

repository.ub.ac.id

PEMODELAN SISTEM PAKAR UNTUK IDENTIFIKASI PENYAKIT PADA TANAMAN KEDELAI MENGGUNAKAN METODE FUZZY K-NEAREST NEIGHBOR

Romantika Mayang Asri¹⁾, Nurul Hidayat, S.Pd, M.Sc.²⁾,
M. Ali Fauzi, S.Kom, M.Kom.³⁾

Program Studi Teknik Informatika
Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer
Universitas Brawijaya, Malang 65145, Indonesia
email: maayaang[at]gmail.com¹⁾, ntayadih[at]ub.ac.id²⁾,
moch.ali.fauzi[at]gmail.com³⁾

ABSTRAK

Kedelai merupakan salah satu sumber komoditas pangan utama di Indonesia yang tidak hanya berfungsi sebagai bahan baku industri pangan tetapi juga industri non-pangan. Namun untuk meningkatkan produksi kedelai bukanlah hal yang mudah. Salah satu faktor yang menghambat produksi kedelai adalah penyakit yang menyerang tanaman kedelai. Jenis penyakit yang beraneka ragam membutuhkan penanganan yang berbeda-beda. Keterbatasan pakar dan minimnya pengetahuan petani tentang gejala dan jenis penyakit yang menyerang tanaman kedelai menjadi permasalahan yang berdampak negatif pada produksi tanaman kedelai. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengadopsi pengetahuan pakar. Pemodelan sistem pakar pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy k-nearest neighbor* yang merupakan metode klasifikasi yang digunakan untuk memprediksi data uji menggunakan nilai derajat keanggotaan terbesar dari data uji pada setiap kelas sebagai kelas hasil prediksi. Sistem pakar ini menggunakan 16 parameter gejala input dan 5 kelas penyakit. Berdasarkan hasil akurasi pengujian pengaruh nilai k klasifikasi didapatkan rata-rata nilai akurasi sebesar 97.5%, hasil pengujian pengaruh variasi jumlah data didapatkan rata-rata nilai akurasi sebesar 91.57%, hasil pengujian perbandingan untuk pengaruh nilai k klasifikasi pada metode *fuzzy k-nearest neighbor* didapatkan nilai rata-rata sebesar 97.5% dan pada metode k-nn sebesar 93.1%, hasil pengujian perbandingan untuk pengaruh variasi jumlah data pada metode *fuzzy k-nearest neighbor* didapatkan nilai rata-rata sebesar 91.57% dan pada metode k-nn sebesar 91.27%.

Kata kunci: Pemodelan sistem pakar, klasifikasi, *fuzzy k-nearest neighbor*, kedelai.

ABSTRACT

Soybeans are one of the source of main food comodities in Indonesia, which not only be functioning as raw material for the industrial food but also for non-industrial food. But to increase the production of soybeans are not easy. One of the factors that can obstruct the production of soybeans are soybeans diseases. Varied types of diseases need the different handling. The limitations of expert and lack knowledge of farmers about the symptoms and diseases that attack the soybeans become a problem that have negative impact on the production of soybeans. To overcome this problem needed the system that can adopt the expert knowledge. Expert system modeling in this study using fuzzy k-nearest neighbor method which is classification method that used to prediction the test data using the greatest degree of membership value of the test data for each class as class prediction results. This expert system uses 16 parameters input symptoms and 5 grades of disease. Based on the results of accuracy value of k classification obtained an average accuracy value of 97.5%, and the results of accuracy of variation the amount of data obtained an average accuracy value of 91.57%, the results of comparative accuracy value of k classification for fuzzy k-nearest neighbor method obtain an average accuracy value 97.5% and for k-nearest neighbor method obtain an average accuracy value 93.1% and the results of comparative accuracy of variation the amount of data for fuzzy k-nearest neighbor method obtain an average accuracy value 91.57% and for k-nearest neighbor method obtain an average accuracy value 91.27%.

Keywords: Expert system modelling, classification, *fuzzy k-nearest neighbor*, soybeans.

1. PENDAHULUAN

1.1 Kajian Pustaka

Indonesia memiliki angka pertumbuhan penduduk yang tinggi, hal tersebut berdampak pada perubahan kebutuhan dan produksi pangan nasional. Terdapat 5 komoditas pangan strategis untuk pembangunan ketahanan pangan yaitu padi, jagung, kedelai, tebu dan daging sapi. Kedelai sebagai salah satu sumber komoditas pangan yang telah lama dibudidayakan di Indonesia. Kedelai tidak hanya berfungsi sebagai bahan baku pangan, namun juga bahan baku non-pangan (Arnanda, et al., 2015). Sebagai bahan baku pangan kedelai memiliki kandungan gizi yang tinggi, terutama kadar protein yang mencapai 34%. Selain itu kedelai juga merupakan sumber energi alternatif yang digunakan oleh masyarakat.

Meningkatkan produksi kedelai bukanlah hal yang mudah. Banyak faktor yang dapat menghambat produksi tanaman kedelai, salah satunya adalah penyakit dari tanaman kedelai itu sendiri. Jenis penyakit yang menghambat produksi tanaman kedelai pun beraneka ragam dan membutuhkan penanganan yang berbeda-beda. Keterbatasan pakar dan minimnya pengetahuan petani tentang gejala dan jenis penyakit yang menyerang tanaman kedelai menyebabkan petani kesulitan dalam menangani permasalahan pada penyakit tanaman kedelai sehingga hal tersebut berdampak negatif pada produksi tanaman kedelai.

