

**PENERAPAN LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO PADA SIMULASI  
PERTUMBUHAN TANAMAN WORTEL (*DAUCUS CAROTA L.*)  
TERHADAP PENGARUH PEMBERIAN KOMPOSISI PUPUK UREA  
DAN PUPUK KOMPOS BERBASIS *XL SYSTEM***

**SKRIPSI**

Oleh :

**AGUS WIDYANSYAH**

**NIM 08650143**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2013**

**PENERAPAN LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO PADA SIMULASI  
PERTUMBUHAN TANAMAN WORTEL (*DAUCUS CAROTA L.*)  
TERHADAP PENGARUH PEMBERIAN KOMPOSISI PUPUK UREA  
DAN PUPUK KOMPOS BERBASIS *XL SYSTEM***

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada:**

**Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh:**

**AGUS WIDYANSYAH**

**NIM. 08650143**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2013**

**PENERAPAN LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO PADA SIMULASI  
PERTUMBUHAN TANAMAN WORTEL (*DAUCUS CAROTA L.*)  
TERHADAP PENGARUH PEMBERIAN KOMPOSISI PUPUK UREA  
DAN PUPUK KOMPOS BERBASIS *XL SYSTEM***

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**AGUS WIDYANSYAH**

**NIM. 08650143**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:

Tanggal, 30 Maret 2013

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**SUHARTONO, M.Kom**

NIP. 19680519 200312 1 001

**Dr. MUNIRUL ABIDIN, M.A**

NIP. 19720420 200212 1 003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

**RIRIEN KUSUMAWATI, M.Kom**

NIP. 197203092005012002



## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agus Widyansyah

NIM : 08650143

Jurusan : Teknik Informatika

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan pada Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dengan judul PENERAPAN LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO PADA SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN WORTEL (*DAUCUS CAROTA L.*) TERHADAP PENGARUH PEMBERIAN KOMPOSISI PUPUK UREA DAN PUPUK KOMPOS BERBASIS *XL SYSTEM* ini adalah hasil karya sendiri dan bukan duplikasi karya orang lain baik sebagian ataupun keseluruhan, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Selanjutnya apabila di kemudian hari ada Klaim dari pihak lain, bukan menjadi tanggung jawab dosen pembimbing dan atau pengelola Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila pernyataan ini tidak benar, saya bersedia mendapatkan sanksi akademis.

Malang, 15 April 2013

Yang membuat pernyataan,

**AGUS WIDYANSYAH**

NIM. 08650143

# MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*"Jadikan Kegagalan Sebagai Motivasi Untuk  
Mencapai Keberhasilan"*

## PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT dzat Pencipta dan  
Pemilik seluruh Alam Raya*

*Kupersembahkan Karya sederhana ini Kepada semua orang yang  
mencintaiku*

*Ayah dan Ibuku, Bapak Moh. Mursid dan ibu Sutini yang telah  
mengasihi dan merawatku dari lahir hingga dewasa, kasih dan sayang  
kalian hanya bisa kubalas dengan kebanggaan karena telah  
melahirkanku.*

*Serta seluruh keluarga besarku yang telah mendoakanku sehingga aku  
dapat menyelesaikan skripsi ini*

*Dosen-dosen Teknik Informatika khususnya pembimbing skripsiku Bpk  
Suhartono dan Bpk Munirul Abidin serta semua dosen Teknik  
Informatika*

*Jeman-teman Teknik Informatika 2008*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Segala puji bagi Allah SWT, atas rahmat, taufik dan karunia-Nya, penulis telah dapat menyusun skripsi ini sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan program S1 dalam bidang Teknik Informatika, pada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada nabi besar Muhammad S.A.W. semoga kita mendapatkan syafa'atnya di hari akhir nanti.

Penulis menyadari bahwa proses penyusunan skripsi ini banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak, oleh karena itu selayaknya penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Moh. Mursid dan ibu Sutini, ayahanda dan ibunda yang selalu berdo'a untuk kesuksesan ananda. Semoga Allah selalu memberikan kesehatan dan umur panjang yang barokah kepada beliau.
2. Bapak Suhartono, M.Kom selaku pembimbing sains yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta memberikan arahan dan masukan yang sangat berguna dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Munirul Abidin, M.A selaku pembimbing agama yang telah bersedia memberikan pengarahan keagamaan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Segenap dosen dan staf pengajar, terima kasih atas semua ilmu yang telah diberikan.

5. Kedua kakak dan dua ponakanku, terima kasih akan do'a dan dukungan kalian.
6. Serta Wulandari Khomsaning Maulidiyah yang selalu memberikan motivasi dan dukungan yang tiada henti kepada penulis
7. Bapak Wibowo yang telah membantu penelitian ini, terima kasih atas bimbingan dan bantuan yang telah diberikan.
8. Sahabat-sahabat Laskar D'Carti yang selalu penuh dengan canda tawa, khususnya kepada Velly, Fajar, Bayu, Andi, dan Fikri. Terimakasih atas semua bantuan dan motivasinya. Walaupun penuh rintangan tapi kita akhirnya berhasil.
9. Sahabat-sahabat penghuni kontrakan 16 A. terima kasih atas kritik dan sindiranya sehingga memacu penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
10. Dan kepada seluruh pihak yang mendukung penulisan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya. Semoga penulisan laporan skripsi ini bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, dan mengandung banyak kekurangan, sehingga dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

Malang, 15 April 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	v
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>ABSTRAK</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Batasan Masalah .....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	8
<b>BAB II TINJAUN PUSTAKA</b>	
2.1 Simulasi .....	10
2.1.1 Model Simulasi .....	10
2.1.2 Kelemahan Simulasi .....	11
2.1.3 Manfaar/Kelebihan Simulasi .....	12
2.1.4 Simulasi Komputer .....	12
2.2 Pertumbuhan .....	13

2.2.1	Pertumbuhan Primer .....	13
2.2.3	Pertumbuhan Sekunder .....	14
2.2.4	Pertumbuhan Dalam Al Quran .....	15
2.3	Tanaman Wortel .....	16
2.3.1	Jenis Wortel .....	18
2.3.2	Manfaat Tanaman Wortel .....	19
2.3.3	Habitat Hidup Tanaman Wortel .....	20
2.3.4	Hama Perusak Wortel.....	21
2.4	Pupuk .....	21
2.4.1	Pupuk Urea .....	22
2.4.2	Pupuk Kompos .....	24
2.5	XL System .....	25
2.6	Logika Fuzzy .....	29
2.6.1	Himpunan Fuzzy .....	30
2.6.2	Fungsi Keanggotaan .....	31
2.6.3	Metode Tsukamoto .....	33
2.6.4	Logika Fuzzy Dalam Al Quran .....	35
 <b>BAB III METODE PENELITIAN</b>		
3.1.	Metode Penelitian.....	38
3.1.1	Objek Penelitian .....	40
3.1.2	Metode Penarikan Sampel .....	41
3.1.3	Sumber Data .....	41
3.1.4	Variabel Penelitian .....	41
3.1.5	Waktu dan Tempat .....	42
3.1.6	Alat Dan Bahan .....	42
3.2	Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	43
3.3	Analisa Dan Desain .....	49
3.3.1	Pengolahan Data .....	49
3.3.2	Desain Sistem .....	51
3.2.3	Flowchart Program .....	59

3.4 Implementasi .....	61
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Implementasi Program.....	62
4.1.1 Instalasi Program .....	62
4.2 Pembuatan dan Pengujian Program .....	62
4.2.1 Pemebentukan Himpunan Fuzzy dan Fungsi Keanggotaan .....	63
4.2.2 Aplikasi Fungsi Implikasi .....	66
4.2.3 Menentukan Titik Tengah .....	70
4.2.4 Hasil Program .....	72
4.2.5 Evaluasi Program .....	75
4.3 Simulasi Dalam Islam.....	80
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	82
5.2 Saran .....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	84
<b>LAMPIRAN</b> .....	86

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman wortel .....	18
Gambar 2.2	Pupuk urea .....	23
Gambar 2.3	Contoh penulisan berulang dan rule pada <i>L System</i> .....	28
Gambar 2.4	Representasi linier naik .....	32
Gambar 2.5	Representasi linier turun .....	32
Gambar 2.8	Representasi kurva segitiga .....	33
Gambar 3.1.	Lahan penanaman wortel.....	44
Gambar 3.2	Tanaman obervasi.....	44
Gambar 3.3	Penanaman biji .....	45
Gambar 3.4	Proses penanaman bibit wortel .....	46
Gambar 3.5	Desain system .....	52
Gambar 3.6	Representasi fungsi derajat keanggotaan dari pupuk urea .....	55
Gambar 3.7	Representasi fungsi derajat keanggotaan dari pupuk kompos ....	56
Gambar 3.8	Representasi fungsi derajat keanggotaan dari tinggi tanaman ....	58
Gambar 3.9	<i>Flowchart</i> proses simulasi pertumbuhan tanaman wortel .....	59
Gambar 3.10	Desain simulasi .....	61
Gambar 4.1	Texture daun .....	72
Gambar 4. 2	Input nilai urea.....	72
Gambar 4.3	Input nilai kompos.....	73
Gambar 4.4	Input domain urea.....	73
Gambar 4.5	Input domain kompos .....	73
Gambar 4.6	Input domain tinggi tanaman.....	73
Gambar 4.7	Input data lapangan.....	73
Gambar 4.8	Hasil simulasi tanaman.....	74
Gambar 4.9	Hasil tampilan pertumbuhan perhari .....	74
Gambar 4.10	Grafik pertumbuhan tanaman wortel .....	75

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Rincian tanaman dan dosis pupuk .....	44
Tabel 3.2	Jadwal pelaksanaan penelitian .....	48
Tabel 3.3	Data tanaman rata-rata .....	49
Tabel 3.4	Hasil rata-rata pengukuran tiap kombinasi perlakuan.....	50
Tabel 3.5	Himpunan variabel input fuzzy pupuk urea( $u$ ) .....	53
Tabel 3.6	Himpunan variabel input fuzzy pupuk kompos( $k$ ) .....	53
Tabel 3.7	Himpunan variabel output fuzzy tinggi tanaman( $t$ ) .....	53
Tabel 3.8	Aturan fuzzy hasil dari variasi pemberian pupuk KCL dan Urea ...	54
Tabel 4.1	Perbandingan data lapangan dan hasil program pada uji coba pertama pengukuran ke 1 .....	76
Tabel 4.2	Penjelasan perhitungan.....	76
Tabel 4.3	Perbandingan data lapangan dan hasil program pada uji coba pertama pengukuran ke 2 .....	77
Tabel 4.4	Perbandingan data lapangan dan hasil program pada uji coba pertama pengukuran ke 3 .....	77
Tabel 4.5	Perbandingan data lapangan dan hasil program pada uji coba pertama pengukuran ke 4 .....	78
Tabel 4.6	Perbandingan data lapangan dan hasil program pada uji coba ke pertama pengukuran ke 5 .....	79
Tabel 4.7	Hasil akhir perbandingan .....	79

## ABSTRAK

Widyansyah, Agus. 2013. **Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto Pada Simulasi Pertumbuhan Tanaman Wortel (*Daucus Carota L.*) Terhadap Pengaruh Pemberian Komposisi Pupuk Urea Dan Pupuk Kompos Berbasis *XL System***. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Suhartono, M.Kom, (II) Dr. Munirul Abidin, M.A.

---

**Kata Kunci** : Pertumbuhan, Pupuk Urea, Pupuk Kompos, *XL-system*, Fuzzy Tsukamoto.

Wortel (*Daucus carota L*) adalah tanaman populer yang tersebar secara merata di seluruh dunia. Wortel merupakan salah satu tanaman horticultura yang paling digemari karena selain rasa yang enak, renyah dan sedikit rasa manis, wortel juga mengandung vitamin A yang bagus untuk kesehatan mata. Saat ini salah satu usaha yang dilakukan untuk mengetahui proses pertumbuhan tanaman wortel ini masih menggunakan uji coba secara manual. Proses ujicoba secara manual ini menghabiskan banyak waktu dan biaya. Disamping itu hasil yang diperoleh juga terbatas pada hasil akhir tanpa mengetahui bagaimana proses pertumbuhan tanaman berlangsung. Dengan adanya teknologi dalam mensimulasikan tanaman wortel, penelitian untuk mendapatkan tanaman terbaik bisa dilakukan dengan mudah. Salah satunya adalah simulasi pertumbuhan tanaman berbasis *XL System*. Dengan teknologi ini pertumbuhan tanaman dari waktu ke waktu dapat diketahui. Disamping itu ditambah dengan penerapan metode fuzzy tsukamoto pada simulasi ini nantinya dapat diperkirakan tinggi tanaman serta komposisi terbaik dalam penentuan komposisi pupuk.

Dalam percobaan ini digunakan pupuk urea dengan dosis 0, 4, dan 8 gram, pupuk kompos dengan dosis 0, 5, dan 10 gram serta tinggi tanaman yang diperoleh dari penelitian yakni 19.57 dan 28.45 cm yang nanti ketiga variabel ini akan digunakan sebagai pembentuk himpunan fuzzy untuk mendapatkan output berupa tinggi tanaman.

Berdasarkan simulasi berbasis *XL-System* yang telah dibuat dengan menggunakan metode fuzzy tuskamoto dengan input pupuk urea dan kompos masing-masing 4 gram ini telah mampu menggambarkan pola pertumbuhan dan perkembangan tanaman wortel yang menghasilkan tinggi tanaman sebesar 24.48 cm dengan rata-rata persentase akurasi dari tinggi tanaman pada percobaan sebesar 96.662%. Atau dengan presentase kesalahan dari tinggi tanaman pada percobaan sebesar 3.378%.

## ABSTRACT

Widyansyah, Agus. 2013. **Application of Tsukamoto Fuzzy Logic In Carrot (Daucus Carota L.) Simulation Against Effect Of Composition Of Urea Fertilizer and Compost Based On XL System.** Theses. Departmen of Informatic Engineering Faculty of Science and Technology The State of Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor : (I) Suhartono, M.Kom, (II) Dr. Munirul Abidin, M.A.

---

**Keyword** : Growth, Urea fertilizer, Compost fertilizer, *XL-system*, Fuzzy Tsukamoto.

Carrots (*Daucus carota L*) is a popular plant that is spread evenly across the world. Carrots are one of the most popular horticultural plants because besides having good taste, crunchy and slightly sweet flavor, carrots also contain vitamin A that good for eyes health. Currently one of the efforts is made to find out the carrot growth process is still using manual testing. This manual process of testing spent a lot of time and expense. Besides that the results obtained are also limited to the outcome without knowing how the process of plant growth takes place. But with the technology in simulating carrots, research to get the best plants can be done easily. One of them is the simulation of plant growth-based XL System. With this technology the growth of plants over time can be known. Beside that, tsukamoto fuzzy method is used to estimate plant height.

This experiment used doses of urea fertilizer amounting 0, 4, and 8 grams, compost fertilizer amounting 0, 5, and 10 grams and plant height obtained from research amounting 19:57 and 28.45 cm in which the third variable will be used as fuzzy sets forming.

