

3D Pertumbuhan Kedelai Pada Pemberian Variasi Dosis Formula Pupuk Organik Cair dan Urea Menggunakan Anfis Berbasis XL System

Angga Debby Frayudha, Suhartono, Suyono

Abstract— Soybean *Glycine max (L.) Merrill var. Willis* is one of the food crops and has become a staple in Indonesia. With the development of current technology soybean plants begin to be simulated in 3D using the Groimp application based on the XL System, to prove the growth simulation conducted research, using organic fertilizer and urea fertilizer in different treatments. This study aims to determine the effect of fertilization with liquid organic fertilizer on plant productivity. Fertilization treatment treatments are: P1 (3 ml organic fertilizer / 1 liter of water / Afternoon), P2 (3 ml of organic fertilizer / 1 liter of water / Morning), P3 (2 g urea fertilizer / 1 liter of water / Afternoon), P4 (2 gr urea fertilizer / 1 liter of water / morning). The parameters observed were plant height, stem length, number of branches, number of leaves. The data obtained are entered and calculated using ANFIS after the training process, the smallest error is obtained and from there the selection of plants will be simulated in 3D. The results showed that fertilizing with urea fertilizer can increase soybean crop productivity compared to using Liquid Organic fertilizer. In the study found etiolation of plants, plants moved to a more spacious place on the 28th day apparently did not have a significant effect on plants that should have aged soybeans flowering at 35-40 days turned out not to flower, so it is expected that season crops should be planted on the season for maximum results and environmental conditions must be considered.

Index Terms— 3D, ANFIS, *Glycine max (L.) Merrill var. Willis*, Groimp, XL System.

Abstrak— Kedelai *Glycine max (L.) Merrill var. Willis* merupakan salah satu tanaman pangan dan sudah menjadi kebutuhan pokok di Indonesia. Dengan berkembangnya teknologi sekarang ini tanaman kedelai mulai disimulasikan dalam bentuk 3D menggunakan aplikasi

Groimp yang berbasis XL System, untuk membuktikan simulasi pertumbuhan dilakukan penelitian, menggunakan pupuk organik dan pupuk urea pada perlakuan yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemupukan dengan pupuk organik cair terhadap produktivitas tanaman. Perlakuan dosis pemupukan yaitu : P1 (3 ml pupuk organik/1 liter air/Sore), P2 (3 ml pupuk organik/1 liter air/Pagi), P3 (2 gr pupuk urea/1 liter air/Sore), P4 (2 gr pupuk urea/1 liter air/Pagi). Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, panjang batang, jumlah cabang, jumlah daun. Data yang diperoleh dimasukkan dan dihitung menggunakan ANFIS setelah proses training didapat error terkecil dan dari situlah pemilihan tanaman akan disimulasikan dalam bentuk 3D. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan dengan pupuk urea dapat meningkatkan produktivitas tanaman kedelai dibandingkan dengan menggunakan pupuk Organik Cair. Pada penelitian didapat tumbuhan mengalami etiolasi, tanaman dipindah ke tempat yang lebih lapang pada hari ke 28 ternyata tidak memberi pengaruh signifikan terhadap tanaman yang semestinya umur kedelai sudah berbunga pada umur ke 35-40 hari ternyata belum berbunga, sehingga diharapkan tanaman musim memang harus ditanam pada musimnya agar hasilnya maksimal serta kondisi lingkungan harus diperhatikan.

Kata Kunci— 3D, ANFIS, *Glycine max (L.) Merrill var. Willis*, Groimp, XL System.

I. PENDAHULUAN

Kedelai atau biasa dipanggil kacang kedelai adalah salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi bahan dasar banyak makanan dari Asia Timur seperti kecap, tahu, dan tempe. Tanaman kedelai berbatang pendek (30-100 cm), berbentuk tanaman perdu, dan berkayu. Batang tanaman kedelai biasanya kaku dan tahan rebah, kecuali yang dibudidayakan di musim hujan atau tanaman yang hidup di tempat yang ternaungi [1].

Pemupukan adalah hal mutlak yang akan digunakan guna mendapatkan hasil yang optimal dari suatu tanaman, dari situlah bermacam-macam penelitian dilakukan guna mendapatkan cara pemupukan yang terbaik bagi tanaman. Pada penelitian ini dilakukan suatu perlakuan pemupukan dengan pola yang terstruktur dengan pemupukan menggunakan pupuk organik dan urea serta

Manuscript received February 22, 2020. This work was supported in part by Informatics Engineering Department of Maulana Malik Ibrahim Islamic State University.

Angga D Frayudha is with the Informatic Engineering Departement of Maulana Malik Ibrahim Islamic State University, Malang, Indonesia (email: mpyenk@gmail.com)

Suhartono, with the Informatic Engineering Departement of Maulana Malik Ibrahim Islamic State University, Malang, Indonesia (email: galipek@gmail.com)

Suyono, with the Biology Departement of Maulana Malik Ibrahim Islamic State University, Malang, Indonesia (email: mr.yonshu@gmail.com)

membedakan waktu pemupukan antara pemupukan sore hari dan pagi hari, berikut rancangan penelitian secara singkat perlakuan 1 menggunakan pupuk organik cair 3 ml/liter dilakukan sore hari, perlakuan 2 menggunakan pupuk organik cair 3 ml/liter dilakukan pagi hari, perlakuan 3 menggunakan pupuk urea 2gr/liter dilakukan sore hari, perlakuan 4 menggunakan pupuk urea 2gr/liter dilakukan pagi hari sehingga mendapatkan data morfologi tanaman yang akan menjadi inputan dalam program simulasi.

Pada pemodelan pertumbuhan tanaman yang menggambarkan unsur hayati tanaman yang bersifat dinamis dan kompleks akan sangat sulit didekati dengan persamaan matematis dan geometrik konvensional. Para ilmuwan sekarang telah mematahkan dengan kesimpulan bahwa proses alami sistem hidup pertumbuhan tanaman secara biologis dan bersifat kompleks yang dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan, telah mampu dianalisis dan di sintesis dalam bentuk pemodelan kehidupan buatan yang menyerupai lingkungan alamiahnya dengan pendekatan XL-System. Tujuan penelitian ini untuk memodelkan bentuk, ukuran dan jumlah struktur tanaman dengan menggunakan metode ANFIS, dan mendapatkan pola dari aturan-aturan yang membentuk jenis tanaman seperti aslinya.

Untuk menghasilkan suatu bentuk dengan metode ini harus dilakukan dua langkah, yaitu aplikasi dari grammar untuk menghasilkan string berisi struktur topologi dari pohon dan interpretasi dari string tersebut. Untuk langkah pertama, dilakukan dengan metode rekursif, dan untuk langkah kedua, dilakukan dengan metode iteratif. Implementasi dari aplikasi ini menggunakan software GroImp untuk memvisualisasikan bentuk tanaman.

