

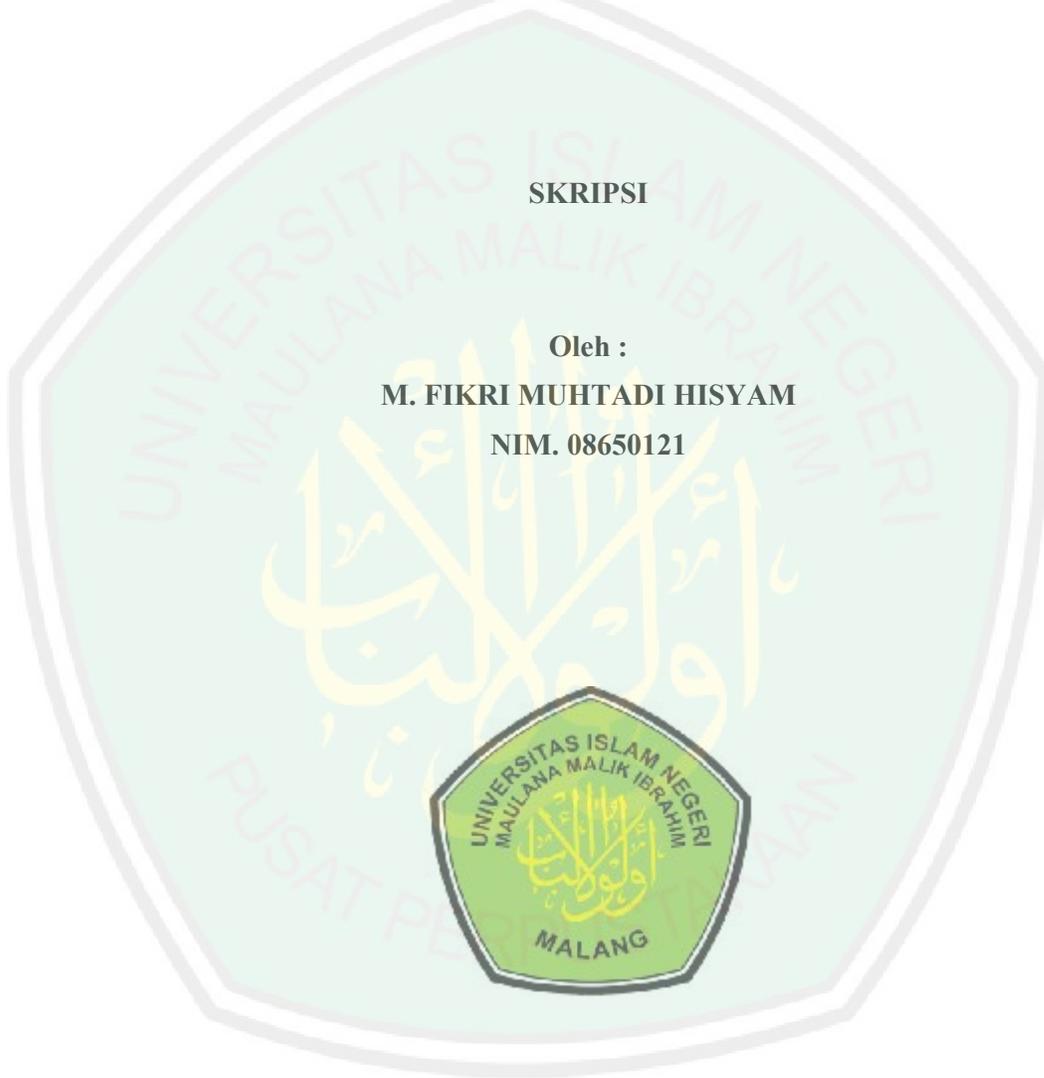
**SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN WORTEL  
PADA PENGARUH PUPUK UREA DAN PUPUK NPK  
BERBASIS *XL-SYSTEM* MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM MAMDANI***

SKRIPSI

Oleh :

**M. FIKRI MUHTADI HISYAM**

**NIM. 08650121**



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

**SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN WORTEL  
PADA PENGARUH PUPUK UREA DAN PUPUK NPK  
BERBASIS *XL-SYSTEM* MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM MAMDANI***

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada:**

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

**Oleh:**

**M. FIKRI MUHTADI HISYAM  
NIM. 08650121**

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

**SIMULASI PERTUMBUHAN TANAMAN WORTEL  
PADA PENGARUH PUPUK UREA DAN PUPUK NPK  
BERBASIS *XL-SYSTEM* MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM MAMDANI***

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**M. FIKRI MUHTADI HISYAM  
NIM. 08650121**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:

Tanggal, 13 Juli 2011

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Suhartono, M.Kom**  
NIP. 196805192003121001

**Totok Chamidy, M.Kom**  
NIP. 196912222006041004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

**Ririen Kusumawati, M.Kom**  
NIP. 197203092005012002



## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Fikri Muhtadi Hisyam

NIM : 08650121

Jurusan : Teknik Informatika

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan pada Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Malang Dengan Judul *simulasi pertumbuhan tanaman wortel pada pengaruh pupuk urea dan pupuk npk berbasis xl-system menggunakan metode fuzzy inference system mamdani* 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, 26 Juli 2011

Yang membuat pernyataan,

**M. FIKRI MUHTADI H**

NIM. 08650121

## 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 yang telah mengasahi dan merawatku dari lahir hingga  
dewasa kasih dan sayang kalian hanya bisa kubalas dengan kebanggaan  
karena telah melahirkanku.*

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

*Dosen-dosen Teknik Informatika khususnya pembimbing skripsiku Bpk  
Suhartono dan Bpk Jotok serta semua dosen Teknik informatika*

*Jeman-teman Teknik Informatika 2007*

## MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*"Usaha, Kerja keras, dan Doa yang akan  
membawa kita pada kesuksesan."*

## 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.

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

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, SU., D.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ririen Kusumawati, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. H. Syahiduz Zaman, M.Kom selaku dosen wali yang telah memberikan nasehat serta semangat kepada penulis selama menjalani perkuliahan.
5. 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.
6. Totok Chamidy, M.Kom selaku pembimbing agama yang telah bersedia memberikan pengarahan keagamaan dalam penyelesaian skripsi ini.

7. Bapak Bambang, Bapak Eko, Mas Yanto dan segenap pegawai PT. Inggu Laut Abadi yang telah membantu penelitian ini, terima kasih atas bimbingan dan bantuan yang telah diberikan.
8. Segenap dosen dan staf pengajar, terima kasih atas semua ilmu yang telah diberikan.
9. Semua sahabat yang telah membantu menulis hingga terselesaikannya skripsi ini, khususnya kepada Abror, Aris, Rijal, Wahid, Ulil, Wildan, Dinil, Ratri, Unin, Nisa, Uco, Kunti, Uma serta semua sahabat di TI-UIN Malang angkatan 2007 semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal atas jasa dan bantuan yang telah diberikan.
10. Seluruh teman-teman kos area 51 yang selalu mensupport dan menggoda untuk bermain dota. Karena melihat semangat kalianlah aku ikut terpacu untuk menyelesaikan skripsi ini.
11. 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 mengharapakan kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

Malang, 26 Juli 2011

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> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>ABSTRAK</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Function Structure Plant Model (FSPM) .....	8
2.2 Pengertian Pertumbuhan .....	8
2.3 Tanaman Bunga Chrysanthemum Euro White .....	13
2.3.1 Jenis Tanaman .....	14
2.3.2 Manfaat Tanaman.....	15
2.3.3 Prospek dan Peluang Pasar Tanaman Krisan.....	16
2.4 Media Tanam .....	18

2.5 XL-System.....	22
2.5.1 L-System.....	23
2.5.2 Bahasa Pemerograman XL .....	25
2.5.3 Penulisan Berulang ( Rewriting Systems ).....	26
2.5.4 Deterministic dan Context-Free L-systems (DOL).....	27
2.5.5 Context Sensitive L-System .....	27
2.5.6 GroIMP .....	28
2.6 Alat Pengukur Potensi Listrik Tanaman .....	30
2.7 Fungsi Pertumbuhan Tanaman .....	33
2.8 Model Grafika Bentuk 3 Dimensi.....	36

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1. Metode Peneitian .....	38
3.2. Rancangan Penelitian .....	39
3.3. Sampel Penelitian.....	40
3.4. Variabel Penelitian.....	40
3.5. Tempat dan Waktu .....	40
3.6. Alat dan Bahan.....	41
3.7. Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	42
3.8. Pengamatan.....	45
3.9. Penyeleksian Tanaman.....	46
3.10. Bentuk Desain dan Perancangan Sistem.....	46
3.11. Tahapan Implementasi .....	47
3.12. Deskripsi Sistem .....	48
3.13. Perancangan Pembuatan Program .....	50
3.13.1 Model Tanaman .....	50
3.13.2 Pembuatan Program .....	52
3.13.2.1 Gambar Simulasi .....	52
3.13.2.2 Penulisan Berulang ( Rewriting Systems ) .....	54
3.13.2.3 Deterministic dan Context-Free L-systems (DOL).....	56

## **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAAN**

4.1 Analisa Penelitian .....	58
4.2 Kajian Teori .....	60
4.3 Analisa Data .....	61
4.3.1 Pengolahan Data .....	61
4.3.2 Pemilihan Model Tanaman .....	66
4.3.3 Pengukuran Morfologi Tanaman untuk Pemodelan .....	68
4.4 Implementasi dan Pembahasan .....	70
4.4.1 Instalasi Program .....	70
4.5 Penjelasan Program .....	71
4.5.1 Penjelasan Kode Program.....	71
4.5.1.1 Inisialisasi .....	71
4.5.1.2 Visualisasi.....	73
4.6 Hasil Program .....	74
4.7 Evaluasi Program.....	75
4.8 Kajian Agama .....	77

