

**PEMODELAN DAN SIMULASI PRODUKTIVITAS PERKEBUNAN KELAPA SAWIT
BERDASARKAN KUALITAS LAHAN DAN IKLIM MENGGUNAKAN
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

*Modeling and Simulation of Palm Oil Plantation Productivity Based on Land Quality and
Climate Using Artificial Neural Network*

Hermantoro
Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Stiper Yogyakarta
Jl. Nangka 2 Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta 55283
E-mail : her_manr@yahoo.com

ABSTRACT

Crop growth and production on particular land and climate is strongly influenced by the interaction between plants, climate, soil, and management. Land quality and climate greatly affect the expected production of oil palm are: soil type, soil depth, altitude, soil pH, rainfall / year, average temperature, water deficit in mm / yr, air humidity, and solar radiation. Oil palm production as a function of land quality and climate can be predicted using various methods. Artificial Neural Network (ANN) is one recognized method for predict land productivity. In this study ANN Back propagation algorithm is used. The aim of this research is to develop ANN model and simulation of Oil Palm Plantation Productivity. Through the optimization procedure obtained the best ANN architecture is 11 neurons in input layer - 3 neurons in the hidden layer and - 1 neuron in the output layer, at 30,000 iterations of training step obtained the best model of oil palm productivity prediction with a value of R^2 : 0.98 and RMSE: 0.49, while from the test step obtains the value of R^2 : 0.94 and RMSE: 1.63. The results of simulation show that the simultaneous influence of several climatic changes that decrease the quantity of rainfall 100 mm / yr, 1 °C temperature rise, and increasing water deficit 50 mm / yr reduce the productivity of oil palm plantations for 2.15 tons / ha / year. From this research can be concluded that ANN can be used to predict the production of palm oil based on quality of land and local climate with very good results.

Keywords : artificial neural network, land and climate, modeling, oil palm productivity, simulation

PENDAHULUAN

Data perkiraan produksi suatu perkebunan diperlukan sejak mulai evaluasi kesesuaian lahan untuk memperoleh land economic value dari suatu penggunaan lahan tertentu atau seara periodik dalam perkiraan produksi. Data produktivitas lahan juga diperlukan dalam pengkelasan kesesuaian lahan dan perencanaan penggunaan lahan (land use planning) untuk mengurangi resiko kegagalan investasi, mengeliminir unsur kelatahan dalam penggunaan lahan dan upaya meningkatkan produktivitas.

Pertumbuhan dan produksi tanaman pada wilayah tertentu sangat tergantung pada interaksi antara parameter iklim, tanah, tanaman dan pengelolaannya, dengan kata lain produksi tanaman dengan sistem pengelolaan tertentu merupakan fungsi dari kualitas/karakteristik lahan dan iklim disekitarnya.

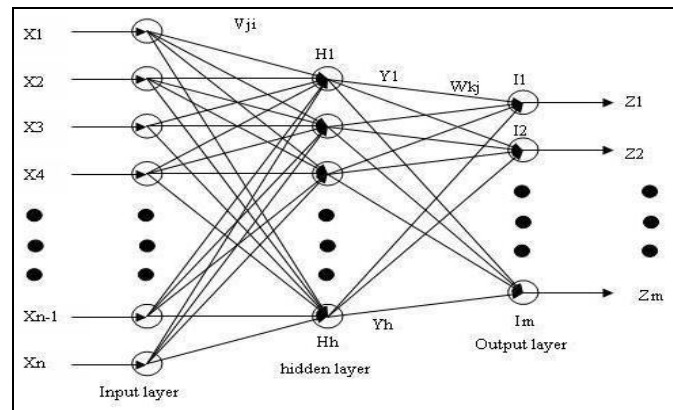
Produktivitas perkebunan kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh kualitas lahan dan iklim antara lain adalah : jenis tanah, kedalaman tanah, tinggi tempat, pH tanah, curah hujan /tahun, temperatur rata-rata, defisit air (mm/tahun), kelembaban udara, dan radiasi matahari. Produktivitas perkebunan kelapa sawit berkisar antara 13 (ton/ha/tahun) TBS pada lahan kurang sesuai sampai lebih dari 24 (ton/ha/tahun) TBS pada lahan yang sesuai. (Anonim 1998).

