



**IMPLEMENTASI METODE *FORWARD CHAINING*
DALAM SISTEM DIAGNOSA
(PENYAKIT DAN HAMA TANAMAN JAGUNG)**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer

Oleh

Nurlaeli

NIM.5302410018



PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2016

PENGESAHAN

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "IMPLEMENTASI METODE *FORWARD CHAINING* DALAM SISTEM DIAGNOSA (PENYAKIT DAN HAMA TANAMAN JAGUNG)" telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada 30 Juni 2016.

Oleh

Nama : Nurlaeli
NIM : 5302410018

Program Studi : Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer

Panitia:

Ketua Panitia

Sekretaris

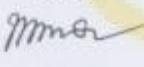

Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T
NIP.19780512005011002

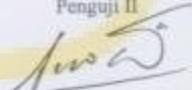

Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T
NIP.196605051998022001

Penguji I

Penguji II

Penguji III/ Pembimbing


Dr. I Made Sudana M.Pd
NIP. 195605081984031004


Drs. Slamet Seno Adi, M.Pd, M.T
NIP.195812181985031004


Dr. Ir. Subiyanto, S.T., M.T
NIP. 197411252005011001

Mengetahui:
Dean Fakultas Teknik UNNES

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

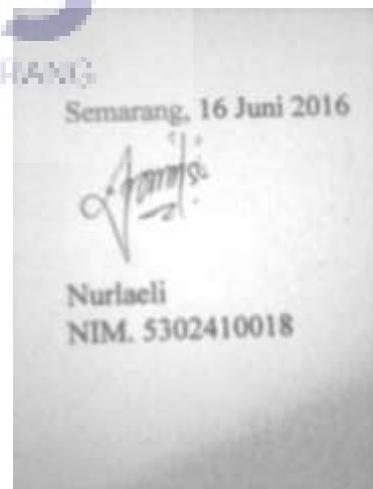

Dr. Nur Qadus, M.T
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun diperguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukkan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta saksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain, dan hanya kepada Tuhan-mulah engkau berharap. (Q.S. Al-Insyirah : 6-8)

Berusahalah sampai akhir, meskipun lelah tetaplah berjuang untuk menyelesaikannya. Ketika hampir menyerah, lawan saja semua itu, karena akan ada jalan keluar dan petunjuk di detik-detik rasa lelah dan putus asa jika kau memaksakan untuk terus berjuang menyelesaikannya. (Penulis)

PERSEMBAHAN:

Alhamdulillah, dengan rasa syukur kehadiran Allah SWT, skripsi ini kupersembahkan untuk:

- Almarhum Ayah dan Ibundaku tercinta, kakakku, adik-adikku, kakek, nenek, bibi dan pamanku yang selalu mendukungku, mengajariku, dan mendo'akanku sepanjang waktu.
- Sahabat-sahabatku, teman seperjuanganku, yang sering membantuku dengan ikhlas dan sebagai cermin dalam hidupku.
- Seluruh orang yang kusayangi dan menyayangiku, yang memberikanku semangat dan warna dalam perjalanan ini.

ABSTRAK

Nurlaeli. 2016. *Implementasi Metode Forward Chaining Sistem Diagnosa (Penyakit dan Hama Tanaman Jagung)*. Skripsi, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Dr. Ir. Subiyanto, S.T., M.T.

Kata Kunci: *Sistem Diagnosa, Penyakit, Hama, Tanaman Jagung, Forward Chaining.*

Perkembangan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang menyerang tanaman jagung terjadi akibat perubahan iklim. Untuk mengendalikan perkembangan OPT perlu dilakukan pengendalian hama terpadu (PHT) oleh penyuluh dan petani. Pengetahuan penyuluh yang tidak sama dan kurang memadai mengharuskan petani memiliki pengetahuan dan keterampilan untuk menganalisis agroekosistem dan mengambil keputusan terhadap OPT di lahan mereka.

Sistem diagnosa penyakit dan hama tanaman jagung ini dirancang untuk dapat membantu petani dan penyuluh dalam memahami penyakit dan hama yang menyerang tanaman jagung berdasarkan gejala penyerangannya. Sistem diagnosa ini menggunakan metode *forward chaining* yang bekerja dengan cara menelusuri gejala yang menyerang tanaman jagung untuk mendapatkan hasil diagnosa penyakit/hamanya.

Sistem diagnosa ini mampu mendiagnosis penyakit dan hama berdasarkan gejala yang dipilih user dengan ketepatan hasil diagnosis berdasarkan hasil validasi sistem dengan menggunakan metode *case testing*. Validasi ini menggunakan 36 data uji yang berasal dari kumpulan gejala penyakit dan hama yang menyerang tanaman jagung. Dari 36 data yang diujikan menggunakan sistem diagnosa dan diagnosa seraca manual melalui seorang pakar, didapatkan 32 data memiliki kesamaan hasil diagnosa antara hasil diagnosa menggunakan sistem dengan seorang pakar dengan prosentase kesamaan hasil diagnosa sebesar 88,88%.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “IMPLEMENTASI METODE *FORWARD CHAINING* SISTEM DIAGNOSA (PENYAKIT DAN HAMA TANAMAN JAGUNG)”. Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer.

Terselesaikannya laporan skripsi ini berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu diucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Subiyanto S.T., M.T selaku dosen pembimbing.
2. Bapak Prof. Fatchur Rochman, selaku Rektor UNNES.
3. Bapak Dr. Nur Qudus M.T selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Bapak Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T. selaku ketua jurusan Teknik Elektro.
5. Ibu Ir. Ulfah Mediaty Arief M.T. selaku ketua Prodi Pendidikan TIK.
6. Seluruh staf karyawan Universitas Negeri Semarang.
7. Rekan-rekan PTIK dan PTE Angkatan 2009, 2010, 2011, 2012 yang telah membantu menyusun skripsi ini.

Semua pihak yang telah membantu demi kelancaran dalam penyusunan laporan skripsi.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu penulis menerima kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan skripsi ini. Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan suatu manfaat sebagaimana yang diharapkan penulis. Aamiin.

Penulis

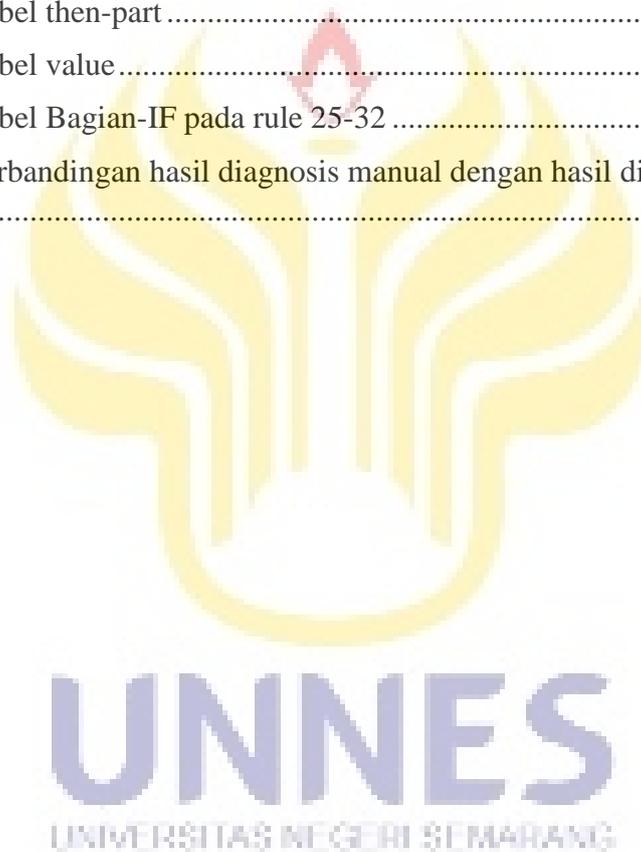
DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Penegasan Istilah	6
1.7 Sistematika Skripsi	8
KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	9
2.1 Penelitian Terdahulu.....	9
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Sistem Pakar.....	12
2.2.1.1 Definisi Sistem Pakar	12
2.2.1.2 Komponen Sistem Pakar	13
2.2.1.3 Keuntungan Sistem Pakar.....	16
2.2.1.4 Kekurangan Sistem Pakar.....	17
2.2.2 Metode <i>Forward chaining</i>	17
2.2.2.1 Karakteristik Metode <i>Forward Chaining</i>	17
2.2.2.2 Alur Metode Forward Chaining	21
2.2.3 Penyakit dan Hama Tanaman Jagung	23

2.2.3.1	Definisi Penyakit dan Hama.....	24
2.2.3.2	Macam-Macam Penyakit Tanaman Jagung.....	25
2.2.3.3	Macam-Macam Hama Tanaman Jagung.....	29
2.3	Kerangka Berpikir.....	37
METODE PENELITIAN.....		40
3.1	Objek, Waktu dan Tempat Penelitian.....	40
3.2	Sumber Data.....	40
3.2.1	Data Penyakit dan Hama Tanaman Jagung.....	40
3.2.2	Data Validasi Sistem.....	40
3.3	Tahap penelitian.....	41
3.4	Tahap Pengembangan Sistem.....	43
3.4.1	Analisis Kebutuhan Sistem dan Perangkat.....	45
3.4.1.1	Analisis Kebutuhan Sistem.....	45
3.4.1.2	Analisis Kebutuhan Perangkat.....	46
3.4.2	Desain Sistem.....	47
3.4.2.1	Desain UML.....	48
3.4.2.2	Basis Pengetahuan dan Metode Forward Chaining.....	57
3.4.2.3	Desain Antarmuka Pengguna (<i>user interface</i>).....	71
3.4.3	Pengodean.....	83
3.4.4	Pengujian.....	84
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		86
4.1	Hasil Penelitian.....	86
4.1.1	Hasil Sistem Diagnosa Penyakit dan Hama Tanaman Jagung.....	87
4.1.2	Hasil Validasi Sistem.....	104
4.2	Pembahasan Hasil Penelitian.....	107
PENUTUP.....		111
5.1	Simpulan.....	111
5.2	SARAN.....	112
DAFTAR PUSTAKA.....		113
LAMPIRAN.....		114

