

IDENTIFIKASI PARASIT MALARIA *PLASMODIUM FALCIPARUM* PADA SEDIAAN DARAH DENGAN PENDEKATAN SUPPORT VECTOR MACHINE

M. Arief Soleman¹⁾, Ruliah²⁾

¹⁾ Staf Pengajar Pasca Sarjana Ilmu Komputer Universitas Dian Nuswantoro

²⁾ Staf Pengajar STMIK Banjarbaru

Email: arief22208@gmail.com

ABSTRACT

Background: Identification of malaria is microscopic requiring special expertise and experience considerable health analyst. Factor errors that occur can be either an inability to recognize the parasite morphology and eyestrain factors in looking at morphology, this may impact the diagnosis of significant errors. Morphology of *Plasmodium falciparum* is divided into three major stages: trophozoites, Schizonts and Gametocyter. From the results of research in the field of health shows, Schizonts found in peripheral blood showed a state of severe infections so it is an indication for rapid treatment measures. This study aims to identify the three-stage form of *Plasmodium falciparum* malaria parasites in digital images of blood preparations which contain the parasite indicated.

Method: Before conducting the identification process, the first step of the analysis procedure conducted in this study is to conduct the separation of the object by using the segmentation *k*-means clustering. The second step, to extract features of image data to be tested. Feature extraction is used as an insert in the system to be constructed in this study using color features. The final step is to identify three forms of identification test stage of the malaria parasite *plasmodium falciparum* using a Support Vector Machine (SVM) method multiclass ones against ones.

Result: The results of this study using color as a characteristic feature of the input and identification using SVM can provide a success rate of 93.33% image data correctly.

Keywords: malaria, *Plasmodium falciparum* Morphology, *k*-means clustering, SVM multiclass method ones against ones

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Malaria merupakan penyakit yang diakibatkan oleh parasit yang tergolong dalam filum *Apicomplexa*, kelas *Sporozoa*, ordo *Haemosporida*, suku *Plasmodidae*, dan genus *Plasmodium*. Dari 20 spesies *Plasmodium*, hanya empat spesies diantaranya yang dapat menginfeksi manusia, yaitu *Plasmodium Falciparum*, *Plasmodium Vivax*, *Plasmodium Ovale*, dan *Plasmodium Malariae*. Namun kasus malaria yang banyak ditemukan di Indonesia hanya spesies *Plasmodium Falciparum*, *Plasmodium Vivax* dan *Mix (Plasmodium Falciparum dan Plasmodium Vivax berada dalam satu sample darah)*. *Plasmodium Falciparum* rentan menimbulkan kematian Pola identifikasi yang selama ini dilakukan secara konvensional yaitu dengan menemukan parasit secara mikroskopis pada sediaan darah. Identifikasi malaria secara mikroskopis membutuhkan keahlian khusus dan pengalaman analisis kesehatan yang cukup, karena faktor kesalahan yang terjadi dapat berupa ketidakmampuan dalam mengenal *morphology* parasit dan faktor kelelahan mata dalam melihat *morphology*, hal ini dapat memberikan dampak kesalahan diagnosis yang cukup signifikan. Diperlukan *human computer interaction* untuk membantu pekerjaan analisis tersebut.

Penelitian yang berkaitan dengan *parasit malaria* dan melibatkan perkembangan teknologi dalam bidang komputer adalah tentang pengenalan *Parasit Plasmodium Falciparum* dalam darah dengan judul “*A Neural Network Architecture for Automated Recognition of Intracellular Malaria Parasites in Stained Blood Films*”. Selain itu dari hasil penelitian dibidang kesehatan menunjukkan, ditemukannya *Schizonts* dalam darah tepi menunjukkan keadaan infeksi berat sehingga merupakan indikasi untuk tindakan pengobatan cepat. Dimana stadium *Tropho-*

zoite yaitu *parasit* dalam proses pertumbuhan, Stadium *Shizont* yaitu parasit dalam proses pembiakan dan *Gametocyter* yaitu parasit dalam proses pembentukan kelamin.

Pola yang dilihat pada identifikasi secara mikroskopis, tidak hanya pada perubahan *teksture*, namun juga dipengaruhi oleh unsur warna dari masing-masing *plasmodium*. melakukan identifikasi parasit malaria pada *Plasmodium Falciparum* menggunakan *Learning Vector Quantization (LVQ)* dengan empat *hidden neuron*. Hasil yang dicapai pada penelitiannya menunjukkan bahwa ciri warna dapat memberikan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dibanding ciri histogram. JST LVQ dengan input ciri warna berhasil mengidentifikasi 91,67% data citra dengan benar dan 81,25% berhasil diidentifikasi dengan benar dengan ciri statistik histogram sebagai ciri masukannya. Pada kasus identifikasi *Plasmodium Falciparum* dilapangan, sebaran data pada citra yang dihasilkan dari Sediaan Darah dominan mempunyai sebaran data yang tidak *linear*. Sehingga memerlukan sebuah metode yang proporsional bekerja pada *problem non linier*.

