PENERAPAN TEKNOLOGI *IMAGE PROCESSING* DAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK MENDUGA KETERSEDIAAN AIR DAN NUTRISI PADA PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI MERAH

(Application of Image processing and Artificial neural network Technology for Predicting the Water and Nutrient Status during the Growth of Red Chilli Plant).

I Dewa Made Subrata[1], Suroso[1] dan Dwinanto[2]

Abstract

The objective of this research is to predict the water and nutrient status during the growth of red chili plant by means of an image processing and artificial neural network algorithm. In this study, about 150 chili plants were cultivated at Leuwi Kopo's Greenhouse but only 30 plants were chosen as samples. The data were collected using a CCD Camera only during the vegetative growth and the collected data were analyzed using a back propagation artificial neural network.

The results showed the linear relationship between the predicted and target values of water with a coefficient determination of 0.728 and 0.973 for the training and validation data, respectively. The linear relationships were also found between the predicted and target values of nutrient with a coefficient determination of 0.716 and 0.963 for the training and validation data, respectively.

***Key word**: Red chilli plant, image processing, artificial neural network, water and nutrient status.*

PENDAHULUAN

Cabai merah (*Capsicum annum*) sebagai salah satu anggota dari keluarga Solanaceae, merupakan jenis tanaman hortikultura yang banyak ditanam dan memiliki nilai ekonomi serta permintaan yang cukup tinggi di Indonesia.

Penelitian yang berkaitan dengan penentuan kebutuhan air dan nutrisi serta pengaruhnya bagi pertumbuhan tanaman telah banyak dilakukan dengan mengamati dan menguji secara langsung parameter-parameter yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman tersebut. Pengukuran pertumbuhan tanpa menyentuh tanaman telah dilakukan oleh Shimizu dan Yamazaki (1995) dengan menggunakan computer vision system dan cahaya infra merah. Dalam hal ini keberadaan air dan unsur hara pada media tumbuh disesuaikan dengan fase pertumbuhannya.

Pengembangan konsep kontrol umpan balik berdasarkan respon tanaman yang dikenal dengan *plant speaking* telah dikembangkan oleh Hashimoto et al. (1985). Untuk mengembangkan sistem kontrol biorespon tersebut dibutuhkan suatu sistem yang sesuai dengan karakteristik pertumbuhan tanaman tersebut. *Artificial neural network*

[1] Staf pengajar Jurusan Teknik Pertanian, FATETA-IPB
[2] Alumnus Jurusan Teknik Pertanian, FATETA-IPB

merupakan suatu teknik yang telah berhasil digunakan untuk mendapatkan hubungan antara *input* dan *output* yang kompleks.

Artificial neural network telah digunakan untuk menganalisa perilaku panas pada kultur jaringan (Suroso et al., 1995). Pada tahun 1997, Murase et al. menggunakan prinsip *plant speaking* untuk memonitor perkembangan tanaman selada di *phytotron* dimana *artificial neural network* digunakan sebagai otak untuk mengendalikan pemberian air dan unsur hara untuk pertumbuhannya.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu algoritma pengolahan citra dari tanaman cabai merah yang diperoleh dengan menggunakan Kamera CCD (*Charge Couple Device*) sebagai visual sensor dan dengan menggunakan metoda *Artificial neural network* untuk menduga kebutuhan air dan nutrisi yang optimal selama proses pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capsicum annum*).

PENDEKATAN TEORITIS

Image processing

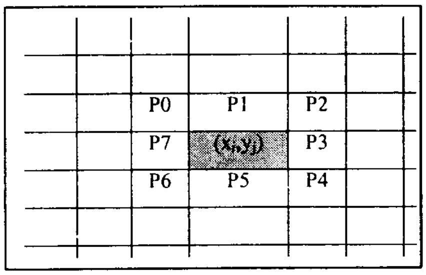
Pengolahan citra (*image processing*) merupakan teknologi visual yang berusaha mengamati dan menganalisa suatu obyek tanpa berhubungan langsung dengan obyek yang diamati. Proses pengolahan dan analisanya melibatkan persepsi visual dengan data masukan maupun data keluaran yang diperoleh berupa citra atau *image* dari suatu obyek yang diamati.

