

**SISTEM IDENTIFIKASI DAUN PADA TUMBUHAN OBAT
BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Skripsi
untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Teknik Informatika



diajukan oleh

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2012**



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/2816/2012

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Sistem Identifikasi Daun Pada Tumbuhan Obat Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Suprayitno

NIM : 06650006

Telah dimunaqasyahkan pada : Senin, 13 Agustus 2012

Nilai Munaqasyah : A -

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Shofwatul 'Uyun, M.Kom
NIP. 19820511 200604 2 002

Penguji I

Nurochman, M.Kom
NIP.19801223 200901 1 007

Penguji II

Agus Mulyanto, M.Kom
NIP. 19710823 199903 1 003

Yogyakarta, 13 September 2012

UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Prof. Drs. H. Akhl. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Permohonan

Lamp : -

Yang berlenda tangan di bawah ini :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Suprayitno

NIM : 06650006

Judul Skripsi : Sistem Identifikasi Daun pada Tumbuhan Obat Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Teknik Informatika

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapan terima kasih.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 1 Agustus 2012

Pembimbing

Shofwatul 'Uyun, M.Kom

NIP. 19820511 200604 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Suprayitno

NIM : 06650006

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Sistem Identifikasi Daun pada Tumbuhan Obat Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta 22 juni 2012

Yang menyatakan



Suprayitno
NIM:06650006

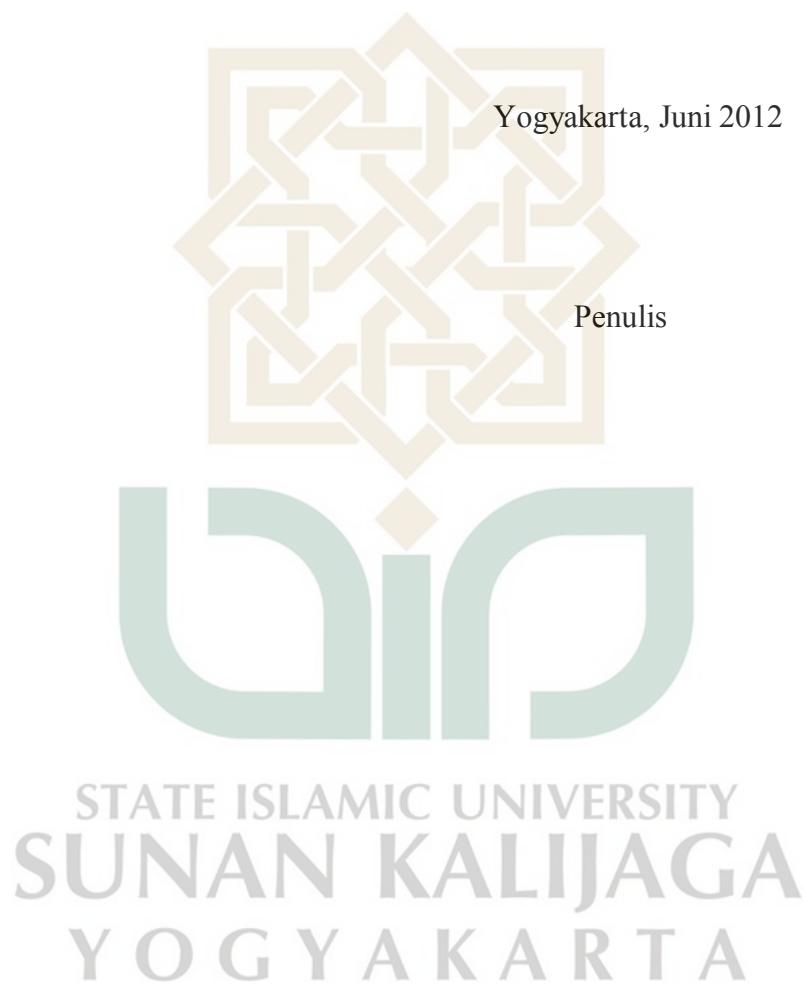
KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Identifikasi Daun pada Tumbuhan Obat Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar kesarjanaan pada program studi Teknik Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan serta bimbingan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Drs Akh. Minhaji, M.A., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Sains & Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
2. Bapak Agus Mulyanto, M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan semangat, dorongan dan motivasi hingga terselesaiannya skripsi ini.
3. Ibu Shofwatul ‘Uyun, M.Kom selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Informatika UIN Sunan Kalijaga, terima kasih atas kerjasama dan bantuannya.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari masih banyak kekurangan, oleh karena itu segala kritik dan saran senantiasa penulis harapkan dari para pembaca. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca dengan sebaik-baiknya.



