

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

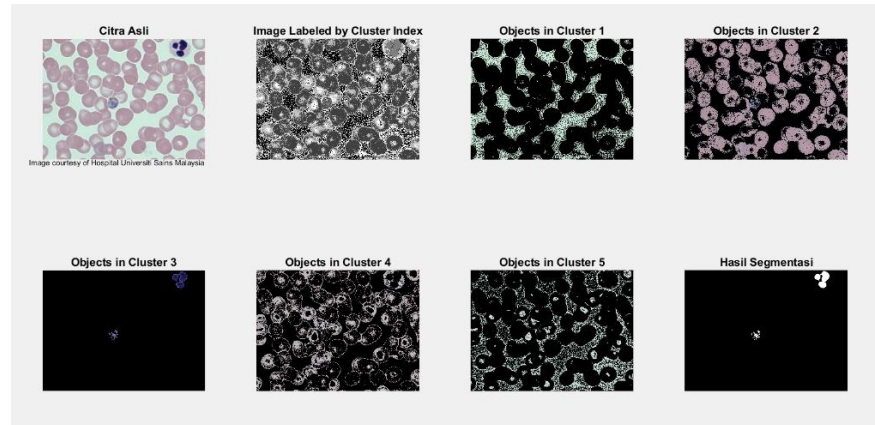
Pada bab ini akan membahas tentang hasil dan pembahasan yang di dalamnya berisikan hasil perancangan sistem, dan keterbatasan metode yang telah dipilih pada penelitian tugas akhir ini. Hasil perancangam sistem merupakan hasil dari eksekusi setiap tahap pada perancangan sistem segmentasi, sistem ekstraksi fitur, dan sistem klasifikasi. Hasil pengujian sistem terdiri dari hasil pengujian keberhasilan segmentasi parasit dengan terlebih dahulu mencari nilai iterasi yang tepat untuk proses segmentasi dilanjutkan dengan mencari persentase keberhasilan segmentasi terhadap 90 citra parasit malaria dan hasil pengujian klasifikasi dengan metode kuantitatif dengan menggunakan teknik *K-fold cross validation* untuk mencari nilai persentase akurasi hasil klasifikasi menggunakan nilai *confusin matrix* . Sedangkan, keterbatasan metode merupakan kapasitas yang dimiliki metode-metode pada penelitian ini yang memuat beberapa kekurangan di dalamnya.

4.1 Hasil Perancangan Sistem

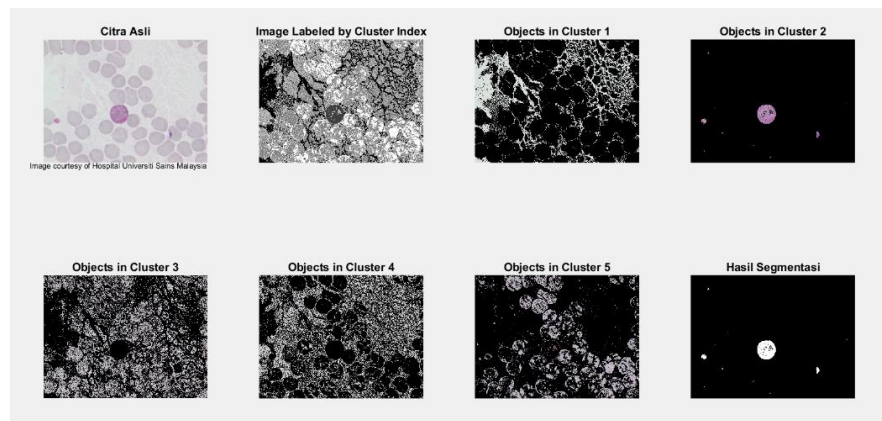
4.1.1 Hasil perancangan sistem segmentasi K-Means

a. Hasil segmentasi dengan 5 iterasi

Segmentasi yang diinginkan sebagai hasil adalah citra parasit yang telah terpisah dengan sel normal dan latar belakang. Hal ini didapatkan dari perhitungan luas area setiap citra pada *K cluster*, nilai luas yang paling kecil akan ditetapkan sebagai hasil segmentasi citra parasit. Sementara itu dalam proses segmentasi akan ditampilkan citra setiap *cluster*, yang mana urutan citra hasil segmentasi berada secara acak (tidak melulu berada pada satu *cluster* yang sama). Hal ini dikarenakan algoritma yang digunakan tidak mengatur keberadaan hasil segmentasi berada pada satu *cluster* tersebut, melainkan menampilkan hasil segmentasi berdasarkan nilai luas area yang paling kecil dari setiap *cluster*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat perbedaan *cluster* hasil segmentasi pada Gambar 4.1 (a) dan (b) berikut ini.



(a)

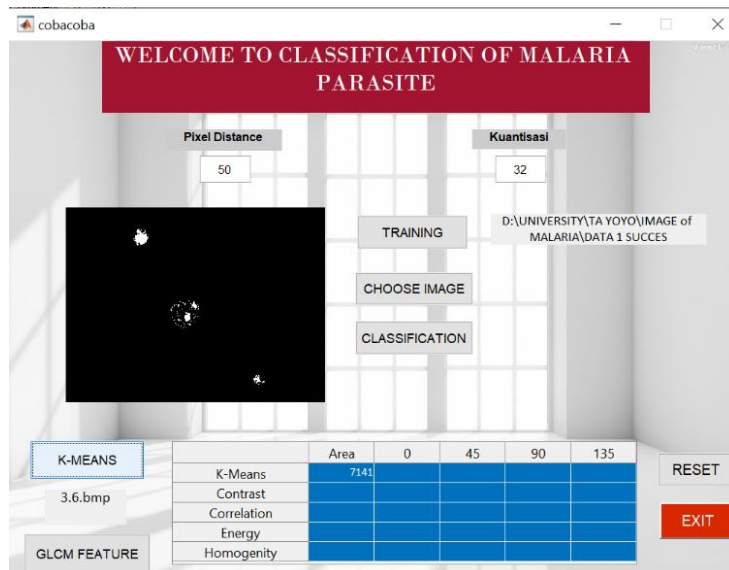


(b)

Gambar 4. 1 (a) Citra hasil segmentasi pada *cluster 3* (b) Citra hasil segmentasi pada *cluster 2*

b. Hasil tampilan K-Means pada halaman GUI

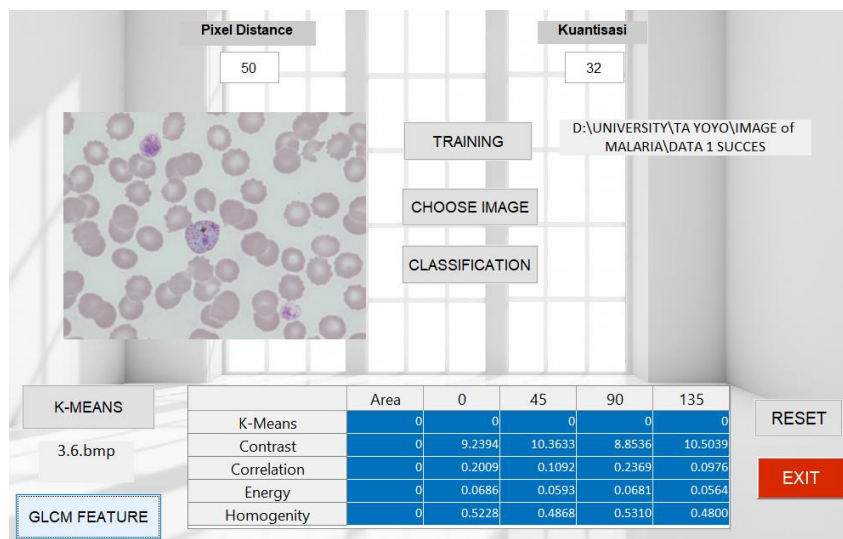
Sistem segmentasi yang telah menjalani proses pencarian iterasi yang tepat untuk digunakan pada 90 citra parasit malaria, kemudian masuk dalam proses segmentasi yang diaplikasikan pada GUI. Hasil yang tertampil pada GUI menunjukkan hasil segmentasi dan nilai dari luas piksel hasil segmentasi yang tertampil pada bagian tabel GUI seperti pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2 Fitur Luas citra segmentasi