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Definisi Aktor	50
Tabel 3.2 Definisi Use Case.....	50
Tabel 3.3 Tabel rule	65
Tabel 3.4 Tabel subject	65
Tabel 3.5 Tabel if-part.....	66
Tabel 3.6 Tabel then-part	66
Tabel 3.7 Tabel value	66
Tabel 3.8 Tabel Bagian-IF pada rule 25-32	70
Tabel 4.1 Perbandingan hasil diagnosis manual dengan hasil diagnosis sistem diagnosa.....	105



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Komponen-komponen Sistem Pakar, Turban, et al., (2005:456).....	14
Gambar 2.2 Graph pengetahuan menurut Kusri (2008:10).....	20
Gambar 2.3 Flowchart Metode <i>Forward Chaining</i> , Hopgood (2001:43).....	22
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	41
Gambar 3.2. Tahap pengembangan sistem	45
Gambar 3.3 Use Case Diagram Sistem Diagnosa Penyakit dan Hama Tanaman Jagung	49
Gambar 3.4 Activity Diagram Proses Login.....	52
Gambar 3.5 Activity Diagram mengelola data user account	53
Gambar 3.6 Activity diagram mengelola data rule	53
Gambar 3.7 Activity diagram mengelola data subject	54
Gambar 3.8 Activity diagram mengelola data If-Part.....	55
Gambar 3.9 <i>Activity diagram</i> mengelola data Then-Part.....	55
Gambar 3.10 <i>Activity diagram</i> mengelola nilai gejala (<i>symptom value</i>)	56
Gambar 3.11 Activity diagram melakukan konsultasi.....	57
Gambar 3.12 Desain Menu Utama.....	72
Gambar 3.13 Submenu System.....	72
Gambar 3.14 Submenu Login System	73
Gambar 3.15 Submenu Connection, Backup, dan Restore Database	74
Gambar 3.16 Halaman identitas user	74
Gambar 3.17 (a) Desain Form Daftar Gejala (b) Desain Form Hasil Diagnosa..	75
Gambar 3.18 Submenu Knowledge	76
Gambar 3.19 Desain Form registrasi user.....	76
Gambar 3.20 Desain form daftar data user account.....	77
Gambar 3.21 Desain tambah nama rule	77
Gambar 3.22 Desain form daftar rule	78
Gambar 3.23 Desain tambah gejala penyakit.....	78
Gambar 3.24 Desain form view data daftar subject/ gejala	79
Gambar 3.25 Desain IF-Part	79
Gambar 3.26 Desain form view data IF-Part	80

Gambar 3.27 Desain Then-Part.....	81
Gambar 3.28 Desain form data then-part.....	81
Gambar 3.29 Desain nilai masing-masing gejala.....	82
Gambar 3.30 Desain Submenu Change Password.....	83
Gambar 3.31 Desain Submenu Maximum Value.....	83
Gambar 3.32 Desain Laporan Aturan/Rule Penyakit&Hama.....	83
Gambar 4.1 Tampilan Menu Utama.....	88
Gambar 4.2 Tampilan Menu System.....	88
Gambar 4.3 Tampilan Login System.....	89
Gambar 4.4 Tampilan Hak akses menu untuk level Admin.....	89
Gambar 4.5 Tampilan Hak akses menu untuk level <i>User</i>	90
Gambar 4.6 Tampilan Identitas pengguna sesuai dengan <i>account</i> pada <i>login</i> system.....	90
Gambar 4.7 Tampilan daftar gejala pada menu Diagnose.....	91
Gambar 4.8 Tampilan hasil diagnosa.....	99
Gambar 4.9 Tampilan cetak hasil diagnosa.....	100
Gambar 4.10 Tampilan tambah <i>rule</i> dan daftar nama <i>rule</i>	101
Gambar 4.11 Tampilan halaman input gejala (<i>Subject</i>).....	102
Gambar 4.12 Tampilan halaman IF-Part.....	103
Gambar 4.13 Tampilan halaman THEN-Part.....	104
Gambar 4.14 Prosentase Perbandingan Hasil Diagnosis secara manual dengan Hasil Diagnosis menggunakan Sistem Diagnosa.....	108



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian Kesatuan Bangsa, Politik dan Perlindungan Masyarakat.....	114
Lampiran 2. Surat Rekomendasi Penelitian Badan Kesatuan Bangsa dan Politik	115
Lampiran 3. Surat Izin Penelitian Dinas Pertanian Semarang	117
Lampiran 4. Usulan Topik Skripsi	118
Lampiran 5. Usulan Pembimbing	119
Lampiran 6. Surat Keputusan Penetapan Dosen Pembimbing.....	120



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim yang tidak menentu menjadi penyebab eksplosi hama dan penyakit tanaman (organisme pengganggu tanaman/ OPT) (Sembiring, 2012). Perkembangan penyakit dan hama yang pesat berdampak dalam usaha budidaya tanaman untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi (Kementerian Pertanian RI, 2011). Penyakit dan hama memiliki definisi yang berbeda. Untuk mengidentifikasi jenis penyakit/ hama yang menyerang tanaman jagung dibutuhkan pengetahuan yang baik karena kesalahan dalam mengidentifikasi/ mendiagnosis tanaman yang sakit akan berakibat pada kekeliruan dalam penanganannya (Pracaya, 2003). Setiap penyakit memiliki gejala yang berbeda-beda. Dalam melakukan diagnosis perlu dilakukan dengan hati-hati karena sebagian penyakit memiliki gejala yang sama (Ginting, 2013).

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, terkadang petani salah mendiagnosis tanaman jagung yang sakit. Jika dilihat dari gejalanya, tanaman tersebut terserang hama. Namun petani mendiagnosis tanaman tersebut terserang salah satu jenis penyakit tanaman jagung. Kesalahan petani mendiagnosis tanaman jagung yang sakit menyebabkan pengendalian yang dilakukan menjadi kurang tepat dan dapat menjadi salah satu penyebab menurunnya kualitas dan kuantitas produksi jagung. Dan kesalahan petani dalam mendiagnosis terjadi akibat kurangnya pengetahuan petani tentang organisme pengganggu tanaman (OPT) dan cara pengendaliannya.

Untuk mengendalikan perkembangan OPT perlu dilakukan Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Pengetahuan tentang PHT dapat diperoleh petani melalui kegiatan penyuluhan. Penyuluhan merupakan proses pembelajaran (pendidikan *nonformal*) untuk petani dan keluarganya yang memiliki peran penting dalam pembangunan bidang pertanian (Hubeis, 2007). Melalui kegiatan penyuluhan, Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) dapat memberikan penyuluhan/ informasi tentang PHT kepada petani karena PPL berperan sebagai guru, pembimbing, penasehat, penyampai informasi dan mitra petani (Hubeis, 2007).

Kegiatan penyuluhan ini dapat memberi manfaat kepada petani, karena petani akan mendapat pengetahuan baru dan pemanfaatan teknologi yang berasal dari PPL dan petani juga dapat mempraktekkan ilmu yang diperoleh sebagai usaha untuk meningkatkan hasil produksi pertanian (Kristanto, 2014). Selain itu PPL juga dapat membantu petani dalam mengambil keputusan dari berbagai alternatif pemecahan masalah (Setiawan, 2005) melalui kegiatan penyuluhan.

Pada dasarnya kegiatan penyuluhan di beberapa daerah sudah berjalan dengan baik, namun tetap memiliki beberapa permasalahan. Dan dalam pelaksanaan observasi di lapangan, ditemukan pula masalah tentang penyuluh pertanian lapangan. Permasalahan tentang PPL yang ditemukan di lapangan antara lain: jumlah PPL yang kurang dan PPL yang sulit untuk ditemui oleh petani ketika petani membutuhkan informasi dan penyelesaian masalah yang terjadi di lahan pertanian mereka menjadi salah satu permasalahan dalam bidang pertanian, tidak semua penyuluh memiliki pengetahuan yang sama dan memadai. Dimana PPL hanya memiliki setengah dari pengetahuan yang diperlukan dalam mengambil

keputusan terhadap masalah yang dialami petani (Setiawan, 2005). Maka petani harus memiliki pengetahuan dan keterampilan untuk menganalisis agroekosistem dan mengambil keputusan terhadap masalah mereka terutama tentang pengendalian OPT yang terjadi di lahan mereka (Kementerian RI, 2011).

Perkembangan teknologi yang semakin pesat membawa dampak positif dalam berbagai bidang termasuk pertanian. Salah satu bentuk teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam bidang pertanian yaitu sistem pakar. Sistem pakar merupakan program komputer yang berisi pengetahuan pakar yang dimasukkan ke dalam sistem untuk memecahkan masalah seperti cara berfikir seorang ahli dalam lingkup tertentu (Durkin, 1990; Gupta dan Rintika Singhal, 2013; Kusriani, 2008). Sistem pakar telah dibangun dalam berbagai bidang seperti teknik, bisnis, kedokteran, pertanian. Sistem pakar pertama kali dibangun pada tahun 1965 oleh Edward Feigenbaum dan Joshua Lederberg yang disebut DENDRAL untuk mengidentifikasi senyawa kimia (Rani, 2014). Salah satu ruang lingkup masalah sistem pakar yang dominan dibangun yaitu diagnosa (Durkin, 1990).

Telah banyak peneliti yang memanfaatkan sistem pakar di berbagai bidang salah satunya yaitu bidang pertanian seperti sistem pakar untuk perlindungan hasil panen gandum di Mesir yang bernama Expert System for Wheat Yields Protection in Egypt (ESWYP) yang bertujuan untuk mendiagnosa jenis hama serangan yang dapat menyerang tanaman gandum dan saran untuk menanggulangnya (Negied, 2014). Selain itu, di Pakistan juga terdapat sistem pakar berbasis web untuk diagnosa penyakit dan hama untuk tanaman gandum yang disebut Dr. Wheat dimana sistem ini berfungsi sebagai alat yang berguna ketika tenaga pertanian

tidak dapat memberikan bantuan saat petani membutuhkan mereka (Khan, et al., 2008).

