

Jurnal ELTIKOM, Vol. 3, No. 2, Desember 2019, hal. 93-103
ISSN 2598-3245 (Print), ISSN 2598-3288 (Online)
Tersedia online di <http://eltikom.poliban.ac.id>
DOI : <http://doi.org/10.31961/eltikom.v3i2.119>

SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT JAGUNG MANIS MENGUNAKAN RUNUT MAJU

Jaka Permadi¹⁾, Herfia Rhomadhona²⁾, dan Winda Aprianti³⁾

^{1, 2, 3)} Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Tanah Laut
e-mail: jakapermadi.88@gmail.com¹⁾, herfia.rh@gmail.com²⁾, winda@politala.ac.id³⁾

ABSTRACT

*Cultivation of sweet corn (*Zea mays saccharata*) is still susceptible to disease and pest attacks. The limited knowledge possessed by farmers to handle this problem has an impact on the non-maximization of sweet corn productivity, and even tends to produce losses for farmers. The making of an expert system for diagnosis of sweet corn disease uses the forward chaining method as an aid for farmers to know the solution to be done if sweet corn plants are exposed to diseases or pest attacks. The expert system with forward chaining method that is made using 12 (twelve) diseases and 44 (forty four) symptoms. Based on the relationship of symptoms and disease, 12 (twelve) rules are obtained. Diagnosis of corn plant diseases is done by entering the symptoms of sweet corn disease and calculating the percentage of the corresponding rules. Then the highest percentage of illnesses is chosen. After obtaining a disease diagnosis, a confusion matrix test is performed. The results of test-ing for 58 test data shows the level of precision is 94.27 %, the level of recall is 81.67 % and the level of accuracy is 96.84 %.*

Keywords: Testing, Corn Disease, Rule, Expert System

ABSTRAK

*Budidaya jagung manis (*Zea mays saccharata*) masih rentan terkena penyakit tanaman dan serangan hama. Pengetahuan terbatas yang dimiliki oleh petani untuk mengatasi permasalahan ini berdampak pada hasil produktivitas jagung manis yang tidak maksimal, bahkan cenderung menghasilkan kerugian bagi para petani. Pembuatan sistem pakar diagnosa penyakit jagung manis menggunakan runut maju diperlukan sebagai bantuan untuk para petani mengetahui solusi yang harus dilakukan jika tanaman jagung manis terkena penyakit atau serangan hama. Sistem pakar dengan metode runut maju yang dibuat menggunakan 12 (dua belas) penyakit dan 44 (empat puluh empat) gejala. Berdasarkan hubungan gejala dan penyakit diperoleh 12 (dua) belas aturan. Diagnosa penyakit tanaman jagung dilakukan dengan memasukkan gejala penyakit jagung manis dan melakukan perhitungan persentase terhadap aturan yang bersesuaian. Kemudian dipilih nilai penyakit dengan persentase terbesar. Setelah memperoleh diagnosa penyakit, dilakukan pengujian menggunakan confusion matrix. Hasil pengujian dari 58 data uji menunjukkan tingkat presisi sebesar 94.27 %, tingkat recall sebesar 81.67 % dan tingkat akurasi sebesar 96.84 %.*

Kata Kunci: Pengujian, Penyakit Jagung, Aturan, Sistem Pakar

I. PENDAHULUAN

BUDIDAYA jagung di Kalimantan Selatan, terutama Kabupaten Tanah Laut memiliki potensi besar menjadi penyuplai kebutuhan jagung nasional dikarenakan lahan pertanian yang bagus [1]. Potensi produksi jagung di Kabupaten Tanah Laut pada Februari 2019 sebesar 14.646 ton atau 3.63% dari total produksi jagung Kalimantan Selatan [2]. Kabupaten Tanah Laut meliputi budidaya jagung untuk pakan ternak dan jagung manis (*Zea mays saccharata*). Pada penelitian dengan mengambil studi kasus di Desa Sukaramah Kabupaten Tanah Laut dihasilkan bahwa pendapatan bersih petani jagung manis lebih baik dibandingkan pendapatan bersih petani jagung hibrida. Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa pembudidayaan jagung manis masih mempunyai permasalahan untuk mengatasi penyakit atau hama yang menyerang lahan pertanian [3]. Permasalahan ini harus terdeteksi sejak dini agar dapat diberikan perlakuan yang tepat dan cepat. Berdasarkan wawancara dengan petani dan pemilik lahan diperoleh informasi bahwa kesalahan perlakuan dapat membuat kerusakan yang lebih masif bahkan dapat menyebabkan gagal panen. Tenaga ahli pada bidang pertanian jagung diperlukan untuk memberikan diagnosa penyakit dan solusinya untuk mendapatkan perlakuan yang tepat. Namun,

jumlah tenaga ahli yang terbatas serta biaya dan waktu yang diperlukan jika menghubungi tenaga ahli membuat petani memilih untuk membuat praduga sendiri dalam mendiagnosa jenis penyakit atau hama yang menyerang lahan pertanian. Selain pembuatan praduga sendiri, petani yang bekerja sebagai buruh di lahan pertanian seringkali tidak memahami perlakuan yang harus diambil jika ada penyakit atau serangan hama. Buruh tani ini menunggu petani lain yang lebih berpengalaman untuk memberikan instruksi perlakuan yang harus diambil. Hal ini berakibat pada hasil produksi budidaya jagung manis yang diperoleh petani menjadi tidak maksimal dan menyebabkan kerugian pada petani jagung.