Citra yang ditangkap sensor dipandang sebagai suatu fungsi dua dimensi f(x,y) pada koordinat spasial (x,y) di bidang x-y, yang mendefinisikan suatu ukuran intensitas cahaya pada titik tersebut, kemudian disimpan dalam memori komputer sebagai bingkai penyimpan citra dalam bentuk array N x M dari contoh diskrit dengan jarak yang sama, yaitu sebagai berikut :

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(1,1) & f(1,2) & f(1,3) & \dots & f(1,M) \\ f(2,1) & f(2,2) & f(2,3) & \dots & f(2,M) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N,1) & f(N,2) & f(N,3) & \dots & f(N,M) \end{bmatrix}$$

Tujuan utama pengolahan citra adalah untuk meningkatkan kualitas visual citra mentah atau pengertian umumnya adalah penajaman citra (*imageenhancement*). Transformasi citra berhubungan dengan pengoperasian yang diinginkan guna mengubah data sedemikian rupa sehingga membantu interpretasi data mentah citra (fungsi citra f(x,y)) menjadi fungsi citra termodifikasi (fungsi f'(x,y)), dimana f'(x,y) memiliki karakteristik tertentu yang tidak dimiliki oleh f(x,y). Aturan 4-C menyatakan bahwa suatu *pixel* hanya dianggap tersambungkan dengan keempat *pixel* tetangganya dalam arah U,T,S dan B, sedangkan aturan 8-C menghubungkan suatu *pixel* dengan kedelapan *pixel* tetangganya dalam arah U,T,S,B dan diagonal-diagonalnya TL,TNG,BD dan BL, seperti pada Gambar 1.

Pengolahan citra yang dilakukan menitikberatkan pada strukur suatu citra yang berkaitan dengan outline obyek sehingga dihadapkan pada pertimbangan untuk penyimpanan data yang efisien dan penggunaan waktu yang lebih cepat. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk representasi obyek yang diinginkan adalah dengan melakukan teknik pengkodean rantai yang dikembangkan oleh H. Freeman (1974). Prinsip pengkodean rantai adalah mencari titik tepi awal sembarang yang dapat pula ditempatkan dengan tepat sesuai koordinat spasialnya, kemudian melakukan penyimpanan dalam bentuk data titik awal dan data-data perubahan arah yang dibutuhkan (yang dikuantisasikan pada tingkat *pixel* tunggal) mengikuti tepi obyek sampai kembali pada titik semula.



Gambar 1. Posisi *pixel* terselasi bujursangkar

Teknik pengkodean rantai memiliki beberapa keuntungan diantaranya adalah dalam aplikasi sistem visual yang membutuhkan pengukuran luas obyek sebagai bagian dari pemeriksaan kualitas dan dapat menghitung beberapa sifat fisik obyek secara langsung tanpa perlu mengubah citra menjadi format larik berukuran N x N *pixel*.

Artificial Neural Network

Artificial neural network (jaringan syaraf tiruan) merupakan suatu struktur komputasi yang dikembangkan dari proses sistem jaringan syaraf biologi di dalam otak. *Artificial neural network* pada dasarnya tersusun dari beberapa lapisan noda (*layer*) yaitu lapisan *input* (*input layer*), satu atau lebih lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan *output* (*output layer*). Noda merupakan suatu unit komputasi yang paling sederhana pada setiap lapisan yang dihubungkan dengan setiap noda pada lapisan berikutnya, hubungan antar noda (unit) diekspresikan oleh suatu bilangan yang disebut pembobot (weight). Setiap unit (noda) pada *input layer* akan menjadi masukan pada *hidden layer* dan keluarannya akan menjadi masukan bagi *layer* berikutnya sampai akhirnya menghasilkan keluaran pada *output layer*.