4.1.2 Hasil perancangan sistem ekstraksi fitur GLCM

Sistem ekstraksi fitur GLCM memiliki hasil ekstraksi sebanyak 16 fitur yang pada proses *training* akan disimpan dalam tabel excel, sedangkan pada proses *testing* nilai fitur hasil ekstraksi akan ditampilkan pada tabel GUI seperti pada Gambar 4.4



Gambar 4. 3 Tampilan GUI GLCM

4.1.3 Hasil perancangan sistem klasifikasi KNN

a. Input data

Data yang dimasukkan pada aplikasi *classification learner* merupakan data tabel yang telah diubah kedalam bentuk data matriks. Perbedaan yang terlihat dari kedua jenis data tersebut adalah, apabila data tabel dapat mengidentifikasi data berupa abjad atau huruf sementara itu untuk jenis data matriks seluruh datanya berupa angka, jika terdapat huruf di dalamnya maka sistem matriks akan menerjemahkan data huruf itu kedalam bentuk NaN. Untuk menghindari terjemahan data kedalam bentuk NaN maka seluruh data tabel harus dirubah kedalam bentuk data angka seperti Gambar 4.4

VarName15	VarName16	VarName17	bmp
Number	Number	Number	Text
0.5852	0.6219	0.5901	1.1.bmp
0.6147	0.6714	0.6210	1.2.bmp
0.5888	0.6377	0.5677	1.3.bmp
0.5659	0.6214	0.5741	1.4.bmp
0.5265	0.5826	0.5221	1.5.bmp
0.4751	0.5457	0.4965	1.6.bmp
0.4334	0.4881	0.4190	2.2.bmp
0.4107	0.4555	0.4005	2.3.bmp
0.3881	0.4562	0.4077	2.4.bmp
0.4427	0.4779	0.4383	3.1.bmp

a

0.5852	0.6219	0.5901	1
0.6147	0.6714	0.6210	1
0.5888	0.6377	0.5677	1
0.5659	0.6214	0.5741	1
0.5265	0.5826	0.5221	1
0.4751	0.5457	0.4965	1
0.4334	0.4881	0.4190	2
0.4107	0.4555	0.4005	2
0.3881	0.4562	0.4077	2
0.4427	0.4779	0.4383	3

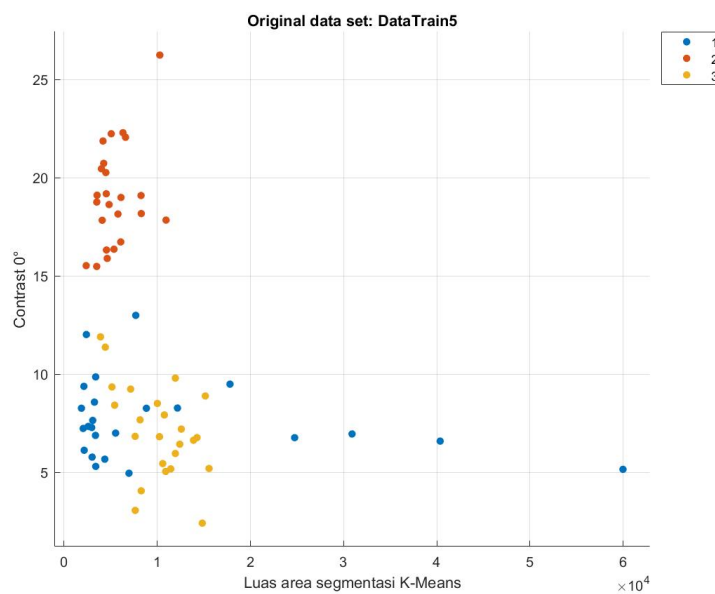
b

Gambar 4. 4 (a) contoh tampilan nilai sebagian fitur GLCM dan fitur luas pada data tabel (b) contoh tampilan nilai sebagian fitur GLCM dan fitur luas pada data matriks

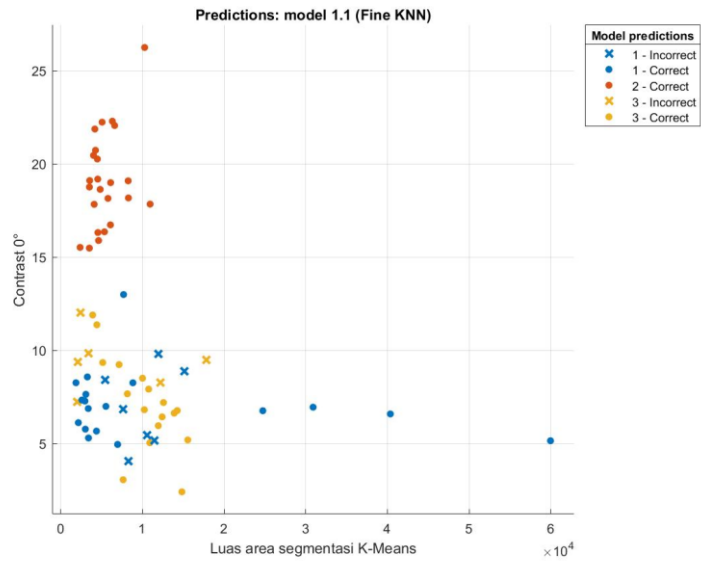
b. Training data

Training data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *scatter plot* untuk melihat penyebaran data fitur luas pada koordinat X dan data fitur 16 tekstur yang diwakili dengan nilai *Contrast* 0° pada koordinat Y. Dalam *scatter plot* ini memiliki 3 label warna yang digunakan untuk menjadi simbol jenis parasit, warna biru yang mewakili jenis parasit 1 (P. Falciparum), merah mewakili jenis parasit 2 (P. Malariae), dan kuning mewakili jenis parasit 3 (P. Vivax). Kemudian, nilai fitur luas yang ditampilkan pada *scatter plot* adalah nilai dengan perbandingan 1:10.000 pada nilai aslinya, jadi apabila dalam *scatter plot* tertera nilai 6 maka data aslinya adalah 60.000, hal ini dilakukan untuk menimilisir penggunaan

space angka pada koordinat X. Berbeda dengan nilai fitur GLCM yang hanya menampilkan satu fitur sebagai perwakilan dari 16 fitur yang ada. Pengaturan kolom pada masing-masing fitur yang akan ditampilkan ini dapat diubah, apabila ingin menampilkan fitur pertama pada GLCM maka memilih kolom 2, demikian juga dengan 15 fitur lainnya yang hanya mengubah kolom dari 2-17. *Scatter plot* yang akan menampilkan penyebaran data 17 fitur dapat dilihat pada Gambar 4.5. Hasil *training* dari DataTrain1 dapat dilihat pada Gambar 4.6, dimana simbol x merupakan hasil pada proses *training* yang mengalami kesalahan klasifikasi dan simbol dot(.) merupakan hasil pada proses *training* yang masuk kategori benar dalam mengklasifikasikan.



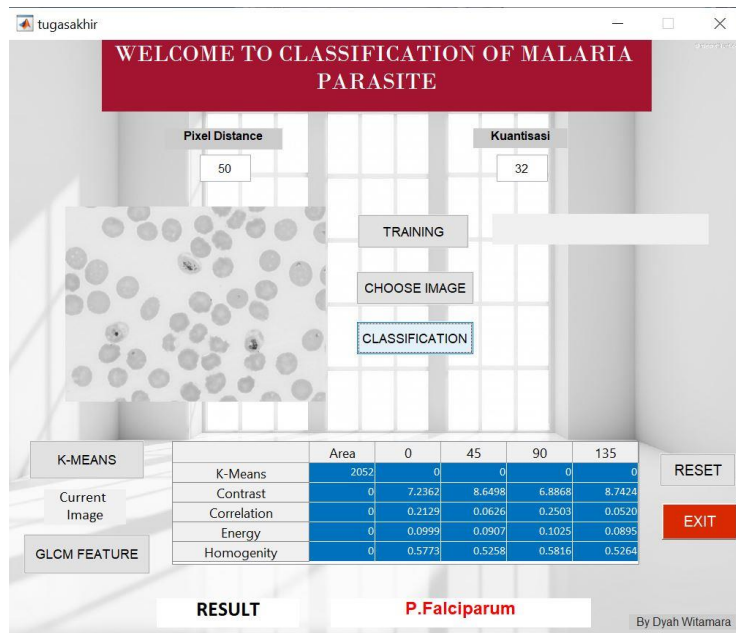
Gambar 4. 5 *Scatter plot* sebelum di *training*



