



Available online at : <http://bit.ly/InfoTekJar>

InfoTekJar :Jurnal Nasional InformatikadanTeknologiJaringan

ISSN (Print) 2540-7597/ISSN (Online) 2540-7600



Klasifikasi Citra Warna Daun Padi Menggunakan Metode Histogram of S-RGB dan Fuzzy Logic Berbasis Android

Raimundus Sedo¹⁾, Panca Mudjirahardjo²⁾, Erni Yudaningtyas³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang

²⁾Dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

KEYWORDS

Histogram of s-RGB, Fuzzy Logic, Bagan Warna Daun, Confusion Matrix for Multiple Classes

CORRESPONDENCE

Phone: +62 (0751) 12345678

E-mail: rai_mun@yahoo.com

A B S T R A C T

Tingkat kehijauan daun tanaman padi merupakan salah satu indikator untuk menganalisis kebutuhan unsur hara nitrogen yang diperlukan tanaman padi. Dalam perkembangannya, salah satu cara yang direkomendasikan untuk menentukan kebutuhan nitrogen bagi tanaman padi adalah penggunaan Bagan Warna Daun (BWD). Mengingat perlu adanya efisiensi waktu dan tenaga, serta untuk menghindari perbedaan persepsi terhadap warna yang diamati, maka penting untuk dilakukan pengembangan suatu sistem agar memudahkan para petani dalam menentukan kebutuhan nitrogen bagi tanaman padi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu sistem berbasis android untuk menentukan kebutuhan nitrogen bagi tanaman padi melalui konsep pengolahan citra. Metode yang digunakan adalah *Histogram of s-RGB* dan *Fuzzy Logic*. Metode *Histogram of s-RGB* berfungsi untuk mengekstraksi ciri warna daun padi, sedangkan *Fuzzy Logic* digunakan untuk mengklasifikasi citra daun padi berdasarkan 4 level warna pada BWD sekaligus menentukan dosis kebutuhan nitrogen yang diperlukan bagi tanaman padi.

Pengujian dilakukan menggunakan *smartphone* merk Samsung dengan kapasitas kamera 8 MP. Hasil pengujian dan evaluasi sistem menggunakan *Confusion Matrix for Multiple Classes* menunjukkan bahwa ketepatan sistem memberikan informasi yang diminta dinilai cukup baik, yaitu 88.19%. Keberhasilan sistem untuk menemukan informasi kembali dengan tingkat *recall* sebesar 88.25%. Tingkat kedekatan antara nilai prediksi sistem dengan nilai aktual sebesar 88.75%, serta tingkat *specificity* yang diperoleh sebesar 62.12%. Sedangkan waktu komputasi sistem yang dicapai rata-rata 10.14 detik.

PENDAHULUAN

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara terpenting yang sangat dibutuhkan setiap tanaman, terutama tanaman padi untuk pertumbuhan vegetatif pada tanaman tersebut [1]. Untuk itu, pemberian pupuk nitrogen secara seimbang pada tanaman padi perlu diperhatikan agar pertumbuhan tanaman tetap normal sehingga produktivitasnya menjadi lebih optimal.

Bagan Warna Daun (BWD) merupakan salah satu alat bantu yang telah direkomendasikan penggunaannya untuk dapat mengetahui kebutuhan nitrogen bagi tanaman padi [2]. Penggunaan BWD dilakukan secara visual dengan cara membandingkan level warna pada BWD terhadap warna daun

padi. Cara ini dinilai kurang efisien karena dapat menghabiskan banyak waktu dan tenaga dalam pelaksanaannya. Selain itu, proses membandingkan warna tersebut masih dilakukan secara visual (manual) menggunakan mata tanpa alat bantu sehingga dapat memberikan persepsi yang berbeda di antara setiap pengguna, khususnya para petani sehingga hasil yang diperoleh juga dapat bervariasi.

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan suatu aplikasi *mobile* berbasis android untuk memperkirakan status nitrogen pada tanaman padi dengan menggunakan 6 skala BWD [3]. Namun, proses akuisisi citra masih dilakukan dalam kondisi ruangan terbuka dengan intensitas cahaya yang berbeda sehingga hasilnya dapat berubah-ubah. Penelitian lainnya tentang pengukuran tingkat warna daun padi dan takaran

pemupukan menggunakan *Artificial Neural Network (ANN)* dan *k-Nearest Neighborhood (kNN)* [4]. Pada penelitian tersebut, *database* sistem yang telah dirancang hanya dibatasi pada *smartphone* tertentu sehingga tidak dapat dimanfaatkan pada *smartphone* yang lain.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Histogram of s-RGB* dan *Fuzzy Logic* untuk dapat menganalisis kebutuhan pupuk nitrogen sebagai unsur hara bagi tanaman padi berdasarkan tingkat kehijauan daun padi berbasis android.