Kemampuan dasar *Artificial neural network* adalah dalam hal mempelajari contoh *input* dan *output* yang diberikan, kemudian belajar beradaptasi dengan lingkungan, sehingga dapat memecahkan masalah-masalah yang tidak dapat dipecahkan dengan metode komputasi konvensional. Selain itu *Artificial neural network* mampu memecahkan permasalahan dimana hubungan antara *input* dan *output* tidak diketahui dengan jelas. Keuntungan lain dari *Artificial neural network* yang tidak dapat diperoleh dari sistem komputasi konvensional adalah kemampuannya dalam memecahkan permasalahan *non-linear*, memperkecil tingkat kesalahan, perhitungan secara paralel dengan cepat dan kemampuan generalisasi yang baik.

Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah *backpropagation* yang dikembangkan oleh Fu (1994), dengan fungsi *sigmoid* sebagai fungsi *transfer* pada jaringan. Selain algoritma ini sudah umum digunakan juga diharapkan sistem dapat mempelajari hubungan antara *input* dengan nilai target yang diinginkan dan dapat menduga hasil *output* setelah dilakukan proses pelatihan dan validasi.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman cabai merah (*Capsicum annum*) dalam polybag siap tanam. Varietas yang digunakan adalah cabai merah besar *hibrida hot beauty*. Selain itu bahan lain yang diperlukan selama proses pertumbuhan yaitu paket pupuk daun cair bermerek dagang Bayfolan, insektisida bermerk dagang Decis 2,5 EC dan fungisida bermerk dagang Dithane M-45.

Peralatan yang digunakan diantaranya adalah bangunan *greenhouse* sebagai tempat budidaya tanaman cabai merah, sistem pengolahan citra yang terdiri dari Kamera CCD (*Charge Couple Device*) SONY sebagai alat penangkap citra, lampu sebagai alat bantu pencahayaan, seperangkat komputer dengan processor Pentium-II, RAM 128 MB dan VGA-Card ASUS V-3000 32 MB sebagai pengolah data. Perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa pemrograman Visual Basic 6.0. Selain perangkat pengolahan citra, peralatan lain yang digunakan adalah gelas ukur, *hand sprayer*, penggaris dan jangka sorong untuk pengukuran obyek.

Persiapan Tanaman

Kegiatan yang dilakukan pertama kali adalah menyiapkan bahan berupa tanaman cabai merah yang akan diamati pertumbuhannya, Kegiatan selanjutnya adalah pemeliharaan serta pengamatan dan pengambilan data selama proses pertumbuhan tanaman.

Pengambilan data dilakukan dengan interval waktu pengambilan 4 hari sekali menggunakan Kamera CCD dengan pencahayaan tambahan. Jumlah tanaman sampel dengan ulangan adalah 30 dari total 180 populasi. Perlakuan yang diberikan untuk masing-masing ulangan adalah sebagai berikut:

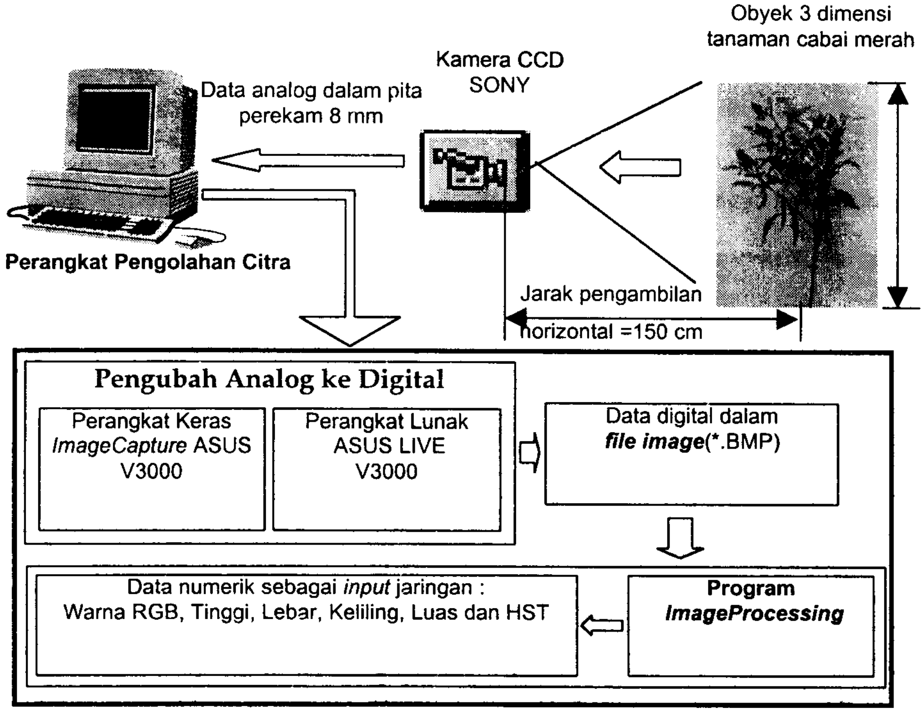
1. Pemberian air normal dan tanpa pupuk tambahan
2. Pemberian air cukup dan pupuk cukup
3. Pemberian air cukup dan pupuk kurang
4. Pemberian air cukup dan pupuk lebih
5. Pemberian air kurang dan pupuk cukup
6. Pemberian air kurang dan pupuk kurang
7. Pemberian air kurang dan pupuk lebih
8. Pemberian air lebih dan pupuk cukup
9. Pemberian air lebih dan pupuk kurang
10. Pemberian air lebih dan pupuk lebih

Pemberian air normal disesuaikan dengan kondisi tanaman. Pemberian air cukup sekitar 500 – 600 ml. Pemberian air kurang sekitar 200 – 300 ml. Pemberian air lebih sekitar 800 – 900 ml. Pemberian pupuk 1 kali semprotan *hand sprayer* setara dengan 0.5 – 0.6 ml larutan pupuk. Pemberian pupuk cukup sebanyak 2 - 3 kali semprotan. Pemberian pupuk kurang sebanyak 1 kali semprotan. Pemberian pupuk lebih sebanyak 4 - 5 kali semprotan hand sprayer.

Model *Image processing*

Program *image processing* didesain menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0, untuk mendapatkan data-data dari *image* tanaman cabai yang diambil selama proses pertumbuhan. Data-data tersebut sudah berupa data numerik yang meliputi, nilai rata-rata warna R, G dan B, lebar *image*, tinggi *image*, keliling perimeter *image*, luas proyeksi *image* dan HST (hari setelah tanam). Data-data tersebut disusun sehingga dapat diolah dengan menggunakan program *artificial neural network*.

Proses pengambilan *image* tanaman cabai merah dilakukan dengan menggunakan Kamera CCD (Charge Couple Device) SONY dengan jarak pengambilan gambar 150 cm dari tanaman cabai merah. *Image* disimpan dalam pita perekam 8 mm, kemudian *image* dalam pita perekam Kamera CCD dipindahkan dalam bentuk file *image*berekstensi BMP (*.BMP) menggunakan perangkat keras *Image Capture* pada VGA Card ASUS V3000 version V2.06 dan perangkat lunak yang digunakan adalah ASUS LIVE 3000, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3.

