%.

Keywords—Soil, Agriculture, Classification, SVM, RGB

1. PENDAHULUAN

Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang terbentuk dari proses alami pelapukan batuan dan organik, serta medium tempat tumbuhnya tanaman. Secara kimia, tanah terdiri dari mineral, bahan organik, air, udara, dan organisme hidup [1]. Tanah memegang peran penting dalam menyediakan nutrisi, air, dan tempat berlindung bagi tumbuhan serta mikroorganisme. Tanah juga memiliki peran dalam menjaga keseimbangan ekosistem, mengatur siklus air, dan menyimpan karbon. Dalam konteks pertanian, tanah menjadi faktor kunci dalam menentukan kesuburan dan produktivitas lahan. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang sifat dan karakteristik tanah menjadi penting dalam berbagai bidang seperti pertanian, ilmu lingkungan, teknik sipil, dan konservasi alam [2].

Dalam penelitian ini tanah diklasifikasikan menjadi empat jenis. Pertama, Clay Soil atau tanah liat memiliki tekstur berat dengan partikel-partikel yang erat, sehingga mampu menahan air dan nutrisi lebih lama. Karakteristik ini membuat tanah liat sangat ideal untuk tanaman yang membutuhkan kelembapan tinggi, seperti padi dan beberapa jenis sayuran [3]. Kedua, Black Soil atau tanah hitam dikenal karena kandungan organiknya yang tinggi dan kemampuan retensi air yang baik. Tanah ini memiliki struktur yang gembur dan kaya akan bahan organik seperti humus, menjadikannya sangat subur. Tanah hitam utamanya digunakan dalam pertanian tanaman pangan seperti gandum dan kapas [4]. Ketiga, Red Soil atau tanah merah kaya akan oksida besi yang memberikan warna merah khas pada tanah ini. Biasanya ditemukan di daerah tropis dan subtropis, tanah merah memiliki drainase yang baik dan cukup subur untuk berbagai jenis tanaman [5]. Terakhir, Aluvial Soil atau tanah aluvial terbentuk dari endapan sungai, menjadikannya sangat subur dengan kandungan mineral dan nutrisi yang tinggi. Tanah ini biasanya ditemukan di dataran banjir dan delta sungai. Kegunaan utama tanah aluvial adalah untuk berbagai jenis tanaman pangan seperti padi, jagung, dan sayuran [6]. Namun, masih sulit untuk mengenali beberapa jenis tanah yang memiliki sifat serupa dan mengelompokkannya ke dalam kategori dan sub kategori yang sesuai dengan penggunaannya.

Identifikasi jenis tanah yang akurat dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik terkait pemanfaatan sumber daya alam. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih efisien dan otomatis untuk klasifikasi jenis tanah yang dapat memberikan hasil yang cepat dan akurat. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan algoritma Support Vector Machine (SVM) yang dikombinasikan dengan ekstraksi fitur warna RGB dari citra tanah [7]. Algoritma SVM terkenal karena kemampuannya dalam menangani masalah klasifikasi dengan efektif, terutama pada dataset dengan banyak fitur, serta kemampuan untuk menemukan hyperplane optimal yang memisahkan kelas-kelas dalam data. Selain itu, SVM memiliki kelebihan dalam mengatasi overfitting, terutama ketika menggunakan kernel trik untuk memetakan data ke dalam dimensi yang lebih tinggi, yang sangat berguna dalam klasifikasi jenis tanah yang kompleks [8].

Sementara itu, ekstraksi fitur warna RGB memungkinkan pemanfaatan data visual yang mudah diperoleh melalui fotografi digital, sehingga menjadikannya metode yang lebih praktis dan cepat dibandingkan dengan analisis laboratorium. Penggunaan fitur RGB memberikan informasi dasar mengenai karakteristik warna tanah yang bisa sangat bermanfaat dalam klasifikasi awal [9]. Ekstraksi fitur RGB ini juga memiliki kelebihan dalam hal biaya dan waktu, karena gambar tanah dapat diambil dan diproses dengan cepat tanpa memerlukan peralatan laboratorium yang mahal dan waktu yang lama. Namun, untuk meningkatkan keakuratan dan efisiensi klasifikasi, penelitian ini juga mengolah nilai RGB dengan fitur statistik orde satu. Fitur statistik orde satu seperti mean, median, modus, varians, dan standar deviasi dari intensitas warna memberikan informasi tambahan mengenai distribusi intensitas warna dalam citra tanah.

Pengolahan ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang pola warna yang dapat membantu SVM dalam membedakan antara jenis tanah yang serupa [10].

