

APLIKASI JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK PENDUGAAN MUTU MANGGA SEGAR SECARA NON-DESTRUKTIF

Sandra¹⁾

¹⁾ Staf Pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Andalas Padang

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate grade of mango with artificial neural network. There are three grade of mango: grade I, grade II and grade III. Each grade consists of 40 samples. The Artificial Neural Network consists of three model; first model: 3 input, second model: 5 input and third model: 7 input. Each of models consists of three outputs with 1000, 2500, and 5000 iteration, and 3, 5, and 7 hidden layers. The result of this study show that the accuracy of artificial neural network in grade of mango: (1) the first model 60% - 100%; (2) the second model 90% and (3) the third model 90 %. The conclusion of this study is the artificial neural network can predict the grade of mango and the best model is the third model.

Keywords: Mango, grade, artificial neural network

PENDAHULUAN

Mangga merupakan komoditas hortikultura yang banyak digemari tidak hanya didalam negeri tetapi juga pada masyarakat luar negeri. Mangga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi sehingga apabila dikembangkan dengan baik akan mampu meningkatkan pendapatan petani serta mendukung perkembangan industri dan ekspor.

Salah satu tahapan dalam pasca panen buah-buahan yang perlu mendapat perhatian adalah sortasi, yaitu suatu proses pemisahan berdasarkan satu atau beberapa kriteria misalnya berdasarkan ukuran, berat, warna dan lain sebagainya. Parameter-parameter ini merupakan sifat fisik produk yang berhubungan dengan faktor mutu. Selain itu ukuran buah yang seragam akan memudahkan dalam proses pengemasan untuk transportasi.

Di tingkat petani umumnya sortasi mutu mangga hanya dilakukan secara visual berdasarkan aroma dan pengalaman (subjektif), sehingga menghasilkan produk yang beragam karena keragaman manusia, kelelahan dan perbedaan persepsi tentang sifat fisik dari produk yang disortasi, maka untuk mengatasi hal tersebut diperlukan

suatu metode dan alat bantu untuk mensortasi mangga secara tepat.

Untuk itu diperlukan teknologi penanganan pasca panen yang lebih cepat dengan tingkat kesalahan yang rendah untuk mengganti metoda manual yang dilakukan selama ini. Salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan adalah pengolahan citra, metoda citra ini merupakan metoda kuantitatif secara non-destruktif (tanpa merusak bahan) (Gao and Tan 1996.; Jain. *et al.* 1995)

Jaringan syaraf tiruan merupakan sebuah struktur komputasi yang dikembangkan dari proses sistem jaringan syaraf biologi di dalam otak (Patterson. 1996; Kleforrs. 1998). Pada dasarnya jaringan syaraf tiruan terdiri dari beberapa lapisan noda yaitu lapisan *input*, satu atau lebih lapisan terselubung dan lapisan *output*. Unit komputasi yang paling sederhana dalam setiap lapisan disebut noda dan terhubung satu sama lain (kleforrs. 1998). Keuntungan dari metode jaringan syaraf tiruan adalah dapat membangun fungsi non linier dan hanya memerlukan data masukan dan keluaran tanpa mengetahui dengan jelas proses dalam jaringan (Gunayanti, 2002; Subiyanto. 2001; Suharyanto. 1997;

Kleforrs 1998). Hal ini cocok diterapkan pada data citra.

Penelitian ini bertujuan untuk Merancang arsitektur jaringan syaraf tiruan yang sesuai untuk menduga mutu mangga, berdasarkan data citra dan Mempelajari pengaruh data pengolahan citra terhadap mutu mangga.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan September 2004. Data yang digunakan berasal dari penelitian Gunayanti (2002).tentang “Pemutuan (*grading*) Buah Mangga (*Mangifera indica* L) Berdasarkan Sifat Fisik Permukaan Buah Menggunakan Pengolahan Citra”. Sampel mangga digunakan pada mutu I, mutu II dan mutu III, masing-masing 40 buah.