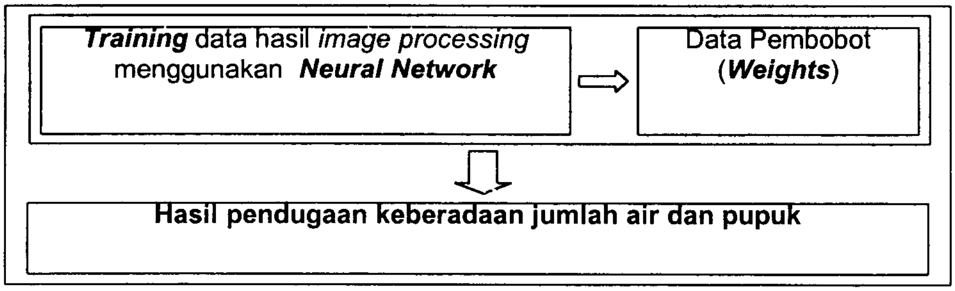


Gambar 2. Bagan proses menentukan data-data *imageprocessing*

Model Artificial Neural Network

Program *Artificial neural network* didesain menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 sehingga dapat digabung dengan program *image processing*, model *Artificial neural network* yang dikembangkan berdasarkan algoritma *backpropagation* dengan menggunakan fungsi sigmoid sebagai fungsi transfer jaringan.

Model *Artificial neural network* yang digunakan terdiri dari tiga *layer* yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*. Penentuan jumlah *layer* ini berdasarkan hasil studi Wang et al. (1999) yang menyatakan bahwa model *Artificial neural network* yang memiliki lebih dari tiga *layer* tidak akan memperbaiki kinerja jaringan. Jumlah noda pada *hidden layer* adalah 8 unit noda, dengan noda pada *input layer* berupa data-data numerik yang dihasilkan dari program *image*



Gambar 3. Bagan proses pendugaan pemberian air dan pupuk pada tanaman cabai merah

processing dan noda pada *output layer* terdiri dari jumlah kebutuhan air dan jumlah kebutuhan pupuk sebagai hasil pendugaan dari model jaringan.

Data *input-output* yang diberikan pada jaringan dibagi menjadi dua kelompok data yaitu 87 set data untuk proses training dan 43 set data untuk validasi jaringan. Kinerja jaringan dapat dinilai berdasarkan nilai RMS Error (*Root Mean Square Error*) pada proses generalisasi terhadap contoh data *input-output* baru. Nilai RMS Error sesuai dengan persamaan berikut (Fu, 1994) :

$$RMS\ Error = \sqrt{\frac{\sum(p-a)^2}{n}} \qquad (1)$$

dimana :

p = nilai prediksi jaringan.

a = nilai target yang diberikan pada jaringan

n = jumlah contoh data pada set validasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

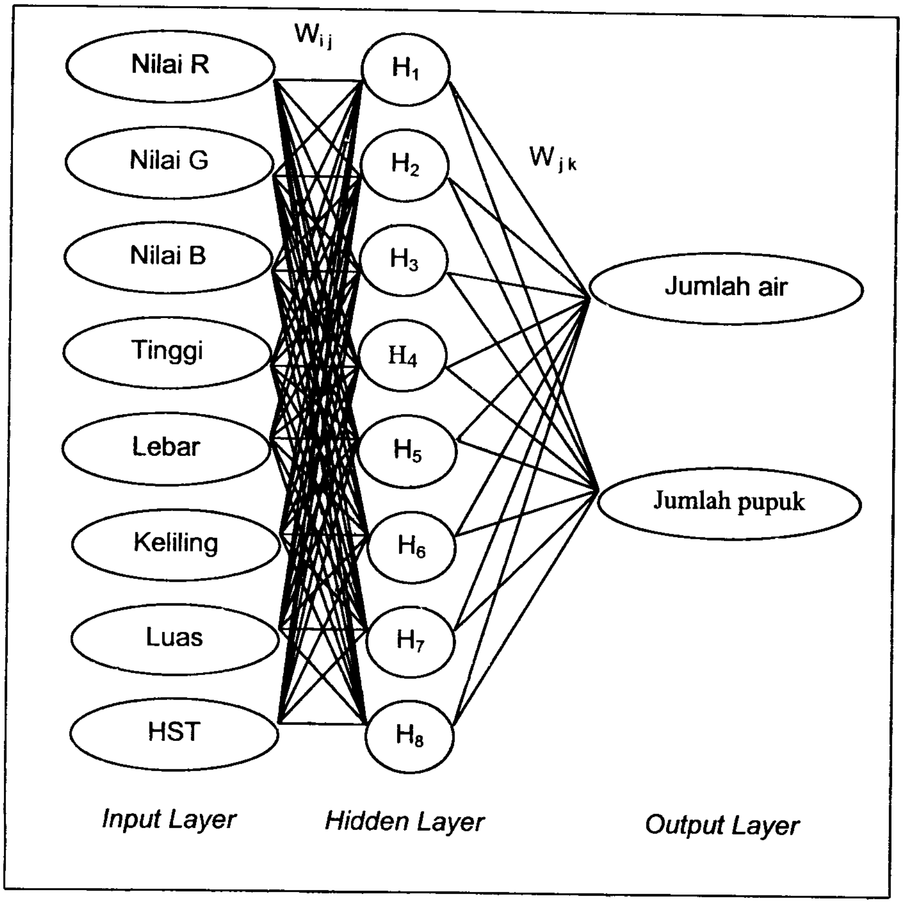
Program *image processing* yang didesain dengan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 adalah untuk mendapatkan data-data numerik berupa rata-rata nilai warna RGB, lebar proyeksi *image*, tinggi proyeksi *image*, perimeter proyeksi *image* dan luas proyeksi *image* dari file *image* tanaman cabai merah berekstensi BMP (*.BMP). Seluruh data hasil *image processing* tersebut kemudian dibagi menjadi dua kelompok set data yaitu sekitar dua pertiganya digunakan sebagai set data *training* dan sepertiga sisanya digunakan untuk set data validasi jaringan.