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	80
5.2 Saran .....	81

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>82</b>
----------------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Sederhana XL-system .....	23
Gambar 2.2	Konstruksi dari Snowflake Curve .....	26
Gambar 2.3	Contoh dari Aturan Produksi dari DOL Systems .....	27
Gambar 2.4	Tampilan Project Aplikasi Groimp .....	30
Gambar 2.5	Alat Pengukur Potensi Listrik Tanaman .....	31
Gambar 2.6	Program Pengukur Potensi Listrik Tanaman .....	32
Gambar 2.7	Lihat Grafik Program Potensi Listrik Tanaman .....	32
Gambar 2.8	Grafik Pertumbuhan Eksponensial .....	34
Gambar 2.9	Grafik Pertumbuhan Logistik .....	35
Gambar 2.10	Grafik Sigmoid .....	36
Gambar 2.11	Matriks Model 3D .....	37
Gambar 3.1	Sketsa Penempatan Komposisi Media Tanam .....	43
Gambar 3.2	Desain Sistem .....	47
Gambar 3.3	(1) Bagan Sederhana Kerja Program Komputer, (2) Langkah Kerja Pembuatan Model .....	48
Gambar 3.4	Tanaman Bunga Chrysanthemum Euro White .....	52
Gambar 3.5	Rules XL-System .....	53
Gambar 3.6	Hasil string dari L-system .....	54
Gambar 3.7	Hasil dari Aturan Penghasil String L-system .....	55
Gambar 3.8	Algoritma Program Model Tanaman Chrysanthemum Euro White .....	56
Gambar 3.9	Contoh dari aturan produksi dari DOL Systems .....	57
Gambar 3.10	Flowchart dari DOL system .....	57
Gambar 4.1	Tanaman Chrysanthemum Euro White yang Telah Dipindahkan Kedalam Media Tanam .....	59
Gambar 4.2	Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Chrysanthemum Euro White Komposisi ASTPK .....	61
Gambar 4.3	Tanaman Chrysanthemum Euro White Komposisi ASTPK .....	61

Gambar 4.4	Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Chrysanthemum Euro White Komposisi ASPT .....	62
Gambar 4.5	Tanaman Chrysanthemum Euro White Komposisi ASPT .....	62
Gambar 4.6	Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Chrysanthemum Euro White Komposisi PKTP .....	62
Gambar 4.7	Tanaman Chrysanthemum Euro White Komposisi PKTP .....	63
Gambar 4.8	Potongan Ruas Bantang Tanaman Chrysanthemum Euro White .....	69
Gambar 4.9	Pengukuran Panjang Daun Tanaman Chrysanthemum Euro White .....	69
Gambar 4.10	Pengukuran Lebar Daun Tanaman Chrysanthemum Euro White .....	70
Gambar 4.11	Tekstur Daun .....	72
Gambar 4.12	Tampilan Jam .....	73
Gambar 4.13	Hasil Simulasi Tanaman .....	74
Gambar 4.14	Perbandingan Gambar Antara Tanaman Asli dan Tanaman Model .....	75

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Layer Daftar Produksi Tanaman Hias Menurut Provinsi (Tangkai) .....	17
Tabel 2.2	Command dalam GroImp .....	29
Tabel 2.3	Simbol dan Arti Grafika 3D .....	37
Tabel 3.1	Tabel Kegiatan Pemupukan .....	44
Tabel 4.1	Potensi Listrik Tanaman Komposisi ASTPK .....	63
Tabel 4.2	Potensi Listrik Tanaman Komposisi ASPT .....	64
Tabel 4.3	Potensi Listrik Tanaman Komposisi PKTP .....	65
Tabel 4.4	Penyeleksian Komposisi ASTPK .....	67
Tabel 4.5	Penyeleksian Komposisi ASPT .....	67
Tabel 4.6	Penyeleksian Komposisi PKTP .....	67
Tabel 4.7	Penyeleksian Kombinasi Komposisi .....	68
Tabel 4.8	Pengukuran Morfologi Tanaman untuk Pemodelan .....	68
Tabel 4.9	Perbandingan Hasil Tinggi Model dan Observasi Berdasarkan HST (Hari Setelah Tanam) .....	75
Tabel 4.10	Perbandingan Ruas Batang antara Hasil Model dengan Observasi .....	76
Tabel 4.11	Tingkat Akurasi model .....	76

## ABSTRAK

Fauroni, Ach. Fauzan. 2007. 07650080. **Function Structure Plant Model Pertumbuhan Tanaman Bunga Chrysanthemum Euro White Terhadap Pengaruh Media Tanam Dengan Metode XL-System.**  
Pembimbing : (I) Suhartono, M.Kom, (II) Totok Chamidy, M.Kom.

---

Kata Kunci : Grafika komputer, Pertumbuhan, Media tanam, XL-system, FSPM.

Kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan yang sangat pesat khususnya dalam grafika komputer baru-baru ini memungkinkan menggambarkan secara matematis struktur dan proses biologis dengan realistis. Jika mengamati pertumbuhan tanaman dalam kehidupan nyata maka akan memakan waktu lama, sehingga dengan adanya perkembangan dalam bidang grafika komputer ini bisa diamati pertumbuhan dengan cepat, dengan cara pembuatan *Function Structure Plant Model* (FSPM). Pemodelan dilakukan pada pertumbuhan tanaman bunga *Chrysanthemum Euro White* dengan menggunakan metode XL-System.

Penelitian pertumbuhan tanaman dilakukan di PT. Inggau Laut Abadi. Media tanam diantaranya, arang sekam, tanah, pasir, pupuk kompos. Hasil penelitian dibuat sebagai dasar pembuatan *Function Structure Plant Model* pertumbuhan tanaman bunga *Chrysanthemum Euro White*.

Hasil dari penelitian ini dapat mensimulasikan pertumbuhan tanaman bunga *Chrysanthemum Euro White*. Perbandingan antara model tanaman simulasi dengan tanaman asli secara umum, model telah mampu mensimulasikan pola pertumbuhan dan perkembangan tanaman bunga *Chrysanthemum Euro White* walaupun secara terperinci model tanaman memiliki banyak perbedaan hasil keluaran. Penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi model antara tanaman simulasi dengan tanaman asli adalah sebesar: (a) tinggi tanaman 89.85%, (b) ruas perbatang 63.74%, (c) diameter batang 95.56%, dan (d) luas daun 76.21%.

## ABSTRAK

Muhtadi, Fikri. 2013. 08650121. **The growth simulation Carrots In Effect Urea and NPK Fertilizer XL-System-Based Method Using Mamdani Fuzzy Inference System**

Supervisor : (I) Suhartono, M.Kom, (II) Dr. Ahmad Barizi, M.A

---

Keywords: *Fuzzy Mamdany, Growth Simulation Carrots, NPK, and XL-System*

Simulation plants used in this study is the carrot that in Latin is called *Daucus carota L.* Carrots are a storehouse of beta-carotene, which is useful to help the immune system, digestive system, respiratory tract, as well as build teeth, hair, and bones strong. So with the carrot plant growth simulation will help developers to improve the quality of the carrot plant itself.

Carrot growth simulation is done with a combination of 2, ie dosing of urea and NPK fertilizer. In this simulation method based Mamdani Fuzzy System to calculate XL-tall carrot plants. XL-sysytem is digitizing techniques related to plant growth and mathematical image processing-based three-dimensional (3D).

In this trial used a dose of urea with 0.2 and 4 grams, NPK fertilizer with doses 0.3 and 6 grams of a third variable is used as a shaper of fuzzy sets to obtain a high output plant. Based on carrot growth simulation-based XL System that has been done by using fuzzy inference system with input mamdani urea and NPK fertilizer producing plant height of 19.38. While the final results of the comparison error percentage comparison of field data and the simulation is 19.518%, while the percentage of accuracy comparison of field data and the simulation was 80.48%. Results of the percentage of error was taken the average value, ie by summing all percentage values in each test group was then divided by the number of measurements.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Wortel merupakan tanaman sayuran yang sudah dikenal masyarakat Indonesia dan menjadi salah satu menu utama di setiap menu kuliner Indonesia. Wortel dikenal karena memiliki kadar karotena (provitamin A). Wortel adalah gudang beta-karoten, yang berguna untuk membantu sistem kekebalan, sistem pencernaan, saluran pernapasan, serta membangun gigi, rambut, dan tulang yang kuat. Beta-karoten juga mempunyai efek penyembuhan terhadap kulit, terutama terhadap eksim, infeksi kulit, dan jerawat, serta dapat memperbaiki warna kulit jika diminum sebagai sari buah bersama apel. Beta-karoten juga dapat membantu meningkatkan penglihatan pada malam hari dan membuat mata menjadi sehat.

Di Indonesia budidaya wortel pada mulanya hanya terkonsentrasi di Jawa Barat yaitu daerah Lembang dan Cipanas. Namun dalam perkembangannya menyebar luas ke daerah-daerah sentra sayuran di Jawa dan Luar Jawa. Berdasarkan hasil survei pertanian produksi tanaman sayuran di Indonesia (BPS, 1991) luas areal panen wortel nasional mencapai 13.398 hektar yang tersebar di 16 propinsi yaitu; Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bengkulu, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Sumatera Selatan, Lampung, Bali, NTT, Kalimantan Timur, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Maluku dan Irian Jaya. (Bambang Cahyono, 2002).

Dengan mengembangkan olahan wortel lebih jauh dapat meningkatkan nilai jual dari tanaman wortel dan secara otomatis akan meningkatkan pendapatan masyarakat secara tidak langsung mengubah keadaan mereka. Sebagai mana Firman Allah dalam Q.S. Ar Ra'd [13] : 11, disebutkan :

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

*Artinya: Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.*

Dari perintah tersebut dapat diambil hikmah bahwa kita dituntut untuk kerja keras dan berusaha sebaik mungkin untuk mencapai suatu tujuan, tanpa adanya cara pandang tersebut mustahil kita bisa merubah nasib kita ke arah yang lebih baik.

Di samping itu dengan mempelajari ciptaan Allah maka manusia diharapkan dapat menemukan dan menghayati kebesaran Allah. Sebagaimana firman Allah Q.S Al An'am [6] : 99, disebutkan :

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتٍ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا  
مُخْرَجٍ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ  
وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۗ انظُرُوا إِلَىٰ 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”.*

Persaingan antara gulma dengan tanaman terutama pengambilan unsur-unsur hara dan air dari dalam tanah dan penerimaan cahaya matahari untuk proses fotosintesis, menimbulkan kerugian-kerugian dalam produksi baik kualitas maupun kuantitas. Semakin lama gulma tumbuh bersama dengan tanaman pokok, semakin banyak persaingannya sehingga pertumbuhan tanaman terhambat dan hasilnya menurun.

