Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan dan Algoritma Genetika Untuk Optimisasi Pemberian Air dan Unsur Hara Pada Pertumbuhan Tanaman Dalam Rumah Kaca

Chusnul Arif[1)] [redacted] Suroso[3)]
1)Pascasarjana IPB program studi Ilmu Keteknikan Pertanian, email : chusnul_arif@ipb.ac.id
2) Departemen Teknik Pertanian FATETA-IPB, email : herrysuhardiyanto@ipb.ac.id
3) Departemen Teknik Pertanian FATETA-IPB, email : suroso@ipb.ac.id

***Abstract** – Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan Algoritma Genetika (AG) telah diterapkan untuk optimisasi pemberian air dan unsur hara. Prinsip JST adalah untuk mengetahui hubungan antara pertumbuhan tanam, air dan unsur hara yang digunakan. Parameter tanaman yang digunakan adalah pertumbuhan lebar, tinggi, keliling dan luas tanaman. Model AG dikembangkan untuk optimisasi dalam menghasilkan jumlah air dan unsur hara yang optimum untuk pertumbuhan tanaman. Hasil validasi dari model JST menunjukkan hubungan yang linear antara pendugaan model dengan hasil pengukuran untuk masing – masing parameter dengan koefisien determinasi secara berturut – turut adalah 0.9518, 0.9634, 0.9576 dan 0.9856 untuk pertumbuhan lebar, tinggi, keliling dan luas tanaman 4 hari kemudian.. Hasil optimisasi model AG telah menunjukkan hasil yang konvergen untuk masing – masing parameter tanaman. Untuk tanaman yang berumur 36 HST dihasilkan jumlah air dan unsur hara yang optimum adalah masing – masing 250 ml dan 3 (x 0.55) ml*

Kata kunci : jaringan syaraf tiruan, algoritma genetika, jumlah air, unsur hara, optimisasi

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam produksi tanaman terutama di dalam rumah kaca, air dan unsur hara merupakan faktor dominan yang menentukan keberhasilan produksi. Untuk menentukan jumlah air dan unsur hara yang tepat sesuai kebutuhan tanaman diperlukan pengetahuan tentang hubungan antara pertumbuhan tanaman, air dan hara.

Hubungan tersebut merupakan hubungan yang sangat kompleks dan sulit untuk dipetakan dalam bentuk fungsi matematik baik linear maupun non-linear. Menurut Seminar [1] bahwa kesulitan dalam masalah produksi tanaman baik secara kuantitas maupun kualitas didasarkan pada kenyataan bahwa tanaman adalah agen sistem kehidupan (*bio system*) yang bersifat kompleks dan dinamik.

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan Algoritma Genetika (AG) merupakan metode yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut. Di Indonesia, model JST telah diterapkan dalam bidang pertanian, diantaranya untuk model pertumbuhan tanaman [2], menduga ketersedian air dan nutrisi [3], estimasi evapotranspirasi [4], pendugaan tingkat ketuaan manggis [5] dan evaluasi mutu ketimun jepang [6]. Kemampuan JST dalam mempelajari hubungan *input* dan *output* yang sangat kompleks sangat cocok diterapkan untuk mengidentifikasi hubungan antara pertumbuhan tanaman, air dan unsur hara. Sedangkan AG memiliki kemampuan untuk mengoptimisasi dengan cara mencari nilai optimum dari sekumpulan solusi secara paralel [7]. Model ini telah dikembangkan antara lain untuk optimasi penjadwalan pengolahan tanah [8], dan optimasi pertumbuhan tanaman ketimun mini [9].

1.2 Tujuan

Tujuan umum adalah pengembangan model optimisasi pemberian air dan unsur hara pada pertumbuhan tanaman dalam rumah kaca dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan Algoritma Genetik (AG). Tujuan khusus : a) mengembangkan model JST untuk menduga tingkat pertumbuhan tanaman yang meliputi pertumbuhan lebar, tinggi, keliling dan luas tanaman, b) mengembangkan model Algoritma Genetika (AG) untuk optimisasi pemberian air dan unsur hara berdasarkan JST yang telah dikembangkan.

