

Implementasi Jaringan Saraf Tiruan Sebagai Alat Bantu Deteksi Infeksi Saluran Kemih Melalui Citra Bakteri Pada Urin

Zecha Anugrah Novianti¹, Delima Ayu Saraswati², Suryani Dyah Astuti³

^{1,2,3} Program Studi S1 Teknobiomedik, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, Surabaya

Abstract

Urinary Tract Infection (UTI) is a disease caused by bacteria growing in a certain amount along the urinary tract. UTI detection is detect by urine culture examination that needs a long time and costly. This study is aim to be a UTI detection tools via the image of bacteria in the urine to prevent a long time detection and also the cost. Input on software is the image of the bacteria in the urine. Images of bacteria treated with image processing method within grayscale, thresholding, and image segmentation. Those steps is to obtain images that represent characteristics of bacteria in the urine. Output of the software is divided into three classes, UTI caused by Escherichia coli, UTI caused by Klebsiella sp, and normal urine. The accuracy of this software is 97%, with a learning rate parameter 0.25 and a reduction in the rate of learning 0.10.

Keyword: Neural Networks, Image of Bacteria, Image Processing

Abstrak

Infeksi Saluran Kemih (ISK) adalah penyakit yang disebabkan oleh tumbuhnya bakteri dalam jumlah tertentu di sepanjang saluran kemih. Pendeteksian ISK dilakukan dengan pemeriksaan kultur urin yang memakan waktu lama dan biaya yang mahal. Penelitian ini bertujuan untuk alat bantu deteksi ISK melalui citra bakteri pada urin untuk membantu mempersingkat biaya dan waktu pendeteksian. Masukan pada perangkat lunak adalah citra bakteri pada urin. Citra bakteri diolah dengan metode pengolahan citra *grayscale*, *thresholding* dan segmentasi citra sehingga didapatkan ciri citra yang merepresentasikan bakteri pada urin. Keluaran dari perangkat lunak dibagi menjadi tiga kelas, ISK bakteri *Eschericia coli*, ISK bakteri *Klebsiella sp*, dan urin normal. Tingkat akurasi perangkat lunak ini sebesar 97%, dengan parameter laju pembelajaran 0.25 dan pengurangan laju pembelajaran 0.10.

Kata Kunci: Jaringan Saraf Tiruan, Citra Bakteri, Pengolahan Citra

1. Pendahuluan

ISK adalah kolonisasi bakteri di berbagai segmen di saluran kemih, vagina atau daerah uretra, dimana uretra merupakan saluran yang menuju saluran kemih. Bakteri dapat masuk melalui uretra dan kemudian dapat berjalan hingga kandung kemih dan bahkan ginjal [1]. ISK merupakan penyakit infeksi kedua terbanyak. ISK dapat menyerang wanita maupun pria, baik di tingkat anak – anak maupun dewasa. Penyakit ini lebih banyak menyerang kaum wanita dibanding pria dengan tingkat perbandingan 9:1. Hal ini diakibatkan oleh uretra wanita yang pendek sehingga memudahkan bakteri mencapai kandung kemih [2]. 90% penyebab ISK diakibatkan oleh infeksi organism *Eschericia coli* [3].

Diagnosis ISK dilakukan dengan pemeriksaan biakan urin dengan waktu yang relatif lama, biaya lebih mahal dan tersedia di pusat pelayanan kesehatan yang lengkap. Hal inilah yang menjadi dasar untuk membangun sistem alat bantu deteksi bakteri penyebab ISK berbasis jaringan saraf tiruan melalui citra bakteri pada urin yang berguna untuk mempersingkat waktu dan biaya yang mudah terjangkau.

Pemanfaatan jaringan saraf tiruan dalam identifikasi bakteri dalam urin telah dilakukan dengan memanfaatkan metode SOM dan tingkat keberhasilan sebesar 90% [4]. Penggunaan pengolahan citra digital mikroskopik urin telah digunakan juga untuk mendeteksi ada dan tidaknya bakteri [5]. Penelitian ini menggunakan jaringan saraf tiruan metode LVQ yang dapat mengklasifikasikan masukan secara berkelompok ke dalam kelas yang telah didefinisikan melalui jaringan yang telah dilatih [6].