Salah satu usaha yang dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan dan hasil tanam *wortel* adalah dengan melakukan serangkaian uji coba dari berbagai macam variasi pemupukan. Namun permasalahannya selama ini proses tersebut masih dilakukan secara manual, tentunya hal tersebut akan menghabiskan banyak waktu dan biaya. Disamping itu hasil yang diperoleh juga terbatas pada hasil akhir tanpa mengetahui bagaimana proses pertumbuhan tanaman berlangsung.

Studi karakteristik tanaman dilakukan dengan cara membuat pemodelan pertumbuhan tanaman sehingga diharapkan mampu menganalisis dan mensintesis bentuk pemodelan kehidupan buatan yang menyerupai lingkungan alamiah. Pemodelan pertumbuhan tanaman yang menggambarkan unsur hayati tanaman yang bersifat dinamis dan kompleks akan dilakukan dengan pendekatan menggunakan metode *XL-System*.

Dengan inovasi teknologi tersebut diharapkan mampu mengatasi dan menekan dampak yang ditimbulkan oleh perubahan yang terjadi pada proses

perawatan tanaman, misalnya cara dan takran pemberian pupuk bagi pertumbuhan tumbuhan wortel serta dapat menekan biaya percobaan.

Dari latar belakang diatas maka dapat diambil rumusan masalahnya bagaimana membangun simulasi pertumbuhan tanaman wortel pada pengaruh pupuk urea dan pupuk NPK dengan berbasis *XL-System* menggunakan metode *Fuzzy Inference System Mamdani*.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat simulasi pertumbuhan tanaman wortel pada pengaruh pupuk urea dengan pupuk NPK berbasis *XL-System* menggunakan metode *Fuzzy Inference System Mamdani*.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Dapat mengetahui pertumbuhan *daucus carota* secara simulatif dari pemberian pupuk Urea dan NPK dengan dosis yang berbeda-beda.
- b. Dapat mengetahui penggunaan logika fuzzy mamdani untuk memperkirakan tinggi tumbuhan *daucus carota*.
- c. Untuk masa depan kelak bisa dijadikan sebagai referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

## 1.4 Batasan Masalah

Dari permasalahan diatas, dapat diberikan batasan masalah sebagaimana berikut:

1. Objek yang digunakan adalah tanaman wortel (*daucus carota*).
2. Pada penelitian ini dititik beratkan pada model dan simulasi tanaman wortel.
3. Pada penelitian ini masih menggunakan 2 komposisi yaitu Pupuk NPK dan Pupuk Urea
4. Kadar pemberian takaran tertinggi pada Pupuk NPK adalah 6 gram Sedangkan kadar pemberian takaran tertinggi pada pupuk Urea adalah 4 gram.
5. Penanaman dilakukan di ruang terbuka/kebun.
6. Metode yang digunakan untuk menentukan panjang tangkai dan jumlah tangkai adalah *Fuzzy Inference System Mamdani*.
7. Lama penanaman 50 hari.

### **1.5 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, jarak tanam, waktu penyiangan, XL System dan *Fuzzy mamdani*.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang prosedur penelitian, perencanaan system dan pemecahan masalah sesuai dengan judul penulisan.

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

Bab ini membahas tentang implementasi dari aplikasi yang dibuat secara keseluruhan. Serta melakukan pengujian terhadap aplikasi tersebut untuk mengetahui bahwa aplikasi dapat berjalan sesuai dengan tujuan.

### **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

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 TUMBUHAN DALAM ISLAM

Allah SWT menciptakan tumbuh-tumbuhan yang beranekaragam, antara lain tumbuhan berkayu, semak, dan herba dari jenis labu. Tumbuhan berkayu mempunyai struktur yang kuat dan keras seperti pohon siwalan, kelapa, aren, jambe atau pinang dan lain-lain. Batang pohon herba dan batang berkayu terdiri dari jaringan kayu yang keras. Keanekaragaman nabati tersebut merupakan iradah Allah SWT. Dibalik keanekaragaman tersebut memiliki hikmah dan tujuan tersendiri (Rossidy, 2008).

Manusia dan tumbuh-tumbuhan sangat erat kaitannya dalam kehidupan. Banyak sekali nilai manfaat yang didapatkan oleh manusia dari tumbuh-tumbuhan namun masih banyak pula tumbuh-tumbuhan yang ada disekitar kita yang belum diketahui manfaatnya. Keberadaan tumbuh-tumbuhan merupakan berkah dan nikmat Allah SWT yang diberikan kepada seluruh makhluknya. Sebagaimana Firman Allah Q.S. Al- Hajj [22] : 5 dijelaskan,

وَتَرَى الْأَرْضَ هَامِدَةً فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ وَأَنْبَتَتْ مِنْ كُلِّ رَوْحٍ بِهِيجِ



*Dan bumi ini kering kemudian apabila telah Kami turunkan air di atasnya, hiduplah bumi itu dan suburlah dan menumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang indah.*

Rasyidi (1999) menjelaskan bahwasanya Allah SWT menjadikan kehidupan alam dengan berbagai keanekaragaman hayati sebagai nikmat bagi kehidupan manusia, di dalamnya terkandung manfaat yang sangat beragam, contohnya tumbuhan yang tumbuh di sekitar kita yang dapat dipergunakan untuk pengobatan. Dari dulu hingga kini, pengobatan dengan tumbuhan (herbal medicine) masih sering digunakan sebagai alternatif penyembuhan.

## **2.2 Pengertian Simulasi**

Simulasi adalah suatu teknik yang dapat digunakan untuk memformulasikan dan memecahkan model – model dari golongan yang luas. Golongan atau kelas ini sangat luasnya sehingga dapat dikatakan, “Jika semua cara yang lain gagal, cobalah simulasi” (Schroeder, 1997).

Menurut Hasan (2002), simulasi merupakan suatu model pengambilan keputusan dengan mencontoh atau mempergunakan gambaran sebenarnya dari suatu sistem kehidupan dunia nyata tanpa harus mengalaminya pada keadaan yang sesungguhnya. Simulasi adalah suatu teknik yang dapat digunakan untuk memformulasikan dan memecahkan model - model dari golongan yang luas. Golongan atau kelas ini sangat luasnya sehingga dapat dikatakan , Jika semua cara yang lain gagal, cobalah simulasi. Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses- proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah. (Law and Kelton, 1991)

### 2.2.1 Model - Model Simulasi

Model-model simulasi yang ada dapat dikelompokkan ke dalam beberapa menjadi beberapa bagian, antara lain :

1. Model Stochastic atau probabilistic

Model stokastik adalah model yang menjelaskan kelakuan sistem secara probabilistik; informasi yang masuk adalah secara acak. Model ini kadang-kadang juga disebut sebagai model simulasi Monte Carlo. Di dalam proses stochastic sifat-sifat keluaran (output) merupakan hasil dari konsep random (acak). Meskipun output yang diperoleh dapat dinyatakan dengan rata - rata, namun kadang-kadang ditunjukkan pula pola penyimpangannya. Model yang mendasarkan pada teknik peluang dan memperhitungkan ketidakpastian (uncertainty) disebut model probabilistic atau model stokastik.

2. Model Deterministik

Pada model ini tidak diperhatikan unsur random, sehingga pemecahan masalahnya menjadi lebih sederhana.

3. Model Dinamik

Model simulasi yang dinamik adalah model yang memperhatikan perubahan-perubahan nilai dari variabel-variabel yang ada kalau terjadi pada waktu yang berbeda.

4. Model Statik

Model statik adalah kebalikan dari model dinamik. Model statik tidak memperhatikan perubahan - perubahan nilai dari variabel - variabel yang ada kalau terjadi pada waktu yang berbeda.

5. Model Heuristik

Model heuristik adalah model yang dilakukan dengan cara coba - coba, kalau dilandasi suatu teori masih bersifat ringan, langkah perubahannya dilakukan berulang-ulang, dan pemilihan langkahnya bebas, sampai diperoleh hasil yang lebih baik, tetapi belum tentu optimal.

6. Simulasi Analog

Simulasi Analog mempergunakan representasi fisik untuk menjelaskan karakteristik penting darisuatu masalah model hidraulik sistem ekonomi makro.

7. Simulasi Simbolik

Simulasi Simbolik yang pada dasarnya adalah model matematik yang pemecahannya (dipermudah) dengan menggunakan komputer. Disebut juga dengan Simulasi Komputer

**2.3 Pertumbuhan**

Pertumbuhan berasal dari kata tumbuh jadi pengertian pertumbuhan harus dilihat dari pengertian kata tumbuh. Pengertian kata tumbuh menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah 1) timbul (hidup) dan bertambah besar atau sempurna, 2) sedang berkembang (menjadi besar, sempurna, dan sebagainya), 3) timbul; terbit; terjadi (sesuatu). (Lukman Ali. dkk, 1996)

Pertumbuhan merupakan bertambahnya ukuran makhluk hidup, misalnya penambahan volume, massa, tinggi, dan ukuran lain yang dapat dihitung. (Ari Damari, 2008)

### 2.3.1 Pertumbuhan Pada Tumbuhan

Secara umum pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan diawali untuk stadium zigot yang merupakan hasil pembuahan sel kelamin betina dengan jantan. Pembelahan zigot menghasilkan meristem yang akan terus membelah dan mengalami diferensiasi. Diferensiasi adalah perubahan yang terjadi dari keadaan sejumlah sel, membentuk organ-organ yang mempunyai struktur dan fungsi yang berbeda.

Terdapat 2 macam pertumbuhan, yaitu:

#### 1. Pertumbuhan Primer

Terjadi sebagai hasil pembelahan sel-sel jaringan meristem primer. Berlangsung pada embrio, bagian ujung-ujung dari tumbuhan seperti akar dan batang. Embrio memiliki 3 bagian penting :

- a. tunas embrionik yaitu calon batang dan daun
- b. akar embrionik yaitu calon akar
- c. kotiledon yaitu cadangan makanan

Pertumbuhan tanaman dapat diukur dengan alat yang disebut auksanometer. Daerah pertumbuhan pada akar dan batang berdasar aktivitasnya terbagi menjadi 3 daerah

#### a. Daerah pembelahan

Sel-sel di daerah ini aktif membelah (meristematik)

b. Daerah pemanjangan

Berada di belakang daerah pembelahan

c. Daerah diferensiasi

Bagian paling belakang dari daerah pertumbuhan. Sel-sel mengalami diferensiasi membentuk akar yang sebenarnya serta daun muda dan tunas lateral yang akan menjadi cabang.

