

Technical Paper

Aplikasi Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Kadar Bahan Organik dalam Tanah

The application of Image Process and Artificial Neural Network to Prediction Soil Organic Matter Content

Hermantoro¹

Abstract

The objective of this research is to determine organic matter content in soil using image processing and artificial neural network. The images of soil were captured using digital camera and processed using image process algorithm. The images parameter data i.e. red, green, blue, hue, saturation, intensity, mean, entropy, energy, contrast, and homogeneity were extracted from sixty soil sample with different organic matter content. Parameter images data were used as the inputs data for ANN analysis. Output layer of ANN is organic matter content in soil. Based on experiment found that application of image processing and ANN for predicting organic matter content in soil have the high accuracy with coefficient determination of 90.75 % and mean square error (MSE) of 0.002762.

Keywords: soil organic matter, images process, artificial neural network

Abstrak

Tujuan penelitian adalah menentukan kadar bahan organik dalam tanah menggunakan pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan. Citra tanah diambil menggunakan sebuah camera digital dan diolah menggunakan algoritma pengolahan citra. Parameter citra yang digunakan adalah : red, green, blue, saturasi, intensitas, rerata, entropi, energi, kontras, dan homogenitas diambil dari 60 contoh tanah dengan kadar bahan organik yang berbeda. Parameter citra tersebut digunakan sebagai data masukan dalam analisis ANN., sebagai lapisan keluaran dari ANN adalah kadar bahan organik dalam tanah. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis pengolahan citra dan ANN dapat digunakan untuk emprediksi kadar bahan organik dalam tanah dengan akurasi tinggi dengan koefisien determinasi 90,75% dan MSE 0,002761.

Kata kunci : bahan orgaik tanah, pengolahan citra, jaringan syaraf tiruan.

Diterima: 12 Agustus 2010; Disetujui: 03 Januari 2011

Pendahuluan

Tanah terbentuk dari campuran berbagai komponen penyusun yang diperkirakan dalam persen (%) volume secara ideal komposisinya adalah mineral 45%, bahan organik 5%, udara 20-30%, dan air 20-30% (Sutanto, 2005). Walaupun jumlah bahan organik dalam tanah paling kecil dibanding bahan yang lainnya, namun bahan organik memainkan banyak peranan penting dalam tanah, baik ciri fisik, kimia, maupun biologi tanah. Kadar bahan organik di dalam tanah paling tinggi ditemukan di lapisan atas setebal 20 cm, makin ke bawah makin berkurang.

Faktor-faktor yang menentukan kadar bahan organik dalam tanah menurut Hakim dkk. (1986) adalah kedalaman tanah, iklim, tekstur tanah dan keadaan drainase. Faktor iklim yang berpengaruh

adalah suhu udara dan curah hujan. Pada daerah yang semakin dingin pada umumnya kadar bahan organik makin tinggi. Kadar bahan organik dalam tanah bertambah dua hingga tiga kali tiap suhu tahunan rata-rata turun 10°C.

Pada tekstur tanah liat kadar bahan organik lebih tinggi dari pada tanah pasiran, pada tanah pasiran ini oksidasi dapat berlangsung lebih intensif sehingga bahan organik cepat habis. Sebaliknya pada keadaan drainase tanah yang buruk, oksidasi terhambat karena aerasi buruk menyebabkan kadar bahan organik tinggi.

Pada umumnya kadar bahan organik tanah ditentukan melalui analisis di laboratorium berdasarkan kandungan C-organik dengan metode Walkey and Black dan Metode Dennstedt. Analisa di laboratorium ini membutuhkan waktu yang lama, biaya yang cukup mahal. Secara visual

¹ Jurusan Teknik Pertanian dan Biosistem INSTIPER, Yogyakarta. email: her_mantr@yahoo.com

pada umumnya warna gelap dari suatu jenis tanah tertentu menunjukkan kandungan bahan organik yang tinggi sedangkan tanah-tanah yang terang miskin bahan organik (Hakim dkk, 1986).

Citra diartikan secara harafiah adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi (Munir, 2004). Citra ini disusun oleh banyak piksel yaitu bagian terkecil dari citra. Umumnya citra dibentuk dari kotak-kotak persegi empat yang teratur sehingga jarak horisontal dan vertikal antar piksel adalah sama pada seluruh bagian citra. Dalam komputer, setiap piksel diwakili oleh dua buah bilangan bulat (*integer*) untuk menunjukkan lokasinya dalam bidang citra dan sebuah nilai dalam bilangan bulat (*integer*) untuk menunjukkan cahaya atau keadaan terang-gelap piksel tersebut. Untuk menunjukkan lokasi suatu piksel, koordinat (0,0) digunakan untuk posisi kiri atas dalam bidang citra. Untuk menunjukkan tingkat pencahayaan suatu piksel, seringkali digunakan bilangan bulat yang besarnya 8-bit, dengan lebar selang nilai 0-255, dimana 0 untuk warna hitam, 255 untuk warna putih (Ahmad, 2005).

