

Klasifikasi Kandungan Nitrogen berdasarkan Warna Daun melalui *Color Clustering* menggunakan Metode *Fuzzy C Means* dan *Hybrid PSO K-Means*

Rahmadyo Yudhi Prabowo¹⁾, Rahmadwati²⁾, Panca Mudjirahardjo³⁾

Abstrak— Analisis daun dapat digunakan sebagai petunjuk dalam mendiagnosis kandungan unsur hara sebagai dasar rekomendasi pemupukan pada tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem identifikasi kandungan nitrogen berdasarkan warna daun yang diawali dengan proses pembelajaran dengan menggunakan metode *clustering Fuzzy C Means* dan *Hybrid PSO K-Means* berdasarkan data hasil ekstraksi fitur warna berupa parameter (RGB, HSV dan S-RGB) serta nilai klorofil hasil dari pengukuran menggunakan alat klorofilometer. Hasil dari proses pembelajaran ini berupa pola parameter warna (RGB, HSV dan S-RGB) berdasarkan klasifikasi kandungan nitrogen dengan kategori rendah, sedang dan tinggi. Diperoleh hasil bahwa pola parameter warna HSV hasil *clustering* dari metode *Fuzzy C Means* serta melalui metode pengukuran jarak *Chebyshev distance* memiliki kemampuan dalam mengidentifikasi kandungan nitrogen berdasarkan warna daun dengan sangat baik berdasarkan nilai *recall* sebesar 92,93%, nilai *precision* sebesar 99 % serta RMSE sebesar 6,09. Untuk pengukuran terhadap metode *clustering* menggunakan metode pengujian homogenitas data varian. Hasilnya metode *Hybrid PSO K-Means* memiliki nilai homogeniti sebesar 3,00 sedangkan metode *Fuzzy C Means* dengan nilai homogeniti sebesar 3,38.

Kata Kunci— *Color Clustering, Fuzzy C Means, Hybrid PSO K-Means, Manhattan distance, Chebyshev distance.*

I. PENDAHULUAN

PERTUMBUHAN dan perkembangan tanaman jagung sangat dipengaruhi oleh pemenuhan kebutuhan unsur hara yang harus terpenuhi secara baik, jenis unsur hara yang sangat diperlukan pada tanaman jagung yaitu nitrogen (N). Jika tanaman kekurangan atau kelebihan unsur hara akibatnya adalah pertumbuhan tanaman yang abnormal. Gejala kekurangan N yang paling jelas dan biasa terlihat adalah berkurangnya warna hijau dari dedaunan (*chlorosis*) [1]. Kebutuhan unsur hara dapat terpenuhi salah satunya

dengan cara pemupukan. Komposisi pemberian pupuk pada tanaman jagung disesuaikan dengan kebutuhan unsur hara yang perlu untuk diketahui oleh petani. Efisiensi pemupukan tidak hanya berperan penting dalam peningkatan pendapatan petani, tetapi juga terkait dengan keberlanjutan sistem produksi (*sustainable production system*), kelestarian lingkungan dan penghematan sumber energi [2].

Untuk melakukan efisiensi dalam pemupukan para petani perlu untuk mengetahui kondisi unsur hara dari tanaman jagung tersebut. Bagan Warna Daun (BWD) merupakan alat bantu dalam melakukan pengamatan terhadap kandungan unsur hara nitrogen (N) secara manual berdasarkan perbandingan tingkat warna daun dengan tingkat warna pada BWD. Alat ini harganya murah dan mudah dalam penggunaannya namun memiliki kelemahan yaitu penentuan tingkat warnanya tergantung dari persepsi subyektif manusia yang dapat menimbulkan perbedaan hasil interpretasi warna [3]. Adapun beberapa cara lain yang dapat dipergunakan dalam mengukur kandungan nitrogen pada tanaman yaitu dengan menggunakan alat klorofilometer (SPAD / *Soil Plant Analysis Development*) dengan harga yang cukup mahal atau melalui analisis kimia daun yang dilakukan dengan proses yang sangat lama dan memerlukan biaya yang mahal [4].

Kriteria kandungan nitrogen pada tanaman jagung antara lain terdiri dari sedang, rendah dan tinggi. Pada penelitian sebelumnya telah dirancang sistem analisis nitrogen berdasarkan tingkat warna daun pada tanaman padi berdasarkan bagan warna daun melalui metode *Color Visibility (CV)* maupun *Artificial Neural Network* [5] [6]. Penelitian berikutnya dilakukan dengan cara korelasi antara tingkat warna pada objek citra daun kedelai dengan bagan warna daun menggunakan metode *Fuzzy Logic* [7].

Klasifikasi merupakan proses pembelajaran secara terbimbing (*supervised learning*) melalui *training set* berdasarkan data pembelajaran. Pada penelitian ini proses *training* atau pembelajaran dilakukan dengan menggunakan *clustering* melalui data hasil pengukuran klorofil dengan alat SPAD. Teknik *clustering* merupakan *unsupervised learning* yang dapat dianggap sebagai teknik untuk pengenalan pola [8]. Metode *clustering* yang sangat terkenal antara lain *Fuzzy C*

¹⁾Rahmadyo Yudhi Prabowo adalah Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya (UB) Malang-Indonesia (email: yudhipoltekes@gmail.com).

