SIMULASI PENGARUH MEDIA TANAM SEKAM DAN PUPUK KANDANG TERHADAP PERTUMBUHAN TINGGI TANAMAN WORTEL DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO BERBASIS *XL SYSTEM*

SKRIPSI

Oleh :

BAYU SHOLEHUDIN HAKIM

NIM. 08650138

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

2013

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

SIMULASI PENGARUH MEDIA TANAM SEKAM DAN PUPUK KANDANG TERHADAP PERTUMBUHAN TINGGI TANAMAN WORTEL DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO 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:

BAYU SHOLEHUDIN HAKIM
NIM. 08650138

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

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

SIMULASI PENGARUH MEDIA TANAM SEKAM DAN PUPUK KANDANG TERHADAP PERTUMBUHAN TINGGI TANAMAN WORTEL DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO BERBASIS *XL SYSTEM*

SKRIPSI

Oleh:

BAYU SHOLEHUDIN HAKIM

NIM. 08650138

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:

Tanggal, 30 Maret 2013

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Suhartono, M.Kom	**Dr. Munirul Abidin, M.A**
NIP. 196805192003121001	NIP. 197204202002121003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Ririen Kusumawati, M.Kom
NIP. 197203092005012002

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

SIMULASI PENGARUH MEDIA TANAM SEKAM DAN PUPUK KANDANG TERHADAP PERTUMBUHAN TINGGI TANAMAN WORTEL DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO BERBASIS *XL SYSTEM*

SKRIPSI

Oleh :

BAYU SHOLEHUDIN HAKIM

NIM. 08650138

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Tanggal, 15 April 2013

Susunan Dewan Penguji:		Tanda Tangan
1. Penguji Utama	: **Zainal Abidin, M.Kom** NIP. 197606132005011004	( )
2. Ketua	: **Linda Salma Angreani, M.T** NIP. 197708032009122005	( )
3. Sekretaris	: **Suhartono, M.Kom** NIP. 196805192003121001	( )
4. Anggota	: **Dr. Munirul Abidin, M.Ag** NIP. 197204202002121003	( )

Mengesahkan,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Ririen Kusumawati, M.Kom
NIP. 197203092005012002

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bayu Sholehudin Hakim
NIM : 08650138
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 *SIMULASI PENGARUH MEDIA TANAM SEKAM DAN PUPUK KANDANG TERHADAP PERTUMBUHAN TINGGI TANAMAN WORTEL DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO BERBASIS XLSYSTEM* 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, 06 April 2013
Yang membuat pernyataan,

Bayu Sholehudin Hakim
NIM. 08650138

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

MOTTO

بسم الله الرحمن الرحيم

"Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah"

" Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil tapi berusahalah menjadi manusia yang berguna"

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERSEMBAHAN

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 Sugiyanto sebagai inspirasi nomer satuku dan ibu Siti Sholihatin yang telah mengasihi dan merawatku dari lahir hingga dewasa, kasih dan sayang kalian hanya bisa kubalas dengan kebanggaan karena telah melahirkanku.

Kakakku yang kusayang Niken Palupi serta keponakanku Dhani tercinta 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

Dan teman-teman Teknik Informatika 2008 khususnya teman-teman laskar D'carTi 2008

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

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 Muhammand 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 Sugiyanto dan ibu Siti Sholihatin, 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. Bapak Ainul Yaqin, M.Kom selaku dosen wali yang telah memberikan nasehat serta semangat kepada penulis selama menjalani perkuliahan.
5. Bapak Zainal Abidin, M.Kom yang telah memberikan nasehat serta bimbingan dalam proses pengerjaan skripsi ini.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

6. Bapak Wibowo selaku pengelola P4 Tulung Karyo Bumiaji, Batu yang telah membantu penelitian ini, terima kasih atas bimbingan dan bantuan yang telah diberikan.
7. Segenap dosen dan staf pengajar, terima kasih atas semua ilmu yang telah diberikan.
8. Kakakku tercinta Niken Rahayu Palupi, dan keponakanku Sulton Dhani. Terima kasih akan do'a dan dukunganmu kepada adik dan om tercinta mu ini.
9. Semua sahabat yang telah membantu menulis hingga terselesaikanya skripsi ini, khususnya kepada Nabilla, Fajar, Andy, Fikri, Widy, Riza, Velly, serta semua sahabat di TI-UIN Maliki Malang angkatan 2008 khususnya dulur-dulur laskar D'carti semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal atas jasa dan bantuan yang telah diberikan.
10. Seluruh sahabat-sahabat kontrakan Joyo Raharjo 202B dan Joyo Tambaksari 16A terima kasih atas kritik dan sindirannya sehingga memacu penulis untuk segera 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 mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

Malang, 06 April 2013

Penulis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGAJUAN ii
HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN v
HALAMAN MOTTO vi
HALAMAN PERSEMBAHAN vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xiv
ABSTRAK xv
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan 6
1.4 Manfaat Penelitian 6
1.5 Batasan Masalah 6
1.6 Sistematika Penulisan 7

BAB II KAJIAN PUSTAKA
2.1 Tanaman Wortel 9
2.1.1 Sejarah Singkat Wortel 9
2.1.2 Sentra Penanaman 10
2.1.3 Jenis Tanaman 11
2.1.4 Manfaat Tanaman 12
2.2 Media Tanam 13
2.3 Simulasi 17
2.3.1. Keuntungan dan kerugian simulasi 18
2.4 Pertumbuhan 20

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.5 XL-System 24
2.5.1 L-System 24
2.5.2 Bahasa Pemrograman XL 26
2.6 Himpunan Fuzzy 27
2.6.1 Fuzzy Sugeno 29

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian 33
3.2. Objek Penelitian 34
3.3. Variabel Penelitian 34
3.4 Waktu dan Tempat 34
3.5. Alat dan Bahan 35
3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian 35
3.6.1 Persiapan Lahan 35
3.6.2 Penyiapan Bibit Tanaman 37
3.6.3 Penanaman dan Pemeliharaan 37
3.7 Pengambilan Data 38
3.8 Analisa dan Desain 39
3.8.1 Pengolahan Data 39
3.9 Desain Sistem dan Diagram Alur 40
3.9.1 Masukan 42
3.9.2 Proses 42
3.9.2.1 Komposisi Aturan 42
3.9.2.2 Fuzzyfikasi 44
3.9.2.3 Aplikasi Fungsi Implikasi 49
3.9.2.4 Defuzzyfikasi 50
3.9.2 Keluaran 50
3.10 Tahap Implementasi 50

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAAN

4.1 Implementasi Program 45

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.1.1 Instalasi Program 52
4.1.2 Pembuatan dan Pengujian Program 52
4.2 Hasil Program 59
4.3 Evaluasi Program 61
4.4 Tinjauan Agama 65
4.4.1 Simulasi Tanaman Dalam Islam 67

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 71
5.2 Saran 72

DAFTAR PUSTAKA 73

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh tanaman sayuran wortel	9
Gambar 2.2	Fungsi Keanggotaan Segitiga	31
Gambar 2.3	Fungsi Linier Naik	31
Gambar 2.3	Fungsi Linier Turun	32
Gambar 3.1	Lahan Penanaman	35
Gambar 3.2	Desain Alur Sistem Keseluruhan Program	41
Gambar 3.3	Diagram alur jalannya program	41
Gambar 3.4	Representasi fungsi derajat keanggotaan dari arang sekam	45
Gambar 3.5	Representasi fungsi derajat keanggotaan dari pupuk kandang	47
Gambar 3.6	Simulasi Tanaman Wortel	51
Gambar 4.1	Texture daun	59
Gambar 4.2	Inputan Nilai Arang Sekam	59
Gambar 4.3	Inputan Nilai Pupuk Kandang	59
Gambar 4.4	Inputan Data Lapangan	60
Gambar 4.5	Keterangan waktu dan tinggi tanaman pada program	60
Gambar 4.6	Grafik pertumbuhan tanaman	60
Gambar 4.7	Hasil simulasi tanaman	61

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan ayat-ayat Muhkamat dan Mutasyabihat dalam pengertian bilangan fuzzy dan non fuzzy 29
Tabel 3.1 Perlakuan masing-masing kelompok tanaman 33
Tabel 3.2 Hasil rata-rata pengukuran tiap kombinasi perlakuan 40
Tabel 3.3 Himpunan variabel input fuzzy arang sekam(*as*) 42
Tabel 3.4 Himpunan variabel input fuzzy pupuk kandang(p*k*) 43
Tabel 3.5 Aturan fuzzy hasil dari variasi pemberian kombinasi takaran arang sekam dan pupuk kandang 43
Tabel 4.1 Perbandingan data lapangan dan hasil program pada pengukuran ke 1 atau hari ke 10 62
Tabel 4.2 Penjelasan perhitungan 62
Tabel 4.3 Perbandingan data lapangan dan hasil program pada pengukuran ke 2 atau hari ke 20 63
Tabel 4.4 Perbandingan data lapangan dan hasil program pada pengukuran ke 3 atau hari ke 30 63
Tabel 4.5 Perbandingan data lapangan dan hasil program pada pengukuran ke 4 atau hari ke 40 64
Tabel 4.6 Perbandingan data lapangan dan hasil program pada pengukuran ke 5 atau hari ke 50 64
Tabel 4.7 Hasil akhir perbandingan data lapangan dan simulasi 65

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRAK

Hakim, Bayu Sholehudin. 2013. **Simulasi Pengaruh Media Tanam Sekam Dan Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Wortel Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno Berbasis Xl System**. Pembimbing : (I) Suhartono, M.Kom, (II) Dr. Munirul Abidin, M.A.

Kata Kunci : Simulasi, pertumbuhan, wortel, arang sekam, pupuk kandang, *XL-system*, fuzzy sugeno.

Simulasi tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah wortel yang dalam bahasa latin disebut *daucus carota l*. Wortel merupakan salah satu jenis sayuran yang sangat potensial sebagai bahan pangan untuk mengentaskan masalah kekurangan vitamin A, tumor/kanker, dan kekurangan gizi, sehingga dapat dipastikan permintaan wortel akan bertambah besar. Untuk mengatasi permintaan yang semakin besar, diperlukan sebuah terobosan baru dalam hal studi karakteristik atau penelitian tanaman salah satunya dengan simulasi pertumbuhan tanaman.

Simulasi pertumbuhan wortel ini dilakukan dengan 2 kombinasi, yaitu pemberian takaran arang sekam 80 gram dan pupuk kandang 90 gram. Dalam simulasi ini menggunakan metode Fuzzy Sugeno berbasis XL-System untuk menghitung tinggi tanaman wortel. XL-Sysytem merupakan teknik digitalisasi pertumbuhan tanaman yang berhubungan dengan pengolahan citra dan matematika yang berbasis tiga dimensi(3D). Sedangkan fuzzy sugeno merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk *IF – THEN*

Hasil akhir simulasi tinggi tanaman adalah 20, 16 cm dan tinggi tanaman dilapangan adalah 21, 10 cm, dengan perbandingan presentase error perbandingan data lapangan dan simulasi adalah 9.822%, sedangkan presentase akurasi perbandingan data lapangan dan simulasi adalah 90.17%. Secara umum program simulasi dengan menggunakan metode fuzzy sugeno ini dapat menggambarkan pola pertumbuhan dan perkembangan tanaman wortel (*daucus carota l*).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRACT

Hakim, Bayu Sholehudin. 2013. **Simulation of the effect of hume and manure as planted media toward the carrot growth using fuzzy sugeno method with Xl system based**

Advisors : (I) Suhartono, M.Kom, (II) Dr. Munirul Abidin, M.A.

Key words : Simulation, growth, carrot, hume, manure, *XL-system*, fuzzy sugeno.

Carrot is one of favorable vegetable, showed by the high rate of its demand. Increasing of life quality as well as awareness of the nutritionus food have made its demand sharply arise. On the other hand, decreasing toward its quality and quantity caused by some factors, i.e. unstable climate and pest attack. Therefore, it needs some solutions to face those problems. Treatment to the planted media and the using of technology are proposed.

Usually, in order to measure the lenght of plant, traditional farmers do some experiments related to planted media. As a manual process, they spend much money and waste time. Furthermore, the data just showed the final result instead of showing the process of growth plant.

This research is aimed to simulate carrot growth and approximate its height. Since, recent day, an approach to study carrot growth process has been able to be analized using simulation, i.e. plant growth simulation with xl system based. It is able to monitor the plant growth continuously, time by time. Then, fuzzy sugeno method is used to approximate the carrot height.

Based on the treatment to the composition of hume and manure, simulation result has been able to show a growth model of carrot with accuration percentage is 90.178% and error percentage is 9.82%.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk memenuhi kebutuhan pangan dunia, diperlukan adanya peningkatan penyediaan bahan pangan baik sumber pangan hayati, maupun hewani. Sebagai sumber pangan hayati, wortel memiliki peran yang penting dalam penyediaan bahan pangan, khusunya penyediaan sumber vitamin dan mineral. (Bambang Cahyono. 2002).

Sejalan dengan kenaikan jumlah kenaikan taraf hidup masyarakat, dan semakin tingginya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya nilai gizi, vitamin dan mineral, permintaan wortel akan terus meningkat pada tahun-tahun mendatang. Selain itu, wortel merupakan salah satu jenis sayuran yang sangat potensial sebagai bahan pangan untuk mengentaskan masalah kekurangan vitamin A, tumor/kanker, dan kekurangan gizi, sehingga dapat dipastikan permintaan wortel akan bertambah besar.

Salah satu aspek terpenting dalam dunia pertanian adalah menentukan kombinasi media tanam yang tepat, karena kombinasi media tanam merupakan tempat dimana tanaman itu akan tumbuh dan berkembang. Kesalahan dalam perlakuan kombinasi media tanam, akan berakibat buruk bagi keberhasilan panen dan tingkat produksi tanaman wortel. Bahkan bisa merusak kesuburan tanah dan tanaman.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Kesuburan tanah yang diberikan Allah terhadap sebagian umat manusia di sebagian belahan bumi merupakan kenikmatan yang wajib disyukuri dangan cara menjaga kelestariannya dan tidak merusaknya. Melalui kenikmatan yang disyukuri ini Allah menumbuhkan berbagai macam tanaman yang bermanfaat bagi kebutuhan manusia. Dalam hal ini Allah telah menjelaskan dalam Surat Al A'rof 58:

وَٱلۡبَلَدُ ٱلطَّيِّبُ يَخۡرُجُ نَبَاتُهُۥ بِإِذۡنِ رَبِّهِۦۖ وَٱلَّذِي خَبُثَ لَا يَخۡرُجُ إِلَّا نَكِدٗاۚ كَذَٰلِكَ نُصَرِّفُ ٱلۡأٓيَٰتِ لِقَوۡمٖ يَشۡكُرُونَ ٥٨

Artinya: *"dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dangan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur ".* (Qs. Al A'rof 58).

Imam Jalaluddin Al-Mahalliy dalam tafsirnya Al-Jalalain menjelakan bahwa kesuburan tanah yang mampu menumbuhkan tanaman-tanaman yang baik dan bermanfaat merupakan kenikmatan yang agung yang diberikan Allah pada hamba- hamba-Nya yang beriman dan mensyukuri nikmat Allah, sebaliknya tanah yang tidak subur tidak bisa menumbuhkan tanaman yang baik yang bermanfaat, hal ini diberikan kepada kaum-kaum yang tidak mensyukuri nikmat Allah, fenomena ini merupakan tanda yang diberikan Allah untuk membedakan mana kaum yang mensyukuri nikmat Allah dan mana yang kufur nikmat Allah.