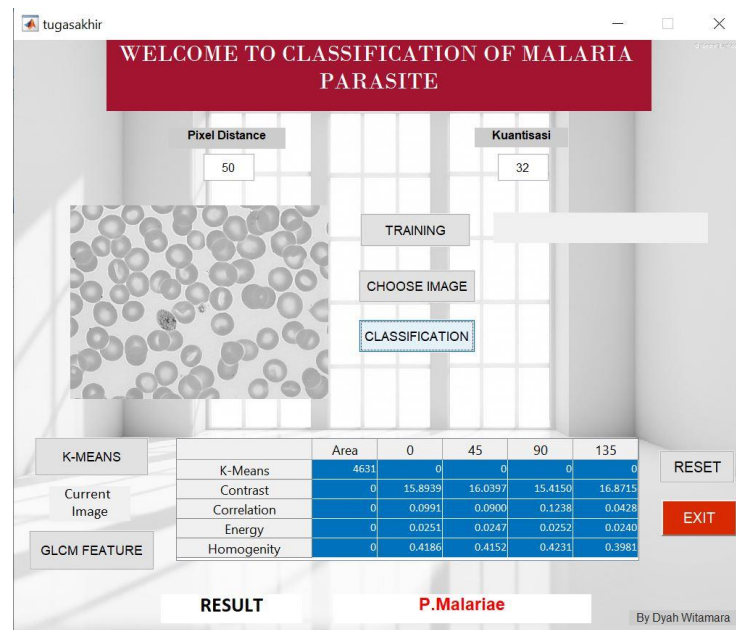
Gambar 4. 6 Scatter plot setelah *training* dengan metode *fine KNN*

c. *Testing Data*

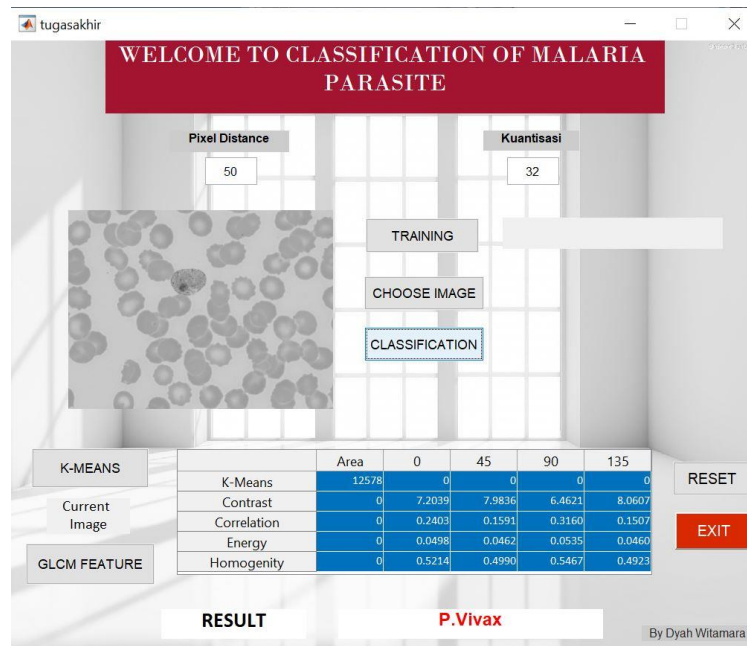
Hasil dari *testing* data menampilkan nilai fitur luas dan fitur tesktur pada halaman tabel GUI dan menampilkan hasil klasifikasi yang tertera pada kolom result. Hasil klasifikasi parasit malaria jenis *P. Falciparum* dapat dilihat pada Gambar 4.7, sedangkan parasit malaria jenis *P. Malariae* dapat dilihat pada Gambar 4.8, dan parasit malaria jenis *P. Vivax* ditampilkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 7 Hasil klasifikasi parasit malaria jenis P. Falciparum



Gambar 4. 8 Hasil klasifikasi parasit malaria jenis P. Malariae



Gambar 4. 9 Hasil klasifikasi parasit malaria jenis P. Vivax

4.2 Pengujian Sistem

Sistem yang dibuat untuk klasifikasi 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. Selain itu, tujuan dilakukan pengujian sistem untuk mengetahui program yang telah dirancang sesuai dengan fungsi dan tujuan pada penelitian ini. 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.

4.2.1 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 keseluruhan, 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 *P. Falciparum* , parasit *P. Malariae*, dan *P. Vivax*. Pengujian ini menggunakan 4 citra perwakilan dari total 30 citra setiap jenis terhadap 4 nilai iterasi yang dipilih, sehingga terdapat 16 percobaan yang dilakukan per jenis parasit malaria dan total pengujian terhadap 3 jenis parasit sebanyak 48 citra.

a. Pengujian iterasi pada parasit malaria jenis *P. Falciparum*

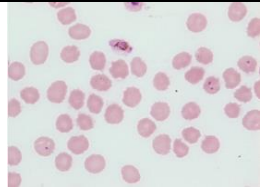
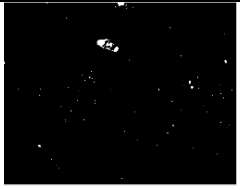




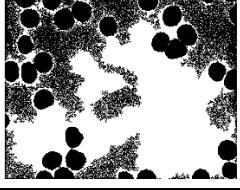



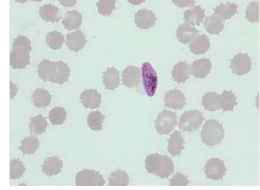
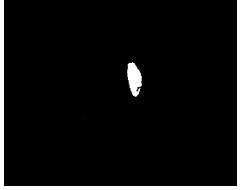

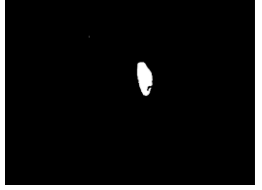

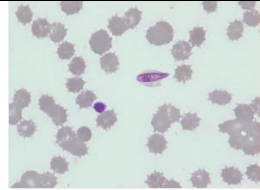



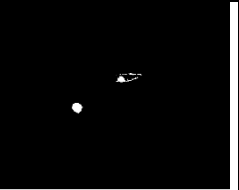
Pengujian iterasi yang dilakukan pada parasit malaria jenis *P. Falciparum* ini menggunakan nilai iterasi 3, 4, 5, dan 6 yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.1 dengan citra asli berada di sebelah kanan sementara itu hasil segmentasi berada berurutan di samping kanan. Pada citra pertama, sistem segmentasi dapat menghasilkan segmentasi yang diinginkan dari nilai iterasi 3 hingga 6. Tetapi pada nilai 3 dan 4 banyak noise yang ditampilkan pada hasil segmentasi, noise ini berupa titik-titik putih yang seharusnya tidak ada karena bukan sel parasit. Namun pada saat nilai iterasi diubah menjadi 5 noise yang tampak hanya sedikit, tetapi hanya menampilkan sel parasit saja yang dalam citra ini satu sel yang terkena parasit hanya sebagian (tidak utuh semua) sehingga didapatkan citra parasit hasil segmentasi yang hanya setengah. Terakhir pada nilai iterasi 6 menunjukkan adanya penghapusan sel parasit pada hasil segmentasi sehingga yang tampak hanya titik-titik putih yang tidak terlalu kelihatan.

Selanjutnya, pada citra kedua hasil segmentasi menunjukkan sistem berhasil melakukan segmentasi yang diinginkan yaitu memisahkan sel parasit dengan latar belakang dan sel normal pada iterasi 4 – 5. Segmentasi tidak berhasil dilakukan ketika menggunakan nilai iterasi 3 karena masih terdapat sel normal pada latar belakang dan menghilangkan sel parasit, sementara itu pada nilai 4 hasil segmentasi menunjukkan adanya noise dengan jumlah banyak. Lain halnya dengan iterasi yang hanya memiliki sedikit noise di dalamnya.

Pada citra ketiga, segmentasi telah berhasil dilakukan pada nilai iterasi ke 3, 4, 5, dan 6. Hasil segmentasi menunjukkan sistem berhasil memisahkan sel parasit dengan latar belakang dan sel normal tanpa terdapat noise di dalamnya. Terakhir, pada citra keempat hasil segmentasi yang terlihat adalah pemisahan sel parasit dengan sel normal dan latar belakang berhasil disemua setting 4 nilai iterasi, namun pada iterasi 6 terdapat penghapusan sel parasit sehingga hasil yang ditampilkan hanya terlihat sebagian sel parasit.