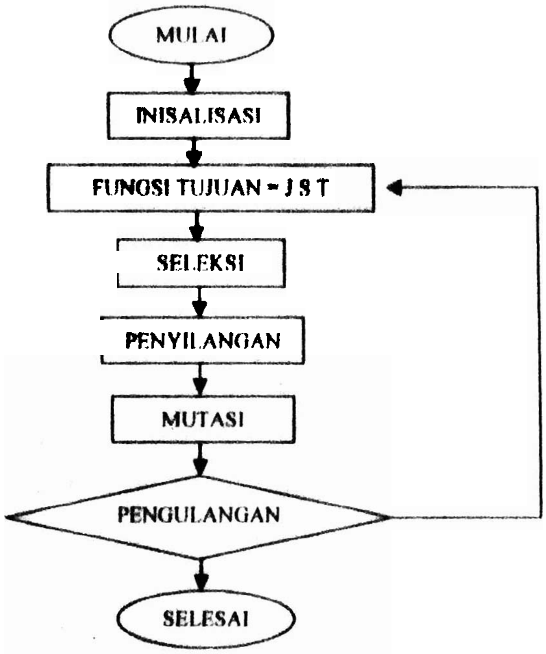
2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Data yang digunakan untuk pengembangan model ini diperoleh dari data sekunder dari penelitian sebelumnya oleh Dwinanto [10]. Tanaman yang digunakan adalah cabai merah. Pengambilan data dilakukan 4 hari sekali dengan 10 perlakuan untuk masing-masing ulangan. Perlakuan tersebut adalah pemberian air dan unsur hara dengan 10 kombinasi. Jumlah data yang digunakan adalah 120 set data. Data tersebut adalah : jumlah air (ml), jumlah unsur hara (x 0.55 ml), hasil pengolahan citra tanaman dan umur tanaman (HST). Hasil pengolahan citra tanaman berupa data numerik dalam satuan piksel yang meliputi unsur warna RGB dan pertumbuhan lebar, tinggi, keliling dan luas tanaman.

2.2 Metode

Model Algoritma Genetika (AG) yang dikembangkan disajikan pada Gambar 1. *Output* dari model adalah jumlah air dan unsur hara yang optimum dengan maksimalisasi hasil pertumbuhan lebar, tinggi, keliling dan luas tanaman 4 hari kemudian. Asumsi model ini adalah semakin besar tanaman maka akan didapatkan hasil produk yang maksimal juga. Model ini dikembangkan dengan bahasa pemograman Visual Basic 6.0

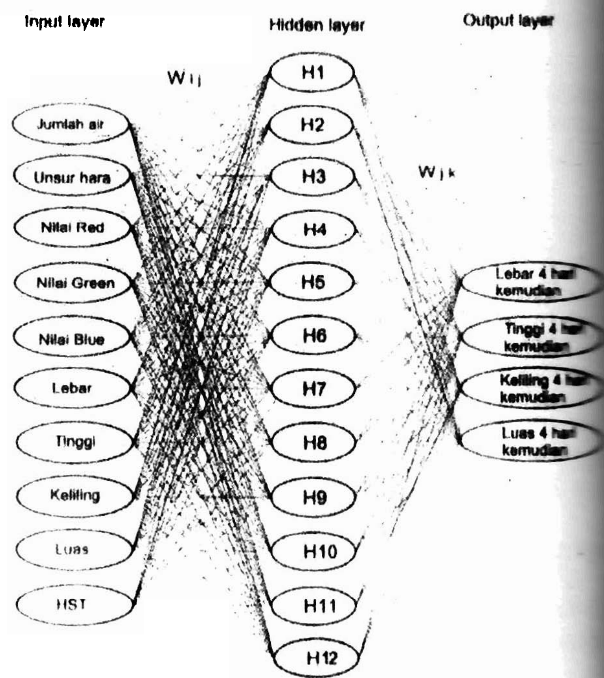


Gambar 5. Diagram alir Algoritma Genetika (AG)

Model Jaringan Syaraf Tiruan (JST) yang dikembangkan menggunakan algoritma *backpropagation* yang terdiri dari tiga layer yaitu *input* layer, *hidden* layer dan *output* layer. Model dikembangkan dengan bahasa pemograman Visual Basic 6.0

Data yang digunakan dibagi menjadi dua kelompok yaitu 80 set data untuk proses pembelajaran JST dan 40 set data untuk proses validasi jaringan. Kinerja jaringan dinilai berdasarkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) dan nilai koefisien determinasi (R^2) sebagaimana dilakukan oleh Suprayogi [4] untuk estimasi evapotranspirasi. Hasil dari JST ini adalah nilai pembobot (w) yang menghubungkan *input* dan *output*.