Ulasan di atas menjadi dasar penelitian ini, sebagai metode alternatif dalam identifikasi dan penentuan bakteri penyebab ISK. Program meliputi grayscale, thresholding menggunakan metode Otsu, penghitungan area bakteri dan urin normal, penghitungan keliling bakteri dan urin normal serta penentuan bakteri penyebab ISK menggunakan jaringan saraf tiruan (JST). Adapun model JST yang digunakan adalah model *Learning Vector Quantization* (LVQ). Metode ini digunakan untuk melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Lapisan kompetitif akan mengklasifikasikan vektor – vektor input. Jika 2 vektor

input mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan mengelompokkan kedua vektor input kedalam kelas yang sama [7]. Pola masukan dibagi menjadi 3 kelompok, yakni ISK akibat bakteri *Eschericia coli*, ISK akibat bakteri *Klebsiella sp*, dan urin normal. Dengan demikian sampel citra bakteri *Eschericia coli* dan citra bakteri *Klebsiella sp* untuk kasus ISK dan citra urin normal untuk keadaan sehat, digunakan dalam masa pelatihan JST. Keseluruhan program dibuat dengan menggunakan MATLAB.

2. Dasar Teori

2.1 Grayscale

Grayscale adalah proses untuk merubah citra warna menjadi citra gradasi warna hitam dan putih. Perhitungan matematis untuk mendapatkan grayscale adalah dengan metode mengambil ketiga nilai unsur warna dasar, *red*, *green*, *blue*, yang kemudian dirata – rata dengan persamaan 1

$$x = \frac{(r+g+b)}{3} \quad \dots\dots\dots (1)$$

2.2 Thresholding

Thresholding adalah cara untuk mengatur jumlah *grayscale* pada citra sesuai dengan kebutuhan sehingga dapat digunakan untu merubah citra menjadi deretan bilangan biner. Hasil yang diperoleh dari langkah ini adalah citra dengan dua warna.

$$f'(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{jika } f(x,y) \geq T \\ 0, & \text{jika } f(x,y) < T \end{cases} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Masukan pada operasi *thresholding* adalah tipe gambar *grayscale* dan memiliki keluaran dengan citra biner, yakni citra yang mengandung hanya piksel hitam dan piksel putih saja, yang menunjukkan segmentasi citra. Intensitas *threshold* merupakan aplikasi threshold yang hanya bergantung pada parameter tunggal [8].

Metode *thresholding* dapat dilakukan dengan Metode Otsu. Metode ini menentukan nilai ambang dengan menggunakan analisis diskriminan [9]. Citra masukan merupakan citra yang telah dirubah kedalam skala keabuan kedalam dua daerah yang berbeda secara otomatis tanpa membutuhkan bantuan *user* untuk

memasukkan nilai ambang. Pendekatan yang dilakukan dengan metode otsu adalah dengan analisis diskriminan yaitu menentukan suatu variabel yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Analisis diskriminan akan memaksimumkan variabel tersebut agar dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Analisis diskriminan akan memaksimumkan variabel tersebut agar dapat membagi *foreground* dan *background*.

Nilai ambang yang akan dicari dari suatu citra dalam skala keabuan dinyatakan dengan nilai k. nilai k berkisar antara 1 sampai dengan L, dengan nilai $L = 255$. Probabilitas setiap piksel pada level ke I dapat dinyatakan :

$$p_i = n_i / N \quad \dots\dots\dots 3$$

Dengan:

n_i menyatakan jumlah piksel pada level ke i

N menyatakan total jumlah piksel pada citra.