Dari percobaan iterasi terhadap 4 citra parasit malaria jenis *P. Falciparum* menunjukkan pada nilai iterasi 3 terdapat satu citra yang belum disegmentasi, sementara itu pada nilai iterasi 4 sudah berhasil disegmentasi semua namun pada nilai ini citra hasil segmentasi memiliki noise yang banyak, selanjutnya untuk nilai iterasi 5 hasil yang didapat adalah citra segmentasi hanya terdiri dari sel parasit tanpa sel normal dan latar belakang dengan sedikit noise, dan terakhir pada nilai iterasi 6 hasil segmentasi berhasil memisahkan sel parasit dengan latar belakang dan sel normal tetapi menghilangkan sedikit bagian dari sel parasit sehingga sel parasit hasil segmentasi menjadi tidak utuh.

Tabel 4. 1 Pengujian iterasi terhadap parasit malaria jenis P. Falciparum

No.	Nama Parasit	Citra Asli	Hasil Segmentasi (Iterasi 3)	Hasil Segmentasi (Iterasi 4)	Hasil Segmentasi (Iterasi 5)	Hasil Segmentasi (Iterasi 6)
1.	P. Falciparum					
2.	P. Falciparum					
3.	P. Falciparum					
4.	P. Falciparum					

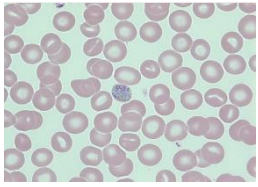
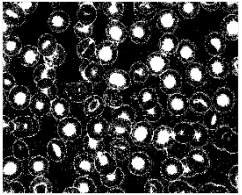
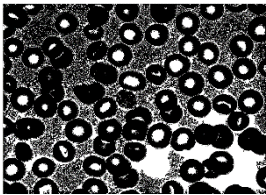
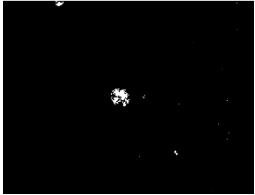
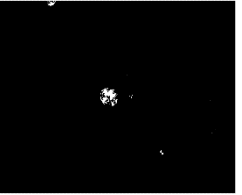
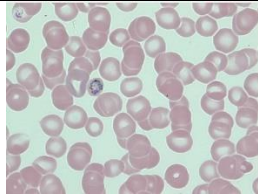
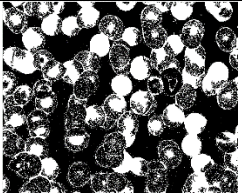
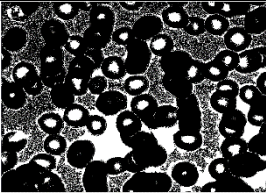

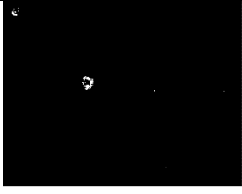
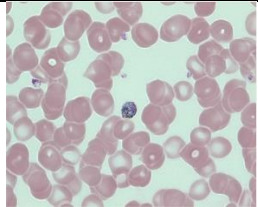
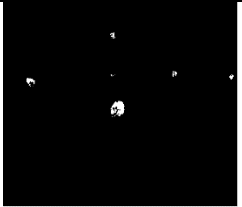

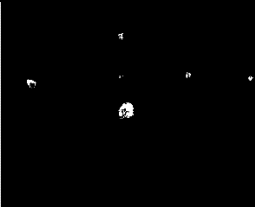
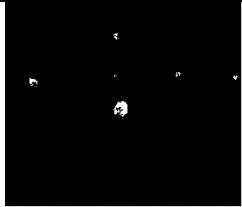
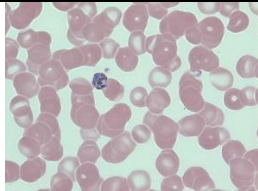
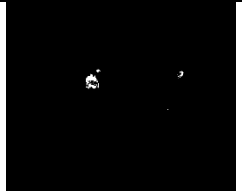
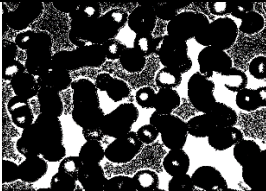
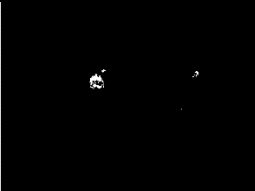

b. Pengujian iterasi pada parasit malaria jenis *P. Malariae*

Pengujian iterasi kembali dilakukan pada parasit malaria jenis *P. Malariae* untuk mengetahui nilai *default* yang akan digunakan pada 90 citra parasit malaria. Citra yang diuji untuk mengetahui nilai iterasi yang tepat pada jenis *P. Malariae* adalah sebanyak 4 citra dari total 30 citra setiap parasit. Hasil segmentasi pada citra parasit *P. Malariae* dapat dilihat pada Tabel 4.2 dengan penyajian citra asli pada bagian kiri dan hasil segmentasi 4 nilai iterasi berada pada bagian kanan.

Dapat dilihat pada citra pertama, sistem segmentasi berhasil memisahkan sel parasit dengan sel normal dan latar belakang pada iterasi 5 dan 6 sedangkan hasil segmentasi yang ditampilkan pada iterasi 3 dan 4 masih menunjukkan sel normal dan latar belakang. Selanjutnya pada citra kedua, hasil segmentasi menunjukkan hasil yang sama seperti pada citra pertama yaitu ketika menggunakan nilai iterasi 5 dan 6 citra parasit jenis *P. Malariae* berhasil memisahkan sel parasit dengan sel normal dan latar belakang, tetapi pada nilai iterasi 3 dan 4 sel normal dan latar belakang masih ikut serta dalam hasil segmentasi. Beda halnya dengan hasil segmentasi yang didapatkan pada citra ketiga, nilai iterasi 3, 4, 5, dan 6 menunjukkan bahwa sistem berhasil melakukan segmentasi terdapat citra tersebut tanpa mengikutsertakan sel normal dan latar belakang. Terakhir pada citra keenam, hasil segmentasi yang diinginkan yaitu hanya menampilkan sel parasit tanpa sel normal dan latar belakang dengan menggunakan nilai iterasi 3, 5, dan 6, sementara itu ketika menggunakan nilai iterasi 4 maka hasil segmentasi yang didapatkan masih mengikutsertakan sel normal dan latar belakang.

Berdasarkan hasil segmentasi terhadap 4 citra perwakilan parasit malaria jenis *P. Malariae* yaitu, sebagian besar menunjukkan penggunaan nilai iterasi 5 dan 6 yang menunjukkan hasil segmentasi yang diinginkan, sementara itu ketika menggunakan nilai iterasi 3 dan 4 pada citra parasit malaria jenis *P. Malariae* hasil segmentasi yang didapatkan sebagian besar menunjukkan masih terdapat sel normal dan latar belakang.

Tabel 4. 2 Pengujian iterasi terhadap parasit malaria jenis P. Malariae

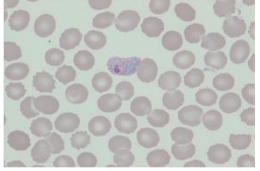

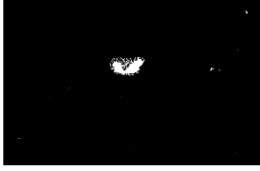

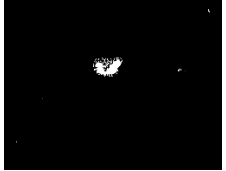
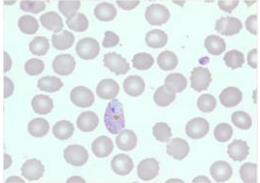
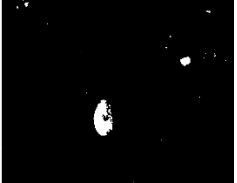

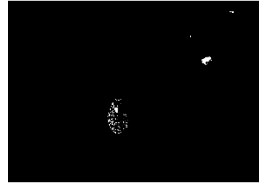
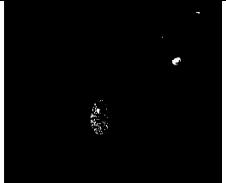
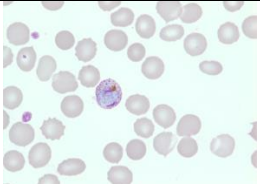