Dalam sistem pakar, komponen yang berfungsi sebagai otak untuk memecahkan masalah/ berfikir seperti seorang pakar disebut mesin inferensi. *Forward chaining* adalah salah satu metode dalam mesin inferensi. Terdapat 2 model mesin inferensi yaitu *forward chaining* dan *backward chaining* (Durkin, 1990). Metode *backward chaining* adalah metode penalaran yang bekerja dimulai dari tujuan/ kesimpulan dengan memeriksa fakta yang mendukung hipotesa tersebut (Kusrini, 2008). Sedangkan metode *forward chaining* adalah metode yang bekerja berdasarkan fakta untuk mendapatkan konklusi (Arhami, 2005).

Metode *backward* dan *forward chaining* ini memiliki karakteristik bidang masing-masing, dimana metode *backward chaining* cocok digunakan dalam menangani masalah diagnosis, klasifikasi (Sharma, et al., 2012) sedangkan *forward chaining* digunakan untuk menangani masalah perencanaan, *monitoring*, dan kontrol (Arhami, 2005; Sharma, et al., 2012). Namun *forward chaining* juga dapat digunakan dalam bidang masalah diagnosis (Arhami, 2008). Penggunaan metode *forward chaining/ backward chaining* dapat dilihat dari kebutuhan dalam membangun sistem. Jika tujuan sistem dibangun untuk menemukan kesimpulan dari fakta yang diberikan, maka sistem tersebut harus menggunakan metode *forward chaining*.

Sama halnya seperti permasalahan yang telah dipaparkan di atas, untuk mendapatkan kesimpulan berupa jenis penyakit/ hama dan cara pengendaliannya berdasarkan gejala yang menyerang tanaman jagung agar petani tidak salah

mendiagnosis tanaman yang terserang penyakit/ hama melalui sistem diagnosa, maka dari itu penelitian ini akan menggunakan metode *forward chaining* yang cocok digunakan dalam sistem diagnosa penyakit dan hama pada tanaman jagung. Untuk itu penulis melakukan penelitian dengan judul “Implementasi Metode *Forward Chaining* dalam Sistem Diagnosa (Penyakit dan Hama Tanaman Jagung)”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan masalah yaitu:

- (1) Bagaimana cara menerapkan metode *forward chaining* dalam sistem diagnosa?
- (2) Apakah metode *forward chaining* dapat mendiagnosa penyakit dan hama tanaman jagung dengan hasil yang tepat?

1.3 Batasan Masalah

Pada sistem diagnosa penyakit dan hama tanaman jagung ini memiliki batasan masalah sebagai berikut:

- (1) Sistem diagnosa ini hanya menggunakan metode *forward chaining* sebagai mesin inferensi dalam mendapatkan hasil diagnosa.
- (2) Ketepatan hasil diagnosa dari sistem diagnosa penyakit dan hama tanaman jagung menggunakan metode *forward chaining* diukur menggunakan metode validasi uji kasus (*Case Testing*).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- (1) Untuk menerapkan metode *forward chaining* dalam sistem diagnosa penyakit dan hama tanaman jagung
- (2) Untuk mengetahui keakuratan hasil diagnosis dengan menggunakan metode *forward chaining*.

1.5 Manfaat Penelitian

- (1) Bagi Petani

Menambah pengetahuan tentang organisme pengganggu tanaman sehingga dapat mengurangi kesalahan mendiagnosis dan menambah keterampilan dalam melakukan pengendalian hama terpadu (PHT).

- (2) Bagi Penyuluh

Menambah pengetahuan tentang organisme pengganggu tanaman dan dapat menjadi salah satu sumber informasi dalam melakukan kegiatan penyuluhan.

- (3) Bagi Penulis

Menambah pengetahuan, dapat memahami konsep dan membangun sebuah sistem pakar yang bermanfaat dalam bidang ilmu tertentu.

1.6 Penegasan Istilah

Untuk memahami istilah dalam judul penelitian ini dan untuk menghindari pembahasan yang meluas, maka perlu dibuat penegasan istilah terhadap istilah-istilah tersebut:

(1) Implementasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, implementasi berarti pelaksanaan, penerapan.

(2) Metode *Forward Chaining*

Metode *forward chaining* adalah salah satu jenis mesin inferensi yang menjadi otak dalam sistem pakar (Turban, 2006) yang berfungsi untuk melakukan penalaran terhadap fakta yang disimpan untuk mencapai kesimpulan/ solusi berdasarkan basis pengetahuan (Sutojo, et al., 2011). Metode *forward chaining* ini akan melakukan penalaran berdasarkan fakta/gejala yang dimasukkan *user* untuk menghasilkan kesimpulan.

(3) Sistem Diagnosa

Sistem diagnosa termasuk dalam kategori sistem pakar namun bergerak dalam bidang diagnosa dimana sistem ini merupakan program komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang memiliki kemampuan berfikir seperti cara berpikir pakar dalam mengambil keputusan (Kusrini, 2008). Jika sistem pakar dimanfaatkan dalam bidang diagnosa berarti program komputer yang dapat berfikir layaknya seorang pakar dan dapat melakukan diagnosa terhadap suatu penyakit.

Berdasarkan uraian di atas, maka maksud dari judul penelitian yang diambil adalah penerapan metode *forward chaining* sebagai metode penalaran untuk mendapatkan hasil diagnosa berdasarkan fakta/ gejala yang dimasukkan *user* ke dalam program komputer yang dapat menyelesaikan masalah dibidang diagnosa penyakit dan hama tanaman jagung.

1.7 Sistematika Skripsi

Secara garis besar sistematika penulisan skripsi ini terbagi menjadi 3 (tiga) bagian, yaitu: bagian awal, bagian isi, dan bagian akhir.

(1) Bagian awal berisi Halaman Judul, Halaman Pengesahan, Pernyataan, Motto dan Persembahan, Kata Pengantar, Abstrak, Daftar Isi, Daftar Tabel, Daftar Gambar, dan Daftar Lampiran.

(2) Bagian isi skripsi terdiri dari:

BAB I : PENDAHULUAN; berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah dan sistematika skripsi.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI; berisi penelitian terdahulu dan landasan teori yang mendukung penelitian.

BAB III : METODE PENELITIAN; berisi tentang jenis penelitian, prosedur penelitian, rancangan pengembangan sistem, implementasi dan pengujian sistem.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN; berisi tentang hasil dan pembahasan penelitian.

BAB V : PENUTUP; berisi kesimpulan dan saran.

(3) Bagian akhir berisi Daftar Pustaka dan Lampiran-lampiran.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang sistem pakar dalam hal diagnosis penyakit maupun hama yang dimanfaatkan dalam bidang pertanian telah banyak dilakukan oleh para peneliti dari berbagai Negara. Dan tidak sedikit pula yang menggunakan metode *forward chaining* dalam sistem pakar yang dibangunnya. Salah satu peneliti yang menggunakan metode *forward chaining* adalah Dath dan Balakrishnan (2016) dengan penelitiannya tentang sistem pakar manajemen penyakit kelapa dan seleksi varietas. Dalam penelitian ini dijelaskan bahwa sistem menggunakan metode *forward chaining* untuk memilih *rule* yang sesuai dengan fakta yang berasal dari *user* untuk mendapatkan solusinya. *Rule* dalam sistem pakar ini dibangun dengan cara meletakkan seluruh gejala dari jenis penyakit yang menyerang kelapa pada bagian IF dan kemudian meletakkan nama penyakit yang sesuai dengan gejala tersebut beserta solusinya pada bagian THEN. Namun dalam membangun *rule* tersebut, peneliti mengklasifikasi gejala berdasarkan bagian-bagian tanaman. Metode *forward chaining* ini akan mencari jenis penyakit dan solusi dengan cara mengaktifkan *rule* pada bagian THEN jika ditemukan *rule* yang cocok pada bagian IF-nya.

Metode *forward chaining* ini juga digunakan oleh peneliti lain yaitu Divayana (2014) dalam membangun aplikasi sistem pakar penyakit nanas. Dalam

membangun aplikasi ini Divayana juga mengkombinasikan metode *forward chaining* dengan metode *fuzzy logic*. Metode *forward chaining* yang digunakan untuk membuat rule. Sedangkan dalam menentukan bobot/ level dari masing-masing gejala penyakit nanas, sistem ini menggunakan metode *fuzzy logic*. Sistem pakar untuk penyakit nanas ini dapat menghasilkan diagnosa berupa jenis penyakit yang menyerang tanaman nanas dengan prosentasenya. Metode *forward chaining* ini akan menelusuri gejala yang diberikan user dengan mencocokkan bagian premis pada setiap *rule* dalam basis pengetahuan untuk menghasilkan kesimpulan berupa jenis penyakit yang menyerang nanas.

Dalam sistem pakar metode penelusuran/ inferensi yang berfungsi untuk menarik kesimpulan terdapat 2 metode lainnya selain *forward chaining*, yaitu metode *backward chaining* dan metode gabungan (*forward* dan *backward chaining*). Adapun peneliti yang menggunakan metode gabungan antara *forward chaining* dan *backward chaining* seperti penelitian yang dilakukan oleh Honggowibowo (2009) yang merancang sebuah sistem pakar diagnosa tanaman padi berbasis web menggunakan basis aturan (*rule base reasoning*) dengan metode inferensi *forward chaining* dan *backward chaining*. Metode *forward chaining* digunakan untuk menarik kesimpulan penyakit dari beberapa fakta berupa gejala yang telah dipilih *user*. Besarnya prosentase kemungkinan awal serangan penyakit berdasarkan jumlah gejala yang dipilih atau terpenuhi \div jumlah gejala yang harus terpenuhi $\times 100\%$. Metode *backward chaining* dalam penelitian ini berfungsi untuk menampilkan nama penyakit, gejala-gejala yang menandai penyakit tersebut. Hasil dari penelitian ini yaitu sistem pakar diagnosa penyakit

tanaman padi menggunakan metode *forward* dan *backward chaining* dapat digunakan untuk membantu petani dalam mendapatkan pengetahuan tentang jenis penyakit melalui hasil diagnosa.