Pendekatan analisis numerik terhadap sistem fuzzy pertama kali digagas oleh Tagaki dan Sugeno [2] dan setelah itu banyak sekali studi yang terkait dengan hal tersebut. Sistem yang berbasis fuzzy biasa dinyatakan dengan pengetahuan berbentuk "IF-THEN" yang memberikan keuntungan tidak memerlukan analisis matematik untuk pemodelan. Sistem seperti ini bisa memproses penalaran dan pengetahuan manusia yang berorientasi pada aspek kualitatif. Seperti diketahui, pemodelan matematik semacam persamaan diferensial tidak tepat untuk menangani sistem yang menghadapi keadaan tidak menentu atau terdefinisi tidak bagus [3]. Di sisi lain, neural network mempunyai keuntungan yang memudahkan dalam mengklasifikasikan suatu objek berdasarkan sekumpulan fitur yang menjadi masukan sistem. Dengan hanya memasukkan sejumlah fitur dan kemudian melakukan pelatihan menggunakan data tersebut, sistem berbasis neural network mampu membedakan antara satu objek dengan objek lain [4]. Sistem ini juga mempunyai kelebihan terhadap sistem konvensional diantaranya :

1. Anfis Mampu dan bisa melakukan akuisisi pengetahuan di bawah derau dan ketidakpastian.
2. Representasi pengetahuan bersifat fleksibel.
3. Toleran terhadap kesalahan.

Dengan mempertimbangkan kelebihan ANFIS, maka dalam paper ini mengimplementasikan metode ANFIS untuk menghitung error pada inputan tanaman dan

diambil satu data dengan tanaman mana yang memiliki error terkecil dan dijadikan suatu model simulasi. Sistem inferensi fuzzy yang digunakan adalah sistem inferensi fuzzy model Tagaki-Sugeno-Kang (TSK) orde satu dengan pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan komputasi. Sistem fuzzy ini digabungkan dengan algoritma pembelajaran neural network

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai berbatang pendek (30-100 cm), memiliki 3-6 percabangan, berbentuk tanaman perdu, dan berkayu. Batang tanaman kedelai biasanya kaku dan tahan rebah, kecuali yang dibudidayakan di musim hujan atau tanaman yang hidup di tempat yang ternaungi [1], menambahkan bahwa pertumbuhan batang kedelai dibedakan menjadi dua tipe yaitu tipe determinate dan indeterminate, keduanya dibedakan berdasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Sedangkan pertumbuhan indeterminate dicirikan dengan pucuk batang tetap tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga.



Gambar 1. Tanaman Kedelai (Glycine max)

B. Tercekam Naungan

Menurut Handayani [5], cekaman naungan 50% menyebabkan hasil tanaman kedelai menurun 10-40%. karena kedelai memerlukan intensitas cahaya yang cukup tinggi untuk berfotosintesis. Tanaman kedelai yang tumbuh dalam kondisi intensitas cahaya rendah akan mengalami etiolasi, yaitu pertumbuhan memanjang tetapi lemah dan mudah rebah.

C. Pupuk Urea

urea merupakan salah satu bentuk N sintesis yang mempunyai sifat larut dalam air dan cepat menguap. Secara ekonomis pemakaian urea sebagai sumber N lebih menguntungkan karena kadar N nya cukup tinggi (46 %) [6].

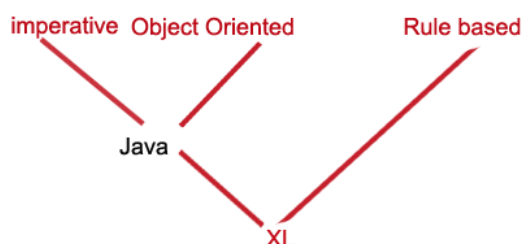
D. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah larutan dari pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang kandungan unsure haranya lebih dari satu unsure. Kelebihan dari pupuk organik ini adalah dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara, pupuk ini juga memiliki bahan pengikat, sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa langsung digunakan oleh tanaman. Dengan menggunakan pupuk organik cair dapat mengatasi masalah lingkungan dan membantu menjawab

kelangkaan dan mahalnnya harga pupuk anorganik saat ini [7].

E. XL-System

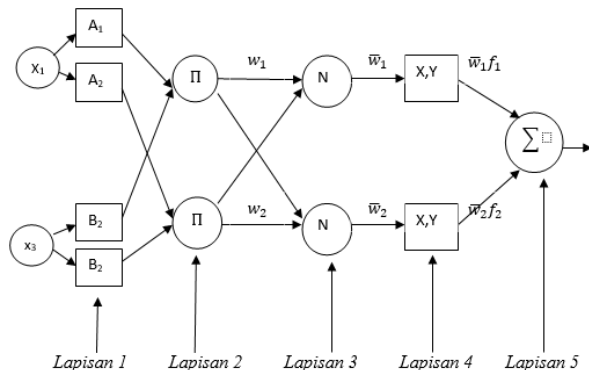
XL-System (eXtended Lindenmayer System) merupakan penggabungan konsep L-system dengan bahasa pemrograman XL. Bahasa pemrograman XL ini sendiri merupakan bahasa pemrograman java yang mengimplementasikan Relational Growth Grammars (RGG). XL dibangun dengan bahasa java dan menerapkan algoritma L-System



Gambar 2. Skema Sederhana XL-System

F. Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System atau Adaptive Networkbased Fuzzy Inference System) adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan fuzzy rule base model Sugeno. Arsitektur ANFIS juga sama dengan jaringan syaraf dengan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu. Bisa dikatakan bahwa ANFIS adalah suatu metode yang mana dalam melakukan penyetulan aturan digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data [8].



Gambar 3. Struktur ANFIS (Sri Kusumadewi, 2010)

pemodelan matematik semacam persamaan diferensial tidak tepat untuk menangani sistem yang menghadapi keadaan tidak menentu atau terdefinisi tidak bagus [3].

G. GroIMP

GroIMP (Growth Grammar-related Interactive Modelling Platform). Seperti namanya, groIMP merupakan software yang digunakan sebagai modeling-3D yang memiliki beberapa fitur diantaranya :

- Interaktif dalam mengedit adegan.
- Kaya set objek 3D, mudah dimengerti bagi orang awam.
- Banyak pilihan seperti warna dan tekstur.
- Seperti waktu sebenarnya menggunakan OpenGL.
- Bisa di ekspor ke POV-Ray, dengan tambahan ray-tracer.

- Bisa di ekspor ke DXF, sebagian bisa di ekspor ke VRML/3XD.

Built-in raytracer Twilight merender adegan.

