
SEGMENTASI *EXUDATE* PADA CITRA FUNDUS MENGUNAKAN *SELF ORGANIZING MAPS*

Syaiful Anam

Jurusan Matematika, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang, Jawa Timur, Indonesia 65145

^{a)} email korespondensi: syaiful@ub.ac.id

ABSTRAK

Retinopati diabetik merupakan penyakit mata yang disebabkan oleh penyakit diabetes melitus. Retinopati diabetik dapat menyebabkan bocornya pembuluh darah di retina bocor atau pendarahan, dan mendistorsi penglihatan. Diagnosis sejak dini retinopati diabetik sangat penting untuk mencegah kebutaan. *Exudate* adalah salah satu gejala retinopati diabetik. *Ophthalmologists* menggunakan citra fundus pasien untuk mendeteksi *exudate*. Oleh karena itu, sangat penting untuk mendeteksi *exudate* pada citra fundus dalam diagnosis retinopati diabetes. Segmentasi *exudate* pada citra fundus merupakan tugas yang sulit dikerjakan oleh *ophthalmologists* karena citra fundus sering memiliki kualitas yang kurang baik, misalnya batas antar objek pada citra yang kurang jelas dan kontras yang rendah serta adanya *noise*. Metode segmentasi yang baik menjadi suatu kebutuhan dalam diagnosis retinopati diabetik. Terdapat banyak metode segmentasi, salah satunya adalah dengan menggunakan metode *clustering*. *Self Organizing Map* adalah salah satu metode *clustering* yang saat ini banyak digunakan untuk data mining, visualisasi data, dan analisis data eksploratif. Salah satu keunggulan dari algoritma *Self Organizing Map* adalah mampu untuk memetakan data berdimensi tinggi kedalam bentuk peta berdimensi rendah. Berdasarkan alasan tersebut maka makalah ini mengusulkan metode *Self Organizing Map* untuk segmentasi *exudate* pada citra fundus. Dari hasil percobaan diperoleh hasil bahwa metode *Self Organizing Map* mampu bekerja lebih baik dalam mensegmentasi citra fundus dibandingkan metode Fuzzy C-Means.

Kata kunci: *segmentasi, exudate, citra fundus, Self Organizing Map.*

PENDAHULUAN

Secara klasik komplikasi vaskular pada penyakit diabetes melitus secara klasik dibagi menjadi *microvascular* dan *macrovascular*. Komplikasi *microvascular* disebabkan oleh kerusakan pembuluh darah kecil, sedangkan komplikasi *macrovascular* disebabkan oleh kerusakan pada pembuluh darah yang lebih besar. Komplikasi *microvascular* yang paling sering terjadi dari penyakit diabetes melitus adalah penyakit retinopati diabetik.

Saat ini penyakit retinopati diabetik menjadi penyebab utama kebutaan pada populasi usia kerja di dunia barat (Semeraro dkk, 2015). Pada tahap awal, penyakit retinopati diabetik ditandai dengan penyempitan pembuluh darah di mata yang dapat mengakibatkan terjadinya pendarahan, dan penimbunan cairan dan materi berlemak dalam retina. Kondisi ini dapat mengakibatkan penglihatan kabur dan dibiarkan maka dapat menyebabkan kerusakan penglihatan yang parah dan juga kebutaan. Resiko dari retinopati diabetik dapat dikurangi dengan melakukan deteksi awal, mengontrol gula, tekanan darah, dan lipid secara tepat (Tarr dkk, 2013).

Ophthalmologists menggunakan citra retina dari pasien untuk mendiagnosis retinopati diabetik. Citra retina ini dikenal dengan nama citra fundus. Citra fundus yang dihasilkan oleh kamera fundus sering mengandung *noise* dan pencahayaannya tidak merata. Selain itu, detail dari citra fundus seperti pembuluh darah kecil, *microaneurism*, dan *exudate* mungkin dalam kontras rendah. *Exudate* merupakan salah satu

tanda seorang penderita retinopati diabetik. Seorang *ophthalmologists* harus mendeteksi *exudate* pada citra fundus untuk mendiagnosis penyakit retinopati diabetik, tetapi pekerjaan ini menjadi berat dan sulit bagi *ophthalmologists* apabila kualitas citra fundus yang tidak baik. Oleh karena itu metode yang secara otomatis berbantu komputer akan membantu seorang *ophthalmologists* dalam mensegmentasi/ mengenali tanda penyakit retinopati diabetik.