Alat yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah 1 set alat citra digital (kamera CCD, komputer, lampu), timbangan, jangka sorong.

Pengambilan citra. Data yang didapat adalah nilai indek R, G, B, dan komponen tekstur permukaan kulit mangga.

Ruang Lingkup Penelitian

Dalam menentukan mutu buah seringkali menjadi masalah dan sangat sulit menetapkan-nya. Jaringan syaraf tiruan tidak memerlukan model matematis tapi hanya memerlukan data dari masalah yang akan diselesaikan, dengan kata lain informasi disampaikan melalui data.

Penelitian ini dibatasi pada proses pendugaan mutu dari mangga. Data *input* berasal dari data pengolahan citra (R, G, B), luas area dan komponen tekstur.

Output sistem adalah mutu mangga, yaitu mutu I; mutu II dan mutu III. Pendugaan mutu mangga dapat dijadikan salah satu parameter dalam sortasi dan pengemasan.

Metode

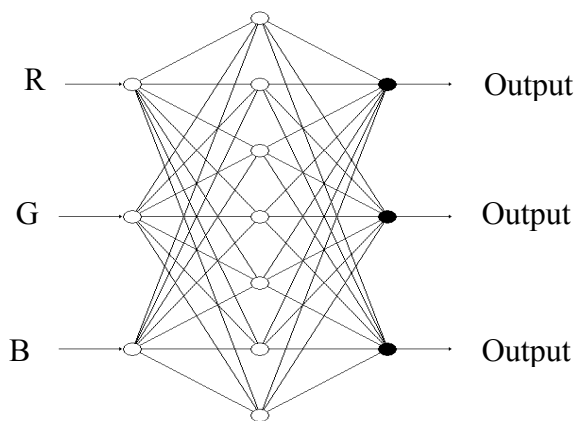
Pengembangan Model

Sistem jaringan syaraf tiruan akan menggunakan data hasil pengukuran dengan citra sebagai masukan dan akan mengolahnya sehingga menghasilkan keluaran berupa mutu buah mangga.

Jaringan syaraf tiruan yang dikembangkan adalah jaringan syaraf tiruan lapisan jamak yang terdiri dari tiga lapisan yaitu lapisan *input*/masukan, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran. Lapisan *input* adalah ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) antara lain data dari pengolahan citra. Sedangkan lapisan *output*/keluaran adalah mutu buah mangga yaitu mutu I; mutu II dan mutu III. Jumlah lapisan tersembunyi akan ditentukan pada training (pelatihan) dan validasi berdasarkan kesalahan pada saat training (pelatihan) dan validasi.

Algorithma pelatihan/training jaringan syaraf tiruan yang digunakan adalah *backpropagation*, dan untuk memperbaiki kinerja jaringan syaraf tiruan ditambahkan konstanta momentum (δ) serta konstanta pembelajaran (α). Model yang dipakai pada penelitian ini terdiri dari 3 model yaitu:

1. Model I yaitu model JST yang terdiri dari 3 buah masukan (*input*) hasil pengolahan citra R, G, B (*red, green, blue*) dengan 3 keluaran mutu I, II dan III.
2. Model II yaitu model JST yang terdiri dari 5 buah *input* data non-destruktif meliputi hasil pengolahan citra R, G, B (*red, green, blue*), berat dan luas dengan 3 buah keluaran mutu I, mutu II dan mutu III.
3. Model III yaitu model JST yang terdiri dari 7 buah masukan (*input*) data non-destruktif dan data destruktif meliputi hasil pengolahan citra R, G, B (*red, green, blue*), berat, luas dan komponen tekstur (contras, homogen, energy dan entropy) dengan 3 buah keluaran mutu I, mutu II dan mutu III.



Gambar 1. Arsitektur jaringan syaraf tiruan model I.