Parameter yang dijadikan *input* terdiri dari 10 parameter yaitu: jumlah air, unsur hara, nilai Red, nilai Green, nilai Blue, lebar, tinggi, keliling, luas tanaman dan umur tanaman (HST). Sedangkan parameter *output* terdiri dari 4 parameter pertumbuhan yaitu lebar, tinggi, keliling dan luas tanaman 4 hari kemudian. Nilai operator pembelajaran (*learning parameters*) terdiri dari konstanta pembelajaran (*learning rate*/η) sebesar 0.8, konstanta momentum (α) sebesar 0.8 dan konstanta fungsi aktivasi (fungsi siqmoid) sebesar 1. Asumsi dari model yang dikembangkan adalah parameter lingkungan disekitar tanaman dianggap konstan.

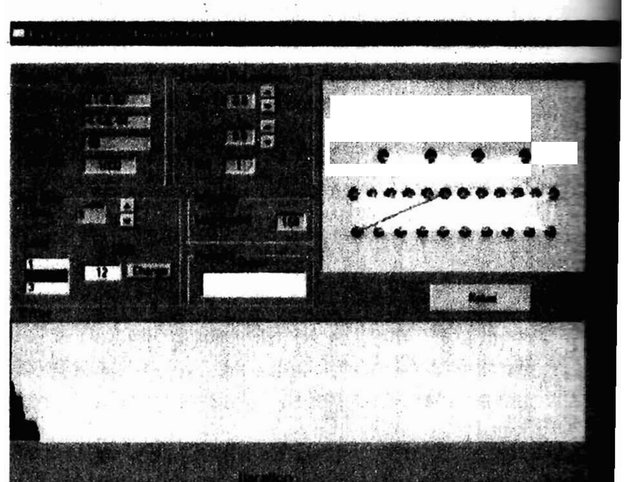


Gambar 1. Model JST untuk pendugaan pertumbuhan tanaman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses Pembelajaran JST

Menurut Kusumadewi [11] JST merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Pada model ini proses pembelajaran dilakukan terhadap 80 set data sebanyak 1000 pengulangan (*iterasi*). Proses pembelajaran ini akan menghasilkan nilai pembobot (*weight*) dengan jumlah 168 pembobot. Tabel 1 menunjukkan interval masing – masing parameter baik *input* maupun *output*. Interval terkecil terdapat pada pemberian unsur hara, sedangkan interval terbesar pada luas tanaman. Interval ini akan mempengaruhi kinerja jaringan.

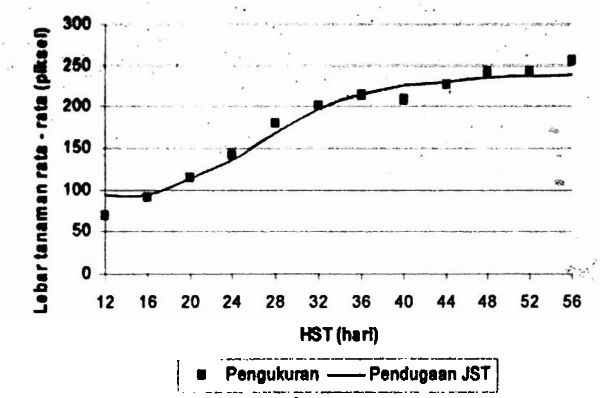


Gambar 2. Tampilan program model JST untuk pendugaan tingkat pertumbuhan tanaman

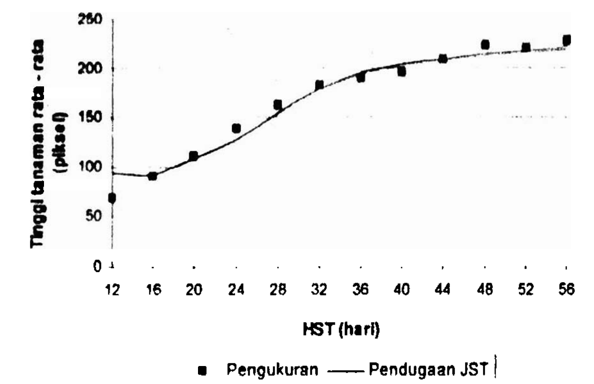
Tabel 1. Interval parameter *input* dan *output*