Rumusan Masalah

Identifikasi jenis parasit malaria *Plasmodium Falciparum* pada penelitian sebelumnya dengan tingkat akurasi 91,67 % masih perlu ditingkatkan akurasi, sehingga komputer dapat lebih akurat membedakan sampel darah yang mengandung parasit *malaria* dengan *morphology* pada stadium *Trophozoites, Schizonts* atau *Gametocyter*”

Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai adalah dengan menerapkan *Support Vector Mchine* diharapkan dapat meningkatkan akurasi pada identifikasi jenis parasit malaria *Plasmodium Falciparum* sehingga komputer dapat membedakan sampel darah yang mengandung parasit *malaria* dengan *mor-*

phology pada stadium *Trophozoites*, *Schizonts* atau *Gametocyter*.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian bermanfaat bagi tenaga medis maupun paramedis yang berkecimpung di bidang diagnostika penyakit malaria terutama di pusat-pusat kesehatan masyarakat yang letaknya terpencil melalui prosedur analisis dengan menggunakan alat yang mudah didapat dan relatif murah untuk menentukan jenis parasit *Plasmodium Falciparum* yang terdeteksi.

METODELOGI PENELITIAN

Plasmodium Falciparum

Ciri-ciri khas atau *morphology Plasmodium Falciparum* adalah sebagai berikut :

- Bentuk *Trophozoite*. *Trophozoite* muda berbentuk cincin kecil 0,1-0,3 kali eritrosit, inti terletak di tepi eritrosit, ukuran kira kira 2 μ , warna merah lebih tipis
- Bentuk *Schizonts*. *Schizonts* muda mengisi kira kira separuh dari eritrosit, bentuk agak bulat, inti sudah membelah dan pigmen malaria mulai tampak diantara inti. pigmen malaria sudah menggumpal di bagian tengah sebelum *Schizonts* masak.
- Bentuk *Gametocyter*. Mikrogametosit berbentuk pisang atau ginjal, tampak lebih gemuk, Plasma berwarna merah muda, inti lebih besar dan tidak padat, pigmen malaria tersebar diantara inti, plasma warna biru, inti kecil padat (kompak), letak di tengah, dan pigmen tersebar di sekitar inti.

Pengolahan Citra

Data *image plasmodium falciparum* baik pelatihan maupun pengujian diambil hanya pada area *image plasmodiumnya* saja. Citra *plasmodium* tersebut berada pada sebuah ruang yang disebut bidang gambar / ruang lingkup citra (*image space*). Sebuah citra tersusun atas *pixel-pixel* yang memiliki nilai, sebuah *pixel* memiliki nilai dari 0 - 255.

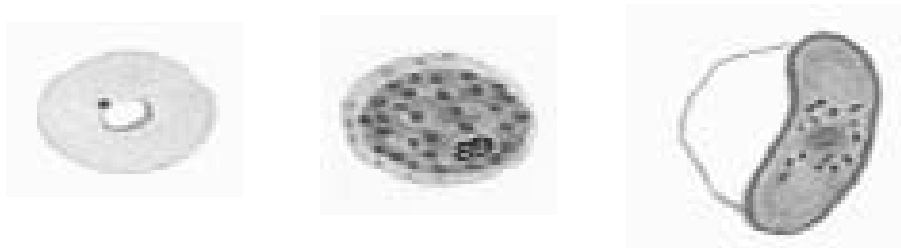
Preprocessing

Proses *preprocessing* sebelum proses klasifikasi melalui 2 tahapan, yaitu segmentasi warna dan ekstraksi ciri. Segmentasi dilakukan untuk memisahkan unsur warna berdasarkan intensitas warna. Hal ini didasarkan bahwa dalam tiap obyek *plasmodium* mempunyai perbedaan warna, sehingga ciri warna yang akan diambil pada saat ekstraksi ciri pada proses berikutnya.

Berikut ini adalah hasil segmentasi warna *plasmodium* menggunakan jumlah *cluster* 3, dan sudah diambil hasil *cluster* terbaik dari 2 hasil *cluster* lainnya.