Mengacu pada permasalahan yang telah diuraikan, maka perlu dibangun suatu sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit jagung. Sistem pakar merupakan bagian dari *Artificial intelligence* (AI) yang memiliki kemampuan untuk memberikan rekomendasi solusi terhadap berbagai masalah seperti seorang pakar [4]–[7]. Sistem pakar dengan metode runut maju telah banyak diterapkan pada penelitian serupa untuk diagnosa penyakit ataupun kasus lain sebagai pengganti pendapat para ahli [8]–[10]. Amin dan Pitriani menerapkan runut maju yang memudahkan pendiagnosaan penyakit insomnia pada siswa SMK PGRI Pinang Tangerang [8]. Kosasi juga menerapkan runut maju untuk mendiagnosa penyakit pada ikan komet yang menyatakan metode ini cocok dengan penggunaan fakta atau gejala yang diderita ikan komet dan kemudian menghasilkan kesimpulan penyakitnya [9]. Penerapan runut maju untuk diagnosa karakteristik anak berkebutuhan khusus juga dilakukan oleh Rhomadhona yang menghasilkan akurasi sebesar 80%. Hal ini menunjukkan sistem pakar menggunakan runut maju berfungsi untuk diagnosa karakter anak berkebutuhan khusus [10].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu, sistem pakar menggunakan metode runut maju dapat membantu pengguna untuk mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibuat sistem pakar diagnosa penyakit jagung manis menggunakan runut maju. Sistem pakar ini dibuat dengan menyediakan pilihan berupa gejala dari penyakit jagung secara keseluruhan. Sistem kemudian memberikan kesimpulan berdasarkan gejala yang dipilih dan ditentukan hasilnya dengan persentase terbesar dari kemungkinan diagnosa penyakit.

II. METODE PENELITIAN

Alur metode penelitian sistem pakar diagnosis penyakit jagung manis dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

Adapun penjelasan Gambar 1 diberikan sebagai berikut.

- a. Pengumpulan data gejala dan penyakit. Data pada penelitian ini merupakan data sekunder yang meliputi 6 (enam) jenis hama dan 6 (enam) jenis penyakit jagung manis, serta 44 (empat puluh empat) gejala dari hama dan penyakit yang menyerang tanaman jagung [11]. Data penyakit jagung dan gejala kemudian diwakili oleh kode sebagai identitas dari setiap penyakit dan gejala. Data

penyakit jagung disajikan pada Tabel I dan data gejala pada Tabel II.

TABEL I
PENYAKIT JAGUNG

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P01	Hama Uret
P02	Ulat Tanah
P03	Lalat Bibit
P04	Ulat Grayak
P05	Penggerek Batang
P06	Penggerek Tongkol
P07	Bulai
P08	Hawar Daun
P09	Karat Daun
P10	Penyakit Gosong
P11	Penyakit Busuk Batang
P12	Virus Mosaik Kerdil Jagung