Adapun produksi sayuran di Indonesia pada tahun 2007 mencapai 9.94 juta ton yang mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya, yaitu 9.53 juta ton. Meskipun produksi mengalami peningkatan, namun tingkat konsumsi sayuran di Indonesia masih di bawah standar. Standar konsumsi sayuran di Indonesia ialah

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

65.75 kg/kapita/tahun. Penduduk Indonesia hanya mengkonsumsi sayuran sebanyak 37.94 kg/kapita/tahun (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2008). Konsumsi sayuran di Indonesia diprediksikan akan mengalami peningkatan sejalan dangan membaiknya kondisi perekonomian dan meningkatnya taraf pendidikan masyarakat. Peluang meningkatnya permintaan tersebut perlu diantisipasi dangan meningkatkan kuantitas dan kualitas produk sayuran yang dihasilkan petani Indonesia. Untuk memenuhi permintaan sayuran tersebut, diharapkan sayuran yang diproduksi memiliki kualitas dan kuantitas yang unggul.

Salah satu cara untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas produk sayuran dan hasil panen sayuran yaitu dangan cara melakukan penelitian dan studi karakteristik terhadap permasalahan mendasar. Inovasi teknologi yang dilakukan dangan cara studi karakteristik tanaman berdasarkan pengaruh perubahan ekosistem dan lingkungan yang berbeda untuk kebutuhan analisis dan sintesa terhadap hasil tanaman, selama ini masih dilakukan secara manual. Penelitian dangan metode penanaman tumpang sari (penamanan campuran pada satu areal lahan tanam), penanaman organik (penanaman dangan tanpa campuran zat kimia), penanaman dengan pemberian bokashi (pupuk dangan komposisi bahan dasar hasil fermentasi bahan-bahan organik seperti sekam, serbuk gergajian, jerami, kotoran hewan dan lain-lain) ataupun dangan metode-metode yang lain, masih dangan cara yang manual dan konvensional. Harus melalui proses seperti pengolahan lahan, pembibitan, perawatan tanaman wortel seperti penyiraman, penjarangan, pemupukan, persiapan masa panen, dan pengambilan data hasil penelitian. Disamping memerlukan waktu lama (karena masa panen tanaman

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

wortel berkisar antara 2-3 bulan) cara-cara penelitian saat ini juga memerlukan teknik yang rumit berkaitan dangan unsur biologis tanaman yang bersifat kompleks. Biaya dan tenaga yang dikeluarkanpun juga lumayan banyak, terkait dangan penggunaan dan pengolahan lahan, pemupukan, pembibitan tanaman, penyiraman dan lain lain.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah terobosan baru dalam hal studi karakteristik atau penelitian tanaman. Studi karakteristik atau penelitian tanaman dapat dilakukan dangan cara membuat pemodelan atau simulasi pertumbuhan tanaman sehingga diharapkan mampu menganalisis dan mensisntesis bentuk pemodelan kehidupan buatan yang meyerupai lingkungan alamiah. Selain tidak memerlukan teknik yang rumit, penelitian atau studi karakteristik dangan teknik pemodelan atau simulasi juga tidak membutuhkan waktu yang lama untuk mengetahui hasilnya. Pemodelan pertumbuhan tanaman yang mengambarkan unsur hayati tanaman yang bersifat dinamis dan kompleks akan dilakukan dangan pendekaan menggunakan metode XL-System.

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

وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُّتَرَاكِبًا وَمِنَ ٱلنَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّٰتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَٰبِهٍ ۗ ٱنظُرُوٓا۟ إِلَىٰ ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثْمَرَ وَيَنْعِهِۦٓ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكُمْ لَءَايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya : *" Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan dangan air itu segala macam tumbuh- tumbuhan , maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau,*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

> *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 pohonna berbuah, dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman ".* (Qs. A1-An'am : 99).

Dalam mengomentari tentang ayat ini, para pakat tafsir mengemukakan bahwa ayat tentang tumbuh-tumbuhan ini menerangkan proses penciptaan buah yang tumbuh berkembang melalui beberapa fase, hingga sampai pada fase kematangannya. Pada saat fase kematangannya ini, suatu jenis buah mengandung komposisi zat gula, minyak, protein, berbagai zat karbohidrat dan zat tepung. Semua itu terbentuk atas bantuan cahaya matahari yang masuk melalui klorofil. Dan menyerukan juga kepada kita, umat manusia untuk mempelajari dan meneliti terhadap tanda-tanda kebesaran-Nya. Simulasi tanaman merupakan salah satu terobosan baru dalam rangka mempelajari dan meneliti keanekaragaman dan tingkah laku tanaman secara khusus dan makhluk hidup di dunia pada umumnya. Yang bertujuan untuk menemukan inovasi baru untuk kebaikan umat manusia dan menjadikan kita semakin takjub akan kebesaran-Nya dan semakin beriman kepada-Nya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana membuat simulasi pertumbuhan tanaman wortel terhadap pengaruh kombinasi media tanam menggunakan metode fuzzy sugeno berbasis *XL-System*?

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah membuat simulasi pertumbuhan tanaman wortel terhadap pengaruh kombinasi media tanam yang berbeda dangan metode fuzzy sugeno berbasis *XL-System*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

a. Dapat memilih kombinasi media tanam yang teroptimal bagi jenis tanaman ini khususnya sehingga bisa meningkatkan kualitas dan produktifitas hasil tanaman.
b. Dapat mensimulasikan pertumbuhan tanaman wortel guna pengembangan studi, analisis dan sintesis pertumbuhan tanaman.
c. Dapat dijadikan sebagai referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

a. Menggunakan morfologi tanaman wortel.
b. Pada penelitian ini dititik beratkan pada model dan simulasi tanaman wortel.
c. Pada penelitian ini masih menggunakan 2 komposisi media tanam dan media tanamnya antara lain adalah arang sekam dan pupuk kandang.
d. Untuk output pertumbuhan masih dapat mensimulasikan panjang tangkai tanaman wortel.
e. Maksimal hari pertumbuhan tanaman adalah 50 hari.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

f. Metode yang digunakan adalah fuzzy sugeno

g. Penanaman dilakukan di ruang terbuka

h. Kadar pemberian takaran tertinggi pada arang sekam adalah 150 gram dan terendah adalah 25 gram. Sedangkan kadar pemberian takaran tertinggi pada pupuk kandang adalah 125 gram dan terendah adalah 50 gram.

i. Editor yang digunakan untuk mensimulasikan tanaman adalah Groimp

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan skripsi ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAD II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori-teori yang mendukung perancangan dan pembuatan simulasi pertumbuhan tanaman wortel terhadap pengaruh kombinasi media tanam menggunakan fuzzy sugeno berbasis XL-System.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian membahas tentang tahapan-tahapan penelitian serta membahas tentang perancangan umum maupun uraian lebih lanjut mengenai perancangan system program dalam pembuatan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

perangkat lunak. Uraian perancangan system perangkat lunak itu meliputi tahapan implementasi, deskripsi sistem, perancangan pembuatan program yang akan digunakan dalam pembuatan laporan skripsi.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa dan Pembahasan merupakan analisa dan pembahasan program dan hasil penelitian. Menjelaskan tentang program serta basil komparasi program dan basil penelitian secara umum maupun terperinci.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang telah didapatkan dari hasil uji coba sistem dan analisisnya mengenai keterikatan dangan tujuan pembuatan sistem, dan selanjutnya akan dikemukakan saran-saran mengenai penggunaan sistem serta bahan masukan bagi rencana pengembangan proyek untuk masa yang akan datang.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Wortel (*Daucus Carota L.)*

Wortel atau *daucus carota l* termasuk jenis tanaman sayuran umbi semusim, berbentuk semak (perdu) yang tumbuh tegak dangan ketinggian antara 30 -.100 cm atau lebih, tergantung jenis atau varietasnya. Wortel digolongkan sebagai tanaman semusim karena hanya berproduksi satu kali dan kemudian mati. Tanaman wortel berumur pendek, yakni berkisar antara 70 - 120 hari, tergantung varietasnya.

Gambar 2.1 Contoh tanaman sayuran wortel

2.1.1 Sejarah Singkat Tanaman Wortel

Wortel/carrots (*Daucus carota L.*) bukan tanaman asli Indanesia, 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

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

telah terkenal daerah pertaniannya. (Bambang Cahyono. 2002)

Wortel adalah sayuran yang sudah sangat dikenal masyarakat Indonesia dan populer sebagai sumber vit. A karena memiliki kadar karotena (provitamin A). Selain itu, wortel juga mengandung vit. B, vit. C, sedikit vit. G, serta zat-zat lain yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Sosok tanamannya berupa rumput dan menyimpan cadangan makanannya di dalam umbi. Mempunyai batang pendek, berakar tunggang yang bentuk dan fungsinya berubah menjadi umbi bulat dan memanjang. Umbi berwarna kuning kemerah-merahan, berkulit tipis, dan jika dimakan mentah terasa renyah dan agak manis.

2.1.2 Sentra Penanaman

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. Derah sentra produksi wortel Pulau Jawa terdapat di provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Sentra produksi wortel di Jawa Barat meliputi Kabupaten Bandung, Bogor, Cianjur, Garut, Sukabumi, Kuningan, Pandeglang, dan Majalengka. Sentra produksi wortel di Jawa Tengah meliputi Kabupaten Boyolali, Magelang, Banjarnegara, Purbalingga, Wonosobo, Pemalang, Pekalongan, Semarang, Karanganyar, Klaten dan Batang. Sementara sentra produksi wortel di Jawa Timur meliputi Kabupaten Trenggalek, Lumajang, Pacitan, Bondowoso, Probolinggo, Magetan, Malang dan Blitar. (Bambang Cahyono. 2002).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.1.3 Jenis Tanaman

Dalam sistematika tumbuh-tumbuhan, tanaman wortel diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae (tumbuh-tumbuhan)

Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)

Sub-Divisi : Angiospermae

Klas : Dicotyledanae

Ordo : Umbelliferales

Famili : Umbelliferae(Apiaceae)

Genus : Daucus

Spesies : Daucus carrota L.

Bentuk dan ukuran umbi wortel bermacam-macam, tergantung pada varietas, kesuburan, tanah, iklim,.serta hama dan penyakit. Varietas yang umum ditanam di Indanesia yaitu Chatenay dan Nantes. (Ir. Pracaya. 2010).

A. Chatenay

Berbentuk kerucut, bagian pangkal besar, garis tengah ± 6 cm, dan warna oranye. Umur ± 70 hari.

B. Nantes

Berbentuk silindris, garis tengah pangkal dan ujung hanya berbeda sedikit; ujung tumpul, garis tengah ± 3-4 cm, panjang ± 16-19 cm, warnanya oranye, bentuk bagus, rasa manis dan aroma enak, panen 2-3 bulan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.1.4 Manfaat Tanaman

Sebagai sayuran umbi akar, wortel telah lama dikenal. Rasanya yang manis karena mengandung zat gula menyebabkan wortel disukai banyak orang. Wortel dapat digunakan sebagai sayuran, acar, maupun bahan minuman. Umbi wortel sebenarnya adalah akar tunggang yang menebal dan berisi cadangan makanan. Bagian inilah yang sering dikonsumsi sebagai sayur atau bahan jus. Wortel berwarna oranye karena mengandung karoten yang bermanfaat untuk kesehatan tubuh. Semakin tua warnanya, semakin tinggi pula kandungan karotenya. (Ir. Pracaya. 2010).

Wortel merupakan bahan pangan (sayuran) yang digemari dan dapat dijangkau oleh seluruh lapisan masyarakat. Bahkan mengkonsumsi wortel sangat dianjurkan, terutama untuk menghadapi masalah kekurangan vitamin A. Dalam setiap 100 gram bahan mengandung 12.000 S.I vitamin A. Merupakan bahan pangan bergj7i tinggi, harga murah dan mudah mendapatkannya.

Selain sebagai "gudang vitamin A serta nutrisi", juga berkhasiat untuk penyakit dan memelihara kecantikan. Wortel ini mengandung enzim pencernaan dan berfungsi diuretik. Meminum segelas sari daun wortel segar ditambah garam dan sesendok teh sari jeruk nipis berkhasiat untuk mengantisipasi pembentukkan endapan dalam saluran kencing, memperkuat mata, paru-paru, jantung dan hati. Bahkan dangan hanya mengunyah daun wortel dapat menyembuhkan luka-luka dalam mulut/nafas bau, gusi berdarah dan sariawan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.2 Media Tanam

Jenis media tanam yang digunakan pada setiap daerah tidak selalu sama. Di Asia Tenggara, misalnya, sejak tahun 1940 menggunakan media tanam berupa pecahan batu bata, arang, sabut kelapa, kulit kelapa, atau batang pakis. Bahan-bahan tersebut juga tidak hanya digunakan secara tunggal, tetapi bisa dikombinasikan antara balm satu dangan lainnya. Misainya, pakis dan arang dicampur dangan perbandingan tertentu hingga menjadi media tanam baru. Pakis juga bisa dicampur dangan pecahan batu bata. Untuk mendapatkan media tanam yang baik dan sesuai dangan jenis tanaman yang akan ditanam, seorang petani harus memiliki pemahaman mengenai karakteristik media tanam yang mungkin berbeda-bedaa dari setiap jenisnya.

Media tanam merupakan komponen utama ketika akan bercocok tanam. Media tanam yang akan digunakan harus disesuaikan dangan jenis tanaman yang ingin ditanam. Menentukan media tanam yang tepat dan standar untuk jenis tanaman yang berbeda habitat asalnya merupakan hal yang sulit. Hal ini dikarenakan setiap daerah memiliki kelembaban dan kecepatan angin yang berbeda. Secara umum, media tanam harus dapat menjaga kelembaban daerah sekitar akar, menyediakan cukup udara, dan dapat menahan ketersediaan unsur hara.

Berdasarkan jenis bahan penyusunnya, media tanam dibedakan menjadi bahan organik dan anorganik.

1. Bahan Organik

Media tanam yang termasuk dalam kategori bahan organik umumnya berasal

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dari komponen organisme hidup, misalnya bagian dari tanaman seperti daun, batang, bunga, buah, atau kulit kayu. Penggunaan bahan organik sebagai media tan-am jauh lebih unggul dibandingkan dangan bahan anorganik. Hal itu dilcarenakan bahan organik sudah mampu menyediakan unsur-unsur ham bagi tanaman. Selain itu, bahan organik juga memiliki pori-pori makro dan mikro yang hampir seimbang sehingga sirkulasi udara yang diha.Silkan cukup baik serta memiliki daya serap air yang tinggi.

Bahan organik akan mengalami proses pelapukan atau dekomposisi yang dilakukan oleh mikroorganisme. Melalui proses tersebut, akan dihasilkan karbondioksida (CO_2), air (H_2O), dan mineral. Mineral yang dihasilkan merupakan sumber unsur hara yang dapat diserap tanaman sebagai zat makanan. Namun, proses dekomposisi yang terlalu cepat dapat memicu kemunculan bibit penyakit. Untuk menghindarinya, media tanam harus sering diganti. Oleh karena itu, penambahan unsur hara sebaiknya harus tetap diberikan sebelum bahan media tanam tersebut mengalami dekomposisi. Beberapa jenis bahan organik yang dapat dijadikan sebagai media tanam di antaranya arang, cacahan pakis, kompos, moss, sabut kelapa, pupuk kandang, dan humus. Sekam padi adalah kulit biji padi (*Oryza sativa*) yang sudah digiling.