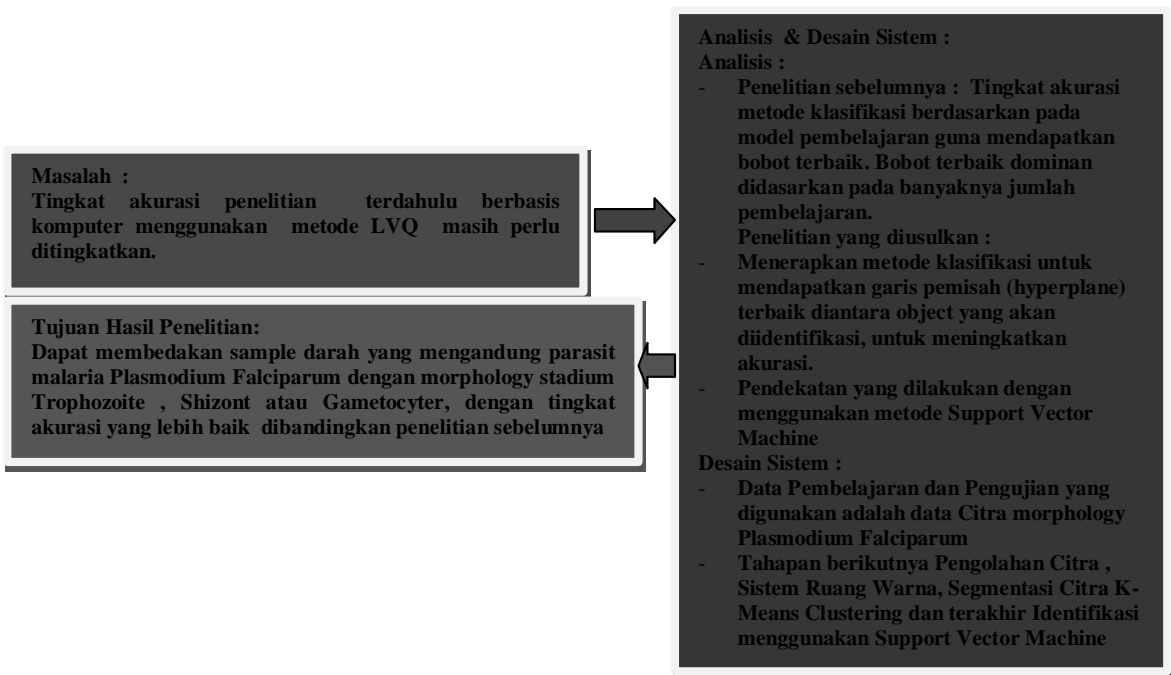
Hasil *cluster* terbaik selanjutnya diekstraksi untuk mendapatkan rata-rata nilai maksimum dari komponen warna R, G dan B. Hasil *cluster* menggunakan *kmeans* berada dalam ruang warna RGB. Proses ekstraksi ciri dapat digambarkan dengan proses berikut :

Tiap citra hasil ekstraksi ciri mempunyai ukuran data *vector* matrik 1 x 50. Proses berikutnya melakukan proses pelatihan menggunakan SVM *multiclass metode ones against ones*

