

PENGEMBANGAN SISTEM PAKAR IDENTIFIKASI AWAL PENYAKIT KEDELAI DENGAN PENDEKATAN NAÏVE BAYES BERBASIS ANDROID

Indah Puji Astuti¹, Irman Hermadi², Agus Buono³, Kikin H. Mutaqin⁴

¹Mahasiswa Pasca Sarjana IPB Departemen Ilmu Komputer

²Staf Pengajar Departemen Ilmu Komputer IPB

³Ketua Departemen Ilmu Komputer IPB

⁴Staf Pengajar Departemen Proteksi Tanaman IPB

Abstrak

Pengidentifikasi penyakit kedelai secara dini menjadi salah satu cara untuk meningkatkan angka produktivitas kedelai. Jumlah pakar penyakit kedelai yang masih relatif sedikit apalagi di daerah pedesaan membuat ketergantungan atas keberadaan seorang pakar penyakit kedelai sangatlah tinggi terutama bagi para pemula di bidang pertanian. Suatu sistem pakar menjadi salah satu solusi yang dapat dijadikan sarana untuk berkonsultasi tentang penyakit kedelai layaknya seorang pakar. Sistem yang diimplementasikan dalam basis Android akan lebih mudah digunakan di manapun dan kapanpun tanpa harus bertemu dengan pakar karena kesempatan dan waktu pakar yang tidak mudah untuk ditemui setiap saat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem pakar identifikasi awal penyakit kedelai dengan mengadopsi metode Expert System Development Life Cycle (ESDLC) untuk tahapan pengembangan sistem dan pendekatan Naïve Bayes sebagai metode inferensinya. Hasil penelitian ini berupa prototype sistem pakar XSIDS yang terdiri dari enam modul utama yaitu modul pengetahuan tentang kedelai, kebijakan pemerintah, konsultasi, tentang kami, tentang XSIDS dan note.

Kata Kunci : *Android, ESDLC, Naïve Bayes, Sistem Pakar, Penyakit Tanaman Kedelai*

Pendahuluan

Kedelai memiliki manfaat yang beragam diantaranya sebagai bahan olahan makanan seperti tahu, tempe, susu, tepung kedelai, minyak kedelai, pakan ternak, dan juga untuk bahan baku industri. Hal ini menyebabkan tingginya permintaan kedelai di dalam negeri. Konsumsi kedelai di Indonesia mencapai 2,2 juta ton per tahun, dari jumlah tersebut sekitar 1,6 juta ton (75%) masih diimpor, Pusat Data dan Informasi Pertanian (2013). Perdagangan komoditas tanaman pangan Indonesia berada dalam posisi defisit atau menjadi negara *net importer*, mendorong Kementerian Pertanian untuk mengupayakan swasembada padi, jagung dan kedelai serta peningkatan produksi daging dan gula, Kementerian Pertanian Republik Indonesia, (2015).

Salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya angka

produksi kedelai adalah penyakit kedelai, Fatmawati (2010). Kedelai diketahui memiliki banyak penyakit yang disebabkan oleh berbagai jenis patogen seperti cendawan, virus, bakteri dan nematoda. Pengendalian suatu penyakit tanaman akan efektif jika didasarkan atas diagnosis dan identifikasi patogen penyebabnya secara tepat. Gejala suatu penyakit dapat berbeda-beda dan cukup khas tergantung jenis patogennya, walaupun patogen yang sama dapat menghasilkan variasi gejala dan sebaliknya beberapa patogen berbeda dapat menghasilkan gejala yang mirip. Gejala dapat dijadikan dasar untuk diagnosis maupun identifikasi awal suatu penyakit, Agrios (2005). Pengetahuan tentang gejala maupun cara identifikasi diperlukan petani untuk mengetahui jenis penyakit dan dasar pengambilan keputusan pengendaliannya, namun

kemampuan tersebut harus diperoleh melalui pengalaman dan pelatihan yang panjang dan seringkali hanya dimiliki kalangan tertentu saja yaitu pakar.