Produksi tanaman sebagai fungsi dari kualitas lahan dan iklim tersebut dapat diprediksi menggunakan berbagai metode. Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu metode prediksi yang diakui keunggulannya, terutama untuk prediksi yang melibatkan banyak parameter yang bekerja secara simultan dengan bentuk hubungan fungsional yang tidak linier.

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan suatu struktur komputasi yang dikembangkan berdasarkan proses sistem jaringan syaraf biologi dalam otak. JST merupakan penjabaran fungsi otak manusia (biological neuron) dalam bentuk fungsi matematika yang menjalankan proses perhitungan secara paralel (Ashish 2002). Sementara itu Pham (1995) menyatakan bahwa JST bersifat fleksibel terhadap masukan data dan menghasilkan respon yang konsisten. Jaringan yang terdiri dari beberapa lapisan (multilayer) dapat menunjukkan kapabilitas yang sempurna untuk memecahkan berbagai permasalahan. Pembelajaran JST dapat menyelesaikan perhitungan paralel untuk tugas-tugas yang rumit, seperti prediksi dan pemodelan; klasifikasi dan pola pengenalan; pengklasteran; dan optimisasi.

Menurut Petterson (1996) *Multilayer feedforward backpropagation Artificial Neural Network* terdiri 3 layer yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*. *Input layer* mempunyai n node, *hidden layer* mempunyai h node dan *output layer* mempunyai m node, seperti pada Gambar 1. Penggunaan metode JST diperkirakan dapat memberikan jawaban yang lebih baik dalam memprediksi produksi tanaman perkebunan sebagai fungsi parameter karakteristik/kualitas lahan. Sifat non-linier yang merupakan kekuatan jaringan syaraf tiruan yang lain dapat mengatasi kekurangan dari metode konvensional yang rumit dan tidak disukai apabila memasuki model yang non-linier.

Tujuan dari penelitian adalah mengembangkan model prediksi produktivitas lahan berdasarkan kualitas lahan dan iklim menggunakan JST. Model JST yang diperoleh digunakan untuk simulasi pengaruh perubahan kualitas lahan dan iklim secara simultan pada produktivitas lahan kelapa sawit.



Gambar 1 Ilustrasi model JST *Multilayer feedforward backpropagation*.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pasangan data produksi dan kualitas lahan (tanah dan iklim). Data sekunder dikumpulkan dari beberapa perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau dan Kalimantan. Data sifat fisika dan kimia tanah diambil dari contoh tanah beberapa lokasi perkebunan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan laboratorium untuk analisis contoh tanah, komputer, dan Global Positioning System.

Penelitian dilaksanakan melalui tiga tahap yaitu : 1) membangun program JST, 2) melakukan pembelajaran dan uji model JST untuk memperoleh model yang optimal, 3) simulasi model JST terpilih dengan perubahan beberapa kualitas iklim. Program JST ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi 6.

Langkah pembelajaran (training) merupakan proses pembelajaran terawasi dari suatu JST untuk mencari nilai pembobot (w) terbaik. Metode yang digunakan untuk training adalah algoritma Backpropagation. Bobot network dimodifikasi dengan cara meminimalkan jumlah kuadrat eror yang dihitung terhadap semua simpul- simpul output. Pada langkah training data input layer adalah parameter kualitas lahan dan iklim, sedangkan sebagai output target adalah produktivitas lahan perkebunan.

Langkah uji model merupakan metode untuk menguji pembobot yang sudah diperoleh pada saat training. Testing tersebut dilakukan untuk melihat konsistensi model terbaik yang diperoleh pada saat training dengan menggunakan data input yang berbeda.