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Keaslian Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5

2.1	Tinjauan Pustaka.....	5
2.2	Landasan Teori	7
2.2.1	Pengenalan Pola	7
2.2.2	Citra Digital.....	8
2.2.3	Pengolahan Citra Digital.....	10
2.2.4	Citra warna (<i>true color</i>)	11
2.2.5	Citra skala keabuan (<i>grayscale</i>)	11
2.2.6	Citra Biner	12
2.2.7	<i>Edge Detection</i>	13
2.2.8	<i>Thinning</i>	16
2.2.9	<i>Token</i>	18
2.2.10	Jaringan Syaraf Tiruan.....	18
2.2.11	Metode <i>Backpropagation</i>	22
2.2.12	PHP Hypertext Preprocessor (PHP).....	29
2.2.13	MySQL	30
	BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1	Studi Pendahuluan	32
3.2	Pengumpulan Data.....	32
3.3	Kebutuhan Sistem.....	32
3.3.1	Perangkat Keras.....	33

3.3.2 Perangkat Lunak.....	33
3.4 Data Citra	33
3.4.1 Daun utuh.....	34
3.4.2 Setengah Bagian	34
3.4.3 Seperempat Bagian.....	35
3.5 Metode Penelitian Yang Diusulkan.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 <i>Preprocessing</i>	38
4.1.1 <i>Input</i>	38
4.1.2 <i>Image Processing</i>	40
4.2 <i>Training</i>	50
4.3 Pengujian.....	53
4.4 Hasil	54
BAB V PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Citra Digital.....	9
Gambar 2. 2 Grafik matematika (kiri) dan grafik komputer (kanan)	11
Gambar 2. 3 (dari kiri) citra warna, <i>grayscale</i> , dan citra biner	13
Gambar 2. 4 Matrik vertikal (kiri) dan horisontal (kanan).....	14
Gambar 2. 5 Matriks Operator Robert	15
Gambar 2. 6 Matriks operator Sobel.....	15
Gambar 2. 7 Matriks Operator Prewitt.....	16
Gambar 2. 8 Matriks Operator Krisch	16
Gambar 2. 9 Contoh <i>Thinning</i>	17
Gambar 2. 10 Contoh jaringan syaraf tanpa <i>hidden</i> layer.....	19
Gambar 2. 11 Arsitektur Jaringan yang digunakan	29
Gambar 3. 1 Data Citra Utuh.....	34
Gambar 3. 2 Data Citra Setengah Bagian	35
Gambar 3. 3 Data Citra Seperempat Bagian	35
Gambar 3. 4 Desain Sistem.....	36
Gambar 4. 1 Input dan hasil <i>Preprocessing</i>	38
Gambar 4. 2 File JPEG diubah ke bentuk PNG	39
Gambar 4. 3 Kode sumber jpeg2png	39
Gambar 4. 4 Citra <i>Grayscale</i>	40
Gambar 4. 5 Kode sumber <i>grayscale</i>	41
Gambar 4. 6 Citra Biner	41
Gambar 4. 7 Citra Biner dengan nilai <i>threshold</i> yang tidak tepat	42

Gambar 4. 8 Fasilitas pengaturan nilai <i>Threshold</i>	42
Gambar 4. 9 Kode sumber citra biner	43
Gambar 4. 10 citra hasil deteksi tepi.....	44
Gambar 4. 11 Kode sumber deteksi tepi.....	45
Gambar 4. 12 citra hasil <i>thinning</i>	46
Gambar 4. 13 Kode sumber proses <i>Thinning</i>	47
Gambar 4. 14 Citra hasil proses <i>Token</i>	48
Gambar 4. 15 Kode Sumber Deteksi <i>Token</i>	49
Gambar 4. 16 Hasil <i>Token</i>	49
Gambar 4. 17 Diagram Proses <i>Training</i>	51
Gambar 4. 18 Diagram Proses Pengujian	53
Gambar 4. 19 Graffik hasil <i>training</i> arsitektur 32-10-3	55
Gambar 4. 20 Graffik hasil <i>training</i>	58

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu	7
Tabel 4. 1 Citra data latih.....	53
Tabel 4. 2 Citra Data Uji.....	54
Tabel 4. 3 Parameter Pengujian.....	55
Tabel 4. 4 Waktu total proses <i>training</i>	56
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian arsitektur 32-10-3.....	56
Tabel 4. 6 Parameter Penelitian.....	57
Tabel 4. 7 Waktu total proses <i>training</i>	58
Tabel 4. 8 Hasil pengujian sistem.....	59