Layer	Parameter	Interval	Satuan
Input	Air (ml)	250 - 750	ml
	Pupuk (x)	0 - 3	X 0.55ml
	Red	94 - 185	piksel
	Green	85 - 191	piksel
	Blue	84 - 181	piksel
	Lebar	30 - 262	piksel
	Tinggi	38 - 239	piksel
	Keliling	254 - 2663	piksel
	Luas	461 - 4077	piksel
	HST	12-56	hari
Output	Lebar 4 hari kemudian	54 - 278	piksel
	Tinggi 4 hari kemudian	50 - 244	piksel
	Keliling 4 hari kemudian	361 - 2798	piksel
	Luas 4 hari kemudian	585 - 4291	piksel

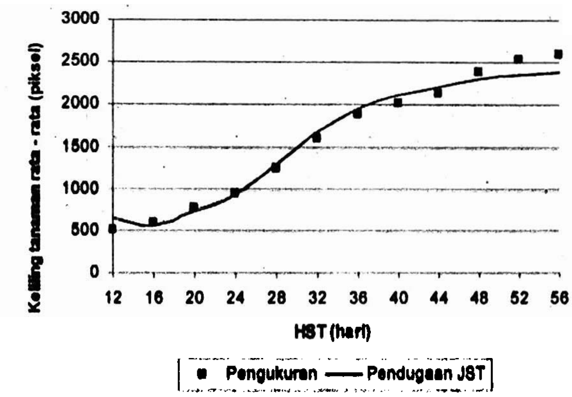
Hasil pembelajaran model JST telah menghasilkan pendugaan tingkat pertumbuhan yang mendekati hasil pengukuran. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3 - 6 yang menunjukkan tingkat pertumbuhan terhadap waktu untuk masing – masing parameter pertumbuhan.



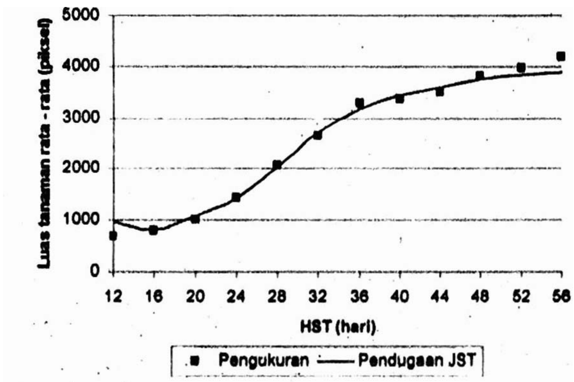
Gambar 3. Grafik perbandingan laju lebar tanaman rata-rata hasil pengukuran dan pendugaan JST



Gambar 4. Grafik perbandingan laju tinggi tanaman rata-rata hasil pengukuran dan pendugaan JST



Gambar 5. Grafik perbandingan laju keliling tanaman rata-rata hasil pengukuran dan pendugaan JST

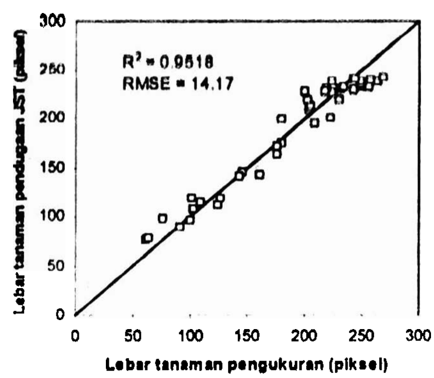


Gambar 6. Grafik perbandingan laju luas tanaman rata-rata hasil pengukuran dan pendugaan JST