Based on the simulation of plant growth-based XL System with tsukamoto fuzzy method, simulations have been able to describe the pattern of growth and development of carrot with 24.48 cm high and average percentage accuracy of plant height was 96.662%. Or with percentage of errors in the experimental was 3,378%.

## BAB 1

### PANDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan ini sebenarnya Allah telah melimpahkan kepada kita umat manusia keanekaragaman tumbuhan dalam kehidupan ini. Sesuai dengan firman Allah dalam surat Thaahaa ayat 53 :

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّىٰ ﴿٥٣﴾

Artinya: “Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan Yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam.”

Dan pada surat Asy-Syu'araa ayat 7 :

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”

Dari kutipan kedua ayat diatas bisa kita simpulkan bahwa dalam kehidupan yang kita jalani kita sudah diberikan berkah yang sangat melimpah yang salah satunya ada pada tumbuhan ini. Salah satu ciptaan Allah yang menunjang kehidupan umat manusia.

Tumbuhan memang sangat erat dalam kehidupan manusia, bukan hanya sebagai pelengkap namun jika tanpa tumbuhan mungkin hidup manusia bagai

sayur tanpa garam. Sehingga kita sebagai manusia harus bersyukur dengan rahmat yang diberikan Allah melalui tanaman ini karena bukan hanya untuk dikonsumsi, namun banyak orang yang menggantungkan hidupnya pada tanaman yang ada disekitar mereka.

Karena itu sebagai umat manusia kita tidak hanya menggunakan dan memanfaatkan tanaman yang ada di bumi kita ini juga harus menjaga apa yang telah Allah SWT berikan kepada kita.

Allah SWT menjadikan kehidupan alam dengan berbagai keanekaragaman hayati sebagai nikmat bagi kehidupan manusia, di dalamnya terkandung manfaat yang sangat beragam. Salah satu tumbuhan bermanfaat yang dianugerahkan Allah SWT kepada kita umat manusia adalah tanaman wortel. Manfaat dan kegunaan tanaman wortel sangat terasa dalam kehidupan kita umat manusia di dunia ini.

Wortel (*Daucus carota L*) adalah tanaman populer yang tersebar secara merata di seluruh dunia. Wortel merupakan salah satu tanaman horticultura yang paling digemari karena selain rasa yang enak, renyak dan sedikit rasa manis, wortel juga mengandung vitamin A yang bagus untuk kesehatan mata. Umbi dari wortel ini biasanya digunakan sebagai campuran sayur pada sup, sebagai jus, serta campuran nasi yang biasa diberikan kepada bayi.

Wortel bukan tanaman asli indonesia, melainkan berasal dari luar negeri yang beriklim sedang. Menurut sejarah, tanaman wortel berasal dari Timur Dekat dan Asia Tengah. Tanaman ini ditemukan tumbuh liar sekitar 6.500 tahun lalu. (Rahmat Rukmana, 1995).

Karena kandungan vitamin yang tinggi terutama karoten yang mengandung banyak vitamin A inilah wortel dimasukkan pada salah satu jenis sayuran yang dianjurkan untuk dikonsumsi sehingga nantinya dapat menambah kesehatan tubuh bagi yang mengkonsumsinya. Akibat paling parah yang disebabkan oleh kekurangan vitamin A adalah kebutaan. Kebutuhan vitamin A yang dianjurkan per orang tiap hari untuk kelompok usia di bawah 12 tahun 10-28 gram wortel segar, di atas 12 tahun untuk wanita diperlukan 29 wortel segar dan untuk pria 33 gram.

Di Indonesia sendiri wortel bisa dibilang sebagai salah satu sayuran yang menjadi pilihan masyarakat. Bahkan orang Indonesia sendiri lebih menyukai wortel produksi lokal dari pada wortel yang diimpor dari Negara lain, misalnya Australia. Hal inilah yang seharusnya menjadi salah satu pertimbangan untuk meningkatkan produksi wortel lokal karena selain harga yang jauh lebih murah dibanding dengan wortel impor, kualitas dan rasa juga lebih disukai oleh sebagian besar warga Indonesia sendiri.

Menurut data Kementerian Pertanian, kebutuhan wortel nasional sebanyak 20 ribu ton per tahun harus dipenuhi dari impor. Hal ini dikarenakan produksi wortel nasional hanya sekitar 400 ribu ton dari kebutuhan sekitar 420-450 ribu ton per tahunnya (economy.okezone.com). Meskipun begitu, total impor sayuran di Indonesia diklaim hanya sekira tujuh persen dari total kebutuhan sayuran nasional. Dengan berusaha meningkatkan produksi wortel mungkin saja nantinya Indonesia tidak perlu lagi mengimpor wortel dari Negara lain.

Dalam melakukan budidaya suatu tanaman tidak pernah lepas dari salah satu aspek yang paling berpengaruh yakni pemberian pupuk. Hal ini karena pupuk merupakan makanan bagi tumbuhan dan tanah merupakan tempat dimana makanan tersebut diolah. Dan tanah yang subur akan semakin banyak mengandung bahan makanan bagi tanaman karena banyaknya kandungan nitrogen (N) pada tanah tersebut.

Hal tersebut sesuai dengan dengan Surat Al A'raf ayat 58 :

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ تَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبثَ لَا تَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا  
كَذَلِكَ نُنصِرُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya : “Dan tanah yang baik, tanam-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanam-tanamannya tumbuh merana. Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.”

Dari beberapa paparan diatas bisa kita simpulkan bahwa banyak hal yang bisa kita pelajari tentang tanaman ini, khususnya wortel. Untuk mengetahui hasil pertumbuhan dari suatu tanaman biasanya dilakukan percobaan-percobaan dengan berbagai macam metode atau cara guna mendapatkan hasil terbaik. Namun hal tersebut masih menggunakan cara-cara manual seperti melakukan penanaman pada lahan maupun polibag yang biasanya digunakan para petani maupun dinas-dinas pertanian untuk meneliti tanaman wortel yang pastinya membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit. Selain itu biasanya hasil akhir yang diperoleh juga terbatas pada hasil akhir saja tanpa mengetahui proses pertumbuhan tanaman yang diuji coba.

Dengan bantuan teknologi kita bisa mengetahui proses pertumbuhan tumbuhan tanpa proses uji coba yang biasanya menyita waktu dan biaya. Selain itu faktor-faktor yang bisa menghambat dalam uji coba manual tidak akan terjadi dengan menggunakan bantuan teknologi ini.

Salah satu hal yang bisa kita berhubungan dengan hal diatas adalah membuat suatu simulasi dari tanaman dengan bantuan metode XL system. Dengan menggunakan metode XL system ini nantinya kita akan bisa membuat simulasi dari tanaman yang diharapkan dapat membantu dalam penelitian tentang tanaman kedepannya.

Hal ini sesuai dengan penerapan XL-System yang pada penelitian sebelumnya yakni Simulasi Pertumbuhan Chrysanthemum Reagent Pink Terhadap Pemberian Komposisi Pupuk Urea dan KCL Berbasis XI System Menggunakan Fuzzy Mamdani, yang dilakukan oleh Moh. Ulil Albab dimana pada penerapannya untuk simulasi kali ini adalah pada wortel dengan terhadap pengaruh komposisi pupuk urea dan kompos serta menggunakan metode tsukamoto.

Dalam Al-Qur'an surat Al-An'am ayat 99 Allah mengajak manusia untuk mempelajari proses-proses yang terjadi pada pertumbuhan tanaman.

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ النَّخْلِ قِنَوانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّتِ مِنَ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۗ أَنْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami

*keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang kurma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah, dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman”. (Qs. Al-An’am : 99).*

Dalam ayat tersebut bisa kita lihat bahwa Allah memerintahkan umatnya untuk terus mempelajari segala hal tentang tumbuhan. Jadi dengan mempelajari tumbuhan mulai dari bagaimana tumbuhan itu berkembang dan tumbuh mulai melewati beberapa fase hingga tumbuh secara sempurna apa yang kita ketahui tentang tanaman bisa terus berkembang dan dapat menemukan hal yang baru dari tanaman yang ada di dunia ini.

Dari situ bisa kita simpulkan bahwa tujuan dari penggunaan simulasi dengan menggunakan XL system disini adalah untuk mengetahui bagaimana proses pertumbuhan tanaman dalam hal ini khususnya wortel, sehingga nantinya dalam mempelajari atau meneliti tanaman kita dapat dipermudah dan kita dapat mengetahui fase-fase yang dilewari oleh tanaman wortel ketika dalam proses pertumbuhannya dengan bantuan dari simulasi ini karena dalam Al-An’am ayat 99 kita diperintahkan untuk mempelajari tanaman yang merupakan anugerah dari Allah SWT.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas diambil rumusan masalah bagaimana membangun simulasi pertumbuhan tanaman wortel pada pemberian komposisi pupuk urea dan kompos dengan metode fuzzy tsukamoto berbasis XL system?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian membuat suatu simulasi pemodelan pertumbuhan tanaman wortel (*Daucus carota L*) terhadap pengaruh pemberian komposisi pupuk urea dengan metode fuzzy tsukamoto berbasis XL system.

### 1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat menjadi pertimbangan dalam komposisi pemberian pupuk untuk mendapat hasil tanam yang terbaik.
2. Memberikan solusi dalam percobaan manual yaang biasanya banyak terdapat masalah, dengan bantuan teknologi ini masalah yang ada pada ujicoba manual bisa ditanggulangi.
3. Menjadikan refrensi lebih lanjut dipenelitian masa depan.

### 1.5 Batasan Masalah

Dari permasalahan diatas, dapat diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Obyek yang digunakan adalah tanaman wortel (*Daucus carota L*).
2. Objek yang diteliti merupakan bagian tanaman wortel yang tumbuh keatas bukan pada bagian umbi, dan yang diukur hanya bagian tinggi tanaman.
3. Variable yang digunakan pada penelitian untuk menyusun variabel himpunan *fuzzy* adalah kadar pupuk urea pemberian UREA dan Kompos dengan dosis di bawah ini:

Kombinasi Urea	Kombinasi Kompos
0 gram	0 gram
0 gram	5 gram
0 gram	10 gram

4 gram	0 gram
4 gram	5 gram
4 gram	10 gram
8 gram	0 gram
8 gram	5 gram
8 gram	10 gram

4. Dan satu kombinasi lagi yakni urea 4 gram serta kompos 4 gram yang nantinya akan digunakan untuk uji coba dan perbandingan antara tanaman asli hasil uji coba dengan hasil dari program simulasi.
5. Metode yang digunakan merupakan metode *Fuzzy Tsukamoto*
6. Lama penanaman adalah 50 hari.
7. Editor yang digunakan dalam mensimulasikan tanaman wortel adalah GrowImp.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan, maka laporan ini disusun berdasarkan sistematika sebagai berikut :

#### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan Laporan Skripsi.

#### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori yang mendukung dan berhubungan dengan judul penelitian, yaitu tanaman wortel, pemberian komposisi pupuk kompos dan urea, XL System dan Fuzzy tsukamoto.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Mulai dari prosedur penelitian, perencanaan system dan pemecahan masalah sesuai dengan judul penulisan dibahas pada bab ini.

### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang pengujian dari aplikasi yang dibuat. Selain itu hasil dari pembuatan program dijelaskan secara rinci pada bab ini.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan pembuatan program selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Simulasi

Simulasi adalah perancangan suatu obyek diam/bergerak dengan parameter yang mendekati nilai sebenarnya. Sehingga simulasi merupakan proses yang diperlukan untuk operasionalisasi model, atau penanganan model untuk meniru tingkah-laku sistem yang sesungguhnya. Ini meliputi berbagai kegiatan seperti penggunaan diagram alir dan logika komputer, serta penulisan kode komputer dan penerapan kode tersebut pada komputer untuk menggunakan masukan dan menghasilkan keluaran yang diinginkan. Pada prakteknya, modeling dan simulasi adalah proses yang berhubungan sangat erat, maka batasan simulasi juga mencakup modeling.

##### 2.1.1 Model Simulasi

Terdapat beberapa model dari simulasi, diantaranya adalah:

- Model simulasi statis : adalah representasi sistem pada suatu waktu tertentu, atau model yang digunakan untuk merepresentasikan sistem dimana waktu tidak mempunyai peranan, contoh simulasi *Monte Carlo* (simulasi perilaku sistem fisika dan matematika).
- Model simulasi dinamis : representasi sistem sepanjang pergantian waktu ke waktu, contohnya sistem conveyor di pabrik.

- Model simulasi deterministik : adalah model simulasi yang tidak mengandung komponen yang sifatnya probabilistik (*random*) dan output telah dapat ditentukan begitu sejumlah input dan hubungan tertentu dimasukkan. Output yang diperoleh akan tetap jika inputnya sama walaupun diproses berulang.
- Model simulasi stokastik : adalah model simulasi yang mengandung input-input probabilistik (*random*) dan output yang dihasilkan pun sifatnya random (probabilistik).
- Model simulasi kontinue : adalah model simulasi dimana state (status) dari sistem berubah secara kontinue karena berubahnya waktu (*continuous change state variables*), contohnya simulasi populasi penduduk.
- Model simulasi diskrit : adalah model suatu sistem dimana perubahan state terjadi pada satuan-satuan waktu yang diskrit sebagai hasil suatu kejadian (*event*) tertentu (*discrete-change state variables*), contohnya simulasi antrian.

### 2.1.2 Kelemahan Simulasi

- Simulasi tidak akurat.
- Model simulasi yang baik bisa jadi sangat mahal, bahkan sering dibutuhkan waktu bertahun-tahun untuk mengembangkan model yang sesuai.
- Tidak semua situasi dapat dievaluasi dengan simulasi.

- Simulasi menghasilkan cara untuk mengevaluasi solusi, bukan menghasilkan cara untuk memecahkan masalah.

### 2.1.3 Manfaat/Kelebihan Simulasi

Simulasi adalah satu-satunya cara yang dapat digunakan untuk mengatasi beberapa masalah dibawah ini:

- Sistem nyata sulit diamati secara langsung, contoh : Jalur penerbangan pesawat ruang angkasa atau satelit.
- Solusi Analitik tidak bisa dikembangkan karena sistem sangat kompleks.
- Pengamatan sistem secara langsung tidak dimungkinkan karena sangat mahal

### 2.1.4 Simulasi Komputer

Simulasi komputer sendiri adalah program (*software*) komputer yang berfungsi untuk menirukan perilaku sistem nyata (realitas) tertentu. Tujuan simulasi antara lain untuk pelatihan (*training*), studi perilaku sistem (*behaviour*) dan hiburan / permainan (*game*). Beberapa contoh simulasi komputer, antara lain : simulasi terbang (*flight simulation*), simulasi sistem ekonomi makro, simulasi sistem perbankan, simulasi antrian layanan bank (*service queue*), simulasi game strategi pemasaran (market game), simulasi perang (*war game simulation*), simulasi mobil (*car simulation*), simulasi tenaga listrik (*power plan simulation*), simulasi tata kota (*sim city*). Simulasi waktu nyata (*real time*) merupakan bagian

dari ilmu informatika (teknologi informasi) yang sedang berkembang sangat pesat.