Metode segmentasi citra dapat diterapkan untuk membagi area citra fundus menjadi dua bagian yaitu area *exudate* dan area non *exudate*. Tujuan segmentasi citra adalah membagi citra menjadi satu set wilayah yang terpisah dengan atribut seragam tekstur, dll. (Dhivya dan Anitha, 2014). Pendekatan segmentasi citra dapat dibagi menjadi empat kategori: *thresholding*, deteksi tepi, ekstraksi daerah dan pengelompokan (*clustering*) (Yang dan Huang, 2007). Metode *thresholding* memiliki beberapa kelemahan, seperti sangat bergantung pada puncak dan rincian spasial tidak dipertimbangkan. Sedangkan metode ekstraksi daerah merupakan metode yang mahal dalam hal waktu dan memori (Kaur dan Kaur, 2014). Metode deteksi tepi sensitif terhadap *noise* dan menghasilkan hasil yang tidak akurat (Janoriya dan Parsai, 2017). Untuk alasan ini, metode berbasis *clustering* untuk segmentasi citra akan dipertimbangkan dalam makalah ini. Metode *Self Organizing Map* merupakan salah satu metode terbaik untuk menyelesaikan masalah *clustering*.

Pada tulisan ini mengusulkan metode *Self Organizing Map* untuk segmentasi *exudate* pada citra

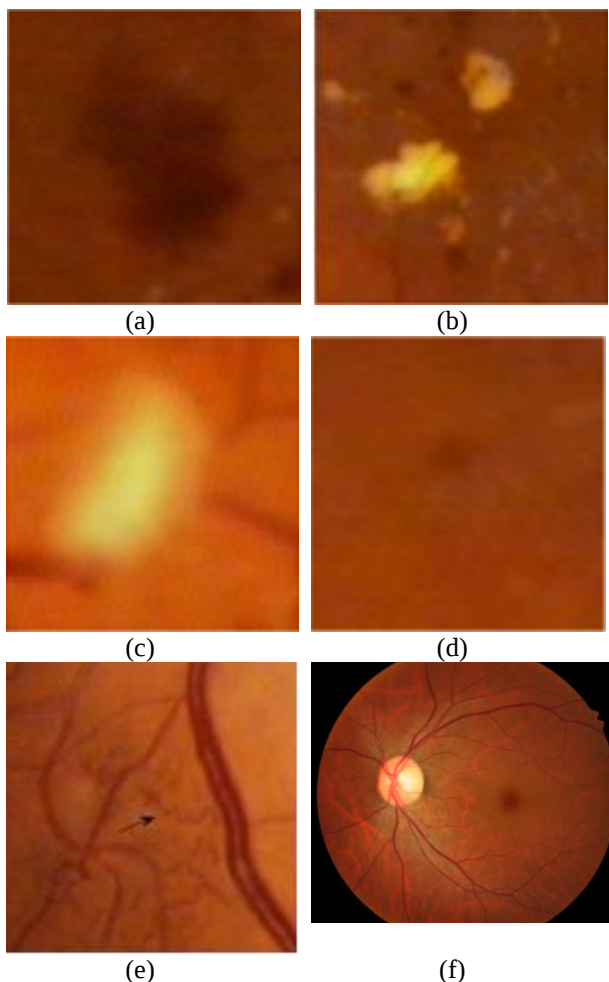
fundus. Hasil segmentasi *exudate* dari citra fundus akan memudahkan *ophthalmologists* dalam mendiagnosis penyakit retinopati diabetik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah studi pustaka dan experimental. Data diambil dari data sekunder. Pada tahap pertama yang dilakukan pada penelitian ini mengkaji beberapa teori yang akan digunakan dalam pembahasan pada tulisan ini misalnya retinopati diabetik dan citra fundus, dan metode *Self Organizing Map*.