²⁾Rahmadwati adalah dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang (email : rahma@ub.ac.id).

³⁾Panca Mudjirahardjo adalah dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang (email : panca@ub.ac.id)

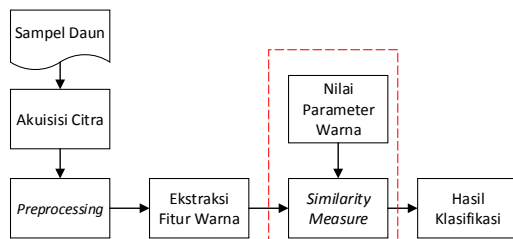
Means dan *K-Means*. Kelemahan dari metode *K-Means* yaitu sangat sensitif dalam menentukan titik pusat awal karena dilakukan secara acak hal ini menyebabkan terjadinya konvergensi optimum lokal yang lebih dini. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan optimasi nilai titik pusat awal sehingga didapatkan titik pusat awal yang paling optimal pada metode tersebut. Metode optimasi yang dipergunakan pada penelitian ini yaitu *Particle Swarm Optimization (PSO)* [9].

Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan perancangan sistem identifikasi kandungan nitrogen pada tanaman jagung (*Zea Mae*) berjenis hibrida menggunakan nilai parameter komponen warna (RGB, HSV atau S-RGB) berdasarkan pengukuran jarak kemiripan (*similarity measure*). Diharapkan sistem yang dirancang mampu mengidentifikasi kandungan nitrogen pada tanaman jagung berdasarkan warna daun dengan akurasi yang tinggi.

II. KONSEP PENELITIAN

Pada penelitian ini akan diusulkan konsep perancangan sistem identifikasi kandungan nitrogen pada tanaman jagung berdasarkan pengukuran jarak kemiripan antara nilai warna daun objek dengan standart nilai parameter warna yang telah ditentukan. Gambar 1 memperlihatkan perancangan sistem yang diusulkan.

Garis merah putus-putus menunjukkan permasalahan yang akan dicari solusinya pada penelitian ini, yaitu menentukan nilai parameter fitur warna (RGB, HSV atau S-RGB) serta metode pengukuran jarak kemiripan (*Manhattan distance* atau *Chebyshev distance*) yang dapat melakukan identifikasi kandungan nitrogen berdasarkan warna daun dengan tingkat akurasi yang hampir sama jika dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat klorofilometer.



Gbr. 1. Usulan Penelitian

III. METODOLOGI

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengukuran nilai klorofil menggunakan klorofilometer dan pengambilan gambar daun pada masing-masing sampel tanaman jagung yang telah dipersiapkan sebelumnya di lokasi Desa Bumiaji, Batu, Jawa Timur. Teknik pengambilan citra daun jagung dilakukan dengan cara meletakkan masing-masing sample daun ke dalam *lightbox* (studio mini) sehingga diharapkan tidak terpengaruh oleh intensitas cahaya di sekitarnya. Proses akuisisi citra ini menggunakan kamera DSLR dengan

lensa 18-55 mm.

Berdasarkan jenis pemanfaatan data terdapat dua jenis data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu citra daun sebagai data latih (*training data*) berjumlah 105 citra dan citra daun sebagai data uji (*testing data*) sejumlah 70 citra.

B. Klorofilometer/SPAD

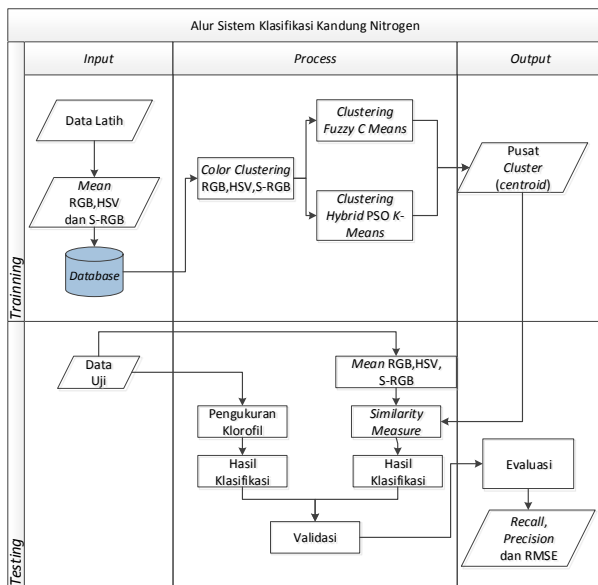
Alat pengukuran yang dipergunakan pada penelitian ini adalah klorofilometer / SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) yang merupakan alat untuk mengukur klorofil daun yang dinyatakan dalam satuan unit. Penggunaan alat SPAD dapat memudahkan dalam pengukuran tingkat kehijauan daun yang disebabkan oleh kandungan klorofil daun [10]. Klorofil adalah salah satu faktor untuk menentukan status N daun. Hasil pengukuran klorofil dapat dikategorikan ke dalam tiga kriteria, yaitu rendah, sedang serta tinggi yang ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL 1
KATEGORI NITROGEN BERDASARKAN SPAD