## **2.2 Pertumbuhan**

Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dimulai sejak perkecambahan biji. Kecambah kemudian berkembang menjadi tumbuhan kecil yang sempurna. Setelah tumbuh hingga mencapai ukuran dan usia tertentu, tumbuhan akan berkembang membentuk bunga dan buah atau biji sebagai alat perkembangbiakannya. Pertumbuhan pada tumbuhan terjadi di daerah meristematis (titik tumbuh), yaitu bagian yang mengandung jaringan meristem. Jaringan ini terletak di ujung batang, ujung akar, dan kambium. Aktivitas jaringan meristem yang terletak di ujung batang/akar menghasilkan pola pertumbuhan yang berbeda bila dibandingkan dengan jaringan meristem di kambium. Oleh karena itu pertumbuhan pada tumbuhan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder.

### **2.2.1 Pertumbuhan Primer**

Pertumbuhan primer adalah pertumbuhan yang terjadi akibat aktivitas jaringan meristem primer atau disebut juga meristem apikal. Titik tumbuh primer terbentuk sejak tumbuhan masih berupa embrio. Jaringan meristem ini terdapat di ujung batang dan ujung akar. Akibat pertumbuhan ini, akar dan batang tumbuhan bertambah panjang.

Pada titik tumbuh, pertumbuhan terjadi secara bertahap. Oleh karena itu daerah pertumbuhan dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu daerah pembelahan, daerah perpanjangan, dan daerah diferensiasi.

a. Daerah pembelahan

Daerah pembelahan terletak di bagian paling ujung. Di daerah ini sel-sel baru terus-menerus dihasilkan melalui proses pembelahan sel. Daerah inilah yang disebut daerah meristematis.

b. Daerah pemanjangan

Daerah pemanjangan terletak di belakang daerah pembelahan. Di daerah ini sel-sel hasil pembelahan akan tumbuh sehingga ukuran sel bertambah besar. Akibatnya di daerah inilah yang mengalami pemanjangan.

c. Daerah diferensiasi

Daerah diferensiasi terletak di belakang daerah pemanjangan. Sel-sel yang telah tumbuh mengalami perubahan bentuk dan fungsi. Sebagian sel mengalami diferensiasi menjadi epidermis, korteks, xilem, dan floem. Sebagian lagi membentuk parenkim, kolenkim, dan sklerenkim.

### 2.2.2 Pertumbuhan Sekunder

Pertumbuhan sekunder disebabkan oleh aktivitas jaringan meristem sekunder. Contoh jaringan meristem sekunder adalah jaringan kambium pada batang tumbuhan *dikotil* dan *Gymnospermae*. Sel-sel jaringan kambium senantiasa membelah. Pembelahan ke arah dalam membentuk *xilem* atau kayu

sedangkan pembelahan ke luar membentuk *floem* atau kulit kayu. Akibat aktivitas jaringan meristem pada kambium, diameter batang dan akar bertambah besar. Tumbuhan monokotil tidak mempunyai kambium sehingga tidak mengalami pertumbuhan sekunder. Bila diperhatikan diameter batang palem, bambu, tebu, dan kelapa hampir selalu sama dari kecil hingga dewasa. Berbeda dengan tumbuhan dikotil seperti mangga, jati, jambu, asam, cemara, dan pinus.

### 2.2.3 Pertumbuhan Dalam Al Quran

Pertumbuhan tanaman ini juga disinggung dalam kitab suci Al Quran tepatnya pada surat Ar Ra'd Ayat 4 dibawah ini:

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَبِّرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَخَيْلٌ صِنَوَانٌ وَغَيْرٌ  
صِنَوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضَ لُبَّهَا عَلَىٰ بَعْضِ فِي الْأَكْلِ ۚ إِنَّ فِي  
ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

Artinya : *Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanam-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir.*

Dalam surat Ar Ra'd Ayat 4 tersebut Allah SWT menjelaskan bahwa terdapat pula di bumi, bagian-bagian tanah yang berdekatan dan berdampingan tetapi berlainan kesuburannya. Ada tanah yang sangat subur untuk ditanami tanaman apa saja, ada pula tanah yang hanya dapat ditanami pohon-pohon besar saja, tetapi tidak baik untuk ditanami tanaman palawija atau sebaliknya, dan ada

pula tanah yang lunak dan ada pula yang keras yang untuk memecahkannya memerlukan dinamit dan bahan peledak. Dan di bumi terdapat kebun-kebun anggur, tanaman palawija dan pohon yang bercabang dan tidak bercabang. Semuanya itu disiram dengan air yang sama tetapi menghasilkan buah yang beraneka warna rasanya, seperti pohon tebu yang rasanya manis, buah jeruk yang rasanya manis dan masam serta buah paria yang rasanya pahit, dan lain sebagainya. Allah melebihkan sebahagian tanaman-tanaman itu atas sebagian yang lain tentang bentuknya, rasanya dan baunya. Pada semua tanda-tanda itu terdapat kekuasaan Allah dan menjadi dalil yang membawa keyakinan bagi orang-orang yang suka berpikir.

([http://users6.nofeehost.com/alquranonline/Alquran\\_Tafsir.asp?pageno=1&SuratKe=13#4](http://users6.nofeehost.com/alquranonline/Alquran_Tafsir.asp?pageno=1&SuratKe=13#4) , akses 26 September 2012)

### 2.3 Tanaman Wortel

Wortel/*carrots* (*Daucus carota L.*) bukan tanaman asli Indonesia, berasal dari negeri yang beriklim sedang (sub-tropis) yaitu berasal dari Asia Timur Dekat dan Asia Tengah. Ditemukan tumbuh liar sekitar 6.500 tahun yang lalu. Rintisan budidaya wortel pada mulanya terjadi di daerah sekitar Laut Tengah, menyebar luas ke kawasan Eropa, Afrika, Asia dan akhirnya ke seluruh bagian dunia yang telah terkenal daerah pertaniannya. (<http://epetani.deptan.go.id>)

Di Indonesia sendiri tidak diketahui awal mula tanaman wortel mulai dibudidayakan secara intensif. Namun, rintisan pembudidayaan wortel mulai terpusat di daerah Jawa Barat tepatnya di daerah Lembang dan Cipanas. Setelah

itu barulah berkembang luas ke daerah-daerah lain yang nantinya juga menjadi sentra sayuran wortel seperti Jawa Timur, Jawa Tengah, Sumatra Utara, Bali, Kalimantan Timur, NTT, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Irian Jaya, dan Maluku. (Ir. Bambang Cahyono, 2002)

Wortel merupakan tanaman yang hampir selalu ditanam disetiap tahun dan hampir sepanjang tahun. Wortel biasanya dibudidayakan didaerah dataran tinggi dengan ketinggian yang biasanya mencapai 1200 meter di atas permukaan laut. Tumbuhan wortel ini membutuhkan sinar matahari sebagai salah satu sumber energinya dan bias tumbuh disemua musim. Wortel mempunyai batang daun basah yang berupa sekumpulan pelepah (tangkai daun) yang muncul dari pangkal buah bagian atas (umbi akar), mirip daun seledri. Wortel menyukai tanah yang gembur dan subur. Bagian yang dapat dimakan dari wortel adalah bagian umbi atau akarnya.

Wortel adalah tumbuhan biennial (siklus hidup 12 - 24 bulan) yang menyimpan karbohidrat dalam jumlah besar untuk tumbuhan tersebut berbunga pada tahun kedua. Batang bunga tumbuh setinggi sekitar 1 m, dengan bunga berwarna putih. (<http://id.wikipedia.org>)

Wortel dapat dimakan dengan berbagai cara. Bisa juga dengan cara di buat jus wortel dan kandungan vitaminnya hampir sama dengan wortel yang dimakan begitu saja.



Gambar 2.1 Tanaman wortel

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (Menghasilkan biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i> (berkeping dua / dikotil)
Sub Kelas	: <i>Rosidae</i>
Ordo	: <i>Apiales</i>
Famili	: <i>Apiaceae</i>
Genus	: <i>Daucus</i>
Spesies	: <i>Daucus carota L.</i>

### 2.3.1 Jenis-jenis Wortel

Menurut biotanis, wortel sendiri dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, diantaranya : imperator , jenis wortel yang memiliki umbi akar yang berukuran panjang, meruncing , dan rasa yang kurang manis; jenis chantenang, merupakan

jenis wortel yang memiliki bentuk bulat panjang dengan rasa yang manis; jenis mantas, yakni merupakan wortel yang merupakan hasil kombinasi dari kedua wortel, yakni jenis chentenang dan imperator.

#### **2.3.1.1 Jenis Imperator**

Adalah jenis wortel yang memiliki umbi akar berukuran panjang dengan ujung meruncing dan rasanya kurang manis, dan dapat dijumpai di Amerika Serikat dan Belanda.

#### **2.3.1.2 Jenis Chantenay**

Adalah wortel yang memiliki umbi akar berbentuk bulat panjang dan rasanya manis. Wortel jenis ini dapat dijumpai di Taiwan, dan Jepang.

#### **2.3.1.3 Jenis Nantes**

Adalah wortel hasil kombinasi dari jenis wortel imperator dan chantenay. Umbi akar wortel berwarna khas oranye. Wortel jenis ini lah yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia.

#### **2.3.2 Manfaat Tanaman Wortel**

Selain bagus untuk mata wortel juga memiliki banyak kegunaan lain, (Cahyono, 2002) menyebutkan beberapa kegunaan wortel, diantaranya adalah sebagai berikut

:

1. Mengobati hipertensi
2. Mengobati mata minus

3. Mengobati demam pada anak
4. Mengobati tubuh lesu
5. Mengobati luka bakar
6. Mengobati bau mulut
7. Mengobati nyeri haid
8. Mencegah kerusakan gigi
9. Dapat menghaluskan wajah
10. Mencegah kanker
11. Menurunkan kolesterol darah
12. Mencegah rabun senja
13. Menyegarkan kulit
14. Menurunkan kolesterol darah
15. Meningkatkan ketahanan tubuh

### **2.3.3 Habitat Hidup Tanaman Wortel**

Wortel merupakan tanaman subtropis yang memerlukan suhu dingin (22-24°C), lembap, dan cukup sinar matahari. Di Indonesia kondisi seperti itu biasanya terdapat di daerah berketinggian antara 1.200-1.500 m dpl. Sekarang wortel sudah dapat ditanam di daerah berketinggian 600 m dpl. Dianjurkan untuk menanam wortel pada tanah yang subur, gembur dan kaya humus dengan pH antara 5,5-6,5 (Hukum, Kuntarsih dan Simanjuntak, 1990). Tanah yang kurang subur masih dapat ditanami wortel asalkan dilakukan pemupukan intensif. Kebanyakan tanah

dataran tinggi di Indonesia mempunyai pH rendah. Bila demikian, tanah perlu dikapur, karena tanah yang asam menghambat perkembangan umbi.

#### 2.3.4 Hama Perusak Wortel

Ada beberapa hama yang penting diketahui karena sering menyerang tanaman wortel di Indonesia, di antaranya sebagai berikut. Manggot-manggot (*Psila rosae*) Umbi wortel yang terserang memperlihatkan gejala kerusakan (berlubang dan membusuk) akibat gigitan pada umbi. Penyebab kerusakan ini adalah sejenis lalat wortel yang disebut manggot-manggot (*Psila rosae*). Periode aktif perusakan adalah saat larva lalat ini memakan umbi selama 5-7 minggu sebelum berubah menjadi kepompong. Umbi yang telah terserang tidak dapat diperbaiki, sebaiknya dicabut dan dibuang.

#### 2.4.4 Pupuk

Pupuk didefinisikan sebagai material yang ditambahkan ketanah atau tajuk tanaman dengan tujuan untuk melengkapi ketersediaan unsur hara. Bahan pupuk yang paling awal adalah kotoran hewan, sisa pelapukan tanaman dan arang kayu. Pemakaian pupuk kimia kemudian berkembang seiring dengan ditemukannya deposit garam kalsium di Jerman pada tahun 1839. (Ir. Novizan, 2002)

Dalam pemilihan pupuk perlu diketahui terlebih dahulu jumlah dan jenis unsur hara yang dikandungnya, serta manfaat dari berbagai unsur hara pembentuk pupuk tersebut. Setiap kemasan pupuk yang diberi label yang menunjukkan jenis dan unsur hara yang dikandungnya. Kadangkala petunjuk pemakaiannya juga dicantumkan pada kemasan. karena itu, sangat penting untuk membaca label

kandungan pupuk sebelum memutuskan untuk membelinya. Selain menentukan jenis pupuk yang tepat, perlu diketahui juga cara aplikasinya yang benar, sehingga takaran pupuk yang diberikan dapat lebih efisien. Kesalahan dalam aplikasi pupuk akan berakibat pada terganggunya pertumbuhan tanaman. Bahkan unsur hara yang dikandung oleh pupuk tidak dapat dimanfaatkan tanaman.

Pupuk untuk tanaman dapat digolongkan kepada pupuk organik dan anorganik. Pupuk anorganik adalah pupuk buatan yang diproduksi oleh pabrik, sedangkan pupuk organik adalah pupuk yang merupakan hasil penguraian mikroba dekomposer sehingga membentuk senyawa-senyawa sederhana yang siap diserap oleh tanaman.

#### **2.4.1 Pupuk Urea**

Pupuk Urea adalah pupuk kimia yang mengandung Nitrogen (N) berkadar tinggi. Unsur Nitrogen merupakan zat hara yang sangat diperlukan tanaman. Pupuk Urea berbentuk butir-butir kristal berwarna putih, dengan rumus kimia  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ , merupakan pupuk yang mudah larut dalam air dan sifatnya sangat mudah menghisap air (*higroskopis*), karena itu sebaiknya disimpan di tempat kering dan tertutup rapat. Pupuk urea mengandung unsur hara N sebesar 46% dengan pengertian setiap 100 kg urea mengandung 46 kg Nitrogen.



**Gambar 2.2** Pupuk urea

Unsur hara Nitrogen yang dikandung dalam pupuk Urea sangat besar kegunaannya bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan, antara lain:

1. Membuat daun tanaman lebih hijau segar dan banyak mengandung butir hijau daun (*chlorophyl*) yang mempunyai peranan sangat penting dalam proses fotosintesa
2. Mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, cabang dan lain-lain)
3. Menambah kandungan protein tanaman
4. Dapat dipakai untuk semua jenis tanaman baik tanaman pangan, hortikultura, tanaman perkebunan, usaha peternakan dan usaha perikanan .

Gejala kekurangan unsur hara Nitrogen dapat dilihat dari hal-hal dibawah ini:

- Daun tanaman berwarna pucat kekuning-kuningan
- Daun tua berwarna kekuning-kuningan dan pada tanaman padi warna ini dimulai dari ujung daun menjalar ke tulang daun
- Dalam keadaan kekurangan yang parah daun menjadi kering dimulai dari daun bagian bawah terus ke bagian atas

- Pertumbuhan tanaman lambat dan kerdil
- Perkembangan buah tidak sempurna atau tidak baik, sering kali masak sebelum waktunya.