Algoritma pelatihan *backpropagation* adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi Pembobot

Mula-mula pembobot dipilih secara acak, kemudian setiap sinyal *input* diberikan ke dalam noda pada lapisan *input*, lalu sistem akan mengirim sinyal ke noda pada lapisan terselubung selanjutnya

2. Perhitungan nilai aktivasi

Setiap noda pada lapisan terselubung, dihitung nilai *net input*nya dengan cara menjumlahkan seluruh hasil perkalian antara noda *input* dengan pembobotnya sesuai dengan persamaan berikut:

$$NetL_i^p = \sum O(L-1)_j^p W_{ij}$$

dimana:

p = indeks pasangan *input-output* yang dipilih dari set pelatihan

$NetL_i^p$ = net *input* dari noda ke-I pada lapisan L yang berhubungan dengan contoh ke-p

$\sum O(L-1)_j^p$ = *output* noda ke-j pada lapisan L dikurangi 1 (L-1) berhubungan dengan contoh ke-p

W_{ij} = pembobot yang menghubungkan noda ke-j pada lapisan (L-1) dengan noda ke-I pada lapisan L

3. Perbaikan Nilai Pembobot (*Weight*)

Nilai aktivasi merambat menuju lapisan di depannya seperti proses di atas sampai lapisan *output* tercapai. Nilai *output* dari setiap noda pada lapisan *output* hasil perhitungan jaringan syaraf tiruan dibandingkan dengan nilai target. Galat dihitung berdasarkan hubungan antara nilai *output* jaringan dengan nilai target yang dihitung sesuai dengan persamaan berikut:

$$E^p = \sum (O_i^p - T_i^p)^2$$

dimana: E^p = nilai galat pasangan ke-p

O_i^p = nilai *output* noda ke-I untuk pasangan ke-p

T_i^p = nilai target ke-I pada pasangan ke-p

Laju pelatihan atau *learning rate* harus dipilih antara 0 sampai 0,9. laju pelatihan menentukan kecepatan pelatihan sampai jaringan syaraf tiruan mencapai keadaan optimal. Prinsip dasar algoritma *Backpropagation* adalah memperkecil galat hingga mencapai minimum global.

4. Pengulangan (iterasi)

Keseluruhan proses dilakukan pada setiap contoh dan setiap *iterasi* sampai sistem mencapai keadaan optimum. *Iterasi* tersebut mencakup pemberian contoh pasangan *input* dan *output*, perhitungan nilai aktivasi dan perubahan nilai pembobot (*weight*)

Analisis Data

Analisis meliputi penghitungan rata-rata nilai intensitas warna objek (R,G,B), pengukuran tekstur dilakukan dengan menggunakan empat *features* yang diperkenalkan oleh Harick dan kawan-kawan pada tahun 1973. empat *features* tersebut adalah *energy*, *Contrast*, *Homogeneity* dan *Entropy*. Nilai-nilai ini dijadikan sebagai data *input*.

Data pada JST dibagi dalam dua bagian yaitu data untuk uji training (pelatihan) dan data validasi. Training terdiri dari 2/3 bagian mangga yaitu sebanyak 24 data. Validasi terdiri dari 1/3 bagian data yaitu 10 data.

Kinerja JST dinilai berdasarkan nilai RMSE (*root mean square error*) pada proses generalisasi terhadap contoh data *input-output* baru. Persamaan RMS Error:

$$RMSError = \sqrt{\sum_n \frac{(p-a)^2}{n}}$$

p = nilai prediksi jaringan syaraf tiruan

a = nilai aktual yang diberikan

n = jumlah contoh pada data validasi

Pemanfaatan sistem

Sistem ini akan dapat digunakan sebagai otak alat sortasi yang berdasarkan ukuran, warna dan tekstur permukaan kulit, dengan menggunakan data citra sebagai masukan dan keluaran mutu mangga.

Validasi model

Validasi dilakukan sebagai proses pengujian kinerja atau ketepatan prediksi JST (keakuratan) terhadap contoh yang diberikan selama proses pelatihan.

