

# EVALUASI KESESUAIAN LAHAN UNTUK BUDIDAYA TANAMAN PANGAN MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

(An Evaluation of Suitable Landscape to Crop Food Cultivation by Using Neural Networks)

Anifuddin Azis<sup>1</sup>, Bambang Hendro Sunarminto<sup>2</sup>, dan Medhanita Dewi Renanti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Gadjah Mada

<sup>2</sup> Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

<sup>1</sup> E-mail : anifudin@ugm.ac.id

## ABSTRAK

Penentuan jenis tanaman pangan yang sesuai ditanam pada lahan tertentu berdasarkan nilai-nilai karakteristik lahan sangat diperlukan sebagai pendukung pengambilan keputusan, koordinasi, dan pengendalian bagi para peneliti, praktisi, dan perencana penggunaan lahan, sehingga kerugian (finansial) yang cukup besar tidak terjadi nantinya. Program komputer dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) metode Learning Vector Quantization (LVQ) dapat digunakan sebagai alat yang tepat dalam memberikan informasi tanaman yang cocok ditanam dengan mudah, cepat, dan akurat. Data pelatihan didapat dari kombinasi nilai karakteristik lahan yang termasuk dalam kelas kesesuaian S1 dan S2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai Eps (error minimum yang diharapkan) = 0.005, nilai  $\alpha = 0.05$ , nilai maksimum epoch = 10, dan nilai pengurangan learning rate sebesar  $0.1 \cdot \alpha$  merupakan nilai-nilai yang cukup efektif dan efisien dalam melakukan prediksi jenis tanaman pangan yang sesuai ditanam pada lahan tertentu karena tingkat ketepatan prediksinya adalah 100% dari 22 data pengujian.

**Kata Kunci:** Jaringan syaraf tiruan, learning vector quantization, evaluasi kesesuaian lahan

## ABSTRACT

An evaluation of suitable landscape to crop food cultivation based on value of landscape type was needed to decision making, coordination, and control to researchers, practitioner, and farmer to minimize cost. Computer program with Learning Vector Quantization (LVQ) can be used as tools to give an information of suitable crop food cultivation easily, fastly, and accurately. Training data was take from combination of value of landscape type. Result of testing show that LVQ neural networks with error was 0.005,  $\alpha = 0.05$ , maximum epoch was 10, and substitution value of learning rate was  $0.1 \cdot \alpha$ , was the best parameter to the systems that can predict 100 % from 22 testing data.

**Keywords:** Neural networks, learning vector quantization, evaluation of suitable landscape

Makalah diterima 17 September 2005

## 1. PENDAHULUAN

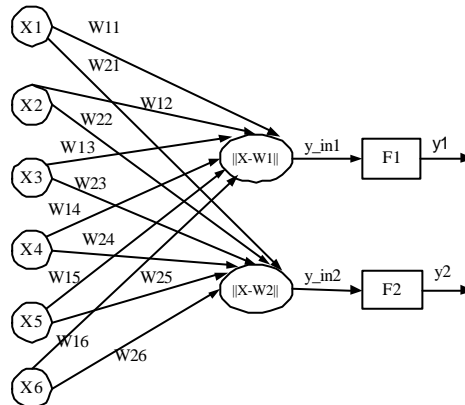
Produktivitas tanaman pangan tergantung pada kualitas lahan yang digunakan. Jika pada pemilihan lahan pada awal pembangunan tanaman areal-areal yang tidak produktif tidak disisihkan, maka kerugian (finansial) yang cukup besar akan terjadi nantinya.

Saat ini, penentuan jenis budidaya tanaman pangan yang sesuai ditanam pada suatu lahan tertentu masih dilakukan secara manual, yaitu membandingkan data-data yang ada di lapangan dengan kriteria persyaratan penggunaan lahan untuk tanaman pangan tertentu, sehingga informasi yang diperoleh membutuhkan waktu, tenaga, dan biaya yang tidak sedikit.