Nilai *Zeroth cumulative moment*, *first cumulative moment*, dan total nilai *mean* berturut – turut dapat dinyatakan dengan rumus berikut :

$$\omega(k) = \sum_{i=1}^k P_i \quad \dots\dots\dots 4$$

$$\mu(k) = \sum_{i=1}^k i \cdot P_i \quad \dots\dots\dots 5$$

$$\mu_T = \sum_{i=1}^L i \cdot P_i \quad \dots\dots\dots 6$$

Nilai ambang k dapat ditentukan dengan memaksimumkan persamaan :

$$\sigma_B^2(k^*) = \max \sigma_B^2(k) \quad \dots\dots\dots 7$$

dengan

$$\sigma_B^2(k) = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]} \quad \dots\dots\dots 8$$

2.3 Jaringan Saraf Tiruan (JST)

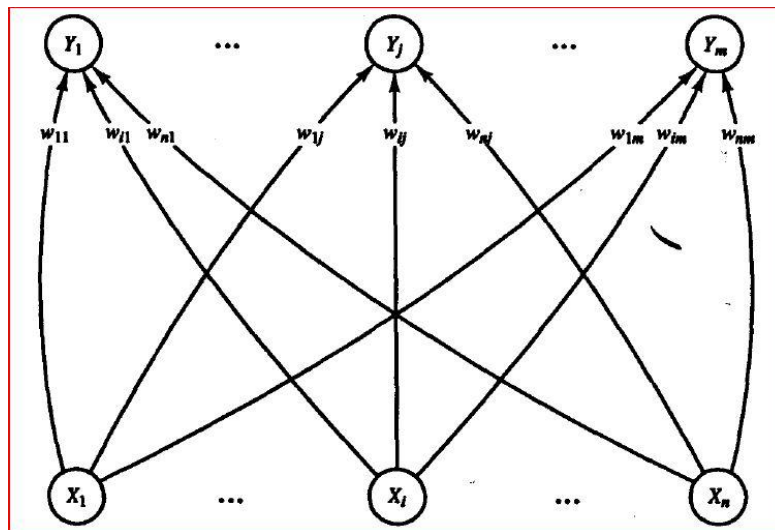
Jaringan saraf tiruan merupakan sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik tampilan menyerupai jaringan saraf biologis. Jaringan saraf tiruan telah banyak dikembangkan secara umum sebagai model matematis dari saraf biologis, dengan asumsi sebagai berikut :

1. Pemrosesan informasi terdapat pada beberapa elemen sederhana yang disebut neuron.

2. Sinyal akan berjalan diantara beberapa neuron yang berakhir pada rantai penghubung.
3. Setiap rantai penghubung memiliki bobot, dimana dalam jaringan saraf tiruan yang has adalah melipatgandakan sinyal yang ditransmisikan.
4. Setiap neuron memiliki fungsi aktivasi sebagai masukan yang kemudian digunakan untuk menentukan keluaran [10].

2.4 *Learning Vector Quantization (LVQ)*

Arsitektur LVQ baik digunakan untuk mengklasifikasikan masukan secara berkelompok ke dalam kelas yang telah didefinisikan melalui jaringan yang telah dilatih. LVQ memiliki masukan n dan mengelompokkan ke dalam keluaran m . Pada proses pelatihan jaringan ini akan membandingkan nilai dari vektor yang dilatih dengan semua elemen pemroses. Jarak terkecil antara vektor yang dilatih dengan elemen pemroses akan menentukan kelas dari data yang dilatih. Vektor target yang digunakan untuk inisialisasi jaringan LVQ memiliki distribusi target yang sama sebagai data pelatihan jaringan yang dilatih sehingga dapat dipastikan kelasnya [11].