2. Pertumbuhan Sekunder

Merupakan aktivitas sel-sel meristem sekunder yaitu kambium dan kambium gabus. Pertumbuhan ini dijumpai pada tumbuhan dikotil, gymnospermae dan menyebabkan membesarnya ukuran (diameter) tumbuhan.

Mula-mula kambium hanya terdapat pada ikatan pembuluh, yang disebut kambium vasis atau kambium intravasikuler. Fungsinya adalah membentuk xilem dan floem primer.

Selanjutnya parenkim akar/batang yang terletak di antara ikatan pembuluh, menjadi kambium yang disebut kambium intervasis. Kambium intravasis dan intervasis membentuk lingkaran tahun yang berbentuk konsentris.

Kambium yang berada di sebelah dalam jaringan kulit yang berfungsi sebagai pelindung. Terbentuk akibat ketidakseimbangan antara pembentukan xilem dan floem yang lebih cepat dari pertumbuhan kulit.

- ke dalam membentuk feloderm : sel-sel hidup
- ke luar membentuk felem : sel-sel mati.

## 2.4 Pertumbuhan Tanaman dalam Perspektif Al Qur'an

Terkait dengan masalah pertumbuhan tanaman, dalam Al Qur'an ada beberapa ayat yang menyinggung tentang pertumbuhan tanaman. Berikut ini antara lain ayat-ayat yang berkenaan dengan pertumbuhan tanaman dalam Al Qur'an.

Allah menjelaskan tentang proses-proses pertumbuhan tanaman yang termaktub dalam Q.S Al-An'am [6] : 99, disebutkan :

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا مَخْرُجًا مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ النَّخْلِ قِنَوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ 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”.

Selain didalam surat Al-an'am ayat 99, Allah juga menjelaskan tentang tanaman yang beragam bentuk dan rasanya. Seperti firman Allah dalam surat Q.S. Ar-Ra'd [13] : 4, disebutkan :

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَبَّرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَخَيْلٌ صَوْنَانٌ وَعَيْرٌ  
 صَوْنَانٌ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفْضِلُ بَعْضَهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِي الْأَكْلِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ  
 لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿١٠٠﴾

Artinya:

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

Firman Allah: *"Disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebagian tanaman-tanaman itu atas sebagian yang lain tentang rasanya"*. Maksudnya adalah, perbedaan dalam jenis buah-buahan dan tanaman itu dari segi bentuk, warna, rasa, bau, daun, dan bunganya. Ada yang sangat manis ada yang sangat asam, sangat pahit, sepet, segar, dan ada yang bermacam-macam rasanya, kemudian ada yang berubah rasa dengan izin Allah. Ada yang berwarna kuning, merah, putih, hitam, biru, dan lain-lain. Demikian juga dengan beraneka macamnya warna bunga, padahal semuanya berasal dari satu zat alam yang sama yaitu air, tetapi menghasilkan tumbuh-tumbuhan dan buah yang beraneka macam warna dan rasa yang tidak terhitung. Sesungguhnya dalam hal-hal seperti itu terdapat tanda-tanda kebesaran Allah bagi orang-orang yang menyadarinya.

Hal itu termasuk tanda-tanda yang sangat besar yang menunjukkan adanya Pelaku yang bebas berbuat, yang dengan kekuasaan-Nya dapat membuat sesuatu yang beraneka ragam dan menjadikannya sesuai dengan keinginan-Nya. Oleh sebab itu Allah berfirman: *"Sesungguhnya pada hal yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir."*

Menurut tafsir Al-Aisar, “*Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan,*” yaitu sebagai hamparan tanah saling berdampingan dengan sebagian yang lain, ini tanah yang baik, ini tanah yang buruk ada yang berair dan ada juga yang tidak, di bumi juga terdapat kebun-kebun anggur, korma dan lainnya. “*Yang bercabang*” pada satu tangkai terdapat dua atau tiga cabang buah kurma, “*dan yang tidak bercabang*” setiap satu buah kurma berdiri pada satu tangkai. Firman Allah “*disirami ... yaitu anggur-anggur, tanaman-tanaman, dan kurma-kurma itu ”dengan air yang sama kami melebihkan sebagian tanaman itu atas bagian yang lain tentang rasanya*” apa yang dapat dirasakan ada yang manis, asam, lezat, atau tidak enak rasanya. Sesungguhnya dalam hal ini terdapat tanda-tanda kebasaran Allah bagi orang-orang yang mau berfikir.

Menurut tafsir *Al-Maraghi*, dalam ayat tersebut dijelaskan bahwasanya di muka bumi ini terdapat belahan-belahan tanah yang saling berdekatan, meskipun berbeda-beda dengan adanya kelebihan pada masing-masing. Maka mulai dari tanah yang bergaram, yang tidak dapat ditumbuhi oleh sesuatu pun hingga tanah subur yang berdekatan dengannya dan dapat ditumbuhi oleh buah-buahan yang terbaik dan berbagai tumbuh-tumbuhan, dari tanah yang cocok untuk menanam padi dan palawija, tidak untuk menanam pepohonan, sampai tanah lain yang berdekatan dengannya hanya cocok ditanami pepohonan, hingga tanah lain yang berdekatan dengan kedua macam tanah tersebut yang cocok untuk ditanami semua itu, diantaranya ialah tanah gembur yang berdekatan dengan tanah keras yang tidak bisa dihancurkan oleh beliung maupun alat penghancur lainnya, seperti dinamit dan bom. Di dalamnya terdapat kebun-kebun anggur, dan berbagai

macam tanaman berupa biji-bijian yang menjadi makanan pokok bagi manusia dan hewan. Terdapat pula pohon kurma yang bercabang, serta pohon kurma yang tidak bercabang. Semua itu ciptaan Allah dan pengaturan-Nya yang agung terhadap makhluk. (Mushthafa, 1994)

Belahan-belahan tanah yang berdekatan, kebun-kebun, tanaman-tanaman dan pohon-pohon tersebut disiram dengan air yang sama, tidak ada perbedaan pada tabiatnya. Kemudian, meskipun ada beberapa kesamaan, maka sesuai dengan kekuasaan Allah, Dia lebihkan sebagian buah atas sebagian yang lain dalam bentuk dan ukuran, bau dan rasa, manis dan masamnya.

Allah menerangkan bahwa tanda-tanda kekuasaan seperti ini hanya dipikirkan oleh orang yang diberi akal, yang berpikir permulaan dan akibat, serta sebab dan musabab. Sebagaimana Firman Allah yang artinya “*Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir*”. Pada hal-hal yang telah dijelaskan tersebut sungguh terdapat tanda-tanda kekuasaan yang jelas bagi kaum yang menggunakan akalnyanya. Maka orang yang melihat keluarnya buah-buahan dengan berbagai macam bentuk, warna, rasa, dan baunya, padahal disirami oleh air yang sama dan sama pula sarana pertumbuhannya, akan memastikan bahwa semua itu mempunyai Pembuat Yang Maha Bijaksana, Maha Kuasa lagi Maha Pengatur.

Allah juga menerangkan bahwasanya kebanyakan manusia tidak beriman. Sehingga dalam ayat-ayat ini, Allah mengetengahkan beberapa dalil atas *tauhid* dan tempat kembalinya makhluk. Maka dengan mengemukakan keadaan bumi dengan gunung-gunung, sungai-sungai, bunga, berbagai buah-buahan, dan

bermacam-macam hasil buahnya, Allah membuktikan adanya Tuhan Yang Maha Kuasa lagi Perkasa, Berkuasa untuk menciptakan dan mengatur segala urusan, untuk mendatangkan manfaat dan *kemudahan*, untuk menghidupkan dan mematikan, serta untuk melakukan segala hal. (Mushthafa, 1994)

Menurut tafsir *Jalalain*, dalam ayat tersebut dijelaskan “(Dan di bumi terdapat bagian-bagian) berbagai macam daerah (yang berdampingan) yang saling berdekatan; di antaranya ada yang subur dan ada yang tandus; dan di antaranya lagi ada yang kekurangan air dan yang banyak airnya; hal ini merupakan bukti-bukti yang menunjukkan kepada kekuasaan-Nya (dan kebun-kebun) ladang-ladang (anggur, tanam-tanaman) dibaca rafa', yaitu zar'un karena diathafkan kepada lafal jannatun. Kalau dibaca jar, yaitu zar'in diathafkan kepada lafal a'naabin, demikian pula firman-Nya: (dan pohon kurma yang bercabang) lafal shinwaanun adalah bentuk jamak dari kata tunggal shinwun, artinya pohon kurma yang banyak cabangnya (dan yang tidak bercabang) pohon kurma yang tidak banyak cabangnya (disirami) kalau dibaca tusqaa, artinya kebun-kebun dan pohon-pohon yang ada padanya disirami. Dan kalau dibaca yusqa, artinya hal tersebut disirami (dengan air yang sama. Kami melebihkan) dapat dibaca nufadhdhilu dan yufadhdhilu (sebagian tanam-tanaman itu atas sebagian yang lain tentang rasanya) dapat dibaca al-ukuli dan al-ukli, artinya dalam hal rasa; yaitu ada yang manis dan ada yang masam. Hal ini merupakan tanda yang menunjukkan kepada kekuasaan Allah swt. (Sesungguhnya pada yang demikian itu) dalam hal tersebut (terdapat tanda-tanda bagi kaum yang berpikir) yaitu bagi orang-orang

yang mau memikirkannya.” (Jalaluddin Asy-Syuyuthi & Jalaluddin Muhammad Ibn Ahmad Al-Mahalliy, 2009)

Dari berbagai tafsir surat Al An'am ayat 99 dan Ar-Ra'd ayat 4 di atas dapat disimpulkan bahwa Allah lah yang menurunkan Air hujan dan dengan air hujan itu Allah menumbuhkan berbagai jenis tumbuh-tumbuhan yang beranekaragam jenis dan rasanya, seperti rerumputan yang tumbuh menghijau, bunga-bunga dan pepohonan yang bercabang dan tidak bercabang, berbuah baik kecil atau besar dan memiliki aneka rasa. Semua itu agar manusia dapat mengetahui betapa besar kekuasaan Allah mengatur kehidupan makhluk hidup termasuk didalamnya tumbuhan itu.