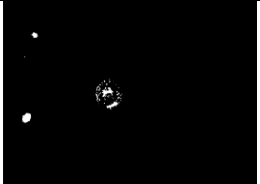
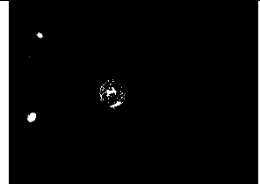
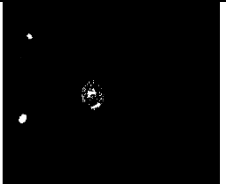
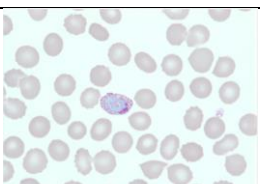

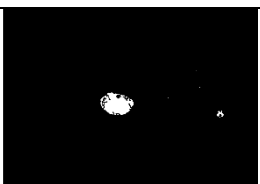


No.	Nama Parasit	Citra Asli	Hasil Segmentasi (Iterasi 3)	Hasil Segmentasi (Iterasi 4)	Hasil Segmentasi (Iterasi 5)	Hasil Segmentasi (Iterasi 6)
1.	P. Malariae					
2.	P. Malariae					
3.	P. Malariae					
4.	P. Malariae					

c. Pengujian iterasi pada parasit malaria jenis *P. Vivax*

Pada parasit malaria jenis *P. Vivax* , terdapat 4 citra yang digunakan untuk mengetahui nilai iterasi yang tepat . Seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.3, hasil segmentasi dengan menggunakan nilai iterasi 3, 4, 5, dan 6 menunjukkan bahwa sistem segmentasi telah berhasil memisahkan sel parasit dengan sel normal dan latar belakang. Rincian keterangan hasil segmentasi terhadap 4 citra parasit malaria jenis *P. Vivax* adalah sebagai berikut: Citra pertama menunjukkan bahwa penggunaan nilai iterasi dari 3 sampai dengan 6 telah berhasil memisahkan sel parasit dengan sel normal dan latar belakang tanpa adanya noise. Selanjutnya citra kedua, nilai iterasi 3 dan 4 saja yang berhasil melakukan segmentasi yang diinginkan, karena pada nilai iterasi 5 dan 6 terjadi penghapusan sel parasit di beberapa bagian. Pada citra ketiga, sistem segmentasi hanya dapat melakukan segmentasi yang diinginkan tanpa penghapusan beberapa bagian parasit ketika menggunakan nilai iterasi 3, sementara itu untuk nilai iterasi 4 – 6 hasilnya sel parasit telah dipisahkan dari sel normal dan latar belakang namun terjadi penghapusan pada bagian dalam sel parasit. Terakhir pada citra keempat, terdapat penghapusan sebagian besar sel parasit ketika menggunakan nilai iterasi 6. Namun ketika menggunakan nilai iterasi 3 – 5 hasil yang didapatkan adalah hanya sel parasit tanpa noise dan tanpa penghapusan.

Dapat dilihat dari rincian keterangan hasil segmentasi terhadap 4 citra parasit malaria jenis *P. Vivax* adalah nilai iterasi 3 – 6 telah berhasil melakukan segmentasi, tetapi pada beberapa citra terdapat penghapusan sel parasit di sebagian sisinya, hal ini dikarenakan pada satu sel parasit terdapat warna yang berbeda sehingga akan menempatkan satu sel parasit ini dalam beberapa *cluster* dengan nilai luas piksel yang berbeda pula.

Tabel 4. 3 Pengujian iterasi terhadap parasit malaria jenis P. Vivax

No.	Nama Parasit	Citra Asli	Hasil Segmentasi (Iterasi 3)	Hasil Segmentasi (Iterasi 4)	Hasil Segmentasi (Iterasi 5)	Hasil Segmentasi (Iterasi 6)
	P. Vivax					
	P. Vivax					
	P. Vivax					
	P. Vivax					

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 gambar 1-30 adalah parasit jenis *plasmodium falciparum*, gambar 31-60 merupakan jenis *plasmodium malariae*, dan terakhir gambar 61-90 adalah jenis *plasmodium vivax*. Namun, dalam prosesnya, tidak semua citra parasit dapat disegmentasi. Untuk hasil segmentasi 90 citra disajikan pada Tabel 4.5 dengan keterangan berhasil atau tidak, rincian hasil segmentasi setiap citra dapat dilihat pada halaman lampiran.

Tabel 4. 4 Hasil segmentasi 90 citra

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

Berdasarkan Tabel 4.5 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 4.5, 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.

d. 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 4.5 .

Tabel 4. 5 Nilai rata-rata dan standar deviasi fitur luas area pada 3 jenis citra parasit malaria

P. Falciparum		P. Malariae		P. Vivax	
Rata-rata	Standar Deviasi	Rata-rata	Standar Deviasi	Rata-rata	Standar Deviasi
9974.330	13061.906	5217.70	2003.455	11534.90	4559.120

4.2.2 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 *homogoneity* yang dicari pada sudut 0°, 45°, 90°, dan 135°. 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 4.6 yang menunjukkan nilai rata rata fitur tekstur *contrast* pada citra parasit P. Falciparum, P. Malariae, dan P. Vivax. Tabel 4.7 yang merepresentasikan nilai rata-rata fitur tesktur *correlation*, kemudian untuk nilai rata-rata fitur tekstur *energy* ditampilkan pada tabel 4.8, dan nilai rata-rata fitur tekstur *homogeneity* dapat dilihat pada Tabel 4.9. Sedangkan untuk nilai rata-rata pada 4 sudut (0° , 45° , 90° , dan 135°) tekstur *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity* terhadap citra parasit P. Falciparum, P. Malariae, dan P. Vivax akan ditampilkan pada Tabel 4.10. Rincian nilai fitur tekstur 90 citra dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4. 6 Nilai mean dan standar deviasi fitur tesktur *contrast*

	Contrast 0°		Contrast 45°		Contrast 90°		Contrast 135°	
	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi
P. Falciparum	8.215	2.418	10.601	3.328	8.454	8.454	10.459	3.171
P. Malariae	18.843	2.393	20.415	2.721	17.759	2.147	20.769	2.572
P. Vivax	6.999	2.260	8.159	2.549	7.004	2.294	8.090	2.511

Tabel 4. 7 Nilai mean dan standar deviasi fitur tesktur *correlation*

	Correlation 0°		Correlation 45°		Correlation 90°		Correlation 135°	
	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi
P. Falciparum	0.318	0.072	0.1292	0.076	0.308	0.064	0.139	0.065
P. Malariae	0.162	0.083	0.0965	0.053	0.210	0.086	0.080	0.052
P. Vivax	0.279	0.097	0.1639	0.097	0.281	0.090	0.170	0.092

Tabel 4. 8 Nilai mean dan standar deviasi fitur tesktur *energy*

	Energy 0°		Energy 45°		Energy 90°		Energy 135°	
	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi
P. Falciparum	0.159	0.063	0.138	0.054	0.157	0.060	0.139	0.054
P. Malariae	0.023	0.003	0.021	0.003	0.023	0.003	0.021	0.003
P. Vivax	0.088	0.046	0.077	0.038	0.087	0.044	0.077	0.039

Tabel 4. 9 Nilai mean dan standar deviasi fitur tesktur *homogeneity*

	Homogeneity 0°		Homogeneity 45°		Homogeneity 90°		Homogeneity 135°	
	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi
P. Falciparum	0.628	0.041	0.573	0.042	0.625	0.038	0.574	0.041
P. Malariae	0.420	0.023	0.395	0.017	0.431	0.024	0.391	0.017
P. Vivax	0.564	0.060	0.522	0.056	0.564	0.057	0.523	0.056

Tabel 4. 7 Nilai mean dan standar deviasi fitur *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity* pada 3 jenis citra parasit malaria

	Contrast		Correlation		Energy		Homogeneity	
	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi	Mean	Standar Deviasi
P. Falciparum	9.432	2.896	0.224	0.069	0.148	0.058	0.600	0.041
P. Malariae	19.446	2.458	0.137	0.069	0.022	0.0030	0.409	0.020
P. Vivax	7.563	2.404	0.223	0.094	0.082	0.041	0.543	0.057