No	Nilai SPAD (Unit)	Status
1	< 50	Rendah
2	50 - 53	Sedang
3	> 53	Tinggi

C. Desain Sistem Klasifikasi

Sistem klasifikasi pada penelitian ini diawali dengan proses ekstraksi fitur warna pada citra daun jagung berdasarkan parameter warna RGB, HSV dan S-RGB yang selanjutnya dilakukan proses *clustering*. Hasil dari *clustering* tersebut berupa pola/pusat *cluster* yang kemudian dilakukan proses pengujian berupa pengukuran jarak kemiripan (*similarity measure*) terhadap data uji dengan menggunakan *Manhattan distance* dan *Chebyshev distance*. Proses selanjutnya yaitu validasi dan evaluasi untuk mengukur tingkat akurasi dari metode yang dipergunakan berdasarkan *recall*, *precision* dan *Root Mean Square Error (RMSE)*.



Gbr. 2. Desain Sistem Klasifikasi

• Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahapan untuk mendapatkan citra digital yang sesuai dengan kebutuhan. Citra digital yang digunakan sebagai data latih dan data uji berupa file JPG yang didapat dari hasil *capture* kamera DSLR Canon EOS 1100D dengan resolusi 18 MP.

• Preprocessing

Tahapan *preprocessing* adalah proses awal pada pengolahan citra. Citra digital yang diperoleh melalui akuisisi citra kemudian di-*crop* dengan ukuran 680 x 360 piksel tanpa ada latar belakang (*background*) warna. Citra tersebut yang selanjutnya digunakan sebagai citra *input*.

• Ekstraksi Ciri Warna

Ekstraksi ciri bertujuan untuk mengekstrak informasi dari suatu citra objek penelitian. Dalam penelitian ini yang akan diekstrak yaitu warna daun jagung berupa nilai rata-rata dari layer RGB, HSV serta histogram S-RGB yang akan digunakan sebagai input pada proses ekstraksi ciri. S-RGB merupakan metode untuk mencari warna dominan suatu objek citra berdasarkan frekuensi kemunculan warna pada suatu citra [11]. Rumus persamaan pada proses ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai rata - rata RGB dengan persamaan sebagai berikut :

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \tag{1}$$

2. Menghitung nilai HSV dengan persamaan sebagai berikut :

$$V = \max(R, G, B) \tag{2}$$

$$S = \begin{cases} \frac{V - \min(R, G, B)}{V}, & \text{jika } V \neq 0 \\ 0 & \end{cases} \tag{3}$$

$$H = \begin{cases} \frac{60(G - B)}{V - \min(R, G, B)}, & \text{jika } V = R \\ 2 + \frac{60(B - R)}{V - \min(R, G, B)}, & \text{jika } V = G \\ 4 + \frac{60(R - G)}{V - \min(R, G, B)}, & \text{jika } V = B \end{cases}$$

3. Menghitung nilai histogram S-RGB dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Menghitung jumlah (sum) nilai R, G, B pada masing-masing piksel, dengan persamaan (5).

$$s - RGB(x, y) = I_R(x, y) + I_G(x, y) + I_B(x, y) \tag{5}$$

- b. Mencari histogram dari S-RGB dengan persamaan (6).

$$\text{mod}_{s-RGB} = \arg \max(\text{histogram}_s - RGB) \tag{6}$$

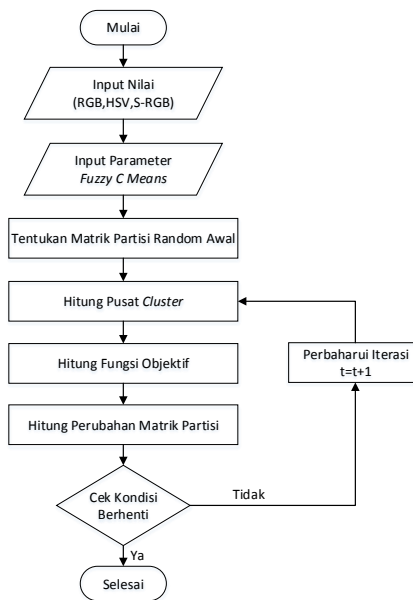
D. Fuzzy C Means

Metode *Fuzzy C Means* (FCM) pada penelitian ini dipergunakan untuk melakukan *clustering* dari data hasil pengukuran klorofil pada sampel daun jagung. Parameter FCM yang dipergunakan pada proses *clustering* ini terdapat pada Tabel 2.

TABEL 2
PARAMETER FUZZY C MEANS

No	Keterangan	Simbol	Nilai
1	Banyaknya <i>cluster</i>	C	3
2	Pangkat (Pembobot)	W	2
3	Maksimum Iterasi	Max	50
4	Error terkecil	E	0,001
5	Fungsi Objektif awal	Pt(0)	0
6	Iterasi awal	T	1

Adapun proses yang dijalankan pada metode *Fuzzy C Means* (FCM) digambarkan dalam bentuk *flowchart* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gbr. 3. Flowchart Fuzzy C Means