Metode *forward chaining* juga dapat dikombinasikan dengan metode lain, seperti penggunaan metode *inference tree* bersama dengan *forward chaining* yang dilakukan dalam penelitian Destarianto, et al., (2013) yang membuat sebuah sistem pakar diagnosis hama dan penyakit kedelai edamame berdasarkan gejala kerusakannya dengan menggunakan metode *inference tree* dan *forward chaining*. Cara kerja sistem pakar ini yaitu program akan mengajukan pertanyaan kepada pemakai dengan bentuk jawaban “ya” atau “tidak”. Dan program akan mengambil kesimpulan berdasarkan jawaban yang dipilih *user*. Hasil ketepatan dari aplikasi program sistem pakar ditunjukkan dengan nilai 100 yang didapatkan dari perhitungan $\text{jumlah jawaban} \div \text{jumlah gejala} \times 100\%$. Penelitian ini menghasikan sistem pakar dengan menerapkan metode *forward chaining* yang dapat mendiagnosa hama dan penyakit kedelai edamame dan memberikan cara pengendaliannya untuk membantu tugas penyuluh lapangan dalam memberikan informasi kepada petani.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa sistem pakar sudah banyak diaplikasikan dalam bidang pertanian yang dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit/ hama pada tanaman. Sistem pakar dapat bermanfaat bagi para petani/ orang yang membutuhkan informasi tentang pertanian namun para petani tidak menemukan penyuluh/ seorang ahli pertanian sebagai tempat untuk bertanya. Penggunaan metode *forward chaining* dalam sistem pakar berfungsi

untuk mencari/ menentukan kesimpulan/ hasil diagnosa dengan cara menelusuri gejala/ fakta dari *user*. Metode *forward chaining* bekerja dengan mencocokkan jawaban/ gejala yang dipilih oleh user dengan hipotesis/ premis yang terdapat pada setiap aturan (*rule*) yang tersimpan dalam sistem. Jika gejala yang berasal dari *user* cocok dengan premis yang terdapat pada salah satu aturan dalam sistem pakar maka aturan tersebut dieksekusi untuk mendapatkan hasil diagnosa.

Untuk itu penulis menerapkan metode *forward chaining* dalam sistem diagnosa penyakit dan hama tanaman jagung untuk mendapatkan hasil diagnosa berupa jenis penyakit/ hama yang menyerang tanaman jagung berdasarkan gejala penyerangan yang dipilih *user* dan cara pengendaliannya.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan salah satu cabang dari AI (*Artificial Intelligence*) yang berkembang pada pertengahan tahun 1960. Sistem pakar merupakan sebuah sistem yang dirancang untuk menyelesaikan permasalahan khusus pada lingkup tertentu dengan memasukkan pengetahuan seorang pakar ke dalam sistem tersebut. Dengan mengadopsi pengetahuan pakar ke dalam sistem, maka sistem dapat berfikir layaknya seorang pakar dalam menyelesaikan masalah.

2.2.1.1 Definisi Sistem Pakar

Menurut Sutojo, et al., (2011:205) mengatakan bahwa, “*Sistem pakar adalah program komputer yang merepresentasikan dan melakukan penalaran*

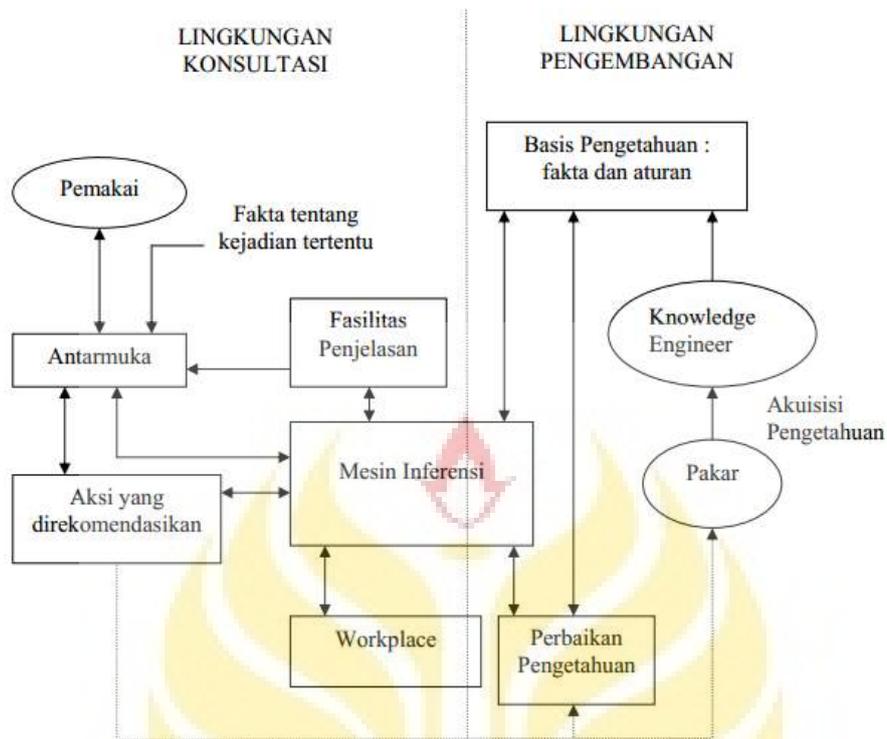
dengan pengetahuan beberapa pakar untuk memecahkan masalah atau memberikan saran”.

Turban, et al., (2005:453) mengemukakan bahwa, *“Sistem pakar adalah sebuah sistem komputer yang berusaha untuk meniru seorang ahli dengan menerapkan metodologi penalaran atau pengetahuan dalam ranah tertentu”.*

Berdasarkan definisi sistem pakar yang telah dipaparkan maka dapat disimpulkan bahwa sistem pakar merupakan program komputer yang dapat berfikir seperti seorang manusia yang ahli dalam sebuah bidang tertentu untuk memecahkan permasalahan/ memberikan saran terhadap permasalahan yang terjadi sesuai dengan bidangnya.

2.2.1.2 Komponen Sistem Pakar

Sistem pakar dibagi menjadi 2 bagian yaitu lingkungan pengembangan yang digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan system pakar dan lingkungan konsultasi yang digunakan oleh pengguna yang bukan pakar untuk berkonsultasi sehingga pengguna dapat memperoleh pengetahuan pakar melalui sebuah sistem pakar.



Gambar 2.1. Komponen-komponen Sistem Pakar, Turban, et al., (2005:456).

Menurut Sutojo (2011:167-169), Komponen yang terdapat dalam Sistem Pakar:

(1) Antarmuka Pengguna

Media komunikasi antara pengguna/ pemakai/ *user* dengan system.

Pada bagian antarmuka ini akan terjadi dialog antara pengguna dengan system pakar dengan tampilan yang dapat dimengerti oleh pengguna.

(2) Basis Pengetahuan

Dalam basis pengetahuan terdapat pengetahuan yang diperlukan dalam system. Ada 2 basis pengetahuan yaitu:

- a. Fakta merupakan kondisi, situasi, atau permasalahan yang ada

b. Aturan (*Rule*) merupakan cara menggunakan pengetahuan untuk memecahkan masalah.

(3) Akuisisi Pengetahuan

Memasukkan pengetahuan ke dalam system. Pengetahuan yang di transfer ke dalam system bisa berasal dari seseorang yang ahli dalam bidang tertentu ataupun pengetahuan tersebut bisa berasal dari laporan riset, buku, atau informasi yang valid / bisa dipertanggungjawabkan.

(4) Mesin inferensi

Berfungsi untuk memperoleh solusi atau menarik kesimpulan berdasarkan basis pengetahuan.

(5) Workplace / Blackboard

Area untuk merekam hasil sementara yang akan dijadikan sebagai keputusan sementara.

(6) Fasilitas Penjelasan

Berfungsi untuk memberikan penjelasan kepada pengguna tentang cara kerja sistem dalam mengambil suatu kesimpulan. Penjelasan kepada pengguna dapat berbentuk keterangan setelah pertanyaan diajukan.

(7) Perbaikan pengetahuan

Seorang pakar memiliki kemampuan untuk memperbaiki pengetahuan dengan cara belajar dan menganalisis. Perbaikan pengetahuan juga diperlukan dalam sistem pakar agar sistem dapat memberikan alasan sukses dan gagalnya dalam mengambil keputusan dan dapat mengevaluasi pengetahuan

yang ada dalam sistem dapat digunakan di masa yang akan datang atau ada perubahan pengetahuan.

(8) Pengguna/ Pemakai

Pengguna adalah seseorang yang menggunakan sistem pakar tersebut untuk mendapatkan pengetahuan, solusi, atau saran dari suatu permasalahan yang berhubungan dengan sistem pakar tersebut.

2.2.1.3 Keuntungan Sistem Pakar

Menurut Arhami (2005: 10) dan Sutojo, et al., (2011: 160-161), Sistem pakar banyak digunakan dan dikembangkan karena memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

- (1) Dapat menyimpan pengetahuan seorang pakar dan membuat *user* dapat bekerja seperti seorang pakar.
- (2) Pengetahuan yang terdapat di dalam sistem bersifat konsisten dan dapat mengurangi kesalahan dalam memberikan saran.
- (3) Sistem mudah digunakan dan pengetahuan serta nasihat mudah didapatkan.
- (4) Sistem tidak pernah sakit atau kelelahan layaknya seorang pakar.
- (5) Sistem pakar mampu bekerja dengan informasi yang kurang lengkap dan mengandung ketidakpastian. *User* dapat menjawab pertanyaan yang diajukan sistem dengan pilihan “tidak tahu”, atau “tidak yakin” selama konsultasi.

2.2.1.4 Kekurangan Sistem Pakar

Arhami (2005: 10) dan Sutojo, et al., (2011: 161), Setiap sistem pasti memiliki kelebihan dan kekurangan, adapun beberapa kekurangan yang terdapat dalam sistem pakar yaitu:

- (1) Biaya yang diperlukan untuk membangun dan memelihara sebuah sistem sangat besar.
- (2) Representasi pengetahuan dari seorang pakar di dalam sistem terhambat pada keterbatasan keahlian dan keberadaan pakar.
- (3) Sistem pakar tidak 100% benar, karena pengetahuan masing-masing pakar berbeda.