Pada proses Validasi, setelah model diberikan pelatihan, maka model diuji dengan data yang lain, ini dimaksudkan sejauh mana model dapat memprediksi nilai-nilai keluaran dari nilai-nilai masukan yang diberikan. Validasi model dirumuskan dengan persamaan:

$$Validasi (\%) = \left[\frac{A}{B} \right] \times 100\%$$

A = Jumlah data hasil pendugaan yang sama dengan target.

B = Jumlah data target

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan JST ini dibagi menjadi dua bagian melakukan pelatihan dan validasi. Data dibagi dua kelompok yaitu data untuk pelatihan (*training*) dan data validasi. Set data yang digunakan untuk analisa JST merupakan contoh pasangan target keluaran dan parameter-parameter masukan.

Pada penelitian ini pasangan target keluaran berupa bilangan biner yang berbentuk vektor untuk nilai keluaran tiap mutu mangga. Bilangan biner untuk penentuan mutu tersebut adalah : (1,0,0) untuk mutu I; (0,1,0) mutu II; (0,0,1) mutu III. Set data yang digunakan dalam pelatihan harus mencakup nilai maksimum dan nilai minimum untuk tiap-tiap parameter keluaran dan masukan

Penentuan konstanta pelatihan dan konstanta momentum dilakukan dengan metode *trial and error*, menghasilkan konstanta momentum 0,9 dan laju pembelajaran 0,9; nilai aktivasi adalah 1 (Gambar 2).

Pada permulaan pelatihan nilai bobot yang diberikan pada sistem adalah nilai bobot yang berasal dari bilangan acak (random).

Selama proses pelatihan didapat RMS Error serta perubahan nilai pembobot untuk tiap iterasi pada setiap simpul JST. Nilai RMS Error terendah serta nilai pembobot terakhir diguna-kan untuk pendugaan pada validasi.

a. Jaringan Syaraf Tiruan Model I dengan Input Data Citra

JST Model I menggunakan data R,G,B sebagai *input*, dengan 3 *output*. Setelah dilakukan pelatihan maka didapat nilai RMS Error model I pada Tabel 1.

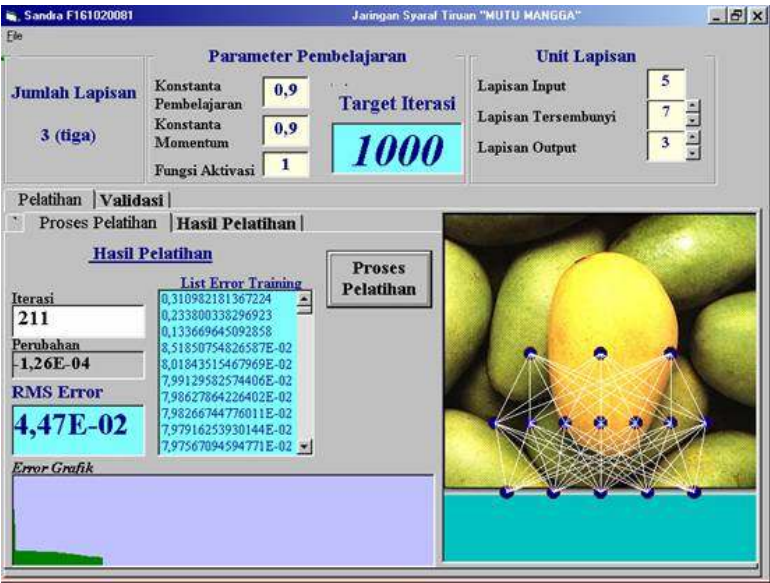
Tabel 1. RMS Error Jaringan Syaraf Tiruan Model I

Lapisan Tersembunyi i	RMS Error pada Iterasi		
	1000	2500	5000
3	0,0621	0,0567	0,0542
5	0,0597	0,0573	0,0548
7	0,0591	0,0568	0,0543

Dari Tabel 1 terlihat nilai RMS Error terkecil dan terbesar terdapat pada

lapisan tersembunyi 3 dengan iterasi 5000 dan 1000, disini terlihat bahwa jumlah iterasi berpengaruh terhadap nilai RMSE pada lapisan tersembunyi yang sama dimana makin besar iterasi makin kecil nilai RMSEnya.