H. Penelitian Terkait

Simulasi 3D Pertumbuhan sudah mulai digunakan di era industri 4sekarang ini untuk mempermudah ujicoba tanaman dengan perlakuan yang berbeda sehingga mengurangi kerugian jika menanam langsung tanaman tanpa adanya uji coba terlebih dahulu.

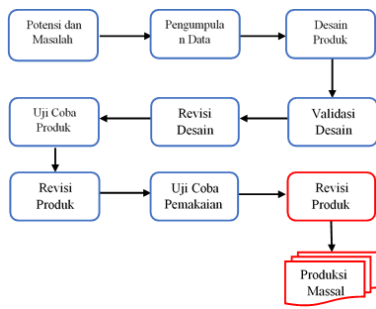
Untuk mendukung penelitian ini maka didukung penelitian lain misalnya pada penelitian [12] Menjelaskan parametrik stochastic L-systems yang dimanfaatkan untuk memprediksi visualisasi gambar tiga dimensi batang tanaman dengan mengikutsertakan ketebalan batang serta beberapa kemungkinan pada model tanaman yang terbentuk dari foto objek asli. Penelitian lainnya [13] memaparkan Simulasi Tanaman Tecnomatix (oleh Siemens) untuk mensimulasikan proses produksi dan logistik. Alat ini memungkinkan untuk mensimulasikan kejadian diskrit dan membuat model digital dari sistem logistik (misalnya produksi), mengoptimalkan operasi pabrik produksi, jalur produksi, serta proses logistik individu. dengan penggunaan algoritma genetika dan jaringan saraf tiruan.

Sementara itu dalam penelitian [14] Pemodelan didefinisikan sebagai penyederhanaan sistem dengan pendekatan mekanistik, dapat menjadi pendekatan alternatif untuk pemahaman dan prediksi proses ekofisiologi pertumbuhan, pengembangan dan produksi pabrik. Pemodelan pertumbuhan tanaman tebu diharapkan dapat digunakan sebagai alat untuk memprediksi produksi produksi tebu serta di daerah pengembangan. Pada penelitian lain [15] Menjelaskan bahwa hasil simulasi dapat diterapkan untuk memprediksi produksi tanaman padi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model neraca air, model pertumbuhan dan pengembangan melalui Simulasi Pemodelan Dinamis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu tanam yang optimal dapat diprediksi dari model simulasi.

Selain itu pada penelitian [16] Penelitian lain menyimpulkan bahwa untuk mendapatkan model pertumbuhan dan produksi kelapa sawit untuk berbagai tingkat pemangkasan daun. Percobaan dilakukan di PT. Astra Agro Lestari, Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah, dari Agustus 2010 hingga Februari 2012. Percobaan disusun dalam rancangan acak kelompok dengan dua faktor dan tiga ulangan untuk setiap usia kelapa sawit.

III. METODE PENELITIAN

Dalam pembuatan Aplikasi Simulasi Pertumbuhan kedelai ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau Research and Development (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Menurut Sugiyono langkah-langkah penggunaan metode penelitian dan pengembangan atau Research and Development (R&D) [9] adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Alur R & D

Dalam penelitian ini digunakan beberapa langkah penggunaan metode penelitian dan pengembangan atau Research and Development (R&D) sebagai sarana untuk memahami objek masalah. Adapun dalam pembuatan metode penelitian, peneliti menggunakan 8 tahapan atau langkah metode penelitian dan pengembangan atau Research and Development (R&D) menurut Sugiyono yang meliputi potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk, uji coba pemakaian [9].

Terlebih dahulu dan Pada Penelitian ini ada beberapa tahapan yang dilakukan untuk mempermudah pembuatan program simulasi pertumbuhan kedelai pada pemberian variasi pupuk urea dan beberapa macam pupuk organik/pupuk hayati menggunakan metode ANFIS(Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) berbasis XL system.

a) *Observasi*

Pada tahapan ini peneliti melakukan penelitian/observasi tanaman kedelai varietas wilis ke tempat persawahan joyogrand malang, observasi ditempat penelitian meliputi mencatat data terkait penelitian ini, pengamatan langsung mengenai morfologi tumbuhan kedelai berlangsung di persawahan joyogrand malang dengan menanam bibit kedelai di polybag.

b) *Penelitian*

Penelitian yang dilakukan disini adalah melihat pengaruh perlakuan waktu penyiraman dan dosis pupuk urea atau pupuk organik cair terhadap pertumbuhan serta perkembangan tanaman kedelai varietas wilis, yaitu dengan cara mengukur morfologi tanaman. Selanjutnya data morfologi tanaman ini digunakan sebagai variabel inputan ANFIS dimana outputnya digunakan untuk mensimulasikan salah satu dari jumlah keseluruhan satu kelompok.

Tabel 1. Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan
1	Mempersiapkan bahan penelitian	2 Januari 2013
2	Mengisi Polybag dengan tanah sawah	3 Januari 2013
3	Penanaman kedelai	6 Januari 2013
4	Pemupukan pertama dan penyiangan rumput	13 Januari 2013
5	Pengambilan data	13 Januari 2013
6	Pemupukan kedua dan penyiangan rumput	20 Januari 2013
7	Pengambilan data	20 Januari 2013
8	Pemupukan ketiga dan penyiangan rumput	27 Januari 2013
9	Pengambilan data	27 Januari 2013
10	Pemupukan keempat dan penyiangan rumput	3 Februari 2013
11	Pengambilan data	3 Februari 2013
12	Pemupukan kelima dan penyiangan	10 Februari 2013

	rumpuk	
13	Pengambilan data	10 Februari 2013
14	Pemupukan kelima dan penyiangan rumput	17 Februari 2013
15	Pengambilan data	17 Februari 2013
16	Pengambilan keenam dan penyiangan rumput	18 Februari 2013
17	Pengambilan data	3 Maret 2013
18	Pengambilan data	15 Maret 2013

c) *Analisa Data*

Penarikan kesimpulan mengenai observasi yang telah dilakukan dan data yang diperoleh setelah penelitian, meliputi data morfologi tanaman dan pemberian dosis urea dan pupuk organik, dan pada tahap ini bisa ditarik kesimpulan dari pengaruh pupuk urea dan pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman kedelai varietas wilis. Dan dari kesimpulan ini kita bisa membuat model pertumbuhan tanaman kedelai varietas wilis per parameter.

d) *Perancangan Program*

pada tahapan ini dilakukan pembuatan rancangan program yang akan dibangun tadi agar sesuai dengan objek yang diteliti dari analisa data.

e) *Pembuatan Program*

Pada tahapan ini pembuatan program akan mulai dikerjakan sesuai dengan data yang didapat dari membuat rancangan program dengan membangun program simulasi dan mengolah data-data yang ada sesuai dengan inputan.