SISTEM IDENTIFIKASI DAUN PADA TUMBUHAN OBAT

BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN

Disusun oleh:

Suprayitno (06650006)

ABSTRAK

Manusia dengan mudah dapat mengenali berbagai jenis tumbuhan secara visual. Namun untuk keperluan otomasi, komputer perlu diikutsertakan dalam suatu sistem pengenalan. Dalam keperluan tersebut, sering digunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Penelitian ini fokus pada nilai *epoch*, juga seberapa besarkah bagian tertentu citra dapat memberi hasil dengan waktu *training* yang efisien dengan persentase keberhasilan tinggi. Semakin tinggi nilai *epoch*, maka semakin baik pula suatu JST. Namun, semakin rendah nilai *epoch*, maka semakin singkat waktu yang dibutuhkan dalam proses *training*.

Metode yang digunakan adalah mengubah citra *input* 100x100 piksel ke bentuk citra *grayscale*, dilanjutkan membuat citra biner. Hasil citra biner akan diproses untuk menemukan pola tepian daun dari citra tersebut, melakukan *thinning* untuk mempertipis garis pola, dan menentukan *token* dari citra. *Preprocessing* tersebut dilanjutkan dengan proses *training* untuk mengembangkan pengetahuan sistem. Sistem dengan pengetahuan yang telah cukup kemudian diberikan citra tertentu. Sistem yang baik diharapkan mampu memberi hasil pengenalan dari citra *input* tersebut.

Sistem mampu mengenali 90% dari 40 citra yang diujikan setelah melakukan *training* terhadap 24 data *training* yang mewakili 8 jenis tumbuhan. Hasil terbaik tersebut didapat dari penggunaan jumlah *hidden neuron* sebanyak 10 *neuron*, menggunakan *learning rate* bernilai 0.70, MSE bernilai 0.0243285, *neuron input* 16 *neuron* dan menggunakan $\frac{1}{2}$ bagian citra yang digunakan sebagai *input* hanya membutuhkan 9 jam 54 menit untuk waktu *training*.

Kata kunci: Pengenalan Daun, Jaringan Syaraf Tiruan, *Backpropagation*.

LEAF IDENTIFICATION SYSTEM ON MEDICINAL PLANTS BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Written By:

Suprayitno (06650006)

ABSTRACT

Human can easily recognize the different types of plants visually. But in the need of automation, the computer needs to be included in an introduction system. For this purpose, the system used is Artificial Neural Network. This research focuses on *epoch*, and how much is a certain image part can give the results with an efficient training time and a high success percentage. The more the *epoch* amount is, the less time required in the training process.

The method used is to change 100x100 pixel input image to a grayscale image, and to create binary images. Binary images result will be processed to find the edge of the leaf pattern from those images, thinning to attenuate the pattern line, and determining token from the image. Those preprocessing continued with the training process to develop the system knowledge. A system with enough knowledge will be given a certain image. A good system is expected to give a recognized result from the input image.

The system capable to recognize 90% tested images after training the 24 training data that represent 8 types of plants. The best result can be got from the use of hidden *neuron* amount as much as 10 *neuron*, using learning rate of 0.70, MSE of 0.0243285, *neuron* input of 16 *neuron* and using $\frac{1}{2}$ part of input image that need 9 hours and 54 minutes of training time.

Keywords: Leaf recognition, Artificial Neural Network, Backpropagation

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Setelah sistem komputer mulai banyak membantu pekerjaan manusia, dimulailah penelitian yang membuat sistem dapat berpikir seperti manusia. Sistem tersebut diharapkan mampu melakukan kalkulasi rumit dan mengambil suatu keputusan secara mandiri. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) telah dikembangkan untuk keperluan tersebut. Salah satu contoh adalah dalam pengenalan bentuk pola. Saat ini suatu sistem JST mampu mengenali pola tertentu setelah melakukan proses *training* terlebih dahulu. Salah satu JST yang sering dipakai adalah *backpropagation*.

Backpropagation (perambatan galat mundur) adalah sebuah metode sistematik untuk pelatihan *multiplayer* jaringan syaraf tiruan. Metode ini memiliki dasar matematis yang kuat, obyektif dan algoritma ini mendapatkan bentuk persamaan dan nilai koefisien dalam formula dengan meminimalkan jumlah kuadrat galat *error* melalui model yang dikembangkan.

