

Deteksi Penyakit Bercak Coklat pada Daun Bayam dengan Metode Segmentasi Pengolahan Citra Digital di Dinas Pertanian Kota Palopo

Safwan Kasma, Muh. Akram

Universitas Cokroaminoto Palopo

cawanksafwan@gmail.com, muhakram082@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi bercak coklat pada daun bayam menggunakan metode segmentasi pengolahan citra digital dengan bantuan antarmuka GUI MATLAB. Data citra bayam diperoleh dari Dinas Pertanian Kota Palopo. Proses penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model Luther-Sutopo yang terdiri dari: konsep, desain, pengumpulan material, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Pada tahap segmentasi, metode segmentasi citra digunakan untuk memisahkan area bercak dari daun sehat. Ekstraksi ciri warna RGB dan HSV dilakukan untuk mendukung klasifikasi menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki akurasi 100% dalam mendeteksi bercak coklat. Validasi dari ahli dan Dinas Pertanian Kota Palopo menegaskan bahwa sistem ini layak digunakan sebagai alat bantu dalam pengawasan dan pengendalian penyakit pada tanaman bayam. .

Kata kunci: Deteksi Bercak Coklat, Bayam, Pengolahan Citra Digital, Luther-Sutopo

Pendahuluan

Pertanian memiliki peran penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan dan kesejahteraan masyarakat Kota Palopo, pertanian merupakan salah satu sektor ekonomi yang signifikan. Salah satu aspek kunci dalam sektor pertanian adalah budidaya tanaman sayur, yang menjadi sumber utama pasokan sayuran bagi penduduk kota ini. Sayuran merupakan sumber nutrisi yang penting dalam diet manusia dan memiliki dampak langsung pada kesehatan masyarakat. Namun, budidaya tanaman sayur tidak selalu berjalan dengan lancar. Salah satu tantangan yang dihadapi oleh petani dan Dinas Pertanian Kota Palopo adalah berbagai jenis penyakit tanaman yang dapat mengganggu pertumbuhan dan hasil panen salah satu contoh penyakit pada sayur ialah bercak coklat pada daun bayam.

Bayam (*Amaranthus spp*) merupakan sumber pangan kaya gizi dan berperan penting dalam memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Namun budidaya tanaman ini rentan terhadap penyakit, terutama bercak coklat pada daun yang dapat mempengaruhi produktivitas dan kualitas tanaman secara signifikan di Kota Palopo. Dinas Pertanian, instansi yang bertanggung jawab terhadap pengembangan sektor pertanian, menghadapi kendala besar dalam mengidentifikasi dan menangani masalah penyakit bayam secara cepat dan efektif. Penggunaan teknologi di bidang pertanian adalah kunci untuk menghadapi tantangan ini.

Permasalahan yang dihadapi Dinas Pertanian Kota Palopo dalam budidaya bayam antara lain adalah pengelolaan usaha tani yang kurang optimal, terutama sistem tumpang sari dengan tanaman sejenis, sehingga dapat menimbulkan penyakit seperti bercak daun, dan memicu berjangkitnya penyakit sehingga produktivitas menurun.

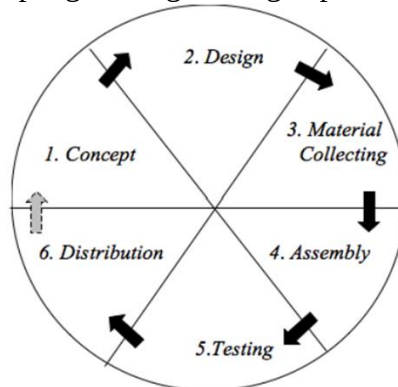
Bercak daun adalah istilah yang umumnya digunakan untuk menggambarkan perubahan pada daun tanaman. Bercak daun dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk infeksi patogen, seperti jamur, bakteri, atau virus, serta faktor-faktor lingkungan atau stres tanaman. Perubahan ini dapat muncul dalam berbagai bentuk, termasuk bercak berwarna, bercak putih, atau bahkan bercak yang membusuk. Gejala ini dapat mempengaruhi kesehatan dan produktivitas tanaman jika tidak diatasi. Pengelolaan yang tepat melibatkan identifikasi penyebabnya dan penerapan langkah-langkah kontrol yang sesuai, seperti penggunaan fungisida atau perawatan lingkungan yang lebih baik.

