

# Deteksi Penyakit Tanaman Daun Bayam Menggunakan Metode GLCM dan Artificial Neural Network (ANN)

Fitriaty Ishanan, Yasin Aril Mustofa\*

Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo

e-mail: [fitri\\_ishananan@gmail.com](mailto:fitri_ishananan@gmail.com), \*[arielccc@gmail.com](mailto:arielccc@gmail.com)

**Abstrak**— Deteksi penyakit tanaman dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga kelompok penyakit daun yaitu Karat Putih, Virus Keriting, Kekurangan Mangan. Pengumpulan data yang diambil dari data real berjumlah 101 image yang dipakai dalam penelitian ini terdiri 81 data training dan 20 data testing yang merupakan data image RGB dengan format JPG. Masing-masing data terdiri dari tiga kategori penyakit, untuk data training terdiri dari 16 image daun penyakit karat putih, 13 image daun penyakit kekurangan mangan dan 14 image daun penyakit virus keriting. Sedangkan untuk data testing terdiri dari 6 image daun penyakit karat putih, 7 image daun penyakit kekurangan mangan dan 7 image daun penyakit virus keriting. Data citra tersebut diolah menjadi citra grayscale yang kemudian dilakukan deteksi penyakit daun. Setelah didapat penyakit daun kemudian dilakukan segmentasi pada bagian lokasi daun yang ditemukan. Selanjutnya dilakukan perhitungan ciri menggunakan gray level co-occurrence matrix. Algoritma yang digunakan untuk proses klasifikasi adalah algoritma Artificial Neural Network. Hasil akhir pengujian menunjukkan bahwa metode yang diusulkan telah mampu mendeteksi penyakit daun bayam dengan hasil akurasi yang dihitung menggunakan confusion matrix sebesar 90%.

**Kata kunci**: Deteksi Penyakit Daun Bayam, Gray Level Co-Occurrence Matrix, Artificial Neural Network

**Abstract**— Disease detection in this study was divided into three groups of leaf diseases, namely White Rust, Curly Virus, Manganese Deficiency. The collection of data taken from real data amounted to 101 images used in this study consisting of 81 training data and 20 testing data which are RGB image data in JPG format. Each data consisted of three disease categories, for the training data consisted of 16 images of leaves of white rust disease, 13 images of leaves of manganese deficiency disease and 14 images of leaves of curly virus disease. Meanwhile, the testing data consisted of 6 images of leaves of white rust disease, 7 images of leaves of manganese deficiency disease and 7 images of leaves of curly virus disease. The image data is processed into a grayscale image which is then detected for leaf disease. After obtaining leaf disease, then segmentation is carried out on the location of the leaves found. The next step is to calculate the features using a gray level co-occurrence matrix. The algorithm used for the classification process is the Artificial Neural Network algorithm. The final result of the test shows that the proposed method has been able to detect spinach leaf disease with an accuracy calculated using a confusion matrix of 90%.

**Keywords**: Spinach Leaf Disease Detection, Gray Level Co-Occurrence Matrix, Artificial Neural Network

## I. PENDAHULUAN

Di berbagai negara, penyakit pada tanaman pertanian dan perkebunan sangat merugikan. Berbagai solusi dan metode telah dilakukan agar tidak terjadi penyebaran penyakit ke tanaman yang lain. Salah satu metode yang saat ini banyak dikembangkan yaitu metode deteksi jenis penyakit tanaman menggunakan *artificial intelligent*. Pendeteksian penyakit tanaman yang dimaksud bisa dilakukan dengan secara langsung pada tanaman. Menurut para ahli deteksi penyakit tanaman harus benar-benar teliti di dalam melakukan pendeteksian tersebut karena minimnya waktu jika dilakukan di perkebunan yang luas oleh karena itu dibutuhkan waktu yang banyak apalagi memakai metode manual. Deteksi penyakit tanaman secara otomatis merupakan topik yang menjadi fokus utama para pemilik perkebunan ataupun yang tertarik dengan bidang agrikultur. Berdasarkan pengamatan bahwa perkembangan teknologi visual dan produk digital ditunjang karena menggunakan pemrosesan gambar jika

dilakukan dengan metode deteksi otomatis. Berdasarkan dari bentuk daun yang terkena penyakit, tekstur dan warna dapat dikategorikan masuk dalam pendeteksian. Bagaimanapun juga, deteksi otomatis ini masih banyak kekurangan dikarenakan sangat kompleksnya tanda dari penyakit tanaman itu sendiri [1].