Simulasi model JST terbaik menggunakan input data hipotetik dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari perubahan kualitas beberapa anasir iklim secara simultan terhadap produktivitas perkebunan kelapa sawit.

Secara ringkas penulisan algoritma backpropogation neural network ke dalam bahasa pemrograman komputer adalah sebagai berikut :

- Input pasangan data input, output target dan parameter pelatihan
- Normalisasi data input dan output target
- Pemberian nilai awal pembobot secara acak

Hermantoro

- *Repeat* pelatihan
 - *Repeat* pasangan data
 - Perhitungan nilai aktivasi
 - Perhitungan error
 - Perhitungan gradient error
 - Until semua pasang data terhitung
 - Perhitungan total gradient error
 - Pengkoreksian (adjustment) pembobot
- Until kriteria pemberhentian pelatihan tercapai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan parameter iklim dengan produktivitas

Berdasarkan data yang berhasil dikumpulkan dapat dianalisis hubungan antara parameter secara tunggal dengan produktivitas lahan perkebunan kelapa sawit sebagai berikut : defisit air dan temperatur rata-rata berkorelasi negatif terhadap produktivitas perkebunan kelapa sawit. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Caliman (1998) bahwa bulan kering dapat menurunkan produksi kelapa sawit, sebagai contoh di Lampung dan Palembang akibat dari defisit air 100 mm akan mengurangi hasil 8 – 10% pada tahun pertama dan 3 – 4% pada tahun kedua. Pengaruh cekaman kekeringan tidak hanya terjadi pada fase vegetatif tetapi juga pada fase generatif (Pimental *et al.* 1999).

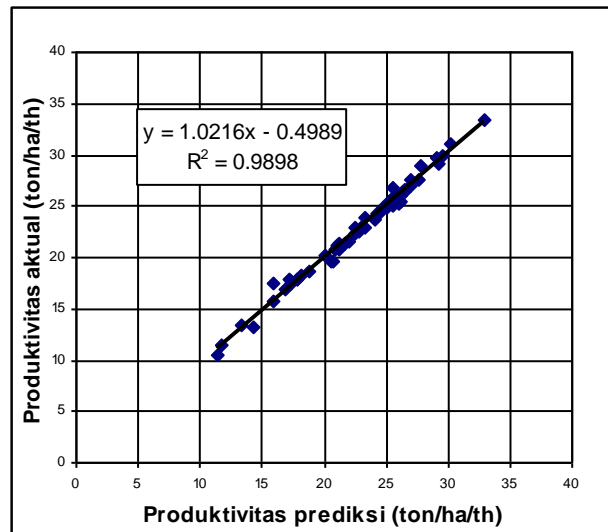
Panjang penyinaran matahari, kelembaban relatif dan curah hujan berkorelasi positif terhadap produktivitas lahan perkebunan kelapa sawit, hal tersebut sesuai dengan hasil pengamatan Martoyo *et al.* (1983). Kelembaban relatif rata-rata paling tidak 75 %, pada saat pembibitan kelembaban relatif udara idealnya berkisar antara 80 – 90 %. Lama penyinaran matahari 5 – 7 jam/hari (Lubis 1992). Pengamatan pertumbuhan kelapa sawit di Sumatra Utara lebih baik dibandingkan di Afrika oleh karena daerah tersebut mempunyai radiasi yang tinggi dan curah hujan cukup, dan umumnya terjadi di malam hari, sehingga tidak mengurangi radiasi surya (Sianturi 1993).

Traning JST

Pada tahap training digunakan data sebanyak 59 pasang. Parameter input yang digunakan adalah : curah hujan (mm/th), tinggi tempat (m dpl), kelerengan lahan, umur tanaman (th), % batu-batuan, kedalaman efektif tanah (cm), pH tanah, temperatur rata-rata ($^{\circ}$ C), déficit air (mm/th), kelembaban relatif (%), dan lama penyinaran (jam/hr).