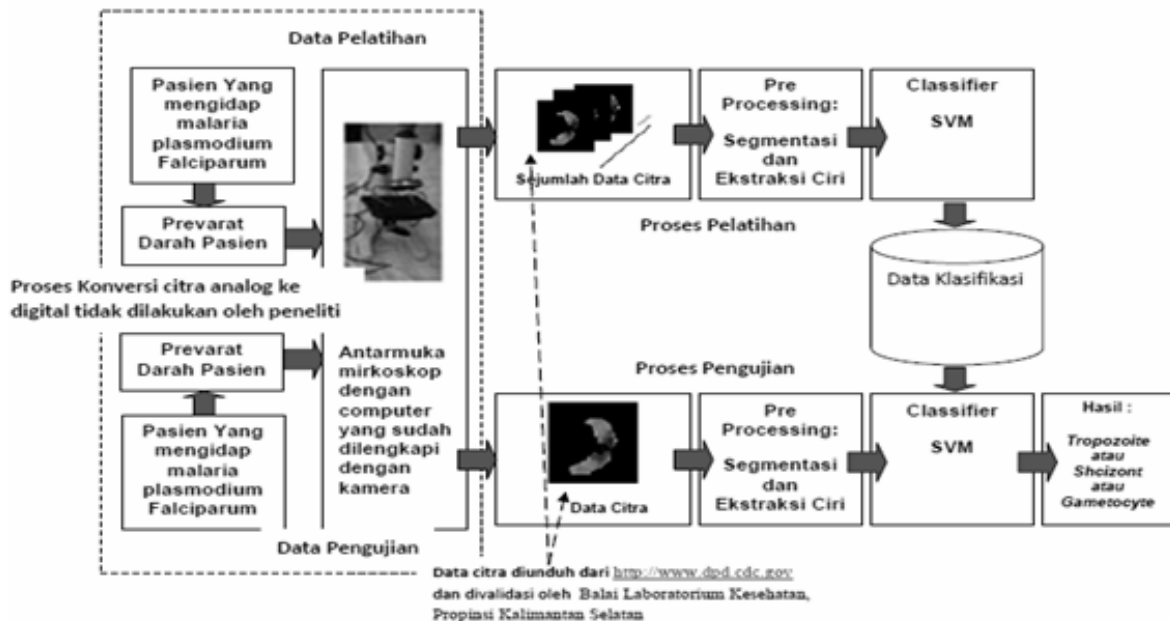


Gambar 1 : Citra *Plasmodium Falciparum Trophozoite, Schizont, Gametocyte*

Dentifikasi Parasit Malaria *Plasmodium* ... - M. Arief S; Ruliah



Gambar 2 : Kerangka Pemikiran



Gambar 3 : Diagram blok penelitian

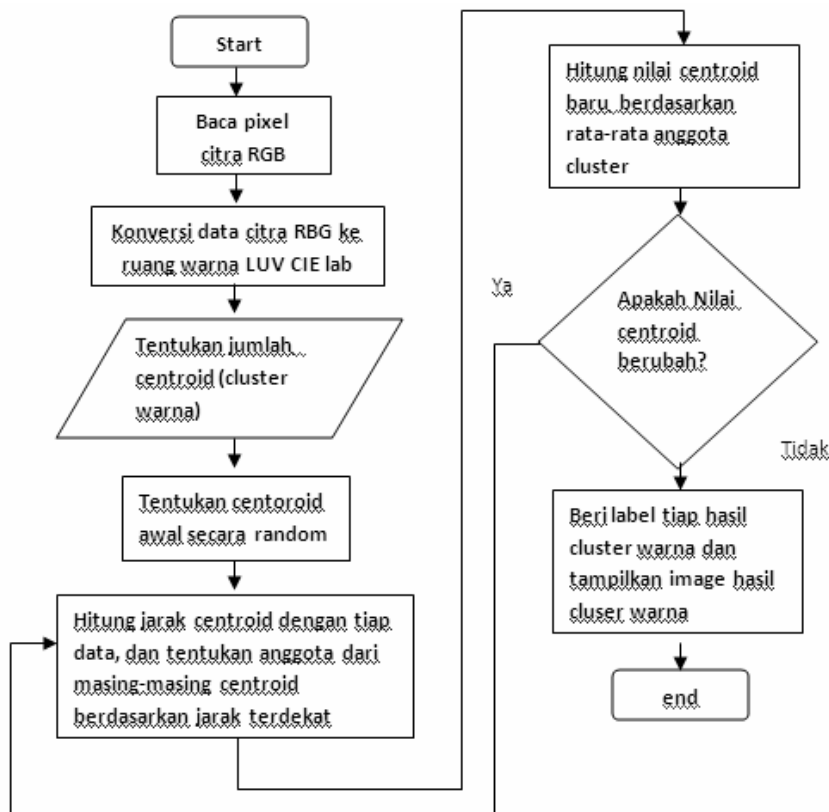
Identifikasi Menggunakan SVM

Data pelatihan yang sudah diekstraksi ciri, selanjutnya menjadi data pelatihan SVM. SVM mempunyai dasar klasifikasi 2 kelas (biner). Karena klasifikasi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan 3 kelas, yaitu *Trophozoite*, *Schizonts* dan *Gametocyter* sehingga jumlah SVM biner dihitung menggunakan rumus $k(k+1) / 2$; (k adalah

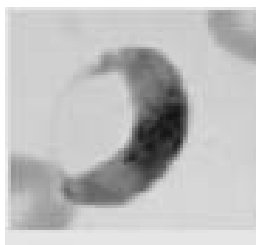
jumlah kelas) dan menghasilkan 3 buah SVM biner. SVM biner yang pertama terdiri dari, *Trophozoite* sebagai kelas 1 dan *Schizonts* sebagai kelas -1, dan seterusnya seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sampel darah yang terdeteksi