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan kemajuan teknologi untuk mengembangkan sistem deteksi bercak coklat pada daun bayam yang lebih canggih dan akurat di lingkungan Dinas Pertanian Kota Palopo. Penerapan metode segmentasi dalam pengolahan citra digital memberikan gambaran yang lebih rinci mengenai tingkat keparahan dan prevalensi penyakit, sehingga memungkinkan otoritas pertanian untuk mengambil tindakan pencegahan yang lebih tepat waktu dan efisien.

Hal ini diharapkan dapat memberikan landasan bagi perbaikan sistem secara sistematis dan terus-menerus terhadap penyakit bercak coklat pada daun bayam secara keseluruhan di Kota Palopo, sehingga dapat memberikan kontribusi positif terhadap produktivitas pertanian daerah dan kesejahteraan petani.

Metode Penelitian

Metode R&D (*Research and Development*) digunakan karena sejalan dengan tujuan penelitian yaitu membuat deteksi bercak coklat daun bayam untuk digunakan staff Dinas Pertanian untuk mendeteksi penyakit bercak coklat pada bayam. Penelitian ini mengandalkan metode Luther (1994), yang disempurnakan Sutopo (2003) menjadi enam tahap yaitu Konsep, Desain, Material, Pengumpulan, Perakitan, Pengujian, dan Distribusi untuk penelitiannya, tanpa harus menyesuaikan model pengembangan dengan produk aplikasi yang dikembangkan.



Gambar 1. Metode Luther Sutopo

1. *Concept* (Konsep)

Peneliti memulai dengan mengidentifikasi masalah yang dihadapi oleh petani di Kota Palopo, yaitu adanya bercak coklat pada daun bayam. Masalah ini berdampak negatif pada kualitas dan hasil panen yang diperoleh petani. Setelah mengidentifikasi masalah, peneliti melakukan analisis kebutuhan yang mendalam untuk menentukan jenis sistem yang dibutuhkan untuk mendeteksi bercak coklat secara otomatis.

Tabel 1. Konsep

Judul	Deteksi Bercak Coklat pada Daun Bayam dengan Metode Segmentasi Pengolahan Citra Digital di Dinas Pertanian Kota Palopo.
Tujuan	Merancang dan membuat aplikasi deteksi bercak coklat pada tanaman bayam dengan pengolahan citra.
Pengguna	Dinas Pertanian Kota Palopo.
Objek Peneliti	Balai Benih Dinas Pertanian Kota Palopo.
Input	Citra Daun Bayam Sehat dan Citra Daun Bayam Sakit..
Output	Hasil Deteksi, Ciri Nilai, Keterangan Deteksi.

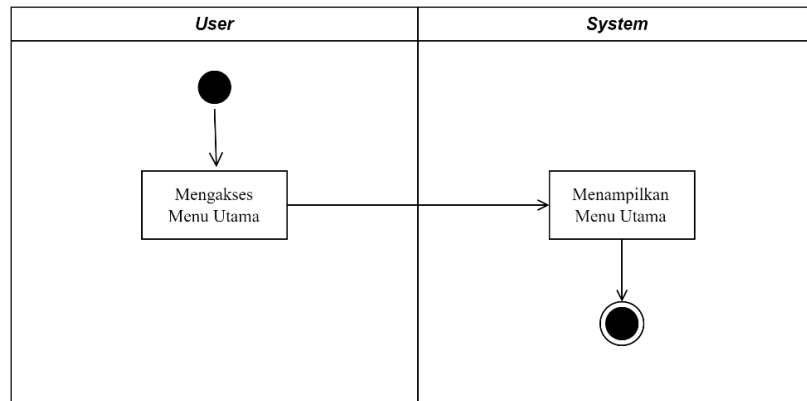
2. Design (Perancangan)

Bagian perancangan ini meliputi perancangan tata letak antarmuka pengguna, struktur navigasi, dan penempatan elemen-elemen penting seperti tombol ekstraksi citra, hasil deteksi, dan informasi tambahan terkait kondisi tanaman. Semua rancangan ini dirancang agar pengguna dapat mengoperasikan aplikasi dengan mudah dan efisien.