Untuk pengujian kinerja JST, setelah pelatihan maka dilakukan validasi. Hasil validasi merupakan besarnya akurasi prediksi, terlihat pada Tabel 2.



Gambar 2. Tampilan program JST pemutuan mangga.

Tabel 2. Kesalahan Prediksi JST (%) Model I

Mutu	Jenis kesalahan Prediksi	Iterasi 1000 Pada Lap. Tersembunyi			Iterasi 2500 Pada Lap. Tersembunyi			Iterasi 5000 Pada Lap. Tersembunyi		
		3	5	7	3	5	7	3	5	7
mutu I	Tidak terklasifikasi	40	30	30	0	40	10	30	20	0
	Salah klasifikasi	10	20	20	30	10	10	20	10	10
mutu II	Tidak terklasifikasi	30	30	30	10	10	20	40	10	0
	Salah klasifikasi	10	10	10	0	0	0	0	0	0
mutu III	Tidak terklasifikasi	20	20	20	20	0	0	10	0	10
	Salah klasifikasi	10	0	0	10	10	10	10	10	10

Tabel 2. terlihat JST dapat memprediksi lebih dari separo sampel dengan tepat dengan kesalahan 40%, untuk mutu II dengan lapisan tersembunyi 7 itersai 5000 JST dapat memprediksi 100%. Kesalahan prediksi JST terdiri atas dua bagian pertama “tidak terklasifikasi”, dan “salah klasifikasi”, salah klasifikasi mutu I ke mutu II; mutu II ke mutu III dan yang mutu III diprediksi mutu II.

b. Jaringan Syaraf Tiruan Model II dengan 5 Input

Model II menggunakan 5 *input*.data yaitu R,G,B, berat dan luas. Nilai RMS Error JST Model II pada Tabel 3. nilai RMS Error terkecil 0,0222 terdapat pada iterasi 5000 lapisan 7. dan nilai RMS Error terbesar 0,0337 pada iterasi 1000 dengan lapisan tersembunyi 5.

Tabel 3. RMS Error Jaringan Syaraf Tiruan Model II

Lapisan Tersembunyi	RMS Error pada Iterasi		
	1000	2500	5000
3	0,0336	0,0269	0,0248
5	0,0337	0,0258	0,0244
7	0,0328	0,0250	0,0222

JST model II untuk mutu I dapat memprediksi mutu mangga 100%, sedangkan untuk mutu II dan mutu II prediksinya mencapai 90% (Tabel 4).

Tabel 4. Kesalahan Prediksi JST (%) Model II

Mutu	Jenis kesalahan Prediksi	Iterasi 1000 Pada Lap. Tersembunyi			Iterasi 2500 Pada Lap. Tersembunyi			Iterasi 5000 Pada Lap. Tersembunyi		
		3	5	7	3	5	7	3	5	7
mutu I	Tidak terklasifikasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salah klasifikasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mutu II	Tidak terklasifikasi	0	10	0	0	10	10	0	10	10
	Salah klasifikasi	0	0	0	10	0	0	0	0	0
mutu III	Tidak terklasifikasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salah klasifikasi	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Kesalahan pada mutu II sebagian besar tidak terklasifikasi sedangkan pada mutu III semua kesalahan adalah salah klasifikasi terjadi pada setiap lapisan tersembunyi.

Jaringan syaraf tiruan model III terdapat 9 *input* data meliputi R,G,B,berat, luas dan komponen tekstur (contras, homogen, energy dan entropy).

