



Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Seledri Menggunakan Metode ANFIS

Neni Triana

Prodi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia

Email: triananeni738@gmail.com

Abstrak—Sistem pakar adalah sistem informasi berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan pakar untuk mencapai performa keputusan tingkat tinggi dalam domain persoalan yang sempit. MYCIN yang dikembangkan di Stanford University pada awal tahun 1980-an untuk diagnosis medis, secara umum dianggap sebagai sistem pakar yang paling terkenal. Seledri (*Apium Graveolens L*) adalah sayuran daun dan tumbuhan obat yang biasa digunakan sebagai bumbu masakan. Seledri tumbuhan serbaguna, terutama sebagai sayuran dan obat-obatan dan juga dipakai sebagai lalap. Penyakit tanaman merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan kegagalan produksi tanaman. Penyakit Seledri dapat menyerang seluruh tahap perkembangan seledri, mulai dari produksi benih hingga tahap tanaman menghasilkan. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode ANFIS. ANFIS adalah penggabungan mekanisme fuzzy interface sistem yang digambarkan dalam arsitektur jaringan syaraf. Sistem inferensi fuzzy yang digunakan adalah sistem inferensi model Tagaki-Sugeno-Kang (TSK) orde satu dengan pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan komputasi. ANFIS merupakan sistem adaptif berbasis inferensi logika fuzzy yang menggabungkan dua metode yaitu adaptif (neural network) dan metode fuzzy. Jaringan adaptif ini digunakan untuk mengadaptasi sistem inferensi logika fuzzy agar dapat mewakili sistem inferensi fuzzy yang diinginkan. Prinsip metode kerjanya adalah menggabungkan dua metode yaitu metode adaptif dan metode fuzzy dimana keduanya menggunakan dua sumber informasi yang sama, tetapi representasinya berbeda.

Kata Kunci: Sistem Pakar; Seledri; ANFIS

Abstract—Expert systems are computer-based information systems that use expert knowledge to achieve high-level decision performance in a narrow problem domain. MYCIN, developed at Stanford University in the early 1980's for medical diagnosis, is generally considered the most well-known expert system. Celery (*Apium Graveolens L*) is a leaf vegetable and medicinal plant commonly used as a cooking spice. Celery is a versatile plant, especially as a vegetable and medicine and is also used as a salad. plant disease is one of the factors that can cause crop production failure. Celery disease can attack all stages of celery development, from seed production to plant production. In this study the authors used the ANFIS method. ANFIS is an integrated fuzzy system interface mechanism that is described in a neural network architecture. The fuzzy inference system used is the first order Tagaki-Sugeno-Kang (TSK) inference system with considerations of simplicity and ease of computation. ANFIS is an adaptive system based on fuzzy logic inference that combines two methods, namely adaptive (neural method) and fuzzy method. This adaptive network is used to adapt the fuzzy logic inference system to represent the desired fuzzy interference system. The principle of the working method is to combine two methods, namely the adaptive method and the fuzzy method in which both use the same two information sources, but have different representations.