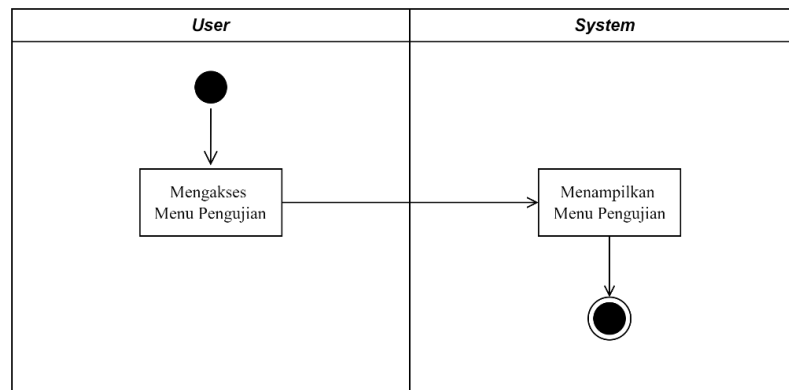
a. Perancangan Model Sistem

1) Activity Diagram

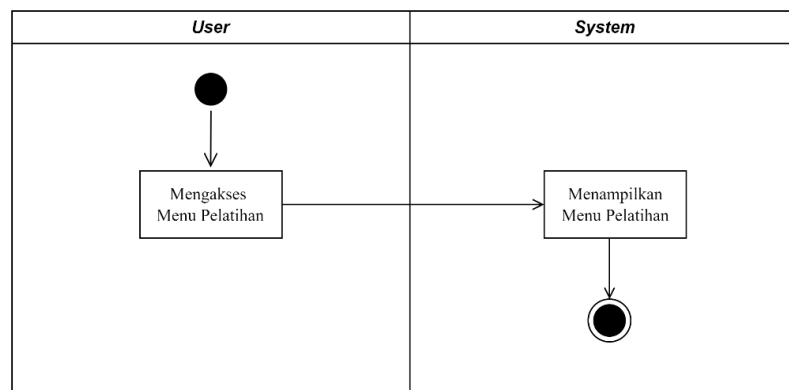
Activity diagram merupakan aktivitas memberikan gambaran umum tentang urutan tindakan dalam sistem operasional.



Gambar 2. Activity Diagram Menu Utama



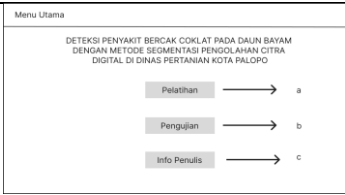
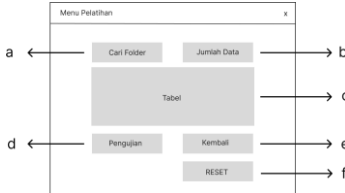
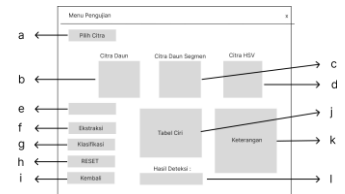
Gambar 3. Activity Diagram Menu Pengujian



Gambar 4. Activity Diagram Menu Pelatihan

2) Interface

Tabel 2. Interface

No	Interface	Keterangan
1		a. <i>Button</i> yang berfungsi untuk menampilkan menu pelatihan klasifikasi daun bayam. b. <i>Button</i> yang berfungsi untuk menampilkan menu pengujian klasifikasi daun bayam.
2		a. <i>Button</i> ini berfungsi untuk menampilkan pop up pencarian folder tempat citra bayam disimpan. b. <i>Edittext</i> berfungsi untuk menampilkan jumlah data citra yang berada dalam folder yang akan dipilih. c. <i>Uitabel</i> disini berfungsi menampilkan informasi citra dengan nilai HSV pada setiap citra yang berada pada folder yang akan dipilih. d. <i>Button</i> ini berfungsi menampilkan menu pengujian. e. <i>Button</i> ini berfungsi untuk kembali ke menu utama. f. <i>Button</i> ini untuk mereset kembali pelatihan citra, mengosongkan tabel dan jumlah data citra.
3		a. <i>Button</i> ini berfungsi untuk memilih dan mencari citra daun yang akan diuji b. <i>Axes</i> pertama berfungsi menampung data citra daun yang telah dipilih c. <i>Axes</i> kedua berfungsi menampung data citra daun segmen d. <i>Axes</i> ketiga berfungsi menampung data citra daun ekstraksi HSV e. <i>Edittext</i> ini berfungsi menampilkan informasi nama dari citra daun yang dipilih f. <i>Button</i> ini berfungsi untuk melakukan ekstraksi HSV citra daun g. <i>Button</i> ini berfungsi melakukan klasifikasi citra kesegaran daun yang dipilih h. <i>Button</i> ini berfungsi untuk mereset Kembali semua <i>axes</i>, <i>edittext</i> dan <i>uitable</i> agar kosong seperti semula i. <i>Button</i> ini berfungsi untuk Kembali ke tampilan GUI sebelumnya (GUI Pelatihan). j. <i>Uitabel</i> ini berfungsi untuk menampilkan nilai ekstraksi citra daun bayam k. <i>Edittext</i> ini berfungsi menampilkan informasi dari hasil deteksi citra bayam l. <i>Edittext</i> berfungsi untuk menampilkan hasil klasifikasi citra daun yang dipilih.