Proses *training* pada *Artificial neural network* dilakukan sampai jaringan mendapatkan nilai RMS Error yang cukup rendah. Kemudian dilanjutkan dengan test validasi untuk menguji kinerja jaringan terhadap set data baru.

Hasil *training* 87 set data menghasilkan nilai RMS Error pada jaringan sebesar 1.330926E-02. Grafik hubungan antara hasil pendugaan jaringan dengan nilai target *output* terhadap pemberian air dan pupuk pada 87 set data *training* dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Hubungan antara nilai pendugaan dan target pemberian air menggunakan 87 set data *training* menghasilkan nilai koefisien determinasi sebesar 0.7285 sedangkan koefisien determinasi untuk pemberian pupuk adalah 0.7166.

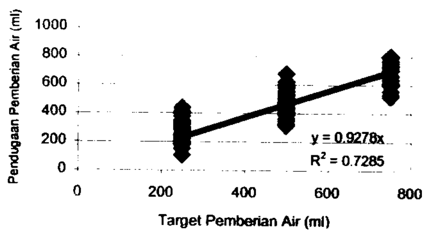
Grafik hubungan antara nilai pendugaan jaringan dengan nilai target *output* terhadap pemberian air pada 43 set data validasi dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8. Hubungan antara nilai pendugaan dengan target pemberian air menggunakan 43 set data validasi menghasilkan nilai koefisien determinasi 0.9731 sedangkan untuk pemberian pupuk nilai koefisien determinasinya 0.9632.

Dari nilai koefisien determinasi yang ditunjukkan oleh masing-masing grafik tersebut maka dapat disimpulkan bahwa sistem *Artificial neural network* telah di*training* dengan cukup baik dan data *weights* yang dihasilkan oleh jaringan sudah dapat diterapkan untuk pendugaan jumlah pemberian air dan pupuk untuk tanaman cabai merah selama proses pertumbuhan. Untuk meningkatkan kemampuan belajar dari jaringan maka data *weights* tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk memperbaiki pengalaman neural network dengan melakukan validasi terhadap data-data baru (*adaptive neural network*).