Retinopati Diabetik dan Citra Fundus

Retinopati diabetik adalah komplikasi mikro-vaskular yang disebabkan oleh diabetes yang dapat menyebabkan kebutaan. Kelainan yang terdeteksi pertama adalah *microaneurism* yang menyebabkan pembesaran pembuluh kapiler retina. *Microaneurism* yang pecah dapat menyebabkan *hemorrhage* dapat dilihat pada Gambar 1.(a).



Gambar 1. Temuan abnormal pada citra fundus yang disebabkan oleh retinopati diabetik. (a) Hemorrhage, (b) Hard exudate, (c) Soft exudate, (d) Microaneurim, (e) Neovascularization, (f) Citra fundus.

Setelah itu mungkin muncul *hard exudate* seperti ditunjukkan oleh Gambar 1.(b). *Hard exudate* adalah formasi lipid yang bocor dari pembuluh darah yang lemah. Seiring dengan parahnya penyakit retinopati,

pembuluh darah bisa menjadi terhambat yang menyebabkan mikroinfarct di retina yang disebut soft exudate seperti ditunjukkan oleh Gambar 1.(c). Kurangnya oksigen yang disebabkan oleh mikroinfarct menyebabkan berkembangnya pembuluh rapuh baru (*neovascularization*), seperti ditunjukkan oleh Gambar 1.(d). Fenomena ini dapat menyebabkan hilangnya penglihatan secara mendadak. Diagnosis retinopati diabetik dengan menggunakan citra fundus sangat diperlukan karena penyakit ini bersifat progresif, contoh dari citra fundus dapat dilihat pada Gambar 1.(f).

Self-Organizing Map

Self-Organizing Map diperkenalkan oleh Teuvo Kohonen. *Self-Organizing Map* merupakan salah tipe jaringan syaraf tiruan yang bertujuan untuk melakukan visualisasi data dengan cara mengurangi dimensi data melalui penggunaan *self-organizing neural networks* sehingga manusia dapat mengerti *high-dimensional* data yang dipetakan dalam bentuk *low-dimensional* data. *Self-Organizing Map* menggunakan metode pembelajaran tanpa bimbingan atau *unsupervised learning* yang mengasumsikan sebuah topologi yang terstruktur menjadian unit-unit kelas/*cluster* (Fausett, 1993).

Pada algoritma *Self-Organizing Map*, vektor bobot untuk setiap unit cluster berfungsi sebagai contoh dari input pola yang terkait dengan *cluster* itu. Selama proses *self-organizing*, *cluster* satuan yang bobotnya sesuai dengan pola vektor input yang paling dekat (biasanya, kuadrat dari jarak Euclidean minimum) dipilih sebagai pemenang. Unit pemenang dan unit tetangganya (dalam pengertian topologi dari unit *cluster*) terus memperbarui bobot (Fausett, 1993). Setiap keluaran akan bereaksi terhadap pola *input* tertentu sehingga hasil Kohonen *Self-Organizing Map* akan menunjukkan adanya kesamaan ciri antar anggota dalam *cluster* yang sama.

Secara garis besar algoritma pembelajaran *unsupervised* pada Kohonen *Self-Organizing Map* adalah sebagai berikut:

- 1) Menetapkan:
 - a. Jumlah Variabel (n)
 - b. Jumlah Data
 - c. Jumlah Cluster (m)
- 2) Inisialisasi bobot w_{ij} , set parameter *learning rate* α , parameter tetangga, dan maksimum Epoch.

- 3) Melakukan langkah berikut sampai kondisi stop bernilai false: Untuk setiap input vektor x , langkah yang dilakukan:

- a. Menghitung

$$D(j) = \sum_{i=1}^n (w_{ij} - x_i)^2, 1 \leq j \leq m. \quad (1)$$

- b. Mencari indeks j yang nilai $D(j)$ adalah minimum
- c. Menghitung

$$w_{ij}(\text{new}) = w_{ij}(\text{old}) + \alpha(x_i - w_{ij}(\text{old})) \quad (2)$$

untuk semua unit j dengan spesifikasi tetangga dalam radius tertentu, dan untuk setiap i