3. *Material Collecting* (Pengumpulan Bahan)

Pada tahap pengumpulan material, peneliti mengumpulkan berbagai data dan sumber daya yang diperlukan untuk pengembangan sistem deteksi bercak coklat pada daun bayam. Tahap ini meliputi:

a. Pengumpulan Citra Daun Bayam

Peneliti mengumpulkan sejumlah citra daun bayam dari berbagai sumber. Citra-citra ini diambil dengan kondisi pencahayaan yang berbeda-beda untuk memastikan sistem mampu mendeteksi bercak coklat dalam berbagai situasi. Citra yang digunakan mencakup daun bayam yang sehat dan yang terinfeksi bercak coklat untuk melatih dan menguji model deteksi.

b. *Labelling* Data

Setiap citra yang dikumpulkan diberi label yang sesuai, yaitu "Bayam Sehat" atau bayam yang tidak terdeteksi bercak coklat dan "Bayam Sakit" atau bayam yang terdeteksi bercak coklat. Proses pelabelan ini dilakukan dengan teliti untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam pelatihan model adalah akurat. Label ini sangat penting untuk tahap pelatihan model *machine learning* yang akan digunakan untuk deteksi bercak. Citra kemudian dimasukkan di folder latih dan folder uji yang telah dibuat.

4. *Assembly* (Pembuatan)

Tahap pembuatan meliputi beberapa langkah penting, seperti mengumpulkan citra daun bayam yang akan digunakan untuk proses deteksi, melakukan pengolahan citra dengan metode segmentasi berbasis HSV dan RGB, serta merancang antarmuka pengguna (GUI) pada MATLAB. Proses pengolahan citra melibatkan ekstraksi fitur warna daun dan perhitungan persentase bercak coklat yang terdeteksi pada gambar. Setelah itu, pengembangan GUI bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam mengoperasikan aplikasi ini. Setiap fitur diuji agar hasilnya akurat, dan visualisasi dari hasil pengolahan ditampilkan melalui antarmuka yang mudah dipahami.

5. *Testing* (Pengujian)

Pada tahap testing, dilakukan pengujian terhadap aplikasi deteksi bercak coklat pada daun bayam untuk memastikan fungsionalitas dan akurasi sistem. Pengujian ini menggunakan *black box testing* untuk mengevaluasi apakah semua fitur pada aplikasi berjalan sesuai dengan yang diharapkan tanpa memeriksa kode internal. Selain itu, dilakukan evaluasi akurasi sistem dalam mendeteksi bercak coklat berdasarkan citra daun bayam yang telah disediakan.

a. Pengujian Sistem

Dalam pengujian sistem, semua elemen dari aplikasi deteksi bercak coklat pada daun bayam diuji secara menyeluruh. Pengujian ini menggunakan *blackbox testing* dalam menguji aplikasi yang telah dibuat. Pengujian ini melibatkan seluruh aspek fungsionalitas dari aplikasi mulai dari input citra, proses segmentasi warna, hingga keluaran berupa persentase bercak coklat yang terdeteksi.

b. Pengujian Ahli

Pengujian oleh ahli pada aplikasi ini dilakukan oleh beberapa pakar yang memiliki kompetensi di bidang multimedia atau yang memahami secara mendalam aplikasi yang dikembangkan. Untuk mengukur kelayakan aplikasi ini, penulis menggunakan data dari lembar validasi yang memeriksa 4 aspek utama : aspek tampilan, aspek kemudahan, aspek kualitas isi/informasi dan bahasa. Mereka memberikan skor 1-4 untuk setiap aspek untuk menentukan kelayakan aplikasi tersebut (Ambarwati & Widodo, 2021).

