

Identifikasi Takaran Pupuk Nitrogen Berdasarkan Tingkat Kehijauan Daun Tanaman Padi Menggunakan Metode *Histogram of s-RGB* dan *Fuzzy Logic*

Raimundus Sedo¹, Panca Mudjirahardjo², Erni Yudaningtyas³
^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
Email: sedrey85@yahoo.com, panca@ub.ac.id, erni@ub.ac.id

Abstract – Color analysis of rice leaves is one way to identify the nutrient content needed as a basis for recommended fertilizer dosages for rice plants. If there is excess nitrogen, the rice plants are susceptible to disease and pests, in addition contaminating ground water. Conversely, if lack of nitrogen, the growth becomes abnormal. The purpose of this study is to design a system for identifying nitrogen fertilizer dosages based on the greenness of the leaves of rice plants through the concept of image processing using the Histogram of s-RGB and Fuzzy Logic methods based on android. In this research, Leaf Color Chart (BWD) is a basic concept in the process of developing and designing this system. The system is designed based on 4 color scales according to the color level of the BWD in order to identify the image of rice leaves as a basis for recommended nitrogen fertilizer dosages. Based on the test results, it is known that the average distance (euclidean distance) of RGB image values of rice leaves produced by the system against the value of image RGB BWD color level is 14.28 on an 8 MP smartphones and at 15.44 on a 5 MP smartphones. The evaluation results of the Confusion Matrix for Multiple Classes show that the accuracy of the system providing the requested information on an 8 MP smartphone is considered better, which is 93.03% compared to a 5 MP smartphone at 87.18%. The success of the system to find information back on 8 MP smartphones is considered superior with a recall rate of 93.42%, compared to the system on a 5 MP smartphone of 86.08%. The level of closeness between the predictive value of the system and the actual value of an 8 MP smartphone is 91.03%, while for a 5 MP smartphone it reaches 88.31%, but both have the same specificity of 66.67%.

Index Terms— Histogram of s-RGB, Fuzzy Logic, Euclidean Distance, Confusion Matrix for Multiple Classes

Abstrak – Analisis warna daun padi merupakan salah satu cara untuk mengidentifikasi kandungan unsur hara yang dibutuhkan sebagai dasar rekomendasi takaran pupuk untuk tanaman padi. Apabila kelebihan nitrogen, maka tanaman padi mudah terserang hama penyakit selain mencemari air tanah. Sebaliknya, jika kekurangan nitrogen, maka pertumbuhannya menjadi tidak normal. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem untuk mengidentifikasi takaran pupuk nitrogen berdasarkan

tingkat kehijauan daun tanaman padi melalui konsep pengolahan citra menggunakan metode *Histogram of s-RGB* dan *Fuzzy Logic* berbasis android. Pada penelitian ini, Bagan Warna Daun (BWD) merupakan konsep dasar dalam proses pengembangan dan perancangan sistem ini. Sistem dirancang berdasarkan 4 skala warna sesuai level warna BWD agar dapat mengidentifikasi citra daun padi sebagai dasar rekomendasi takaran pupuk nitrogen.

Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa rata-rata jarak terdekat (*euclidean distance*) nilai RGB citra daun padi yang dihasilkan sistem terhadap nilai RGB citra level warna BWD sebesar 14,28 pada *smartphone* 8 MP, sedangkan *smartphone* 5 MP sebesar 15,44. Hasil evaluasi *Confusion Matrix for Multiple Classes* menunjukkan bahwa ketepatan sistem memberikan informasi yang diminta pada *smartphone* 8 MP dinilai lebih baik, yaitu 93,03% dibanding pada *smartphone* 5 MP sebesar 87,18%. Keberhasilan sistem untuk menemukan informasi kembali pada *smartphone* 8 MP dinilai lebih unggul dengan tingkat *recall* sebesar 93,42%, dibanding sistem pada *smartphone* 5 MP sebesar 86,08%. Tingkat kedekatan antara nilai prediksi sistem dengan nilai aktual pada *smartphone* 8 MP sebesar 91,03%, sedangkan pada *smartphone* 5 MP mencapai 88,31%, namun keduanya memiliki *specificity* yang sama sebesar 66,67%.

Kata Kunci— *Histogram of s-RGB, Fuzzy Logic, Euclidean Distance, Confusion Matrix for Multiple Classes*

I. PENDAHULUAN

Pemberian pupuk nitrogen (N) identik dengan suatu cara penambahan hara tanah untuk tumbuh kembang tanaman padi. Unsur hara tanah terpenting yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif tanaman, yaitu nitrogen [1]. Apabila kelebihan nitrogen, maka tanaman mudah terserang hama penyakit. Sebaliknya, jika kekurangan unsur hara nitrogen maka pertumbuhannya menjadi tidak normal.