## **2.5 Tanaman Wortel**

Wortel atau carrots (*Daucus carota L.*) termasuk family Umbeliflorea. Umbi wortel berwarna oranye, berbau khas, dan berkulit tipis. Jika digigit terasa renyah. Awalnya terasah pahit dan semakin lama semakin terasa pedas. Ada tiga jenis wortel, yaitu wortel berumbi pendek, wortel berumbi sedang, wortel berumbi panjang. Wortel berumbi pendek terdiri dari varietas early French frame, tiana, Amsterdam, forcing, early nantes, champion scarlet horn, dan kendulus. Wortel berumbi sedang terdiri varietas james, scarlet intermediate, charterna red cored, royal chantenay, dan berlium berjo. Sementara itu, wortel berumbi panjang terdiri dari varietas new red intermediate dan st. vallary. (W. P. Winarto & tim. 2004).

Perbedaan agroklimat di setiap wilayah akan menyebabkan adanya perbedaan produktivitas tanaman. Lokasi yang tidak sesuai dengan syarat tumbuh

tanaman akan menyebabkan produktivitas tanaman rendah, meskipun teknik budi daya dilakukan dengan baik dan benar. (Bambang Cahyono. 2002).

Tanaman wortel cukup rentan dengan hama, jika tanaman wortel telah diserang hama maka kualitas tanaman wortel akan menurun. Hama yang paling sering menyerang tanaman wortel adalah Ulat tanah. Hama ini sering uler luntung (Jawa) atau hileud taneuh (Sunda) dan “Cutworms” (Inggris). Serangga dewasa berupa kupu-kupu berwarna coklat tua, bagian sayap depannya bergaris-garis dan terdapat titik putih. Selain itu juga ada kutu daun dan lalat atau maggot. (Rahmat Rukmana, 1996).



Gambar 2.1. Wortel yang menyehatkan

Kingdom	:	Plantae(tumbuh-tumbuhan)
Divisi	:	Spermatophyta(tumbuhanberbiji)
Sub-Divisi	:	Angiospermae
Klas	:	Dicotyledonae
Ordo	:	Umbelliferales
Famili	:	Umbelliferae(Apiaceae)
Genus	:	Daucus
Spesies	:	Daucus carota L.

Morfologi Tanaman Wortel:

**a. Daun**

Daun wortel bersifat majemuk menyirip ganda dua atau tiga, anak-anak daun berbentuk lanset (garis-garis). Setiap tanaman memiliki 5-7 tangkai daun yang berukuran agak panjang. Tangkai daun kaku dan tebal dengan permukaan yang halus, sedangkan helaian daun lemas dan tipis.

**b. Batang**

Batang tanaman wortel sangat pendek sehingga hampir tidak nampak, batang bulat, tidak berkayu, agak keras, dan berdiameter kecil (sekitar 1-1,5 cm). Pada umumnya batang berwarna hijau tua. Batang tanaman tidak bercabang, namun ditumbuhi oleh tangkai daun yang berukuran panjang, sehingga kelihatan seperti bercabang.

**c. Akar**

Tanaman wortel memiliki sistem perakaran tunggang dan serabut. Dalam pertumbuhannya akar tunggang akan mengalami perubahan bentuk dan fungsi menjadi tempat penyimpanan cadangan makanan. Bentuk akar akan berubah menjadi besar dan bulat memanjang, hingga mencapai diameter 6 cm dan panjang sampai 30 cm, tergantung varietasnya. Akar tunggang yang telah berubah bentuk dan fungsi inilah yang sering disebut atau dikenal sebagai “Umbi Wortel”.

**d. Bunga**

Bunga tanaman wortel tumbuh pada ujung tanaman, berbentuk payung berganda, dan berwarna putih atau merah jambu agak pucat. Bunga memiliki tangkai yang pendek dan tebal. Kuntum-kuntum bunga terletak pada bidang yang sama. Bunga wortel yang telah mengalami penyerbukan akan menghasilkan buah dan biji-biji yang berukuran kecil dan berbulu (Cahyono, 2007 dalam (Keliat, 2008)).

**e. Umbi**

Wortel merupakan tanaman sayuran umbi semusim, berbentuk semak yang dapat tumbuh sepanjang tahun, baik pada musim hujan maupun kemarau. Batangnya pendek dan berakar tunggang yang fungsinya berubah menjadi bulat dan memanjang. Warna umbi kuning kemerah-merahan, mempunyai karoten A yang sangat tinggi, Umbi wortel juga mengandung vitamin B, Vitamin c dan mineral (setiawan, 1995)

(Cahyono, 2002) dalam (Rini, 2010) mengatakan bahwa pada awalnya hanya dikenal beberapa varietas wortel, namun dengan berkembangnya peradaban manusia dan teknologi, saat ini telah ditemukan varietas-varietas baru yang lebih unggul daripada generasi-generasi sebelumnya. Varietas-varietas wortel terbagi menjadi tiga kelompok yang didasarkan pada bentuk umbi, yaitu tipe Emperor, Chantenay, dan Nantes.

Tipe Imperator memiliki umbi berbentuk bulat panjang dengan ujung runcing (menyerupai kerucut), panjang umbi 20-30 cm, dan rasa yang kurang manis sehingga kurang disukai oleh konsumen. Tipe Chantenay memiliki umbi berbentuk bulat panjang dengan ujung tumpul, panjang antara 15-20 cm, dan rasa yang manis sehingga disukai oleh konsumen.

Tipe Nantes memiliki umbi berbentuk peralihan antara tipe Imperator dan tipe Chantenay, yaitu bulat pendek dengan ukuran panjang 5-6 cm atau berbentuk bulat agak panjang dengan ukuran panjang 10-15 cm. Dari ketiga kelompok tersebut, varietas yang termasuk ke dalam kelompok chantenay yang dapat memberikan hasil (produksi) paling baik, sehingga paling banyak dikembangkan.

## **2.6 Jarak Tanam**

Cara bercocok tanam terutama penggunaan jarak tanam juga sangat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman wortel, pada umumnya bercocok tanam wortel masih sederhana, benih hanya disebar begitu saja tanpa memperhatikan jarak tanamnya. Sri setyati harjadi (1989) mengemukakan bahwa jarak tanam akan mempengaruhi populasi tanaman, koefisien penggunaan cahaya matahari serta kompetisi antar tanaman untuk mendapatkan air dan zat hara yang pada akhirnya akan mempengaruhi hasil. (U Sumpena dan Irni Melani. 2005).

Persaingan antara gulma dengan tanaman terutama pengambilan unsur-unsur hara dan air dari dalam tanah dan penerimaan cahaya matahari untuk proses fotosintesis, menimbulkan kerugian-kerugian dalam produksi baik kualitas

maupun kuantitas. Semakin lama gulma tumbuh bersama dengan tanaman pokok, semakin banyak persaingannya sehingga pertumbuhan tanaman terhambat dan hasilnya menurun (Anonomus, 2006).

## 2.7 Gulma

Nama lainnya adalah herbal atau rumput. dalam dunia pertanian, istilah yang populer adalah gulma, sedangkan para petani banyak yang menamakan rumput. Di sawah, ladang, huma, kebun, atau lahan pertanian lainnya, banyak sekali jenis rumput yang mengganggu tanaman pokok.

Jadi, gulma adalah tanaman liar yang mengganggu pertumbuhan tanaman yang ditanam manusia, sehingga manusia berusaha untuk mengatasinya. (Hudi Matnawi, 1989).

Kebanyakan gulma adalah tanaman yang cepat tumbuh dan dapat menghasilkan sejumlah besar biji dalam waktu singkat. Biasanya bijinya mudah tersebar, misalnya bunga dandelion dengan buahnya yang bisa tersebar hanya dengan angin kecil. Beberapa gulma akan terus menebarkan bijinya walaupun pohonnya telah dicabut. Di atas tanah, dari gulma kebun biasa, bunga-bunganya akan membuat setumpuk biji berambut pada timbunan kompos jika ditaruh disitu dan tidak dihancurkan. Gulma lain seperti tumbuhan rambat bunga kuning menghasilkan puncak yang berakar setiap kali menyentuh tanah. Dengan ini, tanaman menjalar dengan cepat. Ada gulma yang seperti konvolvulus, harus diangkat sepenuhnya dari tanah. Sisa tangkai yang tercecer akan tumbuh sebagai tanaman baru.



Gambar 2.2 Gulma

## 2.8 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 algoritma 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.

## 2.9 Fuzzy

Dalam kondisi yang nyata, beberapa aspek dalam dunia nyata selalu atau biasanya berada diluar model matematis dan bersifat *inexact*. Konsep ketidakpastian inilah yang menjadi konsep dasar munculnya konsep logika *fuzzy*. Pencetus gagasan logika *fuzzy* adalah Prof. L.A. Zadeh (1965) dari California University. Pada prinsipnya himpunan *fuzzy* adalah perluasan himpunan *crisp*, yaitu himpunan yang membagi sekelompok individu kedalam dua kategori, yaitu anggota dan bukan anggota.

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu *item*  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $\mu_A[x]$ , memiliki 2 kemungkinan, yaitu (Kusumadewi, 2003) :

1. Satu (1) yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan.
2. Nol (0) yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Pada himpunan *crisp*, nilai keanggotaan ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau

1. Sedangkan pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. 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. ( Kusumadewi, 2003 ).

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy* (Kusumadewi, 2001). Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data kedalam nilai 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 diantaranya :

1. Representasi *linear*
2. Representasi segitiga
3. Representasi trapesium
4. Representasi kurva bentuk bahu
5. Representasi kurva s
6. Representasi bentuk lonceng

### 2.9.1 Fuzzy Mamdani

Metode mamdani sering juga dikenal dengan nama metode *min-max*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output* diperlukan 4 tahapan, diantaranya :

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada metode mamdani baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2. Aplikasi fungsi implikasi

Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *min*.

3. Komposisi aturan

Metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu Metode *max* (*maximum*). Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu_{sf}[X_i] = \max (\mu_{sf} [X_i], \mu_{kf} [X_i])$$

Dengan :

$\mu_{sf}[X_i]$  = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke *i*

$\mu_{kf} [X_i]$  = nilai keanggotaan konsekuan *fuzzy* aturan ke *I*

4. Penegasan (*defuzzy*)

*Defuzzyfikasi* pada komposisi aturan mamdani dengan menggunakan metode *centroid*. Dimana pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*.

Ada dua keuntungan menggunakan metode *centroid*, yaitu

(Kusumadewi, 2002):

1. Nilai *defuzzyfikasi* akan bergerak secara halus sehingga perubahan dari suatu himpunan *fuzzy* juga akan berjalan dengan halus.
2. Lebih mudah dalam perhitungan.

## 2.9 Urgensi Teknologi Informasi Melalui Melalui Simulasi Tanaman

Era Globalisasi sangat berkaitan dengan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK). IPTEK sendiri sangat berkaitan erat dengan kemajuan teknologi dan informasi. Teknologi informasi akan mempermudah komunikasi dengan siapa saja, dimana saja dan kapan saja. Dengan kemajuan teknologi informasi, maka seluruh aspek kehidupan menyesuaikan dengan kemajuan zaman.

Kehidupan sehari tidak lepas dari segala macam aktifitas yang kerap memiliki bobot kepentingan yang berbeda. Banyaknya aktifitas dan bobot tersebut akan mempengaruhi hasil akhir yang akan dicapai. Perlunya mengatur jadwal berdasarkan bobot kepentingan yang lebih besar merupakan langkah pertama dalam mencapai hasil yang diinginkan.

Dengan teknologi yang ada tentu akan sangat membantu dalam hal ini adalah bagaimana cara membuat permodelan pertumbuhan wortel. Dalam teknologi dikenal istilah simulasi, yaitu suatu model pengambilan keputusan dengan mencontoh atau mempergunakan gambaran sebenarnya dari suatu sistem kehidupan dunia nyata tanpa harus mengalaminya pada keadaan yang sesungguhnya. Dengan demikian pertumbuhan tanaman akan dapat diperkirakan tanpa harus melakukan kegiatan nyata di lapangan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Penelitian**

Pada Penelitian ini ada beberapa tahapan yang dilakukan untuk mempermudah pembuatan program simulasi pertumbuhan tumbuhan *Wortel* terhadap pemberian komposisi pupuk Urea dan NPK berbasis XL-system dengan menggunakan metode fuzzy mamdani. Tahapan-tahapan tersebut sebagai berikut :

1. Survei Lapangan

Pada tahapan ini dilakukan survei langsung ke habitat asli tumbuhan *Wortel* , yaitu di Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S). Observasi ini meliputi penyiapan lahan tanam dan penanaman tumbuhan yang akan dijadikan sebagai sumber data bagi penelitian ini.

2. Studi Literatur

Mencari dan mempelajari teori-teori pendukung yang berhubungan dengan budidaya *wortel* , fuzzy mamdani dan *XL-System*. Data tersebut berupa jurnal, *e-book* , buku dan referensi lainnya yang berhubungan dengan bahasan di atas.

3. Persiapan Lahan dan Bibit

Mempersiapkan lahan yang akan ditanami dan bibit tumbuhan yang akan ditanam.

4. Pengambilan Data

Mengambil data hasil observasi untuk dianalisa.

## 5. Analisa System

### a. Analisa Data

Pada tahapan ini dilakukan penarikan kesimpulan dari observasi yang telah dilakukan. Data yang telah diperoleh selama proses observasi diolah dan diambil nilai rata-rata dari tiap perlakuan.

### b. Analisa Aplikasi

Data yang diperoleh dijadikan sebagai inputan pada proses fuzzy untuk memperoleh perkiraan dari tinggi tanaman dari komposisi pupuk yang berbeda. Selanjutnya output dari fuzzy tersebut digunakan untuk proses simulasi.

### c. Desain

Pada tahapan ini dilakukan proses implementasi dari rancangan program dengan cara membangun program simulasi dari data yang diperoleh sebelumnya. Desain yang ditampilkan diantaranya bentuk tanaman wortel mulai dari batang, tangkai dan daun.

Setelah itu ditampilkan hasil akhir tinggi tanaman untuk menunjukkan tinggi tanaman tersebut yang didapat dari perhitungan fuzzy mamdany.

## 6. Perancangan Program

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

## 7. Pembuatan Program

Pada tahapan ini dilakukan proses implementasi dari rancangan program dengan cara membangun program simulasi dan menggabungkannya dengan data observasi sebagai inputnya.

## 8. Evaluasi Program

Setelah pembuatan program selesai maka perlu dilakukan proses evaluasi program. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan program telah sesuai dengan rancangan dan juga untuk memastikan bahwa metode dan rumus-

rumus pada program sudah benar sehingga diharapkan tidak terdapat kesalahan-kesalahan pada program tersebut.

## 9. Pembuatan Laporan Skripsi

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

### 3. 1. 1 Objek PENELITIAN

Dalam penelitian ini objek yang diamati adalah tanaman *Wortel* dengan spesifikasi sebagai berikut :

Species	:	<i>Daucus Carrota L</i>
Genus	:	Daucus
Famili	:	Umbelliferae (apiaceae)
Sub Divisi	:	Angiospermae
Divisi	:	Spermathophyta (tumbuhan berbiji)

Sampel yang digunakan sebanyak 100 tumbuhan yang dibagi menjadi 10 kelompok tumbuhan dengan perincian setiap kelompok tumbuhan terdiri dari 10 tumbuhan.

### 3. 1. 2 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi pupuk Urea dan NPK
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan *wortel* yang meliputi tinggi tanaman

### 3. 1. 3 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di lahan **Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S)** Tulung Karyo di daerah Tulungrejo Bumiaji Batu Malang. Waktu penelitian dilakukan mulai bulan Juli sampai September 2012.

### 3.1.4 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Lahan Tanah
2. Selang
3. Penggaris / jangka sorong

4. Gembor
5. Timbangan

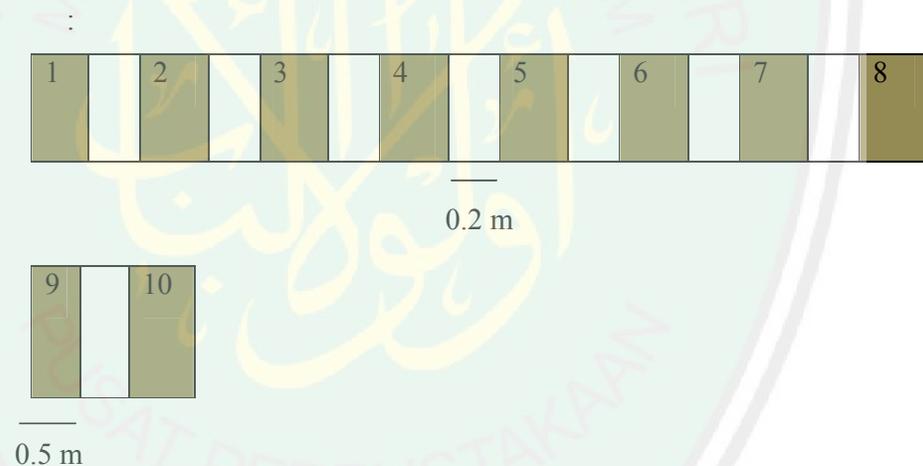
Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Tumbuhan *Wortel* (*Daucus Carrota L*)
2. Tanah
3. Pupuk *NPK 16-16-16*
4. Pupuk Urea

### 3.1.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

#### 1. Persiapan Lahan

Proses penyiapan lahan dilakukan dengan menyiapkan lahan yang akan digunakan untuk menanam tumbuhan *Wortel*. Lahan yang akan digunakan berada di **Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S)** Tulung Karyo, dengan rancangannya sebagai berikut :



Gambar 3.1. Lahan penanaman

Lahan yang digunakan untuk menanam tumbuhan berukuran 6,8 x 0,5 meter. Lahan tersebut dibagi menjadi 10 bagian yang akan digunakan untuk 10 kelompok tumbuhan dengan perlakuan yang berbeda-beda. Setiap kelompok tumbuhan berisi 20 tumbuhan dan antar kelompok diberi jarak sepanjang 20 cm. Adapun perincian perlakuan masing-masing kelompok tumbuhan sebagai berikut:

Langkah selanjutnya yaitu membersihkan lahan yang akan digunakan. Kemudian mengolah tanah tersebut dengan cara mencangkulnya hingga tanah menjadi gembur. Selanjutnya dilakukan penyebaran benih wortel di area yang sudah dicangkul. Kemudian di hari ke 21 setelah penyebaran benih dilakukan pemupukan menggunakan pupuk urea dan pupuk NPK secara terpisah. Tanah yang sudah bercampur dengan pupuk langsung disiram secara merata.

## **2. Penyiapan Bibit Tumbuhan**

Bibit tumbuhan wortel yang di gunakan diambil dari induk tumbuhan yang telah tumbuh optimal, dengan cara mengayak induk wortel dengan tangan kemudian dijemur selama 1 minggu. Cara ini dilakukan agar bibit bisa dilihat mana yang baik untuk digunakan nantinya sehingga hasil yang didapat akan maksimal.

## **3. Penanaman dan Pemeliharaan**

Setelah proses penyiapan lahan selesai maka dilanjutkan dengan menanam bibit tumbuhan yang telah disiapkan sebelumnya. Metode penanaman dan pemeliharaan yang dilakukan menggunakan standar teknis yang digunakan oleh petani wortel pada umumnya. Secara rinci proses penanaman dan pemeliharaan dijelaskan sebagai berikut :

### **a. Penanaman Bibit**

Bibit disebar secara merata di lahan yang telah disediakan agar wortel bisa tumbuh maksimal.

