

# IDENTIFIKASI JENIS PENYAKIT DAUN PADI MENGGUNAKAN ADAPTIF NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS) BERDASARKAN TEKSTUR

**Retno Nugroho Whidhiasih<sup>1</sup>, Inna Ekawati<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Islam “45” Bekasi

<sup>1</sup>retno.nw@gmail.com, <sup>2</sup>inna.ekawati@gmail.com

## *Abstrak*

Penyakit yang menyerang daun tanaman padi dapat mengakibatkan berkurangnya jumlah produksi padi. Di sisi lain kestabilan produksi padi sebagai bahan makanan pokok harus tetap dijaga. Supaya jenis penyakit pada daun tanaman padi dapat diidentifikasi dengan tepat sehingga dapat ditangani secara cepat diperlukan teknologi computer vision. Computer vision digunakan untuk mengakuisisi citra yang kemudian citra diekstraksi ciri dan digunakan untuk parameter penduga identifikasi penyakit daun padi. Identifikasi jenis penyakit daun padi dilakukan menggunakan Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). ANFIS menerapkan teknik fuzzy inference pada pemodelan berdasarkan pasangan data input dan output, dengan asumsi bahwa data input dan output sudah tersedia. Pemodelan berdasarkan data input dan output bertujuan untuk menjadi IF-THEN rules yang dapat memetakan data input menjadi output. Error selama pelatihan atau selisih keluaran FIS dengan data training sebesar 0.01973 dengan kemampuan pengenalan (akurasi) ANFIS sebesar 98.5%.

**Kata Kunci:** klasifikasi, fis, fungsi keanggotaan, matriks konfusi, pengenalan

## *Abstract*

*Diseases that attack the leaves of rice plants can reduced the rice production, meanwhile the stability of rice production as a staple food must be maintained. To identify the type of disease in rice plants leaves correctly so that they can be handled quickly, computer vision technology is needed. Computer vision is used to acquire images which are then feature-extracted and used for estimating parameters for identification of rice leaf disease. Identification of the type of rice leaf disease was carried out using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). ANFIS applies the fuzzy inference technique in modeling based on pairs of input and output data, assuming that input and output data is available. Modeling based on input and output data aims to become IF-THEN rules that can map input data into output. Error during training or FIS output difference with training data of 0.01973 with recognition ability (accuracy) ANFIS of 98.5%.*

Keyword: classification, fis, membership function, confusion matrix, identification

## PENDAHULUAN

Padi merupakan makanan pokok sehingga harus dijaga kestabilan produksinya. Gangguan produksi padi dapat disebabkan oleh gangguan penyakit pada tanaman padi. Salah satu penyakit pada tanaman padi adalah gangguan pada daun. Jenis penyakit pada daun tanaman padi sangat beragam, jenis penyakitnya dikenali dengan baik oleh para pakar. Setelah jenis penyakit teridentifikasi baru dapat diberikan solusi untuk mengatasinya. Namun jenis penyakit pada daun tanaman padi ini terkadang tidak teridentifikasi oleh orang yang awam, sehingga akan berakibat kesalahan mengidentifikasi jenis penyakit dan penanganannya. Bahkan para pakar pun bisa melakukan kesalahan identifikasi jika dalam kondisi capek atau kondisi yang tidak mendukung. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan identifikasi dengan *computer vision*. *Computer vision* telah banyak di pakai dalam mengidentifikasi

jenis penyakit tanaman. *Computer vision* telah dipakai untuk klasifikasi penyakit tanaman padi di India secara otomatis (Harshadkumar *et al.*, 2017).

Untuk mengidentifikasi jenis penyakit menggunakan *computer vision* dapat dilakukan dengan berbagai ciri, diantaranya adalah warna dan tekstur. Warna dan tekstur pada daun dapat membedakan sifat-sifat fisik permukaan suatu benda dalam citra. Entropi, kontras, energi dan homogenitas merupakan komponen untuk mengukur tekstur dari sebuah citra yang nilainya didapatkan dari matrik kookurensi derajat keabuan dari sebuah citra (Haralick *et al.*, 1973). Banyak metode klasifikasi yang telah dipakai untuk mengidentifikasi berdasarkan ciri tertentu.