#### 2.4.2 Pupuk Kompos

Pupuk kompos adalah hasil penguraian parsial/tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik atau anaerobik. Sedangkan pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Membuat pupuk kompos adalah mengatur dan mengontrol proses alami tersebut agar pupuk kompos dapat terbentuk lebih cepat. Proses ini meliputi membuat campuran bahan yang seimbang, pemberian air yang cukup, pengaturan aerasi, dan penambahan aktivator pengomposan. (<http://www.pupuk-kompos.info/>)

Menurut Wikipedia.com Kompos memiliki banyak manfaat yang ditinjau dari beberapa aspek:

Aspek Ekonomi :

- Menghemat biaya untuk transportasi dan penimbunan limbah
- Mengurangi volume/ukuran limbah
- Memiliki nilai jual yang lebih tinggi dari pada bahan asalnya

Aspek Lingkungan :

- Mengurangi polusi udara karena pembakaran limbah dan pelepasan gas metana dari sampah organik yang membusuk akibat bakteri metanogen di tempat pembuangan sampah
- Mengurangi kebutuhan lahan untuk penimbunan

Aspek bagi tanah/tanaman:

- Meningkatkan kesuburan tanah
- Memperbaiki struktur dan karakteristik tanah
- Meningkatkan kapasitas penyerapan air oleh tanah
- Meningkatkan aktivitas mikroba tanah
- Meningkatkan kualitas hasil panen (rasa, nilai gizi, dan jumlah panen)
- Menyediakan hormon dan vitamin bagi tanaman
- Menekan pertumbuhan/serangan penyakit tanaman
- Meningkatkan retensi/ketersediaan hara di dalam tanah

## 2.5 XL-System

*XL-System (eXtended Lindenmayer System)* merupakan penerapan dari bahasa pemrograman XL ini merupakan bahasa pemrograman java yang mengimplementasikan *Relational Growth Grammars (RGG)*. XL dibangun dengan menggabungkan bahasa java dan library java dan menerapkan aturan L-System. Bahasa XL biasa digunakan sebagai bahasa pemodelan untuk membuat model data yang spesifik.

*L-System* atau Lindenmayer System dikemukakan pertama kali pada tahun 1968 oleh Aristid Lindenmayer dalam pengungkapan teori matematika untuk pengembangan tanaman (Lindenmayer, A dan Prusinkiewicz, 1990) . Smith menggunakan Lindemayer Sistem sebagai metoda untuk menyusun grafika komputer dalam menghasilkan morfologi tanaman. Grafika komputer secara lebih mendalam oleh Prusinkiewicz mengaplikasikan metoda lindenmayer sistem untuk menghasilkan visualisasi realistik terhadap tanaman perdu yang ditunjukkan dalam bukunya "Algorithmic Beauty of Plant". Lindenmayer Sistem merupakan aturan formal yang disusun sebagai gramatika yang dikarakteristikan dalam bentuk aksioma, dan simbol-simbol yang digunakan sebagai representasi pertumbuhan komponen tanaman yang secara paralel terjadi pergantian pada masing-masing tahap.

Gramatika pada *L-System* terdiri dari 3 bagian ( $\Sigma, h, w$ ), untuk  $\Sigma$  adalah anggota dari simbol,  $h$  aturan penulisan berulang dimana setiap simbol akan diganti dengan string dari simbol,  $w$  axiom adalah mulai awal dari pertumbuhan.

Jadi komponen utama dari *L-System* adalah sebagai berikut:

$$G = (V, \omega, P)$$

Dimana:

- $V$  ( alfabet ) adalah serangkaian simbol mengandung unsur-unsur yang bisa digantikan perannya ( variabel )
- $\omega$  (mulai, aksioma, atau inisiator) adalah serangkaian simbol dari  $V$  mendefinisikan keadaan awal system

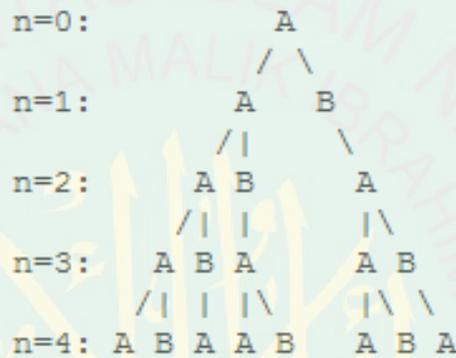
- $P$  adalah seperangkat aturan produksi atau produksi mendefinisikan variabel cara dapat digantikan dengan kombinasi konstanta dan variabel lain.

Konsep utama dari Lindenmayer Sistem adalah penulisan berulang. Penulisan berulang adalah teknik untuk mendefinisikan objek secara kompleks dengan cara mengganti bagian dari objek dengan cara *rewriting rule* atau *production* (Lindenmayer, A dan Prusinkiewicz, 1990).

Aturan pada *L-system* diterapkan secara berulang dimulai dari sebuah pernyataan awal (initial state). Rule tersebut diulang sesuai dengan jumlah iterasi yang diinginkan user. *L-system* adalah sebuah *context-free grammar* dimana setiap *production rule* hanya berlaku untuk satu simbol saja pada sebuah set. Simbol yang lain tidak terpengaruh dengan production rule tersebut. Hal ini disebut kelas *D0L-system* (Deterministic and 0-context/context-free). Sebagai contoh, ada dua buah variabel A dan B dimana untuk setiap variabel tersebut kita nyatakan sebuah production rule. Aturan tersebut adalah  $A \rightarrow AB$  dan  $B \rightarrow A$ , maksudnya adalah untuk setiap perulangan huruf A akan diganti dengan AB, sedangkan huruf B akan diganti oleh huruf A. Sebuah pernyataan awal (initial state) disebut axiom. Pada langkah pertama kita asumsikan terdapat axiom dengan huruf A saja. Kemudian pada perulangan huruf tersebut diganti dengan AB merujuk pada aturan  $A \rightarrow AB$ . Langkah berikutnya, huruf B tersebut diganti dengan A sesuai aturan  $B \rightarrow A$ . Kedua huruf tersebut pada langkah selanjutnya akan diganti sesuai aturan yang telah dibuat, dan proses tersebut berlangsung terus secara berulang sesuai dengan jumlah perulangan yang diinginkan.

- variables : A B;
- axiom : A;
- production rules : (A → AB), (B → A);

Bila digambarkan dalam diagram pohon adalah sebagai berikut (dimana n menyatakan langkah perulangan):



**Gambar 2.3** Contoh penulisan berulang dan rule pada L System

**variables :** F

**constants :** + -

**start :** F

**rules :** (F → F+F-F-F+F)

Disini, F berarti "draw forward", + berarti "turn left 90°", and - berarti "turn right 90°"

n = 0:

F

—

n = 1:

F+F-F-F+F

$n = 2$ :

$F+F-F-F+F + F+F-F-F+F - F+F-F-F+F - F+F-F-F+F + F+F-F-F+F$



Pada aturan produksi di *OL (Open Lindenmayer) System* adalah *context free*, dimana akan memproduksi *context* di *predessor*, sedangkan pengaruh lingkungan terhadap pertumbuhan bagian tanaman salah satu contohnya adalah aliran nutrisi atau hormon akan disimulasikan dengan model *Context Sensitive L-System*. Pada aturan model *Context Sensitive L-System* terdapat dua aturan produksi yaitu *2L-System* digunakan untuk produksi  $a \langle a \rangle ar \rightarrow x$ , yaitu huruf  $a$  dapat memproduksi huruf  $x$  jika dan hanya jika kondisi  $a$  adalah diantara  $al$  dan  $ar$ , kemudian *1L-System* hanya satu produksi untuk satu *context*,  $a \langle a \rangle x$  atau  $a \langle ar \rangle x$ .

## 2.6 Logika Fuzzy

Konsep logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Professor Lotti A. Zadeh dari Universitas California tahun 1965. Logika *fuzzy* merupakan generalisasi dari logika klasik (*Crisp Set*) yang hanya memiliki dua nilai keanggotaan yaitu 0 dan 1. Dalam logika *fuzzy* nilai kebenaran suatu pernyataan berkisar dari sepenuhnya benar sampai dengan sepenuhnya salah.

*Fuzzy Logic* berhubungan dengan ketidakpastian yang telah menjadi sifat alamiah manusia, mensimulasikan proses pertimbangan normal manusia

denganjalan memungkinkan komputer untuk berperilaku sedikit lebih seksama dan logis daripada yang dibutuhkan metode komputer konvensional.

Pemikiran di balik pendekatan ini adalah pengambilan keputusan tidak sekadar persoalan hitam dan putih atau benar dan salah, namun kerap kali melibatkan area abu-abu, dan hal itu dimungkinkan.

### 2.6.1 Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu group yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Pada himpunan tegas (crisp), nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $f_A[x]$ , memiliki dua kemungkinan, yaitu : Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan atau Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu (Kusumadewi, 2003):

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu:

- Variabel Fuzzy  
Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy.
- Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel.

- **Semesta Pembicaraan**

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif..

- **Domain**

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

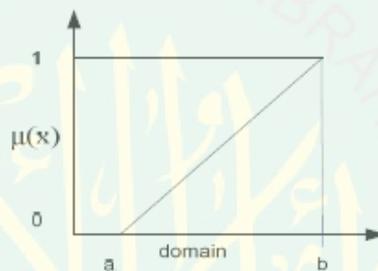
### 2.6.2 Fungsi Keanggotaan

Menurut Kusuma Dewi dan Purnomo pengertian fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.

- Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai garis lurus. Dalam hal ini ada 2 macam yaitu :

- Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

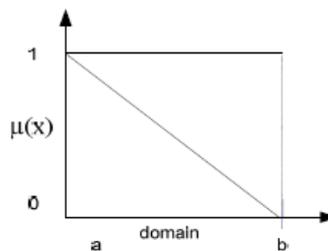


**Gambar 2.4** representasi linier naik

Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

- Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



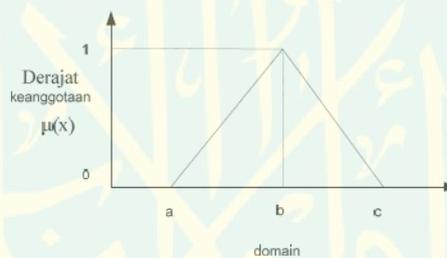
**Gambar 2.5** representasi linier turun

Dengan fungsi keanggotaan yaitu :

$$\mu(x) = \begin{cases} (b - x)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

- Representasi Kurva Segitiga

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier). Menurut Susilo (2003) dalam Mohammad Glesung Gautama suatu fungsi derajat keanggotaan *fuzzy* disebut fungsi segitiga jika mempunyai tiga buah parameter, yaitu  $p, q, r \in R$  dengan  $p < q < r$  dengan representasi gambar di bawah ini :



**Gambar 2.6** representasi kurva segitiga

Dengan fungsi keanggotaan yaitu :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (b - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases}$$

### 2.6.3 Metode Tsukamoto

Pada metode Tsukamoto, setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Untuk menentukan nilai output crisp/hasil yang tegas ( $Z$ ) dicari dengan cara mengubah input (berupa himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy) menjadi suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Cara ini disebut dengan metode defuzzifikasi (penegasan).

Untuk mendapatkan *output* dalam *fuzzy tsukamoto* diperlukan 4 tahapan, yaitu:

1. Pembentukan Himpunan *fuzzy*

Pada proses ini meliputi penentuan variabel, himpunan dan domain fuzzy, dan aturan-aturan fuzzy yang diperoleh dari hasil pengambilan data di lapangan.

Misalkan ada variabel masukan, yaitu  $x$  dan  $y$ , serta satu variabel keluaran yaitu  $z$ . Variabel  $x$  terbagi atas 2 himpunan yaitu  $A_1$  dan  $A_2$ , variabel  $y$  terbagi atas 2 himpunan juga, yaitu  $B_1$  dan  $B_2$ , sedangkan variabel keluaran  $Z$  terbagi atas 2 himpunan yaitu  $C_1$  dan  $C_2$ . Tentu saja himpunan  $C_1$  dan  $C_2$  harus merupakan himpunan yang bersifat monoton. Diberikan 2 aturan sebagai berikut:

$$\text{IF } x \text{ is } A_1 \text{ and } y \text{ is } B_2 \text{ THEN } z \text{ is } C_1$$

$$\text{IF } x \text{ is } A_2 \text{ and } y \text{ is } B_1 \text{ THEN } z \text{ is } B_2$$

2. Menentukan fungsi keanggotaan

Dari variabel, himpunan dan domain fuzzy kemudian ditentukan fungsi keanggotaan dari tiap variabel fuzzy yang ada.

3. Aplikasi fungsi implikasi

Dari aturan tersebut nantinya akan dilakukan proses implikasi menggunakan fungsi MIN untuk memperoleh nilai  $\alpha$ -prediket dari tiap aturan.

#### 4. Penegasan (Defuzzyfikasi)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output.

#### 2.6.4 Logika Fuzzy Dalam Al Quran

Mengingat kegunaannya yang dapat mencakup beragam bidang, logika fuzzy kerap digunakan untuk menolong didalam penyelesaian semua persoalan umat manusia. Hal ini dapat dibuktikan dari beberapa ilmuwan dari beragam disiplin ilmu diantaranya tehnik, ilmu pengetahuan alam, ekonomi, psikologi, serta sosiologi yang meneliti serta memakai beragam teori logika *fuzzy* untuk mengembangkan ilmunya untuk membuat hidup manusia jadi lebih mudah. Hal ini sesuai dengan firman Allah pada surat Al An'am ayat 97:

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ النُّجُومَ لِتَهْتَدُوا بِهَا فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ قَدْ فَصَّلْنَا  
الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ﴿٩٧﴾

Artinya : Dan dialah yang menjadikan bintang-bintang bagimu, agar kamu menjadikannya petunjuk dalam kegelapan di darat dan di laut. Sesungguhnya kami Telah menjelaskan tanda-tanda kebesaran (kami) kepada orang-orang yang Mengetahui.

Dalam ayat diatas dijelaskan bahwa Allah SWT menjadikan bintang-bintang sebagai petunjuk dalam kegelapan. Hal ini sesuai dengan fungsi dari logika *fuzzy* itu sendiri yang menjadi petunjuk bagi manusia dalam menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan ketidakpastian.