Berbagai metode klasifikasi jenis tanah telah dikembangkan oleh banyak peneliti untuk mengidentifikasi berbagai tipe tanah. Klasterisasi jenis tanah pada tanaman cabai menggunakan algoritma K-Means, menunjukkan bahwa hasil klasterisasi menghasilkan 63 data yang masuk ke dalam klaster 1, di mana klaster 1 merupakan citra tanah yang cocok untuk tanaman cabai. Sementara itu, 37 data lainnya masuk ke dalam klaster 2, yang merupakan klaster citra tanah yang tidak cocok untuk tanaman cabai [11]. Klasifikasi jenis tanah berbasis Android menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) menghasilkan akurasi rata-rata sebesar 97% dan akurasi tertinggi sebesar 95%. Penelitian yang dilakukan oleh Dan Yani Parti Astuti et al. ini melakukan klasifikasi jenis tanah yang dibagi menjadi 8 kelas, yaitu aluvial, andosol, entisol, humus, inceptisol, laterit, kapur, dan pasir. Pengujian secara manual menggunakan aplikasi Android juga dilakukan untuk memastikan keakuratan dan keefektifan model dalam kondisi nyata. [12].

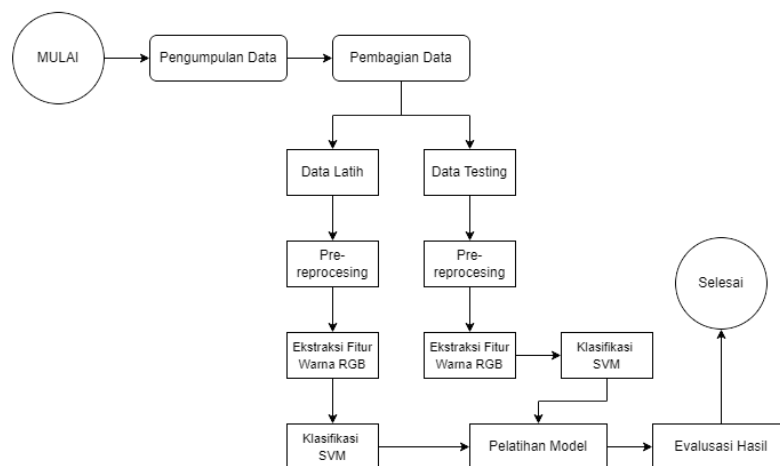
Metode ini tidak hanya memanfaatkan teknologi fotografi digital untuk ekstraksi data visual secara praktis dan cepat, tetapi juga memungkinkan klasifikasi jenis tanah yang lebih akurat dengan tingkat efisiensi yang tinggi. SVM dipilih karena kemampuannya dalam menangani masalah klasifikasi pada dataset dengan banyak fitur, sehingga mampu meningkatkan performa model secara signifikan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menawarkan solusi yang lebih efisien untuk klasifikasi tanah, tetapi juga meningkatkan akurasi dan kemudahan implementasi dibandingkan dengan metode tradisional yang lebih terbatas dalam analisis laboratorium.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengusulkan penggunaan mesin pembelajaran SVM dalam melakukan klasifikasi untuk mengenali jenis tanah. Adapun jenis tanah yang diklasifikasikan adalah: *Alluvial Soil*, *Black Soil*, *Clay Soil* dan *Red Soil*.

2.1 Alur Tahapan Penelitian

Proses klasifikasi jenis tanah dengan algoritma Support Vector Machine (SVM) dan ekstraksi fitur warna RGB dimulai dengan pengumpulan data tanah, yang kemudian dibagi menjadi data latih dan data testing. Setelah itu, data melalui tahap pra-pemrosesan dan ekstraksi fitur warna RGB. Data latih digunakan untuk melatih model SVM, sementara data testing digunakan untuk menguji dan mengklasifikasikan jenis tanah dengan model yang telah dilatih [13]. Hasil klasifikasi kemudian dievaluasi untuk menilai performa dan akurasi model, bertujuan menghasilkan klasifikasi yang efisien dan akurat. penelitian ini dilakukan berdasarkan flowchart pada gambar 2.1.



Gambar 1 Flowchart Proses Penelitian

2.1.1 Pengumpulan Data

Dataset diperoleh dari (<https://www.kaggle.com/datasets/jhislainematchouath/soil-types-dataset>) pada situs kaggle, yang berisi 500 citra tanah dari berbagai jenis seperti clay soil, black soil, red soil, dan alluvial soil. Citra tanah diambil dengan kamera digital beresolusi tinggi di bawah pencahayaan seragam, menjaga konsistensi warna dan kualitas gambar. Setiap citra dilabeli sesuai jenis tanahnya. Dataset dari Kaggle ini terorganisir dengan baik, memastikan data yang valid dan dapat diandalkan untuk tahap preprocessing, ekstraksi fitur, dan klasifikasi menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM).