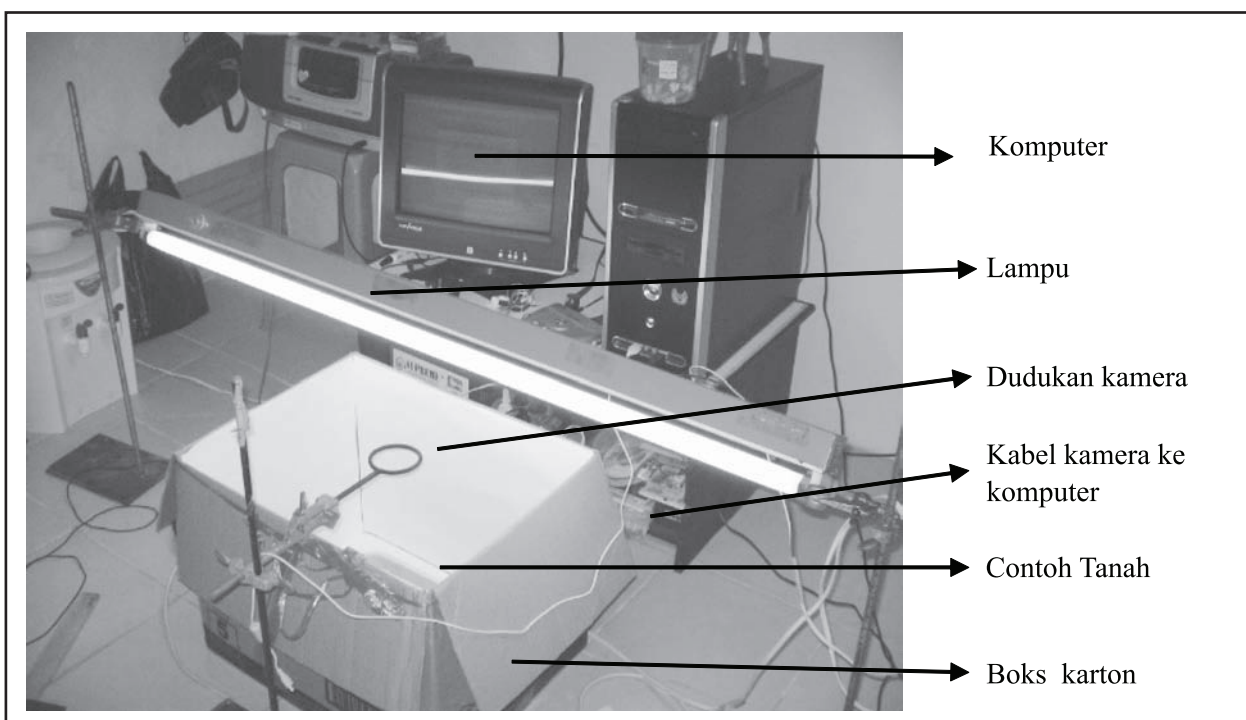
Pengolahan citra dan jaringan syaraf tiruan telah banyak digunakan dalam penelitian-penelitian yang berkaitan dengan tanaman dan buah-buahan, seperti Dwinanto (2001) menggunakan pengolahan citra dan jaringan syaraf tiruan untuk menduga keberadaan air dan nutrisi pada pertumbuhan tanaman cabai, Damiri dkk (2004) untuk mengidentifikasi kematangan jeruk lemon (*Citrus medica*), Arham dkk (2004) untuk mengevaluasi tingkat kematangan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia swingle*), dan Aditya dkk. (2004) untuk memprediksi produksi kakao dari parameter kualitas lahan.

Berdasarkan pada hal tersebut suatu penelitian dilakukan dengan tujuan untuk memprediksi kadar bahan organik dalam tanah dengan menggunakan pengolahan citra dan jaringan syaraf tiruan. Prediksi bahan organik ini dilakukan pada tanah regosol KP2 Kampus Instiper Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta. Karakteristik tanah bertekstur pasir geluhan, kemantapan agregatnya kurang, kandungan bahan organik, Kapasitas Pertukaran Kation (KPK), N-tersedia, K-tersedia, Asam Humat dan Asam Fulvat rendah, P-tersedia tinggi dan reaksi tanah netral.

Metodologi Penelitian

Model warna telah banyak dikembangkan oleh para ahli diantaranya adalah model warna RGB dan model warna *Hue*, *Saturation*, dan *Intensity* (HSI). Pengolahan warna menggunakan warna RGB mudah dan sederhana karena informasi warna dalam komputer sudah dikemas dalam model yang sama (Ahmad, 2005). Hal yang perlu dilakukan adalah melakukan pembacaan nilai-nilai *red* (R), *green* (G), dan *blue* (B) pada suatu piksel, menampilkan dan menafsirkan warna hasil perhitungan tadi sehingga mempunyai arti sesuai dengan yang diinginkan.