*Adaptif Neuro Fuzzy Inferene System* (ANFIS) dipakai untuk mengidentifikasi jenis kanker payudara dengan parameter penduga berupa gejala kanker payudara, menghasilkan akurasi 84.5% (Alireza *et al.*, 2017). ANFIS juga dipakai untuk mengklasifikasi penyakit daun pada pisang dengan hasil yang cukup baik (Gokulnath *et al.*, 2019), untuk mendeteksi memar pada buah bayberry china menggunakan parameter penduga berupa dimensi fractal dan RGB menghasilkan akurasi 90% (Zheng H *et al.*, 2011), untuk mengklasifikasi jamur ANFIS memberikan hasil yang terbaik dibandingkan dengan ANN dan Naïve Bayes (Verma dan Dutta, 2018).

ANFIS adalah jaringan *feedforward multilayer*, yang menggunakan algoritma pembelajaran jaringan syaraf dan sistem inferensi fuzzy untuk memodelkan hubungan input-output. Dibandingkan dengan teknik pembelajaran lainnya, ANFIS memiliki kecepatan pelatihan yang lebih tinggi, algoritma pembelajaran yang paling efektif dan kesederhanaan perangkat lunak (Jang dan Sun, 1995). Selain itu, ANFIS lebih cepat dalam konvergensi dan memberikan hasil yang lebih baik ketika diterapkan tanpa pra-pelatihan (Altug *et al.*, 1999). Oleh karena itu, minat menggunakan ANFIS sebagai alat pemodelan dalam pertanian dan teknologi pangan meningkat (Riverol *et al.*, 2004; Ghoush *et al.*, 2008; Madadlou *et al.*, 2010).

Penelitian ini melakukan identifikasi terhadap jenis penyakit pada daun tanaman padi, yaitu penyakit yang telah dikategorikan sebagai *bacterial leaf blight*, *brown spot* dan *leaf smut*. Identifikasi dilakukan menggunakan ANFIS berdasarkan parameter penduga berupa tekstur.

## METODOLOGI PENELITIAN

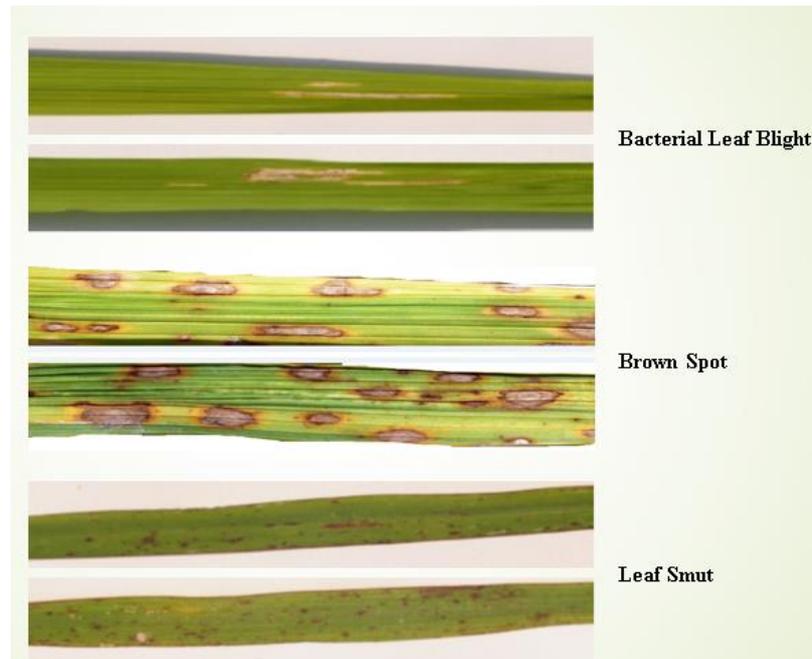
Penelitian ini terdiri dari tiga tahap, yaitu pencarian data, ekstraksi ciri dan klasifikasi, tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

### 1). Pengumpulan Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang didapat dari Machine Learning Repository, yang digunakan juga oleh Harshadkumar *et al.* pada tahun 2017. Data berupa citra digital penyakit pada daun padi yang terdiri dari tiga jenis penyakit, yaitu *bacterial leaf blight*, *brown spot* dan *leaf smut*, dengan ciri masing-masing seperti pada Gambar 2. Masing-masing jenis penyakit terdiri dari 40 buah citra berekstension jpeg, sehingga total data berjumlah 120.



**Gambar 2. Kategori Kelas Penyakit Padi**

## 2). Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri dilakukan untuk mengekstrak ciri atau informasi dari citra yang ingin dikenali untuk membedakan dengan citra yang lainnya. Ekstraksi ciri dilakukan untuk mendapatkan ciri tekstur dari citra daun tanaman padi. Tekstur merupakan komponen dasar pembentuk citra yang dapat digunakan untuk dasar klasifikasi. Salah satu cara untuk mendapatkan karakteristik suatu tekstur adalah menggunakan metode *co-occurrence*. Metode tersebut akan menghasilkan matrik kookurensi yang terbentuk dari citra greyscale berdasar piksel yang berpasangan yang memiliki intensitas tertentu.