Keberadaan pakar dalam bidang identifikasi penyakit kedelai sangatlah dibutuhkan untuk permasalahan seperti ini, namun pakar tidak selalu ada di setiap saat atau seringkali sulit ditemui terutama di daerah pedesaan. Pakar yang berpengalaman adalah *stakeholder* yang dapat memberikan informasi untuk membuat keputusan yang memungkinkan dapat meningkatkan produksi pertanian (Tatte & Nichat, 2010). Suatu sistem dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan pentingnya identifikasi penyakit tanaman tanpa harus bertemu langsung dengan pakar (Sharma et al., 2010).

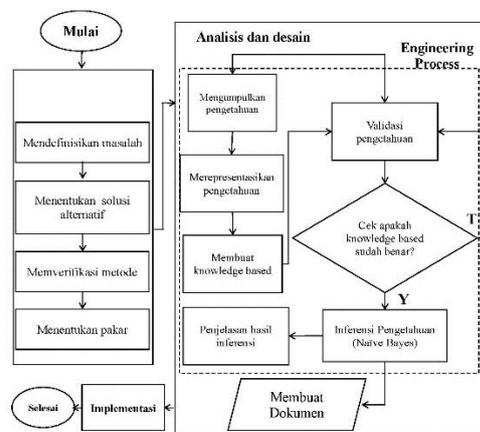
Sistem pakar berbasis *Android* diharapkan dapat mempermudah pengguna mengetahui jenis penyakit secara dini dan mandiri tanpa harus memiliki perangkat komputer atau selalu terkoneksi dengan jaringan Internet, Al Ihsan (2012). Penggunaan aplikasi akan lebih praktis dan efisien, selain perangkat *mobile* yang sudah banyak dimiliki oleh sebagian besar masyarakat, pengguna aplikasi dapat menggunakan aplikasi tersebut dimana saja (Ardianto et al., 2012).

Pengembangan sistem pakar pada penelitian ini menggunakan metode inferensi *Naive Bayes* (Ambica et al., 2013) menerapkan metode *Naive Bayes Classifier* untuk efisiensi pada sistem pakar identifikasi penyakit diabetes, hasilnya menjelaskan bahwa metode *Naive Bayes* mampu mengekstrak data set secara optimal. (Setiawan dan Ratnasari, 2014) mengembangkan sistem pakar dengan pendekatan *Naive Bayes* yang hasilnya memiliki nilai akurasi lebih dari 80%. Tahapan pengembangan sistem pakar penelitian ini mengadopsi metode pengembangan sistem pakar ESDLC (*Expert System Development Life Cycle*) yang

terdiri dari tahapan inialisasi proyek, analisis dan desain, serta implementasi (Turban et al., 2005).

Metodologi

Pengembangan sistem pakar menggunakan pendekatan model ESDLC (Turban & Aronson, 2005) dengan beberapa penyesuaian pada tahap analisis dan desain. Pada tahap analisis sistem pakar didasarkan pada tahapan pengembangan sistem pakar yaitu *Engineering Process*. Tahap penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian Menggunakan Metode ESDLC

Tahap Inialisasi Proyek

Tahap inialisasi proyek pada penelitian ini terdiri dari 4 proses. Proses tersebut adalah mendefinisikan masalah, memberikan solusi alternatif, memverifikasi metode, dan menentukan pakar.

Tahap Analisis dan Desain

Tahap analisis terdiri dari tahapan-tahapan yang ada dalam *Knowledge Engineering Process*. Dimulai dari tahapan akuisisi atau mengumpulkan pengetahuan untuk membuat basis pengetahuan sampai tahapan penjelasan hasil inferensi. Tahap desain pada penelitian ini yaitu membuat dokumen perancangan.

Implementasi

Tahap ini adalah membangun sistem pakar secara keseluruhan (*coding*), yaitu mengintegrasikan *knowledge based* dengan sistem basis *Android*.

Hasil dan Pembahasan Inisialisasi Proyek

Tahap inisialisasi dalam penelitian ini meliputi beberapa aspek seperti :

- 1) Mendefinisikan masalah
 - a. Banyaknya jenis penyakit kedelai dengan gejala yang beraneka ragam yang cukup membingungkan dalam pengidentifikasian jenis penyakit-nya.
 - b. Tidak semua orang yang ingin mengetahui jenis penyakit kedelai memiliki perangkat komputer dan terkoneksi dengan jaringan Internet.
 - c. Keberadaan seorang pakar bidang penyakit kedelai yang susah untuk ditemui setiap saat.
- 2) Memberikan solusi alternatif
Mengembangkan XSIDS (*Expert System for Identification of Diseases in Soybean*) yaitu sistem pakar identifikasi awal penyakit kedelai berbasis *Android* dengan harapan bisa membantu pengguna dalam mendapatkan informasi yang cepat dan akurat mengenai penyakit yang menyerang kedelai kapan saja dan dimana saja.
- 3) Memverifikasi metode yang digunakan dalam pembuatan sistem pakar
Menggunakan pendekatan *Naive Bayes* untuk metode inferensi sistem pakar yaitu menghitung nilai kemungkinan hasil identifikasi penyakit kedelai.
- 4) Menentukan pakar
Menentukan seorang pakar penyakit kedelai dari Departemen Proteksi Tanaman Institut Pertanian Bogor.

Analisis dan Desain

Dalam mengembangkan suatu sistem pakar diperlukan beberapa tahapan yang mana tahapan-tahapan tersebut berbeda dengan tahapan pengembangan sistem informasi.

Tahapan-tahapan dalam pengembangan sistem pakar terdiri dari tahap akuisisi pengetahuan, tahap merepresentasikan pengetahuan, tahap membuat basis pengetahuan, tahap memvalidasi pengetahuan, tahap inferensi, dan tahap penjelasan hasil inferensi, (Turban dan Aronson, 2005).

Desain pada penelitian ini diantaranya adalah menggambarkan sistem secara konseptual menggunakan *Data Flow Diagram* (DFD), yaitu menggunakan bentuk-bentuk simbol untuk menggambarkan bagaimana data mengalir melalui proses satu ke proses lain, menggunakan ERD untuk mengetahui hubungan antar tabel, membuat arsitektur sistem dan membuat perancangan antarmuka (*Interface*).

A. Tahap Akuisisi Pengetahuan

Dalam penelitian ini tahap akuisisi pengetahuan yaitu dengan mengumpulkan pengetahuan tentang penyakit, prior penyakit, gejala dan cara penanggulangan kedelai dari wawancara dengan pakar penyakit kedelai dari Departemen Proteksi Tanaman Institut Pertanian Bogor. Selain itu, pengetahuan juga diperoleh dari buku referensi dan jurnal penelitian-penelitian sebelumnya.

B. Tahap Merepresentasikan Pengetahuan

Tujuan dari tahap ini adalah merepresentasikan pengetahuan yang telah dikumpulkan untuk membangun sebuah *knowledge based*. Contoh pengetahuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penentuan peluang prior penyakit kedelai (berdasarkan hasil pemberian *scoring* oleh pakar). Angka 5 memiliki arti Sangat Sering, 4 adalah Sering, 3 adalah Biasa, 2 adalah Tidak Sering (jarang), dan 1 adalah Sangat Tidak Sering (tidak pernah).

Tabel 1. Peluang Prior Penyakit Kedelai

No	Nama penyakit	Ketinggian		Peluang Prior	
		Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah
1	Hawar bakteri	4	5	4/47	5/58
2	Pustul bakteri	5	4	5/47	4/58
3	Antraknosa	4	5	4/47	5/58
4	Bercak coklat	3	3	3/47	3/58
5	Bercak biji ungu	2	3	2/47	3/58
6	Layu sklerotium	4	5	4/47	5/58
7	Bercak cercospora	2	3	2/47	3/58
8	Hawar batang	3	4	3/47	4/58
9	Busuk arang	3	4	3/47	4/58
10	Rebah kecambah	4	4	4/47	4/58
11	Penyakit karat	4	5	4/47	5/58
12	Kerdil kedelai	3	5	3/47	5/58
13	Sapu	3	4	3/47	4/58
14	Virus mosaik	3	4	3/47	4/58

C. Tahap Membuat Basis Pengetahuan

Pengetahuan yang sudah dikumpul-kan dibuat *rule*. *Rule* pada penelitian ini terdiri dari nama penyakit dan gejala-gejala pada tiap penyakit yang dikelompokkan berdasarkan fase pertumbuhan (kecambah, biji/benih, tanaman muda dan tanaman dewasa). Penyakit hawar bakteri yang terjadi pada fase biji memiliki gejala BJ001 dan BJ002. Contoh *rule* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penyakit Kedelai dan Gejalanya Sesuai Fase Pertumbuhan

Fase	Nama Penyakit	Gejala
Biji /Benih	1. Hawar bakteri	BJ001 = Biji polong keriput BJ002 = Biji polong berubah warna
	2. Antraknose	BJ003 = polong berbercak bulat/tidak teratur berwarna coklat atau kehitaman
	3. Bercak biji ungu	BJ004 = Biji berbercak ungu BJ005 = kulit biji berbercak retak dan kasar
	4. Rebah kecambah	BJ006 = biji membusuk
	5. Kerdil kedelai	BJ007 = Biji lebih kecil dari biasanya
	6. Virus mosaik	BJ007 = Biji lebih kecil dari biasanya BJ008 = Biji dari tanaman yang sakit berbercak coklat

D. Tahap Memvalidasi Pengetahuan

Pada tahapan ini, pengetahuan dan *rule* yang sudah dibuat divalidasi oleh seorang pakar yang telah ditentukan sebelumnya.

E. Tahap Inferensi

Pada tahap inferensi digunakan pendekatan *Naïve Bayes* untuk menentukan jenis penyakit kedelai. Pendekatan *Naive Bayes* merupakan sebuah metode klasifikasi yang mengacu pada teorema *Bayes*. Teorema *Bayes* digunakan untuk menghitung probabilitas ketidakpastian data (Russel & Norvig, 2010). Formula bayes menurut (Duda et al., 2001) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P(\omega_j | x) = \frac{P(\omega_j) \times P(x | \omega_j)}{P(x)} \quad (1)$$

Formula *Bayes* tersebut secara umum dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{Posterior} = \frac{\text{prior} \times \text{likelihood}}{\text{evidence}} \quad (2)$$

Dimana :

Posterior Formula *bayes* memperlihatkan bahwa ($\omega_j|x$): dengan mengamati nilai x , kita dapat mengkonfersi peluang *prior* $P(\omega)$, menjadi peluang posterior $P(\omega_j | x)$, yaitu peluang bahwa state berada pada ω_j dengan syarat nilai fitur x telah diamati.

Prior Peluang *prior* $P(\omega)$ merefleksikan pengetahuan sebelumnya mengenai kemunculan jenis kelas, dan ini tergantung pada pengalaman sebelumnya.

Likelibo $P(\omega_j | x)$, sebagai kemungkinan *od* likelihood dari ω_j (*prior*) yang ($x|\omega_j$): bersesuaian dengan x (*evidence*).

Evidence $P(x)$ sebagai faktor skala (x):

Teorema *Bayes* pada persamaan (1) dapat ditulis sebagai berikut :

$$V_{MAP} = \text{argmax}_{V_j} \frac{P(V_j) \times P(G_1, G_2, \dots, G_n | V_j)}{P(G_1, G_2, \dots, G_n)} \quad (3)$$

Dimana :

V_{MAP} = Probabilitas tertinggi

$P(V_j)$ = Peluang jenis penyakit kedelai k_j (*prior*)

$P(G_1, G_2, \dots, G_n | V_j)$ = Peluang atribut-atribut *inputan* jika diketahui keadaan V_j

$P(G_1, G_2, \dots, G_n)$ = Peluang atribut-atribut *inputan*

Karena nilai $P(G1, G2, \dots, Gn)$ nilainya konstan untuk semua V_j maka persamaan tersebut dapat ditulis :

$$V_{MAP} = \operatorname{argmax}_{V_j \in V} P(V_j) \times P(G1, G2, \dots, Gn | V_j) \quad (4)$$

Untuk perhitungan $P(V_j) \times P(G1, G2, \dots, Gn | V_j)$ akan semakin sulit karena jumlah gejala $P(V_j) \times P(G1, G2, \dots, Gn | V_j)$ dapat semakin besar. Hal ini karena jumlah gejala tersebut sama dengan jumlah kombinasi gejala dikalikan dengan jumlah kelas yang ada (Aribowo 2010). Perhitungan *Naive Bayes* adalah sebagai berikut (Setiawan dan Ratnasari, 2015):

$$\text{Menghitung } P(G_i | V_j) = \frac{nc+m \cdot p}{n+m} \quad (5)$$

Dimana :

nc = jumlah *record* pada data *learning* yang $V = V_j$ dan $G = G_i$

p = peluang *prior* penyakit

m = jumlah gejala

n = jumlah *record* pada data *learning* yang $V = V_j$ / tiap *class* (penyakit)

Persamaan (4) dapat diselesaikan melalui perhitungan sebagai berikut :

1. Menentukan nilai nc untuk setiap *class*
2. Menghitung nilai $P(V_j)$ dan Menghitung nilai $P(G_i | V_j)$

$$V_{MAP} = \operatorname{argmax}_{V_j \in V} P(V_j) \prod_i P(G_i | V_j) \quad (6)$$

Dimana : $P(V_j)$ = Peluang jenis penyakit kedelai ke_j dan $P(G_i | V_j) = \frac{nc+m \cdot p}{n+m}$

3. Menghitung $P(V_j) \times P(G_i | V_j)$ untuk tiap V
4. Menentukan hasil klasifikasi yaitu V yang memiliki hasil perkalian yang terbesar

Perhitungan deteksi penyakit kedelai dengan gejala sesuai *rule* yang sudah dibuat. Jika diketahui kedelai pada fase biji / benih, ditanam pada dataran tinggi dengan klasifikasi *Naive Bayes* apabila diketahui gejala yang menyerang adalah BJ001 (Biji polong keriput) dan BJ002 (Biji polong berubah warna).

Langkah-langkah perhitungan *Naive*

Bayes adalah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai nc untuk setiap *class*

Penyakit Kedelai ke1 : Hawar Bakteri

n = 1

p = 4/47 = 0.08511 (Prior Penyakit Hawar Bakteri pada dataran tinggi)

m = 8

BJ001 → nc = 1

BJ002 → nc = 1

Penyakit Kedelai ke 2 : Antraknosa

n = 1

p = 4/47 = 0.08511 (Prior Penyakit Antraknosa pada dataran tinggi)

m = 8

BJ001 → nc = 0

BJ002 → nc = 0

Dan seterusnya hingga penyakit ke 6 yang menyerang biji/benih.

2. Menghitung nilai $P(V_j)$ dan menghitung nilai $P(G_i | V_j)$

Penyakit kedelai ke 1, Hawar Bakteri

$P(\text{Hawar Bakteri}) = 4/47 = 0.08511$

$$P(\text{BJ001} | \text{Hawar Bakteri}) = \frac{1+8 \times 0.08511}{1+8} = 0,18676$$

$$P(\text{BJ002} | \text{Hawar Bakteri}) = \frac{1+8 \times 0.08511}{1+8} = 0,18676$$

Penyakit Kedelai ke 2 : Antraknosa

$P(\text{Antraknosa}) = 4/47 = 0.08511$

$$P(\text{BJ001} | \text{Antraknosa}) = \frac{0+8 \times 0.08511}{1+8} = 0,07565$$

$$P(\text{BJ002} | \text{Antraknosa}) = \frac{0+8 \times 0.08511}{1+8} = 0,07565$$

Dan seterusnya hingga penyakit ke 6 yang menyerang biji/benih.

3. Menghitung $P(V_j) \times P(G_i | V_j)$ untuk tiap V

Penyakit kedelai ke-1, Hawar Bakteri

$$P(\text{Hawar Bakteri}) \times P(\text{BJ001} | \text{Hawar Bakteri}) \times P(\text{BJ002} | \text{Hawar Bakteri}) = 0.08511 \times 0,18676 \times 0,18676 = 0.00297$$

Penyakit Kedelai ke 2 : Antraknosa

$$P(\text{Antraknosa}) \times P(\text{BJ001} | \text{Antraknosa}) \times P(\text{BJ002} | \text{Antraknosa}) = 0.08511 \times 0,07565 \times 0,07565 = 0.00049$$

Dan seterusnya hingga penyakit ke 6 yang menyerang biji/benih.

4. Menentukan hasil klasifikasi yaitu V yang memiliki hasil perkalian yang terbesar.

Hasil V yang memiliki perkalian terbesar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan nilai V hasil klasifikasi

No	Penyakit	Nilai
1.	Hawar Bakteri	0.00297
2.	Antraknose	0.00049
3.	Bercak Biji Ungu	6.1e ⁻⁰⁵
No	Penyakit	Nilai
4.	Rebah Kecambah	0.00049
5.	Kerdil Kedelai	0.00021
6.	Virus Mosaik	0.00021

Karena nilai 0.00297 paling besar, maka contoh di atas diklasifikasikan sebagai penyakit Hawar Bakteri.

F. Tahap Penjelasan Hasil Inferensi

Pada tahapan ini sistem akan memberikan saran penanggulangan dan **Implementasi**

Hasil dari implementasi sistem pakar berupa aplikasi *Android*. Halaman menu utama pada aplikasi ini diletakkan enam *icon* yaitu pengetahuan tentang kedelai, kebijakan pemerintah, konsultasi, tentang kami, tentang XSIDS, dan note seperti terlihat pada Gambar 3.



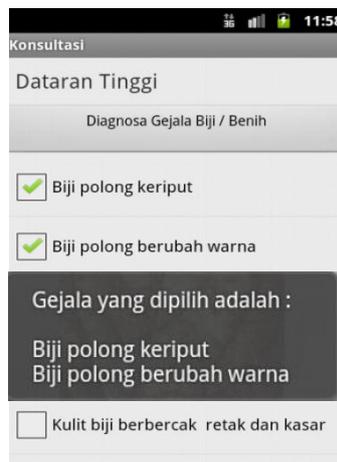
Gambar 2. Halaman Loading XSIDS

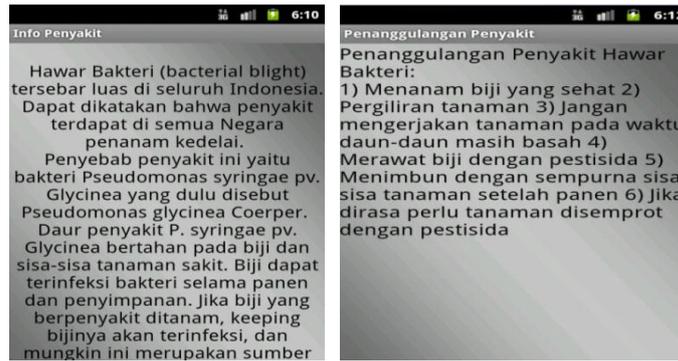
informasi sesuai penyakit yang berhasil diidentifikasi.



Gambar 3. Halaman utama XSIDS

Modul utama dalam sistem pakar ini adalah modul konsultasi. Dengan modul ini pengguna dapat mengidentifikasi jenis penyakit kedelai dengan memasukkan variabel dataran (dataran tinggi atau dataran rendah), variabel fase (kecambah, tanaman muda, tanaman dewasa atau biji / benih), dan variabel gejala yang ada pada tanaman kedelai. Jika tanaman berhasil diidentifikasi jenis penyakitnya, maka pengguna dapat mendapatkan informasi tentang penyakit dan cara penanggulangannya