Gambar 4 : Flowchart proses *k-means clustering*

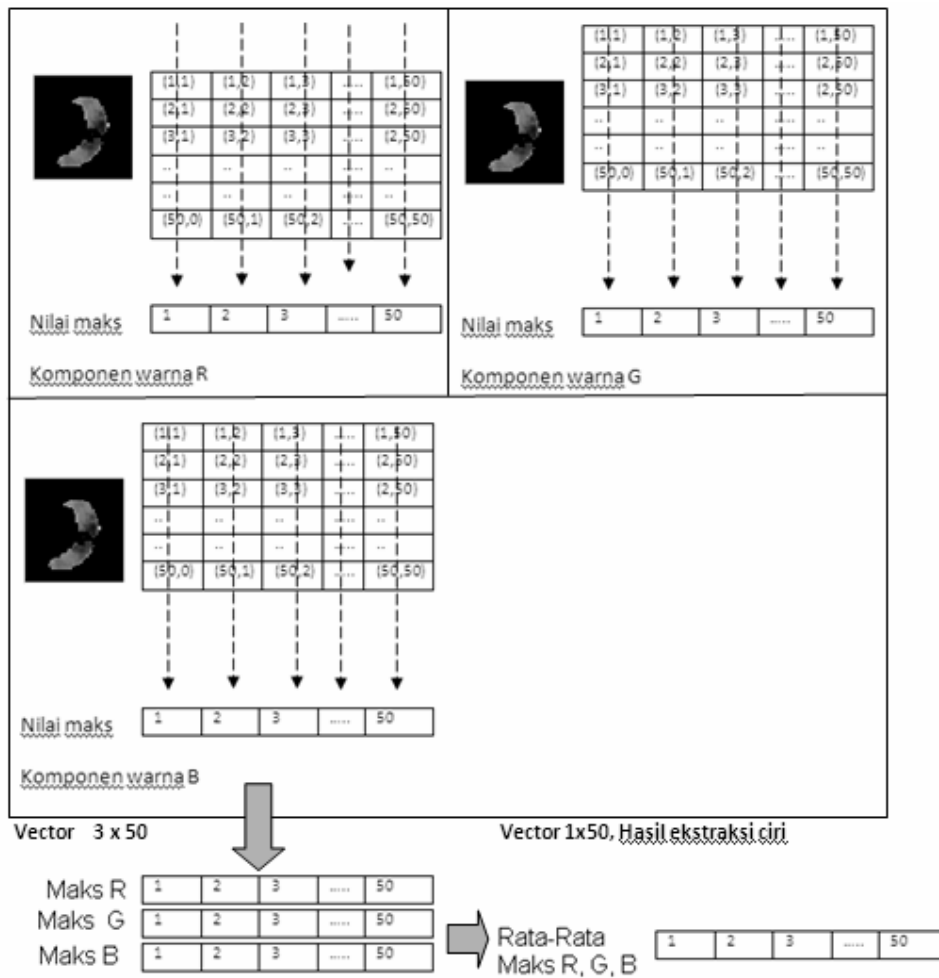


(a) Citra *plasmodium* sebelum cluster



(b) citra *plasmodium* hasil cluster

Gambar 5 : Hasil proses *Kmeans clustering*



Gambar 6 : Proses ekstraksi ciri

Tabel 1. Tiga buah SVM biner dengan metode *ones against ones*

$y_I = 1$	$y_i = -1$	Hipotesis	Training	SVM
<i>Trophozoite</i>	<i>Schizonts</i>	$f^{12}(x) = (w^{12})x + b^{12}$	<i>Trophozoite dan Schizonts</i>	SVM biner Pertama
<i>Trophozoite</i>	<i>Gametocyter</i>	$f^{13}(x) = (w^{13})x + b^{13}$	<i>Trophozoite dan Gametocyter</i>	SVM biner Kedua
<i>Schizonts</i>	<i>Gametocyter</i>	$f^{23}(x) = (w^{23})x + b^{23}$	<i>Schizonts dan Gametocyter</i>	SVM biner Ketiga

Tabel 2. Distribusi data pelatihan dan data pengujian

Data	Plasmodium Falciparum		
	Trophozoite	Schizonts	Gametocyter
Data Pelatihan	Sampel ke 1 s/d 5 dan 11 s/d 15 Parasit1_1.png s/d Parasit1_5.png Dan Parasit1_11.png s/d Parasit1_15.png	Sampel ke 1 s/d 5 dan 11 s/d 15 Parasit2_1.png s/d Parasit2_5.png Dan Parasit2_11.png s/d Parasit2_15.png	Sampel ke 1 s/d 5 dan 11 s/d 15 Parasit3_1.png s/d Parasit3_5.png Dan Parasit3_11.png s/d Parasit3_15.png
	10	10	10
	30		
	Data Pengujian	Sampel ke 6 s/d 10 Parasit1_6.png s/d Parasit1_10.png	Sampel ke 6 s/d 10 Parasit2_6.png s/d Parasit2_10.png
5		5	5
15			

Tabel 3. Pembagian label untuk data pelatihan

	SVM Biner 1		SVM Biner 2		SVM Biner 3	
	Trophozoite	Schizonts	Trophozoite	Gametocyter	Schizonts	Gametocyter
Label	+1	-1	+1	-1	+1	-1

Tabel 4. Hasil pengujian Trophozoites pada tiap SVM Biner

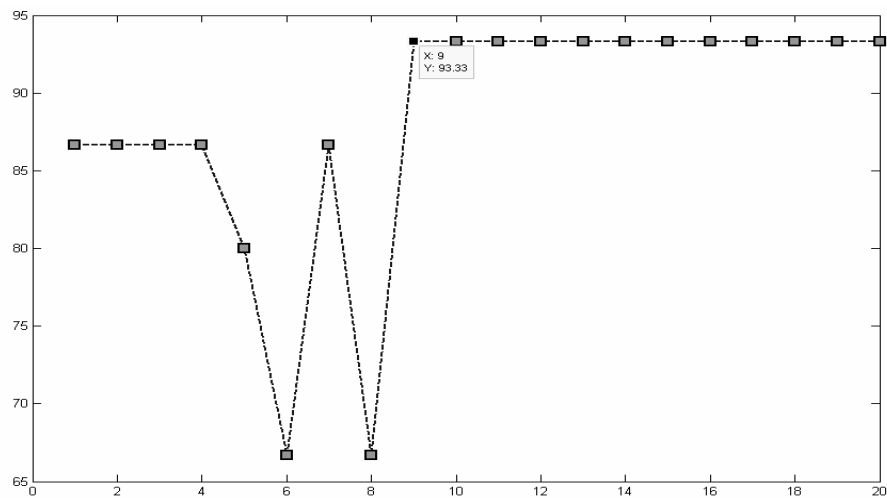
Data Uji	Hasil Identifikasi Pada Setiap SVM Biner						Hasil Voting
	SVM Biner 1		SVM Biner 2		SVM Biner 3		
	Label	Parasit	Label	Parasit	Label	Parasit	
Trophozoite	1	Trophozoite	1	Trophozoite	1	Gametocyte	Trophozoite