Agar dapat mengetahui kebutuhan nitrogen bagi tanaman padi, maka direkomendasikan menggunakan Bagan Warna Daun (BWD) [2]. BWD merupakan alat evaluasi kebutuhan hara nitrogen bagi tanaman padi yang dilakukan dengan cara membandingkan tingkat warna daun padi terhadap level warna BWD. Implementasi

penggunaan BWD dinilai memiliki keterbatasan, yakni proses membandingkan warna dilakukan secara visual sehingga petani kesulitan dalam menentukan takaran pupuk nitrogen secara tepat. Pemberian takaran pupuk secara tidak tepat berdampak negatif pada menurunnya produksi dan produktivitas tanaman padi. Cara ini dinilai kurang efisien karena dapat menghabiskan banyak waktu dan tenaga dalam pelaksanaannya.

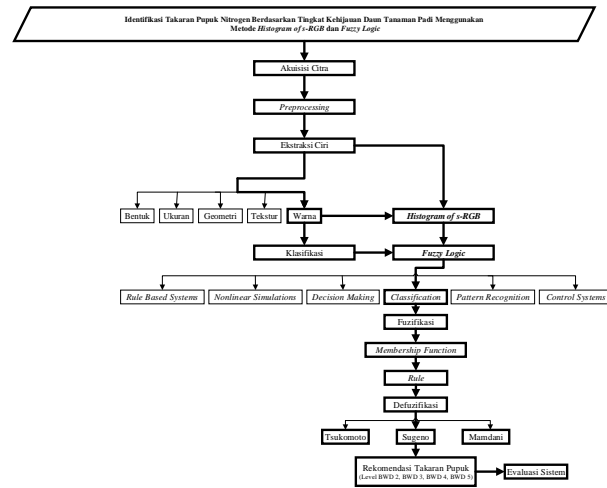
Beberapa penelitian telah dikembangkan agar membantu petani dalam menentukan status hara bagi tanaman padi serta takaran pupuk yang diperlukan. Penelitian sebelumnya tentang aplikasi mobile berbasis android untuk memperkirakan status nitrogen pada tanaman padi dengan menggunakan 6 skala BWD [3]. Parameter yang digunakan adalah jarak antara subyek dan kamera secara *real time*. Proses pengambilan citra dilakukan pada kondisi intensitas cahaya yang berbeda sehingga hasilnya dapat berubah-ubah. Penelitian berikutnya tentang pengukuran tingkat warna daun padi dan dosis pemupukan menggunakan *Artificial Neural Network (ANN)* dan *k-Nearest Neighborhood (kNN)* [4]. Sistem tersebut dirancang menggunakan *database* dan dibatasi pada *smartphone* tertentu, sehingga tidak dapat digunakan bagi semua *smartphone*.

Tujuan penelitian ini adalah merancang suatu sistem untuk mengidentifikasi citra daun padi berdasarkan tingkat kehijauan daun agar dapat menentukan takaran pupuk nitrogen bagi tanaman padi menggunakan konsep pengolahan citra dengan algoritma *histrogram of s-RGB* dan *fuzzy logic* berbasis android. Pada penelitian ini, *smartphone* dikembangkan sebagai suatu alat untuk mengambil citra daun padi dan melakukan analisis untuk menentukan kecocokan warna daun tersebut sesuai dengan level warna pada BWD.

Hasil penelitian [5], bahwa metode *histrogram of s-RGB* dapat mendeteksi latar belakang dengan waktu komputasi yang relatif rendah dan cocok untuk aplikasi *real time*. Langkah pertama dalam metode *histrogram of s-RGB* adalah menghitung jumlah intensitas *RGB* pada setiap piksel dan membentuk *histrogram of s-RGB* dalam 16 bin. Berdasarkan histogram tersebut dapat ditentukan nilai modus *histrogram of s-RGB*. Setelah diperoleh nilai modus, untuk setiap piksel yang memiliki nilai *s-RGB* dalam bin modus diproses dengan cara membuat histogram dari intensitas untuk setiap intensitas *RGB*. Histogram tersebut menunjukkan frekuensi kemunculan intensitas warna. Selanjutnya penentuan keputusan takaran pupuk berdasarkan level warna BWD menggunakan *fuzzy logic* pada tahap klasifikasi yang diawali dengan proses *fuzzyfikasi*, membentuk *membership function*, aturan *fuzzy*, dan *defuzzyfikasi*, serta hasil akhir berupa rekomendasi takaran pupuk nitrogen yang diperlukan tanaman padi.