2.1.2 Pembagian Data

Pembagian Dataset pada penelitian ini menggunakan dataset 500 citra tanah, dibagi menjadi 400 citra untuk data latih (100 citra untuk setiap jenis tanah: clay soil, black soil, red soil, dan alluvial soil) dan 100 citra untuk pengujian (25 citra untuk setiap jenis tanah). Pembagian dilakukan acak namun menjaga proporsi untuk memastikan model SVM dapat dilatih dan dievaluasi dengan baik terhadap berbagai jenis tanah.

2.1.3 Pre-reprocessing

preprocessing data dilakukan untuk memastikan konsistensi ukuran dan format dataset, yang penting untuk hasil klasifikasi yang akurat. Langkah utama dalam preprocessing adalah resize, yaitu mengubah ukuran setiap citra tanah ke dimensi seragam, misalnya 512x512 piksel. Ukuran ini dipilih untuk mempertahankan detail penting sekaligus mengurangi beban komputasi. Resize mengurangi variabilitas ukuran citra asli, memastikan model pembelajaran mesin dapat memproses data lebih efisien, dan memudahkan perbandingan antar-citra.

2.1.4 Ekstraksi Fitur Warna RGB (Red, Green, Blue)

Ekstraksi fitur warna RGB adalah teknik dalam pengolahan citra digital yang digunakan untuk menganalisis dan mengidentifikasi informasi warna dari gambar. Setiap gambar digital terdiri dari piksel-piksel yang memiliki nilai warna yang diwakili oleh tiga komponen dasar: merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue) [14]. Teknik ini memecah gambar menjadi komponen-komponen RGB-nya, memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap distribusi dan intensitas warna dalam gambar tersebut

Dalam sistem pengenalan objek, fitur warna RGB dapat membantu membedakan objek berdasarkan warna dominannya. Selain itu, dalam sektor pertanian, fitur warna RGB sering digunakan untuk mengidentifikasi kondisi tanaman atau buah berdasarkan perubahan warna. Adapun yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan Ekstraksi Fitur warna RGB dengan ciri Orde pertama [15], yaitu nilai mean, standard deviasi, dan skewness sebagai berikut:

- Mean
Rata-rata dari masing-masing saluran warna R (merah), G (hijau), dan B (biru) dihitung dengan rumus:

$$\mu_R = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i \quad (1)$$

Di mana N adalah jumlah total piksel dalam citra, dan R_i adalah nilai intensitas warna merah, hijau, dan biru dari piksel ke- i .

- Standar Deviasi
Standar deviasi mengukur sebaran data dari rata-rata. Untuk saluran warna R, G, dan B, standar deviasi dihitung dengan rumus:

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (R_i - \mu_R)^2} \quad (2)$$

- Skewness

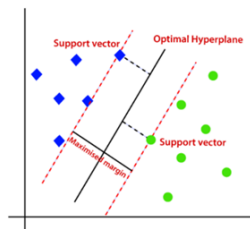
Skewness mengukur asimetri distribusi warna terhadap rata-rata. Untuk saluran warna R, G, dan B, skewness dihitung dengan rumus:

$$Skewness_R = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (R_i - \mu_R)^3}{\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (R_i - \mu_R)^2\right)^{\frac{3}{2}}} \quad (3)$$

Ciri-ciri orde satu ini memberikan informasi penting tentang distribusi dan karakteristik warna dalam sebuah citra, yang berguna dalam berbagai aplikasi seperti pengenalan objek berdasarkan warna dominan atau identifikasi kondisi tanaman berdasarkan perubahan warna dalam pertanian.

2.1.5 Klasifikasi Support Vector Machine (SVM)

Dalam penelitian ini menggunakan model klasifikasi untuk mendapatkan klasifikasi jenis tanah. Klasifikasi merupakan salah satu metode yang dilakukan dengan cara supervised learning yaitu teknik pembelajaran data dalam machine learning menggunakan dataset (data training) yang sudah memiliki label. Model klasifikasi ini kemudian dibuat dengan menggunakan algoritma machine learning yaitu support vector machine.