Teknologi yang digunakan dalam pembuatan dan pengembangan sistem ini adalah menggunakan teknologi simulasi berbasis XL System (extended lindenmayer sistem). Dengan teknologi ini, memungkinkan kompleksitas alam dapat didefinisikan dengan beberapa parameter dan aturan. Perulangan iterasi merupakan struktur kontrol perulangan yang umumnya menggunakan perintah-perintah yang telah tersedia pada bahasa pemrograman, setiap bahasa pemrograman mempunyai perintah perulangan yang berbeda-beda. Dalam perulangan iterasi, proses perulangan akan dilakukan jika kondisi untuk memulai proses perulangan terpenuhi dan akan berhenti jika kondisi untuk menghentikan perulangan terpenuhi [10].

f) *Evaluasi Program*

Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan program telah benar sesuai dengan rancangan dan juga untuk memastikan bahwa metode dan rumus-rumus pada program sudah benar sehingga diharapkan tidak ada kesalahan pada program tersebut.

IV. PEMBAHASAN

Hasil dari perlakuan jenis pupuk dan waktu pemupukan diperoleh data berupa morfologi tanaman kedelai *Glycine max* (L.) Merrill varietas wilis dan dan yang menjadi indikator adalah tinggi tanaman, panjang batang, banyak cabang dan banyak daun. Namun tanaman kedelai tidak tumbuh dengan optimal dikarenakan faktor lingkungan, cuaca yang memang ditanam bukan pada musimnya. Selanjutnya data morfologi tanaman ini digunakan sebagai variabel

inputan ANFIS dimana outputnya digunakan untuk mensimulasikan salah satu dari jumlah keseluruhan dari satu perlakuan.

4.1 Analisa data

Kondisi lingkungan dan iklim pada bulan januari sampai maret yang memang musim hujan menyebabkan pertumbuhan kedelai mengalami masalah yaitu tanaman mengalami etiolasi dan di dukung dengan lingkungan yang memang tidak mendukung pertumbuhan karena tidak pada tempat yang lapang. mulai pada umur 1-26 hari dan setelah pemindahan pada hari ke 28 ke tempat yang lebih lapang pun tanaman masih menunjukkan gejala etiolasi. Cahaya matahari juga berpengaruh, intensitas cahaya matahari rata-rata pada bulan Januari sebesar 230.61 cal/cm²/hari dan terendah 217.82 cal/cm²/hari.

Keadaan iklim tersebut menunjukkan kondisi cuaca tidak optimum untuk pertumbuhan tanaman kedelai. Secara umum kondisi tanaman pada umur 35 keatas yang pada dasarnya pertumbuhan vegetatif kedelai mengalami proses pembungaan namun tidak mengalami hal tersebut

Kombinasi Pupuk Organik dan Pemupukan waktu sore tidak begitu berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, hasil yang paling nampak adalah pemupukan urea atau pupuk Anorganik dengan pemupukan waktu sore berpengaruh terhadap diameter batang, tinggi tanaman, banyak cabang dan banyak daun.

4.1.1 Variabel Penelitian

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah dosis pupuk urea yang berbeda dengan dosis pupuk organik yang berbeda.
- b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pertumbuhan dan perkembangan tanaman pangan kedelai yang meliputi tinggi tanaman, panjang tanaman, banyak cabang, dan banyak daun.

Tabel 2. data tanaman kedelai umur 60 hari

No	Tinggi tanaman (cm)	Panjang batang (cm)	Banyak Cabang	Banyak Daun
1	33.2	30.3	10	36
2	28.7	25.2	10	33
3	28.3	22.4	10	33
4	33.7	30.1	11	33
5	33.2	30.5	11	30
6	31.5	28.7	10	33
7	34.2	30.5	10	30
8	28.3	24.9	10	33
9	25.8	20.3	10	33
10	25.2	20.6	10	33
11	30.2	25.2	11	30
12	24.4	20.9	10	36
13	27.1	20.1	10	36
14	26.2	20.7	10	36
15	25.2	20.2	10	36
16	32.6	25.6	11	30
17	22.6	19.2	10	36
18	25.4	20.8	10	36
19	29.4	25.2	10	33
20	30.8	25.9	10	33

Setelah didapat hasil dari pengamatan data morfologi tanaman selanjutnya dilakukan proses pengolahan data oleh ANFIS

4.2 Pengolahan Data

Dalam kasus ini terdiri dari dua input X₁ dan X₂ dan satu output Y, dimana X₁ adalah panjang batang, X₂

adalah banyak daun dan Y adalah tinggi tanaman. Maka didapat aturan model sugeno :

$$\text{If } X_1 \text{ is } A_1 \text{ dan } X_2 \text{ is } B_1 \text{ dan Then } Y_1 \quad (1)$$

$$= C_{11}X_1 + C_{12}X_2 + C_{10}$$

$$\text{If } X_1 \text{ is } A_2 \text{ dan } X_2 \text{ is } B_2 \text{ dan Then } Y_2 \quad (2)$$

$$= C_{21}X_1 + C_{22}X_2 + C_{20}$$

Maka didapat rata-rata terbobot

$$Y = \frac{W_1Y_1 + W_2Y_2}{W_1 + W_2} = \bar{W}_1Y_1 + \bar{W}_2Y_2 \quad (3)$$

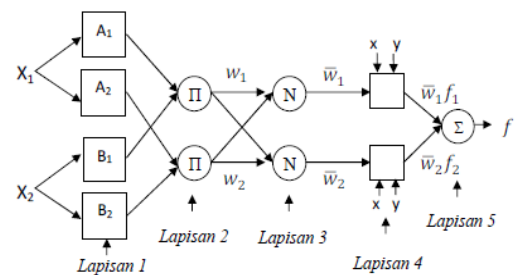
Setelah itu data diolah dan terlebih dahulu dicari nilai a_i, b_i dan c_i menggunakan persamaan dibawah ini

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (4)$$

Dan didapatkan hasil

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X \quad (5)$$

Setelah didapat hasil menggunakan persamaan diatas didapat nilai a_i, b_i dan c_i setelah itu baru dihitung menggunakan jaringan ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) gambar jaringan ANFIS dapat dilihat dibawah ini



Gambar 5. Arsitektur ANFIS

(1) Lapisan 1

Berfungsi untuk membangkitkan derajat keanggotaan dengan persamaan dibawah ini

Tabel 3. Hasil Layer 1

Data ke	Input			Hasil		
	X ₁	X ₂	X ₃	μA ₁ (X ₁)	μB ₁ (X ₂)	μD ₁ (X ₃)
1	0.40	10.1	0.36	0.439	0.077	0.816
2	0.36	0.11	0.33	0.816	0.071	1.0