II. KONSEP SOLUSI

Identifikasi tingkat kehijauan daun pada tanaman padi sebagai rekomendasi pemberian takaran pupuk nitrogen dilakukan berdasarkan konsep pengolahan citra menggunakan metode *histrogram of s-RGB* dan *fuzzy logic* seperti tertera pada Gambar 1.



Gambar.1. Konsep solusi

Konsep solusi secara garis besar, meliputi akuisisi citra, *preprocessing*, ekstraksi ciri menggunakan metode *histrogram of S-RGB* dan tahap klasifikasi menggunakan *fuzzy logic*, serta pengujian dan evaluasi sistem.

Dilakukan akuisisi citra terhadap sampel daun padi menggunakan kamera *smartphone*. Agar mengurangi perbedaan intensitas cahaya sehingga memperoleh warna objek secara jelas, maka digunakan *constant lux box* yang dirancang khusus sebagai tempat meletakkan objek daun padi saat pengambilan gambar.

III. METODOLOGI

A. Data Uji dan Data Latih

Data uji berupa data citra daun padi sejumlah 80 citra uji yang terbagi dalam 4 kategori level warna BWD, sehingga setiap level terdiri dari 20 citra uji. Proses pengambilan sampel data uji dilakukan berdasarkan rekomendasi dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Republik Indonesia, yaitu pertumbuhan tanaman padi sekitar 25 hari setelah tanam (HST) atau fase anakan aktif dan 35 hari setelah tanam (HST) atau primordia.

Data latih berupa data citra setiap level warna BWD sejumlah 40 citra latih yang terbagi dalam 4 level BWD, sehingga setiap level terdiri dari 10 data citra latih. Teknik pengambilan data latih dengan cara mengekstrak citra warna setiap level BWD menjadi beberapa nilai ciri, yaitu nilai R (*Red*), nilai G (*Green*), dan jumlah nilai B (*Blue*). Nilai ciri tersebut diperoleh dengan cara menjumlahkan dan merata-ratakan semua piksel yang ada menggunakan rumus [6]:

$$d(x,y) = \frac{1}{MN} \sum_{y=0}^M \sum_{x=0}^N f(x,y) \quad (1)$$

Nilai rata-rata (μ) dari setiap himpunan warna R, G, dan B pada citra dengan ukuran $M \times N$ dengan intensitas warna (f) antara 0-255 pada titik koordinat x,y . Hasil perhitungan data citra latih diperlihatkan pada Tabel 1.

TABEL I
DATA CITRA LATIH BWD

Data Latih Citra Bagan Warna Daun (BWD)			
R	G	B	Level BWD
126	151	50	Level 2
.....
88	122	46	Level 3
.....
66	97	47	Level 4
.....
54	71	49	Level 5

BWD merupakan suatu alat evaluasi keadaan tanaman padi yang diadopsi oleh *International Rice Research Institute (IRRI)*[7] dan direkomendasikan penggunaannya oleh pemerintah agar pemupukan lebih efisien dan produksi optimal [2]. Tampilan BWD tertera pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Bagan Warna Daun (BWD)

Cara penggunaan BWD (Bagan Warna Daun) saat pemupukan susulan, yaitu sekitar 25 hari setelah tanam (hst) atau fase anakan aktif dan 35 hst atau primordia:

- Bandingkan warna daun padi teratas yang telah membuka penuh dengan BWD.
- Pakai takaran pupuk urea sesuai nilai warna daun dan tingkat hasil yang biasanya diperoleh (5, 6, 7, atau 8 t/ha) dengan cara budi daya yang dewasa ini diterapkan.

Nilai warna daun dengan BWD	Tingkat hasil (GKG)			
	5 t/ha	6 t/ha	7 t/ha	8 t/ha
2 – 3	75	100	125	150
Antara 3 dan 4	50	75	100	125
4 – 5	0	0 atau 50	50	50

Takaran urea (kg/ha)

Informasi lebih lanjut hubungi:
Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) atau Dinas Pertanian setempat.