- d. Meng-update *learning rate* setiap epoh, dimana setiap epoh terdiri dari n data yang pada setiap perhitungan data akan diperbaharui bobotnya
- e. Mengurangi radius ke-tetangga-an pada waktu tertentu
- f. Test Kondisi berhenti

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam tulisan ini mengusulkan suatu metode untuk segmentasi *exudate* pada citra fundus dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *Self Organizing Map*. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa citra fundus seperti terlihat pada Gambar 2. Diagram alir metode yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 3. Pada diagram alir tersebut dapat dilihat bahwa langkah pertama adalah memasukkan data berupa citra fundus. Selanjutnya citra dalam format RGB tersebut dikonversi menjadi format CIE L^*a^*b dan diambil komponen a dan b nya. Langkah terakhir adalah melakukan segmentasi menggunakan jaringan syaraf tiruan SOM. Tahapan secara detail akan dibahas sebagai berikut:

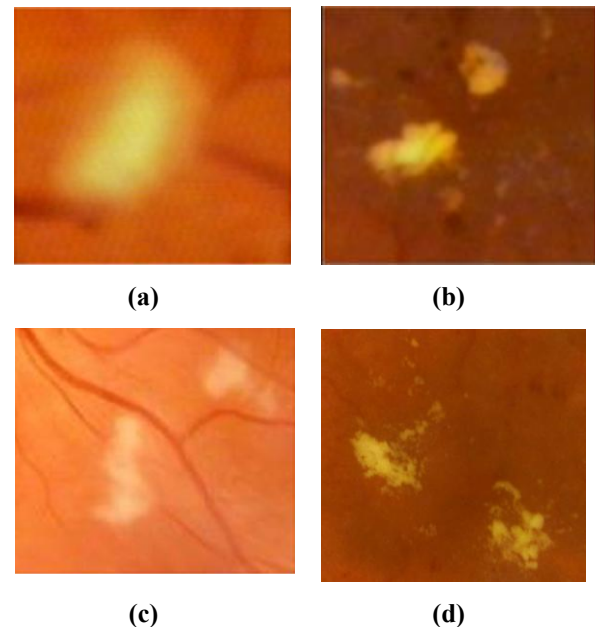
Konversi Citra dari Format RGB ke format CIE L^*a^*b

Citra fundus yang digunakan memiliki format RGB (merah, hijau, biru). Karena tidak semua citra fundus memiliki pencahayaan yang merata maka citra fundus dalam format RGB kurang baik digunakan untuk proses segmentasi *exudate* pada citra fundus. Oleh karena itu sebelum disegmentasi maka komponen iluminasi dari citra fundus harus dibuang terlebih dahulu.

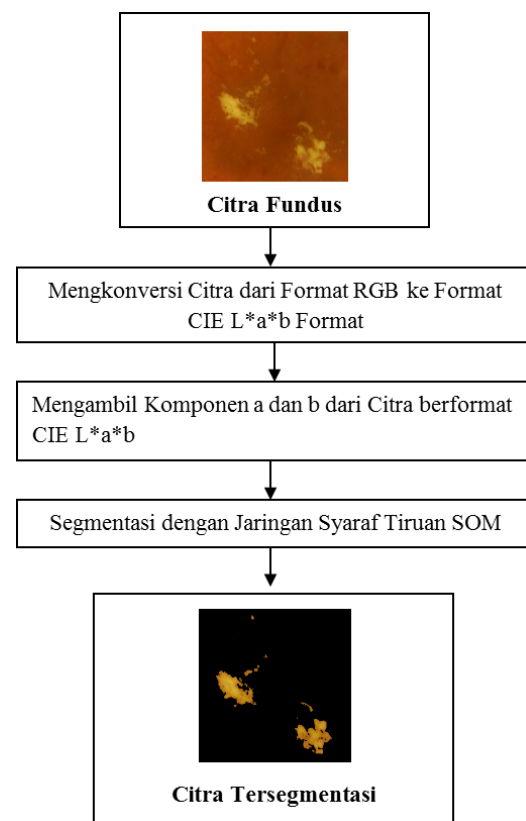
Format citra yang memungkinkan mengambil iluminasinya adalah CIE L^*a^*b . Format citra CIE L^*a^*b memiliki tiga komponen yaitu elemen L (iluminasi), a (hijau-merah) dan b (biru-kuning). Oleh karena itu maka pada penelitian ini citra fundus perlu dikonversikan dari format RGB ke format CIE L^*a^*b . Gambar 4 (b), (c), (d) menunjukkan setiap komponen citra fundus dalam format CIE L^*a^*b . Komponen a (merah-hijau) dapat dilihat pada Gambar 4(b), komponen kuning-biru b dapat dilihat pada Gambar 4 (c) dari format CIE L^*a^*b dan komponen iluminasi L dapat dilihat pada Gambar 4 (d). Hasil eksperimen pada Gambar 4 tersebut menunjukkan bahwa komponen merah-hijau dan biru-kuning dari format CIE L^*a^*b dapat membedakan *exudate* pada citra fundus dan area lainnya. Untuk alasan ini, hanya komponen a dan b saja yang diambil untuk segmentasi pada langkah berikutnya. Langkah terakhir adalah mengambil komponen a dan b dari citra fundus dan menggunakan komponen tersebut untuk sebagai masukan pada jaringan syaraf tiruan *Self Organizing map*.