3	0.30	0.11	0.33	0.795	0.071	1.0
4	0.35	0.11	0.33	0.912	0.071	1.0
5	0.20	0.10	0.30	0.178	0.065	0.795
6	0.30	0.11	0.33	0.795	0.071	1.0
7	0.30	0.10	0.30	0.795	0.065	0.795
8	0.30	0.11	0.33	0.795	0.071	1.0
9	0.30	0.11	0.33	0.795	0.071	1.0
10	0.30	0.11	0.33	0.795	0.071	1.0
11	0.32	0.10	0.30	0.969	0.065	0.795
12	0.38	0.12	0.36	0.608	0.077	0.816
13	0.40	0.12	0.36	0.439	0.077	0.816
14	0.40	0.12	0.36	0.439	0.077	0.816
15	0.40	0.12	0.36	0.439	0.077	0.816
16	0.20	0.10	0.30	0.178	0.065	0.795
17	0.38	0.12	0.36	0.608	0.077	0.816
18	0.40	0.12	0.36	0.439	0.077	0.816
19	0.30	0.11	0.33	0.795	0.071	1.0
20	0.32	0.11	0.33	0.969	0.071	1.0

(2) Lapisan 2

Tiap-tiap neuron pada lapisan kedua berupa neuron tetap yang outputnya adalah hasil dari lapisan pertama. Biasanya digunakan operator AND. Lapisan ini berfungsi untuk membangkitkan *firing-strength* dengan mengalikan setiap sinyal masukan [11].

Tabel 4. Hasil Layer 2

Data ke	Input			Hasil		
	$\mu A_1(X_1)$	$\mu B_1(X_2)$	$\mu D_1(X_3)$	W_1	W_2	W_3
1	0.439	0.077	0.816	0.028	0.043	0.0070
2	0.816	0.071	1.0	0.058	0.057	0.011
3	0.795	0.071	1.0	0.056	0.095	0.019
4	0.912	0.071	1.0	0.065	0.062	0.012
5	0.178	0.065	0.795	0.0090	0.322	0.081
6	0.795	0.071	1.0	0.056	0.095	0.019
7	0.795	0.065	0.795	0.041	0.094	0.024
8	0.795	0.071	1.0	0.056	0.095	0.019
9	0.795	0.071	1.0	0.056	0.095	0.019
10	0.795	0.071	1.0	0.056	0.095	0.019
11	0.969	0.065	0.795	0.05	0.078	0.02
12	0.608	0.077	0.816	0.038	0.049	0.0080
13	0.439	0.077	0.816	0.028	0.043	0.0070
14	0.439	0.077	0.816	0.028	0.043	0.0070
15	0.439	0.077	0.816	0.028	0.043	0.0070
16	0.178	0.065	0.795	0.0090	0.322	0.081
17	0.608	0.077	0.816	0.038	0.049	0.0080
18	0.439	0.077	0.816	0.028	0.043	0.0070
19	0.795	0.071	1.0	0.056	0.095	0.019
20	0.969	0.071	1.0	0.069	0.079	0.016

(3) Lapisan 3

Fungsi dari lapisan ini untuk menormalkan *firing strength* [11].

Tabel 5. Hasil Layer 3

Data ke-	Input			Hasil		
	w_1	w_2	w_3	\bar{w}_1	\bar{w}_2	\bar{w}_3
1	0.028	0.043	0.0070	0.246	0.377	0.377
2	0.058	0.057	0.011	0.337	0.331	0.331
3	0.056	0.095	0.019	0.228	0.386	0.386
4	0.065	0.062	0.012	0.344	0.328	0.328
5	0.0090	0.322	0.081	0.014	0.493	0.493
6	0.056	0.095	0.019	0.228	0.386	0.386
7	0.041	0.094	0.024	0.179	0.41	0.41
8	0.056	0.095	0.019	0.228	0.386	0.386
9	0.056	0.095	0.019	0.228	0.386	0.386
10	0.056	0.095	0.019	0.228	0.386	0.386
11	0.05	0.078	0.02	0.243	0.379	0.379
12	0.038	0.049	0.0080	0.279	0.36	0.36
13	0.028	0.043	0.0070	0.246	0.377	0.377
14	0.028	0.043	0.0070	0.246	0.377	0.377
15	0.028	0.043	0.0070	0.246	0.377	0.377
16	0.0090	0.322	0.081	0.014	0.493	0.493

17	0.038	0.049	0.0080	0.279	0.36	0.36
18	0.028	0.043	0.0070	0.246	0.377	0.377
19	0.056	0.095	0.019	0.228	0.386	0.386
20	0.069	0.079	0.016	0.304	0.348	0.348

(4) Lapisan 4

Fungsi dari lapisan ini untuk Dalam penelitian ini untuk mendapatkan nilai awal $\{p_i, q_i \text{ dan } r_i\}$ Parameter-parameter pada lapisan tersebut disebut dengan nama *consequent parameter* [11].

Tabel 6. Hasil Layer 4

Data ke	Input			Hasil		
	\bar{w}_1	\bar{w}_2	\bar{w}_3	$\bar{w}_1 f_1$	$\bar{w}_2 f_2$	$\bar{w}_3 f_3$
1	0.246	0.377	0.377	0.114	0.385	0.385
2	0.337	0.331	0.331	0.143	0.285	0.285
3	0.228	0.386	0.386	0.065	0.225	0.225
4	0.344	0.328	0.328	0.138	0.267	0.267
5	0.014	0.493	0.493	0.001	0.072	0.072
6	0.228	0.386	0.386	0.065	0.225	0.225
7	0.179	0.41	0.41	0.06	0.249	0.249
8	0.228	0.386	0.386	0.065	0.225	0.225
9	0.228	0.386	0.386	0.065	0.225	0.225
10	0.228	0.386	0.386	0.065	0.225	0.225
11	0.243	0.379	0.379	0.093	0.265	0.265
12	0.279	0.36	0.36	0.117	0.334	0.334
13	0.246	0.377	0.377	0.114	0.385	0.385
14	0.246	0.377	0.377	0.114	0.385	0.385
15	0.246	0.377	0.377	0.114	0.385	0.385
16	0.014	0.493	0.493	0.001	0.072	0.072
17	0.279	0.36	0.36	0.117	0.334	0.334
18	0.246	0.377	0.377	0.114	0.385	0.385
19	0.228	0.386	0.386	0.065	0.225	0.225
20	0.304	0.348	0.348	0.1	0.235	0.235