Sekam padi yang bisa digunakan bisa berupa sekam bakar atau sekam mentah (tidak dibakar). Sekam bakar dan sekam mentah memiliki tingkat porositas yang sama. Sebagai media tanam, keduanya berperan penting dalam perbaikan struktur tanah sehingga sistem aerasi dan drainase di media tanam menjadi lebih baik Penggunaan sekam bakar untuk media tanam tidak perlu

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

disterilisasi lagi karena mikroba patogen telah mati selama pmses pembakaran. Selain itu, sekam bakar juga memiliki kandungan karbon (C) yang tinggi sehingga membuat media tanam ini menjadi gembur. Namun, sekam bakar cenderung mudah lapuk. Sementara kelebihan sekam mentah sebagai media tanam yaitu mudah mengikat air, tidak mudah lapuk, merupakan sumber *kalium* (K) yang dibutuhkan tanaman, dan tidak mudah menggumpal atau memadat sehingga akar tanaman dapat tumbuh dangan sempurna. Namun, sekam padi mentah cenderung miskin akan unsur hara.

Arang sekam merupakan media tanam yang bersifat mudah menyerap air karena bersifat porous dangan rongga udara yang tinggi dan memiliki drainase yang baik yaitu mampu menyimpan air, dan tidak mudah lapuk. Media arang sekam mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya antara lain harganya relatif murah, ringan, sudah steril dan mempunyai porositas yang baik. Kekurangannya jarang tersedia di pasaran, yang umum tersedia hanya sekamnya saja dan hanya dapat digunakan 2 kali saja.

Kompos merupakan media tanam organik yang bahan dasarnya berasal dari proses fermentasi tanaman atau limbah organik, seperti jerami, sekam, daun, rumput, dan sampah kota. Kelebihan dari penggunaan kompos sebagai media tanam arlalah sifatnya yang mampu mengembalikan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat-sifat tanah, baik fisik, kimiawi, maupun biologis. Selain itu, kompos juga menjadi fasilitator dalam penyerapan unsur nitrogen (N) yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Kandungan bahan organik yang tinggi dalam kompos sangat penting untuk memperbaiki kondisi tanah. Berdasarkan hal tersebut dikenal

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dua peranan kompos yakni *soil conditioner* dan *soil ameliorator*. *Soil condotioner* yaitu peranan kompos dalam memperbaiki struktur tanah, terutama tanah kering, sedangkan *soil ameliorator* berfungsi dalam memperbaiki kemampuan tukar kation pada tanah.

2. Bahan Anorganik

Bahan anorganik adalah bahan dangan kandungan unsur mineral tinggi yang berasal dari proses pelapukan batuan induk di dalam bumi. Beberapa media anorganik yang sering dijadikan sebagai media tanam yaitu gel, pasir, kerikil, pecahan batu bata, spons, tanah liat, vermikulit, dan perlit. Dan berbagai banyak media tanam anorganik, biasanya yang paling sering digunakan adalah Pasir. Pasir sering digunakan sebagai media tanam alternatif untuk menggantikan fungsi tanah. Sejauh ini, pasir dianggap memadai dan sesuai jika digunakan sebagai media untuk penyemaian benih, pertumbuhan bibit tanaman, dan perakaran setek batang tanaman. Sifatnya yang cepat kering akan memudahkan proses pengangkatan bibit tanaman yang dianggap sudah cukup umur untuk dipindahkan ke media lain. Sementara bobot pasir yang cukup berat akan mempermudah tegaknya setek batang. Selain itu, keunggulan media tanam pasir adalah kemudahan dalam penggunaan dan dapat meningkatkan sistem aerasi serta drainase media tanam.

Pasir Malang dan pasir bangunan merupakan Jenis pasir yang sering digunakan sebagai media tanam. Pasir pantai atau semua pasir yang berasal dari daerah yang bersersalinitas tinggi merupakan jenis pasir yang harus dihindari untuk digunakan sebagai media tanam, kendati pasir tersebut sudah dicuci terlebih

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dahulu. Kadar garam yang tinggi pada media tanam dapat menyebabkan tanaman menjadi merana. Selain itu, organ-organ tanaman, seperti akar dan daun, juga memperlihatkan gejala terbakar yang selanjutnya mengakibatkan kematian jaringan (*nekrosis*).

Media pasir mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya. mudah diperoleh, harganya tergolong sedang, dapat dipakai berulang-ulang setelah dibersihkan lagi, mudah menyerap nutrisi, air dan oksigen serta mendukung akar tanaman sehingga dapat berfungsi seperti tanah. Kekurangannya yaitu berat, porositas kurang serta mempunyai rongga udara yang tinggi, drainase tinggi sehingga mudah kering dan perlu disterilkan. Pasir juga memiliki kecenderungan untuk menjadi tertalu basah dan agak memboroskan_ zat makanan. (Umi Nur Azizah. 2009).

2.3 Simulasi

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 dangan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah.

Ide awal dari simulasi adalah untuk meniru situasi dunia nyata secara matematis, kemudian mempelajari sifat dan karakter operasionalnya, dan akhirnya membuat kesimpulan dan membuat keputusan berdasar hasil dari simulasi. Dangan cara ini, sistem di dunia nyata tidak disentuh /dirubah sampai keuntungan dan kerugian dan apa yang menjadi kebijakan utama suatu keputusan di uji cobakan dalam sistem model.

Untuk menggunakan simulasi, hal-hal yang perlu dilakukan adalah:

1. Menentukan permasalahan
2. Mengajukan variabel yang berhubungan dangan permasalahan
3. Membangun model numeris
4. Menentukan rangkaian kemungkinan aksi untuk percobaan
5. Menjalankan eksperimen
6. Mempertimbangkan hasil eksperimen (memodifikasi model atau merubah input)
7. Memutuskan langkah yang akan diambil.

2.3.1 Keuntungan dan Kerugian Simulasi

Keuntungan simulasi:

1. Relative apa adanya dan fleksibel
2. Dapat digunakan untuk mengangalisa situasi dunia nyata yang besar dan kompleks yang tidak dapat dipecahkan oleh model analisa kuantitatif konvensional.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3. Kadangkala simulasi adalah satu-satunya metode yang memungkinkan. Peneliti kadangkala karena berbagai sebab tidak bisa mengobservasi langsung objek penelitiannya, maka perlu dilakukan simulasi.
4. Model simulasi dibuat untuk problem manajemen dan membutuhkan input dari manajemen. Analis yang mengerjakan model harus berhubungan secara ekstensif dangan manajer, ini berarti pengguna bisaanya turut serta dalam proses pemodelan, dan mempunyai peran dalam pembuatannya, sehingga tidak takut / ragu untuk menggunakannya
5. Simulasi memungkinlcan adanya pertanyaan "bagaimana jika / kalau?" (what if question)
6. Simulasi tidak mengganggu sistem dunia nyata
7. Dengan simulasi dapat dipelajari efek interaktif dari suatu komponen atau variabel individual untuk menentukan mana yang penting.
8. Simulasi memungkinkan penghematan waktu
9. Simulasi dapat mengikutsertakan komplikasi dunia nyata yang model kuantitatif pada umumnya tidak bisa. Pemakaian "ceteris paribus" bias dikurangi.

Adapun kerugian dari simulasi adalah:

1. Model simulasi yang baik mungkin akan sangat mahal. Biasanya, merupakan proses yang panjang dan rumit
2. Simulasi tidak menghasilkan solusi optimal dari permasalahan seperti teknik analisa kuantitatif yang lain.
3. Harus dijalankan semua kondisi dan hambatan untuk mendapatkan solusi yang

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ingin diuji. Model simulasi tidak menghasilkan jawaban dangan sendirinya

4. Tiap model simulasi adalah unik. Solusi dan kesimpulannya tidak dapat digunakan untuk permasalahan lain.

2.4 Pertumbuhan

Pertumbuhan berasal dari kata tumbuh jadi pengertian perhunbuhan harus dilihat dari pengertian kata tumbuh. Pengertian kata tumbuh menurut Kamus Bahasa Indanesia adalah

1) timbul (hidup) dan bertambah besar atau sempurna,
2) sedang berkembang (menjadi besar, sempurna, dan sebagainya)
3) timbul; terbit; terjadi (sesuatu).

Jadi pengertian pertumbuhan adalah ha1 (keadaan) tumbuh; perkembangan (kemajuan dan sebagainya) Yang berarti keadaan/hal bertambah besar atau sempurna. (Kamus Besar Bahasa Indonesia, 1996).

Selain itu dalam Al-qur'an kata pertumbuhan juga disinngung dalam surat Al-an'am 99:

وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخۡرَجۡنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىۡءٍ فَأَخۡرَجۡنَا مِنۡهُ خَضِرًا نُّخۡرِجُ مِنۡهُ حَبًّا مُّتَرَاكِبًا وَمِنَ ٱلنَّخۡلِ مِن طَلۡعِهَا قِنۡوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّٰتٍ مِّنۡ أَعۡنَابٍ وَٱلزَّيۡتُونَ وَٱلرُّمَّانَ مُشۡتَبِهًا وَغَيۡرَ مُتَشَٰبِهٍۗ ٱنظُرُوٓاْ إِلَىٰ ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثۡمَرَ وَيَنۡعِهِۦٓۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكُمۡ لَأٓيَٰتٍ لِّقَوۡمٍ يُؤۡمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya: *"dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dangan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang me»ghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang. menghijau itu butir yang banyak;*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

> *dan dari mayang korma 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) kematanganrrya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman ".* (Al-an'am 99)

Menurut tafsir dari Departemen Agama, yaitu sesudah Allah SWT menjelaskan kejadian hal-hal yang menjadi kebutuhan manusia sehari-hari, agar mereka secara mudah dapat memahami kekuasaan, kebijaksaan, serta pengetahuan Allah SWT yang menjelaskan bahwa Allah lah yang menurunkan hujan dari langit, yang menyebabkan tumbuhnya berbagai jenis tumbuh-tumbuhan yang terdiri dari berbagai ragam bentuk, macam dan rasa.

Hujan diturunkan dari langit, kata sama' atau langit digunakan untuk apa saja yang berada di atas. Sedang yang dimaksud dangan sama' dalam ayat ini adalah sahab yang berarti awan. Allah menjelaskan bahwa air adalah sumber bagi tumbuhnya segala macam tumbuhan yang beraneka ragam jenis dan rasanya. Diantaranya rerumputan yang tumbuh berumpun-rumpun sehingga terlihat menghijau, pepohonan yang berbunga serta pepohonan yang mengeluarkan buah yang berbentuk butiran-butiran kecil yang terhimpun dalam sebuah tangkai, yang memiliki keanekaragaman bentuk dan rasa. Semua itu agar manusia dapat mengetahui betapa besar kekuasaan Allah mengatur kehidupan makhluk hidup termasuk didalamnya tumbuhan itu.

Selain itu, dalam Al-qur'an juga dijelaskan bahwa Allah juga menciptakan tanaman yang bermacam-macam. Seperti firman Allah dalam surat Ar-Ra'd ayat 4:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

وَفِي ٱلۡأَرۡضِ قِطَعٞ مُّتَجَٰوِرَٰتٞ وَجَنَّٰتٞ مِّنۡ أَعۡنَٰبٖ وَزَرۡعٞ وَنَخِيلٞ صِنۡوَانٞ وَغَيۡرُ صِنۡوَانٖ يُسۡقَىٰ بِمَآءٖ وَٰحِدٖ وَنُفَضِّلُ بَعۡضَهَا عَلَىٰ بَعۡضٖ فِي ٱلۡأُكُلِۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَأٓيَٰتٖ لِّقَوۡمٖ يَعۡقِلُونَ 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 dangan 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 ".*
(Ar-Ra'd ayat 4)

Menurut tafsir Al-Maraghi, dalam ayat tersebut dijelaskan bahwasanya di muka bumi ini terdapat belahan-belahan tanah yang saling berdekatan, meskipun berbeda-beda dangan adanya kelebihan pada masing-masing. Maka mulai dan tanah yang bergaram, yang tidak dapat ditumbuhi oleh sesuatu pun hingga tanah subur yang berdekatan dangannya dan dapat ditumbuhi oleh buah-buahan yang terbaik dan berbagai tumbuh-tumbnhan, dari tanah yang cocok untuk menanam padi dan palawija, tidak untuk menanam pepohonan, sampai tanah lain yang berdekatan dangannya hanya cocok ditanami pepohonan, hingga tanah lain yang berdekatan dangan kedua macam tanah tersebut yang cocok untuk ditrnami semua itu, diantaranya ialah tanah gembur yang berdekatan dangan 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 mekanan 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, 1994:120)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Berlahan-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 dangan 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 tandatanda kekuasaan yang jelas bagi kaum yang menggunakan akalnya. Maka orang yang melihat keluarnya buah-buahan dangan berbagai macam bentuk, warna, rasa, dan baunya, padahal disirami oleh air yang sama dan sama pula sarana pertumbuhannya, akan memastikan bahwa semua itu mempunya 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 dangan mengemukakan keadaan bumi dangan 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 Jan mengatur segala urusan, untuk mendatangkan manfaat dan kemudaratan, untuk menghidupkan dan mematikan, serta untuk melakukan segala hal. (Mushthafa, 1994:113)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.5 XL-System

XL-System (*eXtended Lindanmayer System*) merupakan penggabungan konsep L-system dangan bahasa pemerograman XL. Bahasa pemerograman XL ini sendiri merupakan bahasa pemerograman java yang mengimplementasikan *Relational Growth Grammars (RGG)*. XL dibangun dangan menggabungkan bahasa java dan library java dan menerapkan algoritma L-system. Bahasa XL bisaa digunakan sebagai bahasa pemodelan untuk membuat model data yang spesifik.

2.5.1 L-System

L-System atau Lindanmayer System dikemukakan pertama kali pada tahun 1968 oleh Aristid Lindanmayer - dalam pengungkapan teori matematika untuk pengembagan tanaman (Lindanmayer, A dan Prusinkiewiez, 1990). Smith menggunakan Lindemayer Sistem sebagai metoda untuk menyusun grafika komputer dalam menghasilkan morfologi tanaman. Awalnya L-system direncanakan untuk menyediakan sebuah uraian formal tentang pertumbuhan dari organisma multiseluler yang sederhana atau tanaman tingkat rendah dan untuk menggambarkan hubungan kedekatan di antara tanaman sel, namun pada perkembangan selanjutnya, sistem ini diperluas untuk mendeskripsikan tanaman tingkat tinggi yang lebih detail dan struktur percabangan yang kompleks.

Grafika komputer secara lebih mendalam oleh Prusinkiewiez mengaplikasikan metoda lindanmayer sistem untuk menghasilkan visualisasi realistik terhadap tanaman perdu yang ditunjukkan dalam bukunya "Algoritmic

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Beauty of Plant". Lindenmayer Sistem merupakan aturan formal yang disusun sebagai gramatika yang dikarakteristikan dalam bentuk axioma, dan simbolsimbol yang digunakan sebagai representasi pertumbuhan komponen tanaman yang secara paralel terjadi pergantian pada masing-masing tahap. Disini perbedaan penting gramatika Chomsky dan L-System dalam hal produksi. Digramatika Chomsky produksi dipakai sebagai urutan (sequentiallly) sedangkan pada L-system produksi dipakai sebagai paralel dan simultan untuk mengganti komponen. Ini akibat dari refleksi motivasi biologi, dimana produksi adalah pertumbuhan, deferensiasi sel dan morfogenesis.