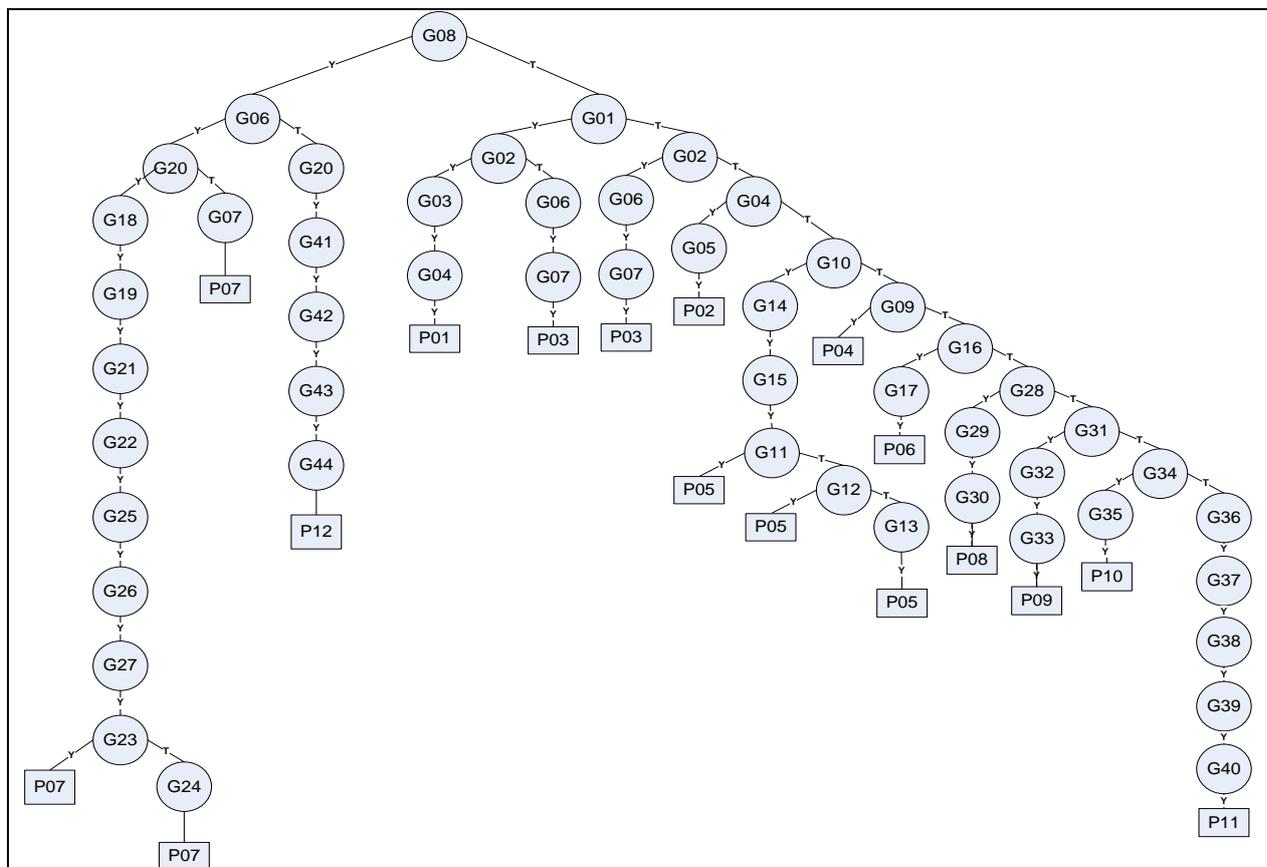
TABEL 2.
GEJALA PENYAKIT JAGUNG

Kode Gejala	Nama Gejala
G01	Tanaman layu
G02	Tanaman mati
G03	Ditemukan ulat putih besar(alimbatar) di dalam tanah di bawah tanaman
G04	Tanaman roboh
G05	Pada bagian batang yang patah terdapat bekas gigitan ulat
G06	Daun menjadi kekuningan
G07	Pada daun atau pucuk daun terdapat bekas gigitan
G08	Pertumbuhan terhambat
G09	Daun rusak menjadi transparan sehingga terlihat tulang daunnya saja
G10	Terdapat lubang kecil pada daun
G11	Terdapat lubang gorokan pada batang
G12	Terdapat lubang gorokan pada bunga jantan
G13	Terdapat lubang gorokan pada pangkal tongkol
G14	Batang dan tassel (rumbai jagung) mudah patah
G15	Tumpukan tassel (rumbai jagung) rusak
G16	Bunga jantan tidak terbentuk
G17	Terdapat pupa atau ulat di dalam tongkol jagung
G18	Terdapat garis putih-kuning sejajar tulang daun
G19	Permukaan daun banyak terbentuk spora seperti tepung putih
G20	Menyerang daun muda
G21	Daun menjadi sempit dan kaku
G22	Terbentuk anakan lebih
G23	Tongkol abnormal
G24	Tongkol tidak terbentuk
G25	Daun menggulung dan terpuntir
G26	Bunga jantan mengalami malformasi
G27	Daun sobek
G28	Terdapat bercak coklat kelabu seperti jerami pada permukaan daun
G29	Sisi bercak terletak sejajar dengan tulang daun utama
G30	Daun mengering
G31	Terdapat bintik kecil pada permukaan daun
G32	Bintik berwarna coklat kemerahan tersebar di permukaan daun
G33	Bintik berwarna hitam kecoklatan
G34	Pembengkakan atau gall pada tongkol 15cm
G35	Gall berubah menjadi warna gelap
G36	Tanaman tiba-tiba rebah
G37	Pangkal batang lunak
G38	Batang berlendir berwarna coklat hingga berwarna coklat tua
G39	Batang berbau busuk
G40	Batang terpelintir
G41	Adanya warna-warna hijau muda dan tua
G42	Warna hijau muda memanjang sejajar dengan tulang daun
G43	Ukuran tongkol berkurang
G44	Jumlah biji berkurang

- b. Pembuatan aturan menggunakan metode runut maju berdasarkan kajian pada [8]-[10] dan [12]-[15]. Langkah pertama pembuatan aturan untuk diagnosa penyakit jagung manis dilakukan dengan pembuatan basis pengetahuan berdasarkan pengetahuan mengenai penyakit jagung yang dimasukkan dalam Tabel Aturan (Tabel III). Kemudian Tabel Aturan diterjemahkan ke dalam pohon keputusan (Gambar 2).

TABEL III
TABEL ATURAN

Kode Aturan	Relasi Gejala Penyakit
R01	Jika (G01 dan G02 dan G03 dan G04) maka P01
R02	Jika (G04 dan G05) maka P02
R03	Jika (G06 dan G07 dan (G01 atau G02 atau G08)) maka P03
R04	Jika G09 maka P04
R05	Jika (G10 dan (G11 atau G12 atau G13) dan G14 dan G15) maka P05
R06	Jika (G16 dan G17) maka P06
R07	Jika (G06 dan G08 dan G18 dan G19 dan G20 dan G21 dan G22 dan (G23 atau G24) dan G25 dan G26 dan G27) maka P07
R08	Jika (G28 dan G29 dan G30) maka P08
R09	Jika (G31 dan G32 dan G33) maka P09
R10	Jika (G34 dan G35) maka P10
R11	Jika (G36 dan G37 dan G38 dan G39 dan G40) maka P11
R12	Jika (G08 dan G20 dan G41 dan G42 dan G43 dan G44) maka P12



Gambar 2. Pohon Keputusan

- c. penerapan aturan yang diperoleh dari Tahap b, dan perhitungan persentase penyakit. Perhitungan persentase setiap penyakit menggunakan Persamaan 1.

$$\text{persentase penyakit} = \frac{\text{jumlah gejala yang dimasukkan}}{\text{total gejala yang ada di dalam penyakit}} \times 100\% \quad (1)$$

- d. Pengujian merupakan tahapan dalam mengukur performansi dari sistem pakar, dengan menghitung akurasi, presisi dan *recall* berdasarkan matriks konfusi dari data uji yang telah disiapkan. Pada matriks konfusi terdapat 4 nilai yang diukur yaitu *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP) dan *False Negative* (FN). Pada pengujian dari suatu kelas *k*, TP adalah banyaknya data kelas *k* yang terdeteksi benar, FP adalah banyaknya data bukan kelas *k* yang terdeteksi sebagai kelas *k*, FN adalah banyaknya data kelas *k* yang terdeteksi sebagai kelas bukan *k*, dan TN adalah banyaknya data kelas bukan *k* yang terdeteksi benar. Persamaan untuk menghitung presisi, *recall*

dan akurasi diperlihatkan pada Persamaan 2, 3 dan 4.

$$\text{presisi} = \frac{TP}{FP+TP} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{recall} = \frac{TP}{FN+TP} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \quad (4)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penerapan Runut Maju

Jika gejala yang terjadi pada tanaman jagung manis adalah G11, G40, G06, G25, G27, dan G41. Langkah pertama adalah mencari gejala-gejala yang cocok pada Gambar 2 dan Tabel 3. Setelah menggunakan informasi dari Gambar 1 dan Tabel 3 diketahui bahwa gejala-gejala tersebut berada pada penyakit: P05, P11, P03, P07, dan P12. Kemudian menggunakan Persamaan (1) dihitung persentase dari setiap penyakit yang disajikan sebagai berikut.