Berdasarkan hasil penelitian [5], diketahui bahwa metode *Histogram of s-RGB* cocok untuk diterapkan pada aplikasi *real time* karena dapat mendeteksi latar belakang dengan waktu komputasi yang relatif singkat. Pada penelitian ini, metode *Histogram of s-RGB* digunakan untuk mengekstraksi ciri warna daun padi sehingga menghasilkan *output* berupa nilai modulus *R (Red)*, *G (Green)*, dan *B (Blue)*. *Output* yang telah diperoleh tersebut kemudian diolah menggunakan *fuzzy logic* pada tahap klasifikasi untuk menentukan takaran pupuk nitrogen yang dibutuhkan tanaman padi.

METODELOGI

Konsep Histogram of s-RGB

Histogram of s-RGB merupakan salah satu metode yang cocok untuk diterapkan pada aplikasi *real time* karena dapat mendeteksi latar belakang dengan waktu komputasi yang relatif singkat. Langkah pertama algoritma *Histogram of s-RGB* adalah menghitung jumlah intensitas RGB (*s-RGB*) pada setiap piksel [5].

Perhitungan dapat dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$s\text{-}RGB(x, y) = I_R(x, y) + I_G(x, y) + I_B(x, y) \tag{1}$$

dimana *s-RGB* (*x, y*) adalah jumlah dari intensitas *RGB* pada piksel (*x, y*), *I_R* (*x, y*), *I_G* (*x, y*), dan *I_B* (*x, y*) adalah merah, hijau dan intensitas biru di masing-masing piksel (*x, y*). Ketika menggunakan 8 bit untuk kode intensitas warna, maka mendapatkan nilai *s-RGB* dari 0-765. Selanjutnya menentukan modulus determinan biner dengan persamaan berikut ini.

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

Setelah mendapatkan nilai modulus, untuk setiap piksel yang memiliki nilai *s-RGB* dalam bin modulus akan diproses untuk membuat histogram dari intensitas untuk setiap intensitas *RGB*. Histogram ini menunjukkan frekuensi kemunculan intensitas warna. Untuk menentukan warna dominan dalam modulus bin yaitu menghitung modulus warna dari masing-masing histogram dari intensitas seperti persamaan berikut ini.

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

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

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

Selanjutnya dominan warna (*mod_{RGB}*) tersebut, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini.

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

Konsep Fuzzy Logic

Fuzzy logic merupakan logika yang dapat menjelaskan fenomena atau proses tertentu secara linguistik, kemudian mempresentasikannya dalam sejumlah kecil aturan yang fleksibel dan menyediakan solusi bagi masalah-masalah yang sulit dipecahkan menggunakan aturan *If-Then*. *Fuzzy Logic* telah memungkinkan perubahan secara bertahap pada masukan dan menghasilkan perubahan yang mulus pada keluaran, serta bukan keluaran yang putus-putus [6]. Untuk itu, keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* bukan merupakan sesuatu yang tegas (yaitu anggota atau bukan anggota), melainkan sesuatu yang berderajat atau bergradasi secara kontinu [7]. Komponen *fuzzy logic* secara garis besar, meliputi himpunan *fuzzy*, fungsi keanggotaan, fuzzifikasi, *inferencing (Rule Base)*, dan defuzzifikasi. Pada penelitian ini, model penalaran *fuzzy* yang digunakan adalah *fuzzy* model Sugeno Orde Nol yang menghasilkan *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear sehingga model aturan yang terbentuk [8], yaitu :

$$If (Red\ is\ A)\ AND\ (Green\ is\ B)\ AND\ (Blue\ is\ C)\ then\ Z = f(Red, Green, Blue) \tag{7}$$

dengan *Red, Green, Blue* adalah himpunan *fuzzy* dalam *antecedent* dan adalah fungsi tegas dalam konsekuensi.