Pada *backpropagation*, hasil dari pengujian sangat bergantung pada arsitektur jaringan syaraf yang dipakai. Semakin banyak jumlah *hidden layer* dan jumlah *neuron*, semakin pintar dan sekaligus semakin lambat sistem tersebut dalam melakukan proses *training*. Sistem yang baik adalah sistem yang mampu belajar dengan waktu yang lebih singkat, dan dengan hasil yang tidak kalah baiknya, atau bahkan lebih baik.

Suatu jenis daun tumbuhan dapat dikenali dari pola tepian daunnya. Semakin banyak titik yang digunakan sebagai acuan, semakin banyak pula *neuron* yang dibutuhkan pada *input layer*. Jumlah *neuron* yang lebih banyak tersebut, membuat sistem akan berjalan lebih lambat melakukan kalkulasi di tiap *neuron* tersebut. Pengenalan suatu pola juga dapat dilakukan hanya dengan mencocokkan potongan pola tersebut, tidak perlu keseluruhan pola. Dengan cara tersebut, jumlah *neuron* yang dibutuhkan dapat ditekan, dan sistem dapat berjalan dengan lebih cepat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapakah nilai target MSE (*Mean Squence Error*) yang tepat untuk mendapatkan hasil *training* yang baik?
2. Dapatkah setengah bagian daun melakukan *training* dan pengenalan hanya menggunakan setengah jumlah *neuron* awal?
3. Dapatkah seperempat bagian daun melakukan *training* dan pengenalan hanya menggunakan seperempat jumlah *neuron* awal?
4. Bagian daun manakah yang memberikan waktu *training* yang singkat dan dapat mengenali data uji dengan maksimal?

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem merupakan aplikasi untuk melakukan pengenalan daun yang dapat mengenali tumbuhan melalui *input* gambar daun.
2. Daun berupa daun utuh (tidak cacat/rusak) dengan posisi yang tegak dengan tangkai daun berada di bawah.

3. *Input* gambar daun berupa file JPG dengan ukuran 100x100 piksel dari tumbuhan obat-obatan.
4. Pada gambar *input*, warna daun kontras dari warna latarnya.
5. Sistem menggunakan arsitektur 32 – 10 – 3, arsitektur 16 – 10 – 3, dan arsitektur 8 – 10 – 3.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan nilai MSE yang dapat direkomendasikan berdasarkan hasil pengujian terhadap data *training*.
2. Mengetahui apakah pada setengah bagian daun dapat dilakukan *training* dan pengenalan hanya menggunakan setengah jumlah *neuron* awal.
3. Mengetahui apakah pada seperempat bagian daun dapat dilakukan *training* dan pengenalan hanya menggunakan seperempat jumlah *neuron* awal.
4. Menentukan bagian citra daun yang perlu diproses dalam mendapatkan hasil dengan waktu *training* yang efisien dan persentase keberhasilan tinggi.

1.5 Manfaat Penelitian

Setelah melakukan penelitian ini, diharapkan manfaat yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan nilai MSE yang dapat diaplikasikan ke dalam sistem sebagai target maksimal rataan *error*.
2. Mengetahui kelayakan setengah bagian daun dalam melakukan *training* dan pengenalan hanya menggunakan setengah jumlah *neuron* awal.

3. Mengetahui kelayakan seperempat bagian daun dalam melakukan *training* dan pengenalan hanya menggunakan seperempat jumlah *neuron* awal.
4. Membandingkan hasil kerja sistem dengan menggunakan bagian daun berbeda dalam total waktu *training* dan persentase keberhasilan mengenali data uji.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai pengenalan daun untuk klasifikasi tumbuhan sudah pernah dilakukan, akan tetapi perlu ada penelitian lebih lanjut mengenai persentase keberhasilan pengenalan citra daun juga durasi waktu *training* berdasar perbedaan bagian citra daun yang diproses dan pengurangan jumlah *input neuron*.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan selama perancangan dan implementasi pada proses pembuatan aplikasi identifikasi daun pada tumbuhan obat menggunakan metode *backpropagation*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Nilai target MSE yang tepat untuk mendapatkan hasil *training* yang baik pada sistem ini adalah 0.02848835. Selanjutnya sistem perlu melakukan *training* hingga keseluruhan data *training* dikenali.
2. Bagian setengah daun dengan 16 *neuron* input layak dijadikan acuan dalam pengenalan pola daun dengan waktu *training* yang lebih singkat (9 jam 54 menit) dan persentase hasil pengenalan dalam pengujian sebesar 90%. Tidak ada penurunan persentase dibandingkan jumlah *neuron* 32 pada daun utuh.
3. Bagian seperempat daun atas dengan 8 *neuron* input masih layak dijadikan acuan dalam pengenalan pola daun dengan waktu *training* yang lebih singkat (6 jam 53 menit) dan persentase hasil pengenalan dalam pengujian sebesar 80%. Terjadi penurunan persentase dibandingkan jumlah *neuron* 32 pada daun utuh (90%), namun masih dianggap layak mengingat waktu *training* yang diperlukan lebih singkat. Namun tidak dengan seperempat daun bawah yang hanya mengenali 70% data uji meskipun telah melakukan 8600 *epoch* dalam 19 jam 52 menit.
4. Bagian daun yang memberikan waktu *training* yang singkat dan dapat mengenali data uji dengan maksimal adalah pada bagian setengah daun yang