Aplikasi jaringan syaraf tiruan dengan metode LVQ dapat digunakan untuk menentukan jenis tanaman pangan yang sesuai ditanam pada suatu lahan tertentu berdasarkan nilai karakteristik lahan yang dimasukkan, yang sebelumnya dilakukan pembelajaran. Hal ini dikarenakan komputer diberi bekal pengetahuan dan kemampuan

untuk menalar sehingga bisa melakukan buatan digunakan karena jaringan syaraf diimplementasikan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran. *Learning Vector Quantization* (LVQ) adalah suatu metode untuk melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Suatu lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor *input*. Kelas-kelas yang didapatkan sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor *input*. Jika dua vektor *input* mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan meletakkan kedua vektor *input* tersebut ke dalam kelas yang sama. Gambar 1 menunjukkan jaringan LVQ unit (*neuron*) pada lapisan *output* (Kusumadewi, 2003).

Fungsi aktivasi F1 akan memetakan  $y_{in1}$  ke  $y_1 = 1$  apabila  $|X-W_1| < |X-W_2|$ , dan  $y_2 = 0$ . Demikian pula dengan fungsi aktivasi F2, akan memetakan  $y_{in2}$  ke  $y_2 = 1$  apabila  $|X-W_2| < |X-W_1|$ , dan  $y_1 = 0$ .



Gambar 1. Contoh arsitektur jaringan LVQ.

penalaran seperti seorang pakar dalam bidang tersebut.

## 2. JARINGAN SYARAF TIRUAN LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ)

Jaringan syaraf merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia. Istilah

Algoritma LVQ (Fausett,1994) :

1. Tetapkan: Bobot awal variabel input ke-j menuju ke kelas ke-i:  $W_{ij}$ , Maksimum Epoch (MaxEpoch), *error* minimum yang diharapkan (Eps), *learning rate* ( $\alpha$ )
2. Masukkan :
  - Data *input* :  $X_j$ ; Dengan  $j = 1,2,\dots,n$
  - Target berupa kelas :  $T_i$  Dengan  $i = 1, 2, \dots, m$

3. Tetapkan kondisi awal :
  - Epoch = 0;
4. Kerjakan selama : (epoch < MaxEpoch) dan ( $\alpha > \epsilon$ )
  - a. Epoch = epoch+1;
  - b. Kerjakan untuk  $i = 1$  sampai  $n$ 
    - i. Memilih jarak sedemikian hingga  $\|X - W_j\|$  minimum (sebut sebagai  $C_j$ )
    - ii. Perbaiki  $W_j$  dengan ketentuan:
      - o Jika  $C_j = T$  maka :  
 $W_j = W_j + \alpha (X - W_j)$
      - o Jika  $C_j \neq T$  maka:  
 $W_j = W_j - \alpha (X - W_j)$
  - c. Kurangi nilai  $\alpha$   
Pengurangan  $\alpha = 0.1 * \alpha$

### 3. EVALUASI KESESUAIAN LAHAN

Evaluasi lahan adalah proses dalam menduga potensi lahan untuk penggunaan tertentu baik untuk pertanian maupun non pertanian. Kesesuaian lahan adalah kecocokan

suatu lahan untuk penggunaan tertentu, sebagai contoh lahan sesuai untuk irigasi, tambak, pertanian tanaman tahunan atau pertanian tanaman semusim. Kualitas lahan merupakan sifat-sifat atau *attribute* yang kompleks dari suatu lahan. Masing-masing kualitas lahan mempunyai *performance* tertentu yang berpengaruh terhadap kesesuaiannya bagi penggunaan tertentu. Kualitas lahan ada yang bisa diestimasi atau diukur secara langsung di lapangan, tetapi pada umumnya ditetapkan dari pengertian karakteristik lahan. Sedangkan karakteristik lahan adalah sifat lahan yang dapat diukur atau diestimasi. Contohnya: lereng, curah hujan, tekstur tanah. Tabel 1 menyatakan kualitas dan karakteristik lahan yang digunakan dalam kriteria kesesuaian lahan (Djaenudin *et al.*, 1997).