Dari permasalahan tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk dapat membangun suatu sistem pakar yang dapat membantu dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman kedelai berdasarkan gejala-gejala yang muncul dan cara menanganinya. Metode atau algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor*. Metode *Fuzzy Nearest Neighbor* adalah metode klasifikasi yang menggabungkan antara teknik *fuzzy* dan metode *K-Nearest Neighbor*. Sistem ini diharapkan mampu membantu dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman kedelai, sehingga dapat melakukan penanganan penyakit tanaman kedelai dengan cepat.

1.2 Rumusan Masalah

Dari paparan pendahuluan, penelitian ini merumuskan permasalahan Bagaimana memodelkan sistem pakar untuk identifikasi penyakit pada tanaman kedelai menggunakan metode *fuzzy k-nearest neighbor* dan Bagaimana hasil pengujian sistem pakar untuk identifikasi penyakit pada tanaman kedelai menggunakan metode *fuzzy k-nearest neighbor*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan diadakan penelitian ini adalah:

1. Memodelkan sistem pakar untuk identifikasi penyakit pada tanaman kedelai menggunakan metode *fuzzy k-nearest neighbor*.
2. Menguji sistem pakar untuk identifikasi penyakit pada tanaman kedelai menggunakan metode *fuzzy k-nearest neighbor*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini yaitu sistem diharapkan mampu mengidentifikasi penyakit pada tanaman kedelai, sehingga dapat membantu petani kedelai dalam mengambil tindakan yang tepat dalam penanganan penyakit kedelai.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Proses identifikasi berdasarkan 16 gejala yang nampak pada daun, biji dan batang.
2. Output sistem adalah hasil identifikasi 5 jenis penyakit pada tanaman kedelai, yaitu Karat Daun, Pustul Bakteri, Virus Mosaik, Target Spot dan Hawar Batang.
3. Data latih berjumlah 160 data diambil pada tahun 2015 berdasarkan penelitian di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Malang dan dikonsultasikan dengan Prof. (Riset). Dr. Ir, Moh. Cholil Mahfud, M.S sebagai pakar penyakit tanaman kedelai.
4. Sistem dibangun secara offline.
5. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi yang meliputi pengujian nilai k , variasi jumlah data dan perbandingan metode *fuzzy k-nn* dan $k-nn$.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Kajian Pustaka

Terdapat beberapa penelitian yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan diantaranya sebagai berikut:

Penelitian pertama dilakukan oleh Yanita Selly Meristika dengan judul *Perbandingan K-Nearest Neighbor dan Fuzzy K-Nearest Neighbor pada Diagnosis Penyakit Diabetes Melitus*. Data input yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jumlah hamil, 2 jam PP (OGTT), tekanan diastolic, ketebalan kulit trisep (TSFT), 2 jam serum insulin (INS), indeks masa badan (IMB), riwayat diabetes keluarga (DPF) dan usia. Data output yang dihasilkan adalah positif diabetes melitus dan negatif diabetes melitus (Meristika, 2013).

Penelitian kedua dilakukan oleh Rofika dengan judul *Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit pada Anak Menggunakan Metode Fuzzy K-Nearest*

Neighbor. Data input yang digunakan berupa 14 gejala penyakit kulit pada anak, diantaranya adalah gatal-gatal, kulit meradang, melepuh, kulit bersisik, panas pada area yang terinfeksi, muncul gelembung nanah, demam, nyeri saat ditekan, muncul gelembung berisi air, batuk/pilek, nyeri kepala, perih, bengkak dan mata merah. Data output yang dihasilkan berupa diagnosa jenis penyakit kulit pada anak yaitu Cacar air (Varisela), Skabies, Campak (Morbili), Dermatitis (Eksim), Herpes, Furunkel (Abses) dan solusi pengobatannya (Rofika, 2015).

Penelitian ketiga dilakukan oleh Syela Ukmala dengan judul *Pemodelan sistem Pakar Untuk Identifikasi Penyakit pada Tanaman Tomat Menggunakan Metode Fuzzy K-Nearest Neighbor*. Data input yang digunakan adalah 15 gejala yang nampak pada daun, batang dan buah. Data output yang dihasilkan berupa diagnosa penyakit pada tanaman tomat yaitu busuk daun, bercak coklat, layu fusarium, layu bakteri, mozaik dan keriting (Ukmala, 2015).

Pada penelitian ini akan dibangun sebuah sistem pakar diagnosa penyakit tanaman kedelai yang memanfaatkan metode *fuzzy k-nearest neighbor* dengan data input berupa 16 gejala yang nampak pada daun, batang dan biji. Data output yang dihasilkan berupa diagnosa penyakit pada tanaman kedelai yaitu karat daun, pustul bakteri, virus mozaik, target spot dan hawar batang.

2.2 Tanaman Kedelai

Menurut sejarah pada masa lalu, kacang kedelai diproduksi di China sebagai pengganti susu sapi. Oleh karena itu sebagian kalangan menyebutkan bahwa kedelai berasal dari daratan China. Budidaya kacang kedelai pertama kali dilakukan sekitar abad 11 SM di China Utara, kemudian dalam perkembangannya menyebar ke berbagai negara di dunia. Di Indonesia, kacang kedelai mulai dikenal pada abad ke-16 di pulau Jawa.

Tanaman kedelai merupakan komoditas pertanian yang sangat penting dan multiguna, antara lain dapat dikonsumsi langsung dan juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan agroindustri seperti tempe, tahu, taoco, kecap, susu kedelai da untuk keperluan industri pakan ternak (Rukmana dan Yudirachman, 2014).

2.3 Penyakit Tanaman Kedelai

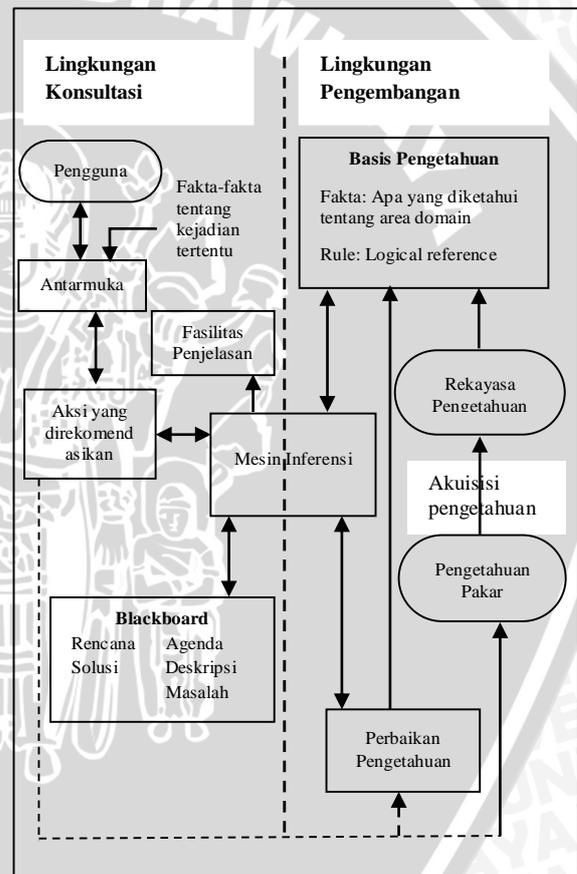
Penyakit pada tanaman kedelai disebabkan oleh mikroorganisme yang menyerang organ tumbuhan pada daun, batang, akar, polong dan biji. Penyakit pada tanaman kedelai dapat menghambat pertumbuhan tanaman sehingga produksi juga akan terhambat. Berikut adalah jenis penyakit tanaman kedelai yang menghambat hasil produksi menurut

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian (2013):

1. Penyakit Karat Daun
2. Penyakit Pustul Bakteri
3. Penyakit Virus Mozaik
4. Penyakit Target Spot
5. Penyakit Hawar Batang

2.4 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan cabang dari kecerdasan buatan, yaitu sebuah sistem yang menggunakan pengetahuan seorang pakar yang kemudian pengetahuan tersebut dimasukkan ke dalam sebuah komputer dan kemudian digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah (Sutojo, 2011).



Gambar 2.1 Komponen sistem pakar

Sistem pakar terdiri dari 2 bagian penting, yaitu: lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembang digunakan oleh pembuat sistem pakar untuk pembangunan sistem pakar baik dari segi pembangunan komponen maupun basis pengetahuan. Lingkungan konsultasi digunakan oleh seseorang bukan ahli untuk berkonsultasi (Sutojo, 2011). Komponen dalam sistem pakar ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Penjelasan komponen dalam struktur sistem pakar yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 adalah sebagai berikut:

1. Akuisisi Pengetahuan
Subsistem yang digunakan untuk memasukkan pengetahuan dari seorang pakar dengan cara merekayasa pengetahuan agar bisa diproses oleh komputer dan menaruhnya ke dalam basis pengetahuan.
2. Basis Pengetahuan
Pengetahuan yang diperlukan untuk memahami, memformulasikan dan menyelesaikan masalah. Basis pengetahuan terdiri dari 2 bentuk, yaitu fakta dan rule.
3. Mesin Inferensi
Berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi berdasarkan pada basis pengetahuan yang ada, memanipulasi dan mengarahkan kaidah, model, dan fakta yang disimpan dalam basis pengetahuan untuk mencapai solusi atau kesimpulan. Ada tiga teknik pengendalian yang digunakan yaitu forward chaining, backward chaining dan gabungan dari kedua teknik tersebut.
4. Blackboard
Blackboard digunakan untuk merekam hasil sementara yang akan dijadikan sebagai keputusan dan untuk menjelaskan sebuah masalah yang sedang terjadi.
5. Antarmuka Pengguna
Antarmuka digunakan sebagai media komunikasi antara pengguna dan sistem pakar.
6. Subsistem penjelasan
Berfungsi memberi penjelasan kepada pengguna, bagaimana kesimpulan dapat diambil.
7. Sistem Perbaikan Pengetahuan
Kemampuan memperbaiki kemampuan dari seorang pakar digunakan untuk menganalisis pengetahuan, mempelajari kesalahan masa lalu dan memperbaikinya. Sehingga akan menghasilkan basis pengetahuan yang lebih baik dan penalaran yang lebih efektif.
8. Pengguna
Pengguna sistem pakar pada umumnya bukan seorang pakar, namun orang yang membutuhkan solusi saran atau pelatihan dari berbagai permasalahan yang ada.

2.5 Klasifikasi

Klasifikasi merupakan proses untuk menyatakan suatu objek ke dalam salah satu kategori yang sudah didefinisikan sebelumnya. Tujuan dari klasifikasi adalah *record-record* yang sebelumnya belum masuk dalam kategori dapat dinyatakan kelasnya

secara akurat (Bertalya, 2009). Model klasifikasi digunakan untuk:

- Pemodelan deskriptif sebagai perangkat penggambaran untuk membedakan objek-objek dari kelas berbeda
- Pemodelan prediktif digunakan untuk memprediksi label klas untuk record yang tidak diketahui atau tidak dikenal.

Pada proses klasifikasi terdapat beberapa metode antara lain *Decision tree*, *Bayesian*, *Fuzzy*, *Neural Network*, *Support Vector Machine* (SVM) dan *K-Nearest Neighbor*.

2.6 Fuzzy K-Nearest Neighbor

Fuzzy K-Nearest Neighbor merupakan metode klasifikasi yang menggabungkan antara teknik fuzzy dengan K-Nearest Neighbor. Algoritma ini merupakan metode klasifikasi yang digunakan untuk memprediksi data uji menggunakan nilai derajat keanggotaan terbesar dari data uji pada setiap kelas sebagai sebagai kelas hasil prediksi.

Adapun Langkah-langkah dari perhitungan Fuzzy K-Nearest Neighbor adalah sebagai berikut:

1. Normalisasi data

Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan normalisasi dari setiap *record*. Hal tersebut dilakukan karena atribut cenderung memiliki nilai rentang yang bervariasi. Normalisasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *Min-max Normalization* yang ditunjukkan pada Persamaan 2-1.

$$V' = \frac{V - \min_A}{\max_A - \min_A} \quad (2-1)$$

Dimana:

- V' : hasil normalisasi yang nilainya berkisar antara 0 dan 1
- V : nilai atribut A yang akan dinormalisasi
- \min_A : nilai minimum dari suatu atribut A
- \max_A : nilai maksimum dari suatu atribut A

2. Inisialisasi fuzzy

Proses inisialisasi fuzzy digunakan untuk mengetahui nilai keanggotaan untuk setiap kelas pada data latih. Perhitungan untuk inisialisasi fuzzy dapat dilihat pada Persamaan 2-2.

$$u_{ij} = \begin{cases} 0,51 + \left(\frac{n_j}{K}\right) * 0,49 & , \text{jika } j = i \\ \left(\frac{n_j}{K}\right) * 0,49 & , \text{jika } j \neq i \end{cases} \quad (2-2)$$

Dimana:

- u_{ij} : nilai keanggotaan kelas i pada vektor j
- n_j : jumlah anggota kelas j pada suatu dataset K
- k : banyaknya tetangga terdekat
- j : kelas target

Dalam proses inialisasi fuzzy terdapat beberapa langkah, yaitu:

1. Menghitung nilai jarak antar data latih menggunakan persamaan *Euclidian distance* yang ditunjukkan pada persamaan 2-3.
 2. Mengurutkan hasil jarak secara ascending (dari yang terkecil ke yang terbesar) berdasarkan pada diagnosa penyakit.
 3. Menentukan nilai *k record* terdekat
 4. Menghitung inialisasi *fuzzy* menggunakan persamaan 2-2.
3. Menghitung jarak Euclidian data uji terhadap data latih

Perhitungan untuk mengetahui jarak terdekat antara data uji dengan data latih menggunakan persamaan *Euclidian Distance* ditunjukkan pada Persamaan 2-3.

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (a_r(x_i) - a_r(x_j))^2} \quad (2-3)$$

Dimana:

- $d(x_i, x_j)$: jarak *Euclidian*
- (x_i) : *record* ke - i
- (x_j) : *record* ke - j
- (a_r) : data ke - r

4. Mengurutkan berdasarkan nilai *Euclidian* terkecil
5. Menentukan *k record* terdekat
6. Menghitung derajat keanggotaan data baru terhadap masing-masing kelas menggunakan persamaan 2-4.

$$u_i(x) = \frac{\sum_{j=1}^k u_{ij}(1/\|x-x_j\|^{m-1})}{\sum_{j=1}^k (1/\|x-x_j\|^{m-1})} \quad (2-4)$$

Dimana:

- $u_i(x)$: nilai keanggotaan data x ke kelas c_i
- k : jumlah tetangga terdekat yang digunakan
- $x - x_j$: selisih jarak data x ke data x_j dalam k tetangga terdekat
- m : bobot pangkat (*weight exponent*) yang besarnya $m > 1$

7. Memilih kelas yang memiliki nilai keanggotaan terbesar sebagai hasil.

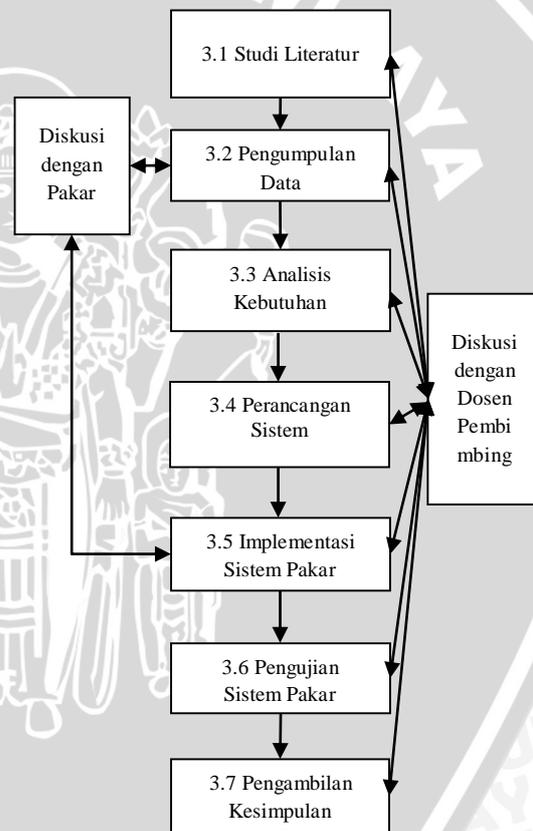
3. METODE PENELITIAN

Tahapan dari metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem pakar, pengujian sistem pakar, dan pengambilan

kesimpulan. Untuk memberi kemudahan dalam memberikan menjelaskan tentang metodologi yang digunakan, maka digunakan diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.

3.1 Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan cara mengumpulkan dan mempelajari berbagai macam literatur yang berhubungan dengan pemodelan sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman kedelai dengan metode *Fuzzy K-NN*. Sumber yang diperoleh dari studi literatur ini berupa buku, karya tulis ilmiah, jurnal, internet, penjelasan yang diberikan oleh pakar, dosen pembimbing, dan rekan – rekan mahasiswa. Adapun teori – teori yang dipelajari meliputi sistem pakar, tanaman kedelai beserta penyakit tanaman kedelai, logika fuzzy, metode *K-NN*, metode *Fuzzy K-NN* dan akurasi.



Gambar 3.1 Komponen sistem pakar

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data mengenai penyakit tanaman kedelai diperoleh dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur yang beralamat di Jl. Raya Karangploso km 4 Malang. Data yang diperoleh berupa gejala yang tampak pada penyakit tanaman kedelai dengan bobot tertentu. Untuk pembobotan gejala dikonsultasikan dengan Prof. (Riset). Dr. Ir.

Moh. Cholil Mahfud, M.S. sebagai pakar penyakit tanaman kedelai. Data yang diperoleh dijadikan sebagai data latih untuk pembelajaran identifikasi penyakit tanaman kedelai dengan melakukan klasifikasi menggunakan metode *fuzzy k-nearest neighbor*.

3.3 Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai kebutuhan yang diperlukan dalam membangun sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman kedelai. Berikut ini merupakan analisis kebutuhan pada penelitian ini.

1. Kebutuhan perangkat keras yang meliputi: Laptop dengan Processor Intel(R) Core™ i3-2367M CPU @ 1.40GHz
2. Kebutuhan perangkat lunak yang meliputi:
 - Sistem Operasi Windows 7
 - Google Chrome versi 39.0.2171.65
 - XAMPP versi 1.8.0
 - Netbeans IDE 7.2
3. Kebutuhan data yang meliputi: Data gejala dan solusi pengobatan penyakit pada tanaman kedelai

3.4 Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem pakar dalam penelitian ini akan dijelaskan mengenai langkah kerja sistem secara keseluruhan baik dari segi model maupun arsitektur sistem yang dibangun. Sistem perangkat lunak yang akan dibangun adalah sebuah aplikasi yang dapat mengidentifikasi penyakit pada tanaman kedelai berdasarkan gejala. Perancangan sistem ini bertujuan untuk mempermudah dalam implementasi dan pengujian sistem.

3.5 Implementasi Sistem Pakar

Implementasi sistem pakar yang akan dibangun menggunakan bahasa pemrograman HTML dan PHP, basis data MySQL dan alat pendukung yang lain. Implementasi dari sistem meliputi:

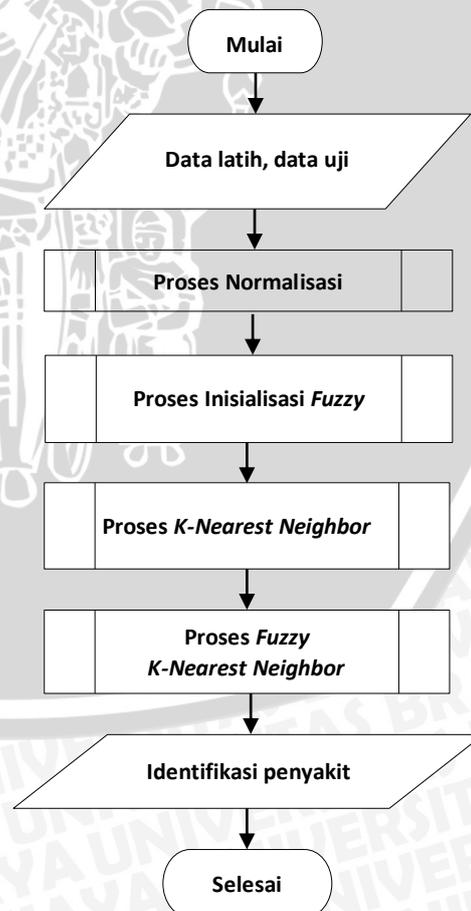
1. Pembuatan antarmuka pengguna berupa halaman web.
2. Penerapan metode Fuzzy K-NN ke dalam sistem pakar yang telah dibangun dengan menggunakan bahasa PHP.
3. Menginputkan data latih ke dalam database MySQL pada server localhost (XAMPP) yang digunakan untuk mengolah sistem.
4. Output yang diperoleh berupa hasil diagnosa penyakit pada tanaman kedelai dan solusi.

3.6 Pengujian Sistem Pakar

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan menggunakan pengujian fungsionalitas sistem dan pengujian akurasi sistem. Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan dengan menggunakan metode blackbox testing untuk memeriksa apakah sistem telah berjalan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Sedangkan pengujian akurasi sistem menggunakan variasi nilai k dan variasi jumlah data.

4. PERANCANGAN

Pada tahap ini membahas tentang perancangan pada sistem “Pemodelan Sistem Pakar Untuk Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Kedelai Menggunakan Metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor*”. Pohon perancangan pada pemodelan sistem pakar ini meliputi tiga tahapan yaitu analisa kebutuhan perangkat lunak, perancangan perangkat lunak dan perancangan sistem pakar. Pada Gambar 4.1 ditunjukkan proses klasifikasi secara umum dalam pemrosesan data latih dan data uji gejala penyakit tanaman kedelai menggunakan metode fuzzy k-nearest neighbor. Terdapat 4 proses utama yaitu Normalisasi, Inialisasi Fuzzy, Proses K-Nearest Neighbor dan Proses Fuzzy K-Nearest Neighbor.



Gambar 4.1 Komponen sistem pakar

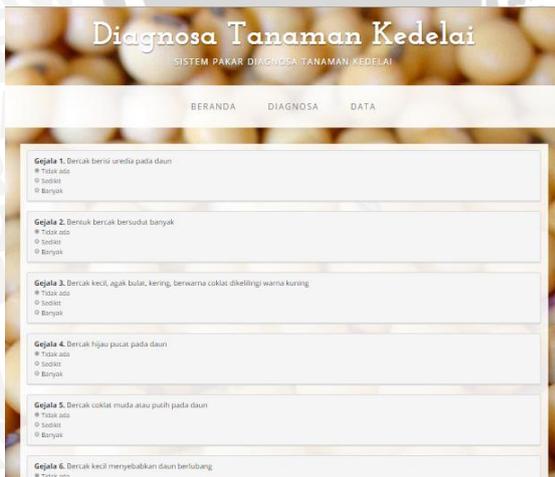
5. Implementasi

Tahap implementasi sistem pada penelitian ini mengacu pada tahap perancangan sistem yang telah dilakukan sebelumnya. Implementasi sistem menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL.

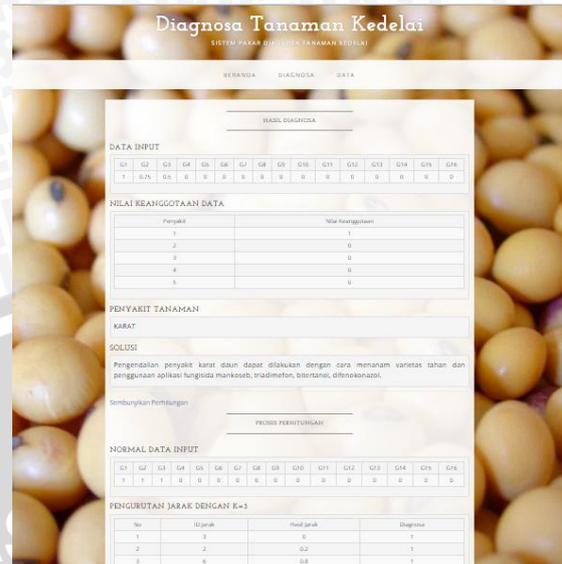
Antarmuka pada pemodelan sistem pakar identifikasi penyakit tanaman kedelai ini meliputi antarmuka halaman beranda, antarmuka halaman diagnosa, halaman hasil diagnosa dan antarmuka halaman data. Antarmuka halaman beranda ditunjukkan pada Gambar 5.1, antarmuka halaman diagnosa ditunjukkan pada Gambar 5.2, antarmuka halaman hasil diagnosa ditunjukkan pada Gambar 5.3 dan antarmuka halaman data ditunjukkan pada Gambar 5.4.



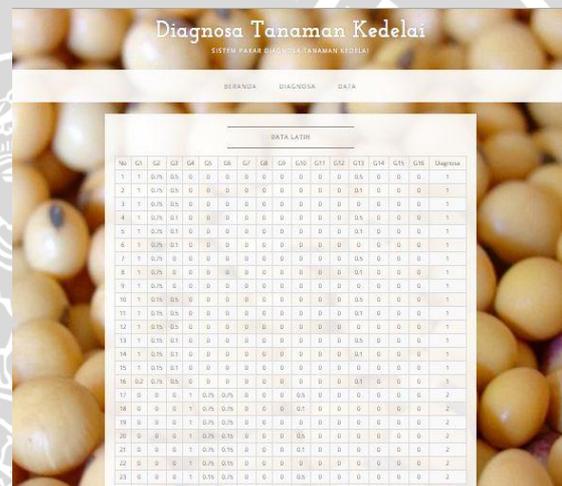
Gambar 5.1 Antarmuka halaman beranda



Gambar 5.2 Antarmuka halaman diagnosa



Gambar 5.3 Antarmuka halaman hasil diagnosa



Gambar 5.4 Antarmuka halaman data

6. Pengujian dan Analisis

Proses pengujian dilakukan melalui dua tahapan, yakni pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi. Pengujian fungsionalitas dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang telah sesuai dengan kebutuhan sistem yang diharapkan. Pengujian akurasi terdapat dua tahapan yaitu pengujian nilai k, pengujian jumlah variasi data dan pengujian perbandingan akurasi metode fuzzy k-nn dan metode k-nn.

Pada pengujian fungsionalitas menghasilkan tingkat kesesuaian 100% sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Pengujian akurasi nilai k dilakukan menggunakan k=3, k=5, k=7 dan k=9 dengan menggunakan 160 data latih dan 40 data uji. Hasil pengujian akurasi nilai k ditunjukkan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Hasil pengujian nilai k

Variasi nilai k	Akurasi (%)
3	97.5%
5	97.5%
7	97.5%
9	97.5%
Rata-rata Akurasi	90%

Berdasarkan pengujian akurasi variasi nilai k diperoleh nilai akurasi yang sama pada semua nilai k yaitu sebesar 97.5%. Hal tersebut karena nilai k yang digunakan dalam pengujian adalah k klasifikasi untuk menentukan jarak data uji pada tiap data latih. Sedangkan pada langkah sebelumnya telah diketahui nilai keanggotaan kelas pada data latih dengan menggunakan nilai k inialisasi.

Pengujian akurasi variasi jumlah data dengan menggunakan hasil nilai k terbaik. Pada pengujian nilai k didapat nilai akurasi yang sama sehingga pada pengujian variasi jumlah data menggunakan salah satu nilai k yaitu k=3. Data yang digunakan yaitu 160 data latih dan 40 data uji, 130 data latih dan 70 data uji, 100 data latih dan 100 data uji, 70 data latih dan 130 data uji. Hasil pengujian akurasi variasi jumlah data ditunjukkan pada Tabel 6.2.

Berdasarkan pengujian akurasi variasi jumlah data maka diperoleh nilai rata-rata akurasi pada masing-masing jumlah data latih dan data uji. Data latih lebih banyak memiliki tingkat akurasi yang lebih besar daripada jumlah data latih yang lebih sedikit. Sehingga jumlah data latih sebanyak 160 data dapat digunakan sebagai ketentuan jumlah data latih.

Tabel 6.2 Hasil pengujian nilai k

Nilai K	Akurasi Variasi Jumlah Data (%)				Rata-rata
	160 data latih dan 40 data uji	130 data latih dan 70 data uji	100 data latih dan 100 data uji	70 data latih dan 130 data uji	
3	97.50 %	92.86 %	89.00 %	86.92 %	91.57 %

Pengujian perbandingan akurasi antara metode *Fuzzy K-NN* dan *K-NN* dilakukan untuk menghitung serta membandingkan tingkat akurasi pada metode *Fuzzy K-NN* dan *K-NN*. Pengujian pada metode *K-NN* dilakukan sama dengan pengujian pada metode *Fuzzy K-NN* yaitu pengujian variasi nilai k dan pengujian variasi data. Hasil pengujian perbandingan akurasi metode *Fuzzy K-NN* dan *K-NN* terhadap pengaruh nilai k ditunjukkan pada Tabel 6.3 dan hasil Pengujian perbandingan akurasi metode *Fuzzy K-NN* dan *K-NN* terhadap variasi jumlah data ditunjukkan pada Tabel 6.4.

Tabel 6.3 Hasil perbandingan *fuzzy k-nn* dan *k-nn* terhadap pengaruh nilai k

Variasi Nilai k	Akurasi (%)	
	Fuzzy K-NN	K-NN
3	97.5%	97.5%
5	97.5%	92.5%
7	97.5%	92.5%
9	97.5%	90.0%
Rata-rata Akurasi	97.5%	93.1%

Tabel 6.4 Hasil perbandingan *fuzzy k-nn* dan *k-nn* terhadap variasi jumlah data

k = 3	Akurasi Variasi Jumlah Data (%)				Rata-rata
	160 Data Latih dan 40 Data Uji	130 Data Latih dan 70 Data Uji	100 Data Latih dan 100 Data Uji	70 Data Latih dan 130 Data Uji	
Fuzzy K-NN	97.50 %	92.86 %	89.00 %	86.92 %	91.57 %
K-NN	97.50 %	91.43 %	90.00 %	86.15 %	91.27 %

Berdasarkan Tabel 6.3 dan Tabel 6.4 ditunjukkan bahwa rata-rata akurasi dari metode *fuzzy k-nn* lebih baik dari metode *k-nn*.



Gambar 6.1 Data perbandingan *f k-nn* dan *k-nn*

Data perbandingan antara kedua metode tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.1. Data yang digunakan

merupakan data uji ke-7 dengan menggunakan 160 data latih dan $k=7$. Sesuai dengan pakar seharusnya data tersebut masuk ke dalam kelas 1, namun dengan menggunakan metode k-nn data tersebut masuk ke dalam kelas 3 karena kelas mayoritas adalah kelas 3, sedangkan dengan menggunakan metode *fuzzy* k-nn data tersebut masuk ke dalam kelas 1. Hal tersebut karena metode *fuzzy* k-nn penentuan kelas tidak hanya dilihat dari jumlah data terbanyak yang mengikuti suatu kelas namun juga ditentukan berdasarkan nilai keanggotaan kelas terbesar. Sedangkan pada metode k-nn penentuan kelas ditentukan berdasarkan jumlah data terbanyak yang mengikuti suatu kelas.

7. Penutup

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, implementasi, dan hasil pengujian dari penelitian dengan judul Pemodelan Sistem Pakar Untuk Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Kedelai Menggunakan Metode Fuzzy K-Nearest Neighbor ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemodelan sistem pakar ini mampu mengidentifikasi penyakit pada tanaman kedelai dengan menginputkan 16 parameter gejala ke dalam sistem yang kemudian diproses menggunakan metode *fuzzy* k-nn untuk mengetahui hasil diagnosa penyakit tanaman kedelai. Fitur pada pemodelan sistem pakar ini meliputi fitur beranda untuk menampilkan informasi umum dan penyakit tanaman kedelai, fitur diagnosa untuk menampilkan form input gejala dan fitur data untuk menampilkan data latih dan data uji yang digunakan dalam sistem.
2. Pengujian akurasi pada pemodelan sistem pakar ini meliputi:
 - a. Pengujian pengaruh nilai k klasifikasi dengan menggunakan 160 data latih dan 40 data uji memiliki nilai rata-rata akurasi sebesar 97.5%.
 - b. Pengujian pengaruh variasi jumlah data memiliki nilai rata-rata akurasi sebesar 91.57%.
 - c. Pengujian perbandingan metode *fuzzy* k-nn dan k-nn terhadap pengaruh nilai k memiliki nilai rata-rata akurasi pada metode *fuzzy* k-nn sebesar 97.5% dan pada metode k-nn sebesar 93.1%.
 - d. Pengujian perbandingan metode *fuzzy* k-nn dan k-nn terhadap pengaruh variasi jumlah

data memiliki nilai rata-rata akurasi pada metode *fuzzy* k-nn sebesar 91.57% dan pada metode k-nn sebesar 91.27%.

Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa metode *fuzzy* k-nn pada pemodelan sistem pakar ini memiliki tingkat akurasi yang baik untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman kedelai.

7.2 Saran

Pemodelan Sistem Pakar Untuk Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Kedelai Menggunakan Metode Fuzzy K-Nearest Neighbor ini masih memiliki beberapa kekurangan. Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem pakar ini yaitu pemodelan sistem pakar ini dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem pakar yang dapat membantu dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman kedelai dengan menambahkan fitur-fitur lainnya seperti hak akses pakar, sehingga pakar dapat secara langsung menambahkan jika terdapat gejala dan p enyakit baru ke dalam sistem.

8. DAFTAR PUSTAKA

- Arnanda, F., Kriswanto, Y., Izzatun, I., Nurlita, D., Fajriyani, A. & Utami, T.A., 2015. Pemodelan Ketahanan Pangan Kedelai (Glycine Soya Max (Lenus&Merril)) Di Provinsi Jawa Tengah Dengan Pendekatan Spatial Regression. Tersedia di: <<http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/statistik/article/download/1429/1482>> [Diakses 26 September 2015]
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, (2013)
- Bertalya, 2009. Konsep Data Mining. Tersedia di: <<https://bertalya.staff.gunadarma.ac.id>> [Diakses 21 Oktober 2015]
- Meristika, Y.S., 2013. Perbandingan K-Nearest Neighbor dan Fuzzy K-Nearest Neighbor pada Diagnosis Penyakit Diabetes Melitus. S1. Universitas Brawijaya
- Rukmana, R., Yudirachman, H. 2014. Budi Daya dan Pengolahan Hasil Kacang Kedelai Unggul. Bandung: Nuansa Aulia.
- Sutojo, T, dkk. 2011. Kecerdasan Buatan. Penerbit ANDI, Yogyakarta
- Rofika, 2015. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit Pada Anak Menggunakan Metode Fuzzy K-Nearest Neighbor. S1. Universitas Brawijaya.
- Ukmala, S., 2015. Pemodelan Sistem Pakar Untuk Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Tomat Menggunakan Metode Fuzzy K-Nearest Neighbor. S1. Universitas Brawijaya