L-System, memungkinkan kompleksitas alam dapat didefinisikan dangan beberapa parameter dan aturan. Hal ini disebabkan L-System memanfaatkan tingkat kemiripan terhadap dirinya sendiri (*self-similarity*) yang sangat besar. L-System ini bertujuan untuk memodelkan bentuk-bentuk pohon berupa dahan, dan mendapatkan pola dari aturan-aturan yang membentuk jenis tanaman seperti tanaman wortel. Untuk menghasilkan suatu bentuk dangan metode ini harus dilakukan dua langkah, yaitu aplikasi dari grammar urituk menghasilkan string berisi struktur topologi dari tanaman dan interprestasi dari string tersebut. Untuk langkah pertama, dilakukan dangan metode rekursif, dan untuk langkah kedua, dilakukan dangan metode iteratif.

Framework dari L-System terdiri dari initial structure (inisialisasi struktur) dan rewriting rules (aturan penulisan ulang). Inti pengembangannya adalah penggantian secara paralel menggunakan rewriting rules yang ada dimulai dari initial structure, L-System menggantikan setiap bagian dari struktur yang ada

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dangan menerapkan rule secara sekuensial. Gramatikal pada L-System terdiri dari 3 bagian h, w), untuk Y, adalah anggota dari simbol, h aturan penulisan berulang dimana setiap simbol akan diganti dangan string dari simbol, w axiom adalah mulai awal dari pertumbuhan.

2.5.2 Bahasa Pemograman XL

Bahasa pemrograman XL ditemukan pertama kali oleh Robert W. Floyd (1936-2001) pada tahun 1978. Bahasa pemerograman XL didefinisikan sebagai perkembangan dari bahasa pemrograman Java. Jadi bahasa pemrograman XL berawal dari konsep terstruktur, pemrograman modular dan berorientasi pada objek yang merupakan dasar dan pemrograman java. Bahasa pemerograman XL mengadosi seluruh bahasa pemerpgraman Java beserta library-library java. Hal ini membuat bahasa pemerograman XL memiliki kekuatan yang sangat besar, karena bahasa pemrograman Java dikenal sebagai bahasa dangan kualitas tinggi, tersedia secara bebas, komponen antarmuka pengguna grafis, komunikasi internet, 2D dan 3D grafis, dan dukungan XML.

Bahasa pemrograman XL menambahkan dukungan sintaksis dan semantik untuk akses berbasis aturan dan modifikasi sumber data relasional untuk bahasa pemrograman Java. Ini merupakan implementasi dari tata bahasa pertumbuhan. Yang terakhir Bahasa pemerograman XL juga mengadopsi tata bahasa pertumbuhan L-System yang telah banyak digunakan dalam pemodelan tanaman dan pada kenyataannya menyebabkan nama XL yang sering dan dapat dibaca sebagai extended L-sistem. Namun, bidang pemrograman XL bahasa dari aplikasi

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

tidak terbatas pada grafik dan model tanaman, bisa juga digunakan untuk sumber data relasional dangan mengimplementasikan antarmuka model data grafik.

2.6 Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (crisp), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A, yang sering ditulis dangan μ[x] memiliki dua kemungkinan, yaitu:

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

Pemakaian himpunan *crisp* terkadang tidak adil, adanya perubahan kecil saja pada suatu nilai mengakibatkan perbedaan kategori yang cukup signifikan. Untuk mengantisipasinya maka digunakan himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy adalah, himpunan berisi elemen-elemen yang mempunyai berbagai derajat keanggotaan dalam himpunan. Suatu himpunan fuzzy di karakterisasi dengan fungsi keanggotaannya yang ditunjuk sebagai objek pada jangkauan nilai antara nol dan satu. Dangan demikian, suatu himpunan fuzzy dapat didefinisikan secara matematis. Terkadang kemiripan antara keanggotaan fuzzy dangan probabilitas yang memiliki kesamaan nilai pada interval [0,I] menimbulkan kerancuan. Namun interpretasi nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut. Keanggotaan fuzzy memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

هُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ عَلَيْكَ ٱلْكِتَٰبَ مِنْهُ ءَايَٰتٌ مُّحْكَمَٰتٌ هُنَّ أُمُّ ٱلْكِتَٰبِ وَأُخَرُ مُتَشَٰبِهَٰتٌ ۖ فَأَمَّا ٱلَّذِينَ فِى قُلُوبِهِمْ زَيْغٌ فَيَتَّبِعُونَ مَا تَشَٰبَهَ مِنْهُ ٱبْتِغَآءَ ٱلْفِتْنَةِ وَٱبْتِغَآءَ تَأْوِيلِهِۦ ۗ وَمَا يَعْلَمُ تَأْوِيلَهُۥٓ إِلَّا ٱللَّهُ ۗ وَٱلرَّٰسِخُونَ فِى ٱلْعِلْمِ يَقُولُونَ ءَامَنَّا بِهِۦ كُلٌّ مِّنْ عِندِ رَبِّنَا ۗ وَمَا يَذَّكَّرُ إِلَّآ أُو۟لُوا۟ ٱلْأَلْبَٰبِ ﴿٧﴾ رَبَّنَا لَا تُزِغْ قُلُوبَنَا بَعْدَ إِذْ هَدَيْتَنَا وَهَبْ لَنَا مِن لَّدُنكَ رَحْمَةً ۚ إِنَّكَ أَنتَ ٱلْوَهَّابُ ﴿٨﴾

Artinya: *Dia-lah yang menurunkan Al kitab (Al Quran) kepada kamu. di antara (isi) nya ada ayat ayat yang muhkamat, Itulah pokok pokok isi Al-qur'an dan yang lain (ayat-ayat) mutasyaabihaat. Adapun orang-orang yang dalam hatinya condang 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'rvilnya 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. (8) (mereka berdoa): "Ya Tuhan Kami, janganlah Engkau jadikan hati Kami condang kepada kesesatan sesudah Engkau beri petunjuk kepada Kami, dan karuniakanlah kepada Kami rahmat dari sisi Engkau; karena Sesungguhnya Engkau-lah Maha pemberi (karunia) ".* (QS. Al Imran : 7-8)

Ayat di atas menjelaskan bahwa dalam Al Qur'an terdapat ayat-ayat yang jelas pengertiannya (muhkamat) seperti dalam arti "*Itulah pokok pokok isi Al-qur'an"* dan 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 (mutasyabihat), seperti dalam *"tidak ada yang mengetahui ta'wilnya melainkan Allah"* (Shihab, 2003). Ayat mutasyabihat seperti dalam teori himpunan fuzzy yang menyebutkan adanya derajat keanggotaan yang terletak antara [0 1]. Hal ini karena dalam Al Qur'an menyebutkan bahwa ayat mutasyabihaat adalah ayat-ayat yang mengandung banyak arti dan masih perlu dikaji dan dipelajari secara mendalam begitu juga dangan derajat keanggotaan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

fuzzy yang berada diantara 0 dan 1 yang mengandung banyak kemungkinan nilai seperti digambarkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan ayat-ayat Muhkamat dan Mutasyabihat dalam pengertian bilangan fuzzy dan non fuzzy

Muhkamat (bilangan non fuzzy)	Mutasyabihat (bilangan fuzzy)
Nilai sudah jelas 0 atau 1	Nilai berada pada rentang interval [0……1]
Tidak perlu dikaji karena nilai sudah jelas	Masih perlu dikaji lebih dalam

Hal-hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu variabel fuzzy, himpunan fuzzy dan semesta pembicaraan. Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh variabel fuzzy yaitu umur, tinggi badan, berat badan dan lain-lain. Himpunan fuzzy merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut yaitu linguistik dan numeris. Linguistik adalah penamaan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dalam suatu variabel dangan menggunakan bahasa alami, seperti: muda, parobaya dan tua. Sedangkan numeris adalah suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti 40, 25, 50. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan ini merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik secara monoton dari kiri ke kanan.

2.6.1 Fuzzy Sugeno

Fuzzy metode sugeno merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk *IF - THEN*, dimana output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takegi Sugeno Kang pada tahun 1985 (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

Model Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan *Singleton* yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai crisp tunggal dan 0 pada nilai *crisp* yang lain.

1. ***Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol***

   Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde Nol adalah

   IF (xl is A1) o(x2 is A2) o... o (xN is AN) THEN z = k (2.1)

   Dangan Ai adalah himpunan fuzzy ke-I sebagai antensedan dan k adalah suatu konstanta sebagai konsekuen.

2. ***Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu***

   Secara umum bentuk model fuzzy SUgeno Orde-Satu adalah

   IF x1 is A1) o (x2 is A2) o... o (xN is AN) THEN

   z = pl*xl+ p2* x2+ ... +pN *xN+ q (2.2)

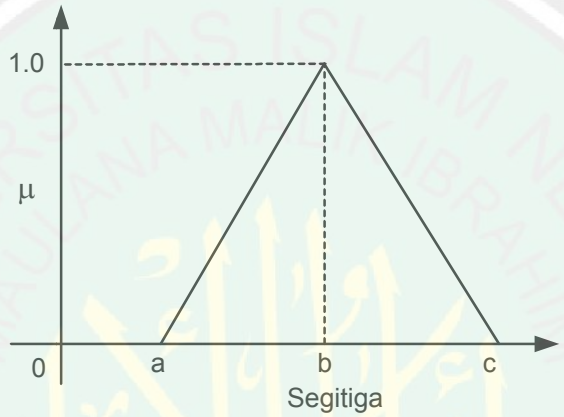
   Dangan Ai adalah himpunan fuzzy ke-I sebagai antensedan dan pi adalah suatu konstanta ke i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

   Untuk mendapatkan output diperlukan, tahapan sebagai berikut:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

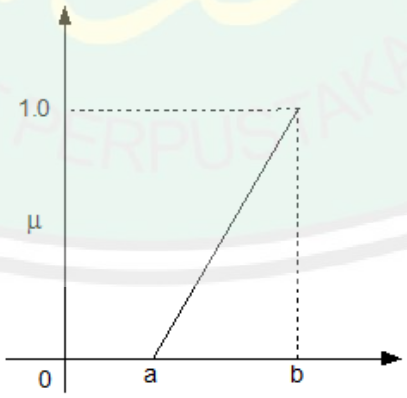
a. Pembentukan himpunan fuzzy

Pada penelitian ini menggunakan rumus linier naik untuk membentuk himpunan fuzzy rendah, rumus segitiga untuk membentuk himpunan fuzzy sedamg dan rumus linier turun untuk himpunan fuzzy tinggi.



Gambar 2.2 Fungsi Keanggotaan Segitiga

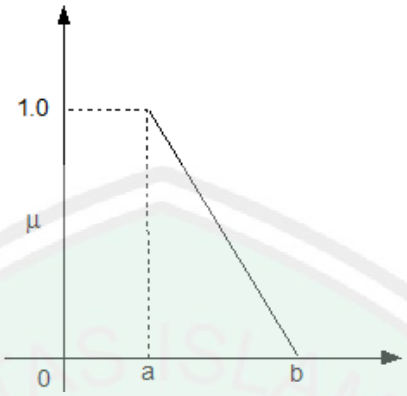
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \le a \text{ atau } x \ge c \\ (x-a)/(b-a); & a < x \le b \\ (c-x)/(c-b); & b < x < c \end{cases} \quad (2.3)$$



Gambar 2.3 Fungsi Linier Naik

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \le a \\ (x-a)/(b-a); & a < x \le b \\ 1; & x > b \end{cases} \quad (2.4)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 2.4 Fungsi Linier Turun

$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \le x < b \\ 0; & x \ge b \end{cases} \quad (2.5)$$

b. Aplikasi fungsi implikasi

Pada metode sugeno, fungsi implikasi yang di gunakan adalah Min. Pada fungsi implikasi dalam penelitian ini menggunakan operator AND yang digunakan untuk mencari α predikat.

c. Penegasan (*defuzzy*)

Input dari proses *defuzzyfikasi* adalah suatu himpunan fuzzy yang di peroleh 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 (Kusumadewi, 2003: 39).

$$Z = \frac{* \qquad * \qquad *}{} \quad (2.6)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan pola dua faktor yang bertujuan untuk menyelidiki kemungkinan hubungan sebab akibat dengan melakukan kontrol/kendali. Faktor pertama adalah media tanam dan faktor kedua adalah takaran dari media tanam. Faktor – faktor tersebut ialah:

Faktor 1 adalah jenis media tanam yang terdiri dari 2 media tanam yaitu:

- Arang sekam
- Pupuk kandang

Faktor 2 adalah takaran dari media tanam, terdiri dari 6 taraf yaitu:

- Arang sekam 25 gram
- Arang sekam 50 gram
- Arang sekam 100 gram
- Pupuk kandang 50 gram
- Pupuk kandang 100 gram
- Pupuk kandang 125 gram

Dari kedua faktor tersebut diperoleh 9 kombinasi perlakuan dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Perlakuan masing-masing kelompok tanaman

Kelompok Tanaman	Jumlah Tanaman	Perlakuan (takaran kombinasi media tanam per gram)	
		Arang Sekam	Pupuk Kandang
1	10 Tanaman	25 gram	50 gram
2	10 Tanaman	25 gram	100 gram
3	10 Tanaman	25 gram	125 gram
4	10 Tanaman	50 gram	50 gram
5	10 Tanaman	50 gram	100 gram
6	10 Tanaman	50 gram	125 gram
7	10 Tanaman	100 gram	50 gram
8	10 Tanaman	100 gram	100 gram
9	10 Tanaman	100 gram	125 gram

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Takaran pemberian arang sekam dan pupuk kandang di atas berdasarkan pada aturan standar yang dilakukan di P3S (Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya).

3.2 Objek Penelitian

Dalam pengamatan ini objek yang akan diamati adalah tanaman wortel dengan spesifikasi sebagai berikut:

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

3.3 Variabel Penelitian

Variable bebas dalam penelitian ini adalah kombinasi media tanam. Varaibel terkait dalam dalam penelitian ini adalah pertumbuhan dan perkembangan tanaman wortel yang meliputi tinggi tanaman wortel.

3.4 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di kota batu tepatnya di lahan P3S (Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya), yaitu di desa Selecta kota Batu Malang.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tempat ini berada di ketinggian ± 1300 m dari permukaan laut dengan luas lahan 1 hektar. Penelitiannya dilakukan selama bulan september sampai nopember 2012.

3.5 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

Alat:

- Cangkul -Tongkat Kayu -Gembor
- Timba - Tabel nama -Kamera
- Gayung - Penggaris

Bahan:

- Bibit wortel lokal malang - Air -Arang sekam padi
- Pupuk kandang kelinci - Tanah pegunungan

3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

3.6.1 Persiapan Lahan

Proses penyiapan lahan dilakukan dengan menyiapkan lahan yang akan digunakan untuk menanam wortel dengan rancangan pada gambar 3.1:

1 (25:50) 10 Tanaman		**2** (25:100) 10 Tanaman		**3** (25:125) 10 Tanaman		**4** (50:50) 15 Tanaman		**5** (50:100) 15 Tanaman	
6 (50:125) 15 Tanaman		**7** (100:50) 10 Tanaman		**8** (100:100) 10 Tanaman		**9** (100:125) 10 Tanaman		**10** (80:90) 10 Tanaman	

0,5 m

Gambar 3.1 Lahan Penanaman

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lahan yang digunakan dalam penelitian berukuran 3 x 1 meter. Lahan tersebut dibagi menjadi 10 petak yang digunakan untuk 10 kelompok tanaman dengan perlakuan yang berbeda-beda. Tiap satu petak kelompok tanaman berukuran 0,5 x 0,5 meter. Setiap satu petak kelompok tanaman berisi 10 tanaman wortel dan antar kelompok tanaman diberi jarak normal 10 cm.