Gambar 1. Arsitektur jaringan LVQ

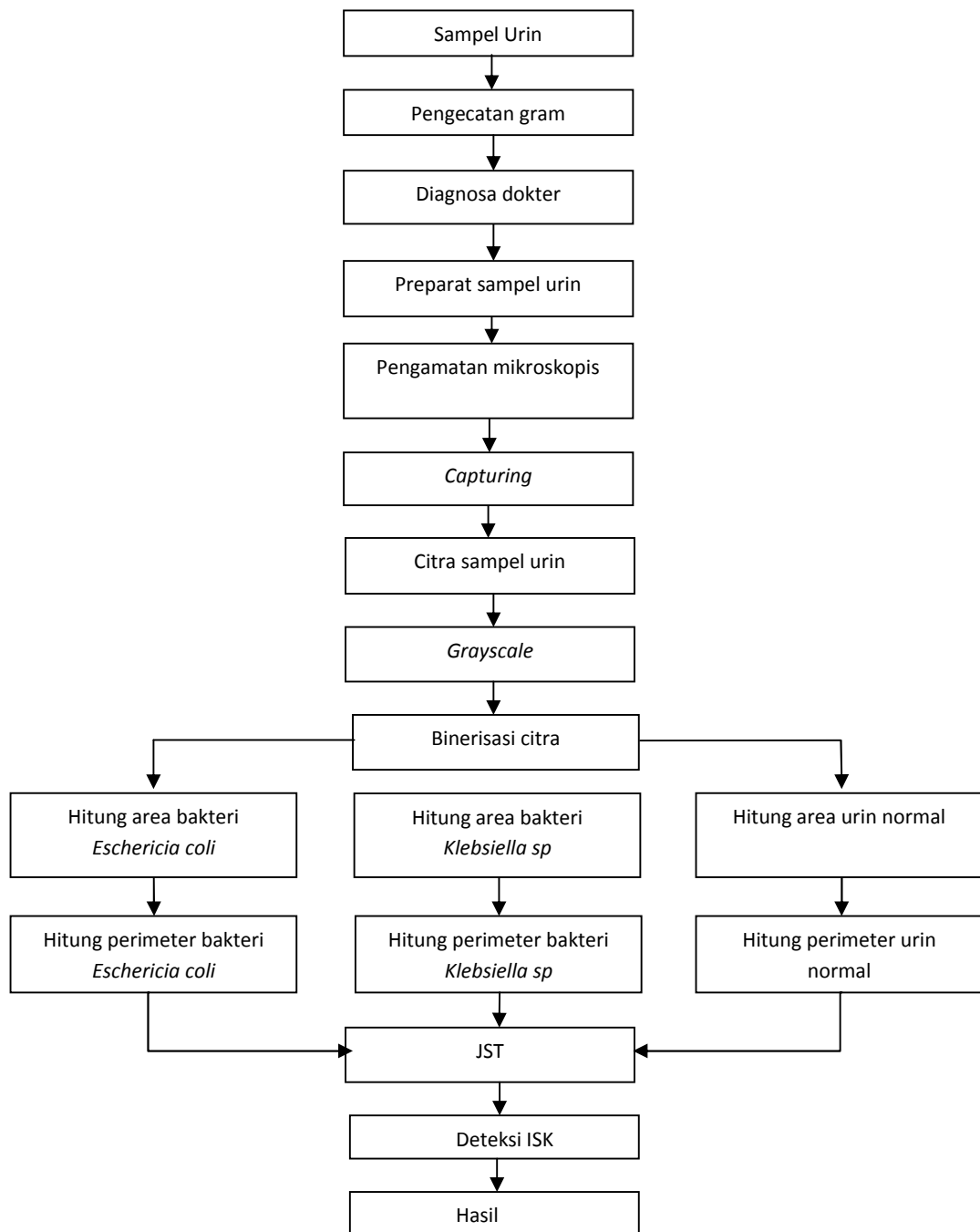
3. Metodologi

3.1 Perolehan Data

Pengumpulan data sampel penelitian meliputi perolehan sampel urin penderita ISK akibat bakteri *Eschericia coli* dan *Klebsiella sp.* Sampel urin tersebut kemudian dilakukan proses kultur bakteri dan pengecatan gram bakteri guna memastikan bakteri penyebabnya. Setelah dilakukan kultur bakteri dan pengecatan gram bakteri dilakukan diagnosa oleh dokter patologi klinik. Hasil pengecatan gram bakteri akan digunakan untuk proses pembuatan preparat bakteri *Eschericia coli* dan *Klebsiella sp.* Hasil dari pengumpulan data, diperoleh data sampel untuk kriteria ISK *Eschericia coli*, ISK *Klebsiella sp.*, dan urin normal masing – masing 40 data. Seluruh citra yang diperoleh berformat jpeg, dengan ukuran 50x50 *pixel*.