Tabel 5. Hasil pengujian seluruh data uji pada tiap SVM biner

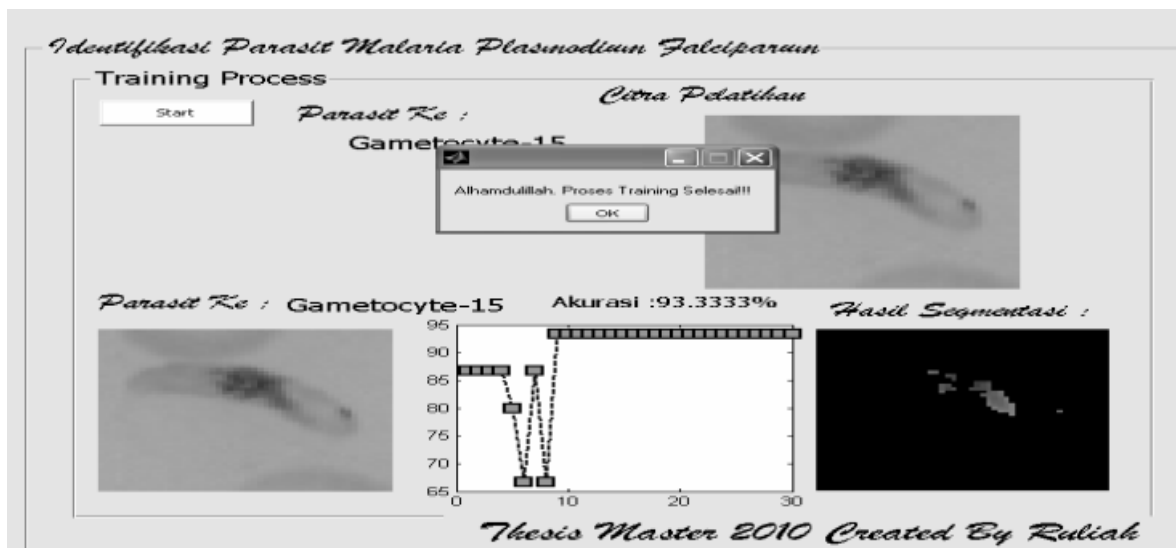
No	Data Uji	Hasil Identifikasi Pada Setiap SVM Biner						Hasil Voting
		SVM Biner 1		SVM Biner 2		SVM Biner 3		
		Label	Parasit	Label	Parasit	Label	Parasit	
1	Trophozoite	1	Trophozoite	1	Trophozoite	1	Schizonts	Trophozoite
2	Trophozoite	1	Trophozoite	1	Trophozoite	-1	Gametocyter	Trophozoite
3	Trophozoite	1	Trophozoite	1	Trophozoite	-1	Gametocyter	Trophozoite
4	Trophozoite	1	Trophozoite	1	Trophozoite	-1	Gametocyter	Trophozoite
5	Trophozoite	1	Trophozoite	1	Trophozoite	-1	Gametocyter	Trophozoite
6	Schizonts	-1	Schizonts	-1	Gametocyter	1	Schizonts	Schizonts
7	Schizonts	-1	Schizonts	-1	Gametocyter	1	Schizonts	Schizonts
8	Schizonts	-1	Schizonts	-1	Gametocyter	1	Schizonts	Schizonts
9	Schizonts	-1	Schizonts	-1	Gametocyter	1	Schizonts	Schizonts

Tabel 6. Tingkat akurasi hasil identifikasi Plasmodium Falciparum

Tingkat Akurasi			Rata-Rata Tingkat Akurasi Hasil Identifikasi
Trophozoites	Schizonts	Gametocyter	
100%	100%	80%	93.33%



Gambar 7 : Gambar proses pelatihan dan pengujian dengan nilai akurasi 93,33% pada pelatihan ke 20



Gambar 8 : Hasil Akurasi Sistem Identifikasi *Plasmodium Falciparum* menggunakan GUI

mengandung parasit malaria *Plasmodium Falciparum* yang mengandung *morphology stadium Trophozoite, Schizont* atau *Gametocyter*, masing masing kelas 15 sampel untuk dilakukan identifikasi dengan pembagian 10 sampel sebagai data pelatihan dan 5 sampel sebagai data pengujian yang disimpan pada folder tertentu.

Tiap data citra mempunyai dimensi 50 x

50 *pixel*. Data pelatihan dan pengujian melalui tahapan proses seperti pada blok diagram penelitian gambar 1. Setelah melalui tahapan segmentasi dan dipilih hasil *cluster* terbaik, Tiap data citra hasil *cluster* kemudian diekstraksi ciri untuk diambil rata-rata nilai maksimum dari komponen warna RGB. Hasil ekstraksi ciri tiap data citra hasil *cluster* mempunyai ukuran dimensi 1x50. Seluruh data

pelatihan selanjutnya disusun berdasarkan komposisi data pelatihan untuk 3 SVM biner. SVM biner pertama mempunyai dimensi data *vector* matriks 20 x 50 untuk 10 data *tropozoite* dan 10 data *schizont*, SVM biner kedua mempunyai dimensi data *vector* matriks 20 x 50 untuk 10 data *tropozoite* dan 10 data *gametocyte*, dan yang terakhir SVM biner ketiga mempunyai dimensi data *vector* matriks 20 x 50 untuk 10 data *Schizont* dan 10 data *gametocyte*. Setiap Sampel baik data uji maupun data pelatihan yang diproses menggunakan SVM Biner dinormalisasi terlebih dahulu sehingga seluruh nilai *pixel* diantara -1 dan 1. Target dari hasil pelatihan ini adalah mencari *Hyperplane* terbaik pada masing-masing SVM biner, yang akan digunakan untuk mengidentifikasi setiap data uji, apakah berada dikelas -1 atau +1. Setiap data pelatihan mempunyai nilai α yang dicari menggunakan *quadratic programming*. Nilai α tersebut menentukan apakah setiap data pelatihan sebagai *support vector* atau bukan. Nilai α yang melebihi *threshold* yang telah ditentukan itulah yang dapat dikatakan sebagai *support vector*. Pada penelitian ini digunakan *threshold alpha* $> 1e-5$.