Keywords: Expert System; Celery; ANFIS

1. PENDAHULUAN

Sistem pakar adalah sistem informasi berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan pakar untuk mencapai performa keputusan tingkat tinggi dalam domain persoalan yang sempit. MYCIN yang dikembangkan di Stanford University pada awal tahun 1980-an untuk diagnosis medis, secara umum dianggap sebagai sistem pakar yang paling terkenal. Pengetahuan dari pakar di dalam sistem ini digunakan sebagai dasar oleh Sistem Pakar untuk menjawab pertanyaan (konsultasi). Kepakaran (expertise) adalah pengetahuan yang ekstensif dan spesifik yang diperoleh melalui rangkaian pelatihan, membaca, dan pengalaman. Tujuan sistem pakar adalah untuk mentransfer kepakaran dari seorang pakar ke komputer, kemudian ke orang lain (yang bukan pakar) (Azmi & Yasin, 2019; Ramadhan, 2018). Seledri (*Apium Graveolens L*) adalah sayuran daun dan tumbuhan obat yang biasa digunakan sebagai bumbu masakan. Seledri merupakan sayuran yang banyak dibudidayakan di beberapa negara termasuk Jepang, China, Indonesia dan Korea. Seledri tumbuhan serbaguna, terutama sebagai sayuran dan obat-obatan dan juga dipakai sebagai lalap. Seledri ini memiliki ciri khas bersegi dan beralur membujur, menurunnya produksi tanaman seledri disebabkan beberapa penyakit dan hama, dan perubahan cuaca yaitu: nematoda, kutu putih, kutu daun, ulat tanah, hama aphids, bercak daun cercopsora, bercak daun septoria, penyakit jamur, bercak daun, penyakit karat daun.

Penyakit tanaman adalah salah satu faktor yang dapat menyebabkan kegagalan produksi tanaman. Penyakit seledri dapat menyerang seluruh tahap perkembangan seledri, mulai dari produksi bibit seledri hingga tahap tanaman menghasilkan. Serangan pada tiap tahap perkembangan seledri tersebut mengakibatkan tingkat kerugian yang berbeda-beda. Menentukan penyakit pada tanaman seledri tidak lah mudah, tidak semua petani memiliki pengetahuan tentang penyakit tanaman seledri sehingga dibutuhkan suatu sistem pakar diagnosa penyakit tanaman seledri.

Dengan menggunakan sistem inferensi fuzzy data-data dapat bernilai crisp sehingga dapat memprediksi hasil diagnosis penyakit yang sesuai dengan gejala yang dialami. Untuk itu penyelesaian solusi tersebut dengan menganalisa proses pengumpulan fakta-fakta yang berkaitan dengan gejala dan jenis penyakit pada tanaman seledri melalui penerapan kecerdasan buatan dengan menggunakan metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System dengan merancang sistem pakar yang diagnosa penyakit tanaman seledri.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Sistem Fuzzy

Sistem *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof.L.A.Zadeh dari Barkelay pada tahun 1965. Sistem ini mempunyai kemampuan untuk mengembangkan sistem *intelligent* dalam lingkungan yang tidak pasti. Sistem ini menduga suatu fungsi dengan logika *fuzzy*. Dalam logika *fuzzy* terdapat beberapa proses yaitu penentuan himpunan *fuzzy*, penerapan aturan *IF-THEN* dan proses inferensi *fuzzy*(A & Arhami, 2006).

2.2 Fuzzy Inference System (FIS)

Ada beberapa metode untuk mempresentasikan hasil logika *fuzzy* yaitu metode Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen direpresentasikan dengan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan monoton. Output hasil inferensi masing-masing aturan adalah z , berupa himpunan biasa (*crisp*) yang ditetapkan berdasarkan α -predikatnya hasil akhir diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobotnya. Metode Sugeno mirip dengan metode Mamdani, hanya *output* (konsekuen) tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Ada dua model metode Sugeno yaitu model *fuzzy* Sugeno orde nol dan model *fuzzy* sugeno orde satu (Salman, 2010; Takagi & Sugeno, 1985).

2.3 Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

ANFIS dikembangkan oleh J.S.R Jang pada tahun 1992. Menurut Jang kelas *adaptive network* secara fungsional ekuivalen dengan *fuzzy inference*. Sistem ANFIS adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan *fuzzy rule base* model Sugeno orde satu (Jang *et al*, 1997). Jika diasumsikan *fuzzy inference* Sistem mempunyai dua input x dan y serta mempunyai satu output z , maka menurut model Sugeno orde satu, ada dua aturan sebagai berikut:

Rule 1 : if x is A_1 and y is B_1 , then $f_1 = p_1x + q_1y + r$

Rule 2 : if x is A_2 and y is B_2 , then $f_2 = p_2x + q_2y + r$

Model Sugeno orde-1 dan Arsitektur ANFIS

Menurut Jang dalam kutipan kusumadewi ada 2 input nilai X_1 dan X_2 (nilai sementara), Jaringan ANFIS terdiri dari 5 lapisan sebagai berikut :

1. Lapisan 1
Setiap node i pada lapisan ini adalah node adaptif dengan fungsi node sebagai berikut
 $O_{1,i} = \mu_{A,1}(x)$, untuk $i = 1, 2$ dan
 $O_{1,i} = \mu_{B,1-2}(y)$, untuk $i = 1, 2$
Dengan x (atau y) masukan ke node i atau nilai sementara.
2. Lapisan 2
Setiap node pada lapisan ini adalah node tetap berlabel dengan keluarannya adalah produk dari semua sinyal yang datang $O_{2,i} = w_i(x) \mu_{1,i}(y)$, $i = 1, 2$
setiap keluaran node dari lapisan ini menyatakan kuat dari aturan.
3. Lapisan 3
Setiap node pada lapisan ini adalah node tetap yang disimbolkan dengan N . Node 1 menghitung perbandingan kekuatan aturan ke i terhadap jumlah semua kuat perbandingan dari semua aturan.
 $O_{3,1} = w_1 / (w_1 + w_2)$, $i = 1, 2$
4. Lapisan 4
Setiap node pada lapisan ini adalah node adaptif dengan fungsi node :
 $O_{4,i} = W f_i = w_1 (p_i x + q_i y + r_i + \dots + r_n)$
Dengan
 W_1 : Kekuatan pengiriman yang ternormalisasi dari lapisan 3
 (p_i, q_i, r_i) : himpunan parameter dari node ini, Parameter pada lapisan ini disebut parameter konsekuensi.
5. Lapisan 5
Node tunggal pada lapisan ini adalah node tetap berlabel Σ yang menghitung keluaran keseluruhan sebagai penjumlahan semua sinyal yang datang.

$$\text{Output} = O_{5,i} = \sum_i w_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan analisis terhadap suatu sistem dilakukan sebelum tahapan perancangan dilakukan. Tujuan diterapkannya analisis terhadap suatu sistem adalah untuk mengetahui alasan mengapa sistem tersebut diperlukan, sehingga fungsi yang terdapat di dalam sistem tersebut bekerja secara optimal. Salah satu unsur pokok yang harus dipertimbangkan dalam tahapan analisis sistem ini yaitu masalah perangkat lunak, karena perangkat lunak yang digunakan haruslah sesuai dengan masalah yang akan diselesaikan.

Dalam tahapan ini dilakukan pencarian dan pengumpulan data serta pengetahuan yang diperoleh dari seorang pakar, sehingga pada akhirnya analisa yang didapat harus berupa sistem dengan baik dan jelas. Sistem yang dibangun

untuk menentukan bahwa penyakit tanaman seledri yaitu dengan cara melakukan konsultasi dengan seorang pakar dibidang pertanian terutama seledri. Maka dari itu, penulis mencoba membuat sistem pakar yang dapat membantu dinas untuk mengetahui gejala penyakit tanaman seledri. Adapun gejala-gejala penyakit tanaman seledri yang dibahas adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Gejala Tanaman Seledri

Kode	Gejala
H1	Pada daun dan tangkai daun terdapat tanda bintik-bintik hitam pada daun dan muncul bercak coklat memanjang pada tangkai daun
H2	Penyakit lebih banyak terdapat pada daun-daun tua, jika daun terdapat banyak bercak daun akan cepat mati
H3	Penyakit ini menyerang tanaman daun muda maka akan berubah menjadi kuning dan kering
H4	Pada daun terdapat bercak-bercak kecil berwarna coklat gelap pada daun yang meluas dengan cepat sehingga menjadi bercak bulat .
H5	Pada cuaca lembab tampak sebagai bulu-bulu halus putih.
H6	Menyerang daun terutama saat tanaman baru di tanam.
H7	Kutu daun merusak tanaman dengan cara memakan daun hingga yang tinggal bagian epidermisnya saja.
H8	Nematode akan menyerang akar tanaman seledri yang mengakibatkan muncul bintil-bintil besar maupun kecil pada akar
H9	Penyakit ini menyebar melalui tanaman yang sudah tertular, siput ataupun melalui serangga
H10	Ulat tanah akan menyerang tanaman ini akan terlihat pada kerusakan yang ditimbulkan dengan terpotongnya tanaman seledri yang masih bilang terkecil atau baru tumbuh
H11	Tanaman yang terkena penyakit ini menjadi menguning dan berubah warna menjadi gelap apabila serangan berlanjut makan tanaman akan mati
H12	Warna pada permukaan menjadi hijau coklat dan keriput, yang terinfeksi akan cepat mati
H13	Pada cuaca kering tampak bulu-bulu halus putih
H14	Penyakit ini dapat menyebabkan berbagai organ tanaman menjadi rusak terutama pada organ batang
H15	Penyakit ini menyerang pada bagian pucuk pada tanaman dan bersarang pada bagian bawah daun, menghisap cairan daun pada tanaman ini mengakibatkan daun tanaman ini menjadi kering, keriput dan mati

Sumber : Dinas Tanaman Pangan Dan Hortitular,2018

3.1 Penerapan Metode ANFIS

Adapun analisa terhadap sistem pakar yang dibangun untuk menerapkan metode ANFIS, metode ANFIS merupakan penggabungan mekanisme *fuzzy inference* sistem yang digambarkan dalam arsitektur jaringan syaraf. Adapun nilai dan nama penyakit dari pakar tanaman seledri adalah sebagai berikut

Tabel 2. Penyakit Tanaman Seledri

Kode	Penyakit
K1	Nematode
K2	Kutu Putih
K3	Ulat Tanah
K4	Bercak Daun
K5	Penyakit Karat Daun
K6	Penyakit Jamur
K7	Kutu Daun
K8	Hama Aphids
K9	Bercak daun <i>cercopsora</i>
K10	Bercak Daun <i>Septoria</i>

Sumber: Bapak Utama Silan Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura, 2018

Tabel 3. Nilai Tanaman Seledri

Gejala	Penyakit	Nilai Pakar
H1		6.5

H2	K1	6.3
H3		6.4
H4	K2	0.8
H5	K3	0.7
H6	K4	15
H7		15.4
H8	K5	15.3
H9		15.2
H10	K6	0.36
H11		0.34
H12	K7	0.6
H13	K8	0.5
H14	K9	0.9
H15	K10	15.7

Metode ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*) merupakan salah satu dari berbagai metode yang mampu menyelesaikan masalah dalam sistem pakar, ada 2 input x_1 dan x_2 (nilai sementara). Metode ANFIS terdiri dari lima lapisan penyelesaian, yaitu:

Lapisan 1

Menentukan nilai M_{x1} dan M_{x2} dengan cara melihat nilai tertinggi dan terendah.

Lapisan 2

Perhitungan pada lapisan kedua dapat kita ambil dari perhitungan pada lapisan kesatu dengan cara melihat nilai tertinggi dan terendah sehingga menghasilkan w_1 dan w_2

Lapisan 3

Lapisan ketiga mencari nilai W_{t1} dan w_{t2} dengan cara :

$$W_{t1} = w_1 / (w_1 + w_2)$$

$$W_{t2} = w_2 / (w_1 + w_2)$$

Nilai w_1 dan w_2 diambil dari lapisan ke dua

Lapisan 4

Perhitungan pada lapisan keempat mencari nilai w_{1f1}

$$W_{1f1} = w_{t1} (p_1 * x_1 + q_1 * x_1 + r_1 * x_1 + s_1 * x_1 + t_1 * x_1 + u_1 * x_1)$$

Nilai w_{t1} diambil dari lapisan ke tiga, p_1 prioritas tertinggi, (q_1, r_1, s_1, t_1, u_1 nilai awal)

$$W_{1f2} = w_{t2} (p_2 * x_1 + q_2 * x_1 + r_2 * x_1 + s_2 * x_1 + t_2 * x_1 + u_2 * x_1)$$

Nilai w_{t2} diambil dari lapisan ke tiga, p_2 prioritas terendah, (q_2, r_2, s_2, t_2, u_2 nilai awal)

Lapisan 5

Langkah selanjutnya mencari nilai w_{fi} dengan cara :

$$W_{fi} = w_{1f1} + w_{2f2}$$

Nilai w_{1f1} dan w_{2f2} diambil dari lapisan ke empat

Langkah selanjutnya mencari nilai w_{ti} :

$$W_{ti} = w_{t1} + w_{t2}$$

Nilai w_{t1} dan w_{t2} diambil dari lapisan ketiga

Dan terakhir mencari nilai output:

$$Out = W_{fi} / W_{ti}$$

Ketereangan : $X_1 = 0.25$

$$X_2 = 0.15$$

(X_1, X_2 = Nilai sementara)

Dari tabel 3 maka dapat dihitung dengan lapisan metode ANFIS, sebagai berikut :

Lapisan 1

Prioritas p_1 (1=tinggi, 0=rendah)

Nilai X_1 prioritas tinggi

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } M_{x1} &= 0.25 / 6.5 + 6.3 + 6.4 \\ &= 0.25 / 19.2 \\ &= 0.013 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } M_{x2} &= 0.25 / 0.8 \\ &= 0.312 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } M_{x3} &= 0.25 / 0.7 \\ &= 0.147 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } M_{x4} &= 0.25 / 15 \\ &= 0.017 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } M_{x5} &= 0.25 / 15.4 + 15.2 + 15.3 \\ &= 0.25 / 45.9 \\ &= 0.005 \end{aligned}$$

Maka nilai prioritas tertinggi adalah 0.312

Input nilai $X_2 = 0.15$

Prioritas p_2 (1=tinggi, 0=rendah)

Nilai x_2 prioritas rendah

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } M_{x6} &= 0.15 / 0.36 + 0.34 \\ &= 0.15 / 0.7 \\ &= 0.214 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } M_{x7} &= 0.15 / 0.6 \\ &= 0.416 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } M_{x8} &= 0.15 / 0.5 \\ &= 0.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } M_{x9} &= 0.15 / 0.9 \\ &= 0.167 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } M_{x10} &= 0.15 / 15.7 \\ &= 0.0095 \end{aligned}$$

Maka nilai prioritas terendah adalah 0.0095

Lapisan 2

Perhitungan pada lapisan kedua dapat kita ambil dari perhitungan pada lapisan kesatu dengan cara melihat nilai tertinggi pada X_1 dan terendah pada X_2

Maka nilai $W_1 = 0.312$

Maka nilai $W_2 = 0.0095$

Lapisan 3

Langkah selanjutnya mencari nilai W_{t1} dengan cara :

$$\begin{aligned} W_{t1} &= w_1 / (w_1 + w_2) \\ &= 0.312 / (0.312 + 0.0095) \\ &= 0.312 / 0.321 \\ &= 0.971 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya mencari nilai w_{t2} dengan cara :

$$\begin{aligned} W_{t2} &= w_2 / (w_1 + w_2) \\ &= 0.0095 / (0.312 + 0.0095) \\ &= 0.010 / 0.321 \\ &= 0.029 \end{aligned}$$

Lapisan 4

$$\begin{aligned} W_{1f1} &= w_{t1} (p_1 * x_1 + q_1 * x_2 + r_1 * x_3 + s_1 * x_4 + t_1 * x_5 + u_1 * x_6) \\ &= 0.971 (0.312 * 1 + 0.013 * 1 + 0.312 * 1 + 0.147 * 1 + 0.017 * 1 + 0.005 * 1) \\ &= 0.971 (0.312 + 0.013 + 0.312 + 0.147 + 0.017 + 0.005) \\ &= 0.971 (0.806) \\ &= 0.782 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{1f2} &= w_{t2} (p_2 * x_1 + q_2 * x_2 + r_2 * x_3 + s_2 * x_4 + t_2 * x_5 + u_2 * x_6) \\ &= 0.029 (0.0095 * 1 + 0.214 * 1 + 0.416 * 1 + 0.3 * 1 + 0.167 * 1 + 0.0095 * 1) \\ &= 0.029 (0.0095 + 0.214 + 0.416 + 0.3 + 0.167 + 0.0095) \\ &= 0.029 (1.116) \\ &= 0.032 \end{aligned}$$

Lapisan 5

Langkah selanjutnya mencari nilai w_{1f1} dengan cara :

$$\begin{aligned} W_{1f1} &= w_{1f1} + w_{1f2} \\ &= 0.782 + 0.032 \\ &= 0.814 \end{aligned}$$

Maka nilai $w_{1f1} = 0.814$

Langkah selanjutnya mencari nilai w_{ti} dengan cara :

$$\begin{aligned} W_{ti} &= w_{t1} + w_{t2} \\ &= 0.971 + 0.029 \\ &= 1 \end{aligned}$$

Maka nilai $W_{ti} = 1$

Langkah selanjutnya mencari nilai output dengan cara :

$$\begin{aligned} Out &= w_{1f1} / W_{ti} \\ &= 0.814 / 1 \\ &= 0.814 = 0.8 \end{aligned}$$

Maka nilai Y adalah 0.8



Jadi, timbulnya penyakit pada tanaman seledri adalah 0.8 penyakit yang menyerang tanaman dari gejala H4 penyakit K2 (Kutu Putih).

Dari penyelesaian diatas maka dapat di buat rulenya berdasarkan langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

Lapisan satu	:	IF H1 and H2 and H3 and THEN K1 IF H4 THEN K2 IF H5 THEN K3 IF H6 THEN K4 IF H7 and H8 and H9 THEN K5 IF H10 and H11 THEN K6 IF H12 THEN K7 IF H13 THEN K8 IF H14 THEN K9 IF H15 THEN K10
Lapisan kedua	:	IF H4 THEN K2 IF H15 THEN K10
Lapisan ketiga	:	IF H4 and K2 THEN K6 IF H15 and K10 THEN K7
Lapisan keempat	:	IF H4 and K2 and K1 and K2 and K3 and K4 and K5 THEN K2 IF H4 and K6 and K7 and K8 and K9 and K10 THEN K1
Lapisan kelima	:	IF H4 THEN K2

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sistem pakar ini dapat membantu proses mendiagnosa penyakit tanaman seledri berdasarkan gejala-gejalanya. Penerapan Metode ANFIS dalam melakukan diagnosis dapat memerlukan data training yang berhubungan dengan kasus yang ditelitisehingga akan lebih muda untuk mendapatkan hasilnya.

REFERENCES

- A, D., & Arhami, M. (2006). *Konsep Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta.
- Azmi, Z., & Yasin, V. (2019). *Pengantar Sistem Pakar Dan Metode*. Surabaya: Mitra Wacana Media.
- Ramadhan, P. S. (2018). *Mengenal Metode Sistem Pakar* (1st ed.; Funky, ed.). Medan: Penerbit Uwais.
- Salman, M. A. (2010). *A Comparion of Mamdani and Sugeno Inference Systems For a Satellite Image Classification*. *Anbar Journal for Engineering Sciences*.
- Takagi, T., & Sugeno, M. (1985). *Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modeling and Control*. (1), 116–132.