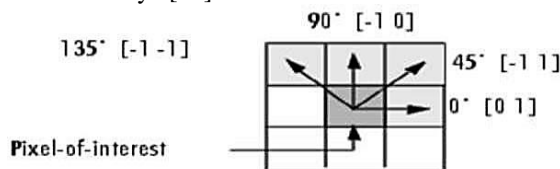
Tanaman daun bayam merah (*blitum album*) merupakan jenis tanaman penting bagi kesehatan karena mempunyai banyak kandungan zat gizi alami seperti vitamin, mineral, dan antioksidan. Sangat membantu penjaagaan kesehatan jika kita selalu mengkonsumsi sayuran bayam tersebut karena kandungan gizi dan serat alaminya pun diakui para masyarakat bahwa dapat melindungi dan menjaga daya tahan tubuh serta melancarkan pencernaan. Hal ini memudahkan sisa-sisa metabolisme yang tidak berguna keluar dari tubuh sehingga tidak mengendap dan menimbulkan penyakit, begitu banyak hal positif yang kita dapatkan jika kita mengkonsumsi tanaman bayam ini setiap hari, Akan tetapi

meskipun tanaman ini merupakan tanaman yang kaya akan vitamin dan nutrisinya, bayam juga biasa terserang penyakit berikut ini beberapa penyakit daun bayam yaitu karat putih, virus keriting (spinach blight), kekurangan mangan(Mn) [2].

## II. STUDI PUSTAKA

### Penelitian Terkait

Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) adalah salah satu ekstraksi order kedua pada fitur statistic tekstur. Ekstraksi order kedua menunjukkan hubungan statistic antara 2 piksel. GLCM adalah sebuah matriks dengan jumlah baris dan kolom sebanding dengan jumlah Gray Level (G) dalam suatu citra. Metode GLCM menggunakan citra berkala keabuan(Grayscale). GLCM merupakan suatu metode untuk melakukan ekstraksi ciri berbasis statistik, perolehan ciri diperoleh dari nilai piksel matrix yang mempunyai nilai tertentu dan membentuk suatu sudut pola . GLCM merepresentasikan hubungan dua piksel yang bertetangga dimana dua piksel yang berhubungan tersebut memiliki intensitas keabuan tertentu serta memiliki jarak dan arah tertentu diantara keduanya. Jarak dinyatakan piksel dan arah dinyatakan sudut. Jarak dapat bernilai 1, 2, 3 dan seterusnya sedangkan arah dapat bernilai 0°, 45°, 90°, 135° dan seterusnya [23].



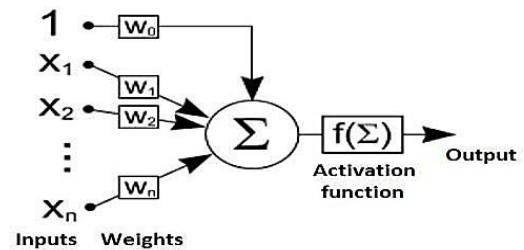
Gambar 1. Piksel dengan berbagai sudut [23]

Sebagai ilustrasi, ketetanggaan piksel yang dapat dipilih ke arah timur (kanan). Salah satu untuk merepresentasikan hubungan ini yaitu berupa (1,0), yang menyatakan hubungan dua piksel bernilai 1 diikuti dengan piksel bernilai 0, sehingga jumlah kelompok piksel memenuhi hubungan tersebut dihitung[23].

Artificial Neural Network (ANN) adalah salah satu algoritma komputasi cerdas pada bidang machine learning. Algoritma ini terdistribusi paralel, terbuat dari unit-unit yang sederhana, dan memiliki kemampuan untuk menyimpan pengetahuan yang diperoleh secara eksperimental dan siap pakai untuk berbagai tujuan. ANN meniru otak manusia dari sudut: (1) Pengetahuan diperoleh oleh network dari lingkungan, melalui suatu proses pembelajaran; (2) Kekuatan koneksi antar unit yang disebut synaptic weights, berfungsi untuk menyimpan pengetahuan yang telah diperoleh oleh network tersebut. Pada tahun 1943, Mc. Culloch dan Pitts memperkenalkan model matematika yang merupakan penyederhanaan dari struktur sel saraf yang sebenarnya.

