

## **Klasifikasi Citra Mikroskopik Parasit Malaria Berdasarkan Fitur Luas Dan Tekstur Menggunakan *K-Nearest Neighbor* (KNN)**

**Yessi Jusman<sup>1</sup>, Dyah Witamara, Slamet Riyadi & Siti Nurul Aqmariah**

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bantul,  
Daerah Istimewa Yogyakarta 55183 INDONESIA  
Mechatronic Engineering Program, School of Mechatronic Engineering,  
Universiti Malaysia Perlis (UniMAP), Kampus Pauh Putra 02600  
Arau, Perlis MALAYSIA

### **Highlights:**

- Klasifikasi parasit malaria yang ada menggunakan metode gabungan 3-4 ekstraksi fitur .
- Sistem klasifikasi pada penelitian ini dibangun dengan menggunakan 3 metode dari pemrograman MATLAB, dan memprosesnya dengan cara menggunakan nilai dari ekstraksi fitur tekstur dan fitur luas sel parasit sebagai input proses klasifikasi.
- Fitur tesktur yang digunakan adalah algoritma GLCM dan luas sel parasit didapatkan dari hasil segmentasi menggunakan algoritma K-Means, dan KNN menjadi algoritma yang digunakan untuk klasifikasi.

**Abstract.** Berbagai penelitian telah dilakukan untuk membangun sistem pendeteksi jenis parasit malaria untuk mempermudah pemberian pengobatan pada penderita malaria dengan menggunakan ekstraksi fitur GLCM atau menggunakan gabungan 3-4 ekstraksi fitur sebagai inputan sistem klasifikasi. Maka, pada penelitian ini memiliki tujuan untuk membangun sistem dengan menggunakan ekstraksi fitur yang belum pernah digunakan sebelumnya yaitu gabungan ekstraksi fitur tekstur GLCM dan fitur luas area parasit hasil segmentasi. Sistem klasifikasi yang dibangun pada penelitian ini menggunakan 3 metode yaitu metode segmentasi dengan menggunakan K-Means untuk mendapatkan nilai 1 fitur luas, metode ekstraksi fitur dengan menggunakan Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM) untuk mendapatkan nilai 16 fitur tekstur, dan K-Nearest Neighbor (KNN) tipe fine KNN yang digunakan sebagai algoritma klasifikasi. Pada penelitian ini menggunakan citra parasit malaria dengan total 90 citra pada fase gametosit yang terdiri dari 30 citra parasit plasmodium falciparum, 30 citra parasit plasmodium malariae, dan 30 citra parasit plasmodium vivax yang didapatkan dari Rumah Sakit Universiti Sains Malaysia. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari 2 jenis yaitu analisis kualitatif yang digunakan pada segmentasi citra menggunakan metode K-Means, dengan cara melihat keberhasilan sistem dapat memisahkan sel parasit dengan sel normal dan latar belakang. Sedangkan, analisis kuantitatif digunakan pada sistem klasifikasi, yaitu dengan melihat hasil perhitungan akurasi sistem klasifikasi. Hasil analisis yang dilakukan pada proses segmentasi yaitu sebanyak 86 citra parasit berhasil dipisahkan dari sel normal dan latar belakang, dan 4 citra lainnya tidak tersegmentasi secara sempurna karena adanya sel normal pada hasil segmentasi. Sedangkan hasil yang didapatkan pada proses klasifikasi 90 citra parasit malaria berhasil mengklasifikasikan citra parasit jenis P. Falciparum sebanyak 24 citra, jenis P. Malariae sebanyak 30 citra, dan jenis P. Vivax sebanyak 25 citra dengan akurasi rata rata sebesar 87,78%.

**Kaata Kunci:** *Plasmodium Falciparum, Plasmodium Malariae, Plasmodium Vivax, K-Means, Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM), K-Nearest Neighbor (KNN)*

---

<sup>1</sup> Ketua Penelitian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

## 1 Pendahuluan

Banyaknya masyarakat yang terjangkit parasit malaria berdasarkan data Kementerian Kesehatan (Kemenkes) terkait jumlah Kasus Angka Kesakitan Malaria Provinsi Tahun 2018 menyebutkan daerah timur di Indonesia seperti Nusa Tenggara Timur, Papua, dan Papua Barat merupakan daerah endemis malaria tinggi ( $API > 5$ ). Dalam data tersebut juga disebutkan nilai Annual Parasite Incidence (API) malaria per 1.000 penduduk mencapai 41,31% di tahun 2018. Berdasarkan angka tersebut dapat dilihat bahwa, perlu penanganan yang lebih komprehensif untuk mengurangi dampak dari penyakit malaria yang dapat menimbulkan kematian.

Penelitian dalam bidang teknologi kecerdasan buatan berbasis *image processing* telah banyak dilakukan untuk membangun sistem klasifikasi jenis parasit malaria untuk mempermudah tenaga medis untuk memberikan pengobatan secara tepat. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Tek dkk, 2010, yang membangun sistem klasifikasi 4 jenis parasit malaria, yaitu *P. Falciparum*, *P. Malariae*, *P. Ovale*, dan *P. Vivax* dengan menggunakan ekstraksi 83 fitur yang terdiri dari fitur histogram, local area granulometry, a shape measurements vector dengan metode klasifikasi KNN, FLD, dan BPNN. Nilai yang didapatkan dari ekstraksi fitur ini akan menjadi inputan dari klasifikasi sehingga menghasilkan nilai persentase akurasi tinggi. Hasil yang didapatkan dari sistem ini adalah metode klasifikasi yang menghasilkan akurasi terbaik adalah KNN dengan presentase 93% [1]. Selain itu terdapat penelitian dari Adhinata dkk, 2016 yang melakukan penelitian terkait identifikasi parasit plasmodium SP jenis plasmodium falciparum dan plasmodium vivax menggunakan metode thresholding dan erosi untuk segmentasi, bounding box untuk ekstraksi ciri, dan rule based untuk klasifikasi. Citra parasit yang telah dilakukan segmentasi selanjutnya akan diproses menggunakan algoritma bounding box yang akan memproses nilai luas area, perbandingan luas area, rasio diameter, dan rasio kebundaran sel. Hasil akurasi yang didapatkan untuk sistem identifikasi jenis parasit ini sebesar 55% [2]. Selanjutnya ada penelitian dari (Rahmanti dkk., 2016) yang menggunakan metode KNN, back propagation, dan LVQ untuk proses klasifikasi sedangkan metode ekstraksi fitur menggunakan GLCM pada citra parasit plasmodium falciparum. Persentase yang didapatkan dari perbandingan 3 metode klasifikasi dengan inputan nilai GLCM menunjukkan bahwa metode KNN mendapatkan persentase akurasi terbaik yaitu 84,67% [3].