Konsep Android

Android adalah sistem operasi untuk telepon seluler berbasis *linux*. Android menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasinya sendiri untuk digunakan oleh bermacam-macam piranti bergerak. Keunggulan android adalah bersifat *open source* karena berbasis *linux* yang dapat dikembangkan [9]. Arsitektur android secara garis besar terdiri atas *applications* dan *widgets*, *applications frameworks, libraries*, *android run time*, dan *linux kernel* [10].

Bagan Warna Daun (BWD)

Bagan warna daun (BWD) adalah alat berbentuk persegi empat yang berguna untuk mengetahui status hara nitrogen pada tanaman padi. BWD diadopsi oleh *International Rice Research Institute (IRRI)*[11] dan direkomendasikan penggunaannya oleh pemerintah agar pemupukan lebih efisien dan produksi optimal [2]. Tampilan BWD tertera pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar. 1. 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:

1. Bandingkan warna daun padi teratas yang telah membuka penuh dengan BWD.
2. 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

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

Gambar. 2. Rekomendasi pemberian pupuk nitrogen (N)

Data Penelitian

Data sampel yang digunakan sejumlah 80 data citra daun padi yang diambil 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. Proses pengambilan sampel dilakukan dengan cara membandingkan level warna pada BWD terhadap warna daun padi yang dilakukan secara visual.

Alat dan Bahan

1. Kebutuhan perangkat keras
 - Spesifikasi *hardware* atau perangkat keras yang dibutuhkan, meliputi :
 - a. Satu unit komputer (laptop) merk Toshiba model Satellite C600, Processor Intel (R) Core (TM)2 Duo CPU, dan RAM 4096 MB, serta 1 unit printer.
 - b. *Smartphone* dan kabel data serta alat *lux* meter pengukur intensitas cahaya
 - c. Alat uji citra dengan intensitas cahaya konstan (*constant lux box*)
2. Kebutuhan perangkat lunak
 - Kebutuhan perangkat lunak dalam penelitian adalah sebagai berikut.
 - a. Sistem Operasi Microsoft Windows 7.
 - b. Android Studio digunakan untuk pembuatan program.
 - c. Microsoft Visio 2013 digunakan dalam pembuatan *flowchart* sistem.
3. Kebutuhan bahan
 - Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.
 - a. Bagan Warna Daun (BWD)
 - b. Data takaran pupuk nitrogen untuk tanaman padi

Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Akuisisi Citra

Data ctra daun padi yang digunakan sejumlah 80 citra. Proses akuisisi citra dilakukan dengan menggunakan *smartphone* merk Samsung J3 2016 dengan kapasitas kamera 8 MP. Citra daun padi diletakkan di dalam *constant lux box* yang dirancang sebagai studio mini sehingga intensitas cahaya diharapkan konstan saat proses akuisisi citra. Tipe *file* yang dihasilkan yaitu *JPEG (Joint Photographic Expert in Group)*.

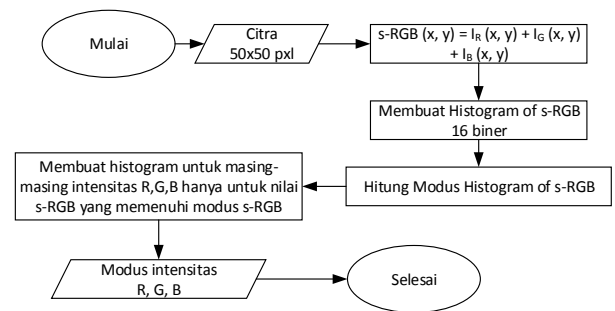
2. Preprocessing

Proses *cropping* dan *resizing* citra daun padi dilakukan pada tahap ini untuk memperoleh wilayah citra daun dengan ukuran

50x50 piksel yang digunakan sebagai parameter warna daun untuk setiap sampel citra daun padi.

3. Ekstraksi Ciri Warna

Ekstraksi ciri warna daun padi dianalisis menggunakan metode *Histogram of s-RGB*. Adapun *flowchart* algoritma *Histogram of s-RGB* tertera pada Gambar 3.

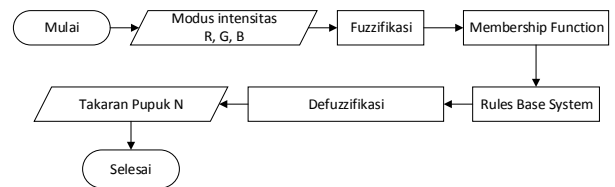


Gambar. 3. Flowchart Histogram of s-RGB

Untuk menentukan modus determinan biner dengan persamaan (2). Untuk menghitung modus warna dari masing-masing histogram dari intensitas seperti persamaan (3), persamaan (4), dan persamaan (5). Sedangkan, untuk menghitung dominan warna (mod_{RGB}) menggunakan persamaan (6).