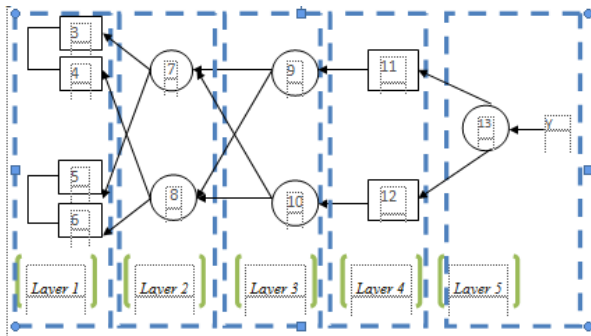
(5) Lapisan 5

Menghitung sinyal keluaran ANFIS dengan menjumlahkan semua sinyal yang masuk

Tabel 7. Hasil Layer 5

Data ke	Input			Hasil		
	$\bar{w}_1 f_1$	$\bar{w}_2 f_2$	$\bar{w}_3 f_3$	w_1	w_2	$\sum \bar{w}_i f_i$
1	0.114	0.385	0.385	0.028	0.043	11.333
2	0.143	0.285	0.285	0.058	0.057	5.659
3	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	3.029
4	0.138	0.267	0.267	0.065	0.062	4.835
5	0.0010	0.072	0.072	0.0090	0.322	0.352
6	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	3.029
7	0.06	0.249	0.249	0.041	0.094	3.509
8	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	3.029
9	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	3.029
10	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	3.029
11	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	3.029
12	0.093	0.265	0.265	0.05	0.078	4.209
13	0.117	0.334	0.334	0.038	0.049	8.263
14	0.114	0.385	0.385	0.028	0.043	11.333
15	0.114	0.385	0.385	0.028	0.043	11.333
16	0.114	0.385	0.385	0.028	0.043	11.333
17	0.0010	0.072	0.072	0.0090	0.322	0.352
18	0.117	0.334	0.334	0.038	0.049	8.263
19	0.114	0.385	0.385	0.028	0.043	11.333
20	0.065	0.225	0.225	0.056	0.095	3.029

Langkah selanjutnya dilakukan Metode Algoritma Pembelajaran (Propagasi Error) menggunakan EBP (Error Backpropagation)



Gambar 6. Arsitektur EBP

a) Error Pada Lapisan Ke-5

Jaringan adaptif di sini seperti Gambar 5, yang hanya memiliki 1 neuron pada lapisan output (neuron 13)

Tabel 8. Hasil Error Layer 5

Data ke	Input		Hasil
	y_p	y_p^*	ϵ_{16}
1	0.332	11.333	21.814
2	0.287	5.659	10.554
3	0.283	3.029	5.364
4	0.337	4.835	8.874
5	0.332	0.352	0.252
6	0.315	3.029	5.374
7	0.342	3.509	6.308
8	0.283	3.029	5.354
9	0.258	3.029	5.356
10	0.252	3.029	5.366
11	0.302	4.209	7.734
12	0.244	8.263	15.712
13	0.271	11.333	21.82
14	0.262	11.333	21.808
15	0.252	11.333	21.782
16	0.326	0.352	0.178
17	0.226	8.263	15.69
18	0.254	11.333	21.78
19	0.294	3.029	5.286
20	0.308	11.333	6.168

b) Error Pada Lapisan ke-4

Lihat kembali gambar Gambar 5 Propagasi error yang menuju pada lapisan ke-4, yaitu neuron 11 dan neuron 12.

c) Error Pada Lapisan ke-3

Lihat kembali gambar Gambar 5 Propagasi error yang menuju pada lapisan ke-3, yaitu neuron 9 dan neuron 10.

Tabel 9. Hasil Error Layer 4 dan 3

Data ke	Input			Hasil		
	ϵ_{15}	ϵ_{14}	ϵ_{13}	ϵ_{12}	ϵ_{11}	ϵ_{10}
1	21.81	21.81	21.81	15.16	17.27	17.27
2	10.55	10.55	10.55	5.92	7.62	7.62
3	5.364	5.36	5.36	1.53	3.13	3.13
4	8.87	8.87	8.87	4.57	6.20	6.20
5	0.25	0.25	0.25	-0.03	0.09	0.09
6	5.37	5.37	5.37	1.53	3.14	3.14
7	6.31	6.31	6.31	2.11	3.83	3.83
8	5.35	5.35	5.35	1.52	3.12	3.12
9	5.36	5.35	5.36	1.52	3.12	3.12
10	5.37	5.37	5.37	1.53	3.13	3.13
11	7.73	7.73	7.734	3.30	5.05	5.05
12	15.71	15.71	15.71	9.47	11.71	11.71
13	21.82	21.82	21.82	15.16	17.27	17.27
14	21.81	21.80	21.80	15.15	17.26	17.26

		8	8	3	4	4
15	21.78	21.78	21.78	15.13	17.24	17.24
16	0.18	0.19	0.18	-0.02	0.067	0.067
17	15.69	15.69	15.69	9.46	11.69	11.69
18	21.78	21.78	21.78	15.13	17.24	17.24
19	5.29	5.29	5.29	1.504	3.084	3.084
20	6.17	6.17	6.17	2.323	3.884	3.884

d) Error Pada Lapisan Ke-2

Lihat kembali gambar Gambar 5 Propagasi error yang menuju pada lapisan ke-2, yaitu neuron 7 dan neuron 8.

Tabel 10. Hasil Error Layer 2

Data ke	Input			Hasil		
	W_1	W_2	W_3	ϵ_9	ϵ_8	ϵ_7
1	0.028	0.04	0.007	10.0	10.0	119.869
2	0.058	0.05	0.011	20.0	20.0	25.282
3	0.056	0.09	0.019	30.0	30.0	32.058
4	0.065	0.06	0.012	40.0	40.0	43.853
5	0.009	0.32	0.081	50.0	50.0	50.045
6	0.056	0.09	0.019	60.0	60.0	62.062
7	0.041	0.09	0.024	70.0	70.0	73.632
8	0.056	0.09	0.019	80.0	80.0	82.054
9	0.056	0.09	0.019	90.0	90.0	92.054
10	0.056	0.09	0.019	100	100	102.058
11	0.05	0.07	0.02	110	110	114.61
12	0.038	0.04	0.008	120	120	1210.38
13	0.028	0.04	0.007	130	1300	1319.87
14	0.028	0.04	0.007	140	140	1419.86
15	0.028	0.04	0.007	150.	150	1519.84
16	0.009	0.32	0.081	160	160	160.032
17	0.038	0.049	0.0080	170	170	1710.367
18	0.028	0.043	0.0070	180	180	1819.838
19	0.056	0.095	0.019	190	190	192.028
20	0.028	0.043	0.0070	200	200	202.311

e) Error Pada Lapisan Ke-1

Lihat kembali gambar Gambar 5 Propagasi error yang menuju pada lapisan ke-1, yaitu neuron 6, neuron 5, neuron 4 dan neuron 3.