Tabel 3. Kategori Kelayakan Pengujian

No	Interval	Kategori
1	0-1,50	Tidak Layak
2	1,50-2,50	Kurang Layak
3	2,51-3,50	Layak
4	3,51- 4.00	Sangat Layak

Keterangan:

1 : Berarti “Tidak Layak”

2 : Berarti “Kurang Layak”

3 : Berarti “Layak”

4 : Berarti “Sangat Layak”

Untuk jumlah skor akhir dari uji kelayakan yang dilakukan oleh validator, maka digunakan rumus:

$$\text{Jumlah skor validasi ahli} = \frac{J_{sv}}{J_{bp}}$$

$$\text{Nilai akhir validasi ahli} = \frac{S_v}{J_v}$$

Keterangan:

J_{sv} : Jumlah Skor Validasi

J_{bp} : Jumlah Banyak Pertanyaan

S_v : Skor Validasi

J_v : Jumlah Validator

6. *Distribution* (Distribusi)

Pada tahap distribusi, sistem yang telah diuji akan disebarluaskan kepada Dinas Pertanian Kota Palopo. Proses ini dimulai dengan presentasi aplikasi deteksi bercak coklat, yang menjelaskan fitur, manfaat, dan cara instalasi kepada pihak Dinas Pertanian. Setelah itu, *file* instalasi aplikasi akan disiapkan untuk digunakan oleh petugas.

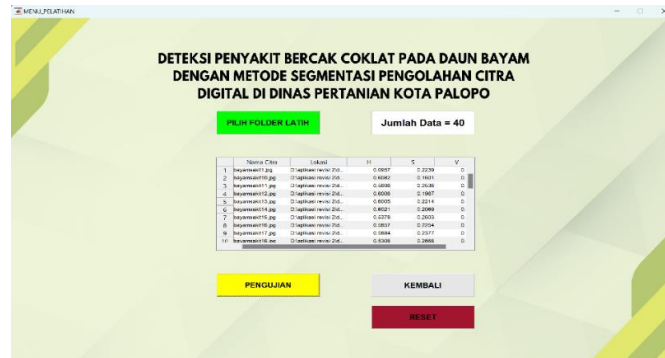
Hasil

Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi deteksi bercak coklat pada daun bayam yang dirancang untuk membantu Dinas Pertanian Kota Palopo dalam mengidentifikasi penyakit tanaman secara cepat dan akurat. Aplikasi ini dibuat dengan tujuan meningkatkan efisiensi dalam proses identifikasi penyakit tanaman, yang diharapkan dapat membantu petani dalam melakukan tindakan pencegahan lebih awal. Aplikasi ini dikembangkan dengan menggunakan teknologi pengolahan citra digital, yang memungkinkan deteksi otomatis bercak coklat berdasarkan nilai HSV dan RGB dari citra daun bayam. Sistem ini menyediakan antarmuka yang mudah digunakan, yang dirancang agar pengguna, terutama staf Dinas Pertanian, dapat mengakses dan mengoperasikan aplikasi dengan cepat untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Adapun hasil pembuatan dari aplikasi deteksi bercak coklat pada daun bayam dengan metode segmentasi pengolahan citra digital, dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 6. Tampilan halaman utama Aplikasi



Gambar 7. Tampilan Halaman Pelatihan Citra



Gambar 8. Tampilan Halaman Pengujian Citra

Pengujian respon pengguna bertujuan untuk menilai beberapa aspek yang ada pada responden seperti aspek nyata (*tangibles*), aspek empati, dan aspek keunggulan. Skala penilaian dari aplikasi deteksi bercak coklat pada daun bayam dengan metode segmentasi pengolahan citra digital untuk pengujian respon meliputi angka 1 berarti “tidak layak”, angka 2 berarti “kurang layak”, angka 3 berarti “layak” dan angka 4 berarti “sangat layak”. Jumlah pertanyaan terdiri dari aspek *tampilan* yang berjumlah 8 pertanyaan, aspek kemudahan berjumlah 6 pertanyaan, aspek kualitas isi / informasi berjumlah 7 pertanyaan dan aspek bahasa yang berisi 3 pertanyaan.