4. Klasifikasi

Metode yang digunakan pada tahap klasifikasi adalah *fuzzy logic*. Adapun *flowchart fuzzy logic* diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar. 4. Flowchart Fuzzy Logic

Parameter input *fuzzy logic* sebanyak 3 variabel input, yaitu nilai $hist_R$, $hist_G$, dan $hist_B$. Setiap variabel terbagi dalam 3 himpunan keanggotaan untuk setiap variabel, yaitu himpunan rendah, sedang, dan tinggi. Fungsi keanggotaan *fuzzy logic* direpresentasikan dalam bentuk kurva segitiga dan kurva bahu [8].

Proses penentuan aturan *fuzzy* diawali dengan penentuan nilai *output* sebagai target. *Output* tersebut berupa nilai RGB pada masing-masing level warna BWD menggunakan skala *range* variabel berkisar 0-100. Sedangkan, tahap defuzzifikasi menggunakan logika *fuzzy* model sugeno orde-nol [8]. Contoh model aturan yang terbentuk, yaitu :

$$If (Red\ is\ rendah)AND(Green\ is\ rendah)AND(Blue\ is\ rendah)then\ Z=BWD\ 5 \tag{8}$$

Pengujian Sistem

Proses pengujian sistem dilakukan dengan cara membandingkan hasil klasifikasi level warna BWD kelaran sistem terhadap hasil klasifikasi BWD berdasarkan pengamatan secara visual. Hasilnya dapat dievaluasi menggunakan *Confusion Matrix for Multiple Classes* dengan rumus [12] :

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

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

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

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Klasifikasi Secara Visual Menggunakan Bagan Warna Daun (BWD)

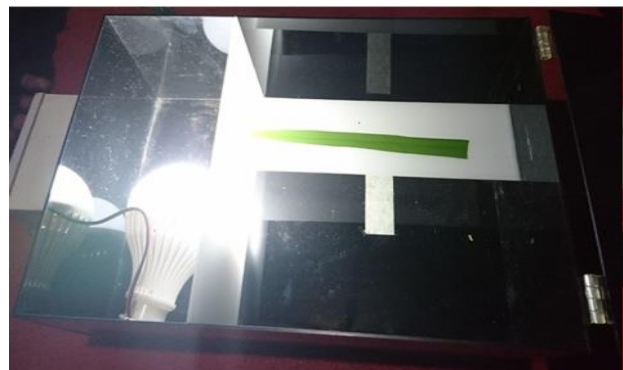
Berdasarkan hasil pengamatan secara visual yang dilakukan dengan cara membandingkan level warna pada BWD terhadap warna pada citra daun padi, maka diperoleh hasil sebagaimana tertera pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 1
Hasil klasifikasi level bwd secara visual

Data Citra	Hasil Visual
C_1	Level 4
C_2	Level 4
C_3	Level 3
C_4	Level 2
C_5	Level 2
C_6	Level 5
C_7	Level 5
C_8	Level 3
C_9	Level 5
C_10	Level 4
.....
C_80	Level 5

Hasil Klasifikasi Sistem

Alur kerja sistem dimulai dengan proses akuisisi citra daun padi yang diletakkan di dalam *constant lux box* (studio mini). *Smartphone* yang digunakan adalah *smartphone* merk Samsung J3 2016 dengan kapasitas kamera 8 MP. Kemudian citra daun tersebut dilakukan *cropping* dan *resizing* menjadi ukuran 50x50 piksel. Selanjutnya diekstraksi ciri warna daun padi tersebut menggunakan metode *Histogram of s-RGB* sehingga menghasilkan *output* berupa nilai modulus *R (Red)*, *G (Green)*, dan *B (Blue)*. *Output* yang telah diperoleh kemudian diolah menggunakan *fuzzy logic* pada tahap diklasifikasi. Tampilan *constant lux box* tertera pada Gambar 5, sedangkan hasil *preprocessing* diperlihatkan pada Gambar 6 sebagai berikut.