Dalam Al Quran surat Ali Imran ayat 7-8 Allah SWT berfirman:

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ عَلَيْكَ الْكِتَابَ مِنْهُ آيَاتٌ مُحْكَمَاتٌ هُنَّ أُمُّ الْكِتَابِ وَأُخْرُ  
مُتَشَبِهَاتٌ ۗ فَأَمَّا الَّذِينَ فِي قُلُوبِهِمْ زَيْغٌ فَيَتَّبِعُونَ مَا تَشَبَهَ مِنْهُ ابْتِغَاءَ الْفِتْنَةِ  
وَابْتِغَاءَ تَأْوِيلِهِ ۗ وَمَا يَعْلَمُ تَأْوِيلَهُ إِلَّا اللَّهُ ۗ وَالرَّاسِخُونَ فِي الْعِلْمِ يَقُولُونَ ءَأَمَّنَّا  
بِهِ كُلُّ مَنٍ عِنْدَ رَبِّنَا وَمَا يَذَّكَّرُ إِلَّا أُولُو الْأَلْبَابِ ﴿٧﴾ رَبَّنَا لَا تَرِغْ قُلُوبَنَا بَعْدَ  
إِذْ هَدَيْتَنَا وَهَبْ لَنَا مِن لَّدُنكَ رَحْمَةً ۚ إِنَّكَ أَنْتَ الْوَهَّابُ ﴿٨﴾

Artinya : *Dia-lah yang menurunkan Al kitab (Al Quran) kepada kamu. di antara (isi) nya ada ayat-ayat yang muhkamaat, itulah pokok-pokok isi Al qur'an dan yang lain (ayat-ayat) mutasyaabihaat. Adapun orang-orang yang dalam hatinya condong kepada kesesatan, maka mereka mengikuti sebahagian ayat-ayat yang mutasyaabihaat daripadanya untuk menimbulkan fitnah untuk mencari-cari ta'wilnya, padahal tidak ada yang mengetahui ta'wilnya melainkan Allah. dan orang-orang yang mendalam ilmunya berkata: "Kami beriman kepada ayat-ayat yang mutasyaabihaat, semuanya itu dari sisi Tuhan kami." dan tidak dapat mengambil pelajaran (daripadanya) melainkan orang-orang yang berakal. (mereka berdoa): "Ya Tuhan Kami, janganlah Engkau jadikan hati Kami condong kepada kesesatan sesudah Engkau beri petunjuk kepada Kami, dan karuniakanlah kepada Kami rahmat dari sisi Engkau; karena sesungguhnya Engkau-lah Maha pemberi (karunia)".*

Ayat di atas menjelaskan bahwa dalam Al-Qur'an terdapat ayat-ayat yang jelas pengertiannya (*muhkamat*) yaitu ayat-ayat yang terang dan tegas maksudnya, dapat dipahami dengan mudah seperti dalam arti "Itulah pokok-pokok isi Al

Qur'an” ada juga ayat-ayat yang mengandung banyak arti dan tidak dapat ditentukan arti mana yang dimaksud kecuali sudah dikaji secara mendalam dan hanya Allah saja yang tahu maksudnya (*mutasybihat*). Termasuk dalam pengertian ayat-ayat *mutasyabihat* yaitu ayat-ayat yang mengandung beberapa pengertian dan tidak dapat ditentukan arti mana yang dimaksud kecuali sesudah diselidiki secara mendalam, atau ayat-ayat yang pengertiannya hanya Allah yang mengetahui seperti ayat-ayat yang berhubungan dengan yang ghaib-ghaib misalnya ayat-ayat yang mengenai hari kiamat, surga, neraka dan lain-lain. Seperti dalam arti “Padahal tidak ada yang mengetahui ta'wilnya melainkan Allah”.

Sebagaimana dalam teori himpunan *fuzzy* yang menyebutkan adanya derajat keanggotaan yang terletak antara 0 dan 1, dimana *fuzzy* di sini diartikan samar-samar. Logika *fuzzy* disini membantu manusia dalam menentukan nilai dari ketidakpastian tersebut karena logika *fuzzy* cocok digunakan pada sistem yang prosesnya terdapat berbagai aturan. Logika ini juga memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat sehingga sangat mudah untuk diaplikasikan. Begitu juga dengan penentuan komposisi pupuk terbaik yang menggunakan teori himpunan *fuzzy* yang didasarkan pada komposisi pemberian pupuk yang berbeda-beda antar perlakuan dimana masing-masing perlakuan adalah sebuah himpunan *fuzzy* yang memiliki derajat keanggotaan tertentu di antara nilai 0 dan 1 (misal, ) dan mengandung banyak kemungkinan hasil, misalkan tinggi, rendah, sedang, banyak, ataupun sedikit.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Pada penelitian terhadap tanaman wortel kali ini dilakukan beberapa tahapan yang bertujuan untuk mempermudah proses penelitian dan pengambilan data yang dilakukan untuk pembuatan simulasi wortel dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*. Beberapa tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Penentuan Lokasi dan Waktu Penelitian

Pada tahap ini dilakukan survei di Pusat Pelatihan Pertanian Dan Pedesaan Swadaya (P4S) Tulung Karyo di daerah Selecta, Batu, Malang. Pusat Pelatihan Pertanian Dan Pedesaan Swadaya (P4S) Tulung Karyo ini dipilih karena dari segi iklim dan jenis tanah cocok untuk melakukan penanaman wortel.

b. Studi literatur

Literatur yang digunakan sebagai sumber dari penelitian ini adalah dari internet dan buku serta melakukan beberapa observasi langsung ke tempat pembibitan tanaman dengan bertanya kepada petani-petani wortel yang ada di daerah pertanian wortel.

c. Persiapan media tanam dan tanaman

Pada tahapan ini media tanam dipersiapkan dilahan yang telah ditentukan. Selain itu bibit wortel yang akan dijadikan bahan penelitian juga disiapkan nantinya.

d. Mengoleksi data lapangan

Untuk penelitian dengan menggunakan objek wortel ini nantinya data akan diambil setiap 10 hari sekali dimana pengambilan data ini akan dilakukan selam  $\pm 2$  bulan.

e. Menganalisa data lapangan

Pada tahapan ini diambil penrikan kesimpulan dari data yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan dengan mengambil rata-rata dari data tanaman yang ada. Dari data tersebut nantinya digunakan pada proses *fuzzy* sebagai input untuk mendapatkan perkiraan panjang batang dari tanaman wortel yang diteliti. Dari proses tersebut nantinya akan didapatkan output dari *fuzzy* yang akan digunakan pada simulasi.

f. Perancangan Program

Tahapan ini dilakukan untuk merancang program yang akan dibangun. Sehingga diharapkan sesuai dengan target yang diinginkan.

g. Pembuatan Program

Pada tahapan ini proses pembuatan simulasi dilakukan berdasarkan rancangan program dan data-data tanaman yang telah diperoleh dari hasil penelitian serta analisis data.

h. Evaluasi Program

Tahapan yang dikerjakan setelah program atau simulasi telah selesai dikerjakan. Evaluasi program disini bertujuan untuk memastikan tidak ada kesalahan maupun eror dari program yang telah dibuat dan juga memastikan apakah metode yang telah diterapkan sudah benar atau tidak sehingga sesuai dengan apa yang diinginkan.

i. Pembuatan Laporan Skripsi

Pada tahapan ini dilakukan proses pendokumentasian dari semua kegiatan yang telah dilakukan selama penelitian.

### 3.1.1 Objek Penelitian

Pada penelitian kali ini menggunakan tanaman wortel/*carrots* (*Daucus carota* L.) sebagai objek penelitian dengan spesifikasi sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (Menghasilkan biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i> (berkeping dua / dikotil)
Sub Kelas	: <i>Rosidae</i>
Ordo	: <i>Apiales</i>
Famili	: <i>Apiaceae</i>

Genus : *Daucus*  
Spesies : *Daucus carota L.*

### 3.1.2 Metode Penarikan Sampel

Pada penelitian ini digunakan sebanyak 110 wortel sebagai sampel yang dibagi menjadi 11 kelompok sesuai dengan perlakuan masing-masing tanaman, sehingga setiap perlakuan nantinya akan terdiri dari 10 tanaman yang akan diteliti dan diambil data-datanya.

### 3.1.3 Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 yaitu:

1. Sumber data primer yaitu data yang langsung di ambil dari sumbernya. Disini yang menjadi sumber data primer adalah yang diperoleh dari hasil pengamatan terhadap tanaman wortel di tempat penelitian dengan perlakuan yang telah disesuaikan untuk penelitian ini.
2. Sumber data sekunder yaitu data-data yang nantinya digunakan untuk mendukung pembuatan sistem ini.

### 3.1.4 Variabel Penelitian

Ada dua buah variable yang digunakan dalam penelitian kali ini. Dua variable tersebut adalah :

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi pupuk Urea dan kompos.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pertumbuhan dan perkembangan tanaman wortel/*carrots* (*Daucus carota L.*) yakni tinggi tanaman.

### 3.1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di kota Batu tepatnya di daerah Pusat Pelatihan Pertanian Dan Pedesaan Swadaya (P4S) Tulung Karyo dengan memanfaatkan lahan kosong yang telah disediakan untuk melakukan penanaman wortel. Penelitiannya dilakukan selama bulan September sampai dengan bulan Nopember 2012.

### 3.1.6 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Cangkul
2. Selang
3. Penggaris / jangka sorong
4. Gembor
5. Timbangan
6. Kamera
7. Bambu

Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Tanaman wortel/*carrots* (*Daucus carota L.*)
2. Tanah

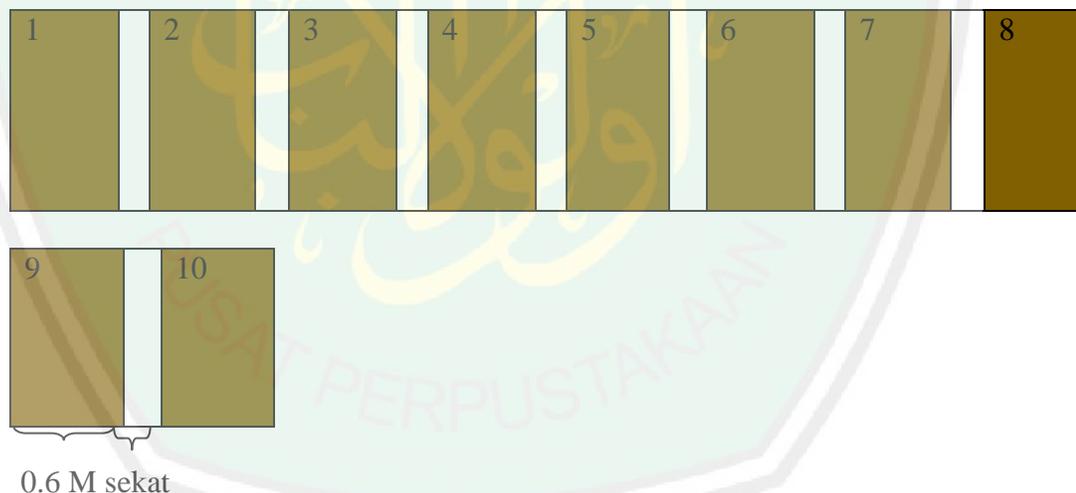
3. Pupuk Kompos

4. Pupuk Urea

### 3.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

#### 1. Persiapan Lahan

Pertama dilakukan pemilihan lahan kosong tempat untuk melakukan penanaman tanaman wortel. Persiapan untuk lahan tempat menanam sangat penting karena ini merupakan media untuk wortel tumbuh nanti. Lahan yang digunakan merupakan lahan kosong milik Pusat Pelatihan Pertanian Dan Pedesaan Swadaya (P4S) Tulung Karyo di daerah Selecta, Batu, Malang.



**Gambar 3.1** Rancangan Lahan penanaman

Lahan yang digunakan untuk melakukan penanaman wortel disini berukuran 8.6 meter. Kemudian lahan tersebut dicbagi menjadi 10 bagian

berdasarkan kelompok perlakuan yang telah ditentukan. Dan setiap perlakuan nantinya akan dipisahkan dengan pemberian jarak sepanjang 20 cm.



**Gambar 3.2** Lahan penanaman wortel

Sedangkan untuk perincian kelompok perlakuan dari tanaman wortel terdapat pada tabel 3.1:

Tabel 3.1. Rincian tanaman dan dosis pupuk

No Kelompok	Jumlah Tanaman	Perlakuan (Dosis pupuk)	
		Urea	Kompos
1	10 Tanaman	0 gram	0 gram
2	10 Tanaman	0 gram	5 gram
3	10 Tanaman	0 gram	10 gram
4	10 Tanaman	4 gram	0 gram
5	10 Tanaman	4 gram	5 gram
6	10 Tanaman	4 gram	10 gram
7	10 Tanaman	8 gram	0 gram
8	10 Tanaman	8 gram	5 gram
9	10 Tanaman	8 gram	10 gram
10	10 Tanaman	4 gram	4 gram

Dosis pemupukan diatas merupakan dosis yang telah diberikan dari pihak P4S selaku tempat penelitian. setelah lahan selesai dibagi kemudian tanah dicangkul dan digemburkan sehingga terlihat seperti di gambar 3.2. Tanah kemudian disiram dan dibiarkan sebelum nantinya ditaburi benih.

## 2. Persiapan Bibit Tanaman Wortel

Pada proses pembibitan wortel, bibit diambil dari biji yang terdapat pada bunga wortel yang sudah memiliki biji, kemudian bunga wortel tersebut dijemur atau dikeringkan selama dua hari. Ketika bunga sudah kering kemudian biji yang ada pada bunga dipisahkan hingga diperoleh bibit atau biji yang akan digunakan untuk menanam wortel.



Gambar 3.3. Pemisahan biji wortel dari bunga

## 3. Penanaman dan Pemeliharaan

Setelah proses persiapan lahan dan bibit selesai proses selanjutnya adalah penanaman bibit yang telah disiapkan. Metode penanaman dan pemeliharaan

tanaman wortel yang digunakan sesuai dengan metode yang biasa digunakan di Pusat Pelatihan Pertanian Dan Pedesaan Swadaya (P4S). Berikut rincian standar yang digunakan dalam proses penanaman dan pemeliharaan wortel :

**a. Penanaman Bibit**

Pada proses ini bibit yang telah disiapkan tadi langsung ditanam pada lahan yang telah ditentukan sebelumnya. Jumlah yang ditanam sesuai dengan yang tertera pada table 3.1 setelah penanaman selesai baru bibit disiram dengan air secukupnya.



**Gambar 3.4.** Proses penanaman bibit wortel

**b. Pemeliharaan Tanaman**

Pemeliharaan tanaman meliputi pemupukan, penyiraman dan penyiangan tanaman. Secara rinci dijelaskan sebagai berikut :

**a. Pemupukan**

Pada proses pemupukan tanaman wortel ini dilakukan ketika tanaman telah berumur 1 bulan dari waktu penanaman.

Pupuk yang digunakan dan dosisnya sesuai dengan yang ada pada tabel 3.1 dimana pupuk yang digunakan adalah pupuk urea dan pupuk kompos.

Proses pemberian pupuk dengan cara mencampurkan pupuk dengan sesuai dengan dosis yang ada pada tabel 3.1, setelah pupuk urea dan pupuk kompos tercampur pupuk langsung ditaburkan ke lahan tanaman.

Setelah pemupukan selesai dilakukan kemudian tanaman disiram agar pupuk menyerap.