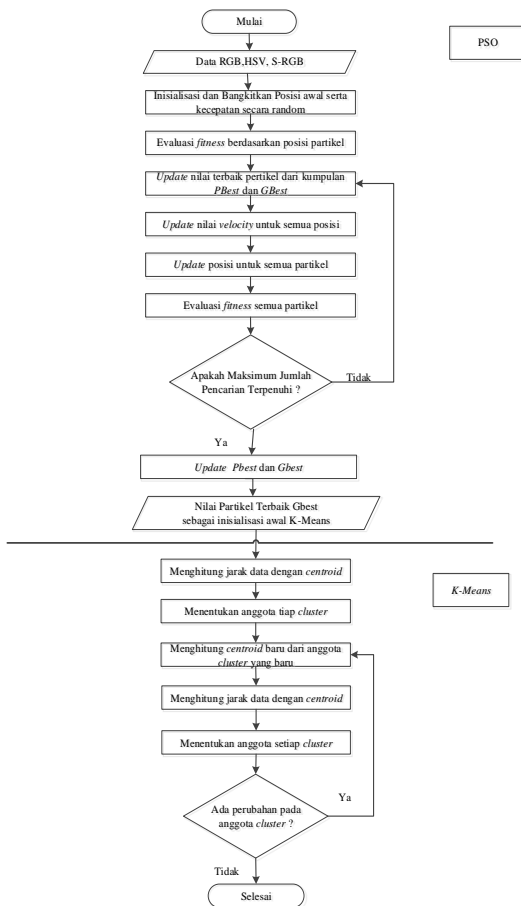
E. Hybrid PSO K-Means

Hybrid PSO K-Means merupakan metode *clustering* berikutnya yang akan melakukan proses *clustering* dari data *training* hasil pengukuran klorofil. Parameter *Hybrid PSO K-Means* dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL 3
PARAMETER HYBRID PSO K-MEANS

No	Nama Parameter	Nilai Input	Keterangan
1.	<i>jml_kelompok</i>	3	Jumlah cluster
2.	<i>t_max</i>	30	Maksimal iterasi
3.	<i>ukuran_swarm</i>	5	Ukuran populasi partikel
4.	<i>rand1</i>	0,9660	Range (0 – 1)
5.	<i>rand2</i>	0,0259	Range (0 – 1)
6.	<i>w_max</i>	0,9	Range (0,8 – 1,2)
7.	<i>Wwmin</i>	0,4	Range (0,8 – 1,2)
8.	<i>c1</i>	2	Range (0 – 4)

Adapun langkah-langkah proses *clustering* dengan menggunakan metode *Hybrid PSO K-Means* digambarkan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 4.



Gbr. 4. Flowchart *Hybrid PSO K-Means*

Algoritma *Hybrid PSO K-Means clustering* merupakan gabungan dari algoritma *K-Means clustering* dengan algoritma PSO. Penggabungan kedua metode ini dilakukan secara sekuensial, artinya metode PSO dijalankan terlebih dahulu sampai kondisi berhenti kemudian dilanjutkan dengan menjalankan metode *K-Means* (seperti terlihat pada Gambar 4). Pada penelitian ini PSO digunakan untuk menginisialisasi pusat kelompok awal *K-Means*. Hal tersebut bertujuan bahwa pusat kelompok awal digunakan pada metode *K-Means* nantinya merupakan pusat kelompok yang paling

mendekati optimum. Sehingga, jika pada pemilihan pusat kelompok awal tepat, maka metode *K-Means* dapat bekerja dengan baik dalam menyempurnakan proses *clustering* data.

F. *Similarity Measure* (Pengukuran Jarak Kemiripan)

Dalam melakukan *pattern matching* ataupun untuk melakukan berbagai jenis pengklasifikasian, *similarity measure* merupakan bagian penting yang harus diperhatikan.

Ada beberapa jenis *similarity measure* yang dapat digunakan antara lain :

- *Manhattan / City block Distance*

Merepresentasikan jarak antara dua objek secara absolut, dengan persamaan sebagai berikut :

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^m |x_i - y_i| \tag{7}$$

- *Chebyshev Distance*

Disebut juga *Maximum Value Distance* atau menghitung maksimal dari besaran absolut perbedaan antara kordinat dari sepasang objek. Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$d(x, y) = \max_{i=1}^m |x_i - y_i| \tag{8}$$

Proses pengukuran jarak kemiripan ini dilakukan dengan cara mengukur jarak antara masing-masing pusat *cluster* (rendah, sedang, tinggi) pada parameter RGB, HSV dan S-RGB terhadap nilai parameter RGB, HSV dan S-RGB dari sebuah citra yang akan diuji. Pengukuran jarak kemiripan yang dilakukan oleh sistem ini berupa nilai jarak terdekat dari parameter klasifikasi yang telah ditentukan.