Seperti halnya data pelatihan yang disusun menjadi 3 buah SVM biner. maka untuk mengklasifikasi data uji, setiap data uji tersebut diproses dalam setiap SVM biner. Setiap sampel data uji dinormalisasi terlebih dahulu sehingga seluruh nilai *pixel* diantara -1 dan 1. dan selanjutnya dipetakan ke *feature space* menggunakan kernel RBF.

Proses pengujian mengikuti rumus 3. untuk menentukan apakah hasil dari rumus tersebut bernilai *negative* atau *positive*. Jika hasilnya adalah *negative* maka data uji tersebut berada pada kelas -1 dan jika hasilnya *positive* maka data uji tersebut berada pada kelas +1. Pembagian label +1 dan -1 untuk data pada setiap SVM biner dapat ditunjukkan pada tabel 3.

Jika kelas +1 adalah lebel untuk *Tropho-*

zoite dan kelas -1 adalah lebel untuk *Schizonts*, sedangkan hasil dari SVM biner tersebut bernilai *positive*, maka hasil klasifikasi untuk kelas SVM biner tersebut adalah *Trophozoite* atau nilai *voting Trophozoite* bertambah 1. Setelah data uji tersebut diproses pada masing-masing SVM biner, maka hasil pengujian akhir mengikuti metode *ones against ones SVM multiclass*. Penentuan suatu data uji masuk dalam kelas *Trophozoite* atau *Schizonts* atau *Gametocyter*, yaitu dengan melakukan *voting* dari hasil seluruh SVM biner.

Tabel 4. menunjukkan hasil pengujian sebuah data uji yang diproses pada SVM biner 1, SVM biner 2 dan SVM biner3. Jika pada SVM biner 1, suatu data uji dinyatakan sebagai *Trophozoite*, di SVM biner 2 dinyatakan sebagai *Trophozoite* dan di SVM biner 3 dinyatakan sebagai *Gametocyte*, maka nilai *voting* untuk data uji tersebut yang terbanyak adalah *Trophozoite*. Dan hasil identifikasi akhir/hasil *voting* dari data uji tersebut dinyatakan sebagai *Trophozoite*.

Hasil akurasi identifikasi 93.33% didapatkan setelah melalui beberapa tahap proses pelatihan untuk mendapatkan *hyperplane* terbaik. Gambar plot proses pelatihan untuk mendapatkan akurasi 93.33% yang diambil dari proses matlab ditunjukkan pada gambar 6 dan 8.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan uji coba dan analisis hasil pengujian terhadap sistem *Identifikasi Plasmodium falciparum* dalam sampel darah Menggunakan *Support Vector Machine*, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Pada proses ekstraksi ciri, ciri warna yang dipakai adalah rata-rata nilai maksimum dari komponen warna RGB dan dapat mengenali pola pada citra parasit *plasmodium falciparum* dengan rata-rata tingkat akurasi keberhasilan sebesar 93.33%,

- b. Tingkat akurasi hasil identifikasi setiap jenis *plasmodium falciparum* menggunakan *Support Vector Machine* yaitu *Throphozoites* (100 %), *Schizonts* (100%), *Gametocyter* (80%). Rata-rata akurasi hasil identifikasi keseluruhan sebesar 93.33 %. Hasil identifikasi *plasmodium falciparum* pada penelitian sebelumnya yang mencapai 91.76% dapat ditingkatkan menjadi 93.33% menggunakan pendekatan *Support Vector Machine*.

Saran

- a. Menambahkan dan memperbaiki tahapan *preprocessing*, sehingga tingkat akurasi dapat ditingkatkan pada sistem pencahayaan yang berbeda-beda. Khususnya jika hasil penelitian digunakan oleh petugas analis di lapangan. Perbaikan pada tahapan *preprocessing* diantaranya memperbaiki *RESOLUSI*, *SHARPNESS* dan *NOISE*
- b. Melakukan *hybrite* atau kombinasi metode segmentasi untuk mengatasi nilai center yang random pada awal proses segmentasi menggunakan *k-mean clustering*. Dapat juga menggunakan metode lain, seperti *mathematic morphology* untuk meningkatkan hasil akurasi.
- c. Pada saat pengambilan citra analog atau konversi citra analog ke citra digital, perlu dilakukan rotasi terhadap data penelitian dengan nilai yang lebih kecil atau setengah dari rotasi pada penelitian ini. Contoh besarnya nilai rotasi sebesar 22.5°, 45° dan 67.5°. Dengan ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi identifikasi.
- d. Perlu adanya penelitian lanjutan yang bersifat *real time* untuk penelitian yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