Hasil dari tahap training diperoleh model JST terbaik mempunyai arsitektur 11 – 3 – 1 (input layer terdiri atas 11 neuron, hidden layer 3 neuron, dan output layer 2 neuron). Keandalan model ditunjukkan dengan nilai R^2 : 0.99 dan Root Mean Square Error (RMSE) :

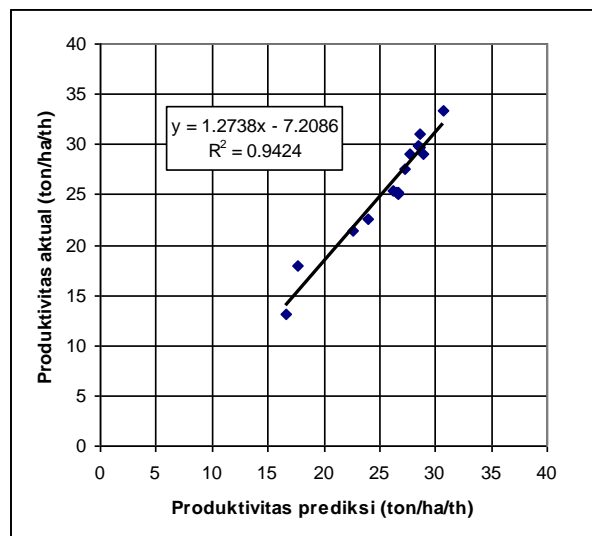
0,494. Persamaan regresi antara produktivitas aktual vs prediksi adalah $y = 1.0216x - 0.4989$ (Gambar 2).



Gambar 2 Produktivitas aktual vs produkstivitas prediksi hasil training

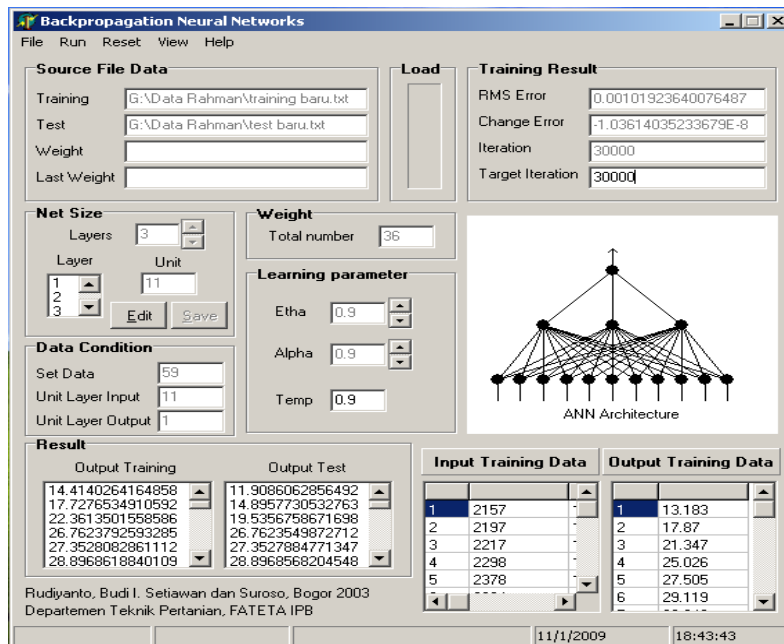
Test JST

Pada tahap testing digunakan data sebanyak 15 pasang dari lokasi yang berbeda dengan data training, melalui tahap testing diperoleh model yang konsisten adalah model 11 – 3 - 1 dengan hasil R^2 sebesar 0,94 dan RMSE 1.63. Secara grafis disajikan regresi antara produktivitas prediksi vs produktivitas actual (Gambar 3).