Segmentasi Citra dengan *Self Organizing Map*

Komponen a dan b pada suatu citra yang direpresentasikan sebagai matriks A dan B dapat dilihat pada persamaan (3) dan (4). Selanjutnya dikonversi menjadi tabel data yang masukkan untuk jaringan sya-



Gambar 2. Data citra fundus yang digunakan untuk eksperimen. (a). Citra uji 1. (b) Citra uji 2. (c) Citra uji 3. (d) Citra uji 4.



Gambar 3. Diagram alir dari metode yang diusulkan.

$$A = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,N} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{M,1} & a_{M,2} & \dots & a_{M,N} \end{bmatrix} \quad (3)$$

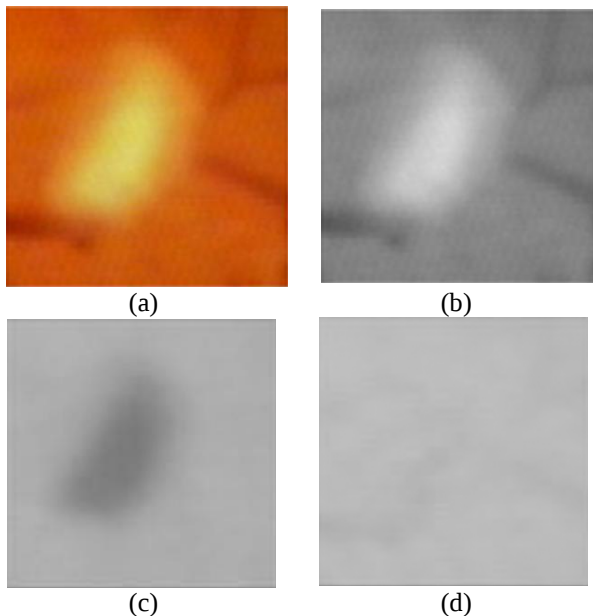
dan

$$B = \begin{bmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} & \dots & b_{1,N} \\ b_{2,1} & b_{2,2} & \dots & b_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{M,1} & b_{M,2} & \dots & b_{M,N} \end{bmatrix} \quad (4)$$

raf tiruan *Self Organizing Map* seperti pada Tabel 1. Selanjutnya X_1 dan X_2 akan digunakan sebagai masukan jaringan syaraf tiruan *Self Organizing Map*. Jumlah variabel (n) yang digunakan sebanyak 2 yaitu X_1 dan X_2 dan jumlah cluster (m) sebanyak dua.

Tabel 1. Hasil Konversi matriks A dan B menjadi tabel data X .