Dari beberapa penelitian terdahulu dapat dilihat bahwa sistem klasifikasi yang telah dibangun menggunakan inputan gabungan ekstraksi fitur sebanyak 3 - 4 jenis fitur dengan function yang berbeda dan menggunakan metode ekstraksi fitur GLCM

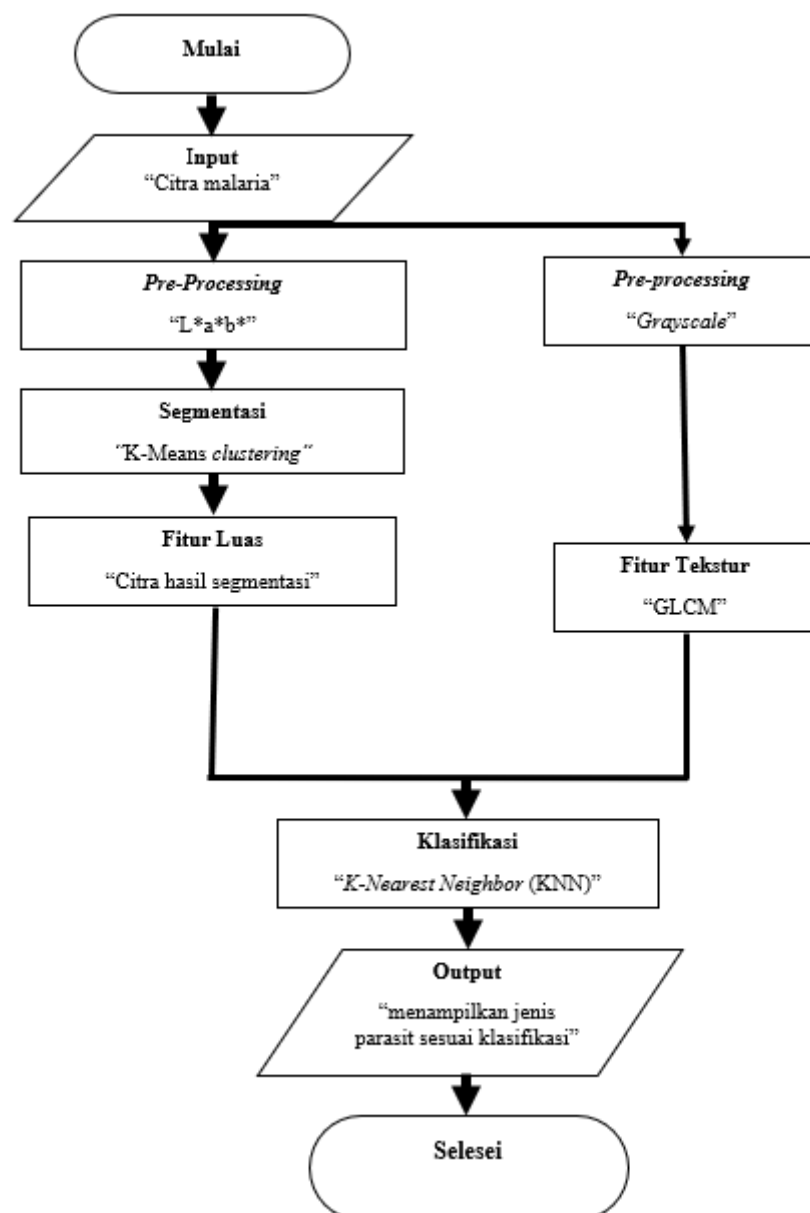
Berdasarkan masalah yang disebutkan di atas, pada penelitian ini ditawarkan sebuah sistem klasifikasi parasit malaria berbasis image processing dengan menggunakan gabungan ekstraksi fitur yang belum pernah digunakan sebelumnya untuk mendapatkan akurasi yang tinggi. Sistem ini menggunakan bahasa MATLAB untuk mengolah citra parasit malaria sehingga sistem dapat mengidentifikasi parasit tersebut berdasarkan jenis yang telah ditetapkan. Penelitian ini berfokus pada 3 jenis parasit malaria yaitu *P. Vivax*, *P. Malariae*, dan *P. Falciparum*. Citra ketiga jenis parasit malaria didapatkan dari Rumah Sakit Universiti Sains Malaysia. Masing-masing citra berjumlah 30 citra per jenis, jadi total citra yang digunakan terdapat 90 citra. Metode yang digunakan adalah algoritma K-Means untuk segmentasi citra parasit dan GLCM (*Gray Level Co-*

*occurrence Matrix*) untuk ekstraksi ciri parasit berdasarkan analisis tekstur. Kedua metode ini selanjutnya akan menjadi *value* yang akan dimasukkan pada klasifikasi berbasis Teknik *K-Nearest Neighbor* (KNN).