Model warna HSI yang merupakan model yang paling sesuai dengan manusia. Menurut Munir (2004), Nilai *Hue* menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning. *Hue* digunakan untuk membedakan warna-warna dan menentukan kemerahan (*redness*), kehijauan (*greenness*), dan lain sebagainya. Nilai *Saturation* meyakini tingkat



Gambar 1. Penyusunan alat-alat pada pengambilan gambar

kemurnian warna cahaya, yaitu mengidentifikasi seberapa banyak warna putih diberikan pada warna. Nilai *Intensity* menyatakan banyaknya cahaya yang diterima oleh mata tanpa mempedulikan warna. Kisaran nilainya antara gelap (hitam) dan terang (putih).

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik yang mirip dengan jaringan syaraf biologis (Siang, 2005). Jaringan Syaraf Tiruan merupakan penjabaran fungsi otak manusia (*biological neuron*) dalam bentuk fungsi matematika yang menjalankan proses perhitungan secara paralel (Ashis, 2002).

Pada penelitian ini Jaringan Syaraf Tiruan, yang digunakan adalah multilayer feedforward yang terdiri dari tiga *layer* yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer* dan algoritma pembelajaran yang digunakan adalah *backpropagation* (Rudiyanto dan Budi I. Setiawan, 2004). *Backpropagation* adalah suatu algoritma yang umumnya digunakan untuk membelajarkan Jaringan Syaraf Tiruan. Bobot jaringan dimodifikasi dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat error yang dihitung terhadap semua simpul-simpul output.

Bahan dan Alat

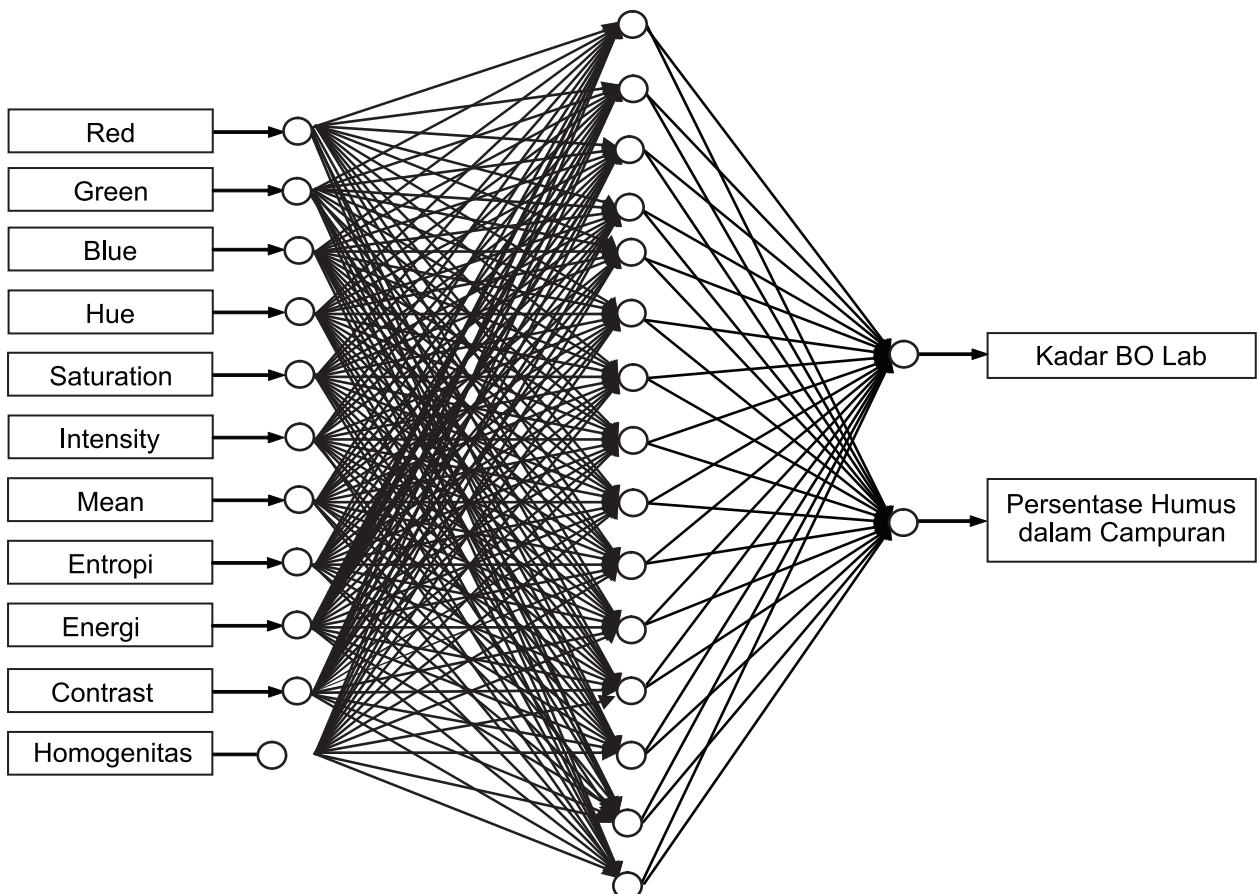
Penelitian aplikasi pengolahan citra dan jaringan syaraf tiruan ini dilakukan di Institut Pertanian Stiper yang terletak di Dusun Timbulrejo, Maguwoharjo,