Tabel 11. Hasil Error Layer 1

Data ke	Hasil					
	ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3	ϵ_4	ϵ_5	ϵ_6
1	18.72	10.0	11.53	10.0	18.722	10.0
2	24.31	20.0	20.375	20.0	24.31	20.0
3	31.63	30.0	30.146	30.0	31.636	30.0
4	43.51	40.0	40.274	40.0	43.514	40.0
5	50.00	50.0	50.003	50.0	50.008	50.0
6	61.63	60.0	60.146	60.0	61.639	60.0
7	72.88	70.0	70.236	70.0	72.887	70.0
8	81.63	80.0	80.146	80.0	81.633	80.0
9	91.63	90.0	90.146	90.0	91.633	90.0
10	101.6	100	100.14	100	101.63	100
11	114.4	110	110.3	110	114.46	110
12	126.3	120	120.79	120.	126.31	120
13	138.7	130	131.53	130	138.72	130
14	148.7	140	141.52	140	148.72	140
15	158.7	150	151.52	150	158.71	150
16	160.0	160	160.00	160	160.00	160
17	176.3	170	170.79	170	176.30	170
18	188.7	180	181.52	180	188.70	1800
19	191.6	190	190.14	190	191.61	190
20	202.2	200.0	200.164	200.0	202.239	200.0

Selanjutnya nilai error tersebut kita gunakan untuk mengupdate parameter a_i , b_i dan c_i baru.

Tabel 12. Hasil Update a_i and b_i baru

$$\Delta a_{ij} = \mu \epsilon a_{ij} x_i \text{ dan} \dots \quad (6)$$

$$\Delta c_{ij} = \mu \epsilon c_{ij} x_i \dots \quad (7)$$

Sehingga nilai a_{ij} dan c_{ij} yang baru pada data ke-p adalah :

$$A_{ij} = a_{ij} (\text{lama}) + \Delta a_{ij} \text{ dan} \quad (8)$$

$$c_{ij} = c_{ij} (\text{lama}) + \Delta c_{ij} \quad (9)$$

Setelah didapatkan nilai baru maka proses selanjutnya adalah mengupdate nilai jaringan ANFIS yang baru agar didapat hasil output yang baru.

Selisih antara ANFIS sebelum di update dan ANFIS setelah di update dengan nilai a_{ij} dan c_{ij} yang baru ini menjadi error. Dan nilai error ini diambil dari nilai terkecil untuk mengetahui data seberapa yang akan disimulasikan.

Tabel 13. Hasil Output awal dan Output Update

Data ke	Output Awal	Output Update	error
	$\sum \bar{w}_i f_i$	$\sum \bar{w}_i f_i$	
1	33.597	40.027	6.43
2	17.394	30.111	12.717
3	11.065	16.512	5.447
4	15.186	26.68	11.494
5	3.105	0.582	2.523
6	11.065	16.512	5.447
7	12.54	18.081	5.541
8	11.065	16.512	5.447
9	11.065	16.512	5.447
10	11.065	16.512	5.447
11	14.053	19.991	5.938
12	25.234	33.952	8.718
13	33.597	40.027	6.43
14	33.597	40.027	6.43
15	33.597	40.027	6.43
16	3.105	0.583	2.522
17	25.234	33.952	8.718
18	33.597	40.027	6.43
19	11.065	16.512	5.447
20	11.872	15.955	4.083

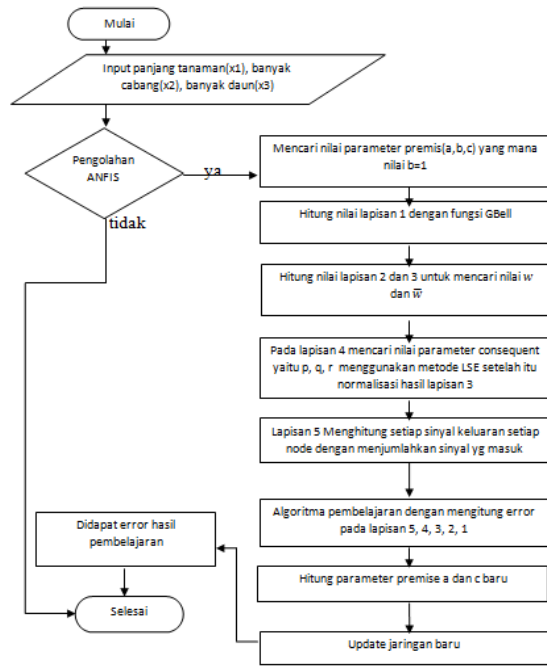
4.3 Desain Program

Secara garis besar desain sistem program ini terdiri dari beberapa bagian diantaranya input, proses pengolahan dan output ini untuk program simulasi dan untuk program grafik juga hampir sama diantaranya input, proses pengolahan dan output. Input dari sistem berupa

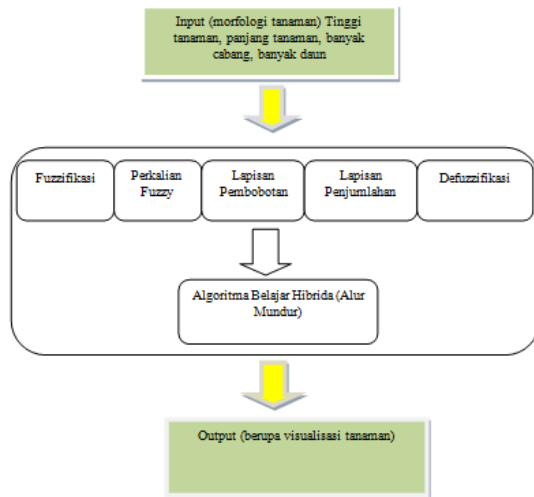
data hasil

observasi berupa data morfologi tanaman. Data tersebut diantaranya tinggi tanaman, panjang batang, banyak cabang dan banyak daun.

Selanjutnya data morfologi tersebut diolah dalam proses pengolahan input menggunakan ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System). Sedangkan output berupa model simulasi morfologi tanaman yang datanya diperoleh dari hasil output proses. Desain ANFIS dan Desain ANFIS dengan GroIMP pada gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 7. Flowchart ANFIS



Gambar 8. Desain ANFIS dengan GroIMP

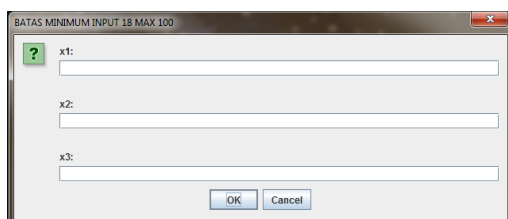
4.4 Pembuatan Program

Pembuatan program simulasi ini dilakukan sebanyak dua kali. Bagian pertama yaitu proses pembuatan program perhitungan ANFIS berdasarkan data-data yang diperoleh dari penelitian. Bagian kedua yaitu proses pembuatan visualisasi output ANFIS yang berupa simulasi pertumbuhan tanaman kedelai.