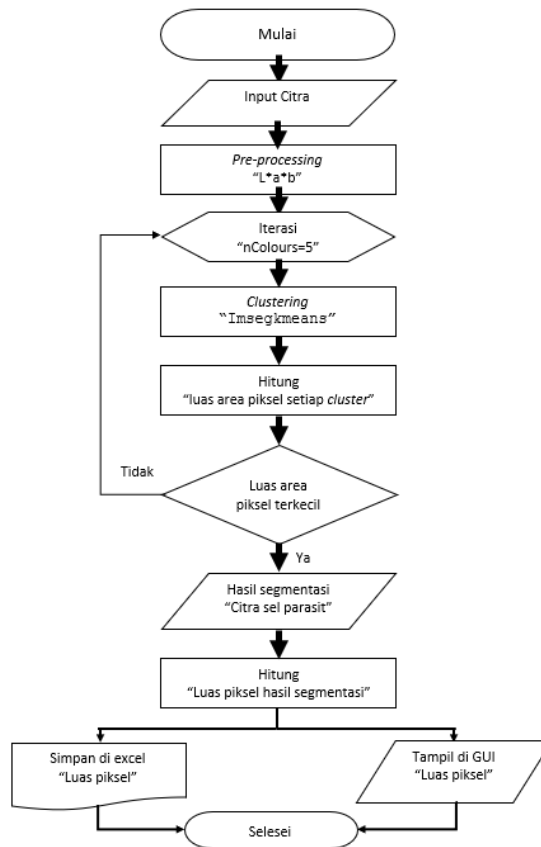
## 2 Metode Penelitian

### 2.1 Perancangan Algoritma

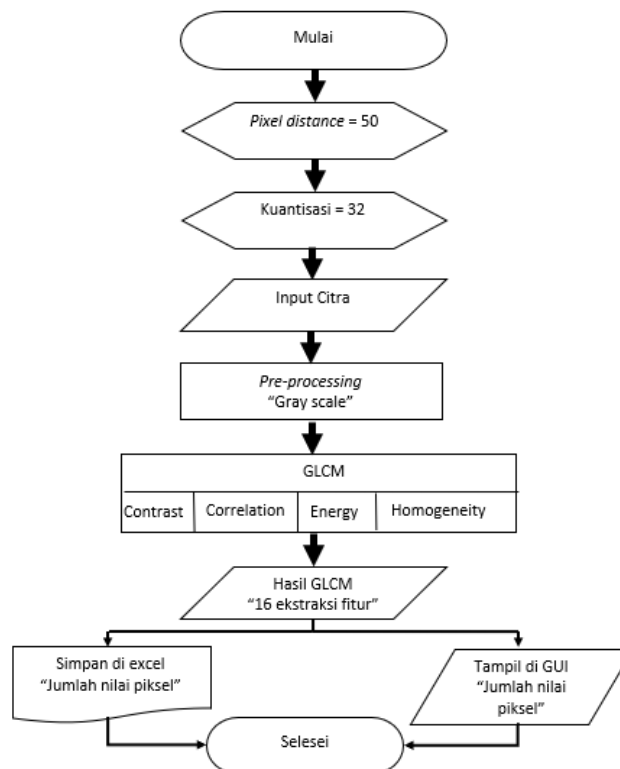
Algoritma yang digunakan yaitu K-means untuk metode segmentasi, GLCM untuk ekstraksi fitur tekstur, dan klasifikasi menggunakan metode KNN. Perancangan yang dilakukan terdapat 4 sistem yaitu rancangan sistem segmentasi, rancangan sistem ekstraksi fitur, rancangan sistem klasifikasi, dan terakhir rancangan sistem GUI yang akan digunakan sebagai halaman interface pengeksekusian seluruh program, yang mana diagram alir dari perancangan algoritma dapat dilihat pada Gambar 1. Algoritma yang digunakan sebelum memasuki proses klasifikasi harus melalui proses segmentasi dengan algoritma K-Means yang dijelaskan pada diagram alir Gambar 2, selain itu citra melalui proses ekstraksi fitur sebanyak 16 tekstur dengan menggunakan algoritma GLCM seperti pada diagram alir Gambar 3.



**Gambar 1** Diagram alir algoritma penelitian klasifikasi parasit malaria



Gambar 2 Diagram alir K-Means



Gambar 3 Diagram alir GLCM

## 2.2 Citra parasit

Citra yang digunakan adalah citra mikroskopik apusan darah tipis penderita malaria yang telah diberikan pewarnan giemsa dan mengalami pembesaran 100 kali dari Rumah Sakit Universiti Sains Malaysia. Jenis parasit yang diambil untuk penelitian ini adalah genus *P. Falciparum*, *P. Malariae*, dan *P. Vivax* pada fase gametosit. Hal ini dikarenakan pada fase gametosit citra parasit sudah terlihat jelas dan berbeda dari citra sel normal, ini mengakibatkan ekstraksi fitur dan proses segmentasi yaitu pemisahan sel parasite dengan sel normal dan background pada ciri parasit akan semakin mudah. Pengujian sistem akan menggunakan 3 jenis parasit dengan citra sebanyak 30 buah per setiap jenisnya, jadi total citra yang digunakan selama pengujian sebanyak 90 citra.

## 2.2 Analisis Data

Metode analisis yang diterapkan pada penelitian ini adalah analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif digunakan pada segmentasi citra menggunakan metode K-Means, dengan cara melihat keberhasilan sistem dapat memisahkan sel parasit dengan sel normal dan latar belakang. Sedangkan, analisis kuantitatif digunakan pada sistem klasifikasi, yaitu dengan melihat hasil perhitungan akurasi sistem klasifikasi. Nilai akurasi didapatkan dari sistem yang akan memberikan hasil berupa kemampuan klasifikasi jenis parasit sesuai yang diinputkan dalam bentuk confusion matrix. Kemudian, confusion matrix akan diolah untuk mengetahui persentase akurasi sistem klasifikasi dengan rumus sebagai berikut.

$$Tn = \frac{T_{P,F} + T_{P,M} + T_{P,V}}{\text{Total citra}} \times 100\% \dots \text{Pers. (1)}$$

$$\begin{aligned} \overline{Tt} &= \frac{\sum Tn}{n} \times 100\% \\ &= \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5}{5} \times 100\% \dots \text{Pers. (2)} \end{aligned}$$