G. *Validasi dan Evaluasi*

Validasi bertujuan untuk menguji hasil klasifikasi dari sistem dengan metode *color clustering* terhadap hasil klasifikasi dari pengukuran alat klorofilmeter. Evaluasi bertujuan untuk mengukur kinerja dari sistem atau metode yang digunakan. Pengukuran pada proses validasi dan evaluasi ini antara lain menggunakan :

- *recall* dan *precision*.
- *Root Mean Square Error (RMSE)*

RMSE merupakan metode untuk mengevaluasi teknik peramalan yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil perakitan suatu model. RMSE merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan, juga dapat menyatakan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan. Rumus perhitungan RMSE dapat dilihat pada persamaan (9).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (X_t - f_t)^2}{n}} \tag{9}$$

di mana :

- n = nilai periode waktu
- X_t = nilai sebenarnya pada periode ke -t
- f_t = nilai peramalan pada periode ke-t

- Pengujian Homogenitas Varians Data

Pengujian homogenitas varians adalah suatu teknik analisis untuk menguji apakah data berasal dari populasi yang homogen atau tidak. Untuk menguji homogenitas

varians terhadap dua kelompok sampel dapat dilakukan dengan uji F, sedangkan untuk menguji homogenitas varians terhadap tiga kelompok sampel atau lebih dapat dilakukan dengan uji *Barlett*. Adapun langkah-langkah Uji *Barlett* adalah sebagai berikut :

1. Menghitung rerata (mean) dan varian serta derajat kebebasan (dk) setiap kelompok data yang akan diuji homogenitasnya.
2. Hitung nilai dk dan varian (S^2) tiap kelompok sampel dalam table, serta sekaligus hitung nilai logaritma dari setiap varian kelompok dan hasil kali dk dengan logaritma varian dari tiap kelompok sampel.
3. Hitung varian gabungan dari semua kelompok sampel sesuai persamaan (10) :

$$S^2 = \frac{\sum (n_i - 1) S_i^2}{\sum (n - 1)} \quad (10)$$

4. Hitung nilai logaritma varian gabungan dan nilai satuan Bartlett (B) sesuai persamaan (11) :

$$B = (\log S^2) \sum (n_i - 1) \quad (11)$$

5. Hitung nilai chi kuadrat (X^2_{hitung}), sesuai persamaan (12) :

$$X^2 = (\ln 10) \{ B - \sum | (n - 1) \log S_i^2 \} \quad (12)$$

6. Tentukan nilai chi kuadrat tabel (X^2_{tabel}), pada taraf nyata, misal $\alpha = 0,05$ dan derajat kebebasan (dk) = n - 1 yaitu:

$$(X^2_{tabel}) = X^2_{(n-1)} \quad (13)$$

7. Menguji hipotesis homogenitas data dengan cara membandingkan nilai (X^2_{hitung}) dengan (X^2_{tabel}). Kriteria pengujian:

Jika $X^2_{hitung} \geq X^2_{tabel}$, maka Tidak Homogen

Jika $X^2_{hitung} \leq X^2_{tabel}$, maka Homogen

dimana α = level signifikansi = 5% = 0,05
n = banyaknya kelompok sampel

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian dilakukan untuk mengetahui performa metode *clustering* dan metode pengukuran jarak dengan cara menghitung nilai *recall*, *precision* dan *Root Mean Square Error* (RMSE) yang terbaik. Perancangan sistem klasifikasi pada penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman Java Netbeans 8.0 dan database MySQL. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra daun jagung dan nilai klorofil.

A. Hasil Ekstraksi Ciri Warna

Hasil dari proses ekstraksi fitur warna berupa nilai warna berdasarkan parameter yang ditunjukkan pada Tabel 4.

B. Pola Fitur Warna Hasil Clustering

Proses pembelajaran (*training*) pada sistem

klasifikasi ini dilakukan dengan cara kumpulan data hasil ekstraksi fitur warna dan pengukuran klorofil menggunakan klorofilmeter/SPAD (seperti pada Tabel 4) dilakukan *clustering* sesuai dengan masing-masing kelompok fitur warna (RGB,HSV,S-RGB) dengan menggunakan metode *Fuzzy C Means* dan *Hybrid PSO K-Means*. Hasil dari proses *clustering* ini berupa pusat *cluster* yang berjumlah tiga sesuai dengan klasifikasi yang telah ditentukan yaitu rendah, sedang dan tinggi untuk masing-masing kelompok fitur warna.

TABEL 4
CONTOH DATA EKSTRAKSI FITUR WARNA

Citra	R	G	B	H	S	V	S-RGB	Nilai Klorofil
1	105	176	61	97,04	0,65	176	340	40,1
2	60	133	57	117,63	0,57	133	259	45,2
3	67	132	50	107,56	0,62	132	257	46,7
4	91	144	74	105,43	0,49	144	297	48,4
5	61	134	55	115,44	0,59	134	270	50,9
6	34	105	49	132,68	0,68	105	201	52,6
7	80	123	70	108,68	0,43	123	273	53,0
8	66	111	53	106,55	0,52	111	228	54,0
9	47	86	42	113,18	0,51	86	166	55,1
10	56	94	55	118,46	0,41	94	199	57,1
11	61	101	59	117,14	0,42	101	223	54,70
12	56	100	45	108,00	0,55	100	192	54,80
13	62	98	41	108,42	0,58	98	192	54,90
14	82	144	75	113,91	0,48	144	298	47,0
15	86	146	75	110,70	0,49	146	302	47,20
16	84	144	66	106,15	0,54	144	302	47,60
17	78	135	65	108,86	0,52	135	282	47,80
18	50	135	67	132,00	0,63	135	250	51,20
19	72	119	62	109,47	0,48	119	252	51,30
20	68	149	74	124,44	0,54	149	290	51,30

Hasil dari proses clustering pada masing-masing metode terlihat pada Tabel 5 dan 6. Kemudian pola pusat cluster dibandingkan terhadap data pada percobaan ini (terlihat pada Gambar 5 dan 6).