1) Perhitungan untuk penyakit P03

Gejala yang dimasukkan ada 1, yakni G06

Total gejala yang ada di dalam P03 ada 3 (tiga)

$$\text{persentase P03} = \frac{1}{3} \times 100\% = 33.33\%$$

2) Perhitungan untuk penyakit P05

Gejala yang dimasukkan ada 1, yakni G11

Total gejala yang ada di dalam P05 ada 4 (empat)

$$\text{persentase P05} = \frac{1}{4} \times 100\% = 25\%$$

3) Perhitungan untuk penyakit P07

Gejala yang dimasukkan ada 3, yakni G06, G25, dan G27

Total gejala yang ada di dalam P07 ada 11 (sebelas)

$$\text{persentase P07} = \frac{3}{11} \times 100\% = 27.27\%$$

4) Perhitungan untuk penyakit P11

Gejala yang dimasukkan ada 1, yakni G40

Total gejala yang ada di dalam P11 ada 4 (empat)

$$\text{persentase P11} = \frac{1}{4} \times 100\% = 25\%$$

5) Perhitungan untuk penyakit P12

Gejala yang dimasukkan ada 1, yakni G41

Total gejala yang ada di dalam P12 ada 6 (enam)

$$\text{persentase P12} = \frac{1}{6} \times 100\% = 16.67\%$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan Persamaan (1) untuk kelima penyakit, diperoleh bahwa persentase penyakit paling besar adalah persentase untuk penyakit P03, yakni 33.33%. Oleh karena itu, untuk gejala G11, G40, G06, G25, G27, dan G41 menggunakan runut maju disimpulkan bahwa tanaman jagung manis mengalami penyakit P03, yakni lalat bibit.

B. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 58 data uji dari 12 penyakit jagung yang diperoleh dari berbagai sumber yang telah diverifikasi oleh pakar. Setiap penyakit terdiri atas 5 data uji, kecuali

penyakit gosong yang hanya terdiri atas 3 data uji. Setiap dataset kemudian diuji menggunakan sistem pakar dengan hasil sebagai berikut.

1) Pengujian pada penyakit hama uret

Terdapat 5 data uji untuk penyakit hama uret. *Output* dari sistem pakar untuk kelima data uji dari penyakit hama uret disajikan pada Tabel IV.

TABEL IV
OUTPUT SISTEM PAKAR PADA DATA UJI PENYAKIT HAMA URET

Kode	Gejala	Output Sistem Pakar
01	Daun menguning, Tanaman mati, Ditemukan ulat putih besar(alimbatar) di dalam tanah di bawah tanaman	Lalat Bibit
02	Tanaman layu, Tanaman mati	Hama Uret
03	Tanaman mati, Ditemukan ulat putih besar(alimbatar) di dalam tanah di bawah tanaman	Hama Uret
04	Tanaman layu, Tanaman roboh, Tanaman mati	Hama Uret
05	Tanaman menguning, Ditemukan ulat putih besar(alimbatar) di dalam tanah di bawah tanaman	Hama Uret

Berdasarkan Tabel IV dapat dilihat bahwa dari 5 data uji penyakit hama uret, terdapat satu data yang terdeteksi sebagai penyakit lalat bibit, yaitu data uji dengan kode 01. Persentase penyakit hama uret untuk data tersebut adalah sebesar 50%, sedangkan persentase penyakit lalat bibit sebesar 67%. Hal tersebut dikarenakan pada data 01 terdapat 2 gejala dari total 4 gejala pada penyakit hama uret dan 2 gejala dari total 3 gejala pada penyakit lalat bibit. Kondisi inilah yang menyebabkan persentase lalat bibit lebih besar daripada hama uret.

2) Pengujian pada penyakit ulat tanah

Terdapat 5 data uji untuk penyakit ulat tanah. *Output* dari sistem pakar untuk kelima data uji dari penyakit ulat tanah disajikan pada Tabel V.

TABEL V
OUTPUT SISTEM PAKAR PADA DATA UJI PENYAKIT ULAT TANAH

Kode	Gejala	Output Sistem Pakar
06	Pada bagian batang yang patah terdapat bekas gigitan ulat	Ulat Tanah
07	Pada bagian batang yang patah terdapat bekas gigitan ulat, Tanaman mati	Ulat Tanah
08	Tanaman roboh, Tanaman mati	Ulat Tanah
09	Tanaman roboh	Ulat Tanah
10	Pertumbuhan terhambat	Lalat Bibit

Berdasarkan Tabel V dapat dilihat bahwa dari 5 data uji penyakit ulat tanah, terdapat satu data yang terdeteksi sebagai penyakit lalat bibit.

3) Pengujian pada penyakit lalat bibit

Terdapat 5 data uji untuk penyakit lalat bibit. *Output* dari sistem pakar untuk kelima data uji dari penyakit lalat bibit disajikan pada Tabel VI.