Gambar 3. Rekomendasi pemberian pupuk nitrogen (N)

C. Desain Sistem

1. Akuisisi Citra

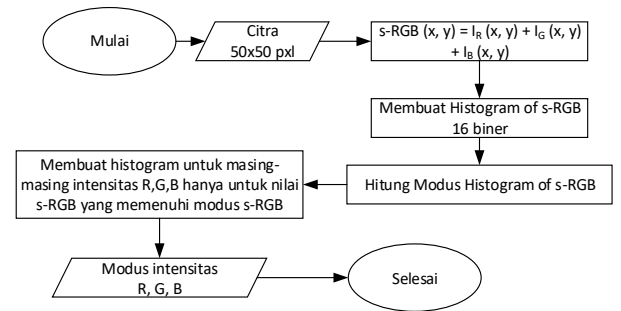
Akuisisi data citra sejumlah 80 citra uji dan 40 citra latih. Akuisisi citra dilakukan menggunakan *smartphone* 8 MP dan *smartphone* 5 MP. Tipe *file* yang dihasilkan adalah *JPEG (Joint Photographic Expert in Group)*. Pengambilan citra daun padi dilakukan dalam *constant lux box* sebagai studio mini agar intensitas cahaya diharapkan konstan saat pengambilan citra.

2. Preprocessing

Pada tahap ini dilakukan proses *cropping* dan *resizing* citra daun padi. Tujuannya untuk memperoleh wilayah citra daun dengan ukuran 50x50 piksel. Wilayah citra daun tersebut sebagai parameter warna daun untuk masing-masing sampel citra daun padi.

3. Ekstraksi Ciri Warna

Proses ekstraksi ciri warna daun padi dianalisis menggunakan algoritma *Histogram of s-RGB*. Adapun *flowchart* algoritma *Histogram of s-RGB* diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Histogram of s-RGB

Untuk menentukan modus determinan biner dengan persamaan (2) [5].

$$mod_{s-RGB} = \underset{bin}{arg \max} (histogram \ of \ s - RGB) \quad (2)$$

Untuk menghitung modus warna dari masing-masing histogram dari intensitas seperti persamaan berikut ini.

$$mod_{hist_R} = \underset{IR}{arg \max} (histogram_R) \quad (3)$$

$$mod_{hist_G} = \underset{IG}{arg \max} (histogram_G) \quad (4)$$

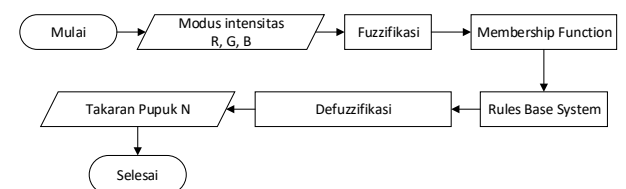
$$mod_{hist_B} = \underset{IB}{arg \max} (histogram_B) \quad (5)$$

Untuk menghitung dominan warna (mod_{RGB}) menggunakan persamaan (6).

$$mod_{RGB} = \max(mod_{hist_R}, mod_{hist_G}, mod_{hist_B}) \quad (6)$$

4. Klasifikasi

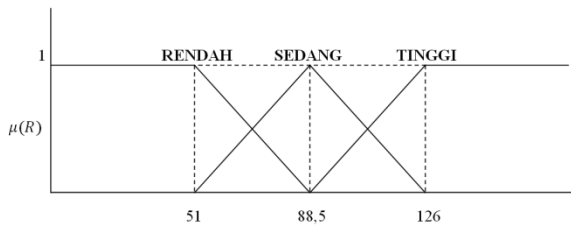
Tahap klasifikasi menggunakan *fuzzy logic*. Adapun *flowchart* analisis *fuzzy logic* tertera pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart Fuzzy Logic

Ada 3 variabel sebagai parameter input *fuzzy logic*, yaitu nilai $hist_R$, $hist_G$, dan $hist_B$. Setiap variabel terbagi dalam 3 himpunan keanggotaan untuk masing-masing variabel, yaitu himpunan rendah, sedang, dan tinggi. Fungsi keanggotaan direpresentasikan dalam

bentuk kurva segitiga dan kurva bahu [8]. Contoh fungsi keanggotaan fuzzy diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar. 6 Fungsi keanggotaan Fuzzy Logic

Untuk menentukan aturan fuzzy, terlebih dahulu ditentukan nilai output sebagai target. Output berupa nilai RGB pada setiap level warna BWD dengan skala range variabel berkisar 0-100. Tahap defuzifikasi untuk pembuatan final output menggunakan logika fuzzy model sugeno orde-nol [9], sehingga model aturan yang terbentuk, yaitu :

$$If (R \ x_1 \ is \ y_1) \ AND (G \ x_2 \ is \ y_2) \ AND (B \ x_3 \ is \ y_3) \ then \ Z=k \quad (7)$$

D. Validasi dan Evaluasi

Proses validasi dan evaluasi dilakukan dengan cara menghitung jarak terdekat antara nilai modulus RGB yang dihasilkan sistem terhadap nilai RGB citra latih (citra level warna BWD) menggunakan metode euclidean distance. Rumus euclidean distance [10], yaitu :