Adapun hasil penilaian respon pengguna aplikasi deteksi bercak coklat pada daun bayam dapat dilihat pada tabel di bawah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Penilaian Respon Pengguna

No	Uraian Aspek	Validator	
		1	2
1.	Aspek Tampilan (<i>Interface</i>):		
	a. Ketepatan tata letak tampilan antarmuka model	4	4
	b. Ketepatan pemilihan warna desain tampilan	3	4
	c. Ketepatan pemilihan jenis <i>font</i>	4	4
	d. Ketepatan pemilihan ukuran <i>font</i>	4	4
	e. Kesesuaian antara warna <i>font</i> dengan <i>background</i>	4	3
	f. Ketepatan pengaturan tata letak menu yang ditampilkan	4	4
	g. Ketepatan ukuran gambar yang ditampilkan	4	4
	h. Tampilan halaman hasil deteksi yang disajikan	4	4
2	Aspek Kemudahan (<i>Usability</i>):		
	a. Kemudahan dalam memahami petunjuk	4	3
	b. Kemudahan dalam memahami materi	4	4
	c. Kemudahan dalam memahami penggunaan aplikasi	4	4
	d. Kenyamanan desain warna <i>background</i> saat dilihat.	4	4
	e. Kemudahan dalam memahami petunjuk	4	4
	f. Kemudahan dalam memahami petunjuk	3	4
3	Aspek Kualitas Isi / Informasi:		
	a. Kesesuaian informasi dengan judul yang diambil	4	4
	b. Kelengkapan isi informasi	3	4
	c. Kesesuaian penyajian urutan informasi	4	4
	d. Menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dimengerti	4	4
	e. Kesesuaian isi informasi tentang kerusakan daun yang disajikan	4	4
	f. Kesesuaian titik lokasi kerusakan yang ditampilkan	4	3
	g. Kesesuaian informasi dengan judul yang diambil	4	4
4	Aspek Bahasa		
	a. Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar	4	4
	b. Menggunakan istilah-istilah secara cepat dan mudah dipahami	4	4
Jumlah Skor		89	89

Jumlah skor yang diperoleh dalam tes validasi yang diuji oleh dua orang ahli bidang multimedia yang bertindak sebagai validator dapat dilihat sebagai berikut setelah melakukan beberapa tes untuk mendapatkan skor yang diperlukan:

$$\text{Skor validasi ahli 1 dan 2} = \frac{J_{sv}}{J_{bp}}$$

$$\text{Nilai akhir validasi adalah} = \frac{Sv1 + Sv2}{J_v}$$

Keterangan:

Jsv : Jumlah Skor Validasi
 Jbp : Jumlah Banyak Pertanyaan
 Sv1 : Skor Validasi 1
 Sv2 : Skor Validasi 2
 Jv : Jumlah Validator

Diketahui:

Jumlah validator = 2
 Jumlah banyaknya pertanyaan = 23
 Jumlah skor validator 1 = 89
 Jumlah skor validator 2 = 89

Penyelesaian:

Jumlah skor validasi ahli 1 : $\frac{89}{23} = 3,8$
 Jumlah skor validasi ahli 2 : $\frac{89}{23} = 3,8$

Nilai akhir validasi ahli = $(3,8 + 3,8) / 2 = 3,8$

Tabel 5. Skor Rata-rata Ahli

No	Validator	Hasil		
		Skor	Kategori	Rata-Rata
1	Validator 1	3,8	Sangat Layak	3,8
2	Validator 2	3,8	Sangat Layak	

Sumber: Hasil Pengolah Data 2024

Berdasarkan hasil dari data diatas menyatakan bahwa validasi ahli 1 memberikan penilaian dengan skala “layak” (nilai 3) sebanyak 3 dan skala “sangat layak” (nilai 4) sebanyak 20. Validasi ahli 2 memberikan penilaian dengan skala rata “layak” (nilai 3) sebanyak 3 dan skala “sangat layak” (nilai 4) sebanyak 20. Maka hasil yang diperoleh dari uji validasi ahli memiliki rata-rata 3,8 yang merupakan penilaian sistem yang masuk kategori “sangat layak”.

Produk akhir dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi deteksi bercak coklat pada daun bayam yang telah melalui serangkaian pengujian dan mendapatkan tanggapan yang positif dari para pengguna. Aplikasi ini dirancang untuk dapat digunakan secara fleksibel, dengan memanfaatkan teknologi pengolahan citra digital yang memungkinkan identifikasi otomatis terhadap bercak coklat pada daun. Sistem ini diharapkan mampu membantu Dinas Pertanian Kota Palopo dalam proses deteksi penyakit tanaman secara cepat dan akurat.