#### **b. Penyiraman Tanaman**

Pada penyiraman tanaman dilakukan tiga kali dalam seminggu. Penyiraman tanaman ini dilakukan menggunakan gembor atau dengan mengalirkan air menggunakan saluran irigasi yang ada.

#### **c. Penyiangan Tanaman**

Penyiangan tanaman dilakukan agar pertumbuhan bisa maksimal. Karena jika tidak disiangi tumbuhnya rumput atau gulma bisa menghambat atau bahkan merusak pertumbuhan dari tanaman wortel.

#### 4. Pengambilan Data

Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan setelah melalui tahapan pengamatan terhadap tanaman. Yaitu dengan mengamati proses pertumbuhan morfologi tanaman dari masing-masing perlakuan yang berbeda, dalam hal ini yang diamati adalah tinggi tanaman. Data morfologi tadi diperoleh dengan cara mengukur tinggi tanaman dengan menggunakan penggaris. Selanjutnya data morfologi tadi digunakan sebagai variabel inputan untuk *fuzzy* yang mana outputnya akan digunakan untuk membuat simulasi pertumbuhan tanaman. Dari tiap kelompok tanaman akan diambil nilai rata-rata dari tinggi tanaman. Data tanaman ini akan diambil setiap 10 hari sekali sejak penanaman bibit. Umur tanaman ini dibatasi sampai dengan umur 50 hari. Perincian pelaksanaan pada tabel 3.2 :

Tabel 3.2. jadwal pelaksanaan penelitian

No	Nama Kegiatan	Waktu Pelaksanaan
1	Mempersiapkan lahan	13 September 2012
2	Menanam bibit bunga wortel	17 September 2012
3	Pengambilan data ke 1	23 September 2012
4	Menyiangi tanaman	23 September 2012
5	Menyiangi tanaman	30 September 2012
6	Pengambilan data ke 2	3 Oktober 2012
7	Pemupukan dan penyiangan	12 Oktober 2012
8	Pengambilan data ke 3	13 Oktober 2012
9	Penjarangan tanaman	14 Oktober 2012
10	Pengambilan data ke 4	23 Oktober 2012
11	Penjarangan tanaman	25 Oktober 2012
12	Penjarangan tanaman	28 Oktober 2012
13	Pengambilan data ke 5	2 Nopember 2012

Dari kegiatan penelitian di atas diperoleh hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman. Secara keseluruhan data akhir pada tabel 3.3 :

Tabel 3.3. Data tanaman rata-rata.

Kelompok Tanaman	Tinggi Tanaman (cm)
Kelompok 1	19.57
Kelompok 2	20.59
Kelompok 3	22.4
Kelompok 4	24.5
Kelompok 5	25.45
Kelompok 6	25.8
Kelompok 7	27.25
Kelompok 8	27.95
Kelompok 9	28.45
Data uji	
Kelompok 10	24.76

Data di atas di bagi menjadi 2 bagian. Data kelompok 1 sampai kelompok 9 digunakan untuk menyusun variabel himpunan *fuzzy*. Sedangkan data kelompok 10 digunakan untuk uji coba dan perbandingan antara tanaman asli hasil uji coba dengan hasil dari program simulasi. Dari data tersebut diharapkan bisa diketahui derajat *error* dari program ini.

### 3.3 Analisa dan Desain

#### 3.3.1 Pengolahan data

Pada penelitian yang telah dilakukan diperoleh data-data yang nantinya akan digunakan untuk pembuatan program simulasi tanaman wortel, pada penelitian kali

ini yang akan digunakan sebagai indikator pembuatan program adalah panjang batang dari tanaman wortel yang diuji. Dari data yang telah didapat terlihat proses tumbuh dari tanaman wortel yang diuji serta pengaruh dari pemberian pupuk urea dan kompos terlihat dari data yang telah diperoleh. Data tadi kemudian diambil nilai rata-rata untuk menyusun desain *fuzzy* serta aturan *fuzzy* yang akan digunakan pada sistem.

Tabel 3.4 Hasil rata-rata pengukuran tiap kombinasi perlakuan

Kombinasi (Urea dan Kompos)	Keterangan dosis	Tinggi Tanaman (cm)
0 gram dan 0 gram	Rendah – rendah	19.57
0 gram dan 5 gram	Rendah – sedang	20.59
0 gram dan 10 gram	Rendah – tinggi	22.4
4 gram dan 0 gram	Sedang – rendah	24.5
4 gram dan 5 gram	Sedang – sedang	25.45
4 gram dan 10 gram	Sedang – tinggi	25.8
8 gram dan 0 gram	Tinggi – rendah	27.25
8 gram dan 5 gram	Tinggi – sedang	27.95
8 gram dan 10 gram	Tinggi – tinggi	28.45

Dari data tabel di atas nantinya akan ada tiga variabel *fuzzy* yang akan dimodelkan yakni pupuk urea, pupuk kompos, dan tinggi tanaman. Sebelum itu telah ditentukan sebelumnya data yang akan digunakan untuk menentukan variabel *fuzzy* yakni berupa data minimum dan maksimum dari setiap variabel yang ditentukan kecuali pada pupuk akan ditambahkan nilai berupa sedang atau normal.

### 3.3.2 Desain sistem

Desain sistem pada simulasi ini dibagi menjadi beberapa bagian yaitu input, proses pengolahan input dan output. Input dari sistem ini berupa dosis pupuk Urea dan kompos serta data tinggi tanaman. Data tersebut merupakan hasil dari pengukuran beberapa kelompok tanaman dengan perlakuan pemberian kadar pupuk Urea dan kompos dengan dosis berbeda sesuai dengan penelitian sebagaimana dijelaskan pada tabel 3.4.

Selanjutnya data tersebut digunakan sebagai parameter untuk membangun aturan fuzzy, dan aturan tersebut bisa digunakan mengolah input sehingga diperoleh output fuzzy yang berupa data tinggi tanaman dengan input berupa dosis pupuk kompos dan urea. Selanjutnya data output tersebut digunakan sebagai parameter untuk membangun simulasi dari pertumbuhan tanaman wortel. Secara keseluruhan desain system dari simulasi ini digambarkan pada gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Desain system

Pada proses diatas langkah-langkah yang ada pada fuzzy inference system tsukamoto dibagi menjadi beberapa proses sebagai berikut :

### 3.3.2.1 Pembentukan Himpunan fuzzy

Pada proses ini meliputi penentuan himpunan dan domain fuzzy, dan aturan-aturan fuzzy yang diperoleh dari hasil pengambilan data di lapangan. Berikut ini adalah penentuan himpunan dan domain fuzzy, dan aturan-aturan fuzzy dari tiap-tiap variabel yang akan digunakan:

#### 1. Desain *fuzzy* dari Pupuk Urea

Himpunan *fuzzy* untuk pupuk urea adalah sebagai berikut:

Table 3.5 Himpunan variabel input *fuzzy* pupuk urea ( $u$ )

No	Himpunan input <i>fuzzy</i> pupuk urea ( <i>u</i> )		Domain
	Nama	Notasi	
1	Sedikit	<i>su</i>	[0 , 4]
2	Sedang	<i>nu</i>	[0 , 4 , 8]
3	Banyak	<i>bu</i>	[4 , 8]

## 2. Desain *fuzzy* Pupuk Kompos

Himpunan *fuzzy* untuk Pupuk kompos dijelaskan sebagai berikut :

Table 3.6 Himpunan variabel input *fuzzy* Pupuk kompos (*k*)

No	Himpunan input <i>fuzzy</i> Pupuk kompos ( <i>k</i> )		Domain
	Nama	Notasi	
1	Sedikit	<i>sk</i>	[0 , 5]
2	Sedang	<i>nk</i>	[0 , 5 , 10]
3	Banyak	<i>bk</i>	[5 , 10]

## 3. Desain *fuzzy* dari tinggi batang

Himpunan *fuzzy* untuk tinggi batang sebagai berikut:

Tabel 3.7 Himpunan variabel output fuzzy tinggi batang (*t*)

No	Himpunan input <i>fuzzy</i> tinggi batang ( <i>t</i> )		Domain
	Nama	Notasi	
1	Rendah	<i>r</i>	19.57, 28.45
2	Tinggi	<i>t</i>	19.57, 28.45

Kemudian dari tabel 3.4 juga dapat disimpulkan aturan fuzzy dari masing-masing perlakuan kelompok tanaman. Dalam penelitian ada 9 macam perlakuan sehingga disimpulkan aturan fuzzy sebagai berikut:

Tabel 3.8 Aturan fuzzy hasil dari variasi pemberian jarak tanam dan waktu penyiangan.

Kelompok Tanaman	Perlakuan		Hasil Akhir
	Urea	kompos	Tinggi Tanaman
1	Rendah	Rendah	Rendah
2	Rendah	Sedang	Rendah
3	Rendah	Tinggi	Rendah
4	Sedang	Rendah	Rendah
5	Sedang	Sedang	Tinggi
6	Sedang	Tinggi	Tinggi
7	Tinggi	Rendah	Tinggi
8	Tinggi	Sedang	Tinggi
9	Tinggi	Tinggi	Tinggi

Aturan fuzzy yang dihasilkan dari tabel 3.8 adalah sebagai berikut :

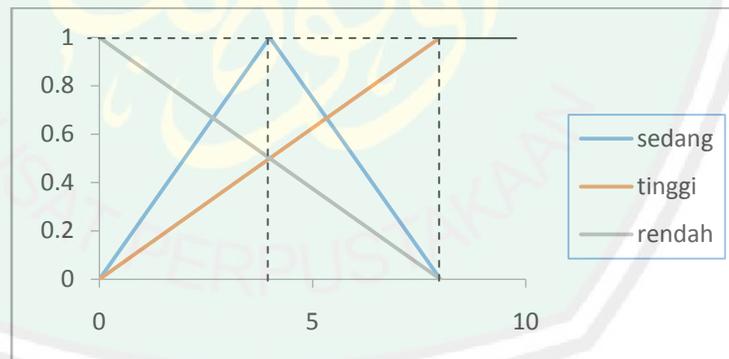
1. If pupuk urea rendah and pupuk kompos rendah then tinggi tanaman rendah.
2. If pupuk urea rendah and pupuk kompos sedang then tinggi tanaman rendah.
3. If pupuk urea rendah and pupuk kompos tinggi then tinggi tanaman rendah.
4. If pupuk urea sedang and pupuk kompos rendah then tinggi tanaman rendah.
5. If pupuk urea sedang and pupuk kompos sedang then tinggi tanaman tinggi.
6. If pupuk urea sedang and pupuk kompos tinggi then tinggi tanaman tinggi.
7. If pupuk urea tinggi and pupuk kompos rendah then tinggi tanaman tinggi.
8. If pupuk urea tinggi and pupuk kompos sedang then tinggi tanaman tinggi.
9. If pupuk urea tinggi and pupuk kompos tinggi then tinggi tanaman tinggi.

### 3.3.2.2 Menentukan fungsi keanggotaan

Dari variabel, himpunan dan domain fuzzy kemudian ditentukan fungsi keanggotaan dari tiap variabel fuzzy yang ada. Berikut ini adalah penentuan fungsi keanggotaan dari tiap-tiap variabel yang akan digunakan:

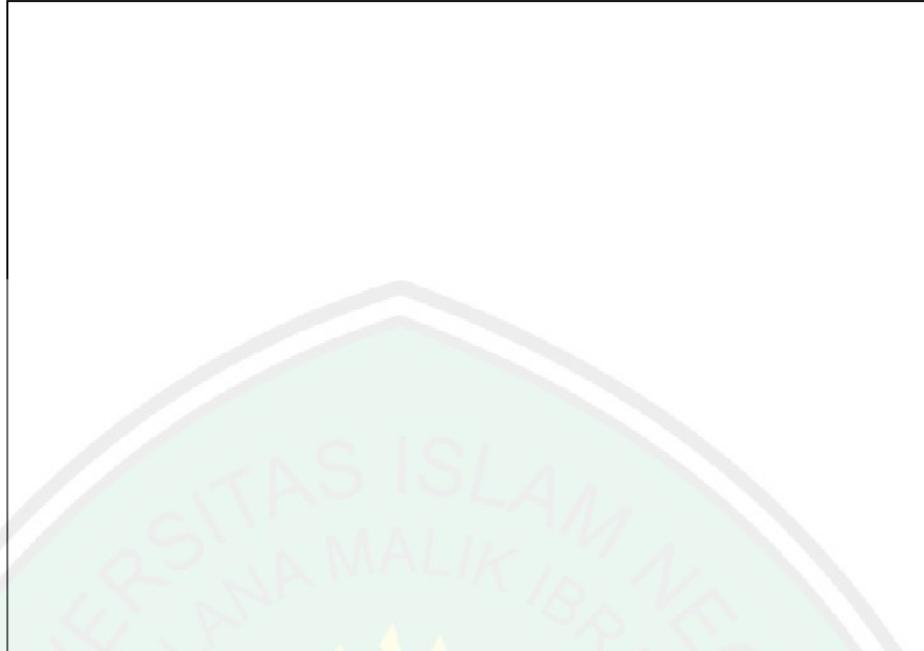
#### 1. Fungsi Keanggotaan Pupuk Urea

Berdasarkan himpunan fuzzy pupuk urea yang telah dibuat kemudian ditentukan fungsi keanggotaan dari pupuk urea dimana fungsi derajat keanggotaan linier turun digunakan untuk mempresentasikan himpunan fuzzy rendah dan fungsi derajat keanggotaan naik digunakan untuk mempresentasikan himpunan fuzzy tinggi. Fungsi keanggotaan derajat segitiga digunakan untuk mempresentasikan himpunan fuzzy sedang. Bentuk representasinya bisa dilihat pada Gambar 3.6



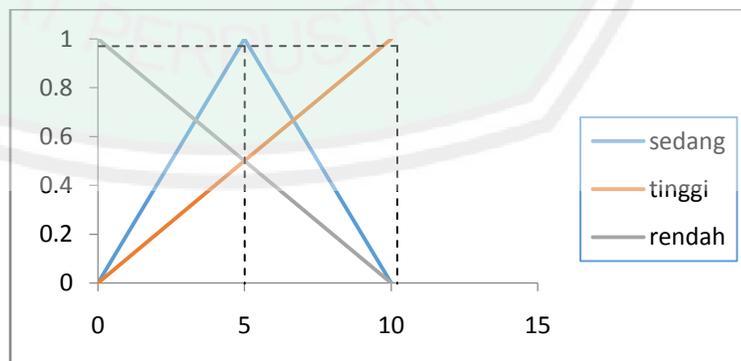
**Gambar 3.6** Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy rendah, sedang dan tinggi dari variabel pupuk urea

Sedangkan fungsi keanggotaan dari variabel input fuzzy jarak tanam didefinisikan sebagai berikut :



## 2. Fungsi Keanggotaan Pupuk Kompos

Pada pupuk kompos fungsi derajat keanggotaan linier turun digunakan untuk mempresentasikan himpunan *fuzzy* rendah dan fungsi derajat keanggotaan naik digunakan untuk mempresentasikan himpunan *fuzzy* tinggi. Fungsi keanggotaan derajat segitiga digunakan untuk mempresentasikan himpunan *fuzzy* sedang. Bentuk representasinya bisa dilihat pada Gambar 3.7



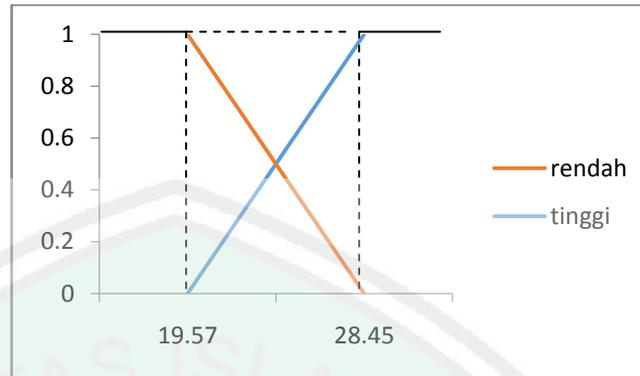
**Gambar 3.7** Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy rendah, sedang dan tinggi dari variabel Pupuk kompos

Sedangkan fungsi keanggotaan dari variabel input *fuzzy* jarak tanam didefinisikan sebagai berikut :



### 3. Fungsi Keanggotaan Tinggi Tanaman

Pada himpunan variabel *fuzzy* tinggi tanaman fungsi derajat keanggotaan linier turun digunakan untuk mempresentasikan himpunan *fuzzy* rendah dan fungsi drajat keanggotaan linier naik untuk himpunan *fuzzy* tinggi. Bentuk representasinya terlihat pada Gambar 3.8



**Gambar 3.8** Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy rendah dan tinggi dari variabel tinggi tanaman

Sedangkan fungsi derajat keanggotaan dari variabel output *fuzzy tinggi* batang didefinisikan sebagai berikut:



### 3.3.2.3 Aplikasi fungsi implikasi

Pada tahapan ini ada dua langkah yang dilakukan yakni menentukan fungsi implikasi dimana yang digunakan adalah metode MIN untuk memperoleh nilai  $\alpha$ -prediket dari tiap aturan yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian setelah itu dari hasil fungsi implikasi yang telah didapat akan digunakan untuk menentukan nilai  $t$  pada variabel fuzzy tinggi batang.