Diketahui:

- $Tn$  = persen data citra yang terklasifikasikan dengan benar oleh sistem setiap data-n
- $\overline{Tt}$  (*total*) = rata-rata persen data citra yang terklasifikasikan dengan benar oleh sistem dari ketiga jenis parasit
- $n = 5$  (jumlah jenis parasit)
- $T_{P,F}$  = True P. Falciparum,  $T_{P,M}$  = True P. Malariae,  $T_{P,V}$  = True P. Vivax

## 2.2 Konsep Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan adalah membangun sistem klasifikasi citra parasit malaria dengan menggunakan 3 metode gabungan yaitu K-Means, GLCM, dan KNN. Hasil dari metode tersebut akan menjalani 2 pengujian yaitu pengujian pertama adalah pengujian pada proses segmentasi dan pengujian kedua pada proses klasifikasi. Pengujian segmentasi pertama kali dilakukan dengan cara mencari nilai iterasi yang tepat yang akan digunakan sebagai nilai default iterasi seluruh citra. Selanjutnya seluruh data citra akan masuk satu persatu ke dalam sistem segmentasi untuk dilakukan pemisahan sel parasit terhadap satu citra parasit malaria. Kedua, dilakukan pengujian klasifikasi dengan cara melakukan training citra kepada sistem klasifikasi menggunakan 5 data set yang akan

menjadi data uji atau data latih. 90 citra parasit malaria yang digunakan pada penelitian ini akan dibagi kedalam 5 data set, dengan pembagian ketiga jenis parasit sama banyak yaitu 6 citra dalam satu jenis parasit. Jadi total citra pada satu ruang data set berisi 18 citra.

Selanjutnya, pengujian akan menggunakan konsep K-fold cross validation. K yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 5. Jadi pengujian akan dilakukan sejumlah 5 kali, dimana masing-masing pengujian menggunakan ruang data ke-K sebagai data uji dan memanfaatkan sisa ruang data lainnya sebagai data latih. Sebagai contohnya jika kita melakukan pengujian ke-1, maka data latihnya adalah K-2, K-3, K-3, K-4, dan K-5 sedangkan data ujinya adalah K-1, dan dilakukan berulang berulang hingga percobaan ke-5. Label yang digunakan pada citra adalah citra 1.1-1.30 adalah citra P. Falciparum, citra 2.1-2.30 adalah citra P. Malariae, dan 3.1-3.30 adalah citra P. Vivax. Ilustrasi konsep K-fold cross validation adalah sebagai berikut:

**Tabel 1** Ilustrasi 5-fold cross validation

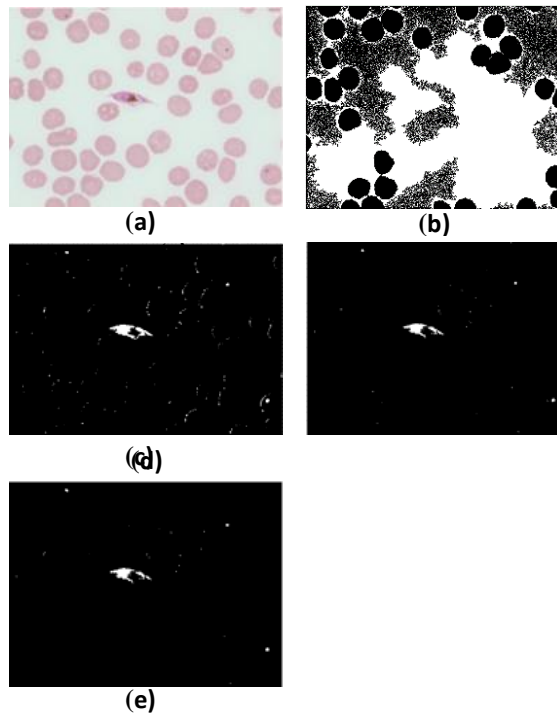
	<b>Data 1</b>	<b>Data 2</b>	<b>Data 3</b>	<b>Data 4</b>	<b>Data 5</b>
<b>Pengujian 1</b>	Uji	Training	Training	Training	Training
<b>Pengujian 2</b>	Training	Uji	Training	Training	Training
<b>Pengujian 3</b>	Training	Training	Uji	Training	Training
<b>Pengujian 4</b>	Training	Training	Training	Uji	Training
<b>Pengujian 5</b>	Training	Training	Training	Training	Uji

### 3 Hasil dan Pembahasan

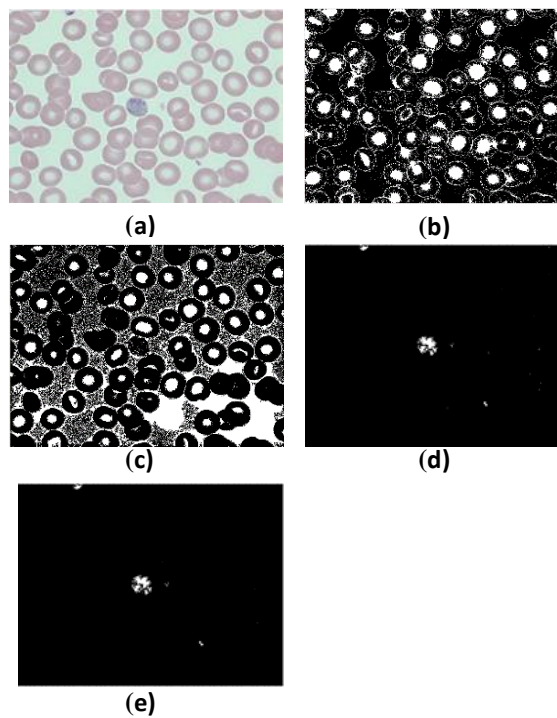
Pada penelitian ini menggunakan 3 metode, yaitu segmentasi citra parasit menggunakan K-Means, ekstraksi 16 fitur menggunakan GLCM, dan klasifikasi parasit menggunakan K-Nearest Neighbor. Pengujian dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif berdasarkan berbagai data yang akan disajikan untuk memberikan detail dari pengujian yang telah dilakukan. Seluruh citra yang digunakan pada penelitian ini adalah citra parasit malaria jenis plasmodium falciparum, plasmodium malariae, dan plasmodium vivax yang didapatkan dari Rumah Sakit Universiti Sains Malaysia. Sebelum memasuki pengujian proses klasifikasi, sistem akan melakukan pengujian pada proses segmentasi untuk melihat keefektifan program K-Means dalam segmentasi 90 citra parasit dan untuk mendapatkan nilai fitur luas citra parasit.