Gambar 2. Algoritma Support Vector Machine (SVM)

Algoritma support vector machine banyak digunakan untuk berbagai aktivitas seperti klasifikasi teks, pengenalan citra, analisis medis hingga prediksi. SVM bekerja dengan menciptakan garis pembatas (hyperplane) terbaik yang menjadi fungsi pemisah [16]. SVM akan memaksimalkan jarak dua set yang berbeda. SVM menggunakan kernel berbentuk lurus yang membagi dua kelas [17] dengan persamaan linier pada persamaan :

$$w * x - b = 0 \quad (4)$$

Keterangan:

w = parameter hyperlane yang dicari

x = data input

b = bias

Teknik mendapatkan hyperplane optimum pada klasifikasi SVM dapat dilakukan dengan persamaan :

$$\min \frac{1}{2} \|\omega\|^2 \quad (5)$$

$$y_i (w x_i + b) \geq 1, i = 1, \dots, \lambda \quad (6)$$

Persamaan (13) digunakan untuk memaksimalkan kuantitas $\|\omega\|^2$ dengan cara fokus pada pembatas $y_i (w x_i + b) \geq 1$, jika output data $y_i = +1$ maka pembatas menjadi $(w x_i + b) \geq 1$ dan sebaliknya jika $y_i = -1$ pembatas menjadi $(w x_i + b) - 1$. Adapun skenario pengujian yang dilakukan adalah:

- 1) Melakukan klasifikasi menggunakan masing-masing metode ekstraksi fitur.
- 2) Melakukan klasifikasi menggunakan fitur.

Hasil pengujian tersebut akan dihitung kesesuaian antara hasil klasifikasi yang dinyatakan dalam akurasi. Hasil dari masing-masing skenario pengujian disajikan pada bab hasil dan pembahasan.

Model Support Vector Machine (SVM) dilatih menggunakan 400 citra dari empat jenis tanah: black soil, red soil, clay soil, dan aluvial soil setelah melalui proses reprocessing. Tujuannya adalah untuk mengembangkan model yang mampu mengenali dan mengklasifikasikan jenis tanah berdasarkan fitur RGB yang telah diekstraksi. Setelah pelatihan, performa model dievaluasi menggunakan 100 citra uji yang terdiri dari 25 citra untuk setiap jenis tanah [18]. Citra uji ini memberikan data yang belum pernah dilihat oleh model selama pelatihan, sehingga memungkinkan evaluasi yang akurat terhadap kemampuan model dalam mengklasifikasikan jenis tanah.

2.1.6 Evaluasi Hasil

Evaluasi sistem dilakukan untuk memastikan bahwa model SVM yang dirancang mampu mengklasifikasikan jenis tanah dengan baik menggunakan ekstraksi fitur warna RGB. Evaluasi ini menggunakan metode Confusion Matrix untuk mengukur performa model berdasarkan metrik precision, recall, dan akurasi [19].

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (7)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (8)$$

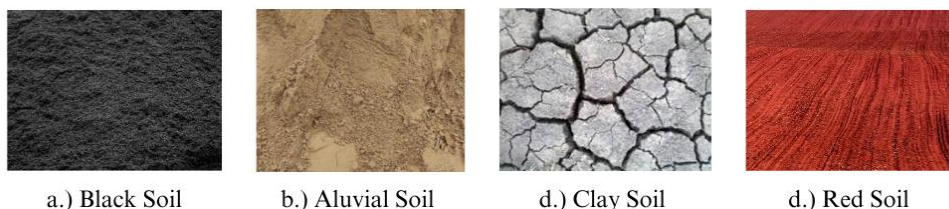
$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (9)$$

TP = True Positive
TN = True Negative
FP = False Positive
FN = False Negative

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Proses pengambilan data dilakukan dengan cara mengambil data dari website Kaggle menggunakan keyword "soil" dan menghasilkan 500 data. Data tersebut mencakup empat jenis tanah, yaitu red, aluvial, black, dan clay. Setiap jenis tanah dibagi menjadi dua set: data uji dan data latih. Data uji terdiri dari 25 data untuk setiap jenis tanah, sedangkan data latih terdiri dari 100 data untuk setiap jenis tanah.