Depok, Sleman, Yogyakarta, dengan ketinggian tempat 118 m di atas permukaan laut dengan jenis tanah regosol. Tanah tersebut memiliki tekstur pasir lempung geluhan dengan fraksi pasir 49%, liat 32% dan debu 19%. Bahan penelitian lainnya adalah bahan organik, campuran tanah dan bahan organik dengan berbagai perbandingan tertentu. Analisis kadar bahan organik dilakukan di Laboratorium Sentral INSTIPER.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kamera digital sebagai penangkap citra, komputer, satu buah lampu TL 36 watt, timbangan, ayakan tanah mesh 20, kotak karton ukuran 37.5x35x35 cm, karton putih, nampan wadah contoh tanah. Piranti pengambilan citra digital seperti disajikan pada Gambar 1.

Prosedur Penelitian

1. Contoh tanah dan bahan organik dikering anginkan. Setelah kering kedua bahan diayak menggunakan ayakan dengan mesh 20.
2. Tanah dan bahan organik dicampur dengan perbandingan tertentu berdasarkan % berat. setiap campuran diambil 10 gr untuk analisis kadar bahan organik di laboratorium.
3. Kamera digital diatur dengan ketinggian 37.5 cm dan lampu pada ketinggian 50 cm.
4. Contoh tanah dengan kadar bahan organik tertentu ditaruh dalam nampan yang diletakkan



Gambar 2. Model JST untuk prediksi kadar bahan organik dalam tanah

dalam kotak karton lalu diambil citranya dengan menggunakan kamera digital yang dihubungkan ke komputer.

5. Citra tanah dengan berbagai campuran kemudian dianalisis dengan menggunakan program pengolahan citra untuk mengetahui nilai red, green, blue (RGB), hue, saturation, intensity (HSI), mean (rata-rata), entropi, energi, kontras, dan homogenitas. Hasil pengolahan citra digunakan sebagai input layer dalam analisis dengan JST.
6. Data kadar bahan organik dalam tanah hasil analisis laboratorium merupakan target (output layer) analisis JST. Model JST untuk prediksi kadar bahan organik dalam tanah seperti Gambar 2.

Hasil dan Pembahasan

Pengolahan Citra Tanah

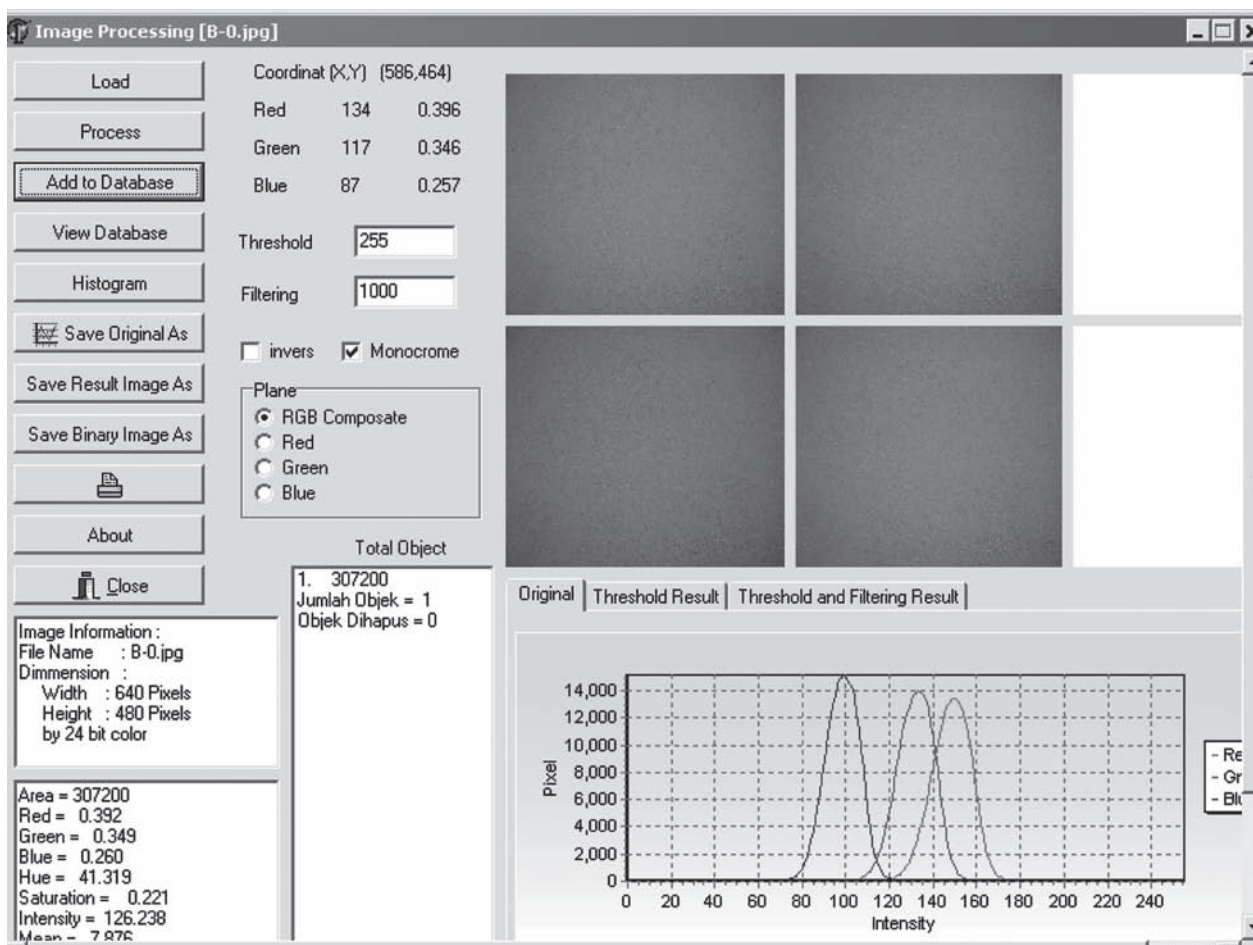
Program pengolahan citra digunakan untuk mendapatkan data-data numerik berupa nilai *red, green, blue* (RGB), *hue, saturation, intensity* (HSI), *mean* (rata-rata), *entropi*, energi, kontras, dan *homogenitas*. Form tampilan aplikasi program pengolahan citra seperti pada Gambar 3.