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (8)$$

$$d(x,y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + (x_3 - y_3)^2}$$

$$d(x,y) = \sqrt{(x_R - y_R)^2 + (x_G - y_G)^2 + (x_B - y_B)^2}$$

Dimana, $d(x, y)$ adalah nilai jarak yang dicari, dengan x mewakili nilai RGB citra uji (citra daun padi) yang dihasilkan sistem, sedangkan y mewakili nilai RGB data latih (citra level warna BWD). Selanjutnya dievaluasi menggunakan Confusion Matrix for Multiple Classes dengan rumus [11] :

$$Precision = \frac{\sum_{i=1}^l TP_i}{\sum_{i=1}^l TP_i + FP_i} \times 100\% \quad (9)$$

$$Sensitivity (Recall) = \frac{\sum_{i=1}^l TP_i}{\sum_{i=1}^l TP_i + FN_i} \times 100\% \quad (10)$$

$$Sensitivity (Recall) = \frac{\sum_{i=1}^l TN_i}{\sum_{i=1}^l TN_i + FP_i} \times 100\% \quad (11)$$

$$Accuracy = \sum_{i=1}^l \frac{TP_i + TN_i}{TP_i + TN_i + FP_i + FN_i} \times 100\% \quad (12)$$

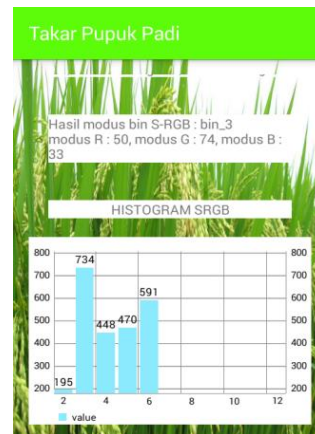
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alur kerja sistem diawali dengan akuisisi citra daun padi yang diletakkan di dalam constant lux box (studio

mini). Pengambilan citra menggunakan dua smartphone dengan resolusi kamera berbeda, yaitu 8 MP dan 5 MP. Selanjutnya citra daun disamakan dimensinya berukuran 50x50 piksel. Untuk proses ekstraksi ciri dianalisis menggunakan metode histogram of s-RGB sehingga menghasilkan output berupa nilai modulus R (Red), G (Green), dan B (Blue). Output yang telah dihasilkan diolah menggunakan fuzzy logic untuk diklasifikasi sehingga dapat menentukan level BWD yang sesuai dan rekomendasi takaran pupuk untuk tanaman padi.

A. Hasil Ekstraksi Ciri Warna

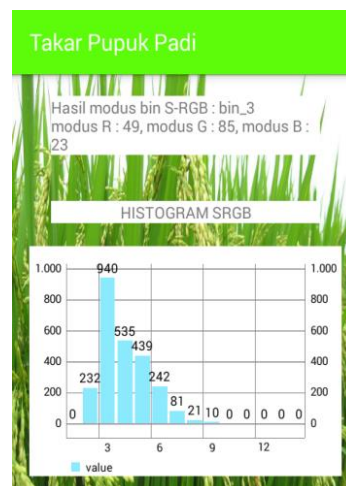
Contoh hasil ekstraksi ciri warna pada citra daun padi menggunakan metode histogram of s-RGB tertera pada Gambar 7 dan Gambar 8 serta Tabel 2 dan 3.



Gambar 7. Histogram s-RGB pada smartphone 8 MP

TABEL II
HISTOGRAM S-RGB PADA SMARTPHONE 8 MP

No	Smartphone 8 MP			Bin (Nilai)
	Mod_R	Mod_G	Mod_B	
C_1	123	140	38	
C_2	120	137	39	
C_3	118	142	34	
C_4	114	140	40	
C_5	125	139	38	
.....
C_80	50	74	33	



Gambar 8. Histogram s-RGB pada smartphone 5 MP

TABEL III
HISTOGRAM S-RGB PADA SMARTPHONE 5 MP

No	Smartphone 5 MP		
	Nilai Mod_R	Nilai Mod_G	Nilai Mod_B
C_1	120	138	40
C_2	118	138	38
C_3	116	142	32
C_4	109	136	44
C_5	123	138	36
....
C_80	49	85	23

Berdasarkan Gambar 7 dan 8, diketahui bahwa distribusi citra dinilai cukup baik karena memiliki histogram yang mengisi daerah derajat keabuan secara penuh dengan distribusi yang merata pada setiap nilai intensitas piksel.