Matriks kookurensi dinyatakan sebagai  $P_{d\theta}(i,j)$ .  $d$  didefinisikan sebagai jarak antara dua posisi piksel  $(x_1, y_1)$  dan  $(x_2, y_2)$ , dan  $\theta$  didefinisikan sebagai sudut diantara keduanya, maka matriks kookurensi didefinisikan sebagai matriks yang menyatakan distribusi spasial antara dua piksel yang bertetangga yang memiliki intensitas  $i$  dan  $j$ , yang memiliki jarak  $d$  dan sudut  $\theta$  diantara keduanya. Orientasi dibentuk dalam empat arah sudut dengan interval sudut  $45^\circ$ , yaitu  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $135^\circ$ . Sedangkan jarak antar piksel biasanya ditetapkan sebesar 1 piksel. Setelah memperoleh matriks kookurensi tersebut, dapat dihitung ciri yang merepresentasikan citra yang diamati. Berbagai jenis ciri tekstural dapat diekstraksi dari matriks kookurensi. Komponen yang digunakan dalam pengukuran tekstur adalah energi, kontras, homogenitas dan entropi (Haralick *et al.*, 1973).

Fitur energy berfungsi untuk mengukur konsentrasi pasangan grey level pada matrik *co-occurrence*. Nilai energi didapatkan dengan memangkatkan setiap elemen dalam *grey level co-occurrence matrix* (GLCM), kemudian dijumlahkan. Fitur kontras digunakan untuk mengukur perbedaan lokal dalam citra atau mengukur variasi derajat keabuan suatu daerah citra atau menyatakan sebaran terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) dalam sebuah citra. Fitur homogenitas berfungsi untuk mengukur kehomogenan variasi *grey level* (perbedaan lokal) dalam sebuah citra. Fitur entropi digunakan untuk mengukur keteracakan dari distribusi perbedaan lokal dari sebuah citra (Mathwork, 2011).

Komponen pengukuran tekstur yang meliputi energi, kontras, homogenitas dan entropy dapat diambil menggunakan persamaan 1 sampai 4.

$$\text{Energi} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p^2(i, j) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Kontras} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (i - j)^2 p(i, j) \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Homogenitas} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{p(i, j)}{1 + |i - j|} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Entropi} = - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p(i, j) \log p(i, j) \dots\dots\dots (4)$$

Dengan  $i$  dan  $j$  adalah intensitas dari resolusi 2 piksel yang berdekatan. Sedangkan  $P(i, j)$  adalah frekuensi relatif matrik dari resolusi 2 piksel yang berdekatan. Citra daun padi diekstraksi ciri menggunakan metode *gray-level co-occurrence matrix* (GLCM) untuk mendapatkan ciri tekstur berupa yang meliputi entropi, kontras, energi dan homogenitas berdasarkan persamaan 1 sd. 4. Langkah terakhir dalam pengolahan data ini adalah mentransformasi nilai-nilai fitur tersebut ke dalam rentang 0 sampai 1.

### 3). Pembagian Data

Data hasil ekstraksi ciri selanjutnya dibagi menjadi dua kelompok data yang saling asing, yaitu data yang digunakan untuk *training* atau pelatihan dan data yang digunakan untuk *testing* atau pengujian. Data pelatihan diambil sebanyak 80% dari setiap jenis penyakit daun, yaitu berjumlah 32 data dan data yang digunakan untuk pengujian kurang lebih 20% di setiap jenis penyakit daun, yaitu berjumlah 8. Sehingga jumlah data pelatihan adalah sebanyak 96 dan total jumlah data pengujian adalah sebanyak 24.