#### 3.1 Pengujian segmentasi citra parasit

Pengujian segmentasi pada citra parasit menggunakan teknik pengujian kualitatif, dimana analisa dilakukan dengan mengevaluasi keberhasilan metode K-Means yang ditandai dengan berhasilnya menghilangkan objek latar belakang dan sel normal, sehingga didapatkan citra dengan hanya objek sel parasit di dalamnya. Sebelum memasuki proses segmentasi, pertama-pertama dilakukan pengujian nilai iterasi pada citra parasit untuk mengetahui nilai default yang akan digunakan pada 90 citra parasit. Pengujian dilakukan terhadap nilai iterasi 3, 4, 5, dan 6 dengan menerapkannya pada masing-masing jenis parasit malaria yaitu parasit *plasmodium falciparum*, *plasmodium malariae*, dan *plasmodium vivax*.

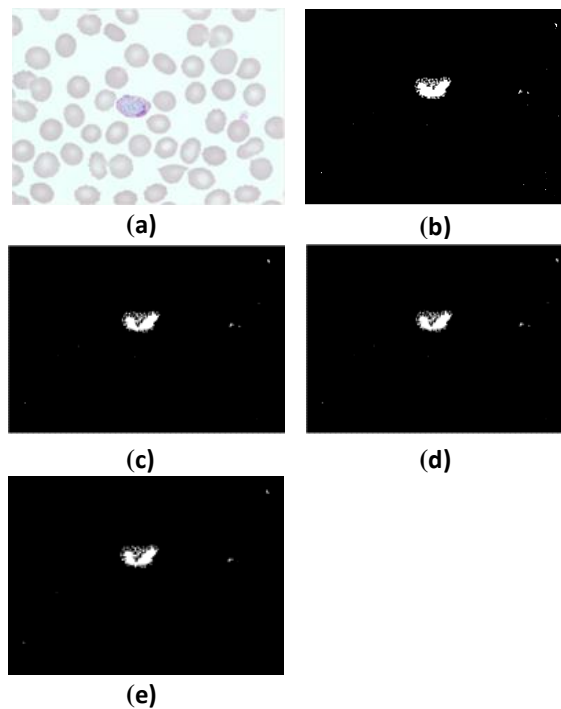


**Gambar 4** Hasil segmentasi citra parasit *P. Falciparum*: (a) Citra asli, (b) Hasil segmentasi iterasi 3, (c) Hasil segmentasi iterasi 4, (d) Hasil segmentasi iterasi 5, (e) Hasil segmentasi iterasi 6.



**Gambar 5** Hasil segmentasi citra parasit *P. Malariae*: (a) Citra asli, (b) Hasil segmentasi iterasi 3, (c) Hasil segmentasi iterasi 4, (d) Hasil segmentasi iterasi 5, (e) Hasil segmentasi iterasi 6.





**Gambar 6** Hasil segmentasi citra parasit *P. Vivax*: (a) Citra asli, (b) Hasil segmentasi iterasi 3, (c) Hasil segmentasi iterasi 4, (d) Hasil segmentasi iterasi 5, (e) Hasil segmentasi iterasi 6.

Setelah melakukan pengujian iterasi pada ketiga jenis citra parasit malaria di atas, didapatkan hasil terbaik dari pengujian tersebut adalah menggunakan nilai iterasi 5. Hal ini disebabkan pada nilai iterasi 5 sudah dapat melakukan segmentasi kepada ketiga jenis parasit tanpa mengikutsertakan sel normal maupun latar belakang walaupun ada beberapa citra yang sisi sel parasitnya terhapus sebagian. Lain halnya pada iterasi 3 dan 4 yang belum dapat melakukan segmentasi terhadap citra parasit jenis *P. Malariae*, sedangkan pada iterasi 6 hasil segmentasi yang didapat menunjukkan ada penghapusan dari sebagian besar sel parasit sehingga hasil segmentasi tidak optimal.

Kemudian pengujian segmentasi dilakukan dengan menggunakan 5 kali iterasi atau perulangan, sehingga menghasilkan 5 cluster, masing-masing citra akan dihitung jumlah luas pikselnya sehingga luas piksel yang paling kecil akan ditetapkan sebagai hasil segmentasi. Pengaturan yang dilakukan dalam proses segmentasi melibatkan 90 citra parasit malaria yang meliputi citra parasit jenis *Plasmodium falciparum*, jenis *Plasmodium malariae*, dan jenis *Plasmodium vivax*. Namun, dalam prosesnya, tidak semua citra parasit dapat disegmentasi. Untuk hasil segmentasi 90 citra disajikan pada Tabel 2 dengan keterangan berhasil atau tidak.