2.2.2 Metode *Forward chaining*

Metode inferensi *forward chaining* yaitu sebuah metode penalaran yang dimulai dengan fakta yang diketahui untuk mendapat kesimpulan dari fakta tersebut. Sharma, et al., (2012) dan Sutojo, et al., (2011:171) mengemukakan metode *forward chaining* ini bekerja dengan cara memproses fakta yang telah dimasukkan oleh *user* dan mencocokkan seluruh fakta tersebut dengan bagian IF dari rule IF-THEN, jika ada fakta yang bernilai benar dalam sebuah aturan maka aturan tersebut dieksekusi.

2.2.2.1 Karakteristik Metode *Forward Chaining*

Metode *forward chaining* cocok digunakan dalam menangani pengendalian/ kontrol dan peramalan/ prognosis (Giarattano dan Riley dalam

Kusrini, 2008). Namun metode *forward chaining* ini juga dapat digunakan dalam sistem untuk melakukan diagnosis. Beberapa karakteristik lainnya dari metode *forward chaining* yaitu metode *forward chaining* digunakan untuk *monitoring*, perencanaan, disajikan untuk masa depan, data memandu dengan penalaran berawal dari bawah ke atas, bekerja dari antecedent/ premis menuju konsekuen/ konklusi, antecedent/ premis menentukan pencarian (Arhami, 2005).

Untuk mendapatkan konklusi dari beberapa fakta yang dialami pengguna dengan menggunakan metode *forward chaining* dapat digambarkan pada contoh berikut (Kusrini, 2008).

Dicontohkan oleh Kusrini (2008) dalam sebuah sistem memiliki beberapa aturan yang terdiri atas kumpulan premis dan sebuah konklusi dari masing-masing aturan, seperti berikut:

Aturan 1:

Jika Premis 1

Dan Premis 2

Dan Premis 3

Maka Konklusi 1

Aturan 3:

Jika Premis 2

Dan Premis 3

Dan Premis 5

Maka Konklusi 3

Aturan 2:

Jika Premis 1

Dan Premis 3

Dan Premis 4

Maka Konklusi 2

Aturan 4:

Jika Premis 1

Dan Premis 4

Dan Premis 5

Dan Premis 6

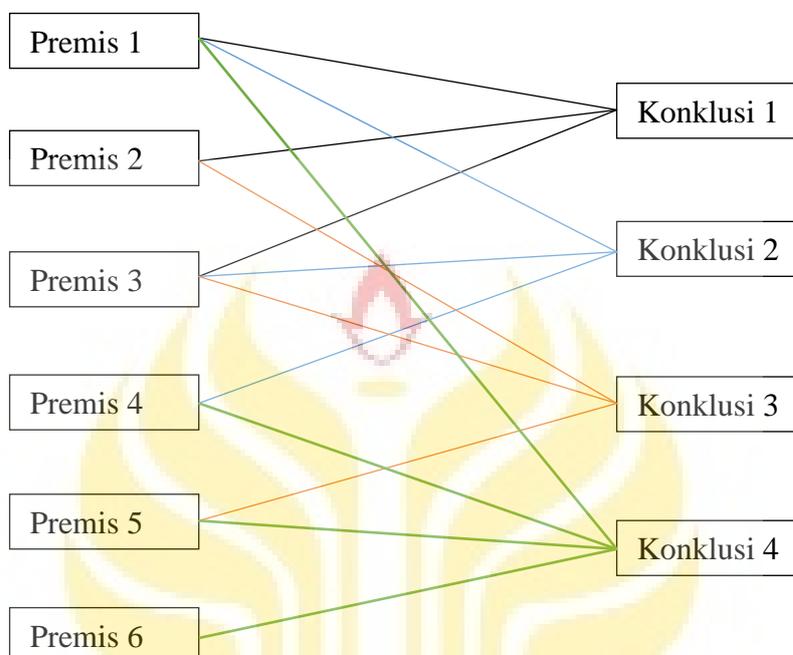
Maka

Konklusi

4



Jika aturan di atas digambarkan dengan graph, maka premis dan konklusi



yang ada akan tergambar seperti berikut:

Gambar 2.2 Graph pengetahuan menurut Kusri (2008:10)

Dalam metode *forward chaining* ini, seluruh premis akan ditampilkan dalam sistem kemudian *user* memilih satu atau beberapa premis yang ada sebagaimana yang dialami oleh *user*. Dari contoh di atas terdapat 6 premis yang dapat ditampilkan sistem, yaitu:

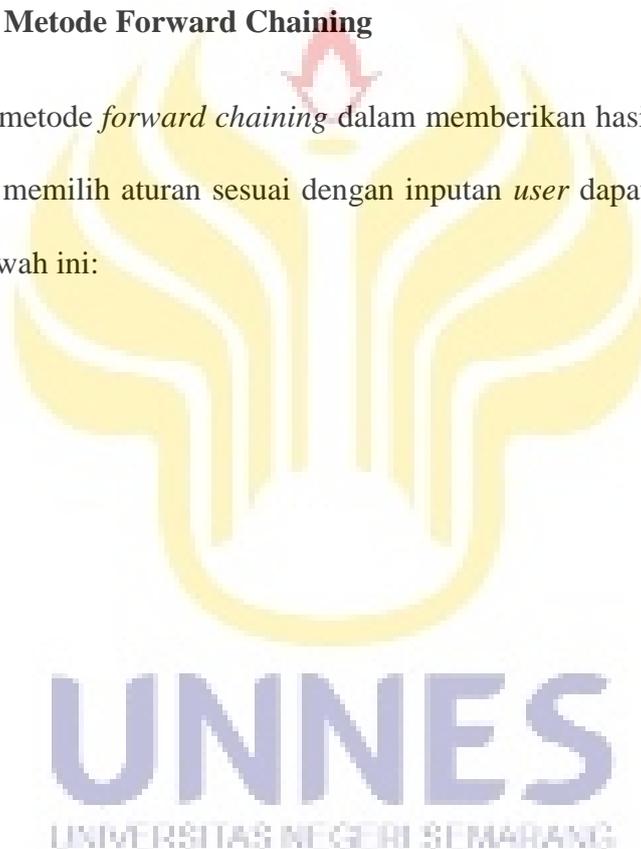
Premis 1, Premis 2, Premis 3, Premis 4, Premis 5, Premis 6.

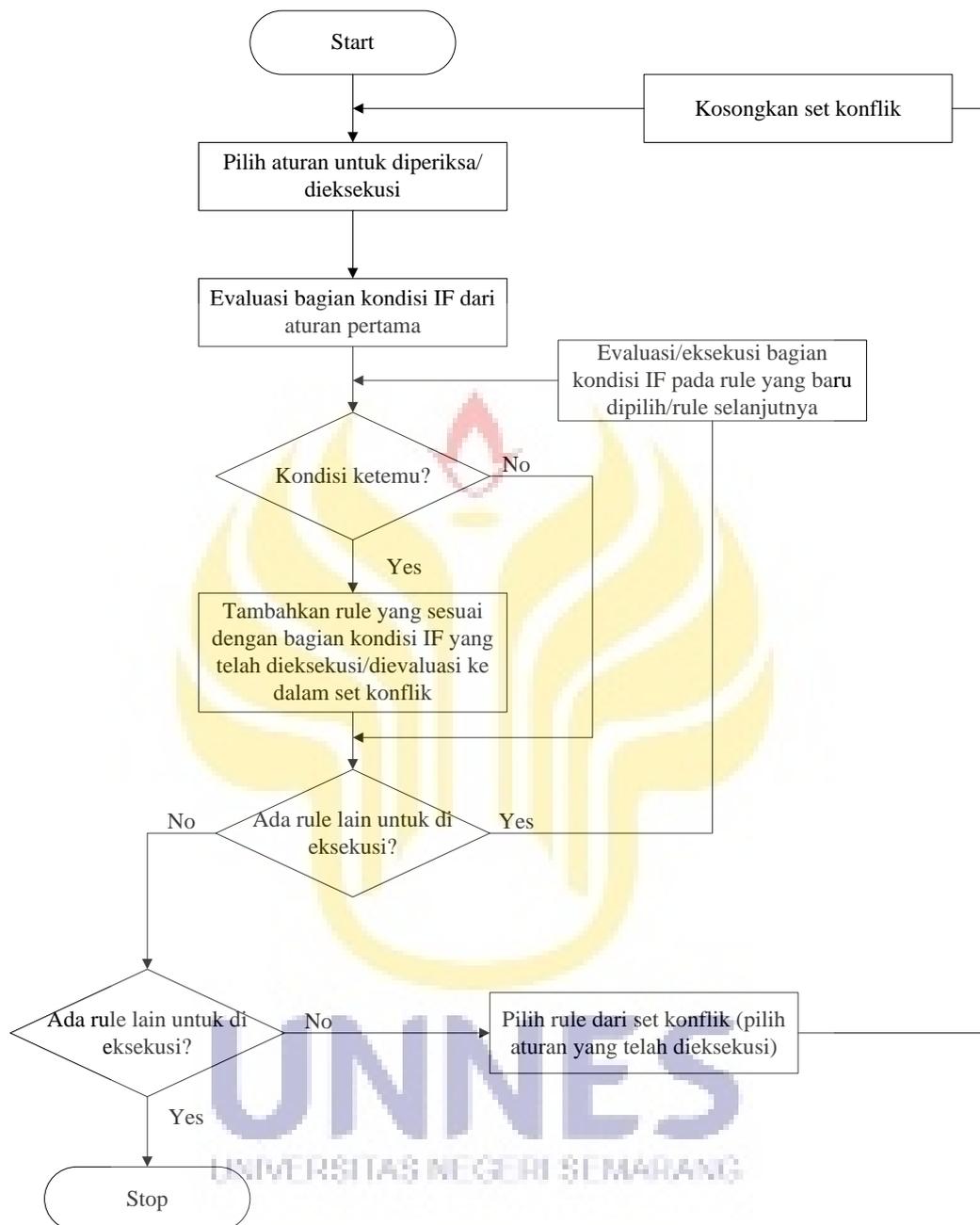
Jika *user* telah memilih premis yang sesuai maka sistem akan mencari aturan yang sesuai dengan premis yang dipilih oleh *user* untuk mendapatkan hasil/konklusinya. Apabila *user* memilih Premis 1, 3 dan 4 maka aturan yang terpilih

adalah aturan 2 dengan konklusinya yaitu konklusi 2. Apabila *user* memilih Premis 1 dan 6 maka sistem akan mengarah pada aturan 4 dengan konklusi 4, namun premis yang membentuk aturan 4 adalah premis 1,4,5, dan 6, sedangkan *user* hanya memilih premis 1 dan 6 saja maka premis yang dipilih *user* tidak cukup untuk memilih konklusi 4 sebagai kesimpulan.