B. Hasil Klasifikasi

Contoh hasil klasifikasi menggunakan fuzzy logic tertera pada Gambar 9 Tabel 4.



Gambar. 9. Tampilan hasil klasifikasi level BWD Fuzzy Logic

TABEL IV
HASIL KLASIFIKASI LEVEL BWD DENGAN FUZZY LOGIC

Citra Uji	Smartphone 8 MP		Smartphone 5 MP	
	R; G; B	Level BWD	R; G; B	Level BWD
C_1	123; 140; 38	Level 2	120; 138; 40	Level 2
....
C_21	103; 130; 42	Level 3	102; 130; 38	Level 3
....
C_41	63; 102; 42	Level 4	65; 104; 40	Level 4
....
....
C_80	52; 84; 42	Level 5	54; 84; 44	Level 5

C. Validasi dan Evaluasi

Langkah awal proses validasi dan evaluasi dilakukan dengan cara menghitung jarak terdekat antara nilai modus RGB yang dihasilkan sistem (nilai RGB citra uji) terhadap nilai RGB citra latih (citra level warna BWD) dengan menggunakan metode euclidean distance. Hasil perhitungan berupa nilai jarak terdekat serta di level BWD mana seharusnya nilai modus RGB dari data uji tersebut berada.

1. Jarak Terdekat Euclidean Distance

TABEL V
EUCLIDEAN DISTANCE PADA SMARTPHONE 8 MP

Data Uji	Euclidean Distance pada Smartphone 8 MP		
	Jarak terdekat (Euclidean Distance)	Level BWD (Euclidean Distance)	Level BWD (Output Sistem)
C_1	13.60	2	2
C_2	15.81	2	2
C_3	17.15	2	2
C_4	16.31	2	2
...
C_80	12.12	5	5
Rata-rata	14.28		

TABEL VI
EUCLIDEAN DISTANCE PADA SMARTPHONE 5 MP

Data Uji	Euclidean Distance pada Smartphone 5 MP		
	Jarak terdekat (Euclidean Distance)	Level BWD (Euclidean Distance)	Level BWD (Output Sistem)
C_1	14.49	2	2
C_2	16.43	2	2
C_3	19.65	2	2
C_4	20.88	2	2
C_5	16.40	2	2
...
C_80	16.28	5	5
Rata-rata	15.44		

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6, diketahui bahwa nilai rata-rata jarak terdekat pada smartphone 8 MP sebesar 14,28, sedangkan smartphone 5 MP sebesar 15,44. Artinya bahwa smartphone 8 MP menghasilkan nilai jarak yang lebih dekat terhadap data nilai RGB citra latih (data aktual) daripada yang dihasilkan smartphone 5 MP. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satu faktor adalah mungkin karena kapasitas resolusi piksel kamera yang berbeda.

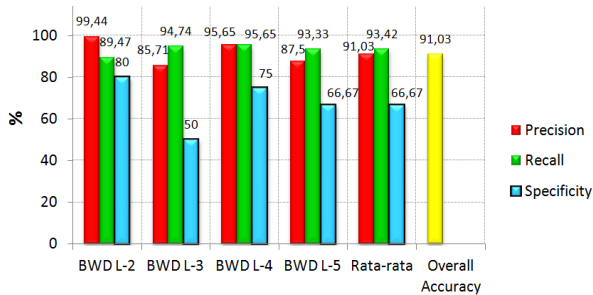
Tahap selanjutnya adalah evaluasi kinerja sistem menggunakan Confusion Matrix for Multiple Classes untuk menguji presisi, sensitivitas, spesifisitas dan overall accuracy sistem. Proses perhitungan dilakukan dengan cara membagi data aktual dan data prediksi ke dalam 4 kelas, yaitu kelas level BWD 2, level BWD 3, level BWD 4, dan level BWD 5.

2. Evaluasi Sistem pada Smartphone 8 MP

TABEL VII
HASIL EVALUASI SISTEM PADA SMARTPHONE 8 MP

Ket.	Precision (%)	Recall (%)	Specificity (%)	Overall Accuracy (%)
BWD L-2	99,44	89,47	80	91,03
BWD L-3	85,71	94,74	50	

BWD _{L-4}	95,65	95,65	75
BWD _{L-5}	87,50	93,33	66,67
Rata-rata	91,03	93,42	66,67