$$y = f\left(\sum_{i=1}^n X_i W_i\right) \quad (1)$$

Korelasi antara ketiga komponen pada persamaan di atas yaitu: Signal x berupa vektor berdimensi n ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ )T akan mengalami penguatan oleh synapse w ( $w_1, w_2, \dots, w_n$ )T. Selanjutnya akumulasi dari penguatan tersebut akan mengalami transformasi oleh fungsi aktivasi f. Fungsi f ini akan memonitor, bila akumulasi penguatan signal itu telah melebihi batas tertentu, maka sel neuron yang semula berada dalam kondisi “0”, akan mengeluarkan signal “1”. Berdasarkan nilai output tersebut (y), sebuah neuron dapat berada dalam dua status: “0” atau “1”. Neuron disebut dalam kondisi firing bila menghasilkan output bernilai “1”.



Gambar 2. Neural Network Model

Gambar 2 memperlihatkan bahwa sebuah neuron memiliki tiga komponen:

1. Synapse ( $w_1, w_2, \dots, w_n$ ) T;
2. Alat penambah (adder);
3. fungsi aktivasi (f).

Sebuah neural network dapat dianalisa dari dua sisi [24]:

1. Bagaimana neuron-neuron tersebut dirangkai dalam suatu jaringan (arsitektur);
2. Bagaimana jaringan tersebut dilatih agar memberikan output sesuai dengan yang dikehendaki (algoritma pembelajaran).

Algoritma pembelajaran ini menentukan cara bagaimana nilai penguatan yang optimal diperoleh secara otomatis. Berdasarkan arsitekturnya, neural network dapat dikategorikan, antara lain, singlelayer neural network, multilayer neural network, dan recurrent neural network. Berbagai algoritma pembelajaran antara lain Hebb's law, Delta rule, Backpropagation algorithm, dan Self Organizing Feature Map. Berawal dari diperkenalkannya model matematika neuron oleh Mc. Culloch dan Pitts, penelitian di bidang neural network berkembang cukup pesat, dan mencapai puncak keemasan pertama pada era tahun 60, dan puncak kedua pada pertengahan tahun 80-an [24].

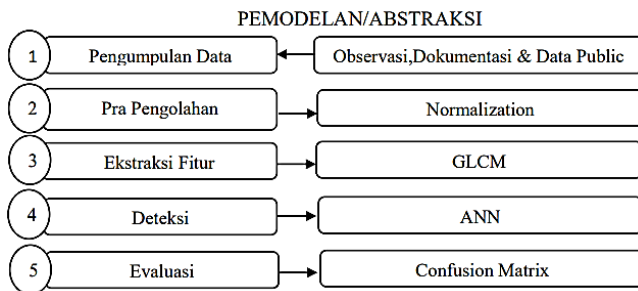
Dewasa ini, neural network telah diaplikasikan di berbagai bidang. Hal ini dikarenakan

1. Dapat memecahkan problema non-linear yang umum dijumpai di aplikasi;
2. Kemampuan memberikan jawaban terhadap pattern yang belum pernah dipelajari
3. (generalization);
4. Dapat secara otomatis mempelajari data numerik yang diajarkan pada jaringan tersebut.

### III. METODE

#### Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini tahapan penelitian ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini :



Gambar 3. Tahapan Penelitian

#### Pengumpulan Data

Data primer penelitian ini adalah penyakit daun bayam (*blitum album*) yang merupakan data observasi dan dokumentasi. Citra yang dikumpulkan dibagi menjadi dua dataset yaitu: data latih dan data uji. Data latih yang digunakan sebagai pembandingan terhadap data uji pada proses pendeteksian penyakit daun bayam. Sedangkan data uji adalah data digunakan untuk mengetahui hasil deteksi jenis penyakit pada daun bayam yang didapatkan melalui proses deteksi.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pra pengolahan

Pada tahap ini, data yang telah ada dilakukan praproses terlebih dahulu. Praproses dilakukan secara manual dengan mengubah warna latar pada citra daun menjadi putih. Proses untuk mengubah warna dilakukan dengan memisahkan citra daun dari latarnya dan memindahkan citra tersebut ke sebuah latar putih berukuran 318\*318 pixel. Selanjutnya, dilakukan normalisasi histogram pada setiap gambar untuk membuat kesamaan nilai thresholding masing-masing gambar. Setelah setiap gambar telah dinormalisasi, kemudian dilakukan teknik threshold untuk mendeteksi penyakit yang ada. Pada proyek ini dilakukan threshold bawah, yaitu mengambil warna yang mendekati nilai 0 pada channel green untuk mendeteksi penyakit blackspot. Selain itu dilakukan threshold atas yaitu mengambil warna yang mendekati nilai 255 pada channel green dan yellow untuk mendeteksi penyakit frog-eye.

#### Ekstraksi Ciri

Pada proses ekstraksi ciri data input akan dibaca dan kemudian diolah dalam dua proses yang berlainan. Proses ekstraksi fitur tekstur menggunakan metode GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix). Masukan dari proses ini adalah citra penyakit daun bayam. Semua citra diambil pada

kondisi pencahayaan yang terang. Output dari proses ini adalah matriks  $N \times 1$  dimana  $N$  adalah jumlah vektor ciri.

#### Data Training

Data training ini merupakan kumpulan data yang telah terdeteksi penyakitnya yang selanjutnya akan dilatih menggunakan algoritma Artificial Neural Network backpropagation. Jumlah data training yang digunakan berupa 10% dari sampel daun bayam dengan deteksi penyakit yang berbeda. Data training ini berupa hasil dari ekstraksi GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix) terhadap penyakit daun bayam.

#### Training ANN

Proses Training menggunakan ANN menjadikan data training yang berupa angka atau parameter hasil dari citra penyakit tanaman daun bayam yang telah diolah melalui fitur ekstraksi GLCM sebagai data inputan untuk algoritma ANN. Arsitektur dari algoritma ANN akan dilakukan secara eksperimen dan studi kasus untuk menentukan komposisi jumlah layer dan neuron yang tepat untuk mendapatkan hasil kinerja terbaik. Kemudian mengambil mayoritas hasil ketentuan yang telah didapatkan untuk dijadikan pendeteksian dari test.

#### Model Deteksi

Model deteksi merupakan tahapan yang terdiri dari input, hidden layer dan output dengan kombinasi bobot terbaik yang dihasilkan dari proses pelatihan data training menggunakan metode ANN. Model ini akan digunakan untuk pendeteksian dan testing berdasarkan output yang dihasilkan tersebut.

#### Data Testing

Data testing merupakan data yang telah terdeteksi penyakitnya, untuk menguji data yang telah dilatih, jumlah data training yang digunakan berupa 90% dari sampel daun bayam dengan deteksi penyakit yang berbeda. Data testing merupakan ciri dari hasil ekstraksi GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix) terhadap penyakit tanaman daun bayam.

#### Hasil Deteksi

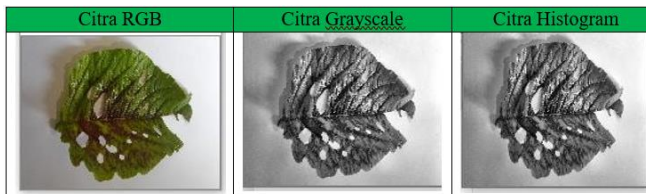
Hasil deteksi merupakan output, pada data testing yang didapatkan dari proses deteksi yang menggunakan algoritma ANN berdasarkan model yang diperoleh dari data training.

#### Evaluasi

Proses evaluasi bertujuan untuk mengetahui kinerja dari metode GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix) terhadap penyakit tanaman daun bayam yang digunakan. Proses evaluasi dilakukan pada seluruh data testing kemudian hasil output yang akan dipetakan ke dalam Confusion Matrix untuk dihitung nilai akurasi.

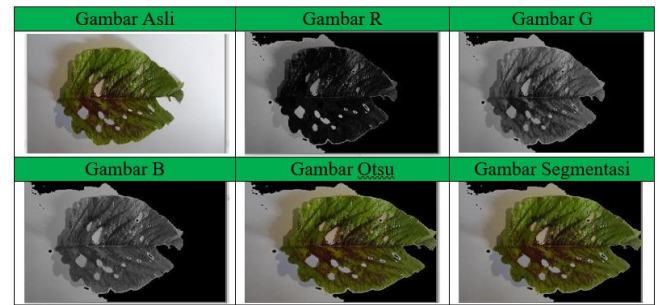
## Hasil Pemodelan

1. Pengubahan citra warna ke grayscale dan normalisasi citra dengan menggunakan Histogram Equalization  
Pra-pengolahan pertama yang akan dilakukan adalah merubah citra training atau citra testing yang awalnya berbentuk citra dari RGB ( red, green, blue) menjadi citra bentuk grayscale, perubahan ini dilakukan karena citra grayscale memiliki persamaan yang sederhana dan mampu mengurangi kebutuhan memory dimana nilai warna putih diwakili dengan angka 255 dan nilai warna hitam diwakili dengan angka 0. Setelah citra asli di konversi ke citra abu-abu maka pra-pengolahan selanjutnya adalah normalisasi citra dengan histogram ekualisasi. Histogram ekualisasi adalah sebuah proses yang mengubah distribusi nilai derajat keabuan pada sebuah citra sehingga menjadi seragam. Tujuan dari histogram equalization adalah untuk memperoleh penyebaran histogram yang merata sehingga setiap derajat keabuan memiliki jumlah piksel yang relatif sama. Berikut gambar proses perubahan citra warna ke grayscale dan normalisasi citra abu-abu dengan histogram ekualisasi.



**Gambar 4.** Hasil output dari proses konversi RGB ke Grayscale dan Grayscale ke Histogram Equalization

2. Citra Segmentasi  
Segmentasi citra merupakan bagian dari proses pengolahan citra. Segmentasi citra (image segmentation) mempunyai arti membagi suatu citra menjadi wilayah-wilayah yang homogeny berdasarkan kriteria keserupaan tertentu antara tingkat keabuan suatu piksel dengan tingkat keabuan piksel-piksel tetangganya, kemudian hasil dari proses segmentasi ini akan digunakan untuk proses lebih lanjut.
3. Metode Otsu Thresholding  
Metode otsu merupakan salah satu metode untuk segmentasi citra digital dengan menggunakan nilai ambang secara otomatis, yakni mengubah citra digital warna abu-abu menjadi hitam putih berdasarkan perbandingan nilai ambang dengan nilai warna piksel citra digital. Metode Otsu Thresholding diperkenalkan pertama kali oleh Nobuyuki Otsu, dalam jurnal ilmiahnya yang berjudul “A Thresholding Selection Method from Grayscale Histogram” pada tahun 1979. Berikut ini proses citra RGB yang di ubah ke Segmentasi beserta perintah yang digunakan dalam bahasa python dan hasil outputnya:



**Gambar 5.** Citra Segmentasi

4. Ekstraksi Fitur  
Tahap ini dilakukan untuk proses mengubah gambar segmentasi menggunakan ekstraksi fitur GLCM. GLCM merepresentasikan hubungan dua piksel yang bertetangga dimana dua piksel yang berhubungan tersebut memiliki intensitas keabuan tertentu serta memiliki jarak dan arah tertentu diantara keduanya. Jarak dinyatakan piksel dan arah dinyatakan sudut. Jarak dapat bernilai 1, 2, 3 dan seterusnya sedangkan arah dapat bernilai 0°, 45°, 90°, 135° dan seterusnya. Berikut contoh perhitungan matrix dengan ukuran 10x10 pixel:

**Tabel 1.** Hasil dari Citra

0	149	146	146	149	147	153	147	148	148	149	147
1	148	146	148	148	145	149	149	151	149	150	151
2	146	145	146	145	147	148	148	147	147	151	149
3	148	148	149	147	146	148	145	147	150	149	152
4	144	149	149	146	147	148	142	149	147	154	152
5	145	146	147	149	149	147	149	152	151	148	150
6	144	146	144	147	146	147	146	146	146	150	148
7	149	147	144	146	149	142	146	148	150	149	148
8	148	147	148	145	146	148	152	146	151	150	148
9	149	143	148	145	145	148	144	147	149	146	147
10	141	145	138	145	149	147	147	146	150	142	150

untuk proses selanjutnya adalah menghitung nilai dari matriks dengan mengisikan jumlah hubungan spasial. Matriks kookurensi yang akan dibuat adalah hubungan spasial untuk d=1 dan sudut 00. Matriks dibuat dengan mengisikan jumlah hubungan sasial yang ada matriks grayscale. Maka didapatkanlah matriks kookurensi seperti pada tabel berikut :

**Tabel 2.** Hasil Matrix GLCM

xy	138	141	142	143	144	145	146	147	148	149
138	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
141	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
142	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
143	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
144	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2
145	1	1	0	0	0	0	4	1	5	2
146	0	0	1	0	3	3	2	6	6	5
147	0	0	0	0	2	2	6	2	5	8
148	0	0	1	1	1	5	4	5	4	3
149	0	0	2	1	1	2	5	8	4	3

Untuk mendapatkan nilai dari normalisasi yaitu dengan cara menjumlahkan semua matriks simetris, kemudian dijadikan pembagi untuk semua piksel yang ada pada matriks simetris.untuk mencari probabilitas maka



digunakan perhitungan  $P(i,j) = (i,j) / \text{total jumlah pasangan}$ .

**Keterangan :**

i dan j adalah sifat keabuan dari resolusi 2 piksel yang berdekatan p (i,j) adalah Probabilitas kolom (i,j).

Dimana total jumlah pasangan = 130

Berikut tabel matriks hasil perhitungan normalisasi:

Tabel 3. . Hasil Normalisasi Matrix

xy	138	141	142	143	144	145	146	147	148	149
138	0	0	0	0	0	0.01538	0	0	0	0
141	0	0	0	0	0	0.00769	0	0	0	0
142	0	0	0	0	0	0	0.00769	0	0.00769	0.01538
143	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00769	0.00769
144	0	0	0	0	0	0	0.01538	0.01538	0	0.01538
145	0.00769	0.00769	0	0	0	0	0.03076	0.00769	0.03846	0.01538
146	0	0	0.00769	0	0.02307	0.02307	0.01538	0.04615	0.04615	0.03846
147	0	0	0	0	0.01538	0.01538	0.04615	0.01538	0.03846	0.06153
148	0	0	0.00769	0.00769	0.00769	0.03846	0.03076	0.03846	0.03076	0.02307
149	0	0	0.01538	0.00769	0.00769	0.01538	0.03846	0.06153	0.03076	0.02307

Setelah didapatkan nilai co-occurrence matriks maka proses selanjutnya adalah menghitung nilai ciri statistiknya. Ciri statistik yang akan di hitung adalah kontras, homogenitas, energy, entropy dan dissimilarity.

## 5. Confusion Matrix

Pada penelitian ini menggunakan confusion Matrix sebagai metode. Dalam perhitungan akurasi pada penerapan deteksi penyakit tanaman daun bayam pengguna e-learning. Evaluasi kinerja deteksi penyakit di dasarkan dari jumlah pengujian objek salah dan benar yang di deteksi.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan diatas maka dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penggunaan metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dalam mengekstraksi ciri daun bayam (blitum album) menggunakan metode Artificial Neural Network mampu menghasilkan tingkat akurasi yang dihitung menggunakan counfusion matrix yaitu sebesar 90%, dan tingkat akurasi dari masing-masing penyakit yaitu karat putih dengan tingkat akurasi 100%, virus keriting hasil akurasi 90%, kekurangan mangan dengan akurasi 90%.
2. Hasil kinerja metode Artificial Neural Network dalam melakukan klasifikasi penyakit pada citra daun bayam (blitum album) sudah cukup baik, Tahap testing menggunakan Algoritma ANN di dapatkan nilai sebesar 0.5546446489 dengan keterangan gambar yang di testing yaitu penyakit karat putih, Apabila hasil MSE < error yang didapatkan maka iterasi berhenti, sebaliknya dilakukan perambatan terus hingga batas perulangan/epoch. hal ini dilihat dari proses klasifikasi menggunakan inputan hasil parameter dari fitur ekstraksi yang mampu mengklasifikasi penyakit sesuai kelas yang telah ditentukan.

## REFERENSI

- [1] Try Sony, Gishella Erdyaning, Amaliya Sukma Ragil Pristiyanto, Muhammad Rizqi, dan Dita Utami Putri, "Deteksi Penyakit Daun Menggunakan Artificial Neural Network (ANN)," 2010.

- [2] Anisa Resti, "Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Daun Bayam (Amaranthus spp.) Menggunakan Destruksi Basah Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)," no. June, 2016.
- [3] J. Biologi, V. No, I. Anastasia, M. Izatti, S. Widodo, and A. Suedy, "Pengaruh Pemberian Kombinasi Pupuk Organik Padat dan Organik Cair Terhadap Porositas Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Bayam (Amarantus tricolor L.)," J. Akad. Biol., vol. 3, no. 2, pp. 1–10, 2014.
- [4] J. P. Informatika et al., "Sistem pakar mendiagnosa hama dan penyakit pada tanaman bayam dengan metode naïve bayes," vol. 17, pp. 473–479, 2018.
- [5] R. K. Dewi and R. V. H. Ginardi, "Identifikasi Penyakit pada Daun Tebu dengan Gray Level Co-Occurrence Matrix dan Color Moments," J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput., vol. 1, no. 2, p. 70, 2014.
- [6] F. S. Ni'mah, T. Sutojo, and D. R. I. M. Setiadi, "Identifikasi Tumbuhan Obat Herbal Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Algoritma Gray Level Co- occurrence Matrix dan K-Nearest Neighbor," J. Teknol. dan Sist. Komput., vol. 6, no. 2, p. 51, 2018.
- [7] M. K. Asmaul Husna Nasrullah, M. K. Amiruddin, M. K. Azminudin Aziz, M.E. Budy Santos, S.Kom., and M. K. Apriyanto Alhamad, Pedoman Penelitian Ilmu Komputer. Gorontalo, 2018.
- [8] Diana Laily Fithri, "Deteksi Penyakit Pada Daun Tembakau Dengan Menerapkan Algoritma Artificial Neural Network," vol. 3, no. 1, pp. 51–58, 2015.
- [9] H. A. T. Zaki Imaduddin, "Deteksi Dan Klasifikasi Daun Menggunakan Metode Adaboost Dan Svm," J. content, 2015.
- [10] Mustika Mentari, Y. A. Sari, and R. K. Dewi, "Deteksi Kanker Kulit Melanoma dengan Linear Discriminant Analysis-fazzy k-Nearest Neighbour Lp-Norm," 2016.
- [11] Agnesia and Gina, "Implementasi Algoritma Backpropagation Jaringan Syaraf Tiruan untuk Mendeteksi Penyakit Tanaman Karet (Hevea brasiliensis)," 2015.
- [12] Buah Salak Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (Jst) dengan Metode F. R.2017. Hartantri and A. Pujiyanta, "Deteksi Penyakit dan Serangan Hama Tanaman Perceptron," 2014.
- [13] Husnul abdi, "Hama dan Penyakit Tanaman serta Cara Mengatasinya yang Perlu Diketahui," 2019.
- [14] Zenzen Zainudhin, "Mengenal penyakit tanaman bayam dan pengendaliannya," 2016. [Online]. Available: <https://www.agrotani.com/penyakit-tanaman-bayam/>.
- [15] R. P. NIM.10110448, "Pembangunan aplikasi deteksi dan tracking warna virtual drawing menggunakan algoritma color filtering," 2015.
- [16] E. Miyamoto and T. M. Jr., "Fast Calculation Of Haralick Texture Features Human Computer Interaction Institute Department of Electrical and Computer Engineering Carnegie Mellon University," Hum. Comput. Interact. Inst. Dep. Electr. Comput. Eng. Carnegie Mellon Univ. Pittsburgh PA, vol. 15213, pp. 1–6, 2011.
- [17] S. in E. Science, "Technogenic Activity of Man and Local Sources of Environmental Pollution," 1981.
- [18] Y. Fernando, "Klasifikasi Jenis Daging Berdasarkan Analisis Citra Tekstur Gray Level Co-Occurrence Matrices ( Glcm ) Dan Warna," Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2017, no. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, pp. 1–7, 2017.
- [19] E. D. Handoyo, "Perancangan Mini Image Editor Versi 1.0 sebagai Aplikasi Penunjang Mata Kuliah Digital Image Processing," J. Inform., vol. 2, no. 2, pp. 145–154, 2006.
- [20] R. Santi, "Mengubah Citra Berwarna Menjadi Gray-Scale dan Citra Biner,"
- [21] A. W. Sanjaya, "Deteksi Penyakit Kulit Menggunakan Analisis Fitur Warna Dan Tekstur Dengan Metode Color Moment, Gray Level Cooccurrence Matrix, Dan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagaton," 2011.
- [22] E. Alvansa, "Texture Recognition Using Glcm Method," 2019.
- [23] M. K. Azminuddin Azis, Manual Artificial Neural Network. .
- [24] Salamadian, "Artificial Intelligence : Pengertian, Fungsi & Contoh Kecerdasan Buatan," 2019.Mahasiswa, "Pengujian Dengan Confusion Matrix," 2018. [Online]. Available: <http://www.kuliahkomputer.com/2018/07/pengujian-dengan-confusion-matrix.html>.