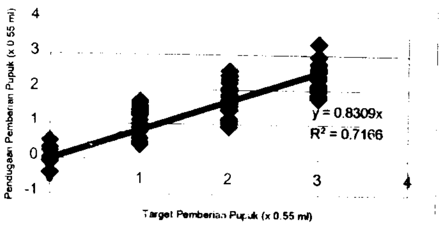


Gambar 4. Struktur *Artificial Neural Network* yang dikembangkan

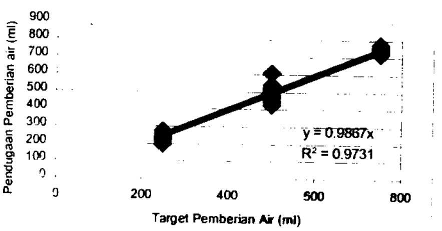
Program *adaptive neural network* digabungkan dengan program *image processing* sehingga setelah mendapatkan data-data *input* dari *image* tanaman cabai merah, *Artificial neural network* dapat menduga kebutuhan pemberian air dan pupuk untuk tiap tingkat pertumbuhan tanaman cabai merah.



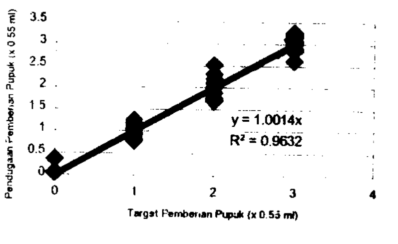
Gambar 5. Grafik pendugaan pemberian air terhadap 87 set data *training*



Gambar 6. Grafik pendugaan pemberian pupuk terhadap 87 set data *training*



Gambar 7. Grafik pendugaan pemberian air terhadap 43 set data validasi



Gambar 8. Grafik pendugaan pemberian pupuk terhadap 43 set data validasi

KESIMPULAN

Program *image processing* yang didesain mampu mendapatkan data-data dari *image* tanaman cabai merah berupa nilai warna RGB, lebar proyeksi, tinggi proyeksi, perimeter proyeksi dan luas proyeksi yang selanjutnya digunakan untuk proses *training* pada *artificial neural network*.

Hasil *training* 87 set data terhadap *backpropagation Artificial neural network* yang terdiri dari 8 noda untuk *input layer*, 8 noda untuk *hidden layer* dan 2 noda untuk *output layer*, menghasilkan nilai RMS Error sebesar 1.330926E-02. Hubungan antara nilai pendugaan dan nilai target pemberian air pada proses validasi 43 set data validasi menunjukkan nilai koefisien determinasi sebesar 0.9731, sedangkan koefisien determinasi hubungan antara jumlah pendugaan dengan target pemberian pupuk adalah sebesar 0.9632.

Gabungan program *image processing* dengan *adaptive neural network* dapat digunakan untuk memperbaiki kinerja sistem jaringan dan dapat diaplikasikan untuk menduga jumlah pemberian air dan pupuk bagi tanaman cabai merah untuk tiap tingkat pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

Freeman, H. 1974. Computer processing of line drawing images. Computer Surveys, 6. hal. 57 – 96.

Fu, Li Min. 1994. Neural Networks in Computer Intelligence. McGraw-Hill, Inc. Singapore.

Hashimoto, Y., T. Morimoto and T. Fukuyama. 1985. Some speaking plant approach to the synthesis of control system in the greenhouse. Acta Horticulturae 174, 226 – 229.

Murase, H., A. Tani, Y. Nishiura and M. Kiyota. 1997. Growth monitoring of green vegetables cultured in a centrifuge phytotron. In the Plant Production in Closed Ecosystem, Editor E. Goto, K. Kurata, M. Hayashi dan S. Sase.

Shimizu, H. and M. Yamazaki. 1995. Non-contact analysis of stem elongation on Verbena bonariensis under day/night temperature and photoperiod combination. Prosiding International Symposium on Automation and Robotics in Bioproduction and Processing Vol. 1, Kobe, 3-6 Nopember 1995.

Suroso, H. Murase, N. Honami, H. Takigawa and Y. Nishiura. 1995. Neural network and finite element inverse analysis for thermal behavior of plant culture vessel. JSAM Kansai Branch Research Report 77:81 - 84.

Wang, D., F. E. Dowell and R. E. Lacey. 1999. Single wheat kernel colour classification using neural networks. Trans. ASAE 42(1): 233-240.