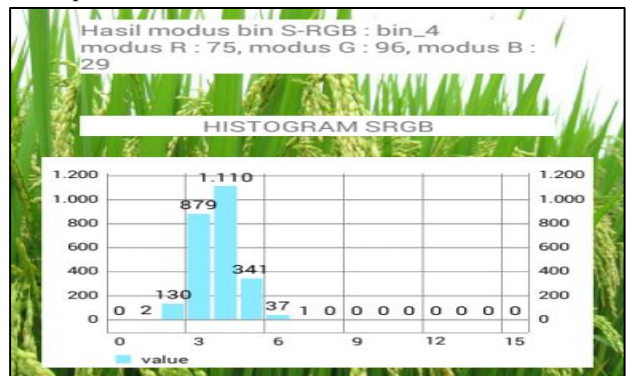
Gambar. 5. Tampilan *constant lux box*



Gambar 6. Contoh hasil *preprocessing* citra daun padi 50x50 piksel

1. Hasil Ekstraksi Ciri Warna

Contoh hasil ekstraksi ciri warna citra daun padi yang dilakukan sistem 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

Berdasarkan Gambar 7, dapat diketahui bahwa hasil pengujian sistem pada *smartphone* 8 MP menghasilkan nilai modulus *s-RGB* terletak di bin (4 =1110), dengan nilai mod_R =75, mod_G =96, dan mod_B=29.

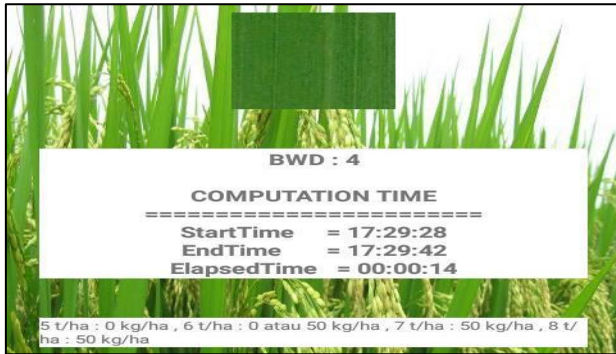
Tabel 2
Histogram s-rgb pada *smartphone* 8 mp

Data Citra	Smartphone 8 MP		
	Mod_R	Mod_G	Mod_B
C_1	75	96	29
C_2	64	104	38
C_3	94	124	38
C_4	116	142	38
...
C_80	49	72	32

Hasil yang diperoleh sebagaimana tertera pada Gambar 7 menunjukkan bahwa distribusi citra yang dihasilkan dinilai cukup baik karena memiliki histogram yang mengisi daerah derajat keabuan dan terdistribusi secara merata pada masing-masing nilai intensitas piksel.

2. Hasil Klasifikasi

Contoh hasil klasifikasi dengan menggunakan fuzzy logic diperlihatkan pada Gambar 8 Tabel 3.



Gambar. 8. Tampilan hasil klasifikasi level BWD Fuzzy Logic

Tabel 3 Hasil klasifikasi sistem

Data Citra	Hasil Klasifikasi Sistem	
	Level BWD	Elapsed Time (Second)
C_1	Level 4	14s
C_2	Level 3	13s
C_3	Level 3	8s
C_4	Level 2	12s
.....
C_80	Level 5	6s
Rata-rata		10.137 s

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 8, diketahui bahwa rata-rata elapsed time sistem 10.137s,

Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan cara membandingkan hasil klasifikasi level warna BWD keluaran sistem terhadap hasil klasifikasi BWD berdasarkan pengamatan secara visual yang dievaluasi menggunakan Confusion Matrix for Multiple Classes dengan rumus [11]. Evaluasi sistem perlu dilakukan untuk mengetahui performa kerja sistem secara keseluruhan. Contoh hasil klasifikasi secara visual menggunakan BWD dan hasil klasifikasi oleh sistem tertera pada Tabel 4.