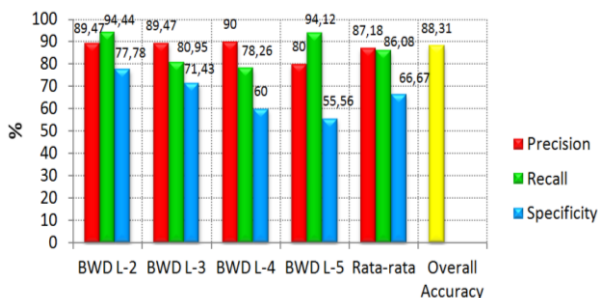
Gambar. 10 Grafik evaluasi pada *smartphone* 8 MP

Berdasarkan Tabel 7 dan Gambar 10, diketahui bahwa rata-rata *precision* sistem pada *smartphone* 8 MP sebesar 91,03% yang artinya bahwa sistem secara tepat memberikan informasi yang diminta dengan tingkat presisi sekitar 91,03%. Tingkat kedekatan antara nilai prediksi oleh sistem dengan nilai aktual juga dikategorikan cukup tinggi dengan nilai akurasi sebesar 91,03%. Tingkat keberhasilan sistem menemukan informasi kembali dinilai cukup tinggi yang ditunjukkan pada tingkat *recall* sebesar 93,42%, sedangkan tingkat *specificity* 66,67%.

3. Evaluasi Sistem pada *Smartphone* 5 MP

TABEL VIII
HASIL EVALUASI SISTEM PADA SMARTPHONE 8 MP

Ket.	Precision (%)	Recall (%)	Specificity (%)	Overall Accuracy (%)
BWD _{L-2}	89,47	94,44	77,78	88,31
BWD _{L-3}	89,47	80,95	71,43	
BWD _{L-4}	90	78,26	60	
BWD _{L-5}	80	94,12	55,56	
Rata-rata	87,18	86,08	66,67	



Gambar. 11 Grafik evaluasi sistem pada *smartphone* 5 MP

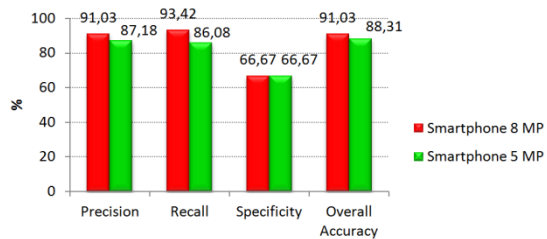
Tabel 8 dan Gambar 11, menunjukkan bahwa keberhasilan sistem pada *smartphone* 5 MP untuk menemukan kembali informasi sebesar 86,08%. Tingkat *precision* yang diperoleh sistem sebesar 87,18%, tingkat akurasi sebesar 88,31%, dan *specificity* sebesar 66,67%. Meskipun tingkat performa sistem lebih rendah dari *smartphone* 8 MP namun masih dianggap normal

karena berada pada tingkat *specificity* yang sama sebesar 66,67%.

4. Perbandingan Evaluasi Sistem pada *Smartphone* 8 MP dan *Smartphone* 5 MP

TABEL IX
PERBANDINGAN EVALUASI SISTEM
(SMARTPHONE 8 MP DAN SMARTPHONE 5 MP)

	Precision (%)	Recall (%)	Specificity (%)	Overall Accuracy (%)
<i>Smartphone</i> 8 MP	91,03	93,42	66,67	91,03
<i>Smartphone</i> 5 MP	87,18	86,08	66,67	88,31



Gambar. 12 Grafik perbandingan evaluasi sistem pada *smartphone* 8 MP dan *smartphone* 5 MP

Tabel 9 dan Gambar 12 menunjukkan bahwa ketepatan sistem untuk memberikan informasi yang diminta pada *smartphone* 8 MP dinilai lebih baik, yaitu 93,03% dibanding yang dimiliki sistem pada *smartphone* 5 MP sebesar 87,18%. Di samping itu, keberhasilan sistem untuk menemukan informasi kembali pada *smartphone* 8 MP dengan tingkat *recall* sebesar 93,42% dinilai lebih unggul, dibanding dengan keberhasilan sistem pada *smartphone* 5 MP yang hanya mencapai 86,08%. Tingkat kedekatan antara nilai prediksi oleh sistem dengan nilai aktual lebih baik pada *smartphone* 8 MP sebesar 91,03%, sedangkan pada *smartphone* 5 MP hanya mencapai 88,31%. Meskipun demikian, kedua *smartphone* tersebut berada pada tingkat *specificity* yang sama yaitu 66,67%, sehingga kinerja sistem masih dianggap normal.

V. PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap hasil simulasi sistem, maka dapat diberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem mampu mengidentifikasi citra berdasarkan tingkat kehijauan daun padi menggunakan metode *histogram of s-RGB* untuk ekstraksi ciri warna citra daun padi dan mampu mengklasifikasikan citra daun tersebut berdasarkan level warna BWD menggunakan metode *fuzzy logic*.
2. Hasil perhitungan jarak terdekat *euclidean distance* menunjukkan bahwa metode *histogram of s-RGB* mampu menentukan nilai RGB dominan pada citra daun padi yang diresize 50x50 piksel terhadap level warna BWD, yaitu jarak rata-rata 14,28 pada

smartphone 8 MP dan jarak rata-rata 15,44 pada smartphone 5 MP.

3. Sistem mampu mengekstraksi ciri warna citra dan mengklasifikasikan citra daun padi tersebut menggunakan kombinasi metode *histogram of s-RGB dan fuzzy logic* dengan tingkat presisi pada smartphone 8 MP sebesar 93,03%, *recall* 93,42%, *accuracy* 91,03%, dan *specificity* sebesar 66,67%. Sedangkan pada smartphone 5 MP diperoleh tingkat presisi 87,18%, *recall* 86,08%, *accuracy* 88,31%, dan tingkat *specificity* sebesar 66,67%.

B. Saran

Saran yang diharapkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan unsur hara yang dibutuhkan tanaman padi yang lain, seperti Fosfor (P), Kalium (K), dan Magnesium (Mg), serta unsur hara pembentuk tanaman padi yang lain.
2. Perlu dilakukan pengujian terhadap sistem dengan jarak pengambilan gambar yang berbeda-beda, terutama dalam proses akuisisi citra daun padi agar dapat mengetahui tingkat pengaruh jarak pengambilan gambar terhadap hasil citra yang diperoleh.
3. Perlu dilakukan pengujian terhadap sistem dengan intensitas cahaya yang berbeda-beda agar dapat diketahui tingkat pengaruh intensitas cahaya dalam proses pengambilan citra daun padi.

VI. REFERENSI

- [1] Firmansyah, I & Sumarni, N. (2013). *Effect of N Fertilizer Dosages and Varieties On Soil pH, Soil Total-N, N Uptake, and Yield of Shallots (Allium ascalonicum L). Varieties On Entisols-Brebes Central Java*. J. Hort. Vol. 23. No. 4. h. 357-364.
- [2] Permentan Republik Indonesia. (2016). *Acuan Penetapan Rekomendasi Pemupukan N, P, dan K Pada Padi Sawah Spesifik Lokasi (Per Kecamatan) : Sebagai Lampiran Dari Permentan No.40/Permentan/OT.140/4/2007tentang Rekomendasi Pemupukan N, P, dan K Pada Padi Sawah Spesifik Lokasi*. Jakarta : Kementerian pertanian Republik Indonesia.
- [3] Kaur, N & Singh, D. (2016). *Android Based Mobile Application to Estimate Nitrogen Content in Rice Crop*. International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT).Volume 38 No.2. ISSN: 2231-2803.pp.87-91.
- [4] Astika, I, W, Sugiyanta, & Cibro, M, M. (2012). *Pengukuran Tingkat Warna Daun Padi dan Dosis Pemupukan Dengan Telepon Seluler Android*. Prosiding InSINas 2012. h. 43-49.
- [5] Mudjirahardjo, P, Nurussa'adah & Siwindarto, P. (2016). *Soccer Field Detection on Histogram of s-RGB*. ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences. ISSN 1819-6608. Vol. 11. No. 21. pp.12405-12408.
- [6] Setiawan, E, B. & Herdianto, R (2018). *Penggunaan Smartphone Android sebagai Alat Analisis Kebutuhan Kandungan Nitrogen pada Tanaman Padi*. JNTETI. ISSN 2301 - 4156. Vol. 7. No. 3. h. 273-280.
- [7] CREMNET. (2000). *Technology Brief No. 2 (Revised)*. Philippines : IRRI.
- [8] Widodo, T, S. (2005). *Sistem Neuro Fuzzy Untuk Pengolahan Informasi, Pemodelan, dan Kendali*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [9] Rosnelly, R. (2012). *Sistem Pakar : Konsep dan Teori*. Yogyakarta : Andi Offset.
- [10] Wulanningrum, R & Rachmad, A. 2012. *Pengenalan Rumput Laut Menggunakan Euclidean Distance Berbasis Ekstraksi Fitur*. Seminar Nasional Aplikasi (SNATD). ISSN : 1907 – 5022. Yogyakarta.
- [11] Solichin, A. (2017, marc 19). *Mengukur Kinerja Algoritma Klasifikasi dengan Confusion Matrix*. Available : <https://achmatim.net/2017/03/19/mengukur-kinerja-algoritma-klasifikasi-dengan-confusion-matrix/>.