X_1	X_2
$a_{1,1}$	$b_{1,1}$
$a_{1,2}$	$b_{1,2}$
...	...
$a_{1,N}$	$b_{1,N}$
$a_{2,1}$	$b_{2,1}$
$a_{2,2}$	$b_{2,2}$
...	...
$a_{2,N}$	$b_{2,N}$
...	...
$a_{M,1}$	$b_{M,1}$
...	...
$a_{M,N}$	$b_{M,N}$

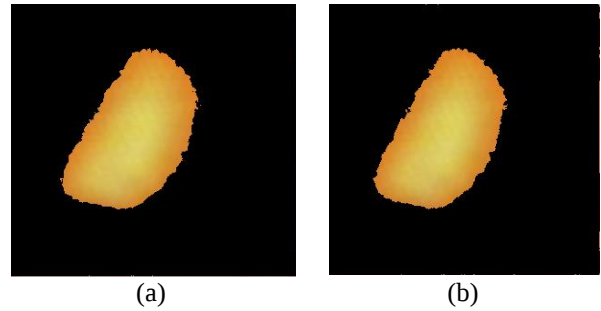


Gambar 4. (a) Citra fundus dalam format RGB. (b) Komponen a dari format CIE L*a*b. (c) Komponen b dari format CIE L*a*b. (d) Komponen L dari format CIE L*a*b.

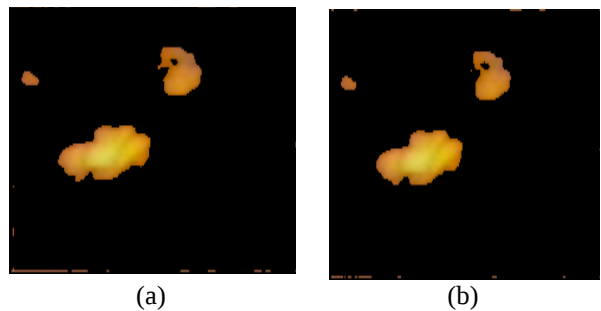
Hasil dan Diskusi

Metode yang diusulkan dievaluasi kinerjanya dengan menggunakan empat buah citra fundus seperti

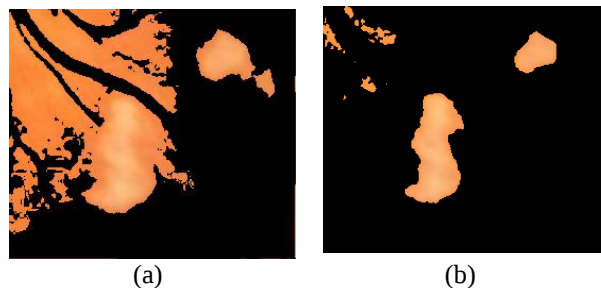
terlihat pada Gambar 2. Metode yang diusulkan dibandingkan dengan metode *Fuzzy C-Means*.



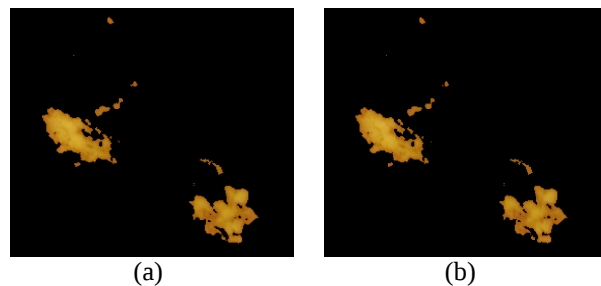
Gambar 5. Hasil eksperimen untuk citra uji 1. (a) Metode *Fuzzy C-Means*. (b) *Self Organizing Map*.



Gambar 6. Hasil eksperimen untuk citra uji 2. (a) Metode *Fuzzy C-Means*. (b) *Self Organizing Map*.



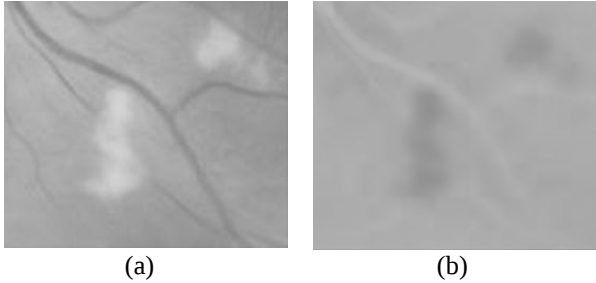
Gambar 7. Hasil eksperimen untuk citra uji 3. (a) Metode *Fuzzy C-Means*. (b) *Self Organizing Map*.