Tabel 5. RMS Error Jaringan Syaraf Tiruan Model III

Lapisan Tersembunyi	RMS Error pada Iterasi		
	1000	2500	5000
3	0,0347	0,0216	0,0199
5	0,0275	0,0192	0,0180
7	0,0300	0,0206	0,0186

Nilai RMS Error jaringan syaraf tiruan Model III dalam memprediksi mutu mangga dapat dilihat pada Tabel 5 . nilai RMS Error terkecil 0,0180 terdapat pada iterasi 5000 dengan lapisan tersembunyi 5. dan nilai RMS Error terbesar 0,0347 iterasi 1000 lapisan tersembunyi 3. Akurasi prediksi dari validasi model III pada Tabel 6. Untuk semua iterasi tidak ada terjadi kesalahan prediksi dengan kata lain bahwa jaringan syaraf tiruan dapat memprediksi 100% mutu mangga sesuai dengan input yang diberikan, kecuali untuk iterasi 1000 lapisan 5 10% salah klasifikasi untuk mutu III,

Tabel 6. Kesalahan Prediksi JST (%) Model III

Mutu	Jenis kesalahan Prediksi	Iterasi 1000 Pada Lap. Tersembunyi			Iterasi 2500 Pada Lap. Tersembunyi			Iterasi 5000 Pada Lap. Tersembunyi		
		3	5	7	3	5	7	3	5	7
mutu I	Tidak terklasifikasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salah klasifikasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mutu II	Tidak terklasifikasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salah klasifikasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mutu III	Tidak terklasifikasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salah klasifikasi	0	10	0	0	0	0	0	0	0

c. Jaringan Syaraf Tiruan Model III dengan 9 Input

Dari semua kesalahan prediksi pada setiap model ini disebabkan oleh data yang memang kurang akurat, karena untuk menentukan perbedaan mutu buah secara manual sangat sulit, karena di tingkat petani pemutuan berdasarkan besar dan berat yang dinilai secara visual jadi ada sebagian data yang memang salah klasifikasi, ini terlihat dari kesalahan prediksi umumnya terjadi pada data yang sama pada setiap iterasi dan pada setiap lapisan tersembunyi untuk setiap model.

KESIMPULAN

Jaringan Syaraf Tiruan dapat memprediksi mutu mangga. Akurasi prediksi yang tertinggi terdapat pada model III dan yang terendah pada model I. Kesalahan prediksi jaringan syaraf tiruan terbagi 2 yaitu “salah klasifikasi” dan “tidak terklasifikasi”. Pada model I dan model II untuk mutu I dan mutu II kesalahan terbanyak “tidak terklasifikasi”, untuk mutu III terbanyak “salah klasifikasi”. Dalam memprediksi mangga model yang terbaik adalah Model III dengan iterasi 2500 dan 5000 yang dapat memprediksi mangga dengan tingkat kesalahan 0%. Makin besar jumlah lapisan tersembunyi dan banyak

iterasinya maka waktu yang digunakan dalam proses pelatihan akan lama.

Data yang digunakan dalam pelatihan dan untuk validasi pada Jaringan Syaraf Tiruan harus benar-benar data yang akurat. Dilakukan pengembangan JST untuk alat sortasi mangga secara on-line berdasarkan citra digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Gao, X and J. Tan. 1996. Analysis of Expanded-Food Texture by Image Processing. Part I. Geometric Properties. *Journal of Food Process Engineering* 19, 425 – 444.
- Gunayanti, S. 2002. Pemutuan (*grading*) Buah Mangga (*Mangifera indica* L) Berdasarkan Sifat Fisik Permukaan Buah Menggunakan Pengolahan Citra.
- Jain, R., R. Kasturi and B.G. Schunck. 1995. *Machine Vision*. McGraw-Hill Book, Inc. New York, USA.
- Klerforrs, Daniel., 1998. *Artificial Neural Networks*. Saint Louis University School of Business & Administration.
- Patterson, D.W., 1996. *Artificial Neural Network Theory and Applications*. Prentice Hall. Singapore.

Subiyanto. 2001. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan sebagai Metode Alternatif Prakiraan Beban Jangka Pendek. J. Elektro Indonesia. Nomor 29, Tahun VI, Januari 2000

Suharyanto, 1997. Aplikasi "Artificial Neural Network" di Bidang Rekayasa Keairan. Makalah Seminar dan Pameran Teknologi Komputer, 22-23 September 1997. Fakultas Teknik-UNDIP. Semarang.