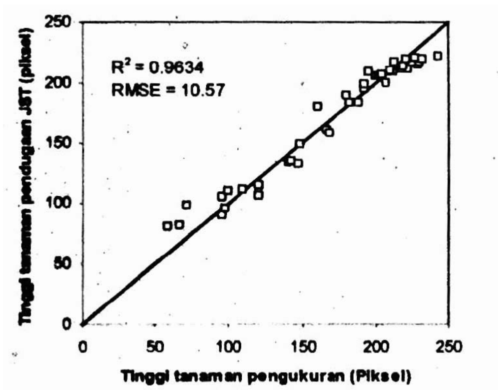
Dari grafik tersebut terlihat bahwa nilai pendugaan model JST hampir berimpit dengan hasil pengukuran.. sehingga menunjukkan nilai yang hampir sama antara pengukuran dan pendugaan. Hal ini berarti, proses pembelajaran telah dilakukan dengan baik oleh model JST.

3.2 Hasil Validasi JST

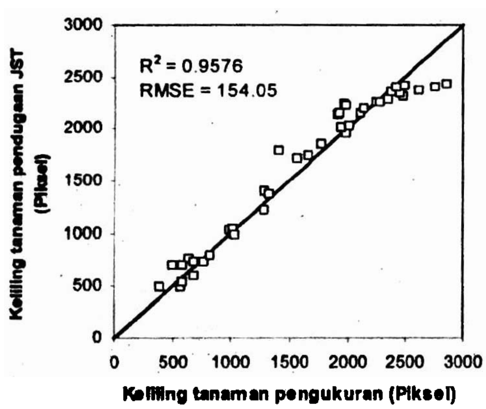
Hasil dari validasi dapat dilihat pada Gambar 7 - 10 dibawah ini.



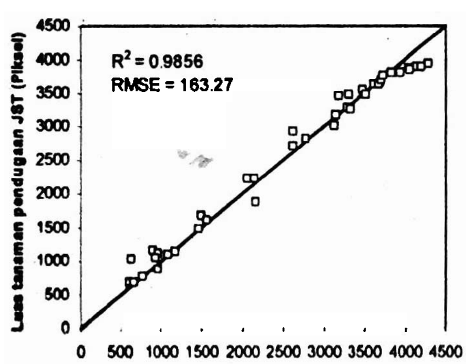
Gambar 7. Grafik perbandingan antara pertumbuhan lebar tanaman 4 hari kemudian hasil pengukuran dan pendugaan JST.



Gambar 8. Grafik perbandingan antara pertumbuhan tinggi tanaman 4 hari kemudian hasil pengukuran dan pendugaan JST.



Gambar 9. Grafik perbandingan antara pertumbuhan keliling tanaman 4 hari kemudian hasil pengukuran dan pendugaan JST.



Gambar 10. Grafik perbandingan antara pertumbuhan luas tanaman 4 hari kemudian hasil pengukuran dan pendugaan JST.

Nilai koefisien determinasi tertinggi terjadi pada pendugaan luas tanaman 4 hari kemudian sebesar 0.9856, sedangkan nilai koefisien determinasi terendah terjadi pada pendugaan lebar tanaman 4 hari kemudian sebesar 0.9518. Pada Gambar 8 juga memperlihatkan bahwa nilai RMSE terendah terjadi pada pendugaan pertumbuhan tinggi tanaman 4 hari kemudian sebesar 10.57 dan tertinggi terjadi pada pendugaan pertumbuhan luas tanaman 4 hari kemudian sebesar 163.27. Nilai RMSE sangat dipengaruhi oleh besarnya interval masing – masing parameter. Nilai RMSE untuk parameter pertumbuhan tinggi tanaman terendah karena nilai intervalnya terendah dibandingkan dengan parameter lainnya seperti terlihat pada Tabel 1. Sehingga terbukti bahwa dengan interval yang kecil akan menghasilkan RMSE rendah dan juga sebaliknya

Secara keseluruhan nilai koefisien determinasi dari masing – masing set data menunjukkan tingkat keberhasilan yang tinggi diatas 0.9 (90%), sehingga model JST telah melakukan pembelajaran dengan baik dan nilai pembobot yang diperoleh oleh jaringan dapat diterapkan untuk menduga tingkat pertumbuhan tanaman 4 hari kemudian.