Gambar 3. Datasest Jenis Tanah

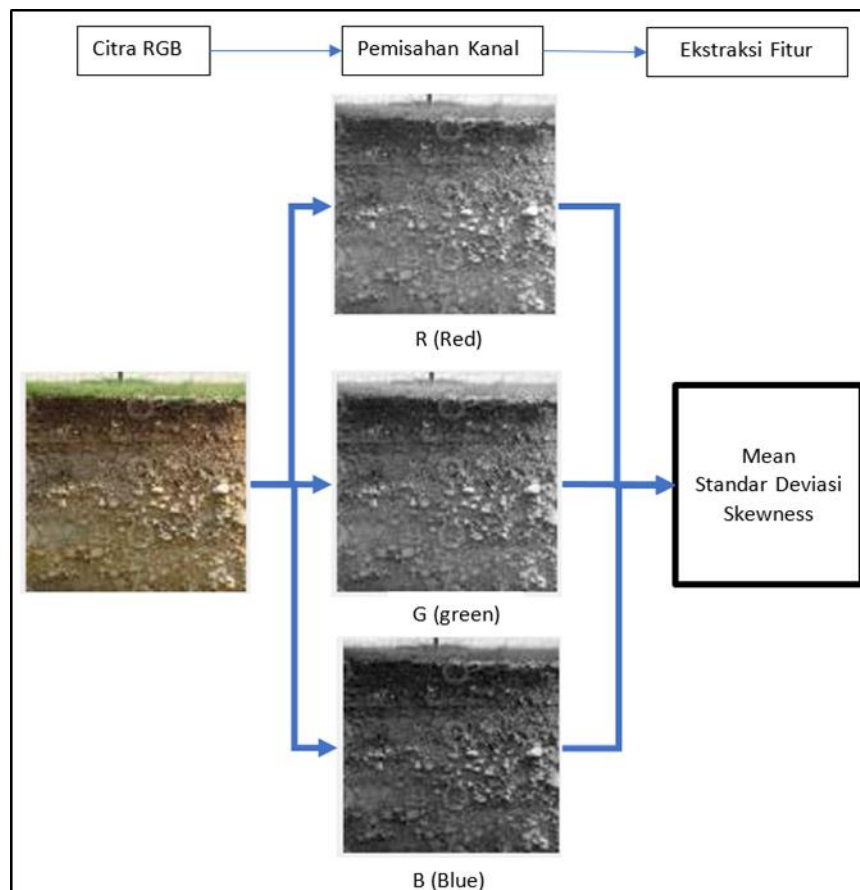
3.2. Pre-Processing

Langkah utama dalam preprocessing adalah menyeragamkan ukuran setiap gambar tanah menjadi dimensi yang sama. Terdapat beberapa citra yang memiliki ukuran berbeda, sehingga

perlu diseragamkan menjadi ukuran 512x512 piksel. Ukuran ini dipilih untuk menjaga detail penting sekaligus mengurangi beban komputasi. Mengubah ukuran gambar (resize) membantu mengurangi variabilitas ukuran asli gambar, memastikan model pembelajaran mesin dapat memproses data dengan lebih efisien, serta memudahkan perbandingan antara gambar-gambar tersebut.

3.3 Ekstraksi Fitur Warna RGB

Setelah dilakukan proses resize, gambar digital dipisahkan menjadi tiga komponen atau kanal warna yang terpisah, yaitu kanal merah (R), kanal hijau (G), dan kanal biru (B). Pemisahan gambar menjadi tiga kanal warna ini memungkinkan untuk menganalisis setiap kanal secara individual dan terperinci, sehingga dapat memberikan informasi yang lebih detail dan spesifik mengenai fitur-fitur visual yang terkandung dalam gambar tersebut.



Gambar 4. Ekstraksi Fitur Warna

Setelah pemisahan kanal, dilakukan ekstraksi fitur menggunakan nilai statistik dari masing-masing kanal. Nilai statistik yang digunakan adalah nilai Mean, Standar deviasi dan Skewness menggunakan rumus (1-3). Berikut adalah beberapa fitur yang dihasilkan dari proses pre-processing dalam bentuk tabel:

Tabel 1. Ekstraksi Fitur RGB

MeanR	MeanG	MeanB	StdR	StdG	StdB	SkewR	SkewG	SkewB	Jenis Tanah (Ground Truth)
123.45	109.03	80.21	40.47	44.04	40.98	0.83	0.945	1.577	Alluvial Soil
149.17	123.10	84.52	25.88	26.02	24.41	-0.51	-0.478	-0.435	Alluvial Soil
167.17	159.55	123.87	19.34	19.36	18.68	-1.50	-1.476	-1.34	Alluvial Soil

Implementasi Support Vector Machine (SVM) pada Klasifikasi Jenis Tanah Memanfaatkan Fitur RGB

51.59	51.59	51.59	21.69	21.69	21.69	-0.079	-0.079	-0.079	Black Soil
71.90	64.38	62.04	32.35	31.77	31.34	-0.039	-0.013	0.008	Black Soil
46.38	37.12	28.79	22.52	20.93	19.21	0.217	0.289	0.456	Black Soil
137.29	109.32	80.79	52.59	51.50	49.02	0.113	0.188	0.322	Clay Soil
163.04	163.10	164.32	53.28	53.22	51.21	-1.049	-1.048	-0.996	Clay Soil
153.84	114.54	89.90	44.46	43.96	43.07	0.123	0.177	0.208	Clay Soil
128.89	90.68	73.11	51.17	66.4690	75.5648	0.5492	1.2405	1.413	Red Soil
173.68	39.60	26.87	52.08	33.0943	21.8885	-0.4596	0.6239	1.044	Red Soil
190.01	96.88	68.39	21.91	19.5920	17.5634	-2.0779	-1.4802	-1.141	Red Soil