3.2 Perancangan Program

Secara garis besar, program terdiri atas proses *grayscale*, binerisasi citra dengan metode *thresholding*, penghitungan area, penghitungan keliling dan Implementasi JST dalam penentuan bakteri penyebab ISK, sebagaimana yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Alur prosedural program deteksi bakteri penyebab ISK

Sampel yang didapatkan berupa preparat hasil pengecatan gram bakteri yang telah di diagnosa oleh dokter. Preparat tersebut kemudian diamati secara mikroskopis dan dilakukan proses *capturing* untuk mendapatkan citra bakteri penyebab ISK. Citra yang didapatkan kemudian dilakukan proses *cropping* untuk mendapatkan sel bakteri tunggal dengan ukuran citra sebesar 50x50 piksel. Hasil

cropping akan diproses menggunakan *grayscale* dan *thresholding* yang kemudian dilakukan penghitungan area dan keliling objek dengan menghitung piksel yang berwarna putih.

3.3 Penghitungan Area Objek

Area objek adalah harga skalar yang menyatakan jumlah keseluruhan piksel sel tunggal bakteri penyebab ISK. Harga ini diperoleh dengan menjumlahkan piksel-piksel area sel tunggal bakteri penyebab ISK yang bernilai 1 pada citra biner yang telah diperoleh.

3.4 Penghitungan Perimeter Objek

Perimeter objek adalah harga skalar yang menyatakan jumlah *outline* dari piksel sel tunggal bakteri penyebab ISK. Harga ini diperoleh dengan menjumlahkan piksel *outline* yang terhubung pada piksel sel tunggal bakteri penyebab ISK.

3.5 Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan

Hasil penghitungan area dan perimeter kemudian menjadi masukan untuk Jaringan Saraf Tiruan (JST). Metode JST yang digunakan adalah *Learning Vector Quantization* (LVQ). Tahap pelatihan menggunakan 28 data dari setiap kelas. Proses pelatihan berlangsung hingga syarat terpenuhi. Syarat yang tidak terpenuhi kemudian akan menghentikan proses pelatihan. Proses pelatihan yang terhenti akan menampilkan bobot akhir pelatihan, dimana bobot akhir ini digunakan untuk inisialisasi bobot pada proses pengujian JST. Akurasi data pelatihan dapat diketahui dari uji kecocokan data pelatihan terhadap data target sebagai hasil diagnosa dokter. Presentasi akurasi data pelatihan didapatkan dari perbandingan antara jumlah data pelatihan yang cocok dengan target dan jumlah keseluruhan data pelatihan yang dikalikan dengan 100%.

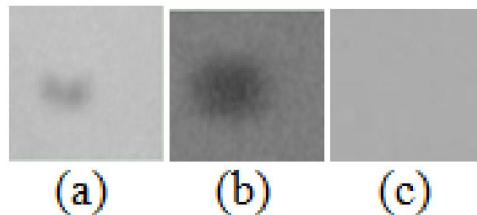
4. Hasil dan Pembahasan

Sebanyak 120 data melewati serangkaian proses *cropping*, *grayscale*, *thresholding*, penghitungan area objek, dan penghitungan perimeter objek. Kemudian data dibagi menjadi dua, yaitu 84 data pelatihan dan 36 data pengujian untuk implementasi JST. Kedua kelompok data meliputi semua kelas, yakni ISK

Eschericia coli, ISK *Klebsiella sp*, dan urin normal. Data pengujian digunakan dalam penghitungan tingkat akurasi dari program yang telah dibuat.

4.1 Hasil *Grayscale*

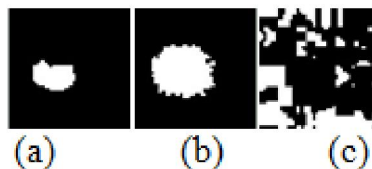
Grayscale merupakan metode untuk merubah citra warna menjadi citra keabuan. Contoh hasil proses *grayscale* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil Proses *Grayscale* Masing – Masing Kelas. (a) Bakteri *Eschericia coli*, (b) Bakteri *Klebsiella sp*, (c) Urin Normal

4.2 Hasil *Thresholding*

Dalam tahap ini, *threshold* setiap citra pada data berbeda-beda. Perolehan nilai *threshold* dari setiap data didapatkan dengan memanfaatkan metode Otsu. Hasil proses *thresholding* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Segmentasi Citra dari Masing-Masing Kelas. (a) Bakteri *Eschericia coli*, (b) Bakteri *Klebsiella sp*, (c) Urin Normal

4.3 Hasil Penghitungan Area Objek

Tahap ini dilakukan dengan menghitung jumlah piksel yang bernilai satu dari citra hasil proses *thresholding*.