Dari hasil clustering dengan metode *Fuzzy C Means* dan *Hybrid PSO K-Means* seperti pada Tabel 5 dan 6 serta digambarkan dalam bentuk Grafik pada Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa garis pola dari hasil *clustering* terhadap data percobaan menunjukkan adanya jarak. Untuk mengetahui seberapa dekat jarak antara pola prediksi dengan data sesungguhnya maka perlu menggunakan metode pengukuran jarak kemiripan. Metode pengukuran jarak yang dipergunakan pada penelitian ini adalah *Manhattan distance* dan *Chebyshev distance*. Proses selanjutnya pada penelitian ini berupa pengukuran terhadap performa dari dua metode *clustering* dan dua metode pengukuran jarak kemiripan dalam melakukan klasifikasi kandungan nitrogen pada tanaman jagung berdasarkan warna daun.

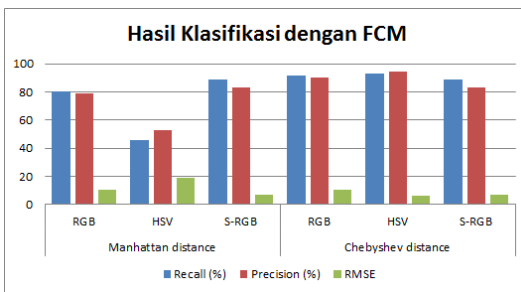
C. Evaluasi Hasil Klasifikasi

Proses selanjutnya setelah dilakukan pembelajaran (*training*) adalah proses pengujian (*testing*) dimana proses ini dilakukan dengan cara validasi data hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem terhadap hasil klasifikasi dari nilai pengukuran menggunakan klorofilmeter. Data uji berjumlah 70 data terdiri dari

kategori rendah berjumlah 23, kategori sedang berjumlah 23 serta kategori tinggi berjumlah 24. Proses berikutnya adalah evaluasi, yaitu mencari nilai *Recall*, *Precision* serta *Root Mean Square Error* (RMSE). Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8.

TABEL 7
HASIL KLASIFIKASI PADA FUZZY C MEANS

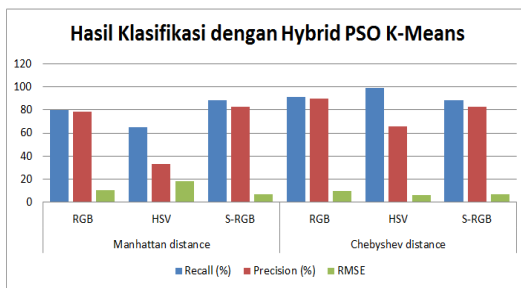
Hasil klasifikasi dengan metode <i>Fuzzy C Means</i>				
Pengukuran Jarak	Fitur Warna	Recall (%)	Precision (%)	RM SE
Manhattan distance	RGB	88,70	98,47	10,07
	HSV	97,10	98,47	6,15
	S-RGB	83,02	97,91	6,97
Chebyshev distance	RGB	91,49	99	10,03
	HSV	92,93	99	6,09
	S-RGB	88,59	97,91	6,97



Gbr.7. Grafik Nilai Evaluasi Pada *Fuzzy C Means*

TABEL 8
HASIL KLASIFIKASI PADA HYBRID PSO K-MEANS

Hasil klasifikasi dengan metode <i>Hybrid PSO K-Means</i>				
Pengukuran Jarak	Fitur Warna	Recall (%)	Precision (%)	RMSE
Manhattan distance	RGB	87,31	97,91	10,20
	HSV	94,44	98,26	6,26
	S-RGB	83,02	97,91	6,97
Chebyshev distance	RGB	90,09	99	10,12
	HSV	93,05	97,69	6,32
	S-RGB	83,02	97,91	6,97



Gbr. 8. Grafik Nilai Evaluasi Pada *Hybrid PSO K-Means*

Tabel 7 dan Tabel 8 merupakan hasil perhitungan nilai *recall*, *precision* serta RMSE. Dapat terlihat bahwa hasil klasifikasi dengan tingkat akurasi yang paling tinggi pada sistem ini ditentukan berdasarkan :

1. Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang kecil
2. Nilai *recall* yang besar.
3. Nilai *precision* yang besar

Kondisi ideal dari keefektifan suatu sistem klasifikasi adalah apabila rasio *recall* dan *precision* sama besarnya (1:1) [12] .

D. Analisis Anggota Cluster

Langkah selanjutnya pada tahapan hasil dan pembahasan adalah analisis data anggota cluster. Untuk mengetahui performa dari metode *Fuzzy C Means* dan *Hybrid PSO K-Means* dalam melakukan clustering, maka dilakukan pengujian homogenitas dengan parameter $\alpha=0,05$ dan derajat kebebasan (dk)=n-1. Sehingga berdasarkan tabel distribusi Chi-kuadrat diperoleh nilai $X^2_{tabel} = X^2_{(0,05;2)} = 5,99$. Hasil pengujian homogenitas melalui uji *Barlett* ditunjukkan pada Tabel 9.