3.2.4 Klasifikasi SVM

Fitur yang didapatkan tersebut dilakukan perhitungan SVM untuk dapat mengetahui kelas dari data uji. Dalam model SVM yang digunakan, terdapat dua parameter utama yang ditetapkan, yaitu random state dan toleransi (tol). Random state digunakan sebagai pembangkit bilangan acak dalam proses klasifikasi, dan nilainya ditetapkan pada 0. Sementara itu, toleransi (tol) merupakan nilai toleransi yang digunakan sebagai kriteria kapan proses iterasi berhenti, dan nilainya ditetapkan pada $1e-4$. Hasil evaluasi dari model Support Vector Machine tersebut disajikan pada Tabel 2, Berikut ini adalah Performa Model SVM. Adapun hasil pengenalan SVM disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Klasifikasi SVM

Alluvial Soil Class - Predict	Black Soil Class - Predict	Clay Soil Class - Predict	Red Soil Class - Predict
Alluvial soil - (1).jpg: Clay soil	Black soil - (1).jpg: Black soil	Clay soil - (1).jpg: Clay soil	Red soil - (1).jpg: Alluvial soil
Alluvial soil - (2).jpg: Alluvial soil	Black soil - (2).jpg: Black soil	Clay soil - (2).jpg: Clay soil	Red soil - (2).jpg: Red soil
Alluvial soil - (3).jpg: Alluvial soil	Black soil - (3).jpg: Black soil	Clay soil - (3).jpg: Clay soil	Red soil - (3).jpg: Red soil
Alluvial soil - (4).jpg: Alluvial soil	Black soil - (4).jpg: Black soil	Clay soil - (4).jpg: Clay soil	Red soil - (4).jpg: Red soil
Alluvial soil - (5).jpg: Alluvial soil	Black soil - (5).jpg: Black soil	Clay soil - (5).jpg: Clay soil	Red soil - (5).jpg: Red soil
Alluvial soil - (6).jpg: Alluvial soil	Black soil - (6).jpg: Black soil	Clay soil - (6).jpg: Clay soil	Red soil - (6).jpg: Red soil
Alluvial soil - (7).jpg: Alluvial soil	Black soil - (7).jpg: Black soil	Clay soil - (7).jpg: Black soil	Red soil - (7).jpg: Red soil
Alluvial soil - (8).jpg: Alluvial soil	Black soil - (8).jpg: Black soil	Clay soil - (8).jpg: Clay soil	Red soil - (8).jpg: Red soil
Alluvial soil - (9).jpg: Alluvial soil	Black soil - (9).jpg: Black soil	Clay soil - (9).jpg: Clay soil	Red soil - (9).jpg: Red soil
Alluvial soil - (10).jpg: Alluvial soil	Black soil - (10).jpg: Black soil	Clay soil - (10).jpg: Clay soil	Red soil - (10).jpg: Red soil
Alluvial soil - (11).jpg: Clay soil	Black soil - (11).jpg: Black soil	Clay soil - (11).jpg: Black soil	Red soil - (11).jpg: Red soil
Alluvial soil - (12).jpg: Black soil	Black soil - (12).jpg: Black soil	Clay soil - (12).jpg: Clay soil	Red soil - (12).jpg: Red soil
Alluvial soil - (13).jpg: Clay soil	Black soil - (13).jpg: Black soil	Clay soil - (13).jpg: Clay soil	Red soil - (13).jpg: Red soil
Alluvial soil - (14).jpg: Alluvial soil	Black soil - (14).jpg: Black soil	Clay soil - (14).jpg: Clay soil	Red soil - (14).jpg: Red soil
Alluvial soil - (15).jpg: Alluvial soil	Black soil - (15).jpg: Black soil	Clay soil - (15).jpg: Clay soil	Red soil - (15).jpg: Red soil
Alluvial soil - (16).jpg: Clay soil	Black soil - (16).jpg: Black soil	Clay soil - (16).jpg: Clay soil	Red soil - (16).jpg: Red soil
Alluvial soil - (17).jpg: Alluvial soil	Black soil - (17).jpg: Black soil	Clay soil - (17).jpg: Clay soil	Red soil - (17).jpg: Red soil
Alluvial soil - (18).jpg: Alluvial soil	Black soil - (18).jpg: Black soil	Clay soil - (18).jpg: Clay soil	Red soil - (18).jpg: Red soil
Alluvial soil - (19).jpg: Clay soil	Black soil - (19).jpg: Black soil	Clay soil - (19).jpg: Clay soil	Red soil - (19).jpg: Red soil
Alluvial soil - (20).jpg: Black soil	Black soil - (20).jpg: Black soil	Clay soil - (20).jpg: Clay soil	Red soil - (20).jpg: Red soil
Alluvial soil - (21).jpg: Alluvial soil	Black soil - (21).jpg: Black soil	Clay soil - (21).jpg: Clay soil	Red soil - (21).jpg: Red soil
Alluvial soil - (22).jpg: Clay soil	Black soil - (22).jpg: Black soil	Clay soil - (22).jpg: Clay soil	Red soil - (22).jpg: Red soil
Alluvial soil - (23).jpg: Alluvial soil	Black soil - (23).jpg: Black soil	Clay soil - (23).jpg: Clay soil	Red soil - (23).jpg: Red soil
Alluvial soil - (24).jpg: Alluvial soil	Black soil - (24).jpg: Black soil	Clay soil - (24).jpg: Clay soil	Red soil - (24).jpg: Red soil
Alluvial soil - (25).jpg: Alluvial soil	Black soil - (25).jpg: Black soil	Clay soil - (25).jpg: Alluvial soil	Red soil - (25).jpg: Red soil