### 4). Klasifikasi

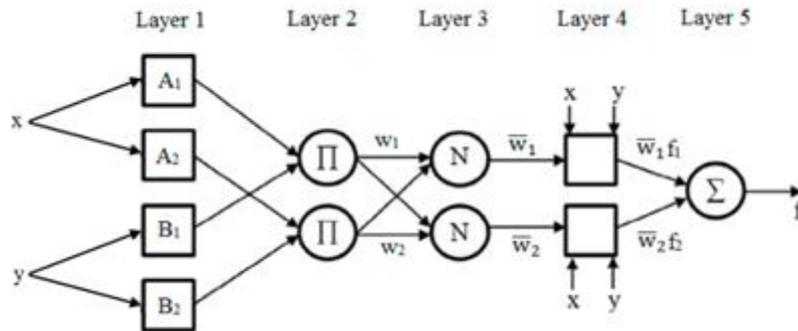
Klasifikasi dilakukan menggunakan *Adaptif Neuro Fuzzy Inferene System* (ANFIS). ANFIS menerapkan teknik *fuzzy inference* pada pemodelan berdasarkan pasangan data input dan output, dengan asumsi bahwa data input dan output sudah tersedia. Pemodelan berdasarkan data input dan output bertujuan untuk menjadi IF-THEN rules yang dapat memetakan data input menjadi output. Anfis akan memodelkan berdasarkan data dengan mengatur parameter-parameter fungsi keanggotaan untuk mendapatkan FIS yang dapat memetakan input menjadi output yang benar secara iteratif dan otomatis.

Salah satu yang tidak dapat ditebak pada pemodelan berdasar data adalah bentuk fungsi keanggotaan yang cocok untuk memetakan input ke dalam output. Hal ini juga tidak dapat dengan cara trial dan error. Dengan adanya ANFIS yang bekerja secara iteratif menebak parameter fungsi keanggotaan yang cocok akan sangat membantu, karena ANFIS bekerja berdasarkan teknik pembelajaran *neuro-adaptive*. Perubahan parameter-parameter fungsi keanggotaan *antecedent* dan *consequent* sedemikian rupa yang menghasilkan keluaran FIS mengikuti data output mirip dengan metode yang digunakan dalam jaringan syaraf tiruan.

Sistem *neuro-fuzzy* bekerja berdasar pada sistem inferensi fuzzy yang dilatih menggunakan algoritma pembelajaran yang diturunkan dari sistem jaringan syaraf tiruan, sehingga sistem *neuro-fuzzy* memiliki semua kelebihan yang dimiliki oleh sistem inferensi fuzzy dan sistem jaringan syaraf tiruan. Dari kemampuannya untuk belajar maka sistem *neuro-fuzzy* sering disebut sebagai ANFIS. Sistem inferensi fuzzy yang digunakan adalah sistem inferensi fuzzy model Tagaki-Sugeno-Kang (TSK) orde satu dengan pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan komputasi.

ANFIS adalah jaringan *neuro-fuzzy* yang terdiri atas lima *layer* dan setiap *layer* terdapat simpul, dengan struktur disajikan pada Gambar 3. Terdapat dua macam simpul, yaitu simpul adaptif dan simpul tetap. Simpul adaptif bersimbol kotak, yang berarti parameter bisa berubah dengan proses pembelajaran. Simpul tetap bersimbol lingkaran. Simpul pada *Layer 1* adalah simpul adaptif (parameter dapat berubah).  $X$  dan  $Y$  adalah masukan pada simpul  $i$ , sedangkan  $A_i$  (atau  $B_i$ ) adalah fungsi keanggotaan masing-masing simpul. Parameter pada fungsi keanggotaan dinamakan parameter premis yang adaptif. Simpul pada *Layer 2* adalah nonadaptif (parameter tetap). Fungsi simpul ini adalah mengalikan setiap sinyal masukan yang datang. Tiap keluaran simpul menyatakan derajat pengaktifan (*firing strength*) tiap

aturan fuzzy. *Layer 3* adalah simpul nonadaptif yang fungsi derajat pengaktifannya ternormalisasi (*normalized firing strength*). *Layer 4* adalah simpul adaptif dengan fungsi derajat yang sudah dinormalisasi pada simpul 3, lalu melibatkan parameter yang dinamakan parameter konsekuen yang adaptif. *Layer 5* hanya ada satu simpul tetap yang berfungsi untuk menjumlahkan semua masukan dari simpul sebelumnya.



Gambar 3. Struktur ANFIS

ANFIS dilatih dengan algoritma pelatihan dua arah, yaitu langkah maju dan langkah balik. Pada langkah maju, parameter premis tetap, sedangkan parameter konsekuen diidentifikasi dengan metode *Least Squares Estimator* (LSE). Pada langkah balik, sinyal error antara keluaran yang diinginkan dan keluaran aktual dirambatkan mundur, sedangkan parameter premis diperbaharui dengan metode penurunan gradien. Satu kali langkah maju dan balik ini dinamai dengan satu *epoch*. Untuk meningkatkan performa, biasanya langkah ini dilakukan berulang-ulang sampai didapatkan hasil yang optimal (Tettamanzi, 2010).

Dua tahap pertama dari proses inferensi fuzzy adalah fuzzifikasi input dan penerapan operator fuzzy. Output dari fungsi keanggotaan Sugeno adalah linear atau konstan. Aturan dalam model fuzzy Sugeno memiliki dua komponen utama, bagian *antecedent* dan *consequent* yang memiliki bentuk: jika  $x_1$  adalah  $A_{i1}$  dan  $x_2$  adalah  $A_{i2}$ , maka  $y_i$  adalah  $f_i(x)$ . Dengan  $x_1, x_2$  adalah variabel input ke ANFIS.  $A_{i1}, \dots, A_{in}$  adalah variabel linguistik dari fungsi keanggotaan input untuk aturan ke- $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) dan  $y_i$  adalah bagian konsekuen dari aturan ke- $i$ . Set fuzzy  $A_{ij}$  pada layer satu menggunakan fungsi keanggotaan *Gaussian* untuk setiap variabel input dan memiliki bentuk yang ditunjukkan dalam Persamaan (5).

$$A_{ij}(x) = e^{-\frac{(x_j - m_{ij})^2}{\sigma_{ij}}} \dots \dots \dots (5)$$

Dengan  $m_{ij}$  dan  $\sigma_j$  adalah pusat dan lebar fuzzy set  $A_{ij}$  masing-masing. Parameter dari lapisan ini adalah parameter *antecedent*. Output dari sistem inferensi fuzzy dengan  $n$  aturan dihitung dengan menimbang nilai riil bagian *consequent* dari semua aturan dengan yang sesuai nilai keanggotaan yang ditunjukkan dalam Persamaan (6,7,8).

$$y = \sum_{i=1}^n (w_i f_i) = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i f_i)}{\sum_{i=1}^n (w_i)} \dots \dots \dots (6)$$

$$w_i = \prod_{j=1}^n A_{ij}(x_j) \dots \dots \dots (7)$$

$$y_i = f_i(x) = a_i x_1 + b_i x_2 + c_i \dots \dots \dots (8)$$

Variabel  $a_i, b_i$  dan  $c_i$  adalah himpunan parameter *consequent*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

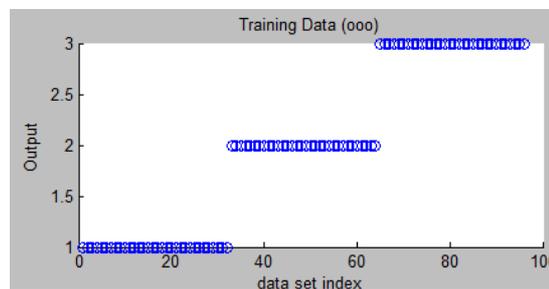
### HASIL

Dalam penelitian ini dilakukan identifikasi terhadap jenis penyakit daun padi. Ciri penyakit daun padi didapatkan dari citra daun padi yang terjangkit penyakit yang berhasil dikumpulkan. Penyakit daun padi dikategorikan kedalam tiga kelas penyakit, yaitu *bacterial leaf blight*, *brown spot* dan *leaf smut*. Kategori tersebut berdasarkan ciri pada daun padi yang terjangkit penyakit.

Penyakit daun padi jenis *Bacterial leaf blight* diakibatkan oleh bakteri yang menyerang pada bagian daun, serangan dimulai pada tepi daun. Daun yang terserang akan mengering berwarna hijau kelabu, helaian daun melengkung diikuti dengan melipatnya helaian daun, sepanjang ibu tulang daun berwarna kuning. Penyakit daun padi jenis *Brown spot* mempunyai ciri bercak pada daun yang khas berbentuk oval, berukuran variatif, bentuk dan gejala seragam dan seringkali tersebar diseluruh permukaan daun. Bercak berwarna coklat dilingkari dengan warna abu bagian tengah bercak bulat berwarna putih. Gejala yang masih muda berupa binik-bintik coklat atau coklat keabuan. Pada varietas peka bercak akan lebih lebar berukuran mencapai 1 cm atau lebih. Jika bercak memenuhi permukaan daun maka akan berakibat daun menjadi layu. Penyakit daun padi jenis *Leaf smut* diakibatkan oleh jamur patogen yang mengakibatkan munculnya bercak-bercak yang kecil, berbentuk garis pendek, lingkaran atau elips dengan ukuran panjang 0.5 – 5 mm dan lebar 0.5 – 1.5 mm. Apabila serangannya berat maka daun akan menguning dan menggulung.