1. Iis Hamsir Ayub, Adhi Susanto, and Litasari, 2008. *Classification of Plasmodium Falciparum using Learning Vector Quantization Neural Network*. BME Day 2008, Surabaya : 17
2. Departemen Kesehatan RI, 1991, *Pemeriksaan Parasit Malaria Secara Mikroskopik*, hal : 45 : 49, Jakarta
3. Muslim, 2009, *Parasitologi untuk Keperawatan*, EGC, Jakarta
4. Premaratne, SP., Nadira Dharshani Karunaweera., Shyam Fernando, W. Supun R. Parera., and R.P. Asanga S Rajapahaksa, 2006. *A Neural Network Architecture For Automated Recognition of Intracellular Malaria Parasites in Stained Blood Film*. HYPERLINK "http://www.lanka.com.lk" http://www.lanka.com.lk .
5. Qussay A. Salih., Abdul Rahman Ramli., Rozi Mahmud, dan Rahmita Wirza, 2004. *3D Visualization For Blood Cells Analysis Versus Edge Detection*, The internet Journal of Medical Technologi.
6. Nursuprianah, Indah., 2005. *Suatu Model Matematika Dinamika Parasit Malaria Dalam Tubuh Manusia*, Bandung , ITB Central Libarary
7. Stivala, David, Alexander, 2008, *Computational Gene Finding in the Human Malaria Parasite Plasmodium vivax*, University Libarary Digital Repository , Melbourne.
8. Bastian, Olivier, 2006. *Developpments Theoriques et Methods Numeriques Pour Les Analysys Comparatives de Genomes Et Proteomes Biases Application A La Comparaison des Genmes et Proteomes de Plasmodium Falciparum et D'arabidopsis Thaliana*, Tehes Doctuer De L'Universite Joseph Four.

9. Widiastuti, Sri., 2006, *Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prediksi Pengambilan Tindakan Medis Pasien Berdasarkan Diagnosis Klinis*. Tesis. Teknik Elektro. Universitas Gajah Mada.
10. Hendriyono, 2009, *Malaria*, Banjarmasin, Fakultas Kedokteran
11. Nalwan, A. 1997. *Pengolahan Gambar Secara Digital*, Elek Media Komputindo, Jakarta.
12. Nugroho, Anto Satriyo, 2008, *Support Vector Machine*, PTI & Komunikasi BPP Teknologi, Bandung
13. Nugroho, Anto Satriyo., Witarto, Budi Arief, Handoko, Dwi., 2003, *Support Vector Machine – Teori dan Aplikasinya Dalam Bioinformatika*, BPP, Teknologi.
14. Sembiring, Krisantus., 2007, *Tutorial SVM Bahasa Indonesia*, Bandung, Teknik Informatika ITB.
15. Hsu, Chih-Wei, Chih-Jen Lin, 2002. *A Comparison of Methods for Multiclass Support Vector Machine*, IEEE Transactions on Neural Networks.
16. Angulo, Jesus and Georges Flandrin, 2005, *Microscopic image analysis using mathematical morphology: Application to haematological cytology*, Science, Technology and Education of Microscopy
17. Mixer, F.Mark, 2004. *Blood and Tissue Protozoa*, Departement of Tropical Medicine School of Public Health
18. Hsu, Chih-Wei et al. 2004, *A Practical Guide to Support Vector Classification*, Department of Computer Science and Information Engineering, National Taiwan University, Taiwan.
19. Michael, Biehl, Anarto, Ghosh, Barabara, Hammer, 2007, *Dynamic and Generalization Ability of LVQ Algorithms*, MIT.Press
20. Xiang, Sean, Zhou, Thomas, S, Huang, 2001, *Comparing Discriminating Transformations and SVM for Learning During Multimedia Retrieval*, ACM
21. Sergio, Herrero et al., 2007, *Parallel Multiclass Classification Using on GPUs*, USA, Massachusetts Institute of Technology.
22. Lin, Pei-Yi, Hao, and Yen-Hsiu, 2006, *A New Multi-Class Support Vector Machine with Multi-Sphere in the Feature Space*, Taiwan, National Cheng King University Tainan.
23. Nugroho, Anto, Satriyo., 2000, *Support Vector Machine*, Bandung, Pusat Teknologi Informasi & Komunikasi, BPP Teknologi
24. Outtara, Y., S. Sanon. Y. Traore, V. Mahiou, N. Azas and L. Sawadogo, 2006. *Antimalarial Activity of Swartzia Madagascariensis Desv. (Leguminosae), Combretum glitinosum Guill. & Perr. (Combretaceae) and Tinospora bakis Miers. (Menispermaceae)*, Burkina Faso Medicinal Plants, Fr, J. Trad. 3(1): 75-81.
25. Prasetyorini Nurul, 2008, *Aktivitas Ekstrak Herba Sambiloto, Daun Pepaya, dan Buah Pare-pare Terhadap Plasmodium Falciparum*, Bandung, ITB Central Library
26. Santoso, Budi., 2007, *Data Mining, Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*, Surabaya, Graha Ilmu.
27. Santoso, Budi, 2007, *Data Mining Terapan dengan MatLab*, Surabaya, Graha Ilmu.
28. Siang, Jong Jek., *Jaringan Syaraf Tiruan*, 2004, Yogyakarta, Andi Offset.
29. Mauridhi, Hery, Purnomo., Agus, Kurniawan., 2006, *Supervised Neural Network dan Aplikasinya*, Surabaya, Graha Ilmu.
30. Sugiharto, Aris., *Pemrograman GUI dengan MalLab*, 2006, Semarang, Andi Offset