4.2.3 Pengujian klasifikasi citra parasit

Pengujian klasifikasi citra parasit dilakukan dengan teknik kuantisasi yang mana analisa yang dilakukan berdasarkan data angka yang akan dipaparkan di bawah ini. 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 *scatter plot* dan *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*.

a. *Scatter plot* pada data *training*

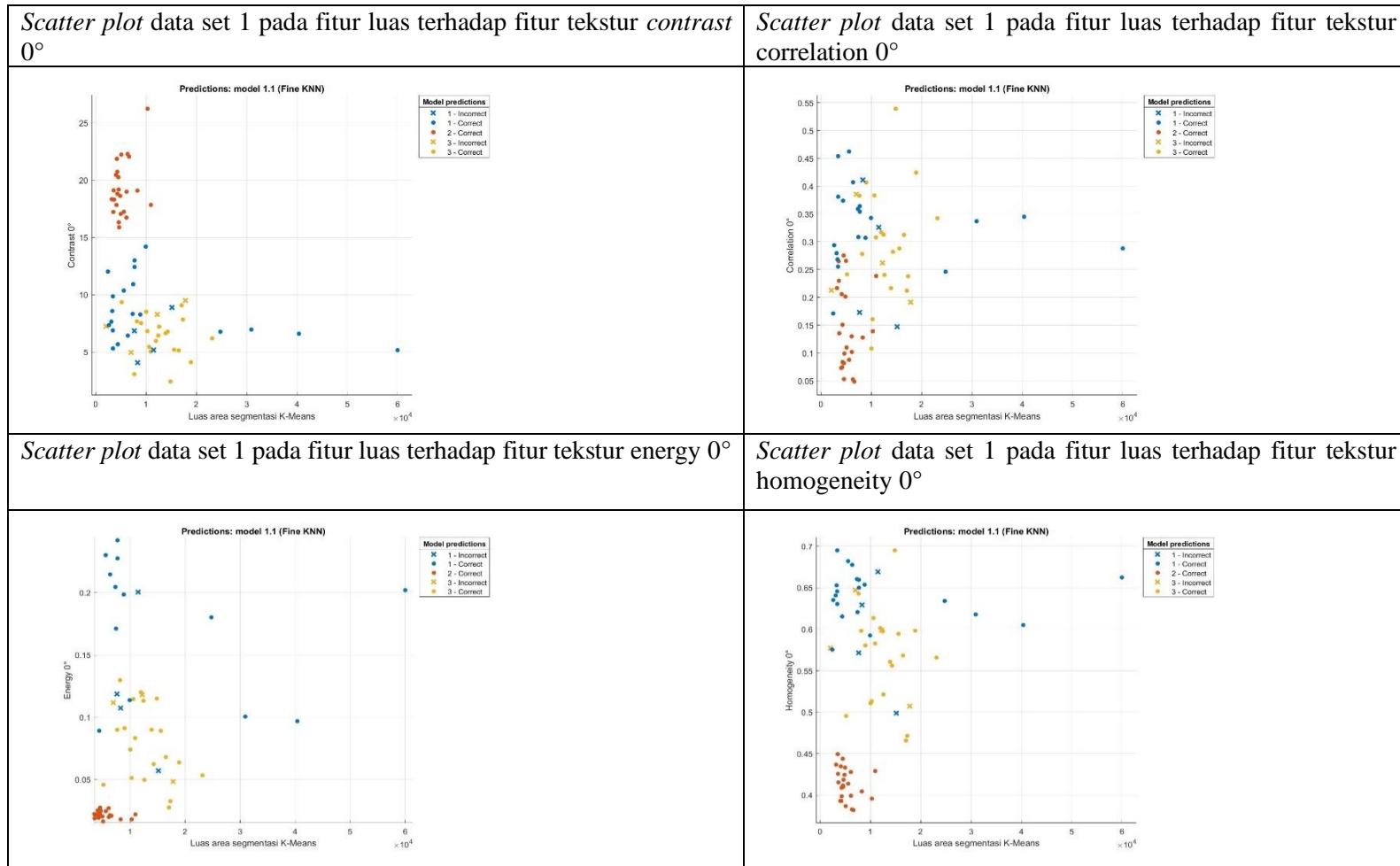
Scatter plot atau diagram tebar, seperti namanya digunakan untuk melihat penyebaran citra *training* dalam koordinat x dan y yang merupakan nilai-nilai dari 1 fitur luas area parasit dan 16 fitur GLCM yang diwakili oleh data set 1 pada fitur *contrast* 0° , *correlation* 0° , *energy* 0° , dan *homogeneity* 0° . *Scatter plot* penyebaran nilai fitur luas dan fitur tekstur dari data set 2 – 5 pada arah derajat lainnya dapat dilihat pada lampiran. *Scatter plot* untuk 4 macam tekstur masing-masing memiliki perbedaan penyebaran pada koordinat x dan y yang dapat dilihat pada Gambar 4.17.

Plot atau titik yang digunakan dalam *scatter plot* di bawah ini menggunakan kode warna untuk merepresentasikan jenis-jenis parasit. Citra parasit jenis P. Falciparum di representasikan dengan warna biru, jenis P. Malariae direpresentasikan dengan warna merah dan terakhir jenis P. Vivax direpresentasikan dengan warna kuning.

Hasil yang ditampilkan dalam *scatter plot* berikut ini menggunakan metode KNN tipe *fine KNN*, yang mana memiliki model jumlah tetangga: 1, jenis *distance metric*: euclidean, dan jenis *distance weight*: equal. Sementara itu untuk kode pada tampilan *scatter plot* menggunakan 2 jenis, yaitu kode titik dan silang. Kode titik sebagai hasil citra *training* yang benar, sementara itu kode silang sebagai hasil citra *training* yang

salah, contohnya yang harusnya citra tersebut adalah jenis *P. Falciparum* tetapi setelah di train malah menunjukkan hasil *P. Vivax*. Untuk penjelasan lebih detailnya dapat dilihat pada Tabel confusion matriks.

Tabel 4. 8 Penyebaran data fitur luas terhadap nilai fitur tekstur GLCM pada data set 1



b. *Confusion matrix* pada data *training*

Confusion digunakan sebagai representasi nilai dari *scatter plot* yang telah dilampirkan di atas dengan jenis *fine KNN*. Data yang ditampilkan pada Tabel 4.6 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.

Seperti pada data set 1 menunjukkan hasil train sebagai berikut, parasit jenis P. Falciparum dikelompokkan dengan benar sebanyak 20 citra dan berada pada kelompok P. Vivax yang berarti salah sebanyak 4 citra. Sementara itu, pada jenis parasit P. Malariae 24 citra atau bisa dikatakan seluruhnya dikelompokkan dengan benar, dan yang terakhir jenis P. Vivax memiliki hasil yang sama dengan P. Falciparum yaitu 20 citra dikelompokkan dengan benar, sedangkan sisanya 4 citra masuk ke kelompok citra parasit jenis P. Falciparum.

Data set 2 menunjukkan hasil train yang berbeda dengan data set 1, yaitu 19 citra dikelompokkan dengan benar pada jenis P. Falciparum dan sebanyak 5 citra masuk dalam kelompok yang salah yaitu jenis P. Vivax. Sama halnya dengan data set 1, citra parasit jenis P. Malariae mengelompokkan citranya kedalam kelompok yang benar sebanyak 24 citra. Sedangkan pada jenis P. Vivax menunjukkan pengelompokan citra yang benar sejumlah 22 citra dan citra yang salah sebanyak 2 citra yang dimasukkan ke jenis P. Falciparum

Hasil yang ditunjukkan pada data set 3, yaitu 20 citra P. Falciparum dikelompokkan dengan benar dan sisanya sebanyak 4 citra berada pada kelompok P. Vivax. Citra parasit P. Malariae tetap menunjukkan seluruh

citra dikelompokkan dengan benar. Sementara itu, citra parasit jenis P. Vivax mengelompokkan citranya dengan benar sebanyak 19 citra dan 5 sisanya masuk kedalam kelompok citra parasit jenis P. Falciparum.