2.2.2.2 Alur Metode Forward Chaining

Alur metode *forward chaining* dalam memberikan hasil akhir/ kesimpulan dengan cara memilih aturan sesuai dengan inputan *user* dapat digambarkan pada gambar dibawah ini:





Gambar 2.3 Flowchart Metode *Forward Chaining*, Hopgood (2001:43).

Menurut Tout dan D.J. Evans (1992:914), pada dasarnya cara kerja *forward chaining* ada 3 tahap. Cara kerja algoritma *forward chaining* tahap pertama yaitu memilih aturan untuk diperiksa dan kemudian aturan dievaluasi dengan mencocokkan bagian kondisi pada aturan pertama, jika kondisi pada

aturan pertama sesuai dengan fakta, maka aturan tersebut ditambahkan ke dalam set konflik. Tambahkan aturan yang lain jika masih terdapat aturan yang sesuai dengan fakta pada bagian kondisi (Sharma, et al., 2012:271; Tout dan D.J. Evans, 1992: 914).

Pada tahap kedua yaitu memilih satu/beberapa aturan dari seluruh aturan yang telah ditambahkan dalam set konflik untuk dieksekusi dan kegiatan ini disebut dengan resolusi konflik. Dalam memilih aturan untuk dieksekusi dapat menggunakan beberapa metode antara lain *first come-first served*, *priority values*, dan *metarules* (Hopgood, 2001:42).

Langkah terakhir dalam algoritma *forward chaining* adalah eksekusi aturan yang telah terpilih. Aturan yang dieksekusi adalah aturan yang berasal dari hasil resolusi konflik. Aturan yang telah dieksekusi menjadi hasil/ kesimpulan akhir dari fakta yang ada yang telah dicocokkan dengan aturan pada bagian kondisi.

2.2.3 Penyakit dan Hama Tanaman Jagung

Penyakit dan hama yang menyerang tanaman jagung mempengaruhi jumlah produksi jagung. Penyakit dan hama merupakan penyebab utama terjadinya gagal panen yang berakibat petani mengalami kerugian. Penanganan masalah penyakit dan hama yang terjadi harus dilakukan dengan tepat dan cepat untuk menghindari/ mengurangi tingkat kerugian akibat gagal panen.

2.2.3.1 Definisi Penyakit dan Hama

Pengendalian hama dan penyakit yang tepat dapat mengurangi penyebab gagal panen. Untuk melakukan pengendalian hama dan penyakit secara tepat maka perlu memahami perbedaan antara penyakit dan hama serta cara pengendaliannya.

Kondisi yang terjadi di lapangan pada umumnya masih banyak petani yang belum memahami perbedaan antara penyakit dan hama yang menyerang tanaman mereka. Terkadang mereka salah mendiagnosis tanaman yang terlihat kurang sehat, mereka berfikir bahwa tanaman tersebut terkena sebuah penyakit namun sebenarnya tanaman mereka terserang hama, bukan penyakit. Hal ini mengakibatkan adanya cara pemberantasan yang keliru dan pemberian obat yang keliru (Pracaya, 2003:320).

Pracaya (2003:320) mengemukakan bahwa penyakit tumbuhan adalah penyimpangan dari keadaan normal pada tumbuhan yang diakibatkan karena serangan pathogen atau gangguan faktor lingkungan yang dinampakkan dalam bentuk gejala kerusakan pada tumbuhan. Suatu penyakit dapat menyerang tanaman karena disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: cendawan, bakteri, virus, kekurangan air, kekurangan/kelebihan unsur hara, dll. Sedangkan hama adalah semua binatang yang mengganggu dan merugikan tanaman yang dibudidayakan manusia (Pracaya, 2003:413).

2.2.3.2 Macam-Macam Penyakit Tanaman Jagung

Ada beberapa macam penyakit yang dapat menyerang tanaman jagung. salah satu penyakit utama yang menyerang tanaman jagung yang dapat mengakibatkan kerugian besar bagi petani adalah bulai. Berikut beberapa macam penyakit yang menyerang tanaman jagung (Budiman, 2012; Kementerian Pertanian, 2011; Surtikanti, 2011) antara lain:

a. Bulai

Penyebab : *Peronosclepora maydis* (Rac) Shaw, *Peronosclepora philippinensis* Weston, *Peronosclepora Sorghi*.

Gejala : Permukaan daun jagung berwarna putih sampai kekuningan diikuti garis-garis khlorotik, di sisi bawah daun jagung terdapat lapisan beledu putih yang terdiri dari konidiofor dan konidium jamur yang tampak jelas pada pagi hari, jika penyakit bulai menyerang tanaman jagung pada umur masih muda biasanya tidak terbentuk buah, bila menyerang pada tanaman jagung berumur tua maka masih dapat terbentuk buah dan umumnya pertumbuhannya kerdil, daun yang terserang penyakit bulai pada umur 2-3 minggu akan berbentuk runcing, kecil, kaku, dan jika tanaman jagung dicabut, terkadang terdapat cendawan pada akar tanaman.

Cara pengendalian:

- Kuktur teknis/pola tanam

- Menanam varietas tahan bulai (varietas Sukmaraga, Lagaligo, Srikandi, Lamuru, dan Gumarang, Surya, Bisi-4, Pioner (P)-4, P5, P9, P1, P12, Bima 1, Bima 3, Bima 9, Bima 14, Bima 15)
- Melakukan periode waktu bebas tanaman jagung minimal 2 minggu sampai 1 bulan.
- Tidak menanam jagung dari benih tanaman sakit.
- Menanam secara serentak pada awal sampai akhir musim kemarau.
- Mengatur waktu tanam.
- Pengendalian fisik dan mekanik
 - Sanitasi/eradikasi tanaman yang terinfeksi
 - Mencabut dan membakar tanaman yang terserang.
- Perlakuan benih dengan fungisida sistemik dengan bahan aktif metalaksil, dimetomorf, propineb, propikonazol, tebukonazol + trifloksistrobin, tembaga oksida, simoksanil, tiram, mankozeb + mefenoksam, metil metalaksil atau propineb + fluopikolid.

b. Karat

Penyebab : *Puccinia polysora* Underw, *Puccinia sp.*, *P.sorghii*, *P.zaeae*

Gejala : Permukaan daun bagian atas dan bawah terdapat bercak-bercak kecil (uredinia), bentuk bercak bulat sampai oval, bercak berwarna coklat atau merah oranye atau hitam kecoklatan, terdapat serbuk berwarna kuning kecoklatan pada bercak, panjang bercak 0,2-2mm, daun mengering.

Cara pengendalian:

- Pengendalian hayati
 - Agens hayati bakteri *Pseudomonas fluorescens* atau *Saccharomyces cerevisiae*.
- Kuktur teknis/pola tanam
 - Menanam varietas tahan seperti Arjuna, Bromo, Rama, C3, Pioneer-2, Pioneer-3, CPI-2, Lamuru, Sukmaraga, Palakka, Bima1 dan Semar-1, Semar-2, Kalingga, Wiasa.
- Pengendalian fisik dan mekanik
 - Eradikasi tanaman yang terinfeksi karat daun dan gulma
- Pengendalian kimiawi dengan menggunakan fungisida triadimefon atau golongan dithiokarbonat, bahan aktif benomi.

c. Hawar daun jagung

Penyebab : *Helminthosporium turcicum* Pass

Gejala : Awalnya terdapat bercak basah, berbentuk kecil/oval/memanjang teratur. Bercak menjadi luas (hawar) dan nekrotik (kering), warna bercak hijau keabu-abuan/ kuning dikelilingi coklat atau coklat tua. Panjang hawar 2,5 - 15 cm, bercak pertama muncul pada daun bagian bawah dekat permukaan tanah (daun tua) kemudian berkembang menuju daun atas (daun muda). Pada serangan berat, tanaman jagung cepat mati atau mengering. Cendawan ini tidak menginfeksi bagian tongkol atau kelobot.

Cara pengendalian:

- Kuktur teknis/pola tanam
 - Menanam varietas tahan (Bisma, Pioneer-2, Pioneer-14, Semar 2, dan Semar 5).
 - Pemupukan berimbang.
 - Menanam secara serentak pada awal sampai akhir musim kemarau dan secara serempak.
- Pengendalian fisik dan mekanik
 - Eradikasi tanaman yang terinfeksi bercak daun/Hawar daun.
- Pengendalian kimiawi dengan fungisida sistemik dengan bahan aktif antara lain: propineb, mankozeb + karbendazim, difenokonazol + propikonazol, heksakonazol, flusilazol, simoksanil, tiram, propineb + fluopikolid, tiodikarb, atau deltametrin.

d. Bercak daun

Penyebab : *Bipolaris maydis* Syn. (Ras O dan Ras T).

Gejala : jika disebabkan oleh ras patogen O, maka bercak berwarna coklat kemerahan dengan ukuran $0,6 \times (1,2-1,9)$ cm. Namun jika disebabkan oleh Ras T bercak akan berukuran lebih besar yaitu $(0,6-1,2) \times (0,6-2,7)$ cm. Bercak berbentuk kumparan hijau kuning atau khlorotik kemudian menjadi coklat kemerahan. Dari kedua ras ini, ras T lebih virulen dibanding ras O dan pada bibit jagung yang terserang menjadi layu atau mati dalam waktu 3-4 minggu setelah tanam. Bercak yang disebabkan oleh ras T berada

diseluruh bagian tanaman (daun, pelepah, batang, tangkai kelobot, biji dan tongkol). Permukaan biji yang terinfeksi akan ditutupi miselium berwarna abu-abu sampai hitam sehingga dapat menurunkan hasil produksi yang cukup besar.