3.3 Optimisasi model menggunakan Algoritma Genetika (AG)

Algoritma Genetika (AG) merupakan tehnik pencarian dan optimisasi yang meniru proses evolusi dan perubahan genetika pada struktur mahluk hidup [7]. GA dapat memecahkan masalah – masalah rumit yang tidak dapat dipecahkan dengan tehnik konvensional. Pada kasus ini akan dicari jumlah air dengan selang antara 250 – 750 ml dan jumlah unsur hara dengan selang antara 0 – 3 (x 0.55) ml yang akan menghasilkan hasil pertumbuhan tanaman yang maksimal 4 hari kemudian.

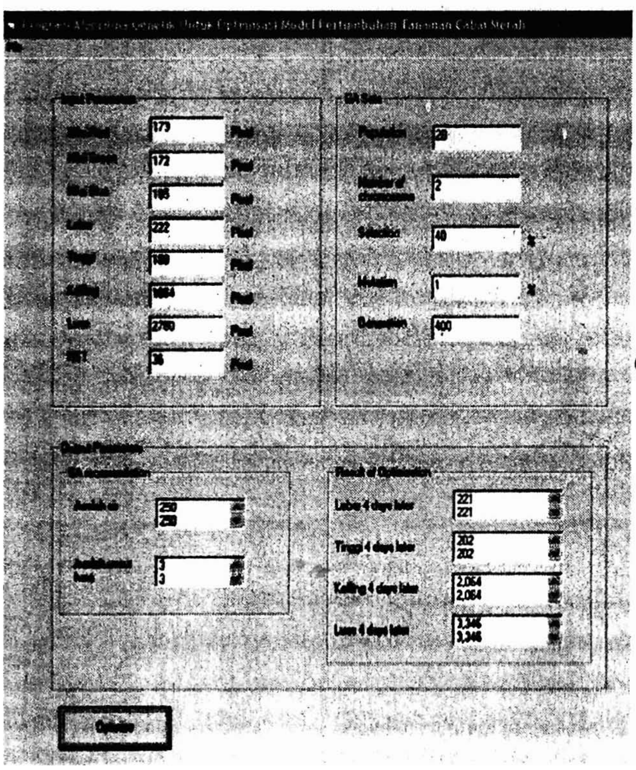
Parameter – parameter AG yang digunakan adalah : 20 jumlah populasi, 2 jumlah kromosom, 40% peluang seleksi, 1% peluang mutasi, 400 jumlah generasi. Adapun sebagai *input* AG adalah data pembobot (w) hasil model JST, nilai Red, nilai Green, nilai Blue, lebar, tinggi, keliling, luas tanaman dan umur tanaman (HST), dan nilai parameter – parameter AG diatas.

Tahapan – tahapan yang dilakukan model AG pada contoh kasus untuk tanaman yang berumur 36 HST adalah sebagai berikut :

a. Membaca data *input* yang diberikan yaitu :
   - nilai pembobot (w) dari model JST
   - nilai Red : 173 piksel
   - nilai Green : 172 piksel
   - nilai Blue : 185 piksel
   - lebar tanaman : 222 piksel
   - tinggi tanaman : 188 piksel
   - keliling tanaman : 1664 piksel
   - luas tanaman : 2780 piksel
   - umur tanaman : 36 HST
b. Menginisialisasi permasalahan dengan pemberian nilai – nilai parameter AG yaitu :
   - populasi : 20
   - jumlah kromosom : 2
   - peluang seleksi : 40 %
   - peluang mutasi : 1%