Kelebihan aplikasi ini adalah kemampuannya dalam mendeteksi kerusakan secara cepat tanpa memerlukan alat tambahan yang mahal, serta antarmuka yang *user-friendly* sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan analisis. Namun, kekurangan aplikasi ini terletak pada ketergantungan kualitas gambar yang diambil jika citra daun tidak diambil

dengan baik, hasil deteksi bisa terganggu. Secara keseluruhan, aplikasi ini siap diimplementasikan dan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam pemantauan kesehatan tanaman bayam.

Simpulan

Pembuatan aplikasi ini menggunakan beberapa perangkat lunak yang mendukung pengembangan sistem deteksi bercak coklat pada daun bayam. Aplikasi ini dirancang dengan memanfaatkan MATLAB sebagai *platform* utama untuk pengolahan citra digital, khususnya dalam menerapkan metode segmentasi berbasis nilai HSV dan RGB. MATLAB GUI (*Graphical User Interface*) digunakan untuk membangun antarmuka pengguna yang interaktif dan mudah digunakan. Selain itu, berbagai fungsi bawaan dari MATLAB, seperti fungsi pengolahan citra dan analisis statistik, turut digunakan dalam membangun fitur-fitur utama aplikasi ini.

Sistem ini juga dirancang sedemikian rupa agar dapat dengan mudah dikonversi menjadi aplikasi mandiri (*standalone*) yang dapat dijalankan tanpa memerlukan instalasi MATLAB di komputer pengguna akhir, yaitu melalui fitur *deploy* atau MATLAB *Compiler* untuk membuat file *executable* (.exe). Dengan demikian, pengguna dapat langsung menggunakan aplikasi ini tanpa harus menginstal perangkat lunak tambahan, menjadikannya solusi yang praktis dan efisien untuk pemantauan kesehatan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi deteksi bercak coklat pada daun bayam ini sangat layak digunakan, dengan nilai kelayakan validasi respon pengguna dengan nilai rata-rata sebesar 3,8 dari 2 dosen ahli, yang mengukur aspek antarmuka, kemudahan, isi informasi dan bahasa.

Daftar Pustaka

- Annisa, K., Ginting, B. S., & Syari, M. A. (2022). Penerapan Data Mining Pengelompokan Data Pengguna Air Bersih Berdasarkan Keluhannya Menggunakan Metode Clustering Pada PDAM Langkat. *Algoritma: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 6(1).
- Anggreani, D., Herman, H., & Astuti, W. (2018, September). Kinerja Metode Naïve Bayes dalam Prediksi Lama Studi Mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer. In *Prosiding SAKTI (Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi)* (Vol. 3, No. 2, pp. 107-111).
- Andono, P. N., & Sutojo, T. (2018). *Pengolahan citra digital*. Penerbit Andi.
- Aditiya, F., & Sandra, R. A. (2020, February). Perbaikan Citra Hasil Kamera Handphone Dengan Metode Median Filter. In *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)* (Vol. 1, No. 1, pp. 401-404).
- Elita, E. (2017). Pemanfaatan Tempe Dan Bayam Dalam Pembuatan Nugget Analog Sebagai Pangan Fungsional Tinggi Serat.
- Febrinanto, F. G., Dewi, C., & Wiratno, A. T. (2018). Implementasi Algoritme K-Means Sebagai Metode Segmentasi Citra Dalam Identifikasi Penyakit Daun Jeruk. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(11), 5375-5383.
- Mardiah, H. S. (2020). Segmentasi Citra Untuk Pencarian Kode Warna Cat Menggunakan Metode Thershold Hsv. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 1(3), 134-143.
- MANIK, D. A. (2020). Daya Terima Konsumen terhadap Mutu Fisik Cookies dengan Substitusi Variasi Tepung Labu Kuning dan Bayam.
- Nabuasa, Y. N. (2019). Pengolahan citra digital perbandingan metode histogram equalization dan spesifcation pada citra abu-abu. *JI Komputer, UN Cendana, C. Digital, and E. Histogram*, 7(1), 87-95.
- Pangaribuan, H. (2019). Optimalisasi Deteksi Tepi Dengan Metode Segmentasi Citra. *Journal Information System Development (ISD)*, 4(1).