Cara pengendalian :

- Pengendalian kultur teknis/pola tanam
 - Menggunakan varietas tahan (Bima1, Srikandi Kuning-1, Sukmaraga dan Palaka).
 - Pembajakan tanah yang bersih sehingga dapat mengurangi infeksi awal.
 - Menghindari menanam jaung terlalu rapat.
 - Menghindari menanam jagung yang bersitoplasma jantan mandul.
- Cara pengendalian fisik dan mekanis:
 - Eradikasi tanaman yang terinfeksi bercak daun
 - Menggunakan fungisida sistemik dengan bahan aktif antara lain: azoxistrobin + difenokonazol, tebukonazol + trifloksistrobin, atau difenokonazol.

2.2.3.3 Macam-Macam Hama Tanaman Jagung

Selain beberapa penyakit diatas, ada pula hama yang dapat menyerang tanaman jagung (Budiman, 2012; Kementerian Pertanian, 2011; Surtikanti, 2011), yaitu:

- a. Penggerek tongkol

Penyebab : *Heliothis armigera* Hbn / *Helicoverpa armigera* Hbn.,
Noctuidae, Lepidoptera

Gejala : Adanya lubang-lubang melintang pada daun pada stadia vegetatif, rambut tongkol jagung terpotong/ berkurang/ kering, ujung tongkol terdapat bekas gigitan dan sering kali adanya larva, larva yang menetas akan masuk ke dalam tongkol dan akan memakan biji. Larva menyerang malai, tidak terbentuk bunga jantan. Pada serangan berat dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas tongkol.

Cara pengendalian:

- Pengendalian dengan musuh alami
 - parasit telur *Trichogramma nana*; parasit larva *Eriborus argentiopilosa* (*Ichneumonidae*).
 - jamur *Metarhizium anisopliae* menginfeksi larva
 - bakteri *Bacillus thuringiensis* dan *Beauveria bassiana*
 - virus *Helicoverpa armigera Nuclear Polyhedrosis Virus* (HaNPV) yang menginfeksi larva
- Kultur teknis/pola tanam dengan pengolahan tanah yang baik akan merusak pupa yang terbentuk dalam tanah dan dapat mengurangi populasi *H.armigera* berikutnya.

- Pengendalian kimiawi dengan insektisida berbahan aktif lamda sihalotrin, sipermetrin, dan BPMC. Untuk mengendalikan larva *H.armigera* pada jagung, penyemprotan insektisida dilakukan setelah terbentuknya rambut jagung pada tongkol hingga rambut jagung berwarna coklat.

b. Penggerek batang jagung

Penyebab : *Ostrinia furnacalis* Guenee, Noctuidae, Lepidoptera

Gejala : terdapat lubang kecil pada daun, lubang gorokan pada batang, bunga jantan atau pangkal tongkol, batang dan tassel (bunga jantan) yang mudah patah, tumpukan tassel yang rusak, bunga jantan tidak terbentuk, terdapat tepung/kotoran di sekitar lubang gerkakan, daun agak kuning.

Cara pengendalian:

- Pengendalian musuh alami:
 - Parasit telur *Trichogramma spp*, *T.evanescens*, *Chelonus sp* (*Braconidae*), *Micraspis sp.* (*Coccinelidae*)
 - Predator laba-laba dari famili *Agriopidae*, *Oxyopidae*, *Theriidae*;; predator semut; *Solenopsis geminate*, *Proreus simulans* (*Dermaptera*), *Harmonia octomaculata talia* (*Dermaptera*), *Euborellia annulata* dan *Micraspis sp.* Memangsa larva dan pupa *O.furnacalis*.
 - Jamur *Beauveriabassiana* dan *Metharhizium anisopliae* mengendalikan larva.
 - Bakteri *Bacillus thrugensis Kurstaki*.
- Kuktur teknis/pola tanam

- Tumpang sari jagung dengan kedelai dan kacang tanah.
- Waktu tanam yang tepat (awal musim hujan dan paling lambat 4 minggu sejak mulai musim hujan).
- Varietas tahan.
- Pengolahan tanah.
- Pengendalian fisik dan mekanik
- Sanitasi sisa-sisa tanaman jagung.
- Pemangkasan sebagian bunga jantan (empat dari enam bari tanaman).
- Pengendalian kimiawi dengan insektisida berbahan aktif lamda sihalotrin, klorpirifos, dan sipermetrin. Insektisida cair efektif pada fase telur dan larva instar 1-3 sebelum larva masuk ke dalam batang,. Insektisida granul diaplikasikan melalui akar, efektif pada semua stadium.

c. Ulat grayak

Penyebab : *Mythimna sp.* / *Spodotera litura F.*, *Noctuidae*, *Lepidoptera*

Gejala : Larva yang masih kecil merusak daun dan menyerang secara serentak dan berkelompok sehingga daun terlihat transparan dan tinggal tulang-tulang daun saja, larva berada di permukaan daun bagian bawah, tanaman dapat tumbuh kerdil bahkan mati pada serangan berat. Dan biasanya serangan terjadi pada musim kemarau.

Cara pengendalian:

- Pengendalian dengan musuh alami:

- Parasitoid telur *Trichogramma spp*, *Hymenoptera* (*Scelionidae* dan *Brachonidae*), parasite larva *Peribae orbata*; parasite telur, larva dan prapupa *Telenomus sp* dan *Chelonus*; parasit lain *Palexorista lucaqus* (Wlk), *Pseudogonia rufifrons*, *Apanteles sp*, *Chelonus sp*, *Cuphocera varia*, *Microplitis similis*, dan *Peribae sp*..
- Predator *Sycanus sp.*, *Andrallus spinideus*, *Solenopsis geminata*,
- Jamur *Nomuraea rileyi*, *Cordisep*, *Aspergillus flavus*, *Beauveria bassiana*, *Metharizium anisopliae*
- Bakteri *Bacillus thurigiensis*
- Nematoda: *Steinernema sp.*
- Virus: *Spodoptera litura Nuclear Polyhedrosis Virus (SlNPV)*
- Kuktur teknis/pola tanam
 - Pengolahan tanah
 - Pembakaran sisa tanaman/gulma
- Pengendalian fisik dan mekanik
 - Mengumpulkan larva/pupa dan bagian tanaman yang terserang dan memusnahkannya
 - Penggunaan perangkap feromonoid seks untuk ngengat sebanyak 40 buah per hektar atau 2 buah per 500m² dipasang di tengah pertanaman sejak tanaman berumur 2 minggu.
- Pengendalian dengan insektisida berbahan aktif sipermetrin, klorfluazuron, klorpirifos, lamda sihalotrin, dan karbaril.

d. Lalat bibit

Penyebab :*Atherigona sp.*, *Atherigona oryzae*, Ordo: *Dipera*.

Gejala :Larva muda masuk dan bergerak ke pangkal batang lalu masuk ke dalam titik tumbuh antara pelepah daun dan batang. Larva memakan pangkal daun sehingga daun menjadi berlubang, pertumbuhan tanaman terhambat, menguning, bagian yang terserang membusuk. Daun muda yang masih menggulung menjadi layu/kering. Larva yang sampai ke titik tumbuh menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh lagi. Hama ini biasa menyerang tanaman pada musin penghujan dan pada serangan berat dapat menyebabkan tanaman mati.

Cara pengendalian:

- Pengendalian dengan musuh alami:
 - Parasitoid *Cardiochiles sp.*, *Argyrophylax sp.*; parasitoid telur *Trichogramma spp.*; parasite larva *Opius sp.* dan *Tertrastichus sp.*
 - Predator *Lycosa sp.*, *Oxyopes sp.*, *Collitrichia sp.*, *Paederus sp.*, *Micraspis sp.*, *Coccinella sp.*, *Solenopsis sp.*, *Euborellia sp.*, dan *Clubiona japonicola* yang merupakan predator imago
- Kuktur teknis/pola tanam
 - Merubah waktu tanam
 - Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan padi dan jagung
 - Tanamn serempak
 - Penggunaan mulsa

- Penggunaan varietas tahan
 - Perawatan benih (*Seed Dressing*) dengan menggunakan thiodikarb dengan dosis 7,5-15 b.a/kg benih atau karbofuran dengan dosis 6 g b.a/kg benih. Setelah berumur 5-7 hari tanaman disemprot dengan karbosulfan dengan dosis 0,2 kg b.a/kg atau thiodikarb 0,75 kg b.a/ha. Penggunaan insektisida hanya dianjurkan di daerah endemik.
 - Pengendalian dengan insektisida berbahan aktif alfa sipermetrin, BPMC, deltametrin, dimehipo, fenitrotion, fenpropatrin, imidakloprid, karbosulfan, klorpirifos dan tiametoksam.
- e. Ulat tanah
- Penyebab : *Agrotis spp.*, *A. Ipsilon*
- Gejala : serangan ulat tanah terjadi pada tanaman jagung yang berumur 0-24 hst, batang terdapat bekas gigitan, batang dekat permukaan tanah putus, daun rontok, terkadang ulat dewasa menarik bagian tanaman yang putus ke sarangnya di dalam tanah.
- Cara pengendalian:
- Perawatan benih dengan cara benih direndam Thiamethoxam (merk Cruiser) sebelum benih ditanam.
 - Pengendalian dengan musuh alami:
 - Parasitoid *Apanteles ruficrus*, *Tritaxys braueri*, *Cuphocera varia* (F)
 - Jamur *Batrytis* dan *Metharizium*

- Parasit *Tachinidae*, *Sarchophagidae*, *Icheunomidae*, dan predator katak.
- Kuktur teknis/pola tanam
 - Pengolahan tanah
 - Pemberian air sebelum tanam untuk membunuh pupa dalam tanah
 - Penanaman serentak
- Pengendalian fisik dan mekanik
 - Pembakaran sisa tanaman
- Pengendalian kimiawi dengan insektisida berbahan aktif khlorantraniliprol dan prevanthon.

f. Wereng jagung

Penyebab : *Stenocranus bakteri Muir*, *Peregrinus maydis*, *Hemiptera*, *Delphacidae*.

Gejala : wereng jagung menyerang tanaman umur 43-70hst dengan gejala kekuningan pada daun, tulang daun, dan tongkol, tanaman menjadi kerdil, kadang tanaman jagung menjadi mati.

Cara pengendalian:

- Pengendalian musuh alami:
 - Predator (laba-laba dan kumbang *Coccinella*)
 - Parasitoid telur
 - Jamur *Metarhizium*
- Kuktur teknis/pola tanam

- Mengatur waktu tanam
- Penggunaan varietas toleran
- Tanam serentak
- Pengendalian kimiawi dengan insektisida berbahan aktif tiametoksam.