Kelompok tanaman 1 ditanami dengan 10 tanaman wortel dengan perlakuan pemberian takaran arang sekam 25 gram dan pupuk kandang 50 gram, kelompok tanaman 2 ditanami dengan 10 tanaman wortel dengan perlakuan pemberian takaran arang sekam 25 gram dan pupuk kandang 100 gram, demikian juga dengan kelompok tanaman tiga samapi sepuluh yang terinci jelas pada tabel 3.1.

Penanaman dimulai dengan membersihkan lahan dari tanaman liar dan mempersiapkan percampuran dari setiap media tanam sesuai dengan takaran dari setiap jenis media tanam (pupuk kandang dan arang sekam), kemudian tanah diolah dengan cara dicangkul sampai tanah menjadi gembur. Setelah tanah gembur, tanah dibuat menjadi gundukan-gundukan yang di gunakan sebagai tempat menebar bibit wortel dengan tinggi sekitar 20 cm dari tanah disekitarnya supaya tanaman tidak tengelam saat turun hujan dan wortel bisa tumbuh dengan lebih baik. Setelah gundukan-gundukan tanah siap untuk ditanami, kemudian siap untuk proses percampuran dengan kombinasi media tanam yang sudah ditakar, dengan takaran rata-rata 50 gram untuk pupuk kandang dan 100 gram untuk arang sekam, sedangkan takaran maksimal untuk pupuk kandang adalah 100 gram dan arang sekam 125 gram. Takaran ini disesuaikan dengan standart yang digunakan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

oleh P3S (Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya) Tulung Karyo. Tanah yang sudah di siapkan tidak bisa langsung ditanami, tetapi terlebih dahulu di siram dan didiamkan selama 1 minggu sebelum di tanam benih agar tanah tidak terlalu panas.

3.6.2 Penyiapan Bibit Tanaman

Bibit tanaman wortel yang digunakan merupakan bibit yang dikembangkan oleh petani sendiri, dengan cara memilih tanaman yang cukup tua (± 3 bulan), subur dan sehat. Tanaman di potong ujung umbinya sekitar sepertiga bagian, dan tangkai daun sampai tersisa 10 cm kemudian umbi tadi ditanam hingga menutup bagian leher batang dan dengan jarak yang agak berjauhan. Tanaman ini nantinya akan mengasilkan biji wortel yang digunakan setelah kering.

Bibit yang berasal dari bunga wortel di jemur sekitar 1 minggu hingga kering sempurna, kemudian bibit-bibit yang masih menempel pada bunga dirontokkan dan bulu-bulu halus yang terdapat pada bibit dibersihkan dengan cara di gosok-gosok dengan tangan sampai bersih dan siap di tanam.

3.6.3 Penanaman dan Pemeliharaan

Setelah proses penyiapan lahan dan bibit selesai maka dilanjutkan dengan menanam bibit. Metode penanaman dan pemeliharaan menggunakan standar yang telah disusun sebelumnya di tabel 3.1. Secara rinci proses penanaman dan pemeliharaan dijelaskan sebagai berikut:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

a. Penanaman Bibit

Sebelum bibit disebar, terlebih dahulu dilakukan pengukuran jarak tanam yang akan di gunakan dengan tujuan agar bibit yang ditanam teratur dan sesuai dengan jarak tanam masing-masing kelompok. Setelah bibit ditanam, diatasnya di taburi tanah agar saat penyiraman awal bibit wortel tidak berhamburan terkena siraman air. Setelah bibit ditanam dilanjutkan proses penyiraman awal pada tanaman.

b. Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi pemupukan, penyiraman dan penyiangan tanman, secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

1. Penyiraman

Penyiraman tanaman dilakukan beberapa kali dengan menggunakan gembor. Cara menyiram tanaman wortel dilakukan dengan dua cara yaitu di siram secara langsung ketanaman dengan menggunakan gembor, dan dengan penyiraman air ke tanah menggunakan saluran irigasi yang ada di sana.

2. Penyiangan Tanaman

Penyiangan tanaman dilakukan dengan cara pencabutan rumput atau gulma langsung di sekitar tanaman.

3.7 Pengambilan Data

Penelitian yang dilakukan disini adalah melihat pengaruh perlakuan kombinasi arang sekam dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman wortel, yaitu dengan cara mengukur morfologi tanaman. Pengukuran morfologi

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

tanaman ini meliputi mengukur tinggi tanaman wortel. Data morfologi tadi diperoleh dengan cara pengukuran panjang tangkai tanaman wortel dengan menggunakan penggaris. Selanjutnya data morfologi tadi digunakan sebagai inputan untuk fuzzy yang mana outputnya akan digunakan untuk membuat simulasi pertumbuhan tanaman wortel. Dari tiap kelompok tanaman akan diambil nilai rata-rata dari tinggi tanaman wortel. Umur tanaman ini dibatasi sampai dengan umur 50 hari dan pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali dengan rentang waktu pengambilan data pertumbuhan setiap 10 hari sekali.

3.8 Analisa dan Desain

3.8.1 Pengolahan Data

Dari data pertumbuhan tanaman yang diperoleh (panjang batang, jumlah tangkai, panjang tangkai, lebar daun, jumlah daun, warna daun) yang dijadikan indikator adalah panjang tangkai tanaman wortel. Karena dari data tersebut terlihat jelas perbedaan hasil pertumbuhan dari tiap-tiap kelompok tanaman.

Disamping itu dari data tersebut juga tampak pengaruh dari takaran kombinasi dari media tanam. Data panjang tangkai tadi diambil nilai rata-rata dari tiap kombinasi untuk menyusun desain fuzzy serta aturan fuzzy yang akan digunakan pada sistem.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 3.2 Hasil rata-rata pengukuran tiap kombinasi perlakuan

Kombinasi (Arang sekam dan pupuk kandang)	Panjang tangkai (cm)
25 gram dan 50 gram	13,48
25 gram dan 100 gram	18,93
25 gram dan 125 gram	19,84
50 gram dan 50 gram	18,74
50 gram dan 100 gram	19,99
50 gram dan 125 gram	20,48
100 gram dan 50 gram	19,48
100 gram dan 100 gram	20,98
100 gram dan 125 gram	21,02

Dalam penelitian ini terdapat 3 variabel, yaitu 2 variabel input, variabel takaran arang sekam dan variabel pupuk kandang, sedangkan untuk output terdapat 1 variabel, yaitu variabel panjang tangkai tanaman wortel.

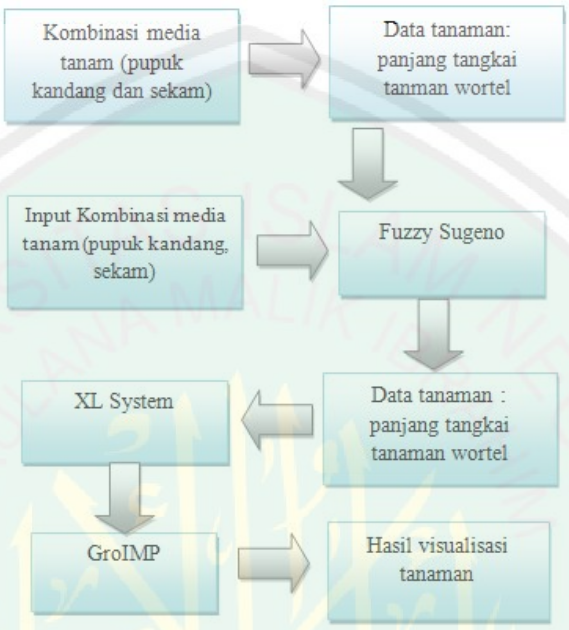
3.9 Desain Sistem dan Diagram Alur

Desain sistem pada simulasi ini dibagi menjadi beberapa bagian yaitu input, proses pengolahan input dan output. Input dari sistem ini berupa kombinasi takaran arang sekam dan pupuk kandang. Sedangkan pada bagian proses, sebelumnya telah disusun aturan komposisi fuzzy dengan menggunakan data kombinasi takaran arang sekam dan pupuk kandang. Data tersebut merupakan hasil dari pengamatan beberapa kelompok tanaman dengan perlakuan pemberian kombinasi media tanam yang berbeda sesuai dengan penelitian sebagaimana dijelaskan pada tabel 3.1.

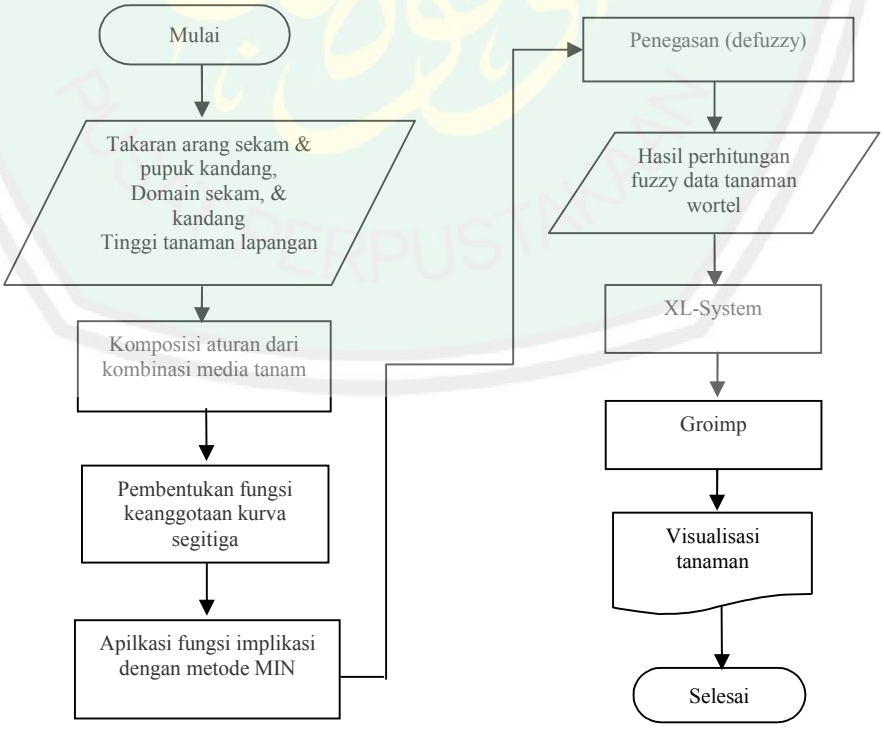
Selanjutnya data tersebut digunakan sebagai parameter untuk membangun aturan fuzzy. dan aturan tersebut bisa digunakan mengolah input sehingga diperoleh output fuzzy yang berupa data tinggi tanaman wortel dengan input berupa takaran kombinasi takaran arang sekam dan pupuk kandang. Selanjutnya data output tersebut digunakan sebagai parameter untuk membangun simulasi dari

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pertumbuhan tanaman wortel. Secara keseluruhan desain system dan alur jalannya dari simulasi ini digambarkan pada gambar 3.2 dan 3.3



Gambar 3.2 Desain Alur Sistem Keseluruhan Proses Program



Gambar 3.3 Diagram alur jalannya program

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Dalam desain pada gambar 3.2, dapat dibagi menjadi 3 bagian utama, masukan, proses dan keluaran.

3.9.1 Masukan

Masukan dari sistem ini adalah kombinasi media tanam pupuk kandang, arang sekam. Dengan gram sebagai satuannya

3.9.2 Proses

Data input kemudian diproses dengan menggunakan fuzzy sugeno, dimana dalam fuzzy sugeno terdapat beberapa langkah yang dibagi menjadi proses komposisi aturan, fuzzyfikasi, aplikasi fungsi implikasi dan fuzzyfikasi.

3.9.2.1 Komposisi aturan (Penentuan rule-rule)

Dalam menentukan komposisi aturan-aturan tersebut dapat disusun berdasarkan data observasi kombinasi takaran arang sekam dan pupuk kandang (pada tabel 3.2 kelompok tanaman 1 sampai 9). Secara umum, rule fuzzy dinyatakan dalam bentuk "jika-maka" atau "if-then". Dari data tabel 3.2 kemudian digunakan untuk menyusun kelompok himpunan fuzzy. Di bawah ini disajikan desain fuzzy dari data kombinasi media tanam.

a. Desain fuzzy dari arang sekam *(as)*

Berdasarkan data tabel maka diperoleh himpunan variabel input fuzzy dari arang sekam seperti pada tabel 3.3 :

Tabel 3.3 Himpunan variabel input fuzzy arang sekam (*as*)

No	Himpunan input fuzzy takaran arang sekam(*as*)	
	Nama	Domain
1	Rendah	[25, 50]
2	Sedang	[25, 100]
3	Tinggi	[50, 100]

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

b. Desain fuzzy dari pupuk kandang *(pk)*

Untuk himpunan fuzzy dari pupuk kandang dijelaskan sebagai berikut :

Tabel 3.4 Himpunan variabel input fuzzy pupuk kandang (*pk*)

No	Himpunan input fuzzy takaran pupuk kandang (*pk*)	
	Nama	Domain
1	Rendah	[50 , 100]
2	Sedang	[50 , 125]
3	Tinggi	[100 , 125]

Kemudian dari tabel 3.2 juga dapat disimpulkan aturan fuzzy dari masing-masing perlakuan kelompok tanaman. Dalam penelitian ada 9 macam perlakuan sehingga disimpulkan aturan fuzzy seperti pada tabel 3.5:

Jika kadar pemberian arang sekam masuk dalam kategori rendah dan kadar pemberian pupuk kandang masuk dalam kategori rendah, maka tinggi tanaman rata-rata adalah 13,48 cm. Apabila disusun dalam sebuah aturan fuzzy maka, jika arang sekam rendah dan pupuk kandang tinggi, maka tinggi tanaman adalah 13,48 cm. Demikian juga dengan kelompok tanaman dua sampai sembilan, sehingga akan menghasilkan sembilan aturan fuzzy yang berbeda.

Tabel 3.5 Aturan fuzzy hasil dari variasi pemberian kombinasi takaran arang sekam dan pupuk kandang

Volume Takaran		Hasil Akhir
Arang sekam	Pupuk kandang	Panjang Tangkai (cm)
Rendah	Rendah	13,48
Rendah	Sedang	18,93
Rendah	Tinggi	19,84
Sedang	Rendah	18,74
Sedang	Sedang	19,99
Sedang	Tinggi	20,48
Tinggi	Rendah	19,48
Tinggi	Sedang	20,98
Tinggi	Tinggi	21,02

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Penjabaran 9 aturan yang didapat dari tabel 3.5 adalah:

[Rule 1] IF Arang Sekam RENDAH And Pupuk Kandang RENDAH THEN Tinggi Tanaman 13.48.

[Rule 2] IF Arang Sekam RENDAH And Pupuk Kandang SEDANG THEN Tinggi Tanaman 18.93.