Pada data set 4 yang menunjukkan hasil yang berbanding terbalik dengan data set 3 pada kelompok P. Falciparum dan P. Vivax. Citra parasit jenis P. Falciparum mengelompokkan citra dengan benar sebanyak 19 citra, dan 5 citra lainnya masuk ke kelompok P. Vivax. Jenis P. Malariae tetap mengelompokkan seluruh citranya tanpa kesalahan. Dan P. Vivax berhasil mengelompokkan citranya tanpa kesalahan sebanyak 20 citra dan 4 citra lainnya dikelompokkan ke dalam jenis P. Falciparum.

Data set terakhir yaitu data set 5 memiliki kesalahan pengelompokan yang lebih banyak dari 4 data set sebelumnya. Citra parasit jenis P. Falciparum mengelompokkan citra dengan benar sebanyak 18 citra, sedangkan 6 citra lainnya dikelompokkan kedalam citra parasit jenis P. Vivax. Untuk jenis P. Malariae hasil yang didapatkan sama seperti 4 data set sebelumnya, yaitu 24 citra dikelompokkan dengan benar. Terakhir parasit jenis P. Vivax hanya bisa mengelompokkan citra dengan benar sebanyak 17 citra dan 7 citra dikelompokkan ke dalam P. Falciparum yang berarti salah.

Tabel 4. 9 *Confusion matrix* pada 5 data set training

No.	Data set-n	<i>Confusion matrix</i>																					
1.	Data set-1	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="3">Predicted class</th> </tr> <tr> <th>P. F</th> <th>P. M</th> <th>P. V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">True class</th> <th>P. F</th> <td>20</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <th>P. M</th> <td>0</td> <td>24</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>P. V</th> <td>4</td> <td>0</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>			Predicted class			P. F	P. M	P. V	True class	P. F	20	0	4	P. M	0	24	0	P. V	4	0	20
		Predicted class																					
		P. F	P. M	P. V																			
True class	P. F	20	0	4																			
	P. M	0	24	0																			
	P. V	4	0	20																			
2.	Data set-2	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="3">Predicted class</th> </tr> <tr> <th>P. F</th> <th>P. M</th> <th>P. V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">True class</th> <th>P. F</th> <td>19</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <th>P. M</th> <td>0</td> <td>24</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>P. V</th> <td>2</td> <td>0</td> <td>22</td> </tr> </tbody> </table>			Predicted class			P. F	P. M	P. V	True class	P. F	19	0	5	P. M	0	24	0	P. V	2	0	22
		Predicted class																					
		P. F	P. M	P. V																			
True class	P. F	19	0	5																			
	P. M	0	24	0																			
	P. V	2	0	22																			

No.	Data set-n	Confusion matrix																					
3.	Data set-3	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="3">Predicted class</th> </tr> <tr> <th>P. F</th> <th>P. M</th> <th>P. V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">True class</th> <th>P. F</th> <td>20</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <th>P. M</th> <td>0</td> <td>24</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>P. V</th> <td>5</td> <td>0</td> <td>19</td> </tr> </tbody> </table>			Predicted class			P. F	P. M	P. V	True class	P. F	20	0	4	P. M	0	24	0	P. V	5	0	19
		Predicted class																					
		P. F	P. M	P. V																			
True class	P. F	20	0	4																			
	P. M	0	24	0																			
	P. V	5	0	19																			
4.	Data set-4	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="3">Predicted class</th> </tr> <tr> <th>P. F</th> <th>P. M</th> <th>P. V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">True class</th> <th>P. F</th> <td>19</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <th>P. M</th> <td>0</td> <td>24</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>P. V</th> <td>4</td> <td>0</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>			Predicted class			P. F	P. M	P. V	True class	P. F	19	0	5	P. M	0	24	0	P. V	4	0	20
		Predicted class																					
		P. F	P. M	P. V																			
True class	P. F	19	0	5																			
	P. M	0	24	0																			
	P. V	4	0	20																			
5.	Data set-5	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="3">Predicted class</th> </tr> <tr> <th>P. F</th> <th>P. M</th> <th>P. V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">True class</th> <th>P. F</th> <td>18</td> <td>0</td> <td>6</td> </tr> <tr> <th>P. M</th> <td>0</td> <td>24</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>P. V</th> <td>7</td> <td>0</td> <td>17</td> </tr> </tbody> </table>			Predicted class			P. F	P. M	P. V	True class	P. F	18	0	6	P. M	0	24	0	P. V	7	0	17
		Predicted class																					
		P. F	P. M	P. V																			
True class	P. F	18	0	6																			
	P. M	0	24	0																			
	P. V	7	0	17																			

c. *Confusion matrix* pada data *testing*

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* pada data *testing* menunjukkan keberhasilan dan ketidakberhasilan sistem klasifikasi dalam menentukan 90 citra kedalam jenisnya masing-masing. Dapat dilihat, pada Tabel 4.7 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 dipercobaan *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 4. 10 *Confusion matrix* 5 data test pada proses *testing*

No.	Data set-n	<i>Confusion matrix</i>																					
1.	Data set-1	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="3">Predicted class</th> </tr> <tr> <th>P. F</th> <th>P. M</th> <th>P. V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">True class</th> <th>P. F</th> <td>6</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>P. M</th> <td>0</td> <td>6</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>P. V</th> <td>2</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>			Predicted class			P. F	P. M	P. V	True class	P. F	6	0	0	P. M	0	6	0	P. V	2	0	4
		Predicted class																					
		P. F	P. M	P. V																			
True class	P. F	6	0	0																			
	P. M	0	6	0																			
	P. V	2	0	4																			
2.	Data set-2	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="3">Predicted class</th> </tr> <tr> <th>P. F</th> <th>P. M</th> <th>P. V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">True class</th> <th>P. F</th> <td>2</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <th>P. M</th> <td>0</td> <td>6</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>P. V</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>			Predicted class			P. F	P. M	P. V	True class	P. F	2	0	4	P. M	0	6	0	P. V	0	0	6
		Predicted class																					
		P. F	P. M	P. V																			
True class	P. F	2	0	4																			
	P. M	0	6	0																			
	P. V	0	0	6																			
3.	Data set-3	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="3">Predicted class</th> </tr> <tr> <th>P. F</th> <th>P. M</th> <th>P. V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">True class</th> <th>P. F</th> <td>6</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>P. M</th> <td>0</td> <td>6</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>P. V</th> <td>2</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>			Predicted class			P. F	P. M	P. V	True class	P. F	6	0	0	P. M	0	6	0	P. V	2	0	4
		Predicted class																					
		P. F	P. M	P. V																			
True class	P. F	6	0	0																			
	P. M	0	6	0																			
	P. V	2	0	4																			
4.	Data set-4	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="3">Predicted class</th> </tr> <tr> <th>P. F</th> <th>P. M</th> <th>P. V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">True class</th> <th>P. F</th> <td>5</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>P. M</th> <td>0</td> <td>6</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>P. V</th> <td>1</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>			Predicted class			P. F	P. M	P. V	True class	P. F	5	0	1	P. M	0	6	0	P. V	1	0	5
		Predicted class																					
		P. F	P. M	P. V																			
True class	P. F	5	0	1																			
	P. M	0	6	0																			
	P. V	1	0	5																			
5.	Data set-5	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="3">Predicted class</th> </tr> <tr> <th>P. F</th> <th>P. M</th> <th>P. V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">True class</th> <th>P. F</th> <td>5</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>P. M</th> <td>0</td> <td>6</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>P. V</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>			Predicted class			P. F	P. M	P. V	True class	P. F	5	0	1	P. M	0	6	0	P. V	0	0	6
		Predicted class																					
		P. F	P. M	P. V																			
True class	P. F	5	0	1																			
	P. M	0	6	0																			
	P. V	0	0	6																			

d. Akurasi pada data *training* dan *testing*

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 (Tn) satu data set. Penggunaan nilai (T) untuk nilai akurasi dikarenakan pada penelitian ini menggunakan sistem klasifikasi yang mendeteksi citra yang diinput masuk ke kelompok yang benar atau salah. Untuk rumus digunakan dapat dilihat pada Persamaan (3.9) dan (3.10).

$$Tn = \frac{T_{P.F} + T_{P.M} + T_{P.V}}{\text{Total citra}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.9)$$

$$\begin{aligned} \overline{Tt} &= \frac{\sum Tn}{n} \times 100\% \\ &= \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5}{5} \times 100\% \dots\dots\dots (3.10) \end{aligned}$$

Diketahui:

- $T(\text{True})$ = jumlah data citra yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem
- Tn = persen data citra yang terklasifikasikan dengan benar oleh sistem setiap data-n
- *Total citra* = citra yang terklasifikasikan dengan benar dan salah oleh sistem
- \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

Hasil dari perhitungan Tn atau nilai akurasi dapat dilihat pada Tabel 4.8, 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%.