Gambar 4. Modul Konsultasi XSIDS

Simpulan dan Saran Simpulan

Berdasarkan analisis pada penelitian ini, pendekatan *Naïve Bayes* mampu mengidentifikasi dengan tepat masukkan berdasarkan *rule* (berjumlah 64, yang terdiri dari 32 *rule* untuk dataran tinggi dan 32 *rule* untuk dataran rendah) penyakit kedelai sebesar 49% untuk jenis penyakit di dataran tinggi dan 75% untuk jenis penyakit di dataran rendah. Dalam kasus ini hasil pengidentifikasian dengan pendekatan *Naïve Bayes* tidak selalu dapat menemukan jenis penyakit yang tepat. Hal ini dikarenakan besarnya nilai peluang *prior* suatu penyakit sangat mempengaruhi keputusan hasil identifikasi penentuan jenis penyakit.

Sistem pakar berbasis *Android* lebih efisien untuk dijadikan sarana berkonsultasi. Dapat digunakan dimana dan kapan saja tanpa harus terkoneksi ke jaringan Internet. Berdasarkan proses pendeteksian penyakitnya, sistem ini digunakan hanya untuk mendeteksi jenis penyakit per tanaman kedelai bukan untuk penyakit secara global di suatu lahan, karena kemungkinan dalam satu lahan terdapat lebih dari satu penyakit yang menyerang dan ada juga kemungkinan di satu tanaman mengalami lebih dari satu penyakit.

Saran

Dibutuhkan data pencatatan atau rekap jenis penyakit yang menyerang tanaman kedelai di suatu wilayah untuk

penentuan peluang *prior* sehingga lebih terstruktur dan konsisten yang nantinya data tersebut dapat digunakan untuk memprediksi penyakit kedelai di wilayah tersebut.

Perlu dikembangkan sistem pakar tidak hanya untuk identifikasi penyakit kedelai tetapi juga untuk mengidentifikasi hama kedelai dimana hama dan penyakit adalah dua hal yang berbeda baik gejala, tanda maupun cara penanggulangannya.

Daftar Pustaka

- Agrios GN. (2005) *Plant Pathology*. 5th Ed. Academic Press, New York.
- Al Ihsan S H. (2012) Pengembangan Sistem Pakar Agribisnis Cabai (*Capsicum Annuum.L*) Berbasis *Android*. [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ambica A, Gandi S, Kothalanka A. (2013). *An Efficient Expert System for Diabetes by Naïve Bayesian Classifier*. International Journal of Engineering Trends and Technology. 4(10): 4634 – 4639.
- Ardianto W, Anggraeni W, Mukhlason A. (2012) *Expert System Development for Early Detection and Treatment on Cow Disease Based on Android Mobile with Review of Knowledge Representation Technique*. Jurnal teknik ITS, 1: 310 – 315.
- Aribowo T. (2010) Aplikasi Inferensi Bayes pada Data Mining terutama Pattern Recognition. [makalah]. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Duda R O., Hart P E., Stork D G. (2001) *Pattern Classification*, 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York.
- Fatmawati H. (2010) Aplikasi Sistem Pendiagnosis Hama dan Penyakit pada

- Tanaman Kedelai. [skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2015) Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2015 – 2019. Renstra 2015 -2019. http://www.pertanian.go.id/file/RENSTRA_2015-2019.pdf [Diakses 23 April 2015].
- Pusat Data dan Informasi Pertanian (2013) *Buletin Konsumsi Pangan*. 4(3).
- Russel S, Norvig P. (2010) *Artificial Intellegent: A Modern Approach*. 3rd Ed. Pearson Education Ltd, Essex.
- Sharma S K., Singh K. R, Singh A, (2010) *An Expert System for Diagnosis of Diseases in Rice Plant*. International Journal of Artificial Intelligence. 1(1): 26 – 3.
- Setiawan W, Ratnasari S. (2014) *Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Mata menggunakan Naive Bayes Classifier*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta, 1.
- Tatte M K, Nichat M K. (2013) *Enhancement in Agro Expert System for Rice Crop*. International Journal of Electronics Communication and Computer Engineering, 4(2): 1 – 3.
- Turban J, Aronson JE. (2005) *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. 7th Ed. Prentice Hall.