TABEL 9
HASIL PENGUJIAN HOMOGENITAS

No	Komponen Warna	Fuzzy C Means	Hybrid PSO K-Means
1	RGB	3,75	3,93
2	HSV	2,35	1,04
3	S-RGB	4,04	4,04
Rata-rata		3,38	3,00

V.PENUTUP

A. Simulan

Dari hasil studi dan analisis terhadap hasil simulasi, dapat diberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem mampu melakukan proses pembelajaran tidak terbimbing (*unsupervised learning*) dan proses pengujian pada klasifikasi ini dengan baik dengan menggunakan metode *clustering Fuzzy C Means* dan *Hybrid PSO K-Means*.
2. Hasil pengujian rancangan sistem klasifikasi menunjukkan bahwa metode *Fuzzy C Means* dalam menentukan nilai parameter HSV dan dengan pengukuran jarak *Chebyshev distance* mampu melakukan klasifikasi dengan baik berdasarkan perolehan nilai *recall* = 92,93%, *precision* = 94,29% serta nilai RMSE = 6,09.
3. Nilai parameter warna (H ; S ; V) yang dapat dipergunakan untuk proses klasifikasi kandungan nitrogen pada tanaman jagung berdasarkan warna daun adalah melalui pengukuran jarak *Chebyshev distance* adalah untuk masing-masing kategori sebagai berikut : rendah (101,87; 0,58; 173,94), sedang (120,39; 0,56; 137,60), tinggi (115,03; 0,49; 106,35).
4. Metode *Hybrid PSO K-Means* memiliki nilai homogeniti sebesar 3, lebih kecil dibandingkan dengan *Fuzzy C Means* dengan nilai homogeniti sebesar 3,38 dengan taraf signifikansi $\alpha = 5 \%$.

B. Saran

Saran yang diharapkan dapat membantu dalam proses pengembangan penelitian ini yaitu:

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk mengklasifikasi jenis kekurangan unsur hara yang lain misalnya Phospor (p), Kalium (K),

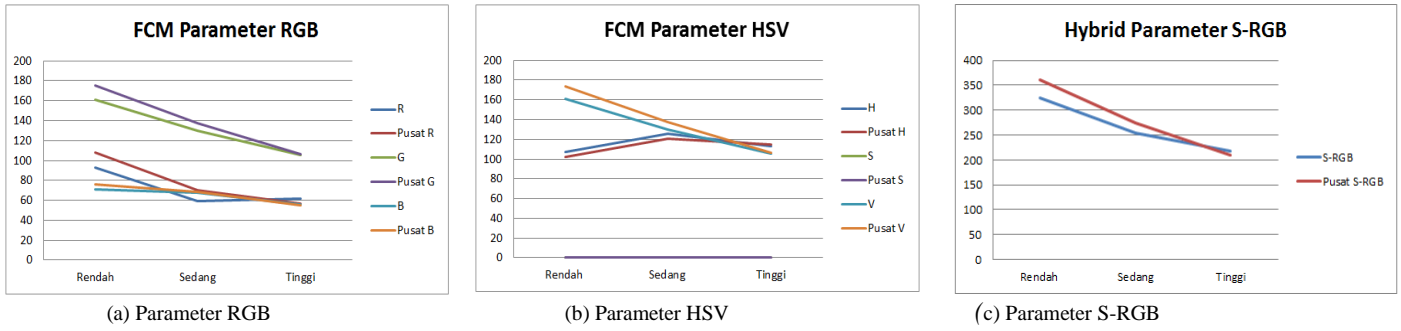
- Magnesium (Mg) serta unsur hara yang lain dengan berbagai macam analisis ekstraksi fitur pada citra daun.
2. Perlu penentuan nilai range untuk jarak pengukuran antara fitur warna dengan pola klasifikasi hasil *clustering* pada masing-masing kategori.
 3. Perlu dilakukan pengembangan aplikasi java berupa sistem klasifikasi kandungan nitrogen berdasarkan warna daun yang berbasis Android dengan menggunakan parameter warna HSV dan pengukuran jarak kemiripan *Chebyshev distance* sesuai dengan hasil penelitian ini.