TABEL 6
OUTPUT SISTEM PAKAR PADA DATA UJI PENYAKIT LALAT BIBIT

Kode	Gejala	Output Sistem Pakar
11	Pada daun atau pucuk daun terdapat bekas gigitan, Tanaman mati, Tanaman layu	Lalat Bibit
12	Tanaman layu, Daun menjadi kekuningan	Lalat Bibit
13	Daun menggulung dan terpuntir, Daun menjadi kekuningan, Tanaman layu, Tanaman mati	Lalat Bibit
14	Terdapat lubang gorokan pada batang, Daun menjadi kekuningan, Tanaman mati	Lalat Bibit
15	Pertumbuhan terhambat, Daun menjadi kekuningan, Tanaman mati	Lalat Bibit

Berdasarkan Tabel VI dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit lalat bibit terdeteksi dengan benar.

4) Pengujian pada penyakit ulat grayak

Terdapat 5 data uji untuk penyakit ulat grayak. *Output* dari sistem pakar untuk kelima data uji dari penyakit ulat grayak disajikan pada Tabel VII.

TABEL VII
OUTPUT SISTEM PAKAR PADA DATA UJI PENYAKIT ULAT GRAYAK

Kode	Gejala	Output Sistem Pakar
16	Daun rusak menjadi transparan sehingga terlihat tulang daunnya saja	Ulat Grayak
17	Tanaman mati	Lalat Bibit
18	Daun rusak menjadi transparan sehingga terlihat tulang daunnya saja, Pada daun atau pucuk daun terdapat bekas gigitan	Ulat Grayak
19	Daun rusak menjadi transparan sehingga terlihat tulang daunnya saja, Tanaman layu, Tanaman mati	Ulat Grayak
20	Daun rusak menjadi transparan sehingga terlihat tulang daunnya saja, Tanaman mati	Ulat Grayak

Berdasarkan Tabel VII dapat dilihat bahwa dari 5 data uji penyakit ulat grayak, terdapat satu data yang terdeteksi sebagai penyakit lalat bibit, yaitu data dengan kode 17. Gejala tanaman mati bukan termasuk gejala pada penyakit ulat grayak, sehingga sistem pakar tidak menyatakan data 17 ini sebagai penyakit ulat grayak.

5) Pengujian pada penyakit penggerek batang

Terdapat 5 data uji untuk penyakit penggerek batang. *Output* dari sistem pakar untuk kelima data uji dari penyakit penggerek batang disajikan pada Tabel VIII.

TABEL VIII
OUTPUT SISTEM PAKAR PADA DATA UJI PENYAKIT PENGGEREK BATANG

Kode	Gejala	Output Sistem Pakar
21	Terdapat lubang kecil pada daun, Terdapat lubang gorokan pada batang, bunga jantan atau tongkol, Batang dan tassel (rumbai jagung) mudah patah, Tumpukan tassel (rumbai jagung) rusak	Penggerek Batang
22	Terdapat lubang kecil pada daun, Terdapat lubang gorokan pada batang	Penggerek Batang
23	Terdapat lubang kecil pada daun, Terdapat lubang gorokan pada batang, bunga jantan atau tongkol, Batang dan tassel (rumbai jagung) mudah patah	Penggerek Batang
24	Terdapat lubang gorokan pada batang	Penggerek Batang
25	Pada bagian batang yang patah terdapat bekas gigitan ulat, Pada daun atau pucuk daun terdapat bekas gigitan, tanaman mati	Lalat Bibit

Berdasarkan Tabel VIII dapat dilihat bahwa dari 5 data uji penyakit penggerek batang, terdapat satu data yang terdeteksi sebagai penyakit lalat bibit, yaitu pada data uji dengan kode 25. Gejala-gejala pada data tersebut bukan merupakan gejala pada penyakit penggerek batang yang tersimpan di dalam basis data, sehingga sistem pakar menyatakan bahwa data tersebut bukan merupakan penyakit penggerek batang.

6) Pengujian pada penyakit penggerek tongkol

Terdapat 5 data uji untuk penyakit penggerek tongkol. *Output* dari sistem pakar untuk kelima data uji dari penyakit penggerek tongkol disajikan pada Tabel IX.

TABEL IX
OUTPUT SISTEM PAKAR PADA DATA UJI PENYAKIT PENGGEREK TONGKOL

Kode	Gejala	Output Sistem Pakar
26	Terdapat pupa atau ulat di dalam tongkol jagung	Penggerek Tongkol
27	Terdapat lubang kecil pada daun, Terdapat pupa atau ulat di dalam tongkol jagung	Penggerek Tongkol
28	Bunga jantan tidak terbentuk, Terdapat pupa atau ulat di dalam tongkol jagung	Penggerek Tongkol
29	Bunga jantan tidak terbentuk	Penggerek Tongkol
30	Pada bagian batang yang patah terdapat bekas gigitan ulat, Pada daun atau pucuk daun terdapat bekas gigitan, Terdapat pupa atau ulat di dalam tongkol jagung	Penggerek Tongkol

Berdasarkan Tabel IX dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit penggerek tongkol terdeteksi dengan benar.

7) Pengujian pada penyakit bulai

Terdapat 5 data uji untuk penyakit bulai. *Output* dari sistem pakar untuk kelima data uji dari penyakit bulai disajikan pada Tabel X.

TABEL X
OUTPUT SISTEM PAKAR PADA DATA UJI PENYAKIT BULAI

Kode	Gejala	Output Sistem Pakar
31	Terdapat garis putih-kuning sejajar tulang daun, Pertumbuhan terhambat, Daun menjadi kekuningan, Tongkol tidak terbentuk	Lalat Bibit
32	Daun menjadi kekuningan, Daun menjadi sempit dan kaku, Menyerang daun muda, Pertumbuhan terhambat, Tongkol abnormal, Daun menggulung dan terpuntir, Jumlah biji berkurang	Lalat Bibit
33	Permukaan daun banyak terbentuk spora seperti tepung putih, Daun menjadi kekuningan, Daun menjadi sempit dan kaku, Menyerang daun muda, Pertumbuhan terhambat, Tongkol abnormal, Daun menggulung dan terpuntir, Terdapat garis putih-kuning sejajar tulang daun, Jumlah biji berkurang	Bulai
34	Daun menjadi kekuningan, Daun menjadi sempit dan kaku, Menyerang daun muda, Tongkol abnormal, Jumlah biji berkurang	Bulai
35	Daun menggulung dan terpuntir	Bulai

Berdasarkan Tabel X dapat dilihat bahwa dari 5 data uji penyakit bulai, terdapat dua data yang terdeteksi sebagai penyakit lalat bibit, yaitu data pada kode 31 dan 32. Pada data uji 31 persentase penyakit bulai sebesar 27%, sedangkan persentase lalat bibit sebesar 67%. Pada data tersebut jumlah gejala yang sesuai dengan gejala penyakit bulai adalah sebanyak 3 gejala dari total 11 gejala penyakit bulai. Sedangkan jumlah gejala yang sesuai dengan gejala lalat bibit adalah sebanyak 2 gejala dari total 3 gejala lalat bibit. Walaupun jumlah gejala pada data 31 lebih banyak yang sesuai pada penyakit bulai, tapi persentase kesesuaian lebih tinggi pada lalat bibit, sehingga data 31 terdeteksi sebagai penyakit lalat bibit. Hal yang sama terjadi pada data uji dengan kode 32, dimana persentase penyakit bulai sebesar 55% dan persentase penyakit lalat bibit sebesar 67%.

8) Pengujian pada penyakit hawar daun

Terdapat 5 data uji untuk penyakit hawar daun. *Output* dari sistem pakar untuk kelima data uji dari penyakit hawar daun disajikan pada Tabel XI.

TABEL XI
OUTPUT SISTEM PAKAR PADA DATA UJI PENYAKIT HAWAR DAUN

Kode	Gejala	Output Sistem Pakar
36	Terdapat bercak coklat kelabu seperti jerami pada permukaan daun, Daun mengering	Hawar Daun
37	Terdapat bercak coklat kelabu seperti jerami pada permukaan daun	Hawar Daun
38	Terdapat bercak coklat kelabu seperti jerami pada permukaan daun, Sisi bercak terletak sejajar dengan tulang daun utama	Hawar Daun
39	Terdapat bercak coklat kelabu seperti jerami pada permukaan daun, Menyerang daun muda	Hawar Daun
40	Terdapat bercak coklat kelabu seperti jerami pada permukaan daun, Daun mengering, Tanaman mati	Hawar Daun

Berdasarkan Tabel XI dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit hawar daun terdeteksi dengan benar.

9) Pengujian pada penyakit karat daun

Terdapat 5 data uji untuk penyakit karat daun. *Output* dari sistem pakar untuk kelima data uji dari penyakit karat daun disajikan pada Tabel XII.

TABEL XII
OUTPUT SISTEM PAKAR PADA DATA UJI PENYAKIT KARAT DAUN

Kode	Gejala	Output Sistem Pakar
41	Terdapat bintik kecil pada permukaan daun	Karat Daun
42	Bintik berwarna coklat kemerahan tersebar di permukaan daun	Karat Daun
43	Bintik berwarna coklat kemerahan tersebar di permukaan daun, Tanaman mati	Lalat Bibit
44	Bintik berwarna coklat kemerahan tersebar di permukaan daun, Pertumbuhan terhambat	Lalat Bibit
45	Bintik berwarna coklat kemerahan tersebar di permukaan daun, Bintik berwarna hitam kecoklatan, Terdapat bintik kecil pada permukaan daun	Karat Daun

Berdasarkan Tabel 12 dapat dilihat bahwa dari 5 data uji penyakit karat daun, terdapat dua data yang terdeteksi sebagai penyakit lalat bibit, yaitu data uji dengan kode 43 dan 44. Pada data 43 dan 44 tersebut, persentase penyakit karat daun sebesar 33% karena terdapat satu gejala dari total tiga gejala pada karat daun. Sedangkan persentase penyakit lalat bibit pada data 43 juga sebesar 33%. Karena

memiliki persentase yang sama, sistem pakar dapat menetapkan penyakit berdasarkan kondisi yang ditetapkan pada aplikasi sistem pakar tersebut. Pada penelitian ini, kondisi yang ditetapkan pada aplikasi sistem pakar menyebabkan penyakit pada indeks terkecil dari tabel aturan akan lebih dipilih jika terdapat kesamaan persentase tertinggi. Oleh karena itu pada kasus kode uji 43 dan 44 sistem pakar mengeluarkan hasil penyakit lalat bibit walaupun persentase lalat bibit dan karat daun sama, karena posisi lalat bibit berada pada indeks yang lebih kecil daripada karat daun.

10) Pengujian pada penyakit gosong

Terdapat 3 data uji untuk penyakit gosong. Jumlah data uji dari penyakit ini berbeda dengan penyakit yang lain, karena banyaknya kombinasi gejala dari kasus-kasus penyakit gosong yang diperoleh peneliti hanya tiga kombinasi. *Output* dari sistem pakar untuk ketiga data uji dari penyakit gosong disajikan pada Tabel XIII.

TABEL XIII
OUTPUT SISTEM PAKAR PADA DATA UJI PENYAKIT GOSONG

Kode	Gejala	Output Sistem Pakar
46	Pembengkakan atau gall pada tongkol, Gall berubah menjadi warna gelap	Penyakit Gosong
47	Gall berubah menjadi warna gelap	Penyakit Gosong
48	Pembengkakan atau gall pada tongkol	Penyakit Gosong

Berdasarkan Tabel XIII dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit gosong terdeteksi dengan benar.

11) Pengujian pada penyakit busuk batang

Terdapat 5 data uji untuk penyakit busuk batang. *Output* dari sistem pakar untuk kelima data uji dari penyakit busuk batang disajikan pada Tabel XIV.

TABEL XIV
OUTPUT SISTEM PAKAR PADA DATA UJI PENYAKIT BUSUK BATANG

Kode	Gejala	Output Sistem Pakar
49	Tanaman layu, Daun mengering, Batang berlendir berwarna coklat hingga berwarna coklat tua, Tanaman tiba-tiba rebah	Penyakit Busuk Batang
50	Tanaman layu, Daun mengering, Batang berlendir berwarna coklat hingga berwarna coklat tua, Tanaman tiba-tiba rebah, Pangkal batang lunak	Penyakit Busuk Batang
51	Batang berlendir berwarna coklat hingga berwarna coklat tua, Tanaman tiba-tiba rebah, Pangkal batang lunak, Pertumbuhan terhambat	Penyakit Busuk Batang
52	Tanaman layu, Daun mengering, Batang berlendir berwarna coklat hingga berwarna coklat tua, Tanaman tiba-tiba rebah, Pangkal batang lunak, Batang berbau busuk	Penyakit Busuk Batang
53	Batang berlendir berwarna coklat hingga berwarna coklat tua, Pangkal batang lunak	Penyakit Busuk Batang

Berdasarkan Tabel XIV dapat dilihat bahwa seluruh data uji penyakit busuk batang terdeteksi dengan benar.

12) Pengujian pada penyakit virus mosaik kerdil jagung

Terdapat 5 data uji untuk penyakit virus mosaik kerdil jagung. *Output* dari sistem pakar untuk kelima data uji dari penyakit virus mosaik kerdil jagung disajikan pada Tabel XV.

TABEL XV
OUTPUT SISTEM PAKAR PADA DATA UJI PENYAKIT VIRUS MOSAIK KERDIL JAGUNG

Kode	Gejala	Output Sistem Pakar
54	Daun menjadi kekuningan, Menyerang daun muda, Bintik berwarna coklat kemerahan tersebar di permukaan daun, Pertumbuhan terhambat, Ukuran tongkol berkurang, Adanya warna-warna hijau muda dan tua	Lalat Bibit
55	Menyerang daun muda, Adanya warna-warna hijau muda dan tua, Daun menjadi kekuningan, Bintik berwarna coklat kemerahan tersebar di permukaan daun, Pertumbuhan terhambat	Lalat Bibit
56	Pertumbuhan terhambat, Adanya warna-warna hijau muda dan tua, Daun menjadi kekuningan	Lalat Bibit
57	Pertumbuhan terhambat, Adanya warna-warna hijau muda dan tua, Warna hijau muda memanjang sejajar dengan tulang daun	Virus Mosaik Kerdil Jagung
58	Menyerang daun muda, Adanya warna-warna hijau muda dan tua, Warna hijau muda memanjang sejajar dengan tulang daun, Pertumbuhan terhambat, Ukuran tongkol berkurang, Jumlah biji berkurang	Virus Mosaik Kerdil Jagung

Berdasarkan Tabel 15 dapat dilihat bahwa dari 5 data uji penyakit virus mosaik kerdil jagung, terdapat tiga data yang terdeteksi sebagai penyakit lalat bibit, yaitu pada data uji dengan kode 54, 55 dan 56. Pada data uji 54 persentase virus mosaik kerdil jagung sebesar 67% dan persentase lalat bibit juga sebesar 67%. Karena posisi lalat bibit pada tabel aturan berada pada indeks yang lebih kecil, maka data 54 terdeteksi sebagai lalat bibit. Pada data uji 55 persentase virus mosaik kerdil jagung sebesar 50%, sedangkan persentase lalat bibit sebesar 67%, sehingga data 55 terdeteksi sebagai lalat bibit. Pada data uji 56 persentase virus mosaik kerdil jagung sebesar 33%, sedangkan persentase lalat bibit sebesar 67%, sehingga data 56 terdeteksi sebagai lalat bibit.

13) Hasil pengujian

Hasil pengujian dengan menggunakan matriks konfusi disajikan pada Tabel XVI.

TABEL XVI
HASIL PENGUJIAN

No	Penyakit	TP	FN	FP	TN	Presisi	Recall	Akurasi
1	Hama Uret	4	1	0	53	100.00%	80.00%	98.28%
2	Ulat Tanah	4	1	0	53	100.00%	80.00%	98.28%
3	Lalat Bibit	5	0	11	42	31.25%	100.00%	81.03%
4	Ulat Grayak	4	1	0	53	100.00%	80.00%	98.28%
5	Penggerek Batang	4	1	0	53	100.00%	80.00%	98.28%
6	Penggerek Tongkol	5	0	0	53	100.00%	100.00%	100.00%
7	Bulai	3	2	0	53	100.00%	60.00%	96.55%
8	Hawar Daun	5	0	0	53	100.00%	100.00%	100.00%
9	Karat Daun	3	2	0	53	100.00%	60.00%	96.55%
10	Penyakit Gosong	3	0	0	55	100.00%	100.00%	100.00%
11	Penyakit Busuk Batang	5	0	0	53	100.00%	100.00%	100.00%
12	Virus Mosaik Kerdil Jagung	2	3	0	53	100.00%	40.00%	94.83%
Rata-Rata						94.27%	81.67%	96.84%