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan kelas lahan adalah metode pembatas yang menentukan kelas lahan berdasarkan banyaknya pembatas. Tabel 2 menyatakan hubungan antara karakteristik

Tabel 1. Kualitas dan karakteristik lahan yang digunakan dalam kriteria evaluasi lahan

Simbol	Kualitas lahan	Karakteristik lahan
Tc	Temperatur	1. Temperatur
Wa	Ketersediaan air	Curah hujan (mm) Lamanya masa kering (bulan) Kelembaban udara (%)
Oa	Ketersediaan oksigen	1. Drainase
Rc	Media perakaran	Drainase Tekstur Bahan kasar (%) Kedalaman tanah Ketebalan gambut Kematangan gambut
Nr	Retensi hara	KPK lempung ( $\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ ) Kejenuhan basa (%) pH H <sub>2</sub> O C-organik (%)
Xc	Toksisitas	Kejenuhan aluminium Salinitas/DHL (dS/m)
Xn	Sodositas	1. Alkalinitas (%)
Xs	Bahaya sulfidik	1. Pyrit (bahan sulfidik)
Eh	Bahaya erosi	Lereng (%) Bahaya erosi
Fh	Bahaya banjir	1. Genangan
Lp	Penyiapan lahan	Batuan di permukaan (%) Singkapan batuan (%)

Tabel 2. Hubungan antara karakteristik kesesuaian lahan dan tingkat pembatas.

Tingkat Pembatas	Karakteristik Kesesuaian Lahan
0: no (tidak ada)	S1: sangat sesuai
1: <i>slight</i> (ringan)	S2: cukup sesuai
2: <i>moderate</i> (sedang)	S3: sesuai marginal
3: <i>severe</i> (berat)	N: tidak sesuai
4: <i>very severe</i> (sangat berat)	

Tabel 3. Kriteria untuk penentuan kelas kesesuaian lahan.

Kelas Kesesuaian Lahan	Kriteria
S1: sangat sesuai	Unit lahan tidak memiliki pembatas atau hanya memiliki empat pembatas ringan.
S2: cukup sesuai	Unit lahan memiliki lebih dari empat pembatas ringan, dan atau memiliki tidak lebih dari tiga pembatas sedang.
S3: sesuai marginal	Unit lahan memiliki lebih dari tiga pembatas sedang, dan atau satu pembatas berat.
N: tidak sesuai	Unit lahan memiliki lebih dari satu pembatas berat atau sangat berat

kesesuaian lahan dengan tingkat pembatas. Kelas kesesuaian lahan ditentukan berdasarkan kriteria yang diberikan pada Tabel 3 (Sys *et al.*, 1991).

#### 4. ANALISIS KINERJA SITEM

Pada penelitian ini yang digunakan sebagai data masukan adalah karakteristik lahan yang terdiri atas 22 buah, yaitu temperatur rerata, curah hujan, kelembaban, drainase, tekstur, bahan kasar, kedalaman tanah, ketebalan gambut, gambut dengan singkapan/pengkayaan mineral, kematangan

gambut, KPK lempung, kejenuhan basa, pH H<sub>2</sub>O, C-organik, salinitas, alkalinitas, kedalaman sulfidik, lereng, bahaya erosi, genangan, batuan di permukaan, dan singkapan batuan (Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6). *Output* yang akan dihasilkan adalah salah satu dari 12 jenis tanaman pangan berikut: buncis, jagung, padi sawah irigasi, sorgum, gandum, ubi jalar, ubi kayu, kedelai, kacang kapri, kacang panjang, kacang tanah, kacang hijau.

Untuk itu arsitektur JST LVQ yang digunakan adalah 22 node pada lapisan *input* dan 4 node pada lapisan *output*.