Gambar 8. Hasil eksperimen untuk citra uji 4. (a) Metode *Fuzzy C-Means*. (b) *Self Organizing Map*.

Gambar 4, 5, 6, 7 dan 8 menunjukkan perbandingan hasil segmentasi metode yang diusulkan dan algoritma fuzzy C-means. Gambar tersebut menunjukkan bahwa metode yang diusulkan lebih berhasil melakukan segmentasi antara daerah *exudate* dan daerah yang bukan *exudate* jika dibandingkan

metode *Fuzzy C-Means*. Gambar 7 memperlihatkan bahwa metode yang diusulkan jauh lebih baik dibandingkan metode *Fuzzy C-Means*. Walaupun metode yang diusulkan ada kesalahan deteksi tetapi kesalahannya tidak sebesar dari metode *Fuzzy C-Means*. Kesalahan deteksi ini diakibatkan oleh metode yang diusulkan tidak mampu membedakan membedakan daerah *exudate* dan daerah *non exudate*.



Gambar 9.(a) Komponen hijau-merah dari citra uji pada Gambar 7. (b) Komponen biru-kuning dari citra uji pada Gambar 7.

Gambar 9 (a) Komponen hijau-merah dari citra uji pada Gambar 7. Dari Gambar 9 (a) terlihat adanya pembuluh darah yang terlihat lebih gelap dan Gambar 9 (b). Hal ini menyebabkan jaringan syaraf tiruan tidak dapat membedakan daerah *exudate* dan *non exudate*. Sedangkan Gambar 9 (b) menunjukkan Komponen biru-kuning dari citra uji pada Gambar 7. Pada Gambar 9 (b) terlihat perbedaan antara daerah *exudate* dan *non exudate*. Daerah *exudate* terlihat lebih gelap daripada *non exudate*. Untuk mengatasi masalah ini, perlu dicoba operasi lain untuk menghilangkan pembuluh darah sebelum dilakukan deteksi *exudate*.

KESIMPULAN

Metode *Self Organizing Map* berhasil mensegmentasi *exudate* pada citra fundus pada hampir semua citra uji yang digunakan. Hasil segmentasi

exudate pada citra fundus dengan menggunakan metode *Self Organizing Map* hasilnya lebih baik dibandingkan metode *Fuzzy C-Means*.

REFERENSI

- Semeraro, F., Cancarini, A., Dell'Omo, R., Rezzola, S., Romano, M. R., & Costagliola, C., 2015. Diabetic Retinopathy: Vascular and Inflammatory Disease, *Journal of Diabetes Research*, 2015, pp.1-16.
- Tarr, J. M., Kaul, K., Chopra, M., Kohner, E. M., & Chibber, R., 2013. Pathophysiology of Diabetic Retinopathy, *ISRN Ophthalmology*, 2013, pp.1-13.
- Dhivya, A. & Anitha, D., 2014. Detection Of Tumor Region Using Fast Fuzzy Clustering Algorithm, *International Journal of Research in Computer Applications and Robotics*, 2 (4), pp. 145-149.
- Yang, Y. & Huang, S., 2007. Image Segmentation By Fuzzy C-Means Clustering Algorithm With A Novel Penalty Term, *Computing and Informatics*, 26, pp. 17-31.
- Kaur, D. & Kaur, Y., 2014. Various Image Segmentation Techniques: A Review *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 3 (5), pp. 809-814.
- Janoriya, S. dan Parsai, M. P., 2017. Critical Review on Edge Detection Techniques in Spatial Domain on Low Illumination Images, *International Journal of Computer Science Trends and Technology*, 5(2), pp.86-90.
- Prentasac, P., 2013. Detection of Diabetic Retinopathy in Fundus Photographs, https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/KDI_Prentasac_Pavle.pdf. Tanggal Akses 7 September 2017
- Fausett, L. V., 1997. *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms And Applications (1st ed.)*. USA: Pearson.