[Rule 3] IF Arang Sekam RENDAH And Pupuk Kandang TINGGI THEN Tinggi Tanaman 19.84.

[Rule 4] IF Arang Sekam SEDANG And Pupuk Kandang RENDAH THEN Tinggi Tanaman 18.74.

[Rule 5] IF Arang Sekam SEDANG And Pupuk Kandang SEDANG THEN Tinggi Tanaman 19.99.

[Rule 6] IF Arang Sekam SEDANG And Pupuk Kandang TINGGI THEN Tinggi Tanaman 20.48.

[Rule 7] IF Arang Sekam TINGGI And Pupuk Kandang RENDAH THEN Tinggi Tanaman 19.48.

[Rule 8] IF Arang Sekam TINGGI And Pupuk Kandang SEDANG THEN Tinggi Tanaman 20.98.

[Rule 9] IF Arang Sekam TINGGI And Pupuk Kandang TINGGI THEN Tinggi Tanaman 21.02.

3.9.2.2 Menentukan fungsi keanggotaan (fuzzyfikasi)

Tahap kedua setelah menentukan rule-rule yang digunakan adalah fuzzyfikasi. Fungsi keanggotaan dapat ditentukan dari tiap variabel fuzzy yang ada. Berikut ini adalah penentuan fungsi keanggotaan yang akan digunakan:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

a. Fungsi keanggotaan arang sekam

Gambar 3.4 Representasi fungsi derajat keanggotaan dari arang sekam

Fungsi derajat keanggotaan linier turun digunakan untuk merepresentasikan himpunan *fuzzy* rendah, fungsi keanggotaan segitiga digunakan untuk merepresentasikan fuzzy sedang, sedangkan fungsi keanggotaan linier naik merepresentasikan himpunan fuzzy tinggi dari arang sekam. Bentuk representasinya terlihat pada Gambar 3.3.

Pada variabel arang sekam (*as*), data yang dimiliki adalah 25 gram, 50 gram dan 100 gram, dengan demikian pada variabel ini bisa dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu rendah, sedang dan tinggi. Himpunan fuzzy rendah akan memiliki domain [25, 50], dengan derajat keanggotaan rendah tertinggi (=1) terletak pada nilai 25. Apabila takaran arang sekam semakin kurang dari 25 gram, maka kondisi takaran sudah semakin rendah, dan keluar dari semesta pembicaraan data penelitian. Namun apabila takaran semakin melebihi 25 gram, maka kondisi takaran sudah semakin mendekati sedang. Himpunan fuzzy rendah direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan linier turun dengan derajat keangotaan semakin tinggi apabila mendekati 25 gram. Fungsi keanggotaan untuk

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

himpunan rendah seperti terlihat pada gambar 3.3, dan persamaan 3.1

$$\mu(\quad) = \begin{cases} (50 - \quad)/(50 - 25); & 25 \leq \quad < 50 \\ 0; & \geq 50 \end{cases} \qquad (3.1)$$

Himpunan fuzzy sedang akan memiliki domain [25, 100], dengan derajat keanggotaan sedang tertinggi (=1) terletak pada nilai 50. Apabila takaran arang sekam semakin kurang dari 50 gram, dan takaran mendekati 25 gram, maka kondisi takaran sudah semakin rendah, sehingga derajat keanggotaannya pada himpunan sedang akan semakin berkurang sedangkan derajat keanggotaannya pada himpunan rendah akan semakin bertambah. Namun apabila takaran semakin melebihi 50 gram, maka kondisi takaran sudah semakin mendekati tinggi. Himpunan fuzzy sedang direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keangotaan semakin tinggi apabila takaran mendekati 25 gram. Fungsi keanggotaan untuk himpunan sedang seperti terlihat pada gambar 3.3, dan persamaan 3.2

$$\mu(\quad) \begin{cases} 0; & \leq 25 \quad \geq 100 \\ (\quad - 25)/(50 - 25); & 25 \leq \quad \leq 50 \\ (100 - \quad)/(100 - 50); & 50 \leq \quad \leq 100 \end{cases} \qquad (3.2)$$

Himpunan fuzzy tinggi akan memiliki domain [50, 100], dengan derajat keanggotaan tinggi tertinggi (=1) terletak pada nilai 100. Apabila takaran arang sekam semakin kurang dari 100 gram, dan takaran mendekati 50 gram, maka kondisi takaran sudah semakin sedang, sehingga derajat keanggotaannya pada himpunan tinggi akan semakin berkurang sedangkan derajat keanggotaannya pada himpunan sedang akan semakin bertambah. Namun apabila takaran semakin melebihi 100 gram, maka kondisi takaran sudah semakin mendekati sangat tinggi dan keluar dari pembicaraan data penelitian. Himpunan fuzzy tinggi

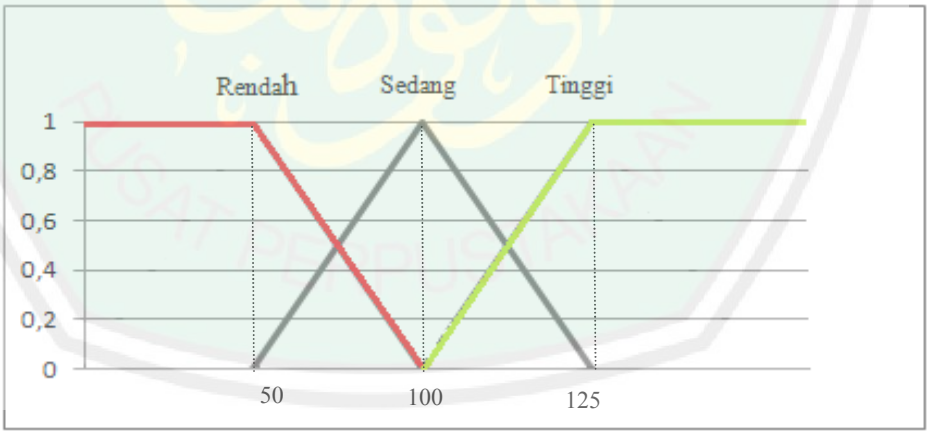
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan linier naik dengan derajat keangotaan semakin tinggi apabila takaran mendekati 100 gram. Fungsi keanggotaan untuk himpunan tinggi seperti terlihat pada gambar 3.3, dan persamaan 3.3

$$\mu(\quad) = \begin{cases} 0; & \leq 50 \\ (\quad - 50)/(100 - 50); & 50 < \quad < 100 \\ 1; & \geq 100 \end{cases} \qquad (3.3)$$

b. Fungsi Keanggotaan Pupuk Kandang

Sebagaimana arang sekam, fungsi derajat keanggotaan linier turun digunakan untuk merepresentasikan himpunan *fuzzy* rendah, fungsi keanggotaan segitiga digunakan untuk merepresentasikan fuzzy sedang, sedangkan fungsi keanggotaan linier naik merepresentasikan himpunan fuzzy tinggi dari pupuk kandang. Bentuk representasinya pada Gambar 3.4.



Gambar 3.5 Representasi fungsi derajat keanggotaan dari pupuk kandang

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Pada variabel pupuk kandang (*pk*), data yang dimiliki adalah 50 gram, 100 gram dan 125 gram, dengan demikian pada variabel ini bisa dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu rendah, sedang dan tinggi. Himpunan fuzzy rendah akan memiliki domain [50, 100], dengan derajat keanggotaan rendah tertinggi (=1) terletak pada nilai 50. Apabila takaran pupuk kandang semakin kurang dari 50 gram, maka kondisi takaran sudah semakin rendah, dan keluar dari semesta pembicaraan data penelitian. Namun apabila takaran semakin melebihi 50 gram, maka kondisi takaran sudah semakin mendekati sedang. Himpunan fuzzy rendah direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan linier turun dengan derajat keangotaan semakin tinggi apabila mendekati 50 gram. Fungsi keanggotaan untuk himpunan rendah seperti terlihat pada gambar 3.4, dan persamaan 3.4

$$\mu(\quad) = \begin{cases} (100 - \quad)/(100 - 50); & 50 \leq \quad < 100 \\ 0; & \geq 100 \end{cases} \qquad (3.4)$$

Himpunan fuzzy sedang akan memiliki domain [50, 125], dengan derajat keanggotaan sedang tertinggi (=1) terletak pada nilai 100. Apabila takaran pupuk kandang semakin kurang dari 100 gram, dan takaran mendekati 50 gram, maka kondisi takaran sudah semakin rendah, sehingga derajat keanggotaannya pada himpunan sedang akan semakin berkurang sedangkan derajat keanggotaannya pada himpunan rendah akan semakin bertambah. Namun apabila takaran semakin melebihi 100 gram, maka kondisi takaran sudah semakin mendekati tinggi. Himpunan fuzzy sedang direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keangotaan semakin tinggi apabila takaran mendekati 100 gram. Fungsi keanggotaan untuk himpunan sedang seperti terlihat pada gambar 3.4, dan persamaan 3.5

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\mu(\quad) = \begin{cases} 0; & \leq 50 \quad \geq 125 \\ (\quad - 50)/(100 - 50); & 50 \leq \quad \leq 100 \\ (125 - \quad)/(125 - 100); & 100 \leq \quad \leq 125 \end{cases} \qquad (3.5)$$

Himpunan fuzzy tinggi akan memiliki domain [100, 125], dengan derajat keanggotaan tinggi tertinggi (=1) terletak pada nilai 125. Apabila takaran pupuk kandang semakin kurang dari 125 gram, dan takaran mendekati 100 gram, maka kondisi takaran sudah semakin sedang, sehingga derajat keanggotaannya pada himpunan tinggi akan semakin berkurang sedangkan derajat keanggotaannya pada himpunan sedang akan semakin bertambah.

Namun apabila takaran semakin melebihi 125 gram, maka kondisi takaran sudah semakin mendekati sangat tinggi dan keluar dari pembicaraan data penelitian. Himpunan fuzzy tinggi direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan linier naik dengan derajat keangotaan semakin tinggi apabila takaran mendekati 125 gram. Fungsi keanggotaan untuk himpunan tinggi seperti terlihat pada gambar 3.4, dan persamaan 3.6

$$\mu(\quad) = \begin{cases} 0; & \leq 100 \\ (\quad - 100)/(125 - 100); & 100 < \quad < 125 \\ 1; & \geq 125 \end{cases} \qquad (3.6)$$

3.9.2.3 Aplikasi fungsi implikasi

Tahap ketiga untuk melakukan proses fuzzy sugeno selanjutnya adalah dengan menentukan α-prediket. Sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.9.2.4 Defuzzyfikasi

Tahap ke empat adalah defuzzyfikasi yaitu proses merubah kembali data yang dijadikan fuzzy ke dalam bentuk crisp. Defuzzyfikasi dapat dicari dengan cara sebagai berikut:

$$Z_t = \frac{* \quad * \quad * \quad * \quad * \quad * \quad * \quad * \quad *}{\quad}$$

3.9.3 Keluaran

Keluaran berupa model simulasi morfologi tinggi tanaman yang datanya diperoleh dari hasil output proses perhitungan fuzzy sugeno.

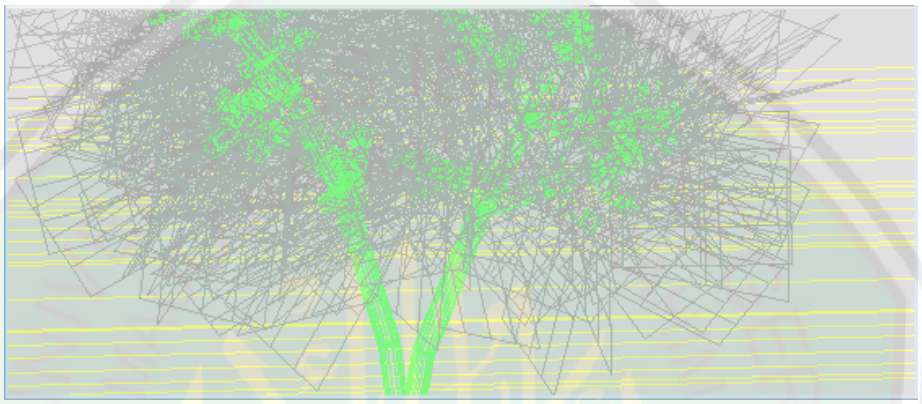
3.10 Tahap Implementasi

Implementasi adalah sebuah proses yang kemudian memberikan dampak perubahan bagi aspek-aspek yang dikenainya. Setelah mengalami proses implementasi, maka objek-objek yang dikenainya tersebut akan memberikan dampak baik berupa perubahan, maupun nilai pada objek yang dikenai implementasi ini. Karena program yang dibuat adalah simulasi maka proses implementasi ini diawali dengan mengumpulkan data visual dari tanaman yang berupa tinggi tanaman wortel. Data tersebut digunakan untuk membuat komponen-komponen tiruan dari tanaman aslinya.

Dalam simulasi tanaman wortel ini, implementasi fuzzy sugeno digunakan untuk meramalkan tinggi tanaman wortel berdasarkan input berupa kombinasi takaran arang sekam dan pupuk kandang, domain arang sekam dan pupuk kandang, dan tinggi tanaman dari data lapangan yang diberikan. Sedangkan XL-System berperan sebagai visualisasi pertumbuhan tanaman wortel.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

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



Gambar 3.6. Simulasi tanaman wortel

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Program

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

4.1.1 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.

4.1.2 Pembuatan dan Pengujian Progran

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 kombinasi

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dosis takaran arang sekam 80 gram dan pupuk kandang 90 gram.

Tahap pertama yaitu mencari nilai output proses fuzzy dengan mengunakan metode sugeno dari input di atas. Pada tahapan ini ada 3 langkah yang harus dilakukan yaitu :

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzyfikasi)

Pada subbab pengolahan data telah didefinisikan bahwa himpunan fuzzy terdiri dari 2 variabel yaitu jumlah takaran arang sekam, takaran pupuk kandang. Pada variabel dosis takaran arang sekam dan pupuk kandang masing-masing memiliki 3 himpunan yaitu rendah, sedang dan tinggi. Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai keanggotaan input dengan himpunan input fuzzy yaitu pada variabel takaran jumlah arang sekam dan pupuk kandang.

Variabel takaran arang sekam terdiri dari 3 himpunan, yaitu rendah, sedang dan tinggi. Sehingga nilai keanggotaan dari nilai input arang sekam 80 gram yaitu:

$$(80) = 0$$

$$(80) = \frac{100 -}{100 - 50} = \frac{100 - 80}{50} = 0{,}4$$

$$(80) = \frac{-50}{100 - 50} = \frac{80 - 50}{50} = 0{,}6$$

Sedangkan untuk takaran pupuk kandang juga terdiri dari 3 himpunan yaitu rendah, sedang dan tinggi. Sehingga bisa diperoleh nilai keanggotaan dari nilai input takaran 90 gram yaitu :

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$(90) = \frac{100 -}{100 - 50} = \frac{100 - 90}{50} = 0.2$$

$$(90) = \frac{-50}{100 - 50} = \frac{90 - 50}{50} = 0.8$$

$$(90) = 0$$

Adapun source code dari mencari nilai keanggotaan fuzzy adalah:

---

2. Aplikasi fungsi implikasi

Berdasarkan aturan yang telah dibuat, kemudian dihitung α-prediket menggunakan fungsi implikasi MIN.