### **b. Pemeliharaan Tumbuhan**

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

#### **1. Penyiraman Tumbuhan**

Proses penyiraman tumbuhan dilakukan 2 tahap, tahap pertama sesudah dicangkul atau sebelum penyebaran bibit wortel, tahap kedua adalah sesudah penyebaran bibit wortel. Penyiraman dilakukan sehari sekali dengan menggunakan gembor. Cara menyiram tumbuhan *Wortel* yaitu dengan menyiramkan air ke tumbuhan secara cepat dan merata.

## **2. Pemupukan**

Proses pemupukan dilakukan sekali yaitu saat wortel berumur 10 hari sekali mulai dari penanaman bibit. Pemupukan dilakukan dengan cara mencampur pupuk tadi dan melarutkannya ke dalam air sebanyak 5 liter untuk setiap kelompok tumbuhan. Cara memberikan pupuk tidak boleh langsung terkena tumbuhan tetapi disiramkan ke tanah karena jika terkena tumbuhan dikhawatirkan daunnya akan kering karena efek panas dari pupuk. Oleh karena itu setelah pemupukan selesai tumbuhan harus disiram lagi.

## **3. Penyiangan Tumbuhan**

Penyiangan tumbuhan dilakukan agar tumbuhan tidak terkena penyakit. Proses ini dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan melakukan penyemprotan tumbuhan dengan menggunakan pestisida dan melakukan pencabutan rumput atau gulma di sekitar tumbuhan.

## **4. Pengambilan Data**

Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan setelah melalui tahapan pengamatan terhadap tumbuhan. Yaitu dengan mengamati proses pertumbuhan morfologis tumbuhan dari masing-masing perlakuan yang berbeda, dalam hal ini yang diamati adalah panjang tankai. Data morfologi tadi diperoleh dengan cara mengukur tinggi tumbuhan menggunakan penggaris. Selanjutnya data morfologi tadi digunakan sebagai variabel inputan untuk fuzzy yang mana outputnya akan digunakan untuk membuat simulasi pertumbuhan tumbuhan. Dari tiap kelompok tumbuhan akan diambil nilai rata-rata dari tinggi tumbuhan dan jumlah daun. Umur tumbuhan ini dibatasi sampai dengan umur 50 hari. perincian pelaksanaan sebagai berikut :

### **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 NPK. Sedangkan pada bagian proses, sebelumnya telah disusun aturan fuzzy dengan menggunakan data morfologi tumbuhan, hasil pengamatan 9 kelompok tumbuhan (kelompok 1 sampai kelompok 9). Dalam hal ini adalah

tinggi tumbuhan. Data tersebut merupakan hasil dari pengukuran beberapa kelompok tumbuhan dengan perlakuan pemberian kadar pupuk Urea dan NPK dengan dosis berbeda sesuai dengan penelitian yang dilakukan.

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 tumbuhan dengan input berupa dosis pupuk NPK dan Urea. Selanjutnya data output tersebut digunakan sebagai parameter untuk membangun simulasi dari pertumbuhan tumbuhan *wortel*. Secara keseluruhan desain system dari simulasi ini digambarkan sebagai berikut,

Dalam desain ini dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

**a. Input**

Inputan dari sistem ini adalah kombinasi dosis pupuk Urea dan NPK.

**b. Proses**

Data input kemudian diproses dengan menggunakan fuzzy mamdani, dimana dalam fuzzy tersebut telah disusun aturan-aturan dari pengaruh kombinasi pemupukan dari pupuk Urea dan NPK. Aturan tersebut disusun berdasarkan data observasi.

**c. Output**

Output berupa berupa model simulasi morfologi tumbuhan yang datanya diperoleh dari hasil output proses.

Setelah melewati 4 tahap tersebut diperoleh hasil perhitungan data tanaman yang kemudian masuk dalam XL-System dan Growimp sehingga dihasilkan visualisasi berupa simulasi tanaman wortel.

### 3.3 Tahap Implementasi

Implementasi merupakan proses transformasi representasi rancangan ke bahasa pemrograman yang dapat dimengerti oleh komputer. Teknologi yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah teknologi simulasi berbasis XL System (*extended lindenmayer system*). Dengan teknologi ini, memungkinkan kompleksitas alam dapat didefinisikan dengan beberapa parameter dan aturan.

Untuk menghasilkan suatu bentuk dengan metode ini harus dilakukan dua langkah, yaitu aplikasi dari grammar untuk menghasilkan string berisi struktur topologi dari tumbuhan dan interpretasi dari string tersebut. Oleh karena itu L-system menggunakan metode iterasi untuk membuat pertumbuhan tumbuhan.

Perulangan iterasi merupakan struktur kontrol perulangan yang umumnya menggunakan perintah-perintah yang telah tersedia pada bahasa pemrograman, setiap bahasa pemrograman mempunyai perintah perulangan yang berbeda-beda. Dalam perulangan iterasi, proses perulangan akan dilakukan jika kondisi untuk memulai proses perulangan terpenuhi dan akan berhenti jika kondisi untuk menghentikan perulangan terpenuhi.

Karena program yang dibuat adalah simulasi maka proses implementasi ini diawali dengan mengumpulkan data visual dari tumbuhan. Data tersebut digunakan untuk membuat komponen-komponen tiruan dari tumbuhan aslinya. Data visual tumbuhan yang diambil adalah gambar daun dan batang tumbuhan.

Dalam simulasi ini, sebenarnya bentuk dasar dari komponen tumbuhan bisa berupa garis, polygon, lingkaran, silinder dan bentuk-bentuk yang lainnya. Selanjutnya bentuk-bentuk tadi dimanipulasi sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk dan tampilan dari tumbuhan aslinya.

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Analisa Data

##### 4.1.1 Pengolahan data

Dari data morfologi tanaman yang diperoleh (tinggi, jumlah daun dan panjang daun) yang dijadikan indikator adalah tinggi tanaman. Karena dari data tersebut terlihat jelas perbedaan hasil pertumbuhan dari tiap-tiap kelompok tanaman. Disamping itu dari data tersebut juga tampak pengaruh dari pupuk Urea dan NPK. Data tinggi tanaman dan tadi diambil nilai rata-rata untuk menyusun desain fuzzy serta aturan fuzzy yang akan digunakan pada sistem.

Dari data tabel di atas kemudian digunakan untuk menyusun kelompok himpunan fuzzy. Di bawah ini disajikan desain fuzzy dari data pupuk Urea, NPK dan desain fuzzy dari hasil akhir dari tinggi tanaman :

1. Desain fuzzy dari pupuk urea

Berdasarkan data tabel maka diperoleh himpunan variabel input fuzzy dari pupuk Urea sebagai berikut :

2. Desain fuzzy dari pupuk NPK

Untuk himpunan fuzzy dari pupuk Urea dijelaskan sebagai berikut :

3. Desain fuzzy dari tinggi tanaman

Berdasarkan data tabel maka diperoleh himpunan variabel output fuzzy dari tinggi tanaman sebagai berikut :

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

#### 4. Desain fuzzy dari jumlah daun

Berdasarkan data tabel maka diperoleh himpunan variabel output fuzzy dari jumlah daun sebagai berikut :

### 4. 2 Implementasi Program

Dalam membuat program simulasi ini ada beberapa hal yang perlu disiapkan baik dari segi kebutuhan perangkat keras maupun perangkat lunak.

#### 4. 2. 1 Instalasi Program

##### a. Kebutuhan Perangkat Keras

1. Komputer dual core atau sejenisnya.
2. Memory minimal 256 Mbytes.
3. Hardisk 160 Gbytes.
4. VGA 877 Mbytes.

##### b. Kebutuhan Perangkat Lunak

1. Instalasi windows 7 sebagai system operasi
2. Instalasi JRE (Java Runtime Environment) minimal versi 1.4
3. Instalasi GroImp sebagai editor bahasa XL.

### 4. 3 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 NPK sebanyak 2.0 gram dan pupuk Urea sebanyak 2.0 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 :

Tahapan kedua adalah proses visualisasi dalam bentuk simulasi pertumbuhan tanaman wortel yaitu dengan cara memasukan nilai dari output proses fuzzy yang berupa nilai dari tinggi tanaman ke program simulasi. Nilai dari tinggi tanaman diinisialisasi terlebih dahulu di konstruktor program simulasi. Potongan *source code* inisialisasi sebagai berikut :

#### 4. 4 Hasil Program

Hasil dari program simulasi ini berupa inputan data, tampilan 3D yang disertai dengan keterangan waktu dan keterangan tinggi tanaman pada tiap-

##### **Evaluasi Program**

Untuk menguji keakuratan program maka perlu dilakukan perbandingan antara hasil model pertumbuhan tanaman dengan hasil penelitian dilapangan, jika hasilnya mendekati dengan data di lapangan maka program simulasi ini dianggap baik. Dari perbandingan tersebut bisa persentase error dari hasil penghitungan.

Uji coba dilakukan sebanyak 1 kali. Sedangkan pengambilan data uji coba dilakukan sebanyak 4 kali, yaitu pada hari ke 10, hari ke 20, hari ke 30 dan hari ke







tidak akan mampu menandingi Allah dengan akal yang dimilikinya. Begitu juga dengan tanaman. Tanaman tidak tumbuh dan berkembang dengan sendirinya, tapi tanaman tumbuh dengan kekuasaan Allah. Sedangkan Allah maha berkehendak. Allah maha kuasa untuk menumbuhkan dan menentukan hasil tanaman sesuai dengan kehendaknya. Sedangkan manusia hanya bisa mempelajari sebatas kemampuan yang dimilikinya. Padahal pengetahuan manusia tidak ada apa-apanya disbanding dengan kekuasaan Allah. Meskipun program ini telah diusahakan sebaik mungkin tapi bagaimanapun juga kekuasaan Allah lebih besar. Sehingga masih banyak kekurangan dalam program ini terutama masalah keakuratan perkiraan. Allah Maha Pencipta, tiada yang sanggup untuk menandingi, sebagai mana firman Allah dalam surat Al Hasyr ayat 24 yang berbunyi :

هُوَ اللَّهُ الْخَلِيقُ الْبَارِئُ الْمُصَوِّرُ لَهُ الْأَسْمَاءُ الْحُسْنَىٰ يُسَبِّحُ لَهُ مَا فِي السَّمَوَاتِ  
وَالْأَرْضِ وَهُوَ الْعَزِيزُ الْحَكِيمُ ﴿٢٤﴾

*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.”.*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian dan pembuatan program simulasi ini, dapat disimpulkan:

1. Kadar / dosis pemberian pupuk NPK dan pupuk urea dapat mempengaruhi pertumbuhan wortel.
2. Secara umum program simulasi dengan menggunakan metode fuzzy mamdany dapat menggambarkan pola pertumbuhan dan perkembangan tanaman wortel (*daucus carota l*).
3. Metode XL-System merupakan konsep yang cocok untuk dipergunakan dalam pemodelan tanaman dengan memanfaatkan framework dari Groimp dan bisa dijadikan sebagai referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut.
4. Hasil dari simulasi groimp diperoleh bahwa tinggi tanaman wortel adalah 19.38 cm.
5. Hasil akhir dari perhitungan persentase *error rate* dari tinggi tanaman pada percobaan pertama adalah 21.38%, kemudian pada hasil akhir dari perhitungan persentase *error rate* dari tinggi tanaman untuk percobaan ke-2 adalah 19.49%, percobaan ke-3 adalah 19.62, percobaan ke-4 adalah 19.01% dan hasil akhir dari perhitungan persentase *error rate* dari tinggi tanaman untuk percobaan ke-5 adalah 18.09%.