Gambar 3 Produktivitas aktual vs produkstivitas prediksi hasil testing

Hasil validasi model yang ditunjukkan dengan nilai R^2 dan RMSE tersebut tidak berbeda jauh dengan hasil aplikasi JST untuk prediksi produktivitas perkebunan kakao yaitu $R^2 : 0.99$ dan RMSE : 79.40 pada tahap training, sedangkan pada tahap test $R^2 : 0.76$ dan RMSE sebesar 133.4 (Hermantoro *et al.* 2008). Tampilan program silmulator JST untuk prediksi produktivitas perkebunan Kelapa Sawit disajikan (Gambar 4).



Gambar 4 Form simulator Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Simulasi

Pada tahap simulasi, data yang digunakan adalah pengurangan hujan sebesar 100 mm/th, peningkatan temperatur rata-rata sebesar 1° C, dan peningkatan defisit air sebesar 50 mm/th. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pengaruh perubahan ke tiga anasir iklim tersebut secara simultan menyebabkan penurunan produksi prediksi rata-rata sebesar 2.15 ton/ha/th.

Anonim (2008) menyebutkan curah hujan untuk kelapa sawit optimal antara 2000 -3000 mm/th, sedangkan menurut Sianturi (1993) disamping jumlah curah hujan yang terpenting adalah distribusi hujan merata sepanjang tahun. Sementara itu kekeringan dengan defisit air di atas 250 mm/th akan mengakibatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit terganggu yang berlangsung sampai 2-3 tahun kedepan (Lubis 1992). Pengaruh kekeringan di Bekri (Lampung) pada tahun 1982, terjadi penurunan 5-11% pada th berjalan, 14-55% tahun 1983, 4-30% tahun 1984 (Lubis 1985). Temperatur yang tercatat di banyak perkebunan kelapa sawit mempunyai rerata antara 24 – 28 $^{\circ}$ C, dan yang optimal 25 – 27 $^{\circ}$ C, variasi suhu tahunan sebaiknya tidak terlalu tinggi, misalnya di Malaysia 1.1 $^{\circ}$ C, Honduras 3.8 $^{\circ}$ C. Semakin besar variasi semakin rendah produksi yang dapat dicapai (Sianturi 1993).

KESIMPULAN

Jaringan syaraf tiruan mampu memprediksi produktivitas lahan perkebunan kelapa sawit berdasarkan beberapa anasir tanah dan iklim secara simultan dengan baik. Melalui simulasi model JST dapat diketahui pengaruh perubahan beberapa anasir iklim secara simultan terhadap produktivitas lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, <http://www.deptan.go.id/portalpenyuluhan>, diakses tanggal 7 Desember 2008.
- Ashish D. 2002. Land-use classification of aerial images using artificial neural networks, M.S. Thesis, Artificial Intelligence, University of Georgia, Athens, U.S.A. http://www.aiUoG.org/iemss2002/proceedings/pdf/volume%20due/291_ashish.pdf
- Caliman JP, Southworth A. 1998. *Effect of Drought and Haze on The Performance of Oil Palm*. International Oil Palm Conference. Bali.
- Martoyo K, Sukarji R, Tobing EL. 1983. *Pengaruh Curah Hujan pada Tanaman Kelapa Sawit*. Pedoman Teknis. Pusat Penelitian Marihat. Medan.
- Lubis AU. 1985. Pengaruh musim kering terhadap produksi kelapa sawit. Bandar Kuala, Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Publikasi Intern.
- Lubis AU. 1992. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia. Bandar Kuala, Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Hermantoro. 2008. Aplikasi Model Artificial Neural Network Teringrasi dengan Geographical Information System untuk Evaluasi Kesesuaian Lahan Perkebunan Kakao. Laporan Penelitian Hibah Bersaing, DIKTI-DEPDIKNAS
- Patterson DW. 1996. *Artificial Neural Networks Theory and Application*. Printice Hall. New York.
- Pham DT. 1994. *Neural Network for Chemical Engineers*. Elsevier Press. Amsterdam.
- Sianturi HSD. 1993. Budidaya Kelapa Sawit. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara.