

IMPLEMENTASI CASE-BASED REASONING SEBAGAI METODE INFERENSI PADA SISTEM PAKAR IDENTIFIKASI PENYAKIT TANAMAN JAGUNG

Oleh:

Minarni¹, Indra Warman², Yuhendra³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang
minarni1706@gmail.com

ABSTRAK

Jagung (*Zea mays.L*) merupakan tanaman pangan kedua setelah padi. Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat produktifitas jagung yaitu adanya serangan penyakit jagung. Jika serangan pada saat masih dini dan terlambat dalam pengendaliannya maka akan menyebabkan gagal panen. Untuk mengidentifikasi penyakit tanaman ini dilakukan oleh tenaga ahli yaitu penyuluh pertanian lapangan (PPL) yang memiliki keterbatasan waktu dan tempat, sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat membantu petani dalam mengidentifikasi penyakit tanaman jagung.

Penelitian ini membahas tentang sebuah pengembangan sistem pakar untuk mengidentifikasi penyakit tanaman jagung menggunakan metode inferensi case-based reasoning (CBR) dengan nearest neighbour similarity sebagai metode pengukuran similaritas. CBR merupakan sistem penalaran komputer yang menggunakan pengetahuan lama untuk mengatasi masalah baru. CBR memberikan solusi terhadap kasus baru dengan melihat kasus lama yang paling mendekati kasus baru. Proses identifikasi dilakukan dengan cara memasukkan kasus baru yang berisi gejala-gejala yang akan diidentifikasi ke dalam sistem, kemudian melakukan proses perhitungan nilai similaritas antara kasus baru dengan dengan basis kasus menggunakan metode nearest neighbor. Sistem dibangun dengan 22 gejala untuk 13 penyakit berdasarkan umur tanam. Masing-masing gejala memiliki bobot yang berbeda di mana nilai bobot yang digunakan ditentukan oleh pakar.

Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengidentifikasi penyakit tanaman jagung dengan gejala sesuai rule sebesar 100%, dan tingkat akurasi dengan metode nearest neighbour similarity sebesar 74,63 %.

Kata Kunci : sistem pakar, case-based reasoning, nearest neighbour similarity, inferensi, penyakit tanaman jagung

1. PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays.L*) merupakan salah satu serelia yang strategis dan bernilai ekonomis serta mempunyai peluang untuk dikembangkan karena kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras. Hampir seluruh bagian tanaman jagung dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan. Jagung dapat dikonsumsi secara langsung maupun dalam bentuk olahan. Kegunaan lain dari jagung adalah untuk pakan ternak, bahan baku industri bir, farmasi, dextrin, perekat, tekstil, minyak goreng dan etanol (Purwanto). Oleh sebab itu perlu adanya usaha agar produktivitas jagung tidak mengalami penurunan. Di Sumatera Barat tahun 2015 produksi jagung sebanyak 602549 ton mengalami penurunan sebesar 0,46% dibandingkan tahun 2014 sebanyak 605352 ton (LAKIP, 2015). Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan produktivitas jagung yaitu adanya serangan penyakit

jagung. Jika serangan pada saat masih dini dan terlambat dalam pengendaliannya maka akan menyebabkan gagal panen. Untuk mengidentifikasi penyakit tanaman ini dilakukan oleh tenaga ahli yaitu penyuluh pertanian lapangan (PPL). Di Sumatera Barat sampai dengan tahun 2014, PPL untuk semua sektor pertanian berjumlah 700 orang, sedangkan untuk tanaman pangan dan hortikultura hanya berjumlah 234 orang dan petani berjumlah 644.610 orang (LAKIP, 2015). Dari data tersebut, menunjukkan jumlah penyuluh dan petani tidak sebanding. Selain itu para penyuluh terkendala oleh waktu dan tempat, sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat membantu petani dalam mengidentifikasi penyakit tanaman jagung.

Sistem pakar mempunyai kemampuan untuk memudahkan masalah-masalah praktis pada saat sang pakar berhalangan. Dan salah satu implementasi sistem pakar pada bidang pertanian yaitu

untuk mengidentifikasi penyakit tanaman. Banyak sekali ragam hama dan penyakit tanaman dan beragam pula nama dan akibat yang dihasilkannya. Ciri-ciri antara tanaman yang terkena penyakit satu dengan penyakit yang lainnya sangat mirip sehingga membingungkan orang awam atau pemula yang baru kenal untuk dapat mengidentifikasinya. Pengembangan sistem pakar menggunakan dua metode diagnosis penyakit tanaman, yaitu secara metode deskriptif dan grafis. Metode deskriptif berdasarkan kepada gejala-gejala yang dialami oleh tanaman. Sedangkan pada metode grafis berdasarkan gambar. Pengguna cenderung memilih metode grafis (Abu-Naser, 2008). Sebuah aplikasi sistem pakar dengan metode *forward* dan *backward chaining* yang dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit tanaman padi dengan kemudahan akses bagi pengguna (Anton, 2009). Sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman jagung menggunakan basis aturan dengan metode *forward chaining* (Armansyah, 2016). Metode *Certainty Factor* (CF) juga digunakan sebagai mesin inferensi dalam sistem pakar deteksi penyakit tanaman padi. Dengan metode CF ini maka pendeteksian gejala penyakit tanaman padi akan memperoleh kepastian bahwa tanaman tersebut mengalami penyakit yang sebenarnya. Pada penelitian ini menggunakan penelusuran *backward chaining* (Minarni, 2017). Sebuah penelitian tentang trend metodologi yang digunakan dalam pengembangan sistem pakar untuk mengelola hama dan penyakit tanaman. Hasil yang diperoleh adalah sistem pakar berbasis aturan (*rule based*) lebih diminati dibandingkan dengan sistem berbasis kasus (*Case-based Reasoning*) (Shafinah, 2013).

Metode *case-based reasoning* (CBR) dapat digunakan untuk penalaran dalam sistem pakar identifikasi hama dan penyakit tanaman singkong dengan mengingat suatu kasus masa lampau, lalu menggunakannya kembali dan mengadaptasikan dalam kasus baru. Hasil pengujian tingkat akurasi menggunakan metode *nearest neighbor similarity* sebesar 67,65% dengan bobot-bobot *similarity* yang telah ditentukan oleh pakar (Minarni, 2017). Metode CBR pada sistem pakar identifikasi penyakit tanaman padi menghasilkan sensitivitas 100% dan tingkat akurasi sebesar 82,69% (Minarni,

2017). Penelitian tentang sistem pakar mendeteksi hama dan penyakit tanaman Anggrek *Dendrobium* menggunakan metode *Case Based Reasoning* (CBR) dengan algoritma *Similaritas Probabilistic Symmetric*. Nilai hasil pembobotan yang kurang dari 60 persen sistem tidak akan memberikan saran, namun sistem akan menyimpan data gejala pada database untuk diberikan solusi oleh pakar (Aconcagua, 2017)

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar untuk mengidentifikasi penyakit tanaman jagung menggunakan metode penalaran *case-based reasoning* dengan metode pengukuran *similarity nearest neighbor similarity*.

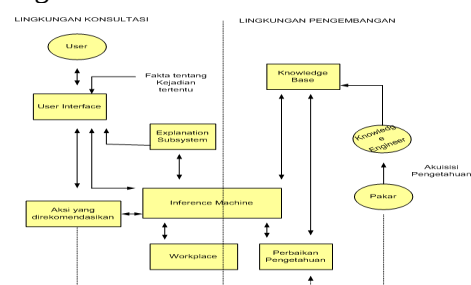
Beberapa teori yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.1 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat yang diselesaikan oleh orang awam (Kusrini, 2008).

Pada struktur sistem pakar terdapat dua bagian, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembangan digunakan oleh pembuat sistem pakar untuk membangun komponen-komponennya dan memperkenalkan pengetahuan ke dalam *knowledge base* (basis pengetahuan). Lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna (*user*) untuk berkonsultasi dengan seorang pakar (Sutojo, 2011).

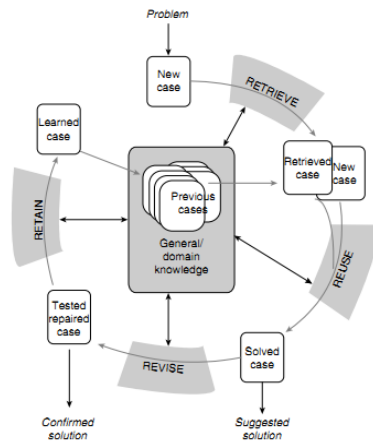
Arsitektur sistem pakar ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Struktur Sistem Pakar (Sutoyo, 2011)

1.2 Inferensi Case Base Reasoning

Case-Based Reasoning (CBR) adalah proses dalam mengingat suatu kasus pada masa lampau, lalu menggunakannya kembali dan mengadaptasikan dalam kasus baru (Pal, 2004). Siklus CBR ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Siklus CBR (Pal, 2004)

Tahapan-tahapan CBR adalah sebagai berikut:

1. Retrieve

Mendapatkan/memperoleh kembali kasus yang paling menyerupai/relevan (similar) dengan kasus yang baru. Bagian ini mengacu pada segi identifikasi, kemiripan awal, pencarian dan pemulihan serta eksekusi.

2. Reuse

Reuse (menggunakan) informasi dan pengetahuan dari kasus tersebut untuk memecahkan permasalahan. Proses reuse dari solusi kasus yang telah diperoleh dalam konteks baru difokuskan pada dua aspek yaitu perbedaan antara kasus yang sebelumnya dan yang sekarang, bagian apa dari kasus yang telah diperoleh yang dapat ditransfer menjadi kasus baru.

3. Revise

Revise (meninjau/memperbaiki kembali) usulan solusi.

4. Retain

Retain (menyimpan) bagian-bagian dari pengalaman tersebut yang mungkin berguna untuk memecahkan masalah di masa yang akan datang

1.3 Nearest Neighbor Similarity

Algoritma *Nearest Neighbor* merupakan salah satu teknik untuk mencari

jarak terdekat dari tiap-tiap kasus (*cases*) yang ada di dalam *database*, dan seberapa mirip ukuran (*similarity*) setiap *source case* yang ada di dalam *database* dengan *target case*.

Fungsi *similarity* pada kasus diformulasikan sebagai berikut (Kusrini, 2009):

$$\text{Sim}(T, S_i) = \frac{\sum_{i=1}^n f(T, S_i) * w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

T = kasus baru (target)

S = kasus yang ada dalam penyimpanan (source)

n = jumlah atribut

i = jumlah atribut dalam masing-masing kasus

f = fungsi similarity atribut i antara kasus T dan kasus S

w_i = bobot yang diberikan pada atribut ke-i

Kemiripan biasanya berada pada nilai 0 sampai dengan 1. Nilai 0 artinya kedua kasus mutlak tidak mirip, sebaliknya untuk nilai 1 kasus mirip dengan mutlak.

1.4 Penyakit Tanaman Jagung

Klasifikasi penyakit tanaman jagung dalam penelitian ini terdiri dari 13 penyakit dimana beberapa penyakit memiliki gejala yang sama. Penyakit yang dimaksud yaitu lalat bibit, ulat tanah, lundu uret, bulai, virus mosaik, penggerek batang, ulat grayak, wereng, bercak daun, hawar/upih, penggerek tongkol, busuk batang/tongkol, kumbang penggerek biji (Haryono, 2008).

2. METODOLOGI PENELITIAN

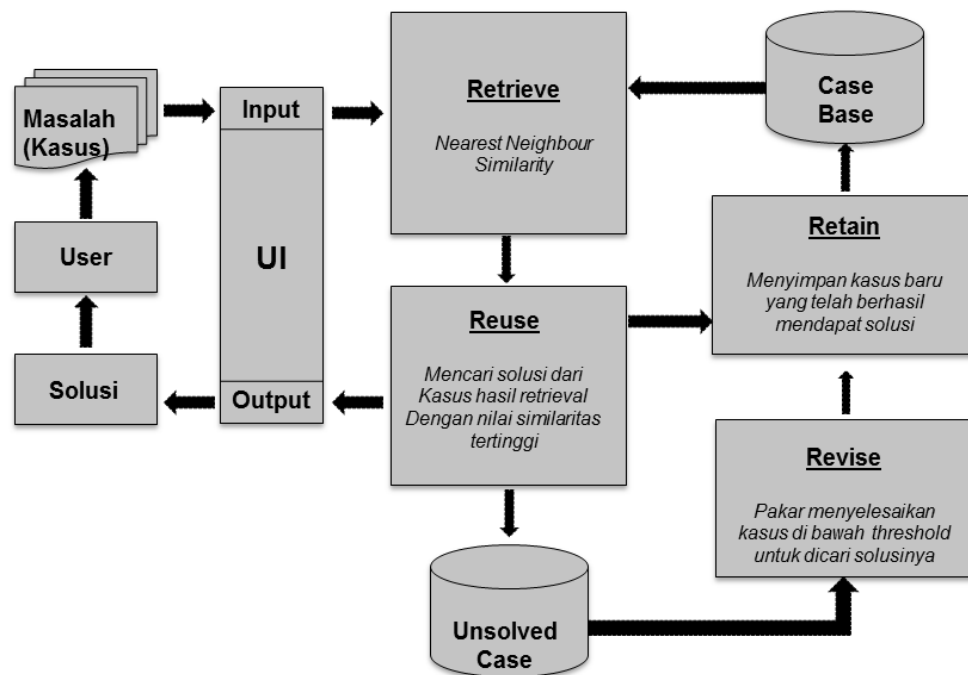
2.1 Deskripsi Sistem

Sistem dirancang untuk dapat melakukan identifikasi penyakit tanaman jagung yang digunakan oleh 3 kelompok pengguna, yaitu admin, petani, dan pakar.

Proses pada sistem dimulai dengan petani memilih umur tanam jagung dan memasukkan permasalahan berupa gejala-gejala yang dialami oleh tanaman jagung ke dalam sistem melalui antarmuka modul konsultasi. Sistem akan proses *retrieve* dengan menghitung kemiripan permasalahan dengan kasus yang tersimpan di dalam basis kasus menggunakan metode *nearest neighbor similarity*. Selanjutnya proses *reuse*, kasus

lama yang memiliki nilai similaritas tertinggi dipilih untuk menjadi solusi dari permasalahan yang dimasukkan. Apabila similaritas kasus baru memiliki nilai 0,7, maka kasus baru akan menggunakan solusi yang sama dengan kasus lama yang ada pada basis kasus. Hasil identifikasi ini kemudian disampaikan kepada petani melalui modul *output*. Namun, apabila nilai similaritas $< 0,7$, maka dianggap kasus baru tersebut tidak memiliki solusi dan kasus tersebut selanjutnya akan disimpan sebagai kasus

baru yang nantinya akan dievaluasi oleh pakar (*revise*) dan disimpan kembali ke dalam sistem sebagai kasus baru dengan solusi yang diberikan (*retain*). Pakar berinteraksi dengan sistem untuk melakukan proses *revise* dan *retain* melalui modul data penyakit, modul data gejala, modul kasus, dan modul laporan. Modul-modul ini yang memungkinkan pakar untuk menambah, merubah, dan menghapus kasus yang ada dalam basis kasus sistem. Deskripsi sistem ditunjukkan oleh gambar 3.



Gambar 3. Deskripsi Sistem yang Dirancang

2.2 Representasi Kasus

Untuk kepentingan penyimpanan dalam basis kasus dan proses *retrieval* maka sebuah kasus harus direpresentasikan ke dalam suatu bentuk tertentu. Representasi dari sebuah kasus harus mencakup permasalahan yang menjelaskan keadaan yang dihadapi dan solusi yang merupakan penyelesaian kasus tersebut. Pada penelitian ini representasi kasus menggunakan model *frame*. Fitur gejala digunakan untuk pencarian kasus yang mirip, sedangkan output dari sistem berupa penyakit dan solusi. Representasi kasus disajikan dalam tabel 1. Sebagian Bobot-bobot gejala yang akan digunakan untuk pengukuran similaritas ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 1. Representasi Kasus

Fitur	Nilai
Gejala	
1. Tanaman Layu	Ya=1 dan Tidak=0
2. Tanaman Kering	
3. Tongkol Tidak Normal	
4. Batang Berjamur	
5. Daun Bercak Coklat Kelabu Dst.....	
Penyakit	
Solusi	

Tabel 2. Gejala dan Bobot Penyakit Tanaman Jagung

Kode Gejala	Nama Gejala	Bobot
G01	Tanaman layu/mati	5
G02	Tanaman Normal	1
G03	Tanaman Kerdil/ Pertumbuhan Terhambat	3
G04	Tanaman kering	3
G05	Daun kuning	3
....		
dst		

2.3 Inferensi Case-Based Reasoning

A. Proses Retrieval

Proses *retrieval* yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan cara membandingkan gejala kasus baru dengan gejala kasus yang sudah ada di dalam basis kasus, kemudian hasil perbandingan tersebut akan dihitung tingkat kemiripannya. Pada penelitian ini, perhitungan nilai similaritas menggunakan *nearest neighbor*. Perbandingan gejala menggunakan nilai bobot yang telah ditetapkan oleh pakar seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Contoh kasus:

Perhitungan nilai *similarity* kasus baru (T) dengan kasus lama (S) disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Fungsi Similarity Kasus Baru (K1) Dan Kasus Lama (S11)

Kasus	Kasus Baru (T) (wi)	Kasus Lama (S11)	f(T, Si)
K1	Tongkol Tidak Normal (5)	Tongkol Tidak Normal (5)	1
	Tongkol busuk (5)	Tongkol busuk (5)	1
	Tongkol berlubang (5)	Tongkol berlubang (5)	1
	Daun Hijau Muda (3)		0

Perhitungan kemiripan/similarity menggunakan persamaan (1)

$$Sim(T, Si) = \frac{(1 \times 5) + (1 \times 5) + (1 \times 5)}{5 + 5 + 5 + 3} = \frac{15}{18} = 0,83$$

Dari hasil perhitungan *similarity* di atas diperoleh nilai sebesar 0,83 atau 83 %.

Dengan proses perhitungan yang sama, maka *similarity* antara kasus baru K1 dengan 13 kasus yang sudah tersimpan dalam *database* didapatkan hasil seperti tabel 4.

Tabel 4. Nilai Similarity

Kasus	Hasil Similarity CBR
K1-S1	0
K1-S2	0
K1-S3	0
K1-S4	0
K1-S5	0,17
K1-S6	0
K1-S7	0
K1-S8	0
K1-S9	0
K1-S10	0
K1-S11	0,83
K1-S12	0,56
K1-S13	0,28

Solusi yang akan diberikan oleh sistem pada kasus baru berdasarkan pada nilai *similarity* tertinggi antara kasus baru dengan kasus lama (*reuse*).

B. Proses Reuse

Pada proses *reuse* solusi identifikasi yang diberikan adalah solusi yang memiliki nilai *similarity* tertinggi. Untuk kasus di atas, hasil *similarity* tertinggi terdapat pada S11 yaitu penyakit Penggerek Tongkol dengan nilai kemiripan sebesar 0,83 atau 83%, sehingga solusi yang direkomendasikan adalah solusi untuk penyakit penggerek tongkol, yaitu dengan menggunakan parasit *Trichogramma* sp., menggunakan insektisida bila ditemui 3 tongkol rusak per 50 tanaman pada saat tanaman baru terbentuk buah dengan mengaplikasikan insektisida Carbofuran 3% pada saat menjelang berbunga.

C. Proses Revise

Revisi merupakan bagian dari adaptasi sistem terhadap kasus yang belum berhasil diidentifikasi. Revisi kasus dilakukan oleh pakar. Pakar akan merevisi kasus/ bobot berdasarkan gejala-gejala yang ada dalam basis kasus sistem.

D. Proses Retain

Proses *retain* adalah tahap yang berperan untuk mengatur manajemen pengetahuan pada sistem. Tahap ini menyimpan kasus ke dalam basis pengetahuan yang nantinya akan digunakan untuk memecahkan kasus baru.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan oleh pengguna secara langsung dengan sistem yang telah dirancang. Pengujian dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama pengujian sesuai dengan kasus-kasus yang ada di dalam basis kasus, sedangkan tahap kedua pengujian dilakukan menggunakan 67 data uji. Hasil pengujian tahap pertama menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi penyakit tanaman jagung secara benar 100%. Rekapitulasi hasil pengujian tahap kedua dengan *threshold* similaritas $\geq 70\%$ diperlihatkan pada tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengujian

No.	Jenis Penyakit	Jumlah Data Uji	Identifikasi Benar
1	Lalat Bibit	5	2
2	Ulat Tanah	6	4
3	Lundi (uret)	5	4
4	Penyakit Bulai	5	3
5	Virus Mozaik Kerdil	2	2
6	Penggerek Batang	4	4
7	Ulat Grayak	5	4
8	Wereng Jagung	3	3
9	Bercak Daun	3	3
10	Hawar/Upih Daun	2	2
11	Penggerek Tongkol	12	8
12	Busuk Batang	9	5
13	Penggerek Batang	6	6
Jumlah		67	50

3.2 Pembahasan

Hasil pengujian perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun layak untuk diterapkan dalam mengidentifikasi penyakit tanaman jagung. Evaluasi dilakukan dengan menghitung sensitivitas dan akurasi menggunakan persamaan (2) dan (3) (Witten, 2005).

$$\text{Sensitivitas} = \frac{T_P}{T_P + T_N} \quad (2)$$

$$\text{Akurasi} = \frac{T_P + T_N}{T_P + F_P + T_N + F_N} \quad (3)$$

Keterangan:

Langkah yang dilakukan dalam pengujian sistem dengan membuat *confusion matrix* berdasarkan masing-masing nilai *similarity* hasil pengujian sistem. Tabel 6 menunjukkan *confusion matrix* dari hasil pengujian tabel 5.

Tabel 6. *Confusion Matrix* Hasil Pengujian

Jenis identifikasi	Data Uji	TP	TN	FP	FN
Penyakit tanaman jagung	67	50	0	17	0

$$\text{Sensitivitas} = \frac{50}{50 + 0} = 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{50 + 0}{50 + 17 + 0 + 0} = \frac{50}{67} = 74,63\%$$

Hasil perhitungan nilai sensitivitas 100% dengan nilai akurasi sistem 74,63%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pakar identifikasi penyakit tanaman jagung menggunakan inferensi CBR dapat mengidentifikasi penyakit tanaman jagung dengan baik.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sistem pakar identifikasi penyakit tanaman jagung dengan metode inferensi *case-based reasoning* dengan memperhitungkan kemiripan masalah baru dengan kasus lama. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengidentifikasi penyakit tanaman jagung sesuai dengan kasus-kasus yang ada dalam basis kasus sebesar 100% dan pengujian terhadap data uji dengan *threshold* similaritas sebesar 70% menunjukkan sistem memiliki unjuk kerja dengan sensitivitas 100% dan tingkat akurasi sebesar 74,63%.

4.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut perlu dilakukan pengujian menggunakan beberapa algoritma similaritas untuk mendapatkan kinerja algoritma similaritas

yang terbaik. Selain itu perlu pengujian untuk nilai threshold lebih dari 70%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemristekdikti) atas pendanaan hibah penelitian skim Penelitian Strategis Nasional Institusi (PSNI) untuk tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Aconcagua, P. A., & Wibisono, S. 2017. CASE BASED REASONING UNTUK MENDETEKSI HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN ANGGREK DENDROBIUM MENGGUNAKAN ALGORITMA SIMILARITAS PROBABILISTIC SYMMETRIC. *SINTAK*, 1.
- Haryono, Semangun, (2008), Penyakit-penyakit Tanaman Pangan di Indonesia, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, pp. 239-290, 2008
- Kusrini, 2008, Aplikasi Sistem Pakar, Yogyakarta : Andi Offset
- Kusrini, Luthfi, E.T, 2009, Algoritma Data Mining, Yogyakarta: Andi Offset
- Minarni, Indra Warman, Wenda Handayani, Case-Based Reasoning (CBR) Pada Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Singkong dalam Usaha Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pangan, *Jurnal Teknoif*, Vol. 5 No. 1 April 2017 ISSN No. 2338-2724: pp 41-47, 2017
- Minarni, Anisah Fadhillah, Expert System in Detecting Rice Plant Diseases Using Certainty Factor, *Journal of Dynamics*, Vol. 2 No. 1 May 2017 e-ISSN : 2502-0692, pp 11-15, 2017
- Minarni, M., & Warman, I. (2017, August). Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Case-Based Reasoning. In *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*.
- Pal, S.K and Shiu, Simon C.K, 2004, "Foundation of Soft Case-Based Reasoning", USA: John Wiley & Sons Inc Publication, 2004
- Setiawan, Anton, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Padi Berbasis Forward dan Backward Chaining", *Jurnal Telkomnika*, Vol. 7 No. 3 Desember 2009 ISSN No. 16993-6930 : pp 187-194, 2009
- Sutojo, T, Edy Mulyanto dan Vincent Suhartono, 2011, Kecerdasan Buatan, Yogyakarta : Andi Offset
- S.S. Abu-Naser, K.A. Kashkash and M. Fayyad, 2008. Developing an Expert System for Plant Disease Diagnosis. *Journal of Artificial Intelligence*, 1: 78-85.
- Shafinah, K., Sahari, N., Sulaiman, R., Yusoff, M. S. M., & Ikram, M. M. 2013. A FRAMEWORK OF AN EXPERT SYSTEM FOR CROP PEST AND DISEASE MANAGEMENT. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 58(1).
- Tim Penyusun, 2015, Laporan akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintahan (LAKIP) 2015, Dinas Pertanian Tanaman Pangan Sumatera Barat,
- Witten, I.H., Frank, E, 2005, Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 2, San Fransisco: Morgan Kaufmann