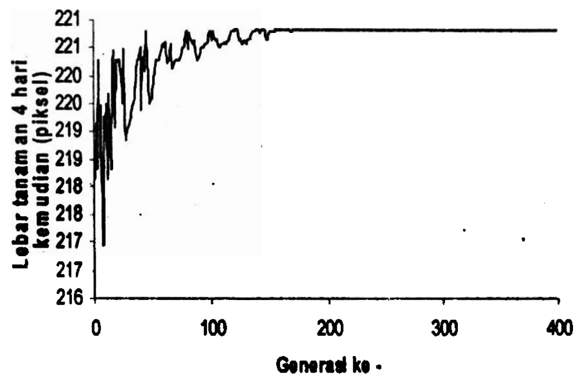
- jumlah generasi : 400

c. Menginisialisasi populasi awal yaitu dengan membangkitkan bilangan acak untuk jumlah air dengan selang antara 250 – 750 ml dan jumlah unsur hara dengan selang antara 0 – 3 (x 0.55) ml
d. Masuk ke fungsi tujuan yaitu model JST, sehingga akan didapatkan nilai masing – masing parameter pertumbuhan tanaman 4 hari kemudian.
e. Populasi yang terbentuk akan diseleksi berdasarkan peluang seleksi.
f. Mencetak populasi baru (*reproduksi*) dengan menyilangkan (*crossover*) kromosom – kromosom induk dan melakukan mutasi dengan peluang 1% artinya 1% dari jumlah generasi akan mengalami mutasi.
g. Melaporkan nilai *fitness* pada setiap generasi.
h. Kembali ke tahap d yaitu masuk ke model JST untuk mendapatkan nilai masing – masing parameter pertumbuhan tanaman 4 hari kemudian yang maksimal sampai jumlah generasi yang diinginkan.

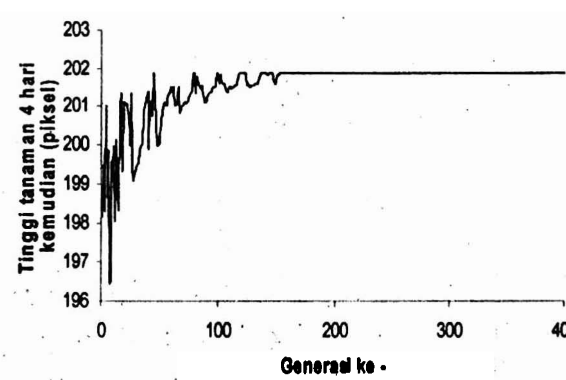


Gambar 11. Tampilan program model AG untuk optimisasi model pertumbuhan tanaman.

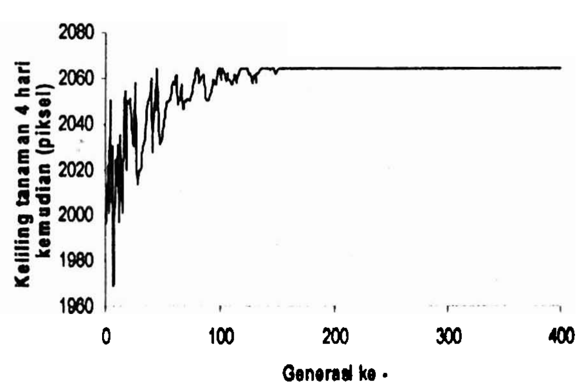
Hasil optimisasi model pertumbuhan tanaman telah menunjukkan hasil yang konvergen untuk masing – masing parameter tanaman seperti terlihat pada Gambar 12 – 15.



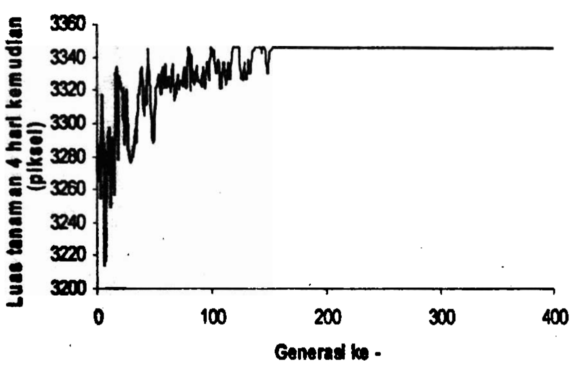
Gambar 12. Lebar tanaman maksimum 4 hari kemudian hasil proses optimisasi AG



Gambar 13. Tinggi tanaman maksimum 4 hari kemudian hasil proses optimisasi AG.



Gambar 14. Keliling tanaman maksimum 4 hari kemudian hasil proses optimisasi AG.



Gambar 15. Luas tanaman maksimum 4 hari kemudian hasil proses optimisasi AG.

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa hasil optimisasi AG telah menunjukkan hasil yang konvergen untuk semua parameter. Hasil konvergen diperoleh antara generasi ke-100 sd 200. Tren hasil pencarian Hasil tersebut menunjukkan nilai yang optimum hasil optimisasi AG.