VI. REFERENSI

- [1] Acotto GP, Vaira AM, Vecchiati M, finetti Sialer MM, Gallitelli D, Davino M. 2001. First report of *Tomato chlorosis virus* in Italy. *Plant Disease* 85:1208.
- [2] Bara dan Chozin. 2009. Pengaruh dosis pupuk kandang dan frekuensi pemberian pupuk urea terhadap pertumbuhan dan produksi jagung (*Zea mays L.*) dilahan kering. Makalah Seminar Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Hlm 7.
- [3] Yang, H.W., S. Peng, J.L. Huang, A.L. Sanico, R.J. Buresh, C. Witt. (2003). Using leaf color chart to estimate leaf nitrogen status of rice. *Agronomy Journal* Vol. 95, 2003. pp 212-217.
- [4] Argenta, G., P.R.F. Silva, and L. Sangoi. 2004. Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. *Ciência Rural*, Santa Maria, 34, (5):1379-1387.
- [5] Yuttana, I., and Sumriddetchkajorn, S., 2015. Android based rice leaf color analyzer for estimating the needed amount of nitrogen fertilizer. *Computers and Electronics in Agriculture*, Elsevier. Thailand.
- [6] Sayeed, Moh Azam., Shashikala G., Pandey S., Jain R & Kumar S.N. 2016, Estimation of Nitrogen in Rice Plant Using Image Processing and Artificial Neural Network. *Imperial Journal of Interdisciplinary research (IJIR)*. Vol-2.
- [7] Kestrelia R. Prilianti, Leenawaty Limantara, Marcelinus A. S. Adhiwibawa, Samuel P. Yuwono, Monika N.P. Prihastyanti, and Tatas H.P. Brotosudarmo. (2014). Automatic Leaf Color Level Determination for Need Based Fertilizer using Fuzzy Logic on Mobile Application. *International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*. IEEE.
- [8] Ghahramani Z. 2004. *Unsupervised Learning*. Advanced Lectures on Machine Learning. LNAI 3176. Springer-Verlag.
- [9] Panchal, V.K, Kundra H, Kaur J. 2009. Comparative study of particle swarm optimization based unsupervised clustering techniques. *International Journal of Computer Science and Network Security*. 9(10):132-140.
- [10] Syafruddin, S. Saenong, dan Subandi. 2008. Penggunaan bagan warna daun untuk efisiensi pemupukan N pada tanaman jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 27 (1):24-31.
- [11] Mudjirahardjo.P, Nurussa'adah, Siwindarto P. (2016). Soccer Field Detection Based On Histogram of s-RGB. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol.11 No.21.
- [12] Pao, Miranda Lee. 1989. *Concepts of Information Retrieval*. Englewood, Colorado: Libraries Unlimited.
- [13] Rana, S., Sanjay, J. & Rajesh, K., 2010. A Hybrid sequential approach for data clustering using K-Means and PSO. *International Journal of Engineering, Science and Technology*, 2(6), pp.167-176.
- [14] Santosa Budi dan Willy Paul. *Metoda Metaheuristik Konsep dan Implementasi*. Guna Widya, Bandung, 2011.

TABEL 5
HASIL CLUSTERING MENGGUNAKAN FUZZY C MEANS

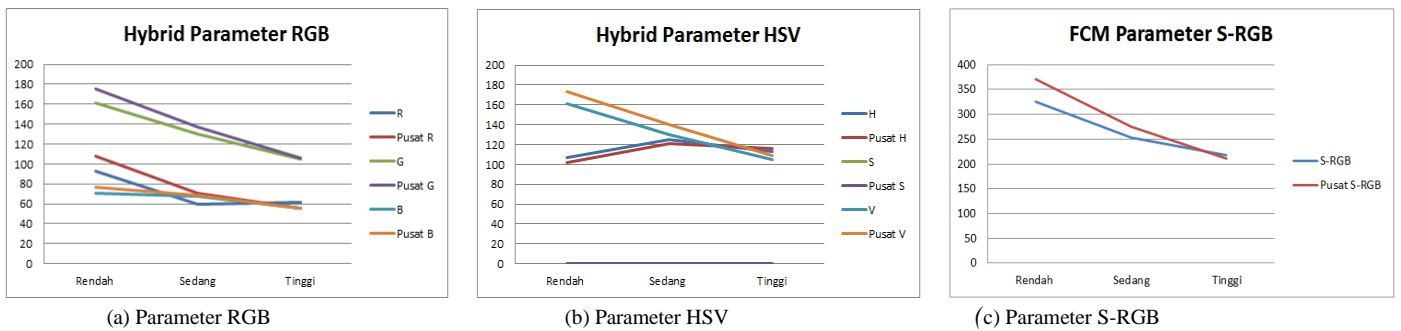
Kriteria	Fuzzy C Means												
	R	G	B	Nilai Klorofil	Varian	H	S	V	Nilai Klorofil	Varian	S-RGB	Nilai Klorofil	Varian
Rendah	108,19	175,47	75,87	41,95	59,72	101,87	0,58	173,94	42,02	43,35	371,10	41,68	199,77
Sedang	70,54	137,62	68,24	49,18	106,73	120,39	0,56	137,60	49,29	57,05	275,53	49,26	216,04
Tinggi	57,04	106,44	54,74	53,87	107,39	115,03	0,49	106,35	54,03	71,34	211,15	53,86	432,30



Gb. 5. Analisis Pola Hasil Clustering Fuzzy C Means Terhadap Data Percobaan

TABEL 6
HASIL CLUSTERING MENGGUNAKAN HYBRID PSO K-MEANS

Kriteria	Hybrid PSO K-Means												
	R	G	B	Nilai Klorofil	Varian	H	S	V	Nilai Klorofil	Varian	S-RGB	Nilai Klorofil	Varian
Rendah	107,72	175,67	76,56	41,65	116,62	102,09	0,58	173,55	41,80	64,71	360,67	41,68	199,77
Sedang	70,79	137,49	68,49	49,29	104,02	120,59	0,56	140,27	48,77	69,18	273,92	49,26	216,04
Tinggi	55,58	106,18	55,03	53,91	59,72	116,47	0,50	108,54	53,80	42,27	209,79	53,86	432,30



Gbr. 6. Analisis Pola Hasil Clustering Hybrid PSO K-Means Terhadap Data Percobaan