Hubungan antara masing-masing parameter citra yang digunakan sebagai input dalam analisis JST yaitu *red, green, blue, hue, saturation, intensity, mean, energy, contrast, homogenitas, dan entrophy* secara terpisah dengan persentase humus dalam campuran diperoleh nilai koefisien determinasi (r^2) adalah berkisar antara 0.0753- 0.6337, sedangkan dengan kadar bahan organik tanah adalah berkisar antara 0.0793 – 0.6369. Walaupun demikian semua parameter citra digunakan dalam analisis JST.

Prediksi Kadar Bahan Organik Tanah dengan Jaringan Syaraf Tiruan

Sebelum dilakukan analisis menggunakan JST dikaji terlebih dahulu hubungan antara parameter warna tanah dengan kadar bahan organik. Dari 11 parameter terdapat sebanyak 6 parameter yang signifikan, yaitu parameter *red, green, blue, hue, saturation, dan entroph*. Parameter warna lainnya tidak signifikan yaitu: *intensity, mean, homogeneity, energy, dan contrast*. Hubungan antara parameter warna dengan kadar bahan organik seperti pada Gambar 4.

Meskipun hanya terdapat 6 parameter warna yang signifikan terhadap kadar bahan organik, namun semua parameter (11 parameter) digunakan semua dalam analisis JST, hal tersebut dilakukan



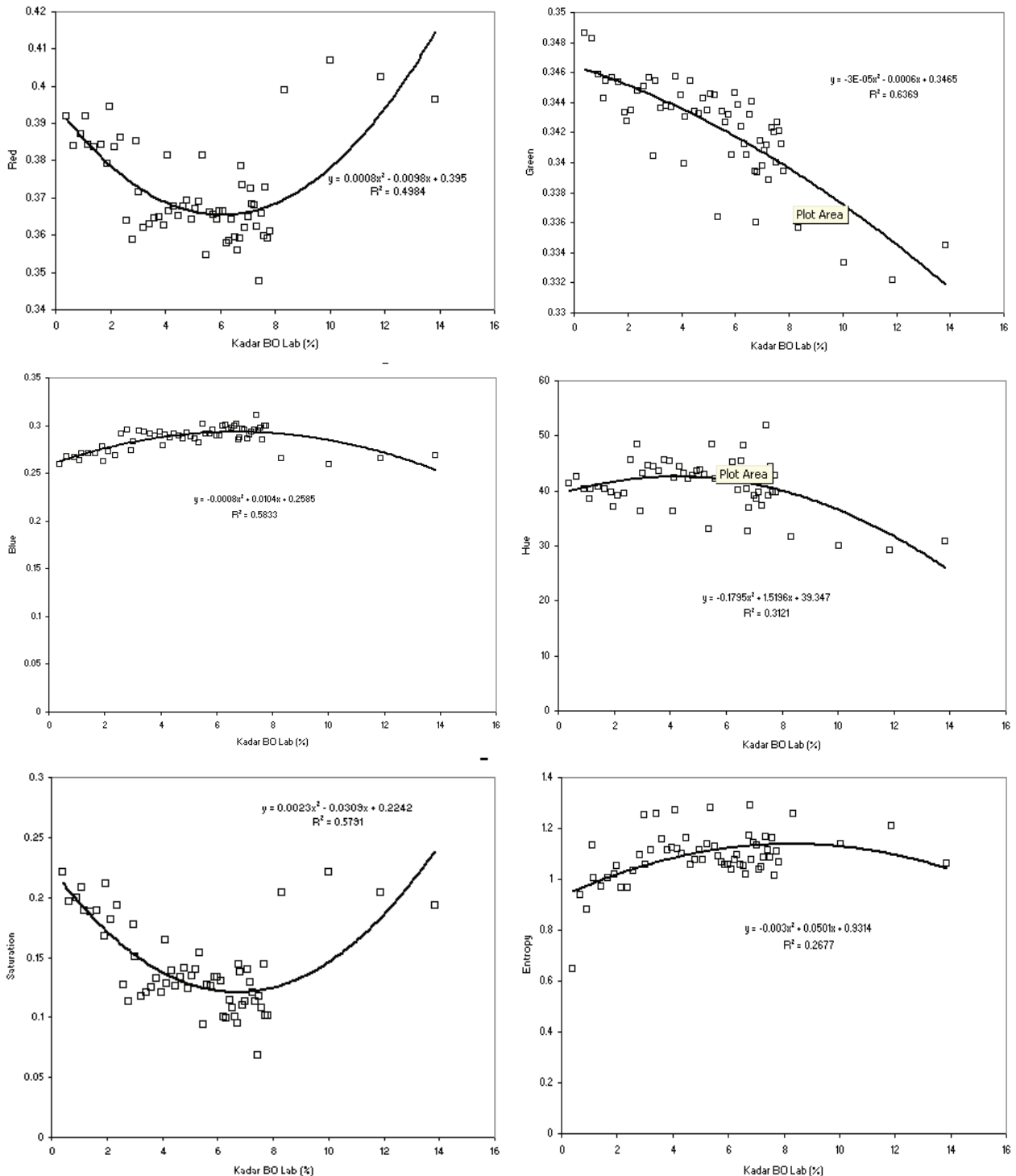
Gambar 3. Form aplikasi program pengolahan citra