- Pratama, E. F. A., Khairil, K., & Jumadi, J. (2022). Implementasi Metode K-Means Clustering Pada Segmentasi Citra Digital. *Jurnal Media Infotama*, 18(2), 291-301.
- Pratama, R., Fuad, A., & Tempola, F. (2019). deteksi kematangan buah tomat berdasarkan fitur warna menggunakan metode transformasi ruang warna HIS. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 2(2), 81-86.
- Ratna, S. (2020). Pengolahan Citra Digital Dan Histogram Dengan Phyton Dan Text Editor Phycharm. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 11(3), 181-186.
- Rosyani, P., & Amalia, R. (2021). Segmentasi Citra Tanaman Obat dengan metode K-Means dan Otsu. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 6(2), 246-251.
- Saifullah, S. (2021). Segmentasi citra menggunakan metode watershed transform berdasarkan image enhancement dalam mendeteksi embrio telur. *arXiv preprint arXiv:2102.04202*.
- Sugiyono, S. (2015). *Metode Penelitian & Pengembangan Research and Development*. Bandung: Alfabeta.
- Santosa, F. H., Bahri, S., & Ibrahim, M. (2018). Pengembangan aplikasi project simulasi Limit fungsi menggunakan matlab. *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan (Jartika)*, 1(2), 80-89.
- Saraswati, N. M. S., Prasetyono, R. N., & Alfariki, M. Z. (2023). Deteksi Penyakit Bercak Coklat, Coklat Sempit Dan Hawar Melalui Spektrum Warna Citra Digital Daun Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *Zonasi: Jurnal Sistem Informasi*, 5(2), 334-346.
- SetyaNingsih, T. A. Y. (2018). Protein, Antioksidandan Uji Sensoris Sosis Ulat Sagu (*Rhynchophorus Ferrugineus*) dengan Pewarna Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor*) (Doctoral dissertation, STIKES PKU Muhammadiyah Surakarta).
- Setiawan, A., Sari, Y. A., & Rahayudi, B. (2021). Segmentasi citra makanan menggunakan clustering improved k-means untuk estimasi sisa makanan. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(10), 4400-4407.
- Simanjuntak, F. A. S. (2020). Pemetaan Penyakit Bercak Coklat Sempit (*Cercospora Oryzae* Miyake) Pada Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) Di Sumatera Utara (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Suganda, T., Fahmi, R. B., & Hidayat, Y. (2022). Uji Keefektifan Ekstrak Air Biji Adas dalam Menekan Pertumbuhan Koloni, Produksi, dan Perkecambahan Konidia Jamur *Alternaria solani*, Penyebab Penyakit Bercak Coklat pada Tanaman Tomat. *Agrikultura*, 33(2), 170-177.
- Candra, R., Santi, N., Pd, S., & Kom, M. (2011). Mengubah Citra Berwarna Menjadi Gray-Scale dan Citra biner. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 16(1), 14–19.
- Donaon, M., & Yusuf Azmi, M. (2024). Analisis Sistem Aplikasi Pengolahan Citra Pada Pertanian Cerdas Untuk Pemantauan Tanaman Analysis Of Image Processing Application Systems In Smart Agriculture For Plant Monitoring. 2(3), 221–228. <https://doi.org/10.59841/saber.v2i3.1443>
- Puspa, I., & Widayati, S. (2019). Segmentasi Warna Citra HSV dan Deteksi Objek Kupu-Kupu Dengan Metode Klasifikasi K-Means. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi STI&K (SeNTIK)*, 3(1).
- Rahayu, E. T., Hadiarti, D., & Kurniati, T. (2018). Pengembangan Video Pembelajaran Pada Materi Ekstraksi Dan Isolasi Senyawa Metabolit Sekunder Daun Buas-Buas (*Premna Serratifolia* Linn) Di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Muhammadiyah Pontianak. *Ar-Razi Jurnal Ilmiah*, 6(1). <https://doi.org/10.29406/Arz.V6i1.941>
- Saputra, M. R., Siswo, A., Ansori, R., & Saputra, R. E. (2021). Deteksi Kulit Manusia Pada Gambar Menggunakan Algoritma Rgb Dan Hsv Human Skin Detection In Image Using Rgb And Hsv Algorithm