Tabel 4

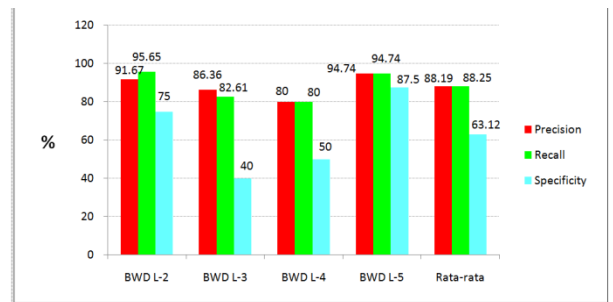
Hasil klasifikasi level bwd dengan oleh sistem dan hasil secara visual

Data Citra	Hasil Sistem	Hasil Visual
C_1	Level 4	Level 4
C_2	Level 3	Level 4
C_3	Level 3	Level 3
C_4	Level 2	Level 2
C_5	Level 2	Level 2
C_6	Level 5	Level 5
C_7	Level 5	Level 5
C_8	Level 2	Level 3
C_9	Level 5	Level 5
C_10	Level 4	Level 4
.....
C_80	Level 5	Level 5

Tahap selanjutnya adalah mengevaluasi performa kinerja sistem dengan menggunakan Confusion Matrix for Multiple Classes untuk menguji presisi, sensivicity, specificity dan overall accuracy sistem. Hasil evaluasi tertera pada Tabel 5 dan Gambar.

Tabel 5 Hasil evaluasi sistem

Ket.	Precision (%)	Recall (%)	Specificity (%)	Overall Accuracy (%)
BWD L-2	91.67	95.65	75.00	
BWD L-3	86.36	82.61	40.00	
BWD L-4	80.00	80.00	50.00	88.75
BWD L-5	94.74	94.74	87.50	
Rata-rata	88.19	88.25	63.12	



Gambar. 9. Grafik evaluasi pada smartphone 8 MP

Tabel 5 dan Gambar 9 menunjukkan bahwa rata-rata precision sistem pada smartphone 8 MP sebesar 88.19%. Hal ini berarti sistem secara tepat memberikan informasi yang diminta dengan tingkat presisi sekitar 88.19%. Tingkat kedekatan antara nilai prediksi oleh sistem dengan nilai aktual dikategorikan cukup tinggi yang ditunjukkan dengan nilai akurasi sekitar 88.75%. Selain itu, tingkat keberhasilan sistem untuk menemukan informasi kembali dinilai cukup baik yang dengan tingkat recall sebesar 88.25%, sedangkan tingkat specificity 63.12%.

PENUTUP

Simpulan

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

1. Sistem mampu mengekstraksi ciri warna citra daun padi dan mengklasifikasikan citra daun padi tersebut berdasarkan level warna BWD menggunakan kombinasi metode *Histogram of s-RGB* dan *Fuzzy Logic*.
2. Hasil pengujian dan evaluasi system menunjukkan bahwa sistem secara tepat memberikan informasi yang diminta dengan rata-rata tingkat presisi sekitar 88.19%. Tingkat kedekatan antara nilai prediksi oleh sistem dengan nilai aktual ditunjukkan dengan nilai akurasi sekitar 88.75%. Tingkat keberhasilan sistem untuk menemukan informasi dengan tingkat *recall* sebesar 88.25%, sedangkan tingkat *specificity* 63.12%.
3. Komputasi waktu yang dihasilkan sistem rata-rata mencapai 10.14 detik.

Saran

Saran yang diharapkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk menganalisis kandungan unsur hara nitrogen yang dibutuhkan pada tanaman lain, seperti tanaman jagung.
2. Perlu dilakukan pengujian pada *smartphone* dengan merk dan kapasitas kamera yang berbeda-beda untuk proses perbandingan.

REFERENCES

- [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*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. ISSN 1819-6608. Vol. 11. No. 21. pp.12405-12408.
- [6] Laudon, K, C & Laudon, J, P. (2008). *Sistem Informasi Manajemen : Mengelola Perusahaan Digital*. Edisi 10. Buku 2. Jakarta : Salemba Empat.

- [7] Yazdi, M. (2014). *Pemrograman Matlab Pada Sistem Pakar Fuzzy : Kasus Menentukan dan Mengukur Suatu Kinerja*. Yogyakarta : Deepublish.
- [8] Widodo, T, S. (2005). *Sistem Neuro Fuzzy Untuk Pengolahan Informasi, Pemodelan, dan Kendali*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [9] Azis, S. (2012). *All About Android : Cukup Satu Buku Untuk Menjelajahi Dunia Android*. Jakarta : Kuncikom.
- [10] Supardi, Y. (2014). *Semua Bisa Menjadi Programmer Case Study*. Jakarta. PT Elex Media Komputindo.
- [11] CREMNET. (2000). *Technology Brief No. 2 (Revised)*. Philippines : IRRI.
- [12] 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/>.