4.4 Hasil Penghitungan Perimeter Objek

Tahap ini dilakukan dengan bantuan program Matlab sehingga didapatkan citra dengan keliling objek berwarna putih, sedangkan *background* objek berwarna hitam. Gambar hasil operasi perimeter dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Proses Perimeter Masing – Masing Kelas. (a) Bakteri *Eschericia coli*, (b) Bakteri *Klebsiella sp*, (c) Urin Normal

4.5 Hasil Pelatihan dengan JST

Pelatihan jaringan menggunakan data masing-masing kelas sebanyak 28 buah. Parameter pelatihan jaringan yang digunakan yakni laju pelatihan (α) sebesar 0.25, pengurangan laju pelatihan ($\text{dec}\alpha$) sebesar 0.1, minimum laju pelatihan sebesar 0.001, dan maksimum iterasi sebesar 100. Tampilan pelatihan jaringan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan hasil pelatihan

4.6 Hasil Pengujian dengan JST

Pengujian jaringan dilakukan dengan menggunakan data citra diluar data citra pelatihan. Data yang digunakan pada proses pengujian sebanyak 12 data dari masing-masing kelas. Bobot akhir yang didapatkan pada proses pelatihan digunakan sebagai inisialisasi bobot awal pada proses pengujian. Tampilan pengujian jaringan dapat dilihat pada gambar 7.

	AREA	PERIMETER	TARGET	HASIL
1	171	48	1	1
2	217	54	1	1
3	224	49	1	1
4	126	36	1	1
5	237	62	1	1
6	205	48	1	1
7	239	53	1	1

JUMLAH DATA BENAR = 35

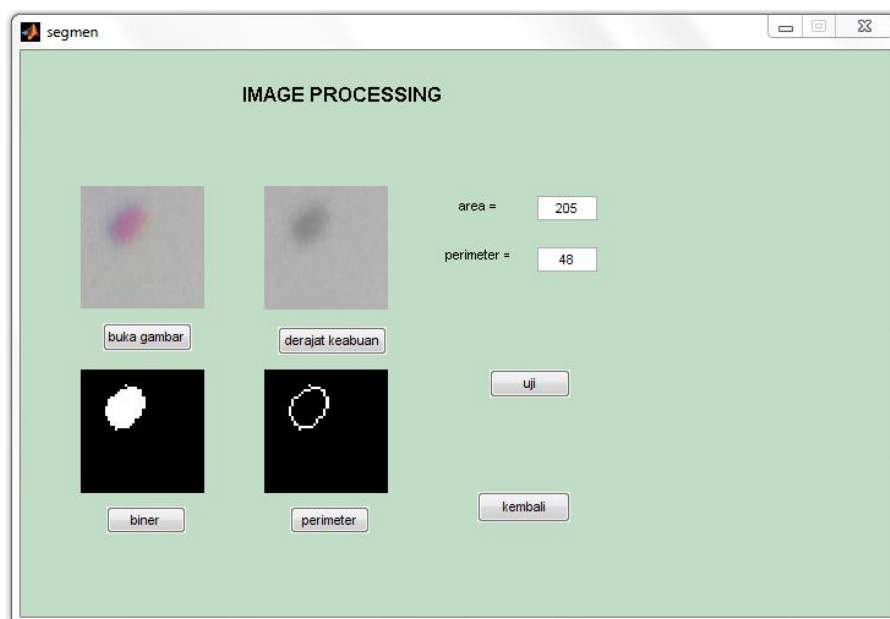
AKURASI DATA UJI = 97.2222

kembali

Gambar 7. Tampilan hasil pengujian

4.7 Hasil Pengolahan Citra

Hasil pengolahan citra memuat langkah – langkah pengolahan citra yang digunakan dalam mendapatkan fitur citra sebagai masukan dalam JST metode LVQ, yakni area dan perimeter objek. Tampilan hasil pengolahan citra ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan hasil pengolahan citra

Tombol buka gambar digunakan untuk membuka folder berisi gambar yang akan dicari fiturnya. Tombol derajat keabuan berisi perintah untuk proses *grayscale*. Tombol biner berfungsi untuk merubah citra dari skala keabuan menjadi biner sehingga tombol ini berisi perintah untuk binerisasi citra. Hasil proses binerisasi citra dapat digunakan untuk menghitung area objek. Tombol perimeter digunakan untuk merubah citra biner menjadi citra dengan *outline* citra objek. Hasil proses perimeter citra dapat dilakukan penghitungan perimeter sehingga dapat diketahui nilai perimeternya.