oleh karena 5 parameter warna meskipun kurang signifikan berhubungan dengan kadar bahan organik, akan tetapi masih mempunyai hubungan juga, dan parameter tersebut dapat diperoleh dengan mudah dengan eksekusi software pengolahan citra yang digunakan.

Hasil pengolahan citra dengan program *image processing* tiap sampel tanah berupa data-data numerik dalam satuan piksel yaitu : *red, green, blue* (RGB), *hue, saturation, intensity* (HSI), *mean* (rata-rata), *entropi*, energi, kontras, dan *homogenitas*. Data hasil pengolahan citra inilah yang digunakan

sebagai input dalam analisis JST, dipasang dengan target berupa kadar bahan organik dalam tanah.

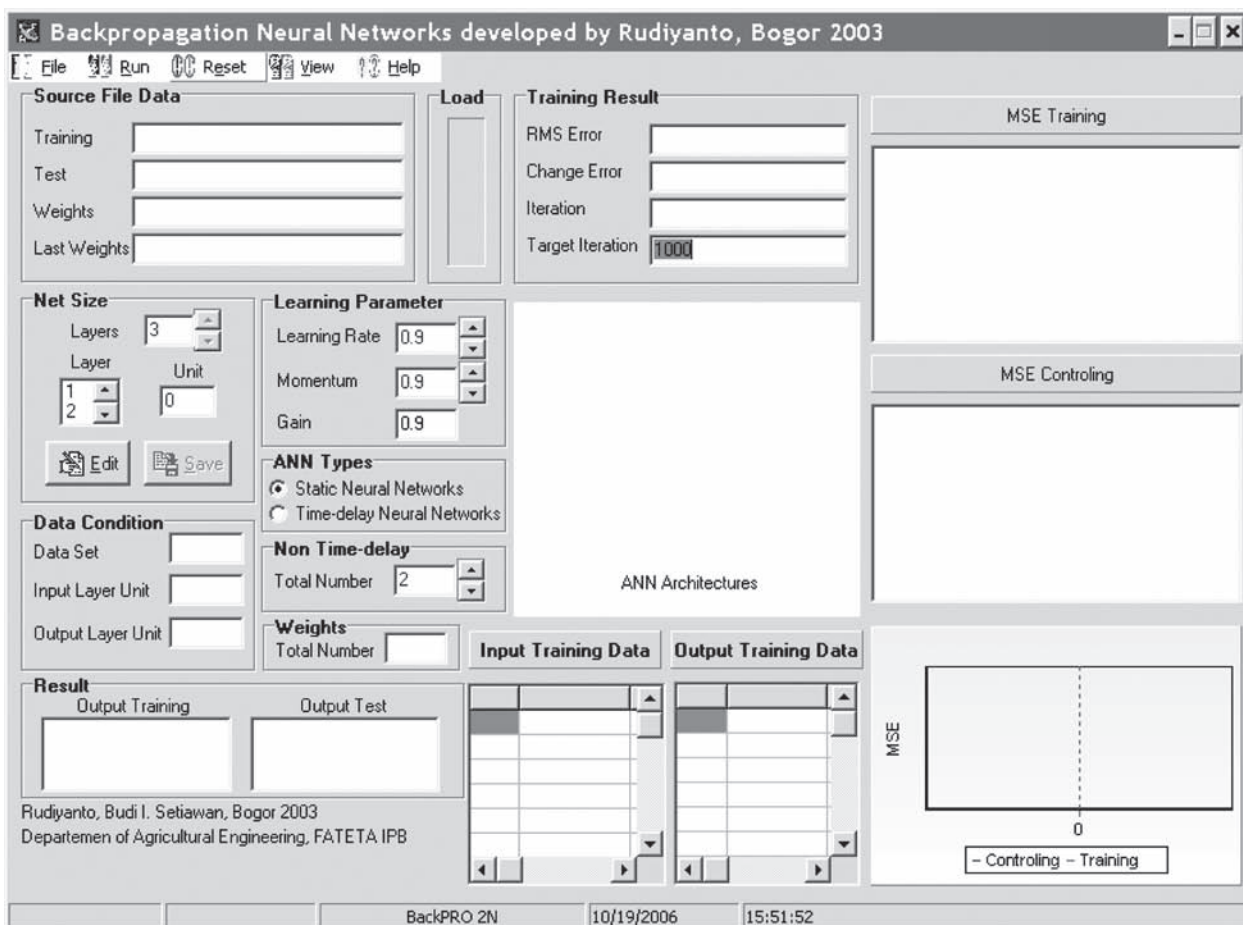
Training merupakan proses pembelajaran JST untuk mencari nilai pembobot. Setelah didapat nilai bobot yang baik, dilakukan test dengan menggunakan bobot tersebut. Metode yang digunakan pada proses training ini adalah *backpropagation*, menggunakan konstanta laju pembelajaran = 0.1, konstanta momentum = 0.1 dan konstanta gain = 0.9 dengan iterasi yang beragam sampai dihasilkan error yang kecil.