Tabel 4. 11 Hasil akurasi *training* dan *testing* pada 5 data set

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

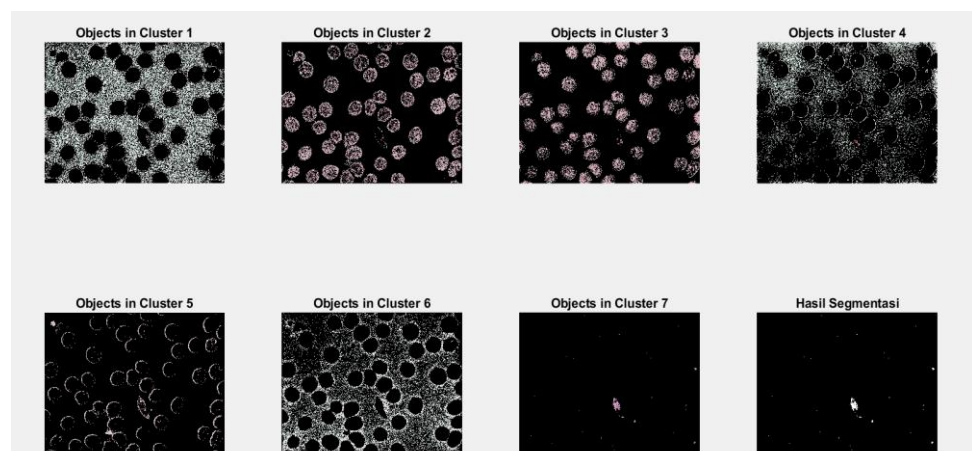
4.3 Keterbatasan Program

Sistem yang digunakan pada klasifikasi citra parasit malaria adalah sistem yang digunakan dengan 3 metode, yaitu K-Means untuk segmentasi, GLCM untuk ekstraksi fitur dan KNN untuk klasifikasi. Setelah melakukan proses *training* dan *testing* pada 90 citra parasit malaria, metode GLCM telah berhasil mengekstraksi fitur tanpa ada kendala apapun. Namun untuk metode K-Means mengalami berbagai keterbatasan ketika program dijalankan dan metode KNN belum bisa menghasilkan akurasi 100% karena ada beberapa keterbatasan di dalamnya. Berikut akan dijelaskan keterbatasan dari masing masing metode K-Means dan KNN.

4.3.1 Keterbatasan program K-Means

a. Keberagaman nilai iterasi

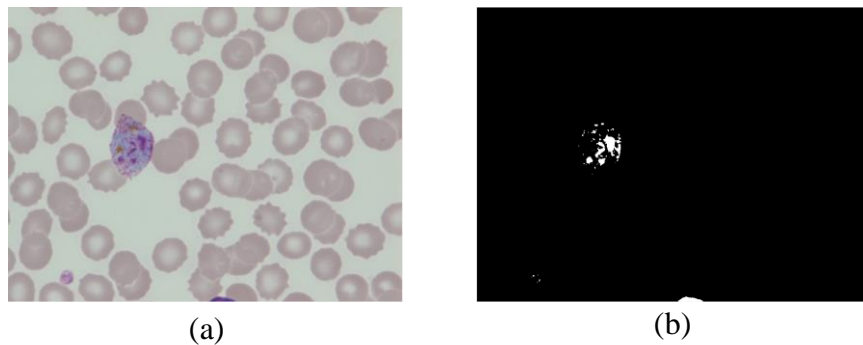
Nilai iterasi yang digunakan pada *setting* K-Means dalam penelitian ini menggunakan 5 iterasi atau perulangan. Namun terdapat 4 citra parasit jenis P.Falciparum yang mengalami kegagalan segmentasi yang menyebabkan citra hasil segmentasi tidak hanya menunjukkan sel parasit tetapi masih mengikutsertakan sel normal. Hal ini dikarenakan *setting* iterasi yang dibutuhkan pada 4 citra tersebut adalah 7 iterasi bukan 5 yang dapat dilihat pada Gambar 4.18 (untuk hasil segmentasi pada 3 citra lainnya dapat dilihat di halaman lampiran). Tetapi karena nilai *default* pada sistem sudah ditetapkan 5, maka 4 citra tersebut menjadi pengecualian.



Gambar 4. 10 Hasil segmentasi citra parasit jenis P. Falciparum 1.9 dengan 7 iterasi

b. Sel parasit mengalami penghapusan di beberapa sisi

Beberapa hasil segmentasi mengalami ketidaksempurnaan pada bentuk sel parasit setelah disegmentasi, sel parasit mengalami penghapusan disebagian sisinya. Pada awalnya citra asli sel parasit berbentuk lonjong penuh ketika selesai disegmentasi hasil yang keluar hanya bentuk yang tidak beraturan karena ada sebagian sisi yang hilang. Hal ini akan berpengaruh pada nilai luas area parasit yang akan dimasukkan ke dalam *database* fitur luas. Hal ini dikarenakan sistem K-Means akan menangkap warna yang paling terang dan di *cluster* kan pada satu kelompok. Pada Gambar 4.19 terlihat sel parasit memiliki warna yang tidak merata di seluruh sel parasit, hanya beberapa sisi saja yang memiliki warna lebih terang.

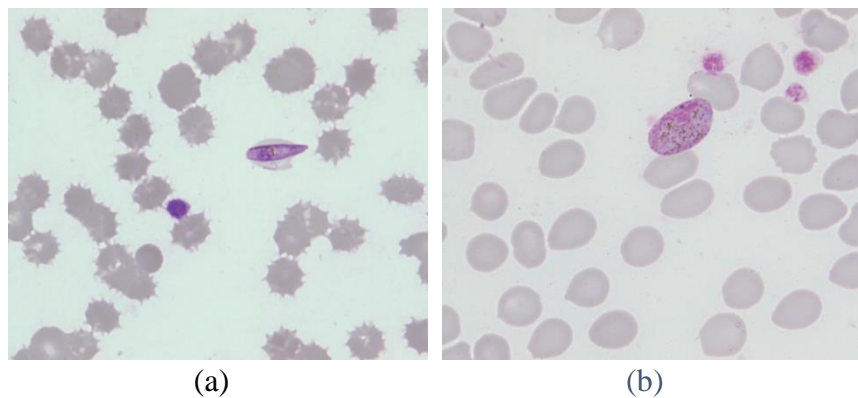


Gambar 4. 11 (a) Citra parasit normal (b) Citra parasit hasil segmentasi

4.3.2 Keterbatasan program KNN

Program KNN yang digunakan pada penelitian ini menggunakan algoritma terbaru sehingga proses klasifikasi lebih mudah dibantu dengan aplikasi *clasification learner* dan tentunya proses *running* lebih cepat. Tetapi sistem klasifikasi yang dibangun pada penelitian ini hanya memiliki akurasi sebesar 87,78% atau error sebesar 12,22% yang menjadi keterbatasan pada sistem ini. Keterbatasan yang memicu adanya error tersebut disebabkan oleh bentuk citra yang sama pada parasit jenis *P. Falciparum* dan *P. Vivax*. Dalam data klasifikasi pada proses *testing* banyak terdapat kesalahan klasifikasi pada citra parasit jenis *P. Falciparum* dan *P. Vivax*. Total citra parasit jenis *P.*

Falciparum yang mengalami kesalahan klasifikasi sehingga masuk ke jenis P. Vivax, berjumlah 6 citra. Sedangkan citra parasit jenis P. Vivax ketika proses *testing* mengalami kesalahan klasifikasi kemudian masuk ke jenis P. Falciparum terdapat 5 citra. Bentuk dan warna citra yang hampir sama pada beberapa citra P. Falciparum dan P. Vivax menyebabkan nilai dari ekstraksi fitur tidak berbeda jauh dan sistem menkategorikan kedua jenis parasit yang berbeda ini dalam kategori atau kelompok yang sama.



Gambar 4. 12 (a) Citra parasit malaria jenis P. Falciparum
(b) Citra parasit malaria jenis P. Vivax