2.3 Kerangka Berpikir

Sistem pakar yang telah banyak dibangun dan dikembangkan oleh banyak peneliti dalam berbagai bidang salah satunya dalam hal diagnosa penyakit dan hama pada tumbuhan menjadi salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah dalam area pertanian. Sistem pakar yang memiliki pengetahuan dan dapat bekerja seperti seorang pakar dapat dimanfaatkan oleh petani, penyuluh pertanian dan pihak yang membutuhkan untuk mendapat informasi dan pengetahuan tentang penyakit dan hama dengan cara menggunakan sistem pakar tersebut.

Metode *forward chaining* merupakan metode penelusuran dalam sistem pakar yang bekerja menelusuri jawaban yang diberikan oleh *user* kemudian mencari rule dalam basis data yang cocok dengan jawaban tersebut untuk mendapatkan sebuah kesimpulan yang dapat berupa hasil diagnosa.

Berdasarkan latar belakang dan landasan teori yang telah dipaparkan, maka dilakukan penelitian tentang implementasi metode *forward chaining* dalam sistem

diagnosa penyakit dan hama tanaman jagung. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *forward chaining* dalam sistem diagnosa penyakit dan hama tanaman jagung untuk membantu penyuluh dan petani dalam memperoleh pengetahuan dan keterampilan dalam menangani masalah organisme pengganggu tanaman serta cara pengendaliannya agar PHT dapat dilakukan secara tepat dan cepat.

Jumlah produksi jagung nasional yang tidak stabil setiap tahun dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya ledakan organisme pengganggu tanaman. Untuk meningkatkan produksi bahan pangan dalam negeri pemerintah melakukan program swasembada pangan berkelanjutan dengan cara melakukan pengendalian terhadap organisme pengganggu tanaman. Kegiatan pengendalian tersebut disebut pengendalian hama terpadu yang dilakukan oleh penyuluh sebagai penyampai informasi kepada petani yang akan melakukan pengendalian hama tanaman di lahan pertanian mereka. Namun pengetahuan penyuluh dan petani yang kurang memadai serta jumlah tenaga pertanian yang kurang dan sulit untuk ditemui menyebabkan petani harus mendapatkan informasi dari sumber lain.

Untuk menambah pengetahuan petani dan membantu petani dalam menangani masalah penyakit dan hama tanaman jagung, maka dapat memanfaatkan kemajuan teknologi dengan cara merancang sebuah sistem yang dapat berfikir seperti seorang ahli pertanian khususnya penyakit dan hama tanaman jagung, dimana sistem akan menampilkan gejala-gejala penyakit dan hama yang menyerang tanaman jagung kemudian *user* memilih gejala yang

menyerang tanaman mereka dan sistem akan mendiagnosa penyakit/ hama yang menyerang tanaman jagung berdasarkan gejala yang telah dipilih *user*. Hasil diagnosa yang ditampilkan oleh sistem berupa jenis penyakit/ hama yang menyerang beserta cara pengendaliannya. Oleh karena itu, penyuluh dan petani akan mendapatkan pengetahuan tentang organisme pengganggu tanaman beserta cara pengendaliannya, sehingga petani mampu melakukan pengendalian penyakit/ hama dengan cepat dan tepat.

Kerangka berfikir dari penelitian ini secara grafis dapat ditunjukkan dalam gambar 2.4.



Gambar 2.4 Kerangka Berpikir

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang sistem diagnosa penyakit dan hama tanaman jagung menggunakan metode forward chaining dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- a. Sistem diagnosa penyakit dan hama tanaman jagung dengan menggunakan metode *forward chaining* dapat memberikan hasil diagnosa berupa penyakit dan hama yang menyerang tanaman jagung serta cara pengendaliannya dengan cara menelusuri *rule* yang sesuai dengan gejala yang dipilih *user*. *Rule* yang terdapat basis pengetahuan sangat berpengaruh dalam menentukan hasil diagnosa. Jika tidak terdapat *rule* yang sesuai/ cocok dengan gejala yang dipilih *user* maka sistem tidak dapat mengidentifikasi jenis penyakit/ hama yang menyerang tanaman jagung berdasarkan gejala terpilih. Dan untuk menghasilkan hasil diagnosa yang akurat, maka *rule* harus dibangun dengan detail dan kompleks.
- b. Prosentase ketepatan/ kesamaan hasil diagnosa manual dengan sistem diagnosa yang menunjukkan angka 88,88% dapat disimpulkan bahwa sistem diagnosa dapat digunakan untuk membantu *user* dalam mendiagnosis tanaman jagung yang sakit dan menambah pengetahuan petani, penyuluh tentang OPT dan cara pengendalian penanggulangannya.

5.2 SARAN

Dalam menghadapi perkembangan hama dan penyakit dan untuk menambah pengetahuan tentang OPT kepada petani, penyuluh dan masyarakat maka disarankan untuk:

- a. Menambah/ mengupdate jenis penyakit dan hama jika ditemukan jenis penyakit dan hama yang baru.
- b. Membangun rule yang lebih lengkap/ kompleks untuk memberikan hasil diagnosa yang maksimal.
- c. Sistem pakar dapat dikembangkan dengan metode yang lain/ ditambahkan dengan metode lain untuk menambah keakuratan sistem dalam mendiagnosa penyakit dan hama.

DAFTAR PUSTAKA

- Arhami, Muhammad. 2005. *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Edisi 1. ANDI. Yogyakarta.
- Batarseh, Feras. 2011. *Incremental Lifecycle Validation of Knowledge-Based Systems Through Common KADS*. Dissertation University of Central Florida.
- Budiman, Haryanto. 2012. *Sukses Bertanam Jagung Komuditas Pertanian yang Menjanjikan*. Pustaka Baru Press. Jakarta.
- Dath, Ani dan M. Balakrishnan. 2016. Expert System on Coconut Disease Management and Variety Selection. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering* 5(4): 242-246.
- Destrianto, Prawidya., ErniYudaningtyas, Sholeh Hadi Pramono. 2013. Penerapan Metode Inference Tree dan Forward Chaining dalam Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Kedelai Edamame berdasarkan gejala kerusakannya. *Jurnal EECCIS* 7(1): 21-27.
- Divayana, Dewa Gede Hendra. 2014. Application of Pineapple Diseases Expert System with FC-FL Method at Badung Regency Agriculture Department. *International Journal of Information and Communication Technology Reserch* 4 (8): 293-298.
- Durkin, John. 1990. Research Review: Application of Expert System in Sciences. *Ohio Journal of Science* 90(5): 171-179.
- Ginting, Cipta. 2013. *Ilmu Penyakit Tumbuhan (Konsep dan Aplikasi)*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Gupta, Swati dan Ritika Singhal. 2013. Fundamentals and Characteristics of an Expert System. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication* 1(3): 110-113.
- Honggowibowo, Anton Setiawan. 2009. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Padi Berbasis Web dengan Forward dan Backward Chaining. *Telkomnika* 7(3): 187-194.
- Hopgood, Adrian A. 2001. *Intelligent Systems for Engineers and Scientists*. Second Edition. CRC Press. Boca Raton.

- Hubeis, Aida Vitalaya S. 2007. Motivasi, Kepuasan Kerja dan Produktivitas Penyuluh Pertanian Lapangan: Kasus Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Penyuluhan* 3(2): 90-99.
- Kementerian Pertanian RI. 2011. *Pedoman Rekomendasi Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) Tanaman Serealia*. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta.
- Khan, Fahad Shahbaz., Saad Razzaq, Kashif Irfan, Fahad Maqbool, Ahmad Farid, Inam Illahi, Taqeer ul amin. 2008. Dr. Wheat: A Web-based Expert System for Diagnosis of Diseases and Pests in Pakistani Wheat. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, London, July 2-4, 2008.
- Kristanto, Sony. 2014. Peran Kepala Desa dalam Meningkatkan Pemberdayaan Masyarakat di Desa Lidung Kemenci Kecamatan Mentarang Kabupaten Malinau. *E-Journal Ilmu Pemerintahan* 2(1): 1716-1730.
- Kusrini. 2008. *Aplikasi Sistem Pakar Menentukan Faktor Kepastian Pengguna dengan Metode Kuantifikasi Pertanyaan*. Edisi 1. ANDI. Yogyakarta.
- Negied, Nermin K. 2014. Expert System for Wheat Yields Protection in Egypt (ESWYP). *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)* 3(11): 1-4.
- Pracaya. 2003. *Hama Penyakit Tanaman*. Cetakan VII. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pressman, Roger S. 2001. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. 5th Edition. Mc. Graw-Hill. New York.
- Rani, Sangeeta. 2014. Expert System of AI. *International Journal of Current Engineering Technology* 4(5): 3380-3386.
- Sembiring, Hasil. 2012. *Laporan Akuntabilitas Kinerja Puslitbangtan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Setiawan AP, I Gd. 2005. Masalah - masalah Penyuluhan Pertanian. *Jurnal Penyuluhan* 1(1): 57-61.
- Sharma, Tilotma., Navneet Tiwari, Deepali Kelkar. 2012. Study of Difference between Forward and Backward Reasoning. *International Journal of Emerging Technology and Advances Engineering (IJTAE)* 2(10): 271-273
- Surtikanti. 2011. Hama dan Penyakit Penting Tanaman Jagung dan Pengendaliannya. *Seminar Serealia* : 497-508.
- Sutojo, T., Edy Mulyanto, Vincent Suhartono. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Edisi 1. ANDI. Yogyakarta.

Tout K.R dan D.J. Evans. 1992. Parallel Forward Chaining Technique with Dynamic Scheduling for Rule-based Expert Systems. *Parallel Computing* 18: 913-930.

Turban, Efraim. R. Kelly Rainer Jr., Richard E. Potter. 2005. *Introduction to Information Technology*. 3rd ed. John Wiley & Sons. Terjemahan Kwary, Deny Arnos dan Dewi Fitria Sari. 2006. *Pengantar Teknologi Informasi*. Edisi 3. Salemba Infotek. Jakarta.