[Rule 1] IF Arang Sekam RENDAH And Pupuk Kandang RENDAH THEN Tinggi Tanaman 13.48.

$$- \quad = \min(0: 0.2) = 0$$

[Rule 2] IF Arang Sekam RENDAH And Pupuk Kandang SEDANG THEN Tinggi Tanaman 18.93.

$$- \quad = \min(0: 0.8) = 0$$

[Rule 3] IF Arang Sekam RENDAH And Pupuk Kandang TINGGI THEN Tinggi Tanaman 19.84.

$$- \quad = \min(0: 0) = 0$$

[Rule 4] IF Arang Sekam SEDANG And Pupuk Kandang RENDAH THEN Tinggi Tanaman 18.74..

$$- \quad = \min(0.4: 0.2) = 0.2$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

[Rule 5] IF Arang Sekam SEDANG And Pupuk Kandang SEDANG THEN Tinggi Tanaman 19.99.

$$- \quad = \min(0.4: 0.8) = 0.4$$

[Rule 6] IF Arang Sekam SEDANG And Pupuk Kandang TINGGI THEN Tinggi Tanaman 20.48.

$$- \quad = \min(0.4: 0) = 0$$

[Rule 7] IF Arang Sekam TINGGI And Pupuk Kandang RENDAH THEN Tinggi Tanaman 19.48.

$$- \quad = \min(0.6: 0.2) = 0.2$$

[Rule 8] IF Arang Sekam TINGGI And Pupuk Kandang SEDANG THEN Tinggi Tanaman 20.98.

$$- \quad = \min(0.6: 0.8) = 0.6$$

[Rule 9] IF Arang Sekam TINGGI And Pupuk Kandang TINGGI THEN Tinggi Tanaman 21.02.

$$- \quad = \min(0.6: 0) = 0$$

Source code untuk mencari fungsi implikasi MIN adalah:

==========

3. Defuzzyfikasi

Karna α – predikat yang tidak nol terdapat pada aturan : [R4], [R5], [R7], dan [R8], dengan menggunakan metode penegasan (*defuzzy*), maka tinggi tanaman wortel adalah:

Nilai titik pusat (z) untuk tinggi tanaman :

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Ztinggi = * * * *

Ztinggi = ...

Ztinggi = . = 20.1628571

Dari perhitungan di atas diperkirakan bahwa tinggi tanaman adalah 20.1628571 cm. Kemudian hasil dari perhitungan ini akan digunakan untuk proses simulasi.

Dan source code dalam proses defuzzyfikasi adalah:

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:

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

==========

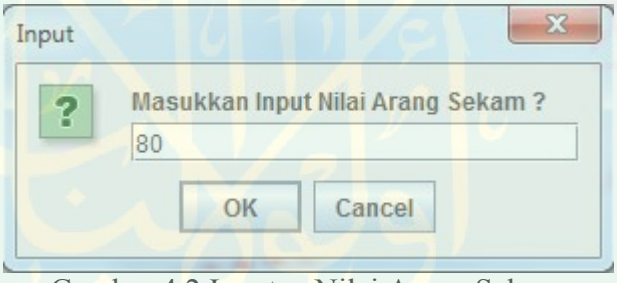
Gambar texture daun dan batang diperoleh dengan mengambil gambar dari tanaman aslinya seperti gambar 4.1

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

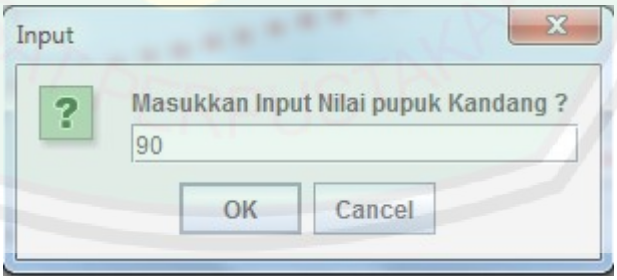
Gambar 4.1 Texture daun

4.2 Hasil Program

Hasil dari program simulasi ini berupa tampilan 3D tanaman wortel yang disertai dengan inputan takaran arang sekam dan pupuk kandang, domain dari arang sekam dan pupuk kandang, hasil tinggi tanaman di lapangan, keterangan waktu pertumbuhan, keterangan tinggi tanaman dan grafik pertumbuhan. Inputan takaran arang sekam dan pupuk dapat dilihat pada gambar 4.2 dan 4.3



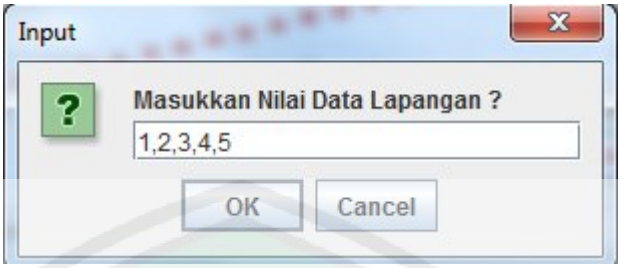
Gambar 4.2 Inputan Nilai Arang Sekam



Gambar 4.2 Inputan Nilai Pupuk Kandang

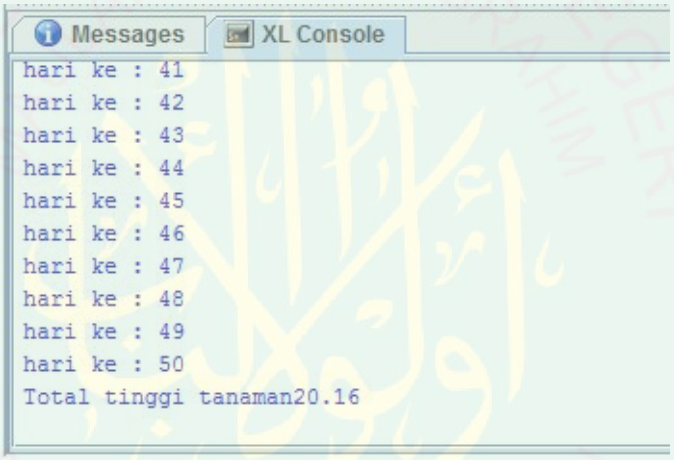
Sedangkan inputan dari tinggi tanaman berdasarkan data lapangan sebagaimana gambar 4.3

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

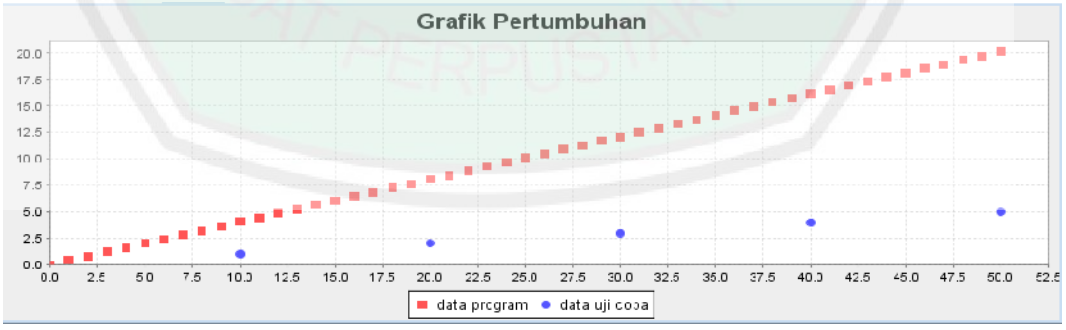


Gambar 4.4 Inputan Data Lapangan

Adapun keterangan waktu, tinggi tanaman dan grafik pertumbuhan dapat dilihat dari gambar 4.5 dan 4.6 :



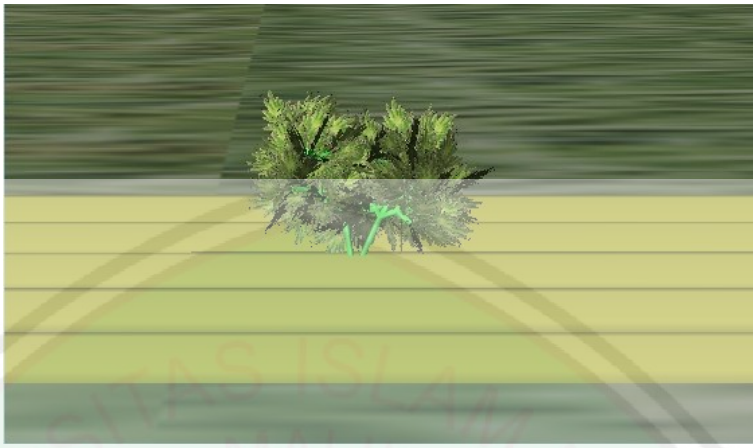
Gambar 4.5 Keterangan waktu dan tinggi tanaman pada program



Gambar 4.6 Grafik Pertumbuhan Tanaman

Simulasi tanaman wortel yang berupa tampilan 3D dapat dilihat sebagaimana gambar 4.2 :

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 4.7 Hasil simulasi tanaman

4.3 Evaluasi Program

Untuk menguji keakuratan program maka perlu dilakukan pembandingan 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 nantinya diperoleh persentase *error* dari hasil penghitungan.

Uji coba dilakukan dengan pemberian kadar takaran arang sekam 80 gram dan pupuk kandang 90 gram. 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 hasil simulasi dan observasi di lapangan di jelaskan pada tabel di bawah ini :

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.1 Perbandingan data lapangan dan hasil program pada pengukuran ke 1 atau hari ke 10

No	Tinggi tanaman (cm)	
	Hasil Simulasi	Hasil Observasi
1	4,032	3,55
2	4,032	4,232
3	4,032	3,7
4	4,032	4,466
5	4,032	4,98
6	4,032	3,87
7	4,032	2,4
8	4,032	4,332
9	4,032	4,55
10	4,032	3,22

Dari data tabel 4.1 maka nilai error rate di hitung dengan rumus *MAPE* (*The Mean Absolute Percentage Error*) :

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{\left|Y_t - \hat{Y}_t\right|}{Y_t} * 100\% \qquad (4.7)$$

Dengan

n : Jumlah data

: data hasil perhitungan fuzzy ke-i

: data lapangan ke-i

Tabel 4.2 Penjelasan perhitungan

No	′		|(− ′)/ |
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
$\frac{1}{}$ |(− ′)/ |			
Total persentase			17.17%

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Hasil akhir dari perhitungan persentase *error* rate dari tinggi tanaman hari ke 10 adalah 17.17%.

Tabel 4.3 Perbandingan data lapangan dan hasil program pada uji coba pertama pengukuran ke 2 atau hari ke 20

No	′		|(− ′)/ |
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
$\frac{1}{-}$ |(− ′)/ |			
Total persentase			9.36%

Hasil akhir dari perhitungan persentase error rate dari tinggi tanaman hari ke 20 adalah 9.36%.

Tabel 4.4 Perbandingan data lapangan dan hasil program pada pengukuran ke 3 atau hari ke 30:

No	′		|(− ′)/ |
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
$\frac{1}{-}$ |(− ′)/ |			
Total persentase			6.49%

Hasil akhir dari perhitungan persentase error rate dari tinggi tanaman hari ke 30 adalah 6.49%.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.5 Perbandingan data lapangan dan hasil program pada pengukuran ke 4 atau hari ke 40:

No	′		|(− ′)/	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
$\frac{1}{-}$ |(− ′)/ |			
Total persentase			8.77%

Hasil akhir dari perhitungan persentase error rate dari tinggi tanaman hari ke 40 adalah 8.77%.

Tabel 4.6 Perbandingan data lapangan dan hasil program pengukuran ke 5 atau hari ke 50:

No	′		|(− ′)/	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
$\frac{1}{-}$ |(− ′)/ |			
Total persentase			7.32%

Hasil akhir dari perhitungan persentase error rate dari tinggi tanaman hari ke 50 adalah 7.32%.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Selanjutnya hasil dari persentase error tadi diambil nilai rata-rata, yaitu dengan cara menjumlahkan semua nilai persentase pada tiap kelompok uji kemudian dibagi dengan jumlah pengukuran.

Tabel 4.7 Hasil akhir perbandingan data lapangan dan simulasi

Pengambilan data ke-	Persentase akurasi perbandingan data lapangan dan simulasi	Persentase error perbandingan data lapangan dan simulasi
1		
2		
3		
4		
5		
Jumlah	**9.822%**	**90.178%**

4.4 Tinjauan Agama

Sebagai manusia dan sebagai hamba Allah yang dipercaya untuk menjadi khalifah dimuka bumi, kita umat manusia memiliki kewajiban untuk berdakwah dan menyebarkan ilmu. Disebutkan "kita" disini karena memiliki arti setiap manusia, tanpa ada pengecualian. Begitupun juga dengan pengetahuan yang disampaikan dalam penelitian. Pengetahuan yang telah disampaikan dalam penelitian dimaksudkan agar bisa dimanfaatkan oleh petani atau orang yang memanfaatkan inovasi ini. Karena dalam ilmu pengetahuan umum maupun dalam islam, simulasi pertumbuhan tanaman ini merupakan sebuah inovasi baru dalam menunjang penelitian, observasi maupun pencarian solusi terbaik dalam ilmu pengetahuan khusunya bidang pertanian. Oleh karena itu, penulis merasa berkewajiban untuk menyampaikan pengetahuanya meskipun hanya beberapa, salah satunya melalui inovasi simulasi pertumbuhan tanaman ini.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Dari Abdullah bin Amr radhiyallahu ta'ala'anhu, bahwa Nabi shallallaahu 'alaihi wa sallam bersabda :

بَلِّغُوا عَنِّي وَلَوْ آيَةً

Artinya : "Sampaikanlah dariku walau hanya satu ayat" (HR. Bukhari).

Dari kalimat "sampaikanlah dariku walau hanya satu ayat" tersebut dapat disimpulkan bahwa sesedikit apapun ilmu yang diperoleh, asal disertai dengan landasan yang kuat, segera sampaikanlah. Karena sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang menyembunyikan ilmu, dalam hal ini Allah berfirman dalam surat Al-Baqarah ayat 159-160 yang berbunyi:

إِنَّ ٱلَّذِينَ يَكۡتُمُونَ مَآ أَنزَلۡنَا مِنَ ٱلۡبَيِّنَٰتِ وَٱلۡهُدَىٰ مِنۢ بَعۡدِ مَا بَيَّنَّٰهُ لِلنَّاسِ فِي ٱلۡكِتَٰبِ أُوْلَٰٓئِكَ يَلۡعَنُهُمُ ٱللَّهُ وَيَلۡعَنُهُمُ ٱللَّٰعِنُونَ ١٥٩ إِلَّا ٱلَّذِينَ تَابُواْ وَأَصۡلَحُواْ وَبَيَّنُواْ فَأُوْلَٰٓئِكَ أَتُوبُ عَلَيۡهِمۡ وَأَنَا ٱلتَّوَّابُ ٱلرَّحِيمُ ١٦٠

Artinya: "Sesungguhnya orang-orang yang menyembunyikan apa yang Telah kami turunkan berupa keterangan-keterangan (yang jelas) dan petunjuk, setelah kami menerangkannya kepada manusia dalam Al kitab, mereka itu dila'nati Allah dan dila'nati (pula) oleh semua (mahluk) yang dapat mela'nati. (160) Kecuali mereka yang Telah Taubat dan mengadakan perbaikan dan menerangkan (kebenaran), Maka terhadap mereka Itulah Aku menerima taubatnya dan Akulah yang Maha menerima Taubat lagi Maha Penyayang" (QS Al-Baqarah 159-160)

Dalam tafsir al-misbah karya M. Quraish Shihab, ayat ini walaupun turun dalam konteks kecaman terhadap orang-orang yahudi, redaksinya yang bersifat umum menjadikannya sebagai kecaman terhadap orang yang menyembunyikan apapun yang diperintahkan agama untuk disampaikan, baik ajaran agama maupun ilmu pengetahuan. Walau demikian, perlu dicatat bahwa setiap ucapan ada tempatnya dan setiap tempat ada ucapannya yang sesuai. Memang, tidak semua

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

apa yang diketahui boleh disebarluaskan, walaupun itu bagian dari ilmu syariat dan bagian dari informasi tentang pengetahuan.