Tabel 4. Data masukan JST

Karakteristik lahan	Nilai linguistik	Kisaran data	Nilai parameter
Temperatur rerata (°C)	Dingin	≤ 17	0
	Agak dingin	18-20	0,15
	Sejuk	21-22	0,3
	Sedang	23-30	0,5
	Hangat	31-32	0,65
	Agak panas	33-35	0,8
	Panas	≥ 36	1
Curah hujan (mm)	Sangat rendah	≤ 199	0
	Rendah	200-300	0,15
	Agak rendah	301-400	0,3
	Sedang	401-1110	0,5
	Agak tinggi	1111-1600	0,65

Karakteristik lahan	Nilai linguistik	Kisaran data	Nilai parameter
	Tinggi	1601-1900	0,8
	Sangat tinggi	$\geq 1901$	1
Kelembaban (%)	Sangat rendah	$\leq 29$	0
	Rendah	30-36	0,2
	Agak rendah	37-42	0,4
	Sedang	43-75	0,6
	Agak tinggi	76-90	0,8
	Tinggi	$\geq 91$	1
Drainase	Sangat terhambat	$\leq -1$	0
	Terhambat	0	0,15
	Agak terhambat	25-49	0,3
	Agak baik	50-99	0,5
	Baik	100-149	0,65
	Agak cepat	150-199	0,8
	Sangat cepat	$\geq 200$	1
Bahan kasar (%)	Rendah	$\leq 14$	0
	Agak rendah	15-35	0,3
	Agak tinggi	36-55	0,6
	Tinggi	$\geq 56$	1
Kedalaman tanah (cm)	Dangkal	$\leq 49$	0
	Agak dangkal	50-75	0,3
	Agak dalam	76-100	0,6
	Dalam	$\geq 101$	1
Ketebalan gambut (cm)	Tipis	$\leq 59$	0
	Agak tipis	60-140	0,3
	Agak tebal	141-200	0,6
	Tebal	$\geq 201$	1
+ dengan singkapan/ Pengkayaan (cm)	Tipis	$\leq 139$	0
	Agak tipis	140-200	0,3
	Agak tebal	201-400	0,6
	Tebal	$\geq 401$	1
Kematangan	Saprik	$\leq 16$	0
	Saprik hemik +	17-42	0,3
	Hemik fibrik +	43-67	0,6
	Fibrik	$\geq 68$	1
KPK lempung (cmol(+).kg <sup>-1</sup> )	Rendah	$\leq 16$	0
	Tinggi	$> 16$	1
Kejenuhan basa (%)	Rendah	$\leq 19$	0
	Sedang	20-35	0,5
	Tinggi	$\geq 36$	1
pH H <sub>2</sub> O	Sangat asam	$\leq 5,7$	0
	Agak asam	5,8-6,0	0,13
	Netral	6,1-7,8	0,25
	Agak basa	7,9-8,0	0,5
	Sangat basa	$\geq 8,1$	1
C-organik (%)	Rendah	$\leq 0,7$	0
	Sedang	0,8-1,2	0,5
	Tinggi	$\geq 1,3$	1
Salinitas (dS/m)	Rendah	$\leq 3$	0
	Agak rendah	4-6	0,3

Karakteristik lahan	Nilai linguistik	Kisaran data	Nilai parameter
	Agak tinggi	7-8	0,6
	Tinggi	$\geq 9$	1
Alkalinitas/ESP (%)	Rendah	$\leq 14$	0
	Agak rendah	15-20	0,3
	Agak tinggi	21-25	0,6
	Tinggi	$\geq 26$	1
Kedalaman sulfidik (cm)	Dangkal	$\leq 49$	0
	Agak dangkal	50-75	0,3
	Agak dalam	76-100	0,6
	Dalam	$\geq 101$	1
Lereng (%)	Datar	$\leq 1$	0
	Berombak	2-8	0,13
	Bergelombang	9-16	0,25
	Berbukit	17-30	0,5
	bergunung	$\geq 31$	1
Bahaya erosi	Sangat ringan	$\leq 0,14$	0
	Ringan	0,15-0,9	0,13
	Sedang	1,0-1,8	0,25
	Berat	1,9-4,8	0,5
	Sangat berat	$\geq 4,9$	1
Batuan di permukaan (%)	Rendah	$\leq 4$	0
	Agak rendah	5-15	0,3
	Agak tinggi	16-40	0,6
	Tinggi	$\geq 41$	1
Singkapan batuan (%)	Rendah	$\leq 4$	0
	Agak rendah	5-15	0,3
	Agak tinggi	16-25	0,6
	Tinggi	$\geq 26$	1