Gambar 4. Hubungan antara parameter warna dengan kadar bahan organik

Tabel 1. Perbandingan antara beberapa model JST yang dicoba

No	Parameter	Model JST 11-22-2	Model JST 9-18-2	Model JST 4-8-2
1	Input data	<i>red, green, blue, hue, saturation, intensity, mean, entropy, energy, kontras, dan homogeneity.</i>	<i>red, green, blue, hue, saturation, intensity, energy, contrast, homogeneity, dan entropy</i>	4 (<i>red, green, blue, dan saturation</i>)
2	Jumlah data :			
	Training	40	40	40
	Testing	20	20	20
3	Learning rate	0.1	0.1	0.1
4	Momentum	0.1	0.1	0.1
5	Gain	0.9	0.9	0.9
6	Hidden layer	22	18	8
7	Output data	1	1	1
8	Konvergen pada iterasi ke..	63600	64500	62200
9	Nilai (R ²)			
	Training	90.75%	90.13%	89.93%
	Testing	84.52%	83.61%	82.01%
10	MSE pada saat konvergen			
	Training	0.002761544	0.002872	0.0060702
	Testing	0.004514129	0.00508	0.006717

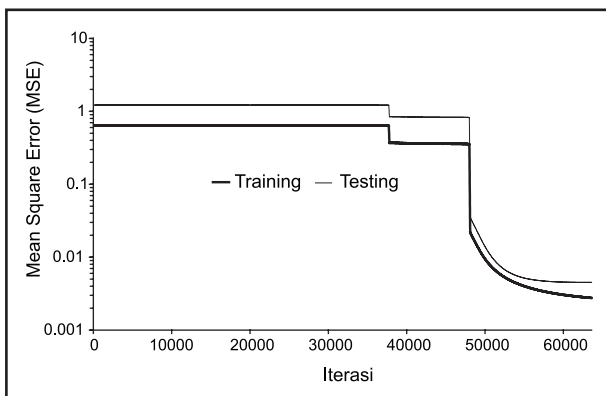


Gambar 5. Form aplikasi program Jaringan Syaraf Tiruan (Rudiyanto, 2003)

Data-data yang akan digunakan dalam masing-masing model dibagi dalam dua kelompok data yaitu sekitar dua pertiga data digunakan untuk training dan sepertiga data digunakan untuk tes yaitu 40 data untuk training dan 20 data untuk tes. Tampilan form aplikasi program JST seperti pada Gambar 5.

Berbagai model yaitu : 11-22-2, model 9-18-2, dan model 4-8-2 dicobakan dalam percobaan ini dan diperoleh bahwa model 11-22-2 adalah model terbaik dengan koefisien determinasi untuk training dan testing masing-masing 90.75% dan 84.52%. Nilai mean square error (MSE) untuk training dan testing masing-masing diperoleh sebesar 0.002761 dan 0.00451, dengan jumlah iterasi adalah 63600 kali. Perbandingan antara beberapa model JST yang dicoba seperti pada Tabel 1.