dapat mengenali 90% data uji setelah melakukan 3100 *epoch* dalam 9 jam 54 menit. Sistem menggunakan adalah arsitektur 16 – 10 – 3, learning rate 0.7, dan MSE 0.02848835. Nilai bobot hasil random dapat dilihat pada halaman Lampiran III dan Lampiran IV.

5.2 Saran

Aplikasi identifikasi daun pada tumbuhan obat ini tidak terlepas dari kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, penulis memberikan beberapa saran yang dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian atau pengembangan selanjutnya, yaitu:

1. Penambahan jenis jenis tumbuhan obat yang belum dibahas dalam penelitian ini.
2. Pengembangan ekstrasi data daun, sehingga pengenalan dapat dilakukan berdasar tulang daun, warna daun, perbandingan panjang-lebar daun, dan data lainnya.
3. Pengembangan aplikasi pendukung yang menggunakan metode lain yang dapat dijadikan bahan perbandingan dari aplikasi yang telah dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2005. “*Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*”. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Ariwidayati, Leliana. 2006. “*Pengenalan Pola Bifurcation pada Sidik Jari dengan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*”. Skripsi Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Basuki, S. , Palandi, J., dan Fatchurrochman. 2005. “*Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*”. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Fausett, L. 1994. “*Fundamentals of Neural Network, architecture, Algorithms, and Applications*”. Prentice hall, New Jersey
- Fradika, Indrawan. 2011. “*Aplikasi Pengenalan Pola Daun Menggunakan Jaringan Syaraf Learning Vector Quantification Untuk Penentuan Tanaman Obat*”. Skripsi Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi, Universitas Pembangunan Nasional, Yogyakarta.
- Gonzalez, R.C. dan Woods R.E. 1992. “*Digital Image Processing*”. Massachusetts, Addison Wesley.
- Kadir, Abdul. 2002. “*Penentuan Praktis Belajar SQL Edisi 1*”. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri. (2003). *Artificial Intelligence : Teknik dan Aplikasinya*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Munir, R. 2004. “*Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*”. Informatika, Bandung.
- Norraseth Chantasut, Charoen Charoenjit, dan Chularat Tanprasert. 2004. “*Predictive Mining of Rainfall Prediction Using Artificial Neural Networks for Chao Phraya River*”. National Electronics and Computer Technology Center, Thailand.
- Nugroho, Bunafit. 2006. “*Pemrograman PHP5*”. Penerbit Ardana Media, Yogyakarta.
- Nursantika, Dian. 2008. “*Identifikasi Sidik Bibir Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*”. Skripsi Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

- Pressman, Roger. 2001. “*Software Engineering:A Practitioner’s Approach,6/e*”. R.S.Pressman & Associates. Inc., New York.
- Puspitaningrum, D. 2006. “*Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*”. Penerbit Andi: Yogyakarta
- Putra, Darma. 2010. “*Pengolahan Citra Digital*”. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Schalkoff, R., 1992. “*Pattern Recognizing: Statistical, Structural and Neural Approaches*”. Canada: R.R. Donnelley and Sons, Inc.
- Siang, J. 2005. “*Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*”. Penerbit Andi: Yogyakarta.
- Sreelakshmi dan Dr. P. Ramakanth. 2008. *Performance Evaluation or Short Term Wind Speed Prediction Techniques*. RV College of Engineering, Karnataka, India.
- Susanto, 2009. “*Identifikasi manusia berdasar pola iris mata dengan jaringan syaraf tiruan backpropagation*”. Skripsi Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Syafi’I, M. 2004. “*Membangun Aplikasi Berbasis PHP dan MySQL*”. Penerbit Andi, Yogyakarta.