**Tabel 2** Hasil segmentasi 90 citra

No.	Jenis parasit	Hasil segmentasi		Total setiap jenis
		Berhasil	Tidak berhasil	
1	<i>P. Falciparum</i>	26 citra	4 citra	30 citra
2	<i>P. Malariae</i>	30 citra	0 citra	30 citra
3	<i>P. Vivax</i>	30 citra	0 citra	30 citra
Total Keseluruhan		<b>86 citra</b>	<b>4 citra</b>	<b>90 citra</b>

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat ada beberapa segmentasi yang tidak berhasil, ketidakberhasilan segmentasi ditandai dengan hasil yang didapat menunjukkan tidak hanya sel parasit saja yang ada di dalamnya tetapi masih terdapat sel normal, sementara itu keberhasilan segmentasi ditunjukkan dengan hanya terdapat sel parasit tanpa sel normal dan latar belakang di dalamnya. Citra parasit jenis *P. Falciparum* menunjukkan jumlah ketidakberhasilan segmentasi sebanyak 4 citra dan keberhasilan segmentasi sebanyak 26 citra. Namun untuk jenis *P. Malariae* dan *P. Vivax* menghasilkan 60 citra yang berhasil di segmentasi tanpa terdapat kegagalan. Sehingga seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2, metode K-Means dengan nilai iterasi 5 menghasilkan total citra yang berhasil di segmentasi sebanyak 86 citra dan total citra yang tidak berhasil di segmentasi sebanyak 4 citra dengan total citra keseluruhan sebanyak 90 citra.

### 3.2 Nilai fitur luas dari hasil segmentasi citra parasit malaria

Citra parasit malaria yang telah tersegmentasi selanjutnya akan dihitung jumlah piksel yang terindikasi sebagai sel parasit untuk diketahui luas sel parasit tersebut. Luas sel parasit setiap jenis parasit tidak sama sehingga nilai luas ini akan menjadi label untuk masing masing jenis parasit, untuk itulah luas sel parasit akan menjadi salah satu fitur yang akan menjadi faktor pembeda antara satu jenis parasit malaria dengan jenis yang lain pada proses klasifikasi. Seluruh data dari 90 citra parasit yang digunakan dapat dilihat pada halaman lampiran, namun untuk nilai rata rata dari setiap jenis citra parasit yang terdiri dari 30 citra parasit untuk setiap jenisnya telah disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3** Nilai rata rata fitur luas dari hasil segmentasi 90 citra

	<b>P. Falciparum</b>	<b>P. Malariae</b>	<b>P.Vivax</b>
<b>Nilai rata-rata</b>	9974.33	5217.7	11534.9

### 3.2 Pengujian ekstraksi fitur tekstur pada citra parasit malaria

Ekstraksi fitur tekstur yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai tekstur yang didapatkan dari 4 macam tekstur yaitu contrast, correlation, energy, dan homogeneity yang dicari pada sudut  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $135^\circ$ . Ekstraksi ini dilakukan pada 5 data set citra dengan total sebanyak 90 citra yang terdiri dari 30 citra parasit plasmodium falciparum, 30 citra parasit plasmodium malariae, dan 30 citra parasit plasmodium vivax. Hasil dari ekstraksi fitur tekstur yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 16 fitur yang ditunjukkan dengan nilai rata rata pada setiap jenis parasit seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4 yang menunjukkan nilai rata rata fitur tekstur contrast, correlation, energy, dan homogeneity pada citra parasit *P. Falciparum*, *P. Malariae*, dan *P. Vivax*. Sedangkan untuk nilai rata-rata pada 4 sudut ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $135^\circ$ ) tekstur contrast, correlation, energy dan homogeneity terhadap citra parasit *P. Falciparum*, *P. Malariae*, dan *P. Vivax* akan ditampilkan pada Tabel 5.

**Tabel 4** Nilai rata-rata tekstur contrast, correlation, energy dan homogeneity

	<b>P. Falciparum</b>		<b>P. Malariae</b>		<b>P. Vivax</b>	
	<b>Mean</b>	<b>Standar Deviasi</b>	<b>Mean</b>	<b>Standar Deviasi</b>	<b>Mean</b>	<b>Standar Deviasi</b>
<b>Contrast 0°</b>	8.2152	2.4180	18.8431	2.3933	6.9992	2.2602
<b>Contrast 45°</b>	10.6009	3.3284	20.4149	2.7208	8.1594	2.5495
<b>Contrast 90°</b>	8.4544	8.4544	17.7586	2.1471	7.0039	2.2938
<b>Contrast 135°</b>	10.4592	3.1705	20.7690	2.5717	8.0897	2.5108
<b>Correlation 0°</b>	0.3179	0.0723	0.1618	0.0828	0.2789	0.0972
<b>Correlation 45°</b>	0.1292	0.0757	0.0965	0.0526	0.1639	0.0972
<b>Correlation 90°</b>	0.3082	0.0636	0.2100	0.0865	0.2810	0.0903
<b>Correlation 135°</b>	0.1387	0.0646	0.0798	0.0525	0.1701	0.0922
<b>Energy 0°</b>	0.1591	0.1591	0.0227	0.0031	0.0876	0.0455
<b>Energy 45°</b>	0.1382	0.1382	0.0211	0.0027	0.0766	0.0379
<b>Energy 90°</b>	0.1574	0.1574	0.0234	0.0033	0.0868	0.0439
<b>Energy 135°</b>	0.1390	0.1390	0.0209	0.0025	0.0769	0.0389
<b>Homogeneity 0°</b>	0.6285	0.0628	0.4195	0.0226	0.5643	0.0601
<b>Homogeneity 45°</b>	0.5732	0.0539	0.3950	0.0170	0.5216	0.0562
<b>Homogeneity 90°</b>	0.6253	0.0604	0.4307	0.0237	0.5637	0.0570
<b>Homogeneity 135°</b>	0.5743	0.0540	0.5228	0.0166	0.5228	0.0561

### 3.3 Pengujian klasifikasi citra parasit malaria

Seluruh citra yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 90 citra dengan masing-masing 30 citra parasit malaria jenis *P. Falciparum*, 30 citra parasit malaria jenis *P. Malariae*, dan 30 citra parasit malaria jenis *P. Vivax* fase gametosit. Total 90 citra dibagi dalam 5 data set dengan jumlah sebanyak 18 citra disetiap set nya yang terdiri dari 6 citra *P. Falciparum*, 6 citra *P. Malariae*, dan 6 citra *P. Vivax*. Setiap proses training akan menggunakan data citra sebanyak 80% dari citra keseluruhan dan 20% sisanya untuk proses testing, yang artinya data citra training sebanyak 72 citra dan data citra testing sebanyak 18 citra. Proses training pada klasifikasi yang dilakukan dengan metode KNN menggunakan aplikasi classification learner yang akan menghasilkan confusion matrix dari masing-masing data set yang akan menjelaskan model prediksi ketika melakukan testing. Sementara itu dalam proses testing teknik yang digunakan adalah 5-Fold Cross Validation yang hasilnya akan dijabarkan dalam format confusion matrix.