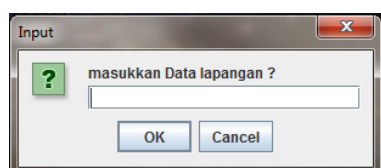
4.5 Hasil Program

Hasil program simulasi ini berupa tampilan simulasi 3D yang disertai dengan keterangan tinggi tanaman,

jumlah cabang, jumlah daun, waktu, dan hari dan grafik pada setiap jalannya pertumbuhan. Berikut adalah gambar hasil program simulasi :



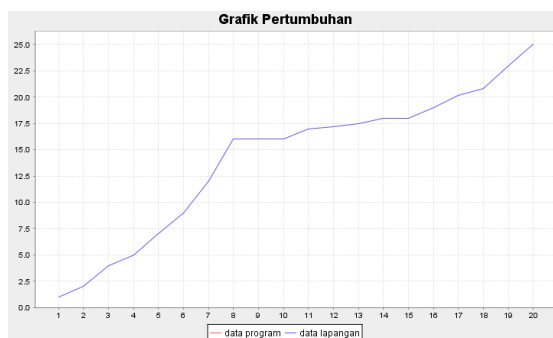
Gambar 9. Inputan ANFIS



Gambar 10. Inputan Grafik



Gambar 11. Simulasi Kedelai GroIMP



Gambar 12. Hasil Inputan data lapangan

VI. KESIMPULAN

Dari hasil observasi tanaman kedelai didapat tanaman dengan ciri-ciri etiolasi pada umur 10 hari hingga 28 hari dan dilakukan pemindahan tempat yang lebih lapang namun hasilnya tanaman masih tetap menunjukkan gejala etiolasi karena daun dan cabang banyak namun dan rimbun tapi batang kecil

dan pada umur tanaman harus sudah berbunga tapi masih belum berbunga. setelah dilakukan percobaan dengan Lux Meter didapat intensitas cahaya matahari rata-rata pada bulan Januari sebesar 230.61 cal/cm²/hari dan terendah 217.82 cal/cm²/hari. Keadaan iklim tersebut menunjukkan kondisi cuaca memungkinkan tanaman terkena etiolasi dan lingkungan yang tidak mendukung. Setelah itu didapat hasil pada Pemberian pupuk Anorganik jenis Urea 2 gr/liter dapat meningkatkan tinggi tanaman lebih cepat daripada menggunakan pupuk Organik Cair 3 cc/liter, banyak cabang dan banyak daun juga lebih terlihat pengaruhnya ketika menggunakan pupuk Urea daripada pupuk organik. Lama penyinaran juga mempengaruhi baik tidaknya tanaman kedelai. Pada pembuatan program simulasi pertumbuhan kedelai ini, dapat disimpulkan bahwa secara umum program simulasi dengan menggunakan metode ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) dapat menggambarkan pola pertumbuhan dan perkembangan tanaman Kedelai varietas Wilis dengan rata-rata presentase akurasi tinggi tanaman dan jumlah daun dan jumlah cabang pada percobaan pertama sebesar 7,3284 % dan pada percobaan ke 2 sebesar 7,329354651 %.

REFERENCES

- [1]. Adisarwanto, T. (2005). 'Meningkatkan Produksi Kacang Tanah di Lahan Sawah dan Lahan Kering'. Panebar Swadaya. Jakarta. Hal 23
- [2]. Nezhad, Q.A., Zand, J.P. & Hosaini, S.S. (2013). 'An investigation on fuzzy logic controllers (takagi-sugeno & mamdani) in inverse pendulum system'. International Journal of Fuzzy Logic Systems 3(3): hal. 1-13
- [3]. Jang, Jyh-Shing Roger; (1993). 'ANFIS: Adaptive-network based fuzzy inferencessystem; Departement of Electrical Engineering and Computer Science', University of California.
- [4]. Fariza, A. (2007). 'Performansi Neuro Fuzzy untuk Peramalan Data Time Series', Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. SNATI. Yogyakarta.
- [5]. Nuryani, S dan Handayani. (2003). 'Sifat Kimia Entisol pada Sistem Pertanian Organik'. Jurnal Ilmu Pertanian Vol.10 No.2: Hal. 63-69.
- [6]. Soegiman. (1982). 'Ilmu Tanah. Terjemahan dari Buckman, H. O dan Brady, N. C. The Nature and Properties of soil'. Bharata Karya Aksara. Jakarta. Hal 75
- [7]. Sutanto, R., (2002). 'Penerapan Pertanian Organik. Permasalahannya dan Pengembangannya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. Hal 113
- [8]. Kusumadewi, Sri dan Purnomo Hari. (2010), 'Aplikasi Logika Fuzzy', Cetakan Pertama, Graham Ilmu, Yogyakarta. Hal 47
- [9]. Sugiyono. (2013). 'Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D'. Bandung: Alfabeta.
- [10]. Albal, Muhammad Ulil. (2013). 'Rancang Bangun Sistem Kamera Pemantau Bergerak Dengan Keypad Sebagai Pengendali Manual Motor Servo. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [11]. Kusumadewi, Sri., Hartati, S., Harjoko, A., dan Wardoyo, R. (2006). Fuzzy Multi - Attribute

Decision Making (FUZZY MADM). Graha Ilmu, Yogyakarta, Hal 63

- [12]. Iswanto, Candra, Hadi. (2011). 'Penerapan Stochastic L-System Pada Pemodelan Pertumbuhan Batang Tanaman', In Repository UNEJ. Available at :<https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/13416>
- [13]. Siderska, Julia. (2016). 'Application Of Tecnomatix Plant Simulation Formodeling Production And Logistics Processes' in Journal Business, Management and education Vol. 14 no. 1. Available at :
<https://journals.vgtu.lt/index.php/BME/article/download/2150/1735>
- [14]. Pembengo, Wawan., Suwanto. (2012). 'Model Simulasi Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tebu', in Jurnal Agroteknotropika, Vol 1, No 1. Available at:
<http://ejournal.ung.ac.id/index.php/JATT/article/view/490>
- [15]. Dominiri, Dede, Dirgahayu. (2011). 'Aplikasi Simulasi Model Dinamis Pertumbuhan Tanaman Untuk Menduga Produksi Tanaman Padi', in Journal penginderaan jauh dan pengolahan citra digital, vol 8, 35-49. Available at :
http://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_inderaja/article/view/1611
- [16]. Gromikora, Nope and Yahya, Sudirman and Suwanto. (2014). 'Permodelan Pertumbuhan dan Produksi Kelapa Sawit pada Berbagai Taraf Penunasan Pelepah' in Jurnal Argonomi Indonesia, Vol. 42 no. 3, available at:
<http://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalagronomi/article/view/9179>