Data masukan untuk karakteristik lahan tekstur diberikan pada Tabel 5 dan data

masukan untuk karakteristik lahan genangan diberikan pada Tabel 6.

Tabel 5. Data masukan tekstur

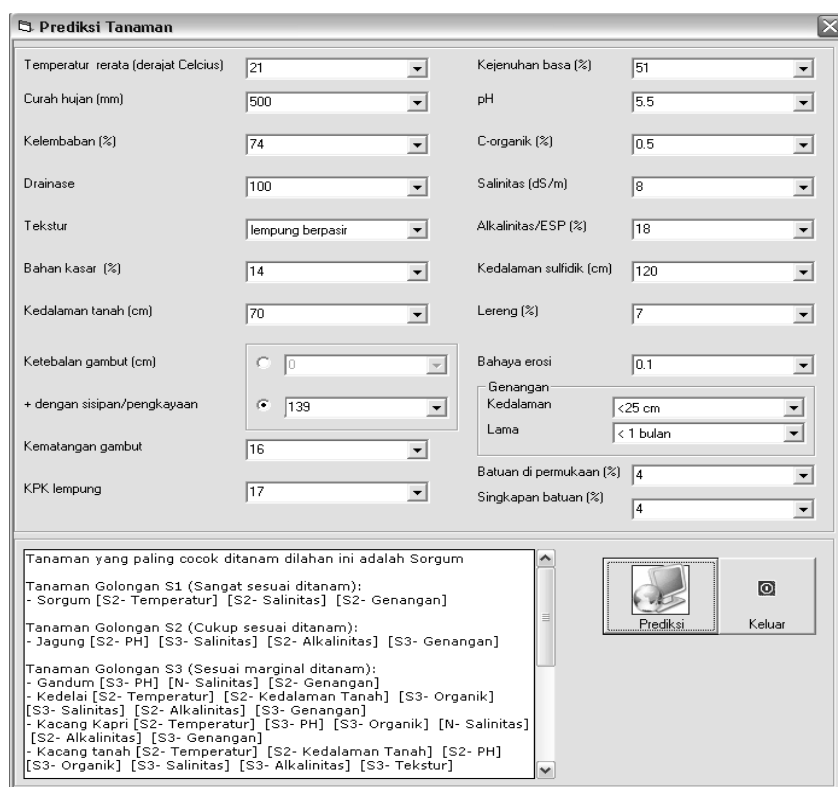
Kelas	Tekstur	Nilai parameter
Halus (h)	Lempung berpasir, lempung, lempung berdebu	0
Agak halus (ah)	Geluh berlempung, geluh lempung berpasir, geluh lempung berdebu	0,13
Sedang (s)	Geluh berpasir sangat halus, geluh, geluh berdebu, debu	0,25
Agak kasar (ak)	Geluh berpasir kasar, geluh berpasir, geluh berpasir halus	0,5
Kasar (k)	Pasir, pasir bergeluh	1

Tabel 6. Data masukan genangan

Simbol	Kelas bahaya genangan	Nilai parameter
F0	Tanpa	0,0
F1	Ringan	0,2
F2	Sedang	0,4
F3	Agak berat	0,6
F4	Berat	0,8
F5	Sangat berat	1

Berikut akan dilakukan pengujian dengan target *output*-nya 12 dan *input*-nya 22 buah. Data pembelajarannya sebanyak 48 buah yang masing-masing tanaman mempunyai empat data pembelajaran. Nilai Eps (*error* minimum yang diharapkan) yang digunakan = 0.005, nilai  $\alpha = 0.05$ , nilai maksimum epoch = 10, dan nilai pengurangan *learning rate* sebesar  $0.1 * \alpha$ . Hasil pengujian dari 12 jenis tanaman ditampilkan pada Gambar 2.

*Output* yang dihasilkan dengan nilai karakteristik lahan seperti Gambar 2 adalah: sorgum. Hasil ini sesuai dengan hasil yang dilakukan oleh pakar evaluasi kesesuaian lahan. Disamping informasi jenis tanaman pangan yang cocok ditanam pada lahan tertentu, sistem juga menampilkan tanaman golongan yang sangat sesuai ditanam (S1), cukup sesuai (S2), sesuai marginal (S3), dan tidak sesuai ditanam (N). Tabel 7 merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan.



Gambar 2. Hasil prediksi.

Tabel 7. Data pengujian evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman pangan

X1	X2	X3	X4	X5 *	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X2 2	Hasil prediksi	Sesungguh nya
26	0	60	30	1	2	70	58	0	16	17	55	5.5	1.8	1	18	120	0	0.1	F0	4	4	Padi sawah irigasi	Padi sawah irigasi
22	0	31	60	3	1	80	0	130	16	17	59	7	1.6	1	15	75	0	0.1	F13	4	4	Padi sawah irigasi	Padi sawah irigasi
29	0	62	11 0	4	1	64	0	137	14	19	60	6	1.8	1	14	105	1	0.1 3	F41	10	3	Padi sawah irigasi	Padi sawah irigasi
23	60 0	45	12 5	10	13	73	55	0	15	17	57	62	0.8	3	13	115	6	0.1 2	F0	4	3	Jagung	Jagung
27	13 00	78	36	2	23	65	0	120	16	18	54	7.7	0.6	2	12	128	4	0.4	F0	2	4	Jagung	Jagung
25	45 0	64	55	6	12	68	48	0	20	19	55	5.9	0.5	0.6	17	118	4	0.1 1	F0	3	4	Sorgum	Sorgum
26	75 0	56	10 0	8	12	72	0	135	16	20	53	6.1	0.7	7	19	122	6	0.1	F0	16	4	Sorgum	Sorgum
12	40 0	0	10 5	4	11	52	50	0	12	18	59	6.4	0.8	2	18	118	5	0.1 1	F0	6	4	Gandum	Gandum
18	10 00	0	90	2	12	55	0	130	16	17	56	7.1	0.5	1	18	105	4	0.2	F1	3	8	Gandum	Gandum
24	88 0	68	12 5	8	11	78	48	0	15	19	39	5.8	3	1	13	110	7	0.1 3	F0	4	3	Ubi jalar	Ubi jalar
23	12 00	72	28	2	14	75	0	139	16	20	36	7.4	5	2	14	108	7	0.1	F0	12	4	Ubi jalar	Ubi jalar
28	11 00	0	10 2	10	13	11 8	46	0	11	19	20	6.9	0.9	1	0	105	5	0.1 4	F0	11	7	Ubi kayu	Ubi kayu
20	18 00	0	48	4	14	10 8	0	136	16	17	26	7	1	1	0	78	4	0.1	F0	7	4	Ubi kayu	Ubi kayu
15	58 0	49	11 9	2	12	78	58	0	15	19	53	5.8	1.3	1	3	79	4	0.1 3	F0	4	4	Buncis	Buncis



Tabel 7. Data pengujian evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman pangan