Kesimpulan

Melalui serangkaian proses pengolahan citra, yang terdiri atas metode *grayscale*, *thresholding* untuk binerisasi citra, penghitungan area dan perimeter objek serta jaringan saraf tiruan *Learning Vector Quantization* (LVQ), sistem yang telah dibuat mampu mendeteksi bakteri penyebab ISK melalui citra bakteri pada urin. Hal tersebut ditunjukkan dengan tingkat akurasi program mencapai 97%. Meski tingkat akurasi program telah tercapai namun masih perlu adanya tambahan fitur yang digunakan sebagai masukan pada JST, tambahan variasi data bakteri penyebab ISK, serta tambahan filter pada pengolahan citra sehingga hasil yang didapatkan akan lebih maksimal.

Daftar Pustaka

- [1] Samirah, dkk. 2006. "*Pola dan Sensitivitas Kuman di Penderita Infeksi Saluran Kemih*". Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory. Vol 12. No 3. Hlm 110.
- [2] Potts, Jeannette M. 2004. *Essential Urology: A Guide to Clinical Practice*. Humana Press, New Jersey.
- [3] Betz, Cecily Lynn, Sowden, Linda A. 2009. *Buku Saku Keperawatan Pediatri*. Edisi 5. Cetakan I. EGC, Jakarta.
- [4] Saraswati, Delima Ayu. 2011. *Analisis Odor Urine Untuk Mendeteksi Infeksi Saluran Kemih Dengan Menggunakan Sensor Quartz Crystal*

Microbalance (QCM) dan Self Organizing Map (SOM). Tugas Akhir Program Pascasarjana Teknik Elektro ITS.

- [5] Saraswati, Delima Ayu dan Setiawardhana. 2012. “*Sistem Pendeteksian Bakteri Dengan Histogram Biner Pada Citra Digital*”. Jurnal MIPA. Vol 14. No 2. Hlm 12.
- [6] Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [7] Kusumadewi, Sri. 2004. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [8] Dougherty, Geoff. 2009. *Digital Image Processing for Medical Applications*. Cambridge University Press, UK.
- [9] Putra, Darma. 2004. *Binerisasi Citra Tangan Dengan Metode Otsu*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
- [10] Fausett, Laurne. 1994. *Fundamentals of Neural Networks (Architectures, Algorithms, and Application)*. Prentice-Hall, New Jersey.
- [11] Demuth, Howard and Beale Mark. 2000. *Neural Network Toolbox User's Guide*. The MathWorks, Inc.
- [12] Cahyoanggoro, Roy. 2009. *Pengenalan Bahan Kimia Obat Pada Gambar Kromatografi Dengan LVQ*. Skripsi Program Sarjana Teknik Elektro ITS.
- [13] Hidayati Nurul dan Warsito Budi. 2010. *Prediksi Terjangkitnya Penyakit Jantung Dengan Metode Learning Vector Quantization*. Media Statistika. Vol 3. No 1. Juni.
- [14] Saraswati, Delima Ayu dan Setiawardhana. 2012. “*Sistem Pendeteksian Bakteri Dengan Histogram Biner Pada Citra Digital*”. Jurnal MIPA. Vol 14. No 2. Hlm 12.
- [15] Wu, Qiang *et al*. 2008. *Microscope Image Processing*. Academic Press of Elsevier, USA.
- [16] Wuryandari, M D. Afrianto Irawan. 2012. *Perbandingan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation dan Learning Vector Quantization Pada Pengenalan Wajah*. Jurnal Komputer dan Informatika. Edisi 1. Vol 1. Maret.