3.2.5 Evaluasi Hasil

Evaluasi Hasil dilakukan dengan menghitung nilai akurasi, presisi dan recal menggunakan rumus (7-9). Dari Tabel 2 dihitung Nilai akurasi dengan cara menghitung total jumlah prediksi yang benar dari masing masing kelas. Hasil pengenalan dari klasifikasi jenis tanah dari 25 data uji untuk setiap jenis tanah disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengenalan

Jenis Tanah	Jumlah Benar	Jumlah Salah
Aluvial Soil	18	8
Black Soil	25	0
Clay Soil	21	3
Red Soil	24	1

Hasil pengujian klasifikasi SVM memberikan akurasi sebesar 87%. Selain menghitung Akurasi dilakukan pula perhitungan precission dan recall dengan membuat tabel matriks confusion (tabel 4).

Tabel 4. Matriks Confusion

Data Uji	Alluvial Soil	Black Soil	Clay Soil	Red Soil	Precission	Recall
Alluvial Soil	17	2	6	0	0.894737	0.653846
Black Soil	0	25	0	0	0.925926	0.925926
Clay Soil	1	2	21	0	0.724138	0.875
Red Soil	1	0	0	24	0.96	0.96
Average (Rata - Rata)					0.8762	0.8537

Dari tabel 4 diketahui bahwa Precission dan Recall terbaik diperoleh pada pengenalan jenis Red Soil sedangkan rata-rata Precission yang diperoleh adalah sebesar 88% dan recall sebesar 85%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, model Support Vector Machine (SVM) yang dikembangkan memiliki rata-rata akurasi 88% dalam mengklasifikasikan jenis tanah. Model menunjukkan akurasi tertinggi pada klasifikasi Black Soil dengan 100%, diikuti oleh Red Soil dengan akurasi 96%. Klasifikasi Clay Soil mencapai akurasi 84%, sementara Alluvial Soil memiliki akurasi terendah yaitu 72%. Keunggulan model ini adalah kemampuannya dalam mendeteksi jenis tanah dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi, terutama untuk Black Soil dan Red Soil. Kekurangan utama terletak pada akurasi yang lebih rendah untuk klasifikasi Alluvial Soil, yang menunjukkan kebutuhan untuk perbaikan lebih lanjut. Penggunaan fitur warna RGB dari citra digital tanah terbukti efektif dan praktis dibandingkan dengan metode analisis laboratorium tradisional.

5. SARAN

Optimalisasi model dapat dilakukan dengan menggunakan teknik-teknik untuk menemukan parameter terbaik dari SVM sehingga dapat meningkatkan akurasi model. Selain peningkatan parameter SVM, perbaikan dapat dilakukan dengan melengkapi fitur dari sisi tekstur atau fitur lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Y. Puspaningrum, B. Nugroho, and H. A. Manggala, "Penerapan Radial Basis Function Untuk Klasifikasi Jenis Tanah," vol. 17, 2020, [Online]. Available: <http://www.formal.stanford.edu>
- [2] Y. Nugroho Paseneke, A. Nugroho, F. Teknologi Informasi, and U. Kristen Satya Wacana JI, "Pemetaan dan Klasifikasi Kesesuaian Jenis Tanah Terhadap Tanaman Menggunakan Metode Naïve Bayes di Desa Cukilan," *AITI: Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 19, no. Agustus, pp. 199–212, 2022.
- [3] A. Intan Yufantari, "Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Varietas Pulut Sulawesi Effect of Soil Type on the Growth and Yield of Maize (*Zea mays L.*) Var. Pulut Sulawesi," 2020.
- [4] F. Nawang Sari, W. Shokib Rondli, N. Fajrie, and P. FKIP Universitas Muria Kudus, "Nilai Karakter Anak Dalam Permainan Tradisional Lempung (Tanah Liat) Di Desa Pangungroyom," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 8, 2023.
- [5] P. Dewantha Jenar, S. A. Made Yuliari, I. B. Suatama, P. Studi, K. Ayurweda, and F. Kesehatan, "Penggunaan Tanah Merah di Panglukatan Beji Selati," Oktober Tahun, 2023.