## 5.2. Saran

1. Simulasi ini dalam bentuk tampilan 3D tetapi masih belum bisa mensimulasikan sampai sedetail tanaman yang sebenarnya, komponen seperti bunga, detail jumlah dan pertumbuhan daun, dan banyak tangkai belum bisa dimunculkan untuk menyerupai dengan tanaman yang sebenarnya. Untuk mencapai hal itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan teori yang lain lagi untuk pembuatan model simulasi.
2. Untuk pengembangan ke depannya program simulasi ini perlu dilengkapi dengan data-data yang lebih kompleks, tidak hanya tinggi tanaman dan jumlah hari. Sehingga hasilnya benar-benar bisa menggambarkan proses pertumbuhan persis dengan tanaman aslinya.
3. Program ini masih sangat jauh dari sempurna. Sehingga perlu dilakukan perbaikan dan diharapkan hasil yang diperoleh juga maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad dan Purwoko R. 2011. *Simulasi Transparansi Administrasi Pelanggaran Lalulintas Berbasis Web*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan komputer AMIKOM.
- Albab, Moh. Ulil. 2012. *Simulasi Pertumbuhan Chrysanthemum Reagent Pink Terhadap Pemberian Komposisi Pupuk Urea dan Kcl Berbasis XL System Menggunakan Fuzzy Mamdani*. Skripsi Tidak Diterbitkan . Malang: Universitas Maulana Malik Ibrahim.
- Asy-Syafi'i, Syaikh Abu Bakar Jabir Al Jazairi. 2007. *Tafsir Alquran Al-Aisar*. Jakarta Timur: Darus sunah press.
- Departemen Agama Republik Indonesia. 1984. *Al-quran dan Tafsirnya*. Jakarta: Proyek Pengembangan Kitab Suci.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1996. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Dr. Abdulah bin Muhammad. 2007. *Tafsir Ibnu Katsir*. Bogor: Pustaka Imam.
- Jalaluddin Muhammad Ibn Ahmad Al-Mahalliy dan Jalaluddin Asy-Syuyuth. 2009. *Tafsir Jalalain*. Tasikmalaya: Pustaka Al-Hidayah.
- Julu, Togu. L. S. 2006. *Pengaruh Waktu Penyiangan dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produktifitas Tanaman Jagunag (Zea mays L.) Varieta DK3*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Keliat, S. D. 2008. *Analisis Sistem Pemasaran Wortel*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Kusumadewi, Sri.2002. *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox MATLAB*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, Sri.2003. *Artificial Intelligence (Teknik & Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, Sri.2004. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Meliani dan Sumpena. 2005. *Pengaruh Dosis Pupuk Organik Kascing Dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Wortel (Daucus Carota L.)*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Bandung: Universitas Padjajaran.

- Musthofa, Ahmad. 1994. *Tafsir Al-Maraghi*. Beirut: Dar el-fikr.
- Pohan, R. A. 2008. *Analisis Usaha Tani dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pendapatan Petani Wortel*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Putra, Andika W. dkk. 2012. *Metode Simulasi*. Makalah Riset Oprasional II. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Gunadarma.
- Schroeder, Roger G. 1997. *Operations Management*. McGrawHill,Inc. New Jersey.
- Suharyanti, Yosephine. 1999. *Model Dasar Simulasi Perjalanan Alat Angkut Pada Lintasan Tetap Dan Pengembangannya Pada Kasus Angkutan Kota Fiktif*. JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI, 1999, VOL. III, No. 3, hal 149 – 162
- Syaikh Ahmad Muhammad Syakir dan Syaikh Mahmud Muhammad Syakir. 2008. *Tafsir Alquran Ath-Thabari*. Jakarta Selatan: Pustaka Azam.
- Zulqifli, Fahrizal. 2011. *Function Structure Plant Model Pertumbuhan Tanaman Bunga Chrysanthemum Indicum Pink Terhadap Pengaruh Pemberian Pupuk Mkp Berbasis XI-System*. Skripsi Tidak Diterbitkan . Malang: Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Damari, Ari. 2008. *Cara Mudah Menaklukkan Olimpiade Sains SD/MI*. Jakarta: WahyuMedia.<http://books.google.co.id/books?id=XsrDna68awsC&printsec=frontcover&dq=Mudah+Menaklukkan+Olimpiade+Sains+SD/MI&hl=id&sa=X&ei=IRr4UPCtBdHqrQfXmoCIAw&ved=0CCkQ6AEwAA>. (Diakses pada...).
- Matnawi, Hudi. 1989. *Perlindungan Tanaman*. Kanisius. Yogyakarta. <http://books.google.co.id/books?id=eFP8j0K66fsC&printsec=frontcover&dq=Perlindungan+Tanaman&hl=id&sa=X&ei=CRz4UKqDAcXjrAeeoH4CA&ved=0CCkQ6AEwAA> (Diakses pada...).
- Rukmana, Rahmat. 1995. *Bertanam Wortel*. Yogyakarta: KANISIUS. <http://books.google.co.id/books?id=jjhumHJ2zecC&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false> (Diakses pada...).
- Susilowarno, dkk.2000. *Biologi SMA/MA Kls XII*. Jakarta: Grasindo. <http://books.google.co.id/books?id=VZpoowMG8sMC&pg=PT3&dq=Biologi+SMA/MA+Kls+XII&hl=id&sa=X&ei=0hr4ULGGHcLrrQf4vIHocw&ved=0CCkQ6AEwAA>. (Diakses Pada...).

<http://epetani.deptan.go.id/budidaya/aneka-olahan-wortel-untuk-home-industri-1837> (Diakses 4 Juli 2012 jam 20.56)

<http://carrotcornerunair.blogspot.com/2012/03/blog-post.html>  
(Diakses 4 Juli 2012 jam 21.05).

<http://bebas.vlsm.org/v12/sponsor/Sponsor-Pendamping/Praweda/Biologi/0054%20Bio%202-3a.htm> (Diakses 29 september 2012 jam 20.00)

<http://livean.com/blog/gulma/> (Diakses 30 september 2012 jam 12.25)



## LAMPIRAN

**Tabel Data Tanaman Wortel Untuk Nilai Ukur Perhitungan Fuzzy Hari Terakhir :**

<b>0:0</b>	<b>Panjang tangkai (cm)</b>
1	11.4
2	10.5
3	11.3
4	10.5
5	11.1
6	11.3
7	11.3
8	11.1
9	11.2
10	11.5

Tabel 1.1 Pupuk NPK 0 dan Pupuk Urea 0

<b>0:2</b>	<b>Panjang tangkai (cm)</b>
1	11.4
2	11.6
3	11.7
4	11.7
5	11.4
6	11.6
7	10.7
8	11.6
9	11.4
10	11.5

Tabel 1.2 Pupuk NPK 0 dan Pupuk Urea 2

<b>0:4</b>	<b>Panjang tangkai (cm)</b>
1	12.4
2	14.5
3	14.6
4	14.6
5	14.3
6	13.4
7	14.4
8	15.6
9	15.6
10	14.6

Tabel 1.3 Pupuk NPK 0 dan Pupuk Urea 4

<b>3:0</b>	<b>Panjang tangkai (cm)</b>
1	15.5
2	13.4
3	14.5
4	14.4
5	13.4
6	15.4
7	14.5
8	14.5
9	14.5
10	14.8

Tabel 1.4 Pupuk NPK 3 dan Pupuk Urea 0

<b>3:2</b>	<b>Panjang tangkai (cm)</b>
1	16.6
2	17.5
3	17.5
4	17.6
5	18.7
6	17.7
7	18.8
8	17.4
9	17.5
10	18.4

Tabel 1.5 Pupuk NPK 3 dan Pupuk Urea 2

<b>3:4</b>	<b>Panjang tangkai (cm)</b>
1	18.4
2	16.6
3	17.6
4	18.6
5	18.6
6	18.8
7	18.8
8	18.5
9	18.7
10	17.6

Tabel 1.6 Pupuk NPK 3 dan Pupuk Urea 4

Tanaman 6:0	Panjang tangkai (cm)
1	20.6
2	22.5
3	20.5
4	21.5
5	22.8
6	21.5
7	22.5
8	22.8
9	20.6
10	20.7

Tabel 1.7 Pupuk NPK 6 dan Pupuk Urea 0

6:2	Panjang tangkai (cm)
1	20.4
2	21.5
3	22.7
4	22.1
5	22.9
6	21.6
7	22.6
8	22.5
9	21.5
10	22.4

Tabel 1.7 Pupuk NPK 6 dan Pupuk Urea 2

6:4	Panjang tangkai (cm)
1	24.9
2	23.8
3	24.1
4	23.1
5	24.4
6	25.2
7	23.7
8	24.5
9	23.3
10	23.5

Tabel 1.8 Tabel 1.7 Pupuk NPK 6 dan Pupuk Urea 4

**Foto-foto Penelitian**