Proses untuk melakukan identifikasi jenis penyakit daun padi ke dalam tiga jenis penyakit daun tersebut menggunakan ANFIS. Parameter penduga yang digunakan untuk melakukan identifikasi jenis penyakit daun padi tersebut adalah tekstur, dengan penciri tekstur berupa entropi, kontras, energi dan homogenitas. Dengan jumlah parameter penduga yang tidak terlalu banyak, maka identifikasi dapat dilakukan menggunakan ANFIS. Keterbatasan ANFIS adalah tidak dapat menerima jumlah input yang terlalu banyak. Dalam penelitian ini tidak dilakukan pengolahan citra untuk memperbaiki kualitas citra maupun segmentasi citra dari citra yang digunakan.

Ekstraksi ciri dilakukan menggunakan metode *gray-level co-occurrence matrix* (GLCM) dan dilakukan transformasi data ke dalam rentang 0 dan 1. Data yang telah ditransformasi kemudian dibagi ke dalam data *training* dan *testing* dengan prosentase 80% dan 20%, sehingga data siap digunakan untuk pemodelan menggunakan ANFIS. Sebarang data *training* diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Sebaran data *training*

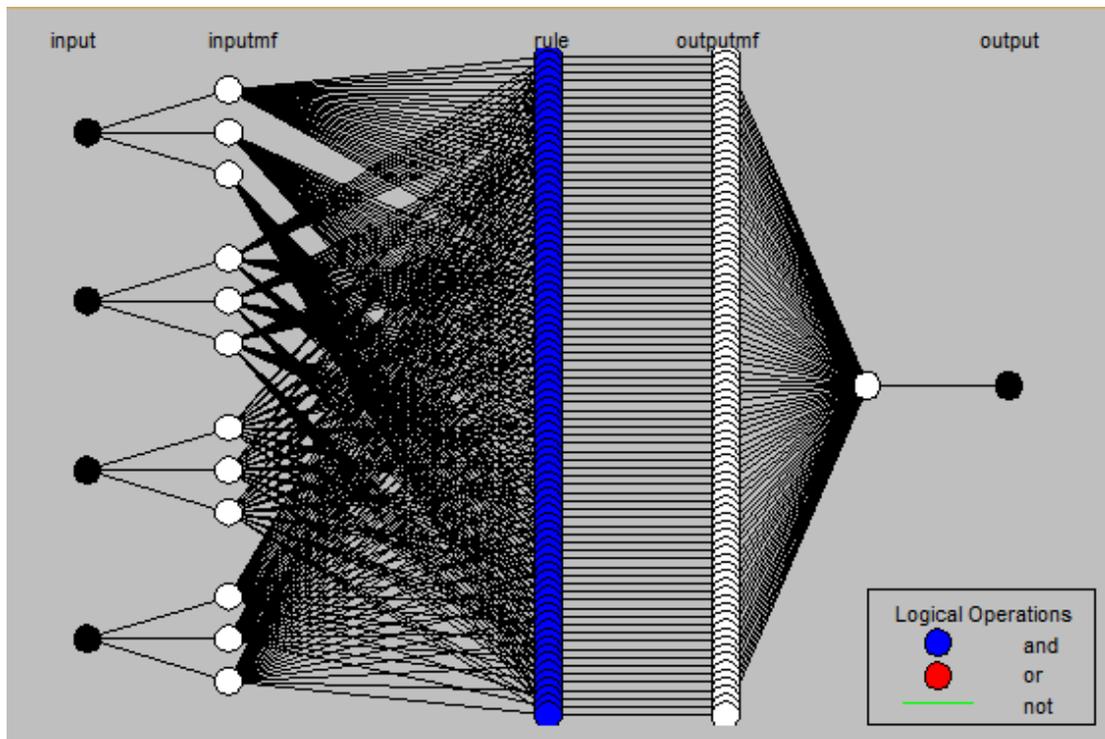
#### 1). Inisialisasi *Fuzzy Inference System* (FIS)

Inisialisasi FIS dilakukan untuk mengeset harga awal parameter-parameter fungsi keanggotaan dalam FIS. Pada penelitian ini dipilih metode inisialisasi *default*, yaitu *Grid Partition*. Jumlah fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah 3, tipe membership function adalah *gaussmf*, fungsi keanggotaan output adalah *liniar*, yaitu fungsi keanggotaan output berupa suatu persamaan garis. Inisialisasi FIS disajikan pada Tabel 1. Struktur jaringan dalam ANFIS serupa dengan struktur jaringan syarat yang memetakan input menjadi output melalui fungsi-fungsi keanggotaan

dan parameter-parameter yang diasosiasikan dengannya. Struktur model ANFIS yang terbentuk disajikan pada Gambar 5.

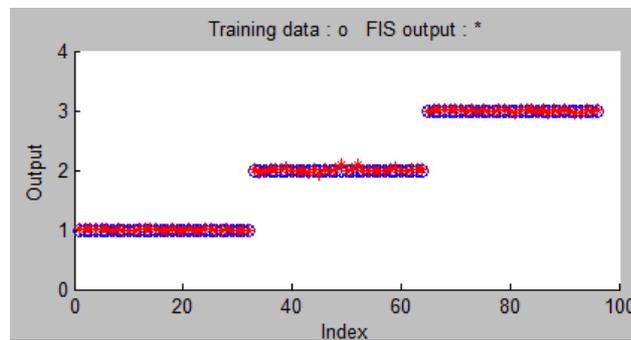
**Tabel 1. Inisialisasi FIS**

Parameter	Type
Metode inisialisasi	Grid Partition
Number of Membership Function	3
Membership Function Type	Gaussmf
Output membership function type	Linear



**Gambar 5. Struktur model Anfis**

**2). Pelatihan ANFIS**



**Gambar 6. Plot output FIS versus output data training**

Fungsi ANFIS adalah menyusun FIS dengan mengoptimalkan parameter fungsi keanggotaan. Optimasi dilakukan menggunakan algoritma *backpropagation* yang dikombinasikan dengan *least squares*. Proses ini merupakan proses belajar berdasarkan data input dan output. Untuk menentukan waktu berhenti pelatihan digunakan *stopping criterion* berupa *error tolerance*. ANFIS akan

berhenti melatih FIS setelah *training* data error memasuki daerah *error tolerance*. *Error tolerance* pada penelitian ini diberi harga *default*, yaitu 0 dan set *epochs* diberi harga 50. Plot error selama pelatihan atau selisih keluaran FIS dengan data *training* adalah sebesar 0.01973. Plot output FIS versus output pada data *training* disajikan pada Gambar 6.

### 3). Pengujian FIS

Setelah dilakukan pelatihan, ANFIS telah memilihkan parameter-parameter fungsi keanggotaan yang menghasilkan minimum *checking error* untuk FIS. Selanjutnya adalah menguji kemampuan pengenalan FIS yang sudah dilatih tersebut dalam mengidentifikasi penyakit daun padi. FIS berhasil mengidentifikasi penyakit daun padi jenis *bacterial leaf blight* dan *Brown spot* secara tepat terhadap semua data testing. Namun FIS hanya dapat mengidentifikasi jenis *leaf smut* sebagai *leaf smut* sebanyak 7 data, sedangkan sisanya sejumlah 1 data teridentifikasi sebagai *brown spot*. Hasil pengujian FIS terhadap data testing disajikan dalam matriks konfusi pada Tabel 2. Kemampuan pengenalan (akurasi) FIS terhadap penyakit daun padi jenis *Bakterial leaf blight* dan *brown spot* adalah sebesar 100%, sedangkan kemampuan penganalan (akurasi) terhadap penyakit daun padi jenis *leaf smut* sebesar 87,5%, sehingga kemampuan pengenalan (akurasi) rata-rata adalah 98,5%.

**Tabel 2. Matriks Konfusi Hasil Prediksi ANFIS**

		Prediksi ANFIS		
		Bacterial leaf Blight	Brown spot	Leaf smut
Asal	Bacterial leaf Blight	8	0	0
	Brown spot	0	8	0
	Leaf smut	0	1	7

## PEMBAHASAN

Kemampuan pengenalan (akurasi) rata-rata yang didapatkan untuk identifikasi penyakit daun padi ke dalam tiga jenis penyakit, yaitu *Bacterial Leaf Blight*, *Brown Spot*, dan *Leaf Smut* dengan parameter penduga berupa energi, kontras, homogenitas dan entropi sebagai penciri tekstur menggunakan ANFIS pada penelitian ini sebesar 98,5%. Hal ini berbeda dengan kemampuan pengenalan (akurasi) pada klasifikasi penyakit daun padi dengan menggunakan SVM dengan pengolahan citra berupa penghilangan *background* citra, *k-fold cross validation* untuk  $k = 5$  dan  $k = 10$ , dan parameter penduga berupa kontras, energi, korelasi, dan homogenitas yang menghasilkan akurasi sebesar 73,33%, (*Harshadkumar et al., 2017*). Dalam hal ini ANFIS mempunyai kemampuan pengenalan yang lebih besar daripada SVM.

Hasil penelitian ini berbeda pula dengan identifikasi kanker payudara yang juga menggunakan ANFIS, yang mengidentifikasi kanker payudara ke dalam kelas sensitivitas dan spesifisitas dengan parameter penduga berupa gejala kanker payudara, yang menghasilkan akurasi 84.5% (*Alireza et al., 2017*). Dalam hal ini metode identifikasi yang digunakan sama namun data yang digunakan berbeda. Dalam penelitian ini digunakan data berupa citra, sedangkan *Alireza et al. (2017)* menggunakan data berupa gejala-gejala kanker payudara.

Berbeda pula dengan deteksi memar pada buah bayberry china yang mengidentifikasi buah berdasarkan parameter penduga berupa dimensi fractal dan RGB menggunakan ANFIS dengan akurasi 90% (*Zheng H et al., 2011*). Dalam hal ini data yang digunakan sama, yaitu berupa citra, namun berbeda pada parameter penduganya.

## PENUTUP

### Simpulan

Kemampuan pengenalan (akurasi) ANFIS terhadap penyakit daun padi jenis *Bacterial leaf blight* dan *brown spot* sebesar 100%, sedangkan kemampuan pengenalan (akurasi) terhadap penyakit daun padi jenis *leaf smut* sebesar 87,5%, sehingga kemampuan pengenalan (akurasi) rata-rata adalah 98,5%. Parameter penduga yang digunakan adalah energi, kontras, homogenitas dan entropi sebagai penciri tekstur tanpa dilakukan pengolahan citra berupa perbaikan kualitas citra maupun segmentasi citra. Dalam *generate* FIS menggunakan *Grid Partition*, jumlah fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah 3, tipe *membership function* adalah *gaussmf*, dan fungsi keanggotaan output adalah *liniar*. Error selama pelatihan atau selisih keluaran FIS dengan data *training* adalah sebesar 0.01973. Berdasarkan kemampuan pengenalan (akurasi) ANFIS layak digunakan untuk indentifikasi penyakit daun padi ke dalam kelas *Bacterial Leaf Blight*, *Brown Spot*, dan *Leaf Smut*.

### Saran

Perlu dilakukan praproses untuk meningkatkan kualitas citra dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan pengenalan (akurasi) pada penyakit daun padi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alireza Atashi, Najmeh Nazeri, Ebrahim Abbasi, Sara Dorri, Mohsen Alijani-Z. 2017. Breast Cancer Risk Assessment Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) and Subtractive Clustering Algorithm. *Multidiscip Cancer Invest* 1(2).
- Altug, S., Chow, M.Y., Trussell, H.J., 1999. Fuzzy inference systems implemented on neural architectures for motor fault detection and diagnosis. *IEEE Transactions on Industrial Electronics* 46 (6), 1069–1079.
- Ghoush, M.A., Samhoury, M., Al-Holy, M., Herald, T., 2008. Formulation and fuzzy modeling of emulsion stability and viscosity of a gum-protein emulsifier in a model mayonnaise system. *Journal of Food Engineering* 84, 348–357.
- Haralick RM, Shanmugam K, dan Dinstein I. 1973. Textural Features for Image Classification. *IEEE Trans on Syst Man Cybernatics* 3(6) : 610-621.
- Harshadkumar B. Prajapati , Jitesh P. Shah and Vipul K. Dabhi. 2017. Detection and classification of rice plant diseases. *Intelligent Decisicion Technologies* 11: 357-373.
- Hong Zheng a, Bo Jiang b, Hongfei Lu. 2010. An adaptive neural-fuzzy inference system (ANFIS) for detection of bruises on Chinese bayberry (*Myrica rubra*) based on fractal dimension and RGB intensity color. *Journal of Food Engineering* 104: 663-667.
- Jang, J.S.R., Sun, C.T., 1995. Neuro-fuzzy modeling and control. *Proceedings of IEEE* 83 (3), 378–405.
- Naba, Agus. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi.
- S.Gokulnath, E.Mytheli, S.Pragathi, R.Preethi, A.Rathi Priya. 2019. Classification of Banana Leaf Disease Using ANFIS. *International Journal of Innovative Research of Science, Engineering and Technology* 8(3): 2250-3021.
- S. K. Verma dan M Dutta. 2018. Mushroom Classification using ANN and ANFIS Algorithm. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)* 8(1): 2250-3021.
- Tettamanzi, Andrea and Marco Tomassini. 2001. *Soft Computing: Integrating Evolutionary, Neural, and Fuzzy Systems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: Germany.

*[halaman ini sengaja dikosongkan]*