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel XVI dapat dilihat bahwa nilai presisi terkecil terdapat pada penyakit lalat bibit, yaitu sebesar 31,25%. Keadaan ini diakibatkan karena sebelas penyakit yang bukan penyakit lalat bibit, terdeteksi sebagai penyakit lalat bibit. Sehingga nilai dari *false positive* (FP) dari penyakit lalat bibit sangat tinggi. Sangat rendahnya nilai presisi pada lalat bibit mengakibatkan nilai akurasi dari penyakit lalat bibit lebih rendah daripada penyakit lainnya, yaitu sebesar 81,03%. Nilai *recall* terendah dimiliki oleh penyakit virus mosaik kerdil jagung, yaitu sebesar 40%. Keadaan ini diakibatkan karena tiga data uji penyakit ini terdeteksi sebagai penyakit lalat bibit, sehingga meningkatkan nilai *false negative* (FN). Nilai presisi, *recall* dan akurasi tertinggi terdapat pada penyakit penggerek tongkol, hawar daun, penyakit gosong dan penyakit busuk batang yang mencapai 100%. Keadaan ini dikarenakan semua data uji pada keempat penyakit tersebut terdeteksi dengan benar dan tidak ada data uji dari penyakit lainnya yang terdeteksi sebagai keempat penyakit tersebut. Rata-rata dari nilai presisi adalah sebesar 94.27 %, nilai *recall* sebesar 81.67% dan nilai akurasi sebesar 96.84%. Berdasarkan rata-rata tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem pakar menggunakan runut maju baik digunakan untuk mendiagnosa penyakit jagung manis.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, diperoleh bahwa sistem pakar diagnosa penyakit jagung menggunakan runut maju telah dibangun dengan melihat kesesuaian 44 (empat puluh empat) gejala untuk 12 (dua belas) penyakit, baik yang disebabkan oleh penyakit maupun serangan hama. Sistem pakar ini menghasilkan 12 (dua belas) aturan. Penggunaan metode runut maju untuk mendiagnosa penyakit dilakukan dengan memasukkan gejala penyakit dan melakukan perhitungan persentase penyakit yang bersesuaian dengan gejala penyakitnya. Hasil diagnosa penyakit merupakan penyakit dengan nilai persentase penyakit tertinggi. Setelah memperoleh hasil diagnosa, dilakukan pengujian menggunakan matriks konfusi dari 58 data uji yang menghasilkan tingkat presisi sebesar 94.27 %, tingkat *recall* sebesar 81.67 % dan tingkat akurasi sebesar 96.84 %.

Pada penelitian ini, sistem pakar dibangun berdasarkan perbandingan jumlah kesesuaian gejala, sehingga kemungkinan ketidaksesuaian gejala dengan penyakit di tabel aturan tinggi. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya, perlu penambahan metode *certainty factor* (CF).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Tanah Laut atas bantuan biaya pada skema Penelitian Dosen Dana DIPA Tahun Anggaran 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Desrianto, "Mentan Optimis Kalimantan Menjadi Penyuplai Jagung Nasional," *Kompas.com*, 2019.
- [2] L. Thohir, "Kalsel Fokus Tingkatkan Produksi Jagung," *Antara Kalsel*, 2019. [Online]. Available: <https://kalsel.antaranews.com/berita/85802/kalsel-fokus-tingkatkan-produksi-jagung>. [Accessed: 11-Jun-2019].
- [3] M. A. Lazuardi, M. Rosni, and N. D. Yanti, "Analisis Perbandingan Biaya dan Pendapatan Bersih Usahatani Jagung Manis dengan Jagung Hibrida di Desa Suka Ramah Kecamatan Panyipatan Kabupaten Tanah Laut," *Front. Agribisnis*, vol. 3, no. 1, pp. 119–127, 2019.
- [4] Marimin, *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*. Bandung: IPB Press, 2007.
- [5] B. H. Hayadi, *Sistem Pakar*. Yogyakarta: Deepublish, 2018.
- [6] Kusriani, *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2006.
- [7] R. Rosnelly, *Sistem Pakar: Konsep dan Teori*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2012.
- [8] R. Amin and P. Pitriani, "Penerapan Metode Forward Chaining Untuk Diagnosa Penyakit Insomnia," *Maret*, vol. 14, no. 1, p. 97, 2018.
- [9] S. Kosasi, "Komet Menggunakan Forward Chaining," *Techsi*, vol. 5, no. 2, pp. 35–52, 2014.
- [10] Rhomadhona, H. "Sistem Pakar Diagnosa Karakteristik Anak Berkebutuhan Khusus Menggunakan Metode Forward Chaining" *Jurnal Sains dan Informatika*, vol.3 no.1, pp. 18-26, 2017.
- [11] M. Syukur and A. Rifianto, *Jagung Manis*. Jakarta Timur: Penebar Swadaya, 2013.
- [12] N. Jarti and R. Trisno, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Alergi pada Anak Berbasis Web dengan Metode Forward Chaining," *J. Edik Inform.*, vol. 2, pp. 197–205, 2017.
- [13] W. Supartini and H. Hindarto, "Sistem Pakar Berbasis Web Dengan Metode Forward Chaining Dalam Mendiagnosa Dini Penyakit Tuberkulosis Di Jawa Timur," *Kinetik*, vol. 1, no. 3, p. 147, 2016.
- [14] E. Ongko, "Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Mata," *J. TIMES*, vol. 2, no. 2, pp. 10–17, 2013.
- [15] S. Azhar, H. L. Sari, and L. N. Zulita, "Sistem Pakar Penyakit Ginjal Pada Manusia," vol. 10, no. 1, pp. 16–26, 2014.