- [6] A. Ara, P. Gayo, Z. Zainabun, and T. Arabia, "Karakterisasi Morfologi dan Klasifikasi Tanah Aluvial menurut Sistem Soil Taxonomy di Kabupaten Aceh Besar (Morphological Characterization and Classification of Alluvial Soil according to the Soil Taxonomy System in Aceh Besar District)," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, vol. 7, 2022, [Online]. Available: www.jim.unsyiah.ac.id/JFP
- [7] S. Nafisah, "Pengklasifikasian Jenis Tanah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Algoritma Backpropagation," 2019.
- [8] M. Fajar, "Klasifikasi Jenis Tanah Wakaf Muhammadiyah di Tanjung Redeb dengan Metode K-Means Berbasis Sig," 2022. [Online]. Available: <https://muhammadisyaf.wordpress.com/2017/03/04/sistem-informasi-geografis-dan-far-Shiddiq-Ramadhani,M.Kundarto,and.R.AgusWidodo,>
- [9] far Shiddiq Ramadhani, M. Kundarto, and R. Agus Widodo, "Jurnal Tanah dan Air (Soil and Water Journal) Land Suitability For Rice Planting In Sokaraja District Banyumas District Central Java Province," vol. 18, no. 1, pp. 21–27, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jta/index>
- [10] P. Arsi and R. Waluyo, "ANALISIS SENTIMEN WACANA PEMINDAHAN IBU KOTA INDONESIA MENGGUNAKAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)," vol. 8, no. 1, pp. 147–156, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202183944.
- [11] I. Verawati and A. Lucky Rebecca, "Klasterisasi Jenis Tanah pada Tanaman Cabai Menggunakan Algoritma K-Means," vol. 7, no. 3, pp. 1414–1422, 2023, doi: 10.30865/mib.v7i3.6132.
- [12] Yani Parti Astuti, Indah Wardatunizza, Egia Rosi Subhiyakto, and Etika Kartikadarma, "Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Jenis Tanah Berbasis Android," *Jurnal Informatika: Jurnal pengembangan IT (JPIT)*, vol. 8, 2023.
- [13] E. Prasetyo, "EKSPLORA INFORMATIKA v 121 Diterima 13," 2020.
- [14] L. Farokhah and P. Korespondensi, "Implementasi K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Bunga Dengan Ekstraksi Fitur Warna Rgb Implementation Of K-Nearest Neighbor For Flower Classification With Extraction Of Rgb Color Features," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 7, 2020, doi: 10.25126/jtiik.202072608.
- [15] N. P. Batubara, D. Widiyanto, and N. Chamidah, "Klasifikasi Rempah Rimpang Berdasarkan Ciri Warna RGB Dan Tekstur GLCM Menggunakan Algoritma Naive Bayes," *JURNAL INFORMATIK*, 2021.
- [16] F. Darmawan, M. Joe, Y. I. Kurniawan, and L. Afuan, "Analisis Sentimen Kemungkinan Depresi dan Kecemasan pada Twitter Menggunakan Support Vector Machine," *Jurnal Eksplora Informatika*, vol. 13, no. 1, pp. 24–36, Sep. 2023, doi: 10.30864/eksplora.v13i1.854.
- [17] R. Tineges, A. Triayudi, and I. D. Sholihati, "Analisis Sentimen Terhadap Layanan Indihome Berdasarkan Twitter Dengan Metode Klasifikasi Support Vector Machine (SVM)," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 4, no. 3, p. 650, Jul. 2020, doi: 10.30865/mib.v4i3.2181.
- [18] G. Radiena and A. Nugroho, "Analisis Sentimen Berbasis Aspek Pada Ulasan Aplikasi Kai Access Menggunakan Metode Support Vector Machine," 2023.
- [19] A. Z. Seknun *et al.*, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Tomat Dengan Variasi Model Warna Menggunakan Support Vector Machine," 2023. [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>
- [20] K. Jenis Tanah di Kota Banjar, J. Barat Rudiono, D. Avianto, U. Teknologi Yogyakarta Jl Siliwangi Jombor Sleman, and D. Yogyakarta, "Implementasi Ekstraksi Ciri Histogram dan K-Nearest Neighbor untuk," 2019.