X1	X2	X3	X4	X5 *	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	Hasil prediksi	Sesungguhnya
18	370	50	100	10	18	82	0	136	16	17	51	7.3	1.4	1	4	80	6	0.1	F0	14	3	Buncis	Buncis
25	730	24	109	2	14	76	59	0	12	18	36	5.9	1.3	5	14	105	9	0.1	F0	4	2	Kedelai	Kedelai
23	430	33	100	2	12	79	0	137	43	12	42	5.9	7.4	4	13	110	7	0.14	F0	4	4	Kedelai	Kedelai
18	560	0	102	2	14	62	59	0	52	18	37	6.7	1.4	2.1	12	125	6	0.1	F0	6	4	Kacang kapri	Kacang kapri
17	370	48	48	3	14	80	57	0	16	18	53	7.1	1.3	0	4	121	6	0.14	F0	4	3	Kacang panjang	Kacang panjang
26	430	55	100	8	13	78	57	0	15	17	39	6	1.4	3	8	117	7	0.1	F0	5	9	Kacang tanah	Kacang tanah
29	1005	66	100	10	14	76	0	137	16	20	43	6.4	1.5	2	9	110	6	0.11	F0	4	3	Kacang tanah	Kacang tanah
15	520	44	110	1	13	76	0	139	16	18	52	5.8	1.4	0.9	4	120	6	0.1	F0	3	4	Kacang hijau	Kacang hijau

\* = 1 : lempung berpasir  
 2 : lempung  
 3 : lempung berdebu  
 4 : geluh berlempung  
 5 : geluh lempung berpasir  
 6 : geluh lempung berdebu  
 7 : geluh berpasir sangat halus

8 : geluh  
 9 : geluh berdebu  
 10: debu  
 11: geluh berpasir kasar  
 12: geluh berpasir  
 13: geluh berpasir halus  
 14: pasir

15: pasir bergeluh

Dari pengujian 22 hasil prediksi kesesuaian lahan untuk tanaman pangan tersebut, dapat diketahui bahwa hasil prediksi yang dilakukan oleh sistem sama dengan hasil sesungguhnya. Nilai Eps (*error* minimum yang diharapkan) = 0.005, nilai  $\alpha$  = 0.05, nilai maksimum epoch = 10, dan nilai pengurangan *learning rate* sebesar  $0.1 * \alpha$  merupakan nilai-nilai yang cukup efektif dan efisien dalam melakukan prediksi jenis tanaman pangan yang sesuai ditanam pada lahan tertentu. Hal ini dibuktikan dengan hasil prediksi sistem yang semuanya benar jika dibandingkan dengan hasil sesungguhnya, sehingga tingkat ketepatan prediksi menggunakan JST metode LVQ ini adalah 100%.

## 5. KEIMPULAN

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan:

1. JST LVQ yang telah dibangun dapat menentukan jenis tanaman pangan yang sesuai ditanam pada lahan tertentu berdasarkan karakteristik lahan yang dimasukkan. Arsitektur JST yang digunakan adalah 22-4, yaitu 22 node pada lapisan input dan 4 node pada lapisan *output*.
2. Nilai Eps (*error* minimum yang diharapkan) = 0.005, nilai  $\alpha$  = 0.05, nilai

maksimum epoch = 10, dan nilai pengurangan *learning rate* sebesar  $0.1 * \alpha$  merupakan nilai-nilai yang cukup efektif dan efisien dalam melakukan prediksi jenis tanaman pangan yang sesuai ditanam pada lahan tertentu karena tingkat ketepatan prediksinya adalah 100%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Djaenuddin, D., Marwan H., H. Subagyo, dan A. Mulyani, 1997, *Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Pertanian*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Departemen Pertanian
- Fausett, L., 1994, *Fundamentals of Neural Network, Architecture, Algorithms and Applications*, Prentice Hall, New Jersey
- Kusumadewi, S., 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan aplikasinya)*, Graha Ilmu Yogyakarta
- Poh, H.L., 1994, *A Neural Network Approach to Decision Support*, International Journal of Applied Expert Systems, Vol. 2 No. 3
- Sys, C., Ranst V., and Debaveye J, 1991, *Land Evaluation Part II: Methods in Land Evaluation*, General Administration for Development Cooperation, Brussels,