#### 3.3.2.4 Penegasan (Defuzzyfikasi)

Setelah nilai dari masing-masing aturan telah diperoleh kemudian dicari nilai titik tengah dari variabel yang telah ditentukan.

#### 3.3.3 Flowchart Program

Secara keseluruhan proses pengolahan data dengan metode *XL System* dapat dilihat dari *flowchart* pada gambar 3.9 :



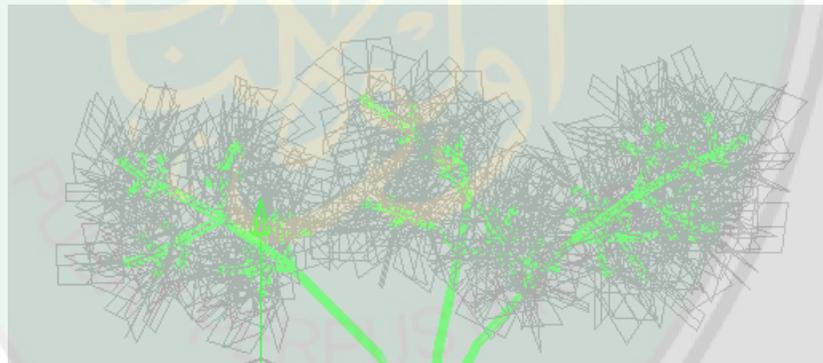
**Gambar 3.9** *Flowchart* proses simulasi tanaman wortel

### 3.4 Implementasi

Pada tahap implementasi ini diaplikasikan desain dan rancangan program yang telah dibuat sebelumnya. Yakni membangun program simulasi tanaman wortel

berbasis XL-System dengan menggunakan metode fuzzy tsukamoto. Sebagaimana dijelaskan pada desain sistem, langkah awal pada simulasi ini adalah menentukan tinggi tanaman yang diperoleh dari proses sistem fuzzy yang dimana untuk membentuk himpunan fuzzy diperoleh dengan menginputkan nilai domain pupuk kompos, urea dan tinggi tanaman. Setelah output berupa tinggi tanaman dari perhitungan fuzzy diperoleh hasil tinggi tanaman tersebut kemudian diaplikasikan pada simulasi berbasis XL-System. Hasil akhir dari program ini nantinya berupa tampilan simulasi tanaman wortel disertai data pertumbuhan dan grafik.

Pada simulasi tanaman wortel ini fuzzy tsukamoto digunakan untuk meramalkan tinggi tanaman berdasarkan input berupa komposisi pupuk urea dan pupuk kompos. Sedangkan XL-System berperan sebagai visualisasi tanaman wortel.



**Gambar 3.10** Desain Simulasi

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Implementasi Program

Dalam pembuatan program simulasi ini ada beberapa hal yang perlu disiapkan, baik dari segi perangkat kebutuhan perangkat keras ataupun perangkat lunak.

##### 4.1.1 Instalasi Program

- a. Kebutuhan Perangkat Keras
  1. Komputer Intel core i3 2.13 GHz.
  2. Memory 3 GB.
  3. Hardisk 500 GB.
  4. VGA 1275 MB.
- b. Kebutuhan Perangkat Lunak
  1. Windows 7
  2. JRE
  3. GroImp

#### 4.2 Pembuatan dan Pengujian Program

Dalam pembuatan program simulasi ini secara garis besar dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama yaitu proses pembuatan mesin fuzzy atau implementasi dari aturan fuzzy berdasarkan data-data yang diperoleh dari penelitian. Bagian kedua yaitu proses visualisasi output fuzzy yang berupa simulasi pertumbuhan tanaman wortel. Dalam sub bahasan ini akan dijelaskan langkah-langkah serta

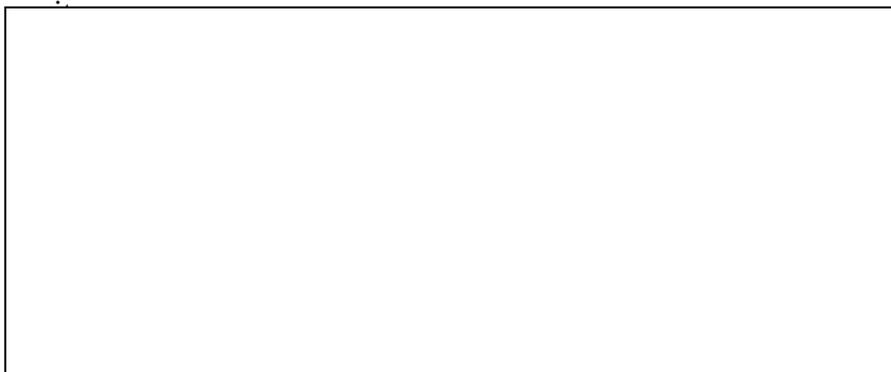
tentang *source code* dari program ini. Pengujian pertama dengan input dosis pupuk pupuk urea sebanyak 4.0 gram dan pupuk pupuk kompos sebanyak 4.0 gram:

Tahap pertama yaitu mencari nilai output proses fuzzy dengan menggunakan metode mamdani dari input di atas. Pada tahapan ini ada 4 langkah yang harus dilakukan yaitu :

#### 4.2.1 Pembentukan Himpunan Fuzzy Dan Fungsi Keanggotaan

Pada subbab pengolahan data telah didefinisikan bahwa himpunan fuzzy terdiri dari 3 variabel yaitu pupuk urea, pupuk kompos, tinggi tanaman. Pada variabel Pupuk Urea dan Pupuk kompos masing-masing memiliki 3 himpunan yaitu rendah, sedang dan tinggi. Variabel tinggi tanaman memiliki 2 himpunan yaitu rendah dan tinggi. Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai keanggotaan input dengan himpunan input fuzzy yaitu pada variabel kadar Pupuk Urea dan pupuk Pupuk kompos. Pada program nilai dari tiap variable nantinya akan diinputkan satu per satu melalui form input.

Variabel Pupuk Urea terdiri dari 3 himpunan, yaitu rendah, sedang dan tinggi. Sehingga bisa diperoleh nilai keanggotaan dari nilai input pupuk urea 4.0,

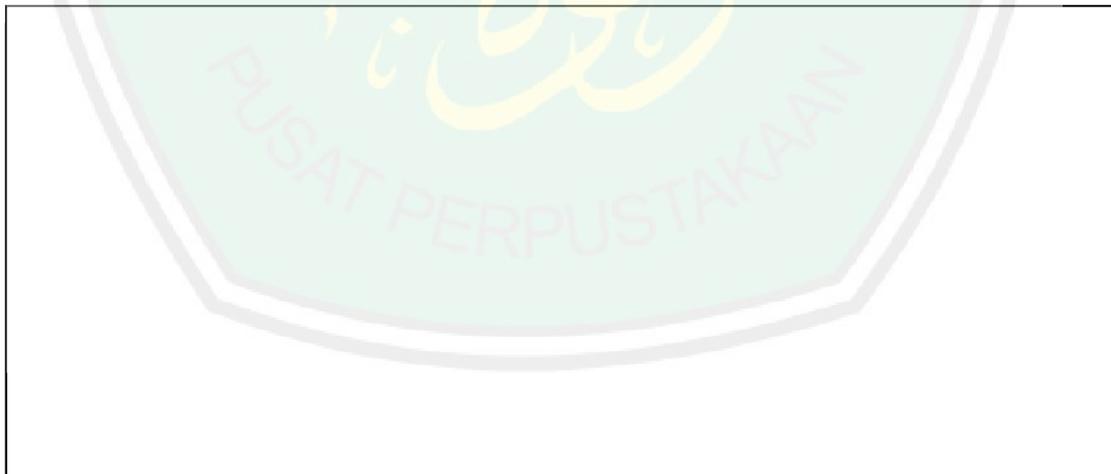


Sedangkan untuk pupuk Pupuk kompos juga terdiri dari 3 himpunan yaitu rendah, sedang dan tinggi. Sehingga bisa diperoleh nilai keanggotaan dari nilai input Pupuk kompos 4,0 yaitu :



Sama seperti pada pembentukan himpunan fuzzy, pada program nantinya nilai urea dan kompos diinputkan satu per satu melalui form input.

Dibawah ini merupakan potongan source code input pembentukan himpunan fuzzy dan input pupuk:



Sedangkan untuk source code pembentukan himpunan fuzzy dari pupuk kompos dan pupuk urea adalah dibawah ini :

#### 4.2.2 Aplikasi fungsi implikasi

Pada tahapan ini ada dua langkah yang dilakukan yakni menentukan fungsi implikasi dimana yang digunakan adalah metode MIN. Kemudian setelah itu dari hasil fungsi implikasi yang telah didapat akan digunakan untuk menentukan nilai t pada variabel fuzzy tinggi batang.

#### 4.2.3 Menentukan Nilai Titik Tengah (Defuzzyfikasi)

Setelah nilai dari masing-masing aturan telah diperoleh kemudian dicari nilai titik tengah dari variabel yang telah ditentukan

Disamping itu juga dilakukan proses *skinning*, yaitu proses untuk memasukan gambar *texture* daun dan batang pada komponen tanaman agar menyerupai dengan aslinya.

Gambar *texture* daun dan batang diperoleh dengan mengambil gambar dari tanaman aslinya.

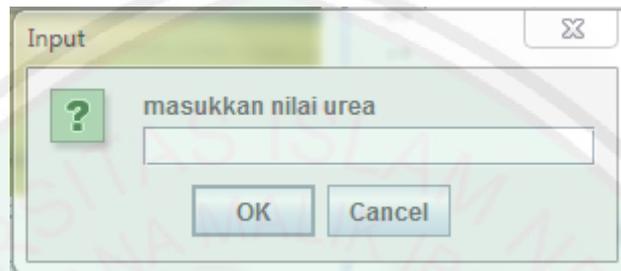


**Gambar 4.1** Texture daun

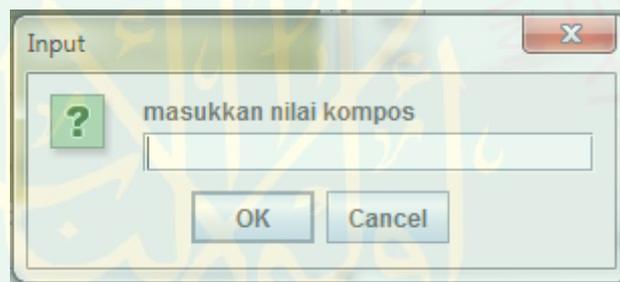
#### 4.2.4 Hasil Program

Pada program ini proses pertama yang dilakukan adalah melakukan input yang nantinya akan menginputkan data-data yang dibutuhkan untuk melakukan proses perhitungan fuzzy yakni berupa data urea dan kompos serta domain dari urea kompos dan tinggi tanaman. Selain itu data hasil penelitian juga diinputkan

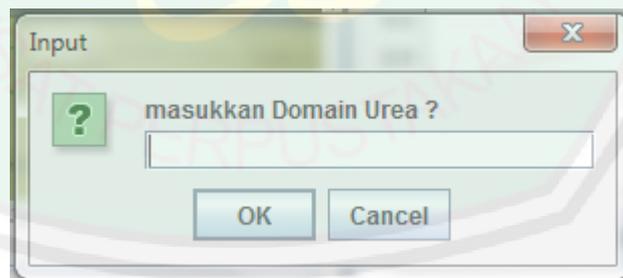
untuk menampilkan grafik yang digunakan sebagai perbandingan dengan grafik hasil perhitungan fuzzy. Untuk form input pada program dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah ini:

A screenshot of a Windows-style dialog box titled "Input". It contains a green question mark icon on the left, followed by the text "masukkan nilai urea". Below the text is a single-line text input field. At the bottom of the dialog are two buttons: "OK" and "Cancel".

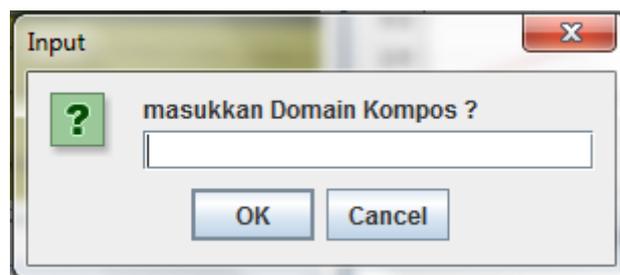
Gambar 4.2 Input nilai urea

A screenshot of a Windows-style dialog box titled "Input". It contains a green question mark icon on the left, followed by the text "masukkan nilai kompos". Below the text is a single-line text input field. At the bottom of the dialog are two buttons: "OK" and "Cancel".