Data yang ditampilkan pada Tabel 5 menyajikan hasil training dari 5 data set, yang masing-masing set nya berjumlah 72 citra yang terdiri dari 24 citra parasit *P. Falciparum*, 24 citra parasit *P. Malariae*, dan 24 citra *P. Vivax*. Jenis parasit yang digunakan pada confusion matrix menggunakan singkatan sebagai berikut; *P. F* untuk jenis parasit *P. Falciparum*, *P. M* untuk jenis parasit *P. Malariae*, dan *P. V* untuk jenis parasit *P. Vivax*. Sementara kode warna hijau menunjukkan hasil training yang benar, dan kode warna merah menunjukkan hasil training citra yang

salah atau bisa disebut dengan citra yang menempati jenis citra yang bukan sebenarnya.

**Tabel 5** Confusion matrix pada 5 data set training

Data set – 1				Data set - 2				Data set - 3				Data set - 4				Data set - 5			
True class		Predicted class			True class		Predicted class			True class		Predicted class			True class		Predicted class		
		P. F	P. M	P. V			P. F	P. M	P. V			P. F	P. M	P. V			P. F	P. M	P. V
P. F	20	0	4	P. F	19	0	5	P. F	20	0	4	P. F	19	0	5	P. F	18	0	6
P. M	0	24	0	P. M	0	24	0	P. M	0	24	0	P. M	0	24	0	P. M	0	24	0
P. V	4	0	20	P. V	2	0	22	P. V	5	0	19	P. V	4	0	20	P. V	7	0	17

Setelah melakukan seluruh proses training 5 data set, model fine KNN yang ditetapkan sebagai model training digunakan untuk melakukan testing. Data testing terdiri dari 5 data test. Setiap test nya memiliki citra sebanyak 18 citra yang terdiri dari 6 citra jenis P. Falciparum, 6 citra jenis P. Malariae, dan 6 citra jenis P. Vivax. Confusion matrix pada data testing menunjukkan keberhasilan dan ketidakberhasilan sistem klasifikasi dalam menentukan 90 citra kedalam jenisnya masing-masing. Dapat dilihat, pada Tabel 6 hasil klasifikasi yang didapat menunjukkan citra parasit jenis P. Falciparum masuk kedalam kelompok yang benar sejumlah 24 citra dan 6 citra mengalami kesalahan klasifikasi sehingga masuk ke dalam kelompok citra jenis P. Vivax di percobaan testing data test 2, 4, dan 5. Kemudian untuk citra parasit jenis P. Malariae dalam proses testing kelima data test berhasil mengklasifikasikan seluruh citra dengan benar. Selanjutnya, pada citra parasit jenis P. Vivax telah berhasil melakukan klasifikasi terhadap 25 citranya dan mengalami kegagalan klasifikasi pada 5 citra yang lainnya di percobaan testing data test 1, 3, dan 4.

**Tabel 6** Confusion matrix 5 data test pada proses testing

Data test – 1				Data test - 2				Data test - 3				Data test - 4				Data test - 5			
True class		Predicted class			True class		Predicted class			True class		Predicted class			True class		Predicted class		
		P. F	P. M	P. V			P. F	P. M	P. V			P. F	P. M	P. V			P. F	P. M	P. V
P. F	6	0	0	P. F	2	0	4	P. F	6	0	0	P. F	5	0	1	P. F	5	0	1
P. M	0	6	0	P. M	0	6	0	P. M	0	6	0	P. M	0	6	0	P. M	0	6	0
P. V	2	0	4	P. V	0	0	6	P. V	2	0	4	P. V	1	0	5	P. V	0	0	6

Setelah mendapatkan confusion matrix dari data training dan data testing, maka dapat ditemukan akurasi dari seluruh proses training dan testing yang telah dilakukan sebelumnya. Akurasi yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari nilai citra yang menunjukkan klasifikasi yang benar setiap jenis parasit, kemudian dicari rata rata  $Tn$  total, maka didapatkanlah nilai true (T) satu data set. Hasil dari perhitungan  $Tn$  atau nilai akurasi dengan menggunakan rumus pada Persamaan (1) dan (2) dapat dilihat pada Tabel 7, yang mana setiap data set memiliki hasil akurasi yang berbeda. Seperti pada data training 1 menghasilkan nilai akurasi sebesar 88,89%, demikian juga dengan data testing 1 yang menghasilkan akurasi testing sebesar 88,89%. Selanjutnya pada data training 2 menghasilkan nilai akurasi training sebesar 90,28%, tetapi berbalik terbalik dengan nilai akurasi testing pada data testing 2 yang menghasilkan akurasi lebih

kecil yaitu 77,78%. Sementara itu untuk data training 3 dan 4 menghasilkan nilai akurasi training yang sama yaitu 87,50%, demikian juga dengan nilai akurasi testing pada data testing 3 dan 4 yang memiliki nilai akurasi yang sama yaitu 88,89%. Terakhir pada data training 5 menghasilkan nilai akurasi training sebesar 81,94%, tetapi menghasilkan akurasi testing pada data testing 5 sebesar 94,44%.