Pada tahap training dan test nilai error sampai dengan iterasi ke 37000 masih sangat tinggi, kemudian mulai menurun setelah mencapai 48000 iterasi dan konstan pada sekitar 63000 – 64000. Grafik menurunnya nilai error untuk training dan testing dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Mean Square Error (MSE) untuk training dan testing

Hasil pengujian keandalan model untuk training dan testing secara grafik nampak bahwa error simpangan antara kadar bahan organik pengukuran dan prediksi terjadi secara acak dengan persamaan $y = 1.0046x$ dan $y = 0.9667x$ seperti terlihat pada Gambar 7.

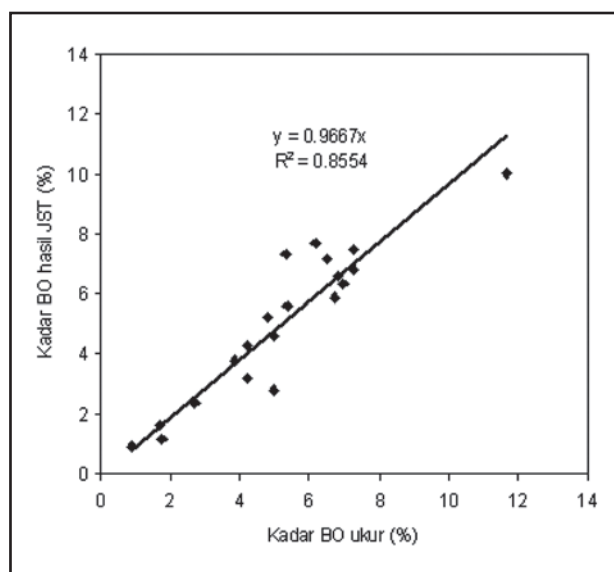
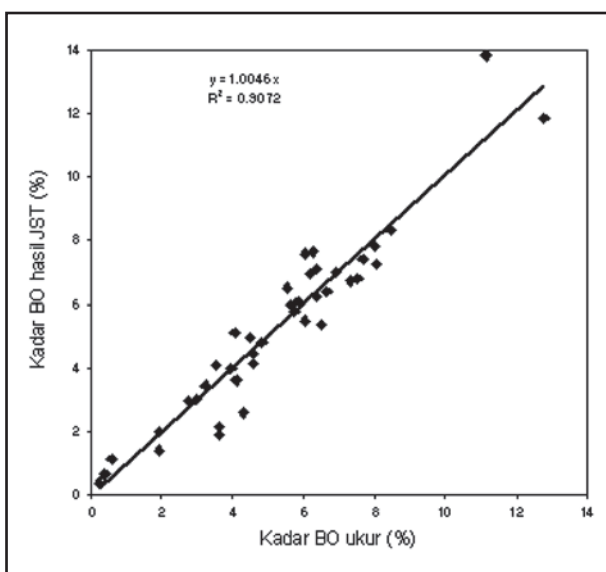
Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Model ANN terbaik adalah 11-22-2 dengan konstanta laju pembelajaran 0.1, konstanta momentum = 0.1 dan konstanta gain = 0.9.
2. Pada training diperoleh nilai koefisien determinasi r^2 0.91 untuk kadar bahan organik pengukuran dan hasil predikai ANN dengan nilai MSE sebesar 0.002762 dan pada saat training r^2 0.84 dan MSE 0.00451 yang diperoleh pada iterasi ke-63600 kali.
3. Model integrasi pengolahan citra digital dan ANN dapat digunakan untuk memprediksi kadar bahan organik dalam tanah dengan hasil baik.

Daftar Pustaka

- Adhitya Rahmansyah, Hermantoro, dan Rudiyanto. 2004. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Evaluasi Lahan Kakao. Jurusan Teknik Pertanian dan Biosistem. Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Stiper Yogyakarta. Yogyakarta.
- Ahmad, Usman. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Pemrogramannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Arham, Z., Usman Ahmad, dan Suroso. 2004. Evaluasi Tingkat Ketuaan dan Kematangan Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia Swingle*) Dengan Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf



Gambar 7. Hubungan antara kadar bahan organik terukur dan hasil JST

- Tiruan. Jurnal Keteknikan Pertanian Vol. 18(3) : 210-218.
- Damiri, D.J., Usman Ahmad, dan Suroso. 2004. Identifikasi Tingkat Ketuaan dan Kematangan Jeruk Lemon (*Citrus Medica*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan. Jurnal Keteknikan Pertanian Vol. 18(1) : 48-60.
- Dwinanto. 2004. Penerapan Teknologi Image Processing dan Artificial Neural Network untuk Menduga keberadaan Air dan Nutrisi Pada Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah. Jurusan teknik Pertanian. Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hakim, Nurhayati., dkk. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital*. Informatika Bandung. Bandung.
- Rudiyanto dan Budi I. Setiawan. 2004. Backpropogation Artificial Neural Networks. lupusae@yahoo.com dan budindra@ipb.ac.id.
- Siang, J. J. 2005. Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrograman Menggunakan Matlab. Andi. Yogyakarta.
- Sutanto, Rachman. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah : Konsep dan Kenyataan*. Kanisius. Yogyakarta.