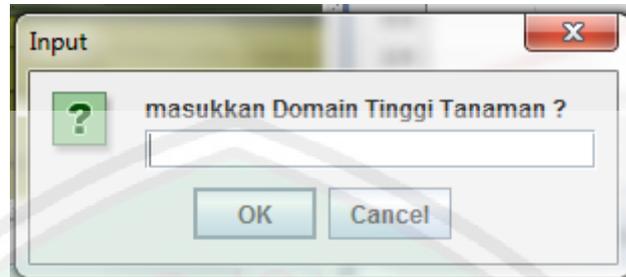
Gambar 4.3 Input nilai kompos

A screenshot of a Windows-style dialog box titled "Input". It contains a green question mark icon on the left, followed by the text "masukkan Domain Urea ?". Below the text is a single-line text input field. At the bottom of the dialog are two buttons: "OK" and "Cancel".

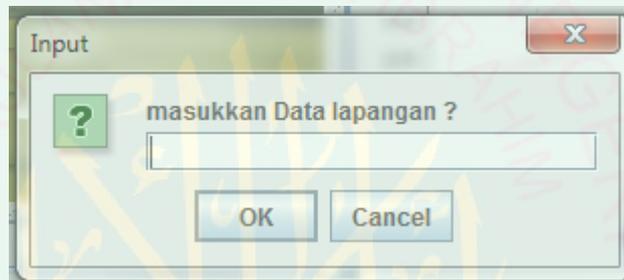
Gambar 4.4 Input domain urea

A screenshot of a Windows-style dialog box titled "Input". It contains a green question mark icon on the left, followed by the text "masukkan Domain Kompos ?". Below the text is a single-line text input field. At the bottom of the dialog are two buttons: "OK" and "Cancel".

**Gambar 4.5** Input domain kompos

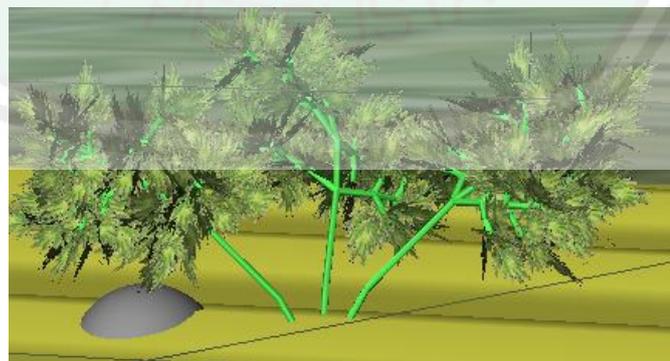


**Gambar 4.6** Input domain tinggi tanaman



**Gambar 4.7** Input data lapangan

Hasil dari program simulasi ini berupa tampilan 3D yang disertai dengan keterangan waktu dan keterangan tinggi tanaman serta grafik pertumbuhan pada tiap-tiap waktu pertumbuhan. Sebagaimana gambar 4.2 :



**Gambar 4.8** Hasil simulasi tanaman

Dari

```
hari ke : 39
hari ke : 40
Tinggi tanaman : 19.42
hari ke : 41
hari ke : 42
hari ke : 43
hari ke : 44
hari ke : 45
hari ke : 46
hari ke : 47
hari ke : 48
hari ke : 49
hari ke : 50
Tinggi tanaman : 24.28
```

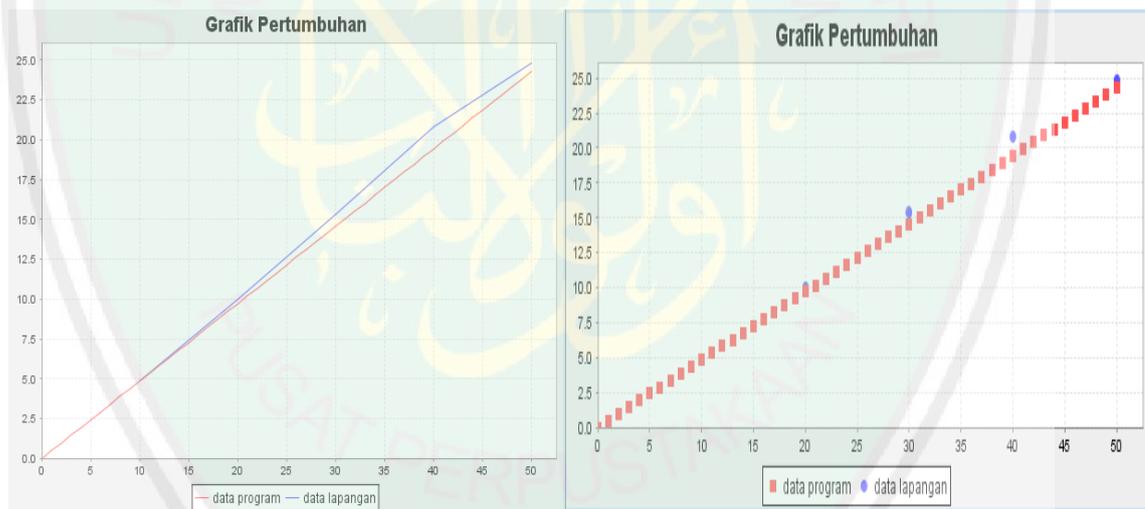
hasil

program

tersebut tampak keterangan tinggi tanaman terakhir 24.28 cm. Adapun keterangan waktu dan tinggi tanaman dapat dilihat dari gambar berikut :

**Gambar 4.9** Hasil tampilan pertumbuhan perhari

Selain itu juga ditampilkan grafik pertumbuhan tanaman wortel seperti gambar berikut :



**Gambar 4.10** Grafik pertumbuhan tanaman wortel

#### 4.2.5 Evaluasi Program

Untuk menguji keakuratan program maka perlu dilakukan perbandingan antara hasil model pertumbuhan tanaman dengan hasil penelitian di lapangan, jika hasilnya mendekati dengan data di lapangan maka program simulasi ini dianggap

baik. Dari perbandingan tersebut nantinya diperoleh persentase *error* dari hasil penghitungan.

Uji coba dilakukan sebanyak 1 kali. Sedangkan pengambilan data uji coba dilakukan sebanyak 5 kali, yaitu pada hari ke 10, hari ke 20, hari ke 30, hari ke 40 dan hari ke 50. Perbandingan antara data uji coba dan hasil simulasi di jelaskan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.1 Perbandingan data lapangan dan hasil program pada uji coba pertama pengukuran ke 1

No	Tinggi tanaman (cm)	
	Hasil Simulasi	Hasil Observasi
1	4.86	4.7
2	4.86	5
3	4.86	4.94
4	4.86	4.8
5	4.86	4.4
6	4.86	5.06
7	4.86	5.36
8	4.86	5
9	4.86	4.8
10	4.86	4.92

Dari data di atas maka nilai error rate di hitung dengan rumus *MAPE* (*The Mean Absolute Percentage Error*) :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} * 100\%$$

Dengan

N : Jumlah data

$Y_t'$  : data hasil perhitungan fuzzy ke-i

$Y_t$  : data lapangan ke-i

Tabel 4.2 Penjelasan perhitungan

No	$Y'_t$	$Y_t$	$ (Y_t - Y'_t)/Y_t $
1	4.86	4.7	0.0340
2	4.86	5	0.0280
3	4.86	4.94	0.0162
4	4.86	4.8	0.0125
5	4.86	4.4	0.1045
6	4.86	5.06	0.0395
7	4.86	5.36	0.0933
8	4.86	5	0.0280
9	4.86	4.8	0.0125
10	4.86	4.92	0.0122
$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n  (Y_t - Y'_t)/Y_t $			0.0381
Total persentase			3.81%

Hasil akhir dari perhitungan persentase *error rate* dari tinggi tanaman :  
3.8%.

Tabel 4.7 Hasil akhir perbandingan

Pengambilan data ke-	Persentase error perbandingan data lapangan dan simulasi	Persentase akurasi perbandingan data lapangan dan simulasi
1	3.81%	96.19%
2	5.88%	94.12%
3	5.51%	94.49%
4	6.68%	93.32%
5	3.11%	96.89%
<b>Jumlah</b>	4.998%	95.002%

### 4.3 Simulasi dalam Islam

Segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah SWT di dunia ini penuh dengan keunikan dan ciri khasnya masing-masing. Hal ini menunjukkan besarnya

kekuasaan sang Maha Pencipta alam semesta ini. Salah satunya manusia yang merupakan ciptaan Allah yang paling sempurna yang dilengkapi dengan akal dan pikiran. Dengan anugerah akal dan pikiran inilah manusia berusaha mempelajari segala ciptaan Tuhan YME. Karena memang segala ciptaan Allah SWT ini sanat sempurna dan tiada duanya didunia ini sesuai dengan surat Al Hasyr ayat 24:

هُوَ اللَّهُ الْخَلِيقُ الْبَارِئُ الْمُصَوِّرُ لَهُ الْأَسْمَاءُ الْحُسْنَىٰ يُسَبِّحُ لَهُ مَا فِي السَّمَوَاتِ  
وَالْأَرْضِ وَهُوَ الْعَزِيزُ الْحَكِيمُ

Artinya : *Dialah Allah yang Menciptakan, yang Mengadakan, yang membentuk Rupa, yang mempunyai asmaaul Husna. Bertasbih kepadanya apa yang di langit dan bumi. dan dialah yang Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana.*

Ayat tersebut telah menjelaskan bahwa Allah SWT merupakan Maha Pencipta bentuk dan rupa yang pastinya tidak dapat ditandingi oleh siapapun di dunia ini. Begitupula dengan usaha manusia dalam meniru ciptaan Allah SWT ini lewat pemodelan tanaman menggunakan media computer dengan *L System* ini.

Sekeras apapun usaha yang dilakukan oleh manusia dalam berusaha menirukan ciptaan Allah SWT tidak akan dapat sempurna. Pemodelan yang dibuat inipun hanya mampu menampilkan tanaman wortel yang sifatnya sederhana namun bisa dibilang sebuah langkah awal untuk sesuatu yang lebih besar nantinya. Apalagi dengan penampahan metode yang diharapkan dapat memberikan pandangan tentang komposisi terbaik dalam pemberian pupuk diharapkan nantinya akan berguna baik untuk pengaplikasiannya secara langsung ataupun untuk pengembangan program simulasi ini nantinya.

Tujuan dari pembuatan simulasi ini adalah untuk memberikan kemudahan bagi masyarakat dalam mempelajari tentang pertumbuhan wortel dan mempermudah dalam penentuan komposisi terbaik dalam pemberian pupuk urea dan kompos. Memang pada awalnya untuk meneliti tanaman wortel ini secara manual terdapat banyak kendala seperti lamanya waktu yang dibutuhkan, gangguan hama dan cuaca yang tidak menentu, serta biaya yang kadang tidak murah. Namun dengan adanya simulasi ini penelitian tentang pertumbuhan akan lebih mudah. Ini sesuai dengan firman Allah pada surat Alam Nasyrah ayat 5-6 :

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

Artinya : *Karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.*

Manfaat kemudahan yang diberikan simulasi ini sendiri sesuai dengan firman Allah dalam surat Al Baqarah ayat 185:

يُرِيدُ اللَّهُ بِكُمُ الْيُسْرَ وَلَا يُرِيدُ بِكُمُ الْعُسْرَ ﴿١٨٥﴾

Artinya : *Allah menghendaki kemudahan bagimu, dan tidak menghendaki kesukaran bagimu.*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian dan pembuatan program simulasi ini, dapat disimpulkan beberapa kesimpulan, diantaranya :

1. Simulasi wortel ini berhasil dibuat dengan menghasilkan tinggi tanaman sebesar 24.48 cm selama 50 hari.
2. Secara umum program simulasi dengan menggunakan metode fuzzy sugeno dapat menggambarkan pola pertumbuhan dan perkembangan tanaman wortel (*daucus carota l*), dengan rata-rata persentase akurasi dari tinggi tanaman sebesar 95.002%. Atau dengan presentase kesalahan dari tinggi tanaman pada percobaan sebesar 4.998%.
3. Hasil prosentase error yang diperoleh ini akurasi dari perhitungan tinggi tanaman dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* ini cukup maksimal mengingat tingginya prosentase akurasi yang dihasilkan.
4. Keakuratan data yang diperoleh ketika pengaplikasiannya nanti hasil dari kombinasi pemberian pupuk dengan nilai yang berbeda bisa membantu masyarakat khususnya yang berkecimpung di bidang pertanian dalam menentukan komposisi terbaik dari pupuk urea dan kompos untuk tanaman wortel.

## 5.2. Saran

1. Program ini masih sangat jauh dari sempurna. Sehingga perlu dilakukan perbaikan dan diharapkan hasil yang diperoleh juga maksimal.
2. Untuk pengembangan ke depannya program simulasi ini perlu dilengkapi dengan data-data yang lebih kompleks, tidak hanya tinggi. Sehingga hasilnya benar-benar bisa menggambarkan proses pertumbuhan persis dengan tanaman aslinya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Kniemeyer O; Buck-sorlin G; Kurt W. *Groimp as a platform for functional-Structural modelling of plants*. 2007
- Rukmana, Rahmat. Bertanam Wortel. Yogyakarta: Kanisius. 1995
- Sjamsudin, Wahid. 2011. Function Structure Plant Models Pertumbuhan Tanaman Chrysantemum Puma Putih Terhadap Pemberian Pupuk Urea Dengan Menggunakan Metode *XL-Sytem*. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Albab, Moh. Ulil. 2012. SIMULASI PERTUMBUHAN *CHRYSANTHEMUM REAGENT PINK* TERHADAP PEMBERIAN KOMPOSISI PUPUK UREA DAN KCL BERBASIS *XL SYSTEM* MENGGUNAKAN FUZZY MAMDANI. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Abdurrahman, Ginanjar. 2011. PENERAPAN METODE TSUKAMOTO (LOGIKA FUZZY) DALAM SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK MENENTUKAN JUMLAH PRODUKSI BARANG BERDASARKAN DATA PERSEDIAAN DAN JUMLAH PERMINTAAN. Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta
- Chayono, Bambang. Wortel: Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani. 2002. Yogyakarta: Kanisius
- Ir. Inovizan. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Tangerang: Agro Media Pustaka. 2002
- Hukum, R., S. Kuntarsih dan H. Simanjuntak. Bercocok Tanam Sayuran. 1990. CV. Asona, Jakarta
- Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan. 2003. Yogyakarta: Graha Ilmu
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Wortel> akses 14 September 2012
- <http://epetani.deptan.go.id/budidaya/sejarah-budidaya-wortel-873> akses 7 September 2012

<http://economy.okezone.com/read/2011/12/26/320/547327/wortel-impor-kurang-disukai-masyarakat> akses 14 September 2012

[http://users6.nofeehost.com/alquranonline/Alquran\\_Tafsir.asp?pageno=1&SuratKe=13#4](http://users6.nofeehost.com/alquranonline/Alquran_Tafsir.asp?pageno=1&SuratKe=13#4) , akses 26 September 2012

<http://www.pupuk-kompos.info/>, akses 14 September 2012

<http://id.wikipedia.org/wiki/Kompos>, akses 14 September 2012



**LAMPIRAN**

**FOTO KEGIATAN**