Perbedaan nilai akurasi yang didapatkan setiap data set dikarenakan keberagaman data citra yang berbeda, sehingga nilai fitur yang diinputkan pada klasifikasi juga akan berbeda. Selain itu, perhitungan nilai akurasi training yang dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui apakah model train yang dipilih memiliki nilai akurasi yang baik untuk digunakan pada proses testing. Model train yang digunakan adalah fine KNN, dengan setting number of neighbors adalah 1, distance metric yang digunakan adalah euclidean, dan menggunakan distance weight jenis equal. Dengan menggunakan model train tipe fine KNN yang di proses untuk 90 citra parasit malaria jenis *P. Falciparum*, *P. Malariae*, dan *P. Vivax* menghasilkan nilai akurasi training total sebesar 87,22% dan hasil klasifikasi pada proses testing menghasilkan akurasi sebesar 87,78%.

Data-n	Akurasi Training			Akurasi Testing		
	Jenis	Nilai (%)	Average (%)	Jenis	Nilai (%)	Average (%)
<b>Data Training 1</b> & <b>Data Testing 1</b>	<i>T<sub>P.Falciparum</sub></i>	83.33	88.89	<i>T<sub>P.Falciparum</sub></i>	100.00	88.89
	<i>T<sub>P.Malariae</sub></i>	100.00		<i>T<sub>P.Malariae</sub></i>	100.00	
	<i>T<sub>P.Vivax</sub></i>	83.33	<i>T<sub>P.Vivax</sub></i>	66.67		
<b>Data Training 2</b> & <b>Data Testing 2</b>	<i>T<sub>P.Falciparum</sub></i>	79.17	90.28	<i>T<sub>P.Falciparum</sub></i>	33.33	77.78
	<i>T<sub>P.Malariae</sub></i>	100.00		<i>T<sub>P.Malariae</sub></i>	100.00	
	<i>T<sub>P.Vivax</sub></i>	91.67	<i>T<sub>P.Vivax</sub></i>	100.00		
<b>Data Training 3</b> & <b>Data Testing 3</b>	<i>T<sub>P.Falciparum</sub></i>	83.33	87.50	<i>T<sub>P.Falciparum</sub></i>	100.00	88.89
	<i>T<sub>P.Malariae</sub></i>	100.00		<i>T<sub>P.Malariae</sub></i>	100.00	
	<i>T<sub>P.Vivax</sub></i>	79.17	<i>T<sub>P.Vivax</sub></i>	66.67		
<b>Data Training 4</b> & <b>Data Testing 4</b>	<i>T<sub>P.Falciparum</sub></i>	79.17	87.5	<i>T<sub>P.Falciparum</sub></i>	83.33	88.89
	<i>T<sub>P.Malariae</sub></i>	100.00		<i>T<sub>P.Malariae</sub></i>	100.00	
	<i>T<sub>P.Vivax</sub></i>	83.33	<i>T<sub>P.Vivax</sub></i>	83.33		
<b>Data Training 5</b> & <b>Data Testing 5</b>	<i>T<sub>P.Falciparum</sub></i>	75.00	81.94	<i>T<sub>P.Falciparum</sub></i>	83.33	94.44
	<i>T<sub>P.Malariae</sub></i>	100.00		<i>T<sub>P.Malariae</sub></i>	100.00	
	<i>T<sub>P.Vivax</sub></i>	70.83	<i>T<sub>P.Vivax</sub></i>	100.00		
<b>Akurasi Rata-Rata (%)</b>			<b>87.22</b>			<b>87.78</b>

**Tabel 7** Hasil akurasi training dan testing pada 5 data set

#### 4 Kesimpulan

Nilai iterasi yang ditetapkan dan sesuai untuk proses segmentasi dengan menggunakan metode K-Means sebesar 5. Segmentasi dengan metode K-Means yang dilakukan pada 90 citra berhasil memisahkan 86 citra sel parasit dengan sel normal dan latar belakang, dan 4 citra lainnya tidak tersegmentasi secara sempurna karena adanya sel normal pada hasil segmentasi. Sistem klasifikasi pada 90 citra parasit malaria yang dibangun dengan metode K Nearest Neighbors (KNN) dengan inputan 1 fitur luas dan 16 fitur GLCM berhasil mengklasifikasikan citra parasit jenis *P. Falciparum* sebanyak 24 citra, jenis *P. Malariae* sebanyak 30 citra, dan jenis *P. Vivax* sebanyak 25 citra dari total 30 citra untuk setiap jenisnya.

Setelah melakukan penelitian dan pengujian terhadap sistem klasifikasi parasit malaria dengan menggunakan metode K-Means, GLCM, dan KNN diperlukan proses post-processing setelah citra parasit selesai di segmentasi, code imfill untuk membentuk kembali sel parasit yang sebagian sisinya terhapus dan code bwareaopen untuk menghilangkan noise/bintik kecil di sekitar citra sel parasite. Selain daripada itu perlu melakukan proses pre-processing sebelum masuk proses ekstraksi fitur GLCM sehingga kedua jenis parasit *P. Falciparum* dan *P. Vivax* dapat memiliki perbedaan nilai pada 16 fitur GLCM

#### References

- [1] F. B. Tek, A. G. Dempster, and I. Kale, "Parasite detection and identification for automated thin blood film malaria diagnosis," *Comput. Vis. Image Underst.*, vol. 114, no. 1, pp. 21–32, 2010.
- [2] F. D. Adhinata, E. Suryani, and P. Dirgahayu, "Identification of Parasite Plasmodium SP . on Thin Blood Smears With Rule-Based Method," *J. Itsmart*, vol. 5, no. 1, pp. 16–24, 2016.
- [3] F. Z. Rahmanti, N. K. Ningrum, P. W. Adi, and M. H. Purnomo, "A Comparison of Plasmodium Falciparum Identification from Digitalization Microscopic Thick Blood Film," *1st Int. Conf. Biomed. Eng.*, 2016.