Jumlah air yang optimum didapatkan nilai 250 ml dan jumlah unsur hara yang optimum didapatkan 3 (x 55) ml. Hasil pendugaan pertumbuhan tanaman 4 hari kemudian yang akan didapatkan adalah 221 piksel untuk pertumbuhan lebar tanaman, 202 piksel untuk pertumbuhan tinggi tanaman, 2064 piksel untuk pertumbuhan keliling tanaman dan 3346 piksel untuk pertumbuhan luas tanaman seperti terlihat pada tampilan program Gambar 11.

4. KESIMPULAN

1. Model JST yang dikembangkan untuk pendugaan tingkat pertumbuhan tanaman telah dapat melakukan proses pembelajaran dengan baik dengan ditunjukkannya tren yang sama antara hasil pengukuran dan pendugaan model JST.
2. Hasil validasi model JST menunjukkan nilai R^2 yang tinggi berturut – turut sebesar 0.9518, 0.9634, 0.9576 dan 0.9856 untuk lebar, tinggi, keliling dan luas tanaman sehingga nilai pembobot dari model JST ini bisa digunakan untuk menduga tingkat pertumbuhan tanaman.
3. Hasil optimisasi model AG telah menunjukkan hasil yang konvergen untuk masing – masing parameter tanaman. Untuk tanaman berumur 36 HST dihasilkan jumlah air dan unsur hara yang optimum adalah masing – masing 250 ml dan 3 (x 0.55) ml.

DAFTAR REFERENSI

[1] Seminar KB. 2000. Precision agricultiure. paradigma dan aplikasi. Agrimedia 6 (1) : 38– 41.

[2] Tamrin, K. B. Seminar, H. Suhardiyanto, S. Hardjoamidjodjo. 2005. Model Jaringan Syaraf Tiruan untuk Pertumbuhan Tanaman Ketimun Mini (*Cucumis sativus L. Var. Marla*) pada Fase Vegetatif. Jurnal Keteknikan Pertanian. 19 (1): 1-10.

[3] Subrata, I Dewa Made, Suroso, Dwinanto. 2001. Penerapan Teknologi Image Processing dan Artificial Neural Network untuk menduga ketersediaan air dan nutrisi pada pertumbuhan tanaman cabai merah. Buletin Keteknikan Pertanian. 15(2): 80-88

[4] Suprayogi, Slamet, Budi Indra Setiawan, Suroso. 2004. Estimasi Evapotranspirasi Potensial menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. Majalah Geografi Indonesia. Vol 18(1) : 31-42

[5] Sandra, Suroso, Hadi K.P, Usman A, I Wayan Budiastra. 2005. Pendugaan Tingkat Ketuaan Manggis secara Non-Destruktif berbasis Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan. Jurnal Institut Pertanian Malang Agritek. 13(2): 189-197

[6] Suroso, Fadlilah Maulani. 2003. Evaluasi Mutu Ketimun Jepang (Cucumis sativus L.) Berdasarkan Bentuk dengan Perceptron. Buletin Keteknikan Pertanian. 17(2) : 14-21

[7] Goldberg, D. E. 1989. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. Addison – Wesley, Reading, MA.

[8] Akbar, Arief RM, Marimin, Yandra. 2003. Model Optimasi Jadwal Kerja Pengolahan Tanah pada Pertanaman Padi dengan Metode Genetic Algorithms. Jurnal Keteknikan Pertanian. 17(3):43-49

[9] Tamrin, K. B. Seminar, H. Suhardiyanto, S. Hardjoamidjodjo. 2005. Optimasi Pertumbuhan Tanaman Ketimun Mini (*Cucumis sativus L. Var. Marla*) pada Fase Vegetatif dengan Algoritma Genetika. Jurnal Keteknikan Pertanian. 19(3): 189-200

[10] Dwinanto. 2001. Penerapan Teknologi Image Processing dan Artificial Neural Network untuk Menduga Keberadaan air dan Nutrisi Pada Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

[11] Kusumadewi, Sri. 2003. Artificial Intellegence (Teknik dan Aplikasinya). Graha Ilmu. Yogyakarta