4.4.1 Simulasi Tanaman Wortel Dalam Pandangan Islam

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 juga dapat diartikan sebagai suatu teknik yang dapat digunakan untuk memformulasikan dan memecahkan model-model dari sistem yang luas.

Berdasarkan pengertian simulasi diatas, maka simulasi pertumbuhan wortel adalah suatu cara untuk memodelkan pertumbuhan tanaman wortel. Sebelumnya mungkin kita hanya cukup mengetahui wortel itu ditanam dan wortel itu dipanen. Namun dengan simulasi ini dapat diketahui proses pertumbuhan tanaman wortel mulai dari kecil hingga siap panen. Simulasi pertumbuhan wortel ini juga dapat menginformasikan karakteristik pertumbuhan wortel tanpa harus melakukan kegiatan budidaya wortel.

Dalam simulasi ini, dapat diketahui bahwa pertumbuhan tanaman wortel antara satu kelompok dengan kelompok lainnya terdapat perbedaan. Perbedaannya terlihat pada tingkat kesuburan masing-masing kelompok tanaman. Meskipun telah ditanam ditempat yang sama dan diberi perlakuan yang sama, namun pertumbuhannya sangat berbeda. Untuk menjelaskan hal ini, dalam Al-Qur'an surat Ar-Ra'd ayat 4 Allah berfirman:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

وَفِي ٱلۡأَرۡضِ قِطَعٞ مُّتَجَٰوِرَٰتٞ وَجَنَّٰتٞ مِّنۡ أَعۡنَٰبٖ وَزَرۡعٞ وَنَخِيلٞ صِنۡوَانٞ وَغَيۡرُ صِنۡوَانٖ يُسۡقَىٰ بِمَآءٖ وَٰحِدٖ وَنُفَضِّلُ بَعۡضَهَا عَلَىٰ بَعۡضٖ فِي ٱلۡأُكُلِۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَأٓيَٰتٖ لِّقَوۡمٖ يَعۡقِلُونَ ٤

Artinya: *"Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan dan kebun-kebun anggur, tanaman-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." (Qs. Ar-Ra'd: 4)*

Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah juga menciptakan tanaman yang beragam bentuk dan rasa. Meskipun tanaman tersebut ditanam ditempat yang berdampingan, namun hasil akhirnya belum tentu sama. Fenomena ini menunjukkan tanda-tanda kebesaran Allah bagi hamba-hambanya yang berfikir.

Dan juga menurut Syyid Quthb dalam Fi Zhilal al-Qur'an, juz 2, hlm. 32

إِنَّ فِي خَلۡقِ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِ وَٱخۡتِلَٰفِ ٱلَّيۡلِ وَٱلنَّهَارِ لَأٓيَٰتٖ لِّأُوْلِي ٱلۡأَلۡبَٰبِ ١٩٠ ٱلَّذِينَ يَذۡكُرُونَ ٱللَّهَ قِيَٰمٗا وَقُعُودٗا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمۡ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلۡقِ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِ رَبَّنَا مَا خَلَقۡتَ هَٰذَا بَٰطِلٗا سُبۡحَٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ ٱلنَّارِ ١٩١

Artinya: "Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (191) (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan Ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka." (QS Ali Imran 190-191)

Dalam menafsirkan Surah Ali Imran, ayat 190-191 diatas, manusia ulul albab selalu tafakkur (memikirkan) tentang penciptaan langit dan bumi, tadabbur (merenungkan terjadinya silih bergantinya siang dan malam, belajar dari kitab al-

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

kawn al-maftuh (buku alam terbuka). Fitrah mereka menyambut kebenaran yang terkandung di dalamnya, selalu tawajjuh (menghadap) kepada Allah dengan shalat penuh khusyu. Lebih dari itu, manusia ulul albab tidak sekedar tafakkur, tadabbur, dan tawajjuh kepada Allah dengan khusyu, tapi mereka melanjutkan dengan al-'amal al-ijabi (karya positif) yang timbul dari proses belajar itu. Itulah karya yang dikategorikan sebagai ibadah seperti halnya ibadah dalam tafakkur, tadabbur, dan tawajjuh di atas.

Tapi bagaimnapun juga, manusia 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 dibanding dengan kekuasaan Allah. Meskipun program ini telah diusahakan sebaik mungkin tapi bagaimanapun juga kekuasaan Allah lebih besar. Allah Maha Pencipta, tiada yang sanggup untuk menandingi, sebagai mana firman Allah dalam surat Al Hasyr ayat 24 yang berbunyi :

هُوَ ٱللَّهُ ٱلْخَٰلِقُ ٱلْبَارِئُ ٱلْمُصَوِّرُ ۖ لَهُ ٱلْأَسْمَآءُ ٱلْحُسْنَىٰ ۚ يُسَبِّحُ لَهُۥ مَا فِى ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ ۖ وَهُوَ ٱلْعَزِيزُ ٱلْحَكِيمُ ﴿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."*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Dan sesungguhnya, manusia ulul albab adalah manusia yang bersungguh-sungguh dalam mencari ilmu, meyakini luasnya ilmu Allah, dan mereka berusaha keras mengambil pelajaran dari setiap ilmu yang dikuasai guna kebaikan lingkungannya. Seperti yang tercantum dalam surat Ali Imran Ayat 7:

هُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ عَلَيْكَ ٱلْكِتَٰبَ مِنْهُ ءَايَٰتٌ مُّحْكَمَٰتٌ هُنَّ أُمُّ ٱلْكِتَٰبِ وَأُخَرُ مُتَشَٰبِهَٰتٌ ۖ فَأَمَّا ٱلَّذِينَ فِى قُلُوبِهِمْ زَيْغٌ فَيَتَّبِعُونَ مَا تَشَٰبَهَ مِنْهُ ٱبْتِغَآءَ ٱلْفِتْنَةِ وَٱبْتِغَآءَ تَأْوِيلِهِۦ ۗ وَمَا يَعْلَمُ تَأْوِيلَهُۥٓ إِلَّا ٱللَّهُ ۘ وَٱلرَّٰسِخُونَ فِى ٱلْعِلْمِ يَقُولُونَ ءَامَنَّا بِهِۦ كُلٌّ مِّنْ عِندِ رَبِّنَا ۗ وَمَا يَذَّكَّرُ إِلَّآ أُو۟لُوا۟ ٱلْأَلْبَٰبِ ﴿٧﴾

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.(QS Ali Imran 7)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian dan pembuatan program simulasi ini, dapat disimpulkan:

1. 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 90,178% atau dengan presentase kesalahan dari tinggi tanaman adalah 9,82%.
2. Metode XL-System merupakan konsep yang cocok untuk dipergunakan dalam pemodelan tanaman dengan memanfaatkan framework dari Groimp
3. Media tanam sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman wortel (*daucus carota l*). Dari dua kombinasi media yang diteliti, yaitu kombinasi antara arang sekam dan pupuk kandang, kombinasi yang memiliki rata-rata tinggi tanaman yang paling tinggi adalah kombinasi 100 gram arang sekam dan 125 gram pupuk kandang.
4. Menurut akurasi data yang diperoleh ketika pengaplikasiannya nanti hasil dari kombinasi takaran arang sekam dan pupuk kandang, bisa membantu masyarakat khususnya di bidang pertanian dalam menentukan komposisi terbaik dari kombinasi media tanam untuk tanaman wortel.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

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 depanya program simulasi ini perlu dilengakpi dengan data-data yang lebih kompleks, tidak hanya tinggi tanaman wortel. Sehingga hasilnya benar-benar bisa menggambarkan proses pertumbuhan persis dengan tanaman aslinya.
3. Kombinasi media tanam sebaiknya lebih bervariasi, tidak hanya arang sekam dan pupuk kandang saja, untuk menghasilkan perbedaan hasil output pertumbuhan yang lebih banyak.
4. Program ini masih sangat jauh dari sempurna. Sehingga perlu dilakukan perbaikan dan diharapkan hasil yang diperoleh juga maksimal.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR PUSTAKA

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: Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim

Anonim. 1996. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustasa

Asy-Syafi'i. Syaikh Abu Bakar Jabir Al Jazairi. 2007. *Tafsir Alquran Al-Aisar*. Jakarta Timur: Darus sunah press.

Azizah, Umi Nur. 2009. *Pengaruh Media Tanam dan Jenis Pupuk terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Tomat (Lycopersicum esculentum Mill.) dengan Teknik Budidaya Hidroponik*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim.

Cahyono Bambang. 2002. *Wortel, Teknik Budi Daya Dan Analisis Usaha Tani*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Cahyono Bambang. 2002. *Wortel, Teknik Budi Daya Dan Analisis Usaha Tani*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Departeman 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.

Fauroni, Ahmad Fauzan. 2010. *Function Structure Plant Model Pertumbuhan Tanaman Bunga Chrysanthemum Euro White Terhadap Pengaruh Media Tanam Dengan Metode Xl-System*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang:Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim.

Ir. Pracaya. 2009. *Bertanam Sayur Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Jalaluddin Muhammad Ibn Ahmad Al-Mahalliy dan Jalaluddin Asy-Syuyuth. 2009. *Tafsir Jalalain*. Tasikmalaya: Pustaka Al-Hidayah.

Kniemeyer O; Buck-sorlin G; Kurt W. 2007. *Groimp as a platform for functional-Structural modelling of plants*

Kusumadewi, Sri. 2007. *Sistem Inferensi Fuzzy (Metode TSK) Untuk Penentuan*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Kebutuhan Kalori Harian. Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Kusumadewi, Sri.2004. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Lindenmayer Aristid and Prusinkiewicz Prezemyslaw. 2004. *The Algorithmic Beauty Of Plants*.

Mushthafa, Ahmad. 1994. *Terjemah Tafsir Al-Maraghi*. Semarang: Toha Putra

Putra, Andika W. dkk. 2012. *Metode Simulasi*. Makalah Riset Oprasional II. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Gunadarma.

Shihab, M.Quraish. 2003. *Wawasan al-Quran Tafsir Maudhu'i Atas Pelbagai Persoalan Umat*. Bandung: Mizan

Sjamsudin, Wahid. 2010. *Function Structure Plant Models Pertumbuhan Tanaman Chrysantemum Puma Putih Terhadap Pemberian Pupuk Urea Dengan Menggunakan Metode Xl-Sytem*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang:Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim.

Solikin, Fajar. 2011. *Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Optimasi Produksi Barang Menggunakan Mamdani dan Metode Sugeno*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Yogyakarta:Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

Zulqifli, Fahrizal. 2011. *Function Structure Plant Model Pertumbuhan Tanaman Bunga Chrysanthemum Indicum Pink Terhadap Pengaruh Pemberian Pupuk Mkp Berbasis Xl-System*. Skripsi Tidak Diterbitkan . Malang: Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim.

http://id.wikipedia.org/wiki/Simulasi (Diakses pada tanggal 22 Maret 2012).

http://id.wikipedia.org/wiki/Wortel (Diakses pada tanggal 22 Maret 2012).

http://pusatbahasa.diknas.go.id. (Diakses pada tanggal 25 Maret 2012).

http://www.litbang.deptan.go.id/swish/wortel. (Diakses pada tanggal 25 Maret 2012)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

LAMPIRAN-LAMPIRAN

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel Data Pengukuran Tinggi Tanaman Wortel Untuk Nilai Perhitungan Fuzzy Pada Pengukuran Hari Terakhir atau Hari ke 50:

Tabel 1.1 Sekam 25 gram : Kandang 50 gram

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	#######
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Jumlah	
Rata-Rata	**13,48**

Tabel 1.2 Sekam 25 gram : Kandang 100 gram

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	######
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Jumlah	
Rata-Rata	**18,93**

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 1.3 Sekam 25 gram : Kandang 125 gram

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	#######
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Jumlah	
Rata-Rata	**19,84**

Tabel 1.4 Sekam 50 gram : Kandang 50 gram

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	######
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Jumlah	
Rata-Rata	**18,74**

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 1.5 Sekam 50 gram : Kandang 100 gram

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	######
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Jumlah	
Rata-Rata	**19,99**

Tabel 1.6 Sekam 50 gram : Kandang 125 gram

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	######
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Jumlah	
Rata-Rata	**20,48**

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 1.7 Sekam 100 gram : Kandang 50 gram

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	######
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Jumlah	
Rata-Rata	**19,48**

Tabel 1.8 Sekam 100 gram : Kandang 100 gram

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	######
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Jumlah	
Rata-Rata	**20,98**

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 1.9 Sekam 100 gram : Kandang 125 gram

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	#####
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Jumlah	
Rata-Rata	**21,02**

Tabel Data Tanaman Wortel Untuk Uji Coba dan Pengujian Program per 10 Hari Dengan Takaran 80 gram Arang Sekam dan 90 gram Pupuk Kandang :

Pengukuran Pertama atau hari ke 10**:**

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	######
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Rata-rata	

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Pengukuran Pertama atau hari ke 20**:**

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	######
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Rata-rata	

Pengukuran Pertama atau hari ke 30**:**

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	#####
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Rata-rata	

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Pengukuran Pertama atau hari ke 40**:**

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	#####
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Rata-rata	

Pengukuran Pertama atau hari ke 50**:**

Tanaman	Panjang Tangkai (cm)
1	#####
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Rata-rata	

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Foto Kegiatan Proses Pengolahan Lahan dan Tanaman Wortel

Foto 1: Penggemburan Tanah Sebelum Membuat Bedengan

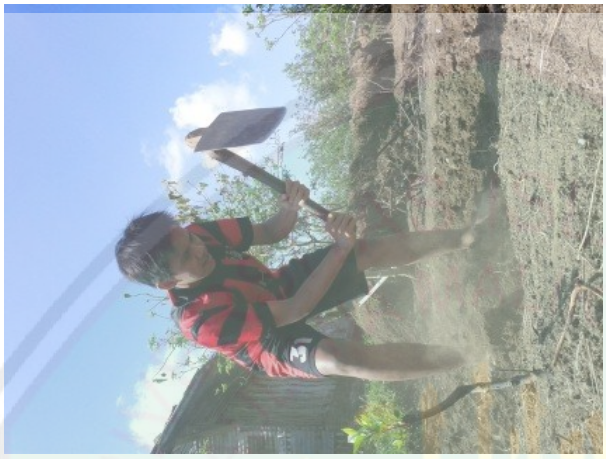


Foto 2: Proses Pembuatan Bedengan dan Bedengan Yang Sudah Di Sekat

Foto 4: Proses Pembibitan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Foto 5: Pengolahan Lahan, Seperti Pencampuran Media Tanam dan Penyiraman

Foto 6: Bibit Tanaman Wortel Yang Mulai Tumbuh (foto diambil pada hari ke 10 dari penanaman bibit)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG