



Automatic Pesticide Spray Based on Digital Image Processing in Chili Plants by Classification Method

Penyemprot Pestisida Otomatis Berbasis Pengolahan Citra Digital pada Tanaman Cabai dengan Metode Klasifikasi

Ian Faizal Idenugraha ¹⁾, Diana Rahmawati ²⁾, Kunto Aji Wibisono ³⁾, Miftachul Ulum ⁴⁾
^{1,2,3,4)}Electrical Engineering Study Program, Trunojoyo University Madura, Bangkalan, Madura, Indonesia

¹⁾ian.antro75@gmail.com

²⁾diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id

³⁾kunto.ajiw@trunojoyo.ac.id

⁴⁾miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id

Abstract. In Indonesia demand for chili still quite high and as if it has become a basic necessity for the community. Along with the world in the food processing industry, there has been an increase in the need for chillies, in addition to the high demand and the selling price of chilli peppers, it has encouraged the interest of the community to cultivate chili plants. However, biotic disorders that cause obstacles in efforts to increase chili production. On the leaves and fruit of the chili plant is a part of body the plant that allows the identification process of disease in the chili plant, because there will be changes in color and texture. The process of disease detection in chili plants through digital image processing using the feature extraction method, which has previously been done pre-processing. Then at the segmentation stage a thresholding operation is carried out to separate the healthy / diseased leaves / chili. For the classification of diseases using BPNN (Backpropagation Neural Network) method. The identification process will results five types of diseases, namely fusarium wilt, bacterial wilt, leaf foliage, curly leaves, and anthracnose. From this data will be sent by smartphone via IoT to the automatic sprayer to spray the type of pesticide in accordance with the dose and type of disease identified. Based on the results of testing using 150 samples of leaf and fruit images on chili plants obtained a success percentage of 43% in the leaves and 83.33% in the chilli fruit.

Keywords: Pre-processing; Thresholding; and Backpropagation Neural Network.

Abstrak. Di Indonesia permintaan akan cabai masih tergolong cukup tinggi dan seakan-akan sudah menjadi bahan kebutuhan pokok bagi masyarakat. Seiring dengan perkembangan dunia di bidang industri pengolahan bahan pangan, terjadi peningkatan kebutuhan akan cabai, selain itu tingginya permintaan dan harga penjualan cabai mendorong minat masyarakat untuk membudidayakan tanaman cabai. Namun, gangguan biotis yang menyebabkan kendala dalam upaya peningkatan hasil produksi cabai. Pada bagian daun dan buah tanaman cabai merupakan bagian tubuh tanaman yang memungkinkan untuk dilakukan proses identifikasi penyakit pada tanaman cabai, karena akan terdapat perubahan warna dan tekstur. Proses deteksi penyakit pada tanaman cabai melalui pengolahan citra digital dengan menggunakan metode ekstraksi ciri, yang mana sebelumnya telah dilakukan *pre-processing*. Kemudian pada tahap segmentasi dilakukan operasi *thresholding* untuk memisahkan antara bagian daun/cabai yang sehat dengan berpenyakit. Untuk pengklasifikasian penyakit menggunakan metode BPNN (*Backpropagation Neural Network*). Proses identifikasi akan menghasilkan lima jenis penyakit, yaitu layu fusarium, layu bakteri, bulai daun, daun keriting, dan antraknosa. Dari data tersebut akan dikirimkan melalui *smartphone* melalui IoT kepada alat penyemprot otomatis untuk menyemprotkan jenis pestisida yang sesuai dengan dosis dan jenis penyakit yang teridentifikasi. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan 150 sampel citra daun dan buah pada tanaman cabai diperoleh persentase keberhasilan sebesar 43% pada bagian daun dan 83,33% pada bagian buah tanaman cabai.

Kata Kunci: Pre-processing; Thresholding; dan Backpropagation Neural Network.

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan akan cabai terus meningkat untuk setiap tahunnya sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri yang membutuhkan bahan baku cabai. Sama halnya dengan komoditas pertanian hortikultura lainnya, seringkali cabai mengalami fluktuasi harga bahkan cenderung mengalami penurunan dan kenaikan secara tajam. Tingginya kenaikan harga cabai menjadi salah satu pemicu kenaikan inflasi harga komoditas lainnya seperti beras dan listrik [1].

Salah satu faktor yang dapat menurunkan jumlah produktivitas cabai adalah penyakit pada tanaman cabai yang disebabkan oleh virus dan cendawan. Beberapa penyakit pada tanaman cabai diantaranya adalah layu fusarium, layu bakteri, bulai daun, daun keriting, dan antraknosa. Sampai saat ini sebagian besar petani cabai di Indonesia masih melakukan penyemprotan pestisida atau fungisida secara manual, sehingga akan memberikan dampak negatif kepada kesehatan tubuh petani dalam jangka waktu pendek maupun panjang [2].

Maka kegiatan penyemprotan pestisida secara manual kurang efektif dan dirasa cukup membahayakan pada kesehatan petani cabai. Karena itu diperlukan suatu sistem yang dapat mendeteksi gejala penyakit pada tanaman cabai sekaligus dapat menyemprotkan pestisida secara otomatis sesuai dengan jenis penyakit pada tanaman cabai. Sehingga diharapkan dapat menjadi sistem yang mampu meningkatkan produktivitas cabai dan aman bagi kesehatan petani cabai.

METODE PENELITIAN

Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian yang berjudul “*Identifikasi Gejala Penyakit Padi Menggunakan Operasi Morfologi Citra*”. Pada penelitian tersebut membahas tentang bagaimana cara yang paling mudah untuk mengidentifikasi jenis penyakit tanaman padi, yaitu dengan cara melakukan proses pengolahan citra digital pada gambar daun padi. Pada proses pengolahan citra untuk mengidentifikasi jenis penyakit tanaman padi dilakukan operasi morfologi pada citra daun padi. Penelitian ini bertujuan agar dapat bermanfaat bagi para petani, khususnya petani tanaman padi [3].

Dalam penelitian yang berjudul “*Aplikasi Biometrika Pengenalan Citra Sidik Jari dengan Metode Minutiae dan Neural Network Backpropagation*”. Penelitian ini membangun sebuah aplikasi biometrika pengenalan sidik jari menggunakan metode Minutiae dan *Backpropagation Neural Network* sebagai metode proses pengenalannya. Citra yang digunakan sebagai objek penelitian adalah citra sidik jari telunjuk dan jari tengah dari kedua tangan dari ATVS Fake Fingerprint Database. Aplikasi ini diprogram menggunakan Matlab dan menggunakan *Diagram Unified Modelling Language* (UML) untuk rancangannya serta pengembangan sistem berupa

prototype. Persentase keberhasilan penelitian ini adalah nilai GAR (*Genuine Acceptance Rate*) sebesar 100% pada citra uji yang dijadikan citra uji. Sedangkan persentase keberhasilan citra uji di luar *database* sebesar 67%. Citra uji sidik jari dengan menggunakan *flat capacitive sensor by Precise Biometrics model Precise 100* menghasilkan persentase keberhasilan sebesar 55% [4].

Dalam penelitian yang berjudul “*Leaf Disease Detection and Clasification using Neural Network*”. Pada penelitian tersebut membahas tentang identifikasi penyakit daun pada tanaman dan klasifikasinya menggunakan pengolahan citra digital. Pada algoritma sistem ini terdapat tiga tahapan, yaitu *Image Pre-processing* dan analisisnya, ekstraksi ciri, dan pengenalan dari penyakit tanaman. Citra daun dilakukan proses capture terlebih dahulu yang kemudian menuju ke proses selanjutnya, yaitu proses *image pre- processing*. Kemudian beberapa parameter penyusun citra daun tanaman seperti intensitas, warna, dan ukuran akan diekstraksi dan dikirimkan ke *support vector mechine* (SVM) dengan *back- propagation neural network* (BPNN) untuk pengklasifikasiannya. Penelitian ini mendapatkan hasil akurasi sistem identifikasi dan klasifikasi penyakit daun tanaman sebesar 88% hingga 92% dari 169 sampel citra daun [5].

Penyakit pada Tanaman Cabai

Berikut ini adalah beberapa jenis penyakit yang terdapat pada tanaman cabai.

1. Layu Fusarium

Gejala penyakit ditandai dengan tanaman tampak layu di siang hari dan kembali segar di sore hari. Penyakit ini disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum* [6]. Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Cabai Rawit dapat dilihat pada Figure 1.

[Figure 1 about here.]

2. Layu Bakteri

Gejala penyakit hampir sama dengan layu fusarium, namun untuk fase penyerangannya lebih cepat. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri parasit *Pseudomonas solanacearum* [7]. Penyakit Layu Bakteri pada Tanaman Cabai Rawit dapat dilihat pada Figure 2.

[Figure 2 about here.]

3. Bulai Daun

Gejala ditandai dengan munculnya bercak-bercak kuning pada daun yang kemudian semakin meluas. Penyakit ini dise-

babkan oleh virus gemini yang bersumber dari hama seperti *aphids*, *thrips*, dan kutu kebul [8]. Penyakit Bulai Daun pada Tanaman Cabai Rawit dapat dilihat pada Figure 3.

[Figure 3 about here.]

4. Daun Keriting

Gejala yang tampak adalah daun akan mengeriting. Penyakit ini disebabkan oleh kurangnya unsur nitrogen dan infeksi virus gemini [9]. Penyakit Daun Keriting pada Tanaman Cabai Rawit dapat dilihat pada Figure 4.

[Figure 4 about here.]

5. Antraknosa

Gejala terdapat bercak coklat kehitaman berbentuk oval pada buah tanaman cabai. Penyakit ini disebabkan oleh cendawan *C.capsici* [10]. Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Rawit dapat dilihat pada Figure 5.

[Figure 5 about here.]

6. Model Warna CMYK

Model warna CMYK (*Cyan Magenta Yellow black*) merupakan suatu mode warna pengurangan berbasis pengurangan sebagian gelombang cahaya (*subtractive color model*) [11]. Representasi Ruang Warna CMYK dapat dilihat pada Figure 6.

[Figure 6 about here.]

7. Backpropagation Neural Network

Backpropagation Neural Network merupakan salah satu algoritma sistem pembelajaran untuk yang mana untuk memperkecil error menggunakan penyesuaian nilai bobot berdasarkan perbedaan antara nilai output dan target yang diinginkan. Metode ini memiliki tiga lapisan yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer* [12].

[Figure 7 about here.]

Berdasarkan Figure 7 didapatkan jumlah *weight* dari *input layer* menuju ke *hidden layer* sebanyak $3.468 \times 70 = 242.760$ dan untuk *bias* dari *input layer* ke *hidden layer* sebanyak 70. Sedangkan jumlah *weight* dari *hidden layer* menuju ke *output layer* sebanyak $70 \times 7 = 490$ dan untuk *bias* dari *hidden layer* ke *output layer* sebanyak 7.

[Figure 8 about here.]

Berdasarkan Figure 8 didapatkan jumlah *weight* dari *input layer* menuju ke *hidden layer* sebanyak $3.468 \times 40 = 138.720$ dan untuk *bias* dari *input layer* ke *hidden layer* sebanyak 40.

Sedangkan jumlah *weight* dari *hidden layer* menuju ke *output layer* sebanyak $40 \times 2 = 80$ dan untuk *bias* dari *hidden layer* ke *output layer* sebanyak 2.

8. IoT (*Internet of Things*)

Internet of Things merupakan suatu konsep untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet seperti berbagi data, pemantauan jarak jauh, pengendali jarak jauh, dan lain-lain [13].

9. WeMos D1 Mini

WeMos D1 Mini merupakan modul *development board* yang berbasis WiFi dari keluarga ESP8266, yang mana dapat diprogram menggunakan *software* Arduino IDE [14]. *WeMos D1 Mini* dapat dilihat pada Figure 9.

[Figure 9 about here.]

10. Relay

Relay adalah komponen elektro mekanik yang digunakan untuk mengoperasikan seperangkat kontak saklar, dengan memanfaatkan sumber tegangan. Prinsip kerja *relay* adalah ketika arus terhubung dengan koil, maka koil akan menjadi medan magnet dan menarik armature kemudian kontak bantu akan berpindah pada posisi yang baru [15]. *Relay* dapat dilihat pada Figure 10.

[Figure 10 about here.]

11. Sensor Water Flowmeter

Sensor ini berfungsi untuk mengukur kecepatan aliran air dan mengubahnya ke dalam bentuk pulsa tegangan agar dapat dibaca nilainya oleh mikrokontroler [16]. *Sensor Water Flowmeter* dapat dilihat pada Figure 11.

[Figure 11 about here.]

12. Control Valve

Control valve ini memiliki dua kondisi yaitu NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*). Pada saat tidak ada tegangan *control valve* dalam keadaan NC, sedangkan pada saat dialiri tegangan *control valve* dalam keadaan NO sehingga dapat mengalirkan air atau udara [17]. *Control Valve* dapat dilihat pada Figure 12.

[Figure 12 about here.]

13. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah sebuah *board* Arduino yang menggunakan IC mikrokontroler ATmega 2560 yang terdiri dari 54 digital I/O dan dilengkapi dengan Kristal 16 Mhz. Tegangan input yang dibutuhkan antara 7-12VDC [18]. *Arduino Mega 2560* dapat dilihat pada Figure 13.

[Figure 13 about here.]

14. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem berisi tentang desain alat penyemprot pestisida otomatis beserta desain aplikasi “Deteksi Penyakit Cabai” dan penjelasan *flowchart* sistem secara keseluruhan.

Desain Alat Penyemprot Pestisida Otomatis

[Figure 14 about here.]

[Figure 15 about here.]

[Figure 16 about here.]

Berikut ini adalah keterangan dari Figure 14, Figure 15, dan Figure 16 :

A. IoT (*Internet of Things*)

IoT (*Internet of Things*) berfungsi sebagai jaringan penghubung antara pengiriman data dari *smartphone* dan penerimaan data oleh modul *WeMos D1 Mini* pada alat penyemprot pestisida otomatis. [19]

B. Akrilik

Akrilik hitam berfungsi untuk mengurangi cahaya yang masuk saat pengambilan citra.

C. *Smartphone OS Android* Kamera pada *smartphone* dengan OS Android digunakan sebagai perangkat yang berfungsi untuk mengakuisisi citra daun dan buah tanaman cabai. Citra daun dan buah tersebut akan diproses oleh aplikasi pengolahan citra digital berbasis android yang sebelumnya telah dibuat menggunakan *software* Eclipse MARS. Selain proses pengolahan citra, di dalam *smartphone* ini juga dilakukan proses identifikasi penyakit dari tanaman cabai.

D. Penyangga *Smartphone* Digunakan untuk mengatur jara pengambilan citra pada objek *smartphone* lebih stabil.

E. Obyek Citra

Obyek citra yang digunakan adalah citra daun dan buah cabai.

F. Alat Penyemprot Pestisida Otomatis

Alat penyemprot pestisida otomatis ini membutuhkan tegangan 5VDC pada modul *WeMos D1 Mini*. Untuk modul *relay 8ch* (6 *control valve* dan 1 *electric pump*) membutuhkan 12 VDC dengan arus 18 A. Modul *WeMos D1 Mini* berperan sebagai *reciever* data dari *smartphone* melalui IoT (*Internet of Things*). Kemudian data tersebut diubah menjadi suatu perintah yang akan mengontrol *electric pump* dan *control valve*. Sehingga *control valve* hanya akan terbuka sesuai dengan jenis pestisida

dari penyakit cabai yang teridentifikasi.

G. Water Flowmeter

Water flowmeter berfungsi alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran dan volume air yang melewatinya dalam jangka waktu tertentu.

H. Selenoid Valve

Selenoid valve berfungsi untuk menutup atau membuka cairan yang mengalir dari *water flowmeter* ketika volume sudah terpenuhi.

I. Wadah Mix

Wadah *mix* berfungsi sebagai percampuran pestisida dan air.

J. Besi Penyangga

Besi yang di rancang sedemikian rupa agar alat penyemprot pestisida otomatis dapat bekerja secara optimal.

K. Selang $\frac{1}{2}$ ”

Berfungsi untuk mengalirkan cairan pestisida maupun air.

L. Pompa Air 12V

Pompa air yang digunakan adalah *Electric Pump Sprayer* dengan sumber tegangan 12 VDC dan sumber arus 3 A. Alat ini berfungsi untuk mengalirkan pestisida dari sumber ke tanaman cabai yang teridentifikasi berpenyakit.

M. Cairan Pestisida

Cairan pestisida berasal dari tangki pestisida hasil sistem klasifikasi penyakit tanaman dari *smartphone* dan dikirim pada alat penyemprot pestisida otomatis melalui jaringan IoT.

N. Nozzle

Berfungsi agar cairan pestisida dapat terdistribusikan kepada tanaman dengan baik.

O. Tanaman Cabai Tanaman cabai sebagai obyek pengenalan penyakit yang ada pada tanaman cabai dan sebagai target penyemprotan pestisida.

P. Lapangan Penelitian Lapangan penelitian yang digunakan berukuran 2 x 2 meter persegi.

Desain Aplikasi “Deteksi Penyakit Cabai” pada Smartphone Berikut ini adalah desain aplikasi “Deteksi Penyakit Cabai” beserta fungsi pada setiap bagiannya. dapat dilihat pada Figure 17.

[Figure 17 about here.]

A. Sub-menu Deteksi Daun berisi fungsi deteksi penyakit tanaman cabai berdasarkan obyek bagian daun tanaman cabai.

B. Sub-menu Deteksi Cabai berisi fungsi deteksi penyakit tanaman cabai berdasarkan obyek bagian buah tanaman cabai.

C. Sub-menu Data Logger berisi fungsi untuk menampilkan riwayat penyemprotan pestisida otomatis berbasis IoT (*Internet of Things*).

D. Sub-menu Close Program berisi fungsi untuk keluar menutup aplikasi Deteksi Penyakit Cabai.

Flowchart Sistem secara Keseluruhan

[Figure 18 about here.]

Berdasarkan Figure 18 dijelaskan bahwa proses awal dari keseluruhan sistem adalah dimulai dengan membuka aplikasi “Deteksi Penyakit Cabai” yang telah terpasang pada *smart-phone* berbasis Android dengan API minimal 5.0 (*Lollypop*). Selanjutnya proses pengambilan citra dilakukan di dalam kotak hitam yang telah disediakan seperti pada gambar 13. Di dalam aplikasi dilakukan proses pengolahan citra digital terhadap obyek dengan operasi *resize* untuk memperkecil resolusi citra. Citra obyek selanjutnya dilakukan konversi model warna dari RGB menjadi CMYK untuk mendapatkan perbedaan nilai warna yang signifikan pada tiap piksel. Dengan operasi *thresholding* untuk memisahkan antara bagian citra obyek yang sehat dan berpenyakit, sehingga menghasilkan nilai *input* berupa 0 atau 1 pada setiap piksel citra obyek. Nilai *input* tersebut digunakan dalam proses *learning* menggunakan metode *back-propagation neural network* untuk mendapatkan hasil identifikasi penyakit tanaman cabai. Jika hasil identifikasi berupa daun/cabai normal maka aplikasi akan memberikan notifikasi bahwa tanaman tidak perlu disemprot pestisida, sedangkan apabila hasil identifikasi menunjukkan terkena penyakit maka aplikasi mengirimkan kode angka ke server IoT yaitu Thingspeak. Alat penyemprot pestisida otomatis yang telah terhubung dengan jaringan internet akan mengunduh kode penyakit tanaman dan kemudian melakukan proses penyemprotan pestisida sesuai dengan jenis dan dosis penyakit yang teridentifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas tentang pengujian terhadap sistem yang telah dibuat, yang mana dibagi menjadi dua bagian pengujian yaitu pengujian pada aplikasi “Deteksi Penyakit Cabai” dan pengujian alat penyemprot pestisida otomatis.

1. Pengujian Aplikasi “Deteksi Penyakit Cabai”

Sebelum proses pengujian terhadap aplikasi “Deteksi Penyakit Cabai” dilakukan, telah didapatkan terlebih dahulu nilai output (y) dari proses training data menggunakan metode *backpropagation neural network*. Dari nilai output (y) tersebut akan menghasilkan identifikasi penyakit tanaman cabai seperti pada tabel berikut.

[Table 1 about here.]

Table I Pengujian pada aplikasi “Deteksi Penyakit Cabai” dilakukan terhadap tiga waktu pada saat pengambilan citra obyek, yakni pukul 06.00-08.00 WIB, 08.00-10.00 WIB, dan 10.00-12.00 WIB. Pada masing-masing waktu pengujian digunakan 50 data citra yang terdiri dari 4 daun normal, 6 layu fusarium ringan, 6 layu fusarium berat, 6 layu bakteri, 6 bulai

daun ringan, 6 bulai daun berat, 6 daun keriting, 4 cabai normal, dan 6 antraknosa.

Berdasarkan hasil pengujian ketiga waktu tersebut didapatkan waktu yang optimal dalam proses identifikasi penyakit cabai yaitu pada pukul 06.00-08.00 WIB yang dikarenakan minimnya interferensi dari intensitas cahaya luar. Berikut ini adalah tabel hasil identifikasi penyakit pada tanaman cabai.

[Table 2 about here.]

[Table 3 about here.]

Berdasarkan data uji pada Table II dan Table III dapat dihitung persentase keberhasilan sistem identifikasi penyakit tanaman cabai pada pukul 06.00-08.00 WIB dengan menggunakan peramaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \%Keberhasilan &= \frac{(Total Percobaan - Errorr)}{Total Percobaan} \times 100\% \\ &= \frac{(50 - 20)}{50} \times 100\% \\ &= 60\% \end{aligned}$$

Berdasarkan data uji keseluruhan yang terdiri dari 120 citra daun dan 30 citra buah tanaman cabai maka dapat dihitung persentase keberhasilan sistem identifikasi penyakit tanaman cabai dengan menggunakan peramaan sebagai berikut.

- Identifikasi pada bagian daun tanaman cabai.

$$\begin{aligned} \%Keberhasilan &= \frac{(Total Percobaan - Errorr)}{Total Percobaan} \times 100\% \\ &= \frac{(120 - 68)}{120} \times 100\% \\ &= 43,33\% \end{aligned}$$

- Identifikasi pada bagian buah tanaman cabai.

$$\begin{aligned} \%Keberhasilan &= \frac{(Total Percobaan - Errorr)}{Total Percobaan} \times 100\% \\ &= \frac{(30 - 5)}{30} \times 100\% \\ &= 83,33\% \end{aligned}$$

2. Pengujian Alat Penyemprot Pestisida Otomatis

Pada alat penyemprot pestisida otomatis dilakukan pengujian terhadap ketepatan pengambilan data kode angka penyakit tanaman cabai yang tersimpan pada Thing speak beserta hasil *fuzzy* sistem untuk menentukan jenis dan dosis pestisida yang akan disemprotkan. Untuk menghitung persentase keberhasilannya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \% \text{Keberhasilan} &= \frac{(\text{Total Percobaan} - \text{Errorr})}{\text{Total Percobaan}} \times 100\% \\ &= \frac{(150 - 0)}{150} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Dari data pengujian dan analisis didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk mendesain sistem penyemprotan pestisida otomatis dibutuhkan tiga komponen utama yaitu program “Deteksi Penyakit Cabai” yang merupakan aplikasi pada smart-phone berbasis Android dengan API minimal 5.0 (Lollipop), Thingspeak sebagai server IoT, alat penyemprot pestisida otomatis yang telah terintegrasi dengan jaringan internet dan server IoT yang digunakan.
2. Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses sistem diantaranya adalah interferensi dari intensitas cahaya yang mempengaruhi perubahan nilai pada obyek citra yang akan diidentifikasi. Untuk kemampuan berproses sebagai learning machine, smartphone yang digunakan masih terbatas pada tingkat processor nya. Terdapat delay ± 20 detik dalam proses input data pada server IoT (Internet of Things). Untuk kecepatan pengambilan data dari server IoT oleh alat penyemprot pestisida otomatis bergantung pada kecepatan jaringan internet yang digunakan.

REFERENSI

- [1] F. Fina & Y. Yuliawati, “Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Harga Cabai Rawit Di Pasar Ngablak, Kabupaten Magelang,” Pp. 164–171, 2019.
- [2] M. G. C. Yuantari, B. Widianarko, & H. R. Sunoko, “Analisis Risiko Paparan Pestisida Terhadap Kesehatan Petani,” *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 10, no. 2, pp. 239–239, 2015. [Online]. Available: [10.15294/kemas.v10i2.3387](https://doi.org/10.15294/kemas.v10i2.3387); <https://dx.doi.org/10.15294/kemas.v10i2.3387>
- [3] S. Zahrah, R. Saptono, & E. Suryani, “Identifikasi Gejala Penyakit Padi Menggunakan Operasi Morfologi Citra,” *Snik*, pp. 100–106, 2016.
- [4] J. Rekursif, “Aplikasi Biometrika pengenalan Citra Sidik Jari dengan Metode Minutiae Dan Artificial Neural,” *Jurnal Rekursif*, vol. 5, no. 1, pp. 107–120, 2017.
- [5] V. Ramya & M. A. Lydia, “Leaf Disease Detection and Classification using Neural Networks,” *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 5, no. 11, pp. 207–210, 2016.
- [6] N. Sutarini, “Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum* L.) dengan Kompos dan Pupuk Kandang yang dikombinasikan dengan *Trichoderma* sp. di Rumah Kaca,” *Journal of Tropical Agroecotechnology*, vol. 4, no. 2, pp. 135–144, 2015.
- [7] D. K. Djereng, R. Kawuri, & Y. Ramona, “POTENSI *Bacillus* sp. B3 SEBAGAI AGEN BIOKONTROL PENYAKIT LAYU BAKTERI YANG DISEBABKAN OLEH *Ralstonia* sp. PADA TANAMAN CABAI (*Capsicum annum* L.),” *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, vol. 4, no. 2, pp. 237–237, 2017. [Online]. Available: [10.24843/metamorfosa.2017.v04.i02.p16](https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2017.v04.i02.p16); <https://dx.doi.org/10.24843/metamorfosa.2017.v04.i02.p16>
- [8] B. Penelitian, T. . ‘masalah Penyakit Bulai Dan Alternatif Pemecahannya Propinsi Jawa Timur Serealia, & Burhanuddin, pp. 375–380, 2015.
- [9] S. Sulandari, “Penyakit Daun Keriting Kuning Cabai di Indonesia,” pp. 1–12, 2006.
- [10] C. Capsicum, “Keparahan penyakit antraknosa pada cabai,” pp. 102–106, 2013.
- [11] R. C. Gonzalez & R. E. Woods, “Digital Image Processing,” pp. 503–503, 1987.
- [12] J. Siswanto, M. Y. Hilman, & M. Widiarsi, “Computer vision system for egg volume prediction using backpropagation neural network,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 273, pp. 012 002–012 002, 2017. [Online]. Available: [10.1088/1757899x/245/1/012002](https://doi.org/10.1088/1757899x/245/1/012002); <https://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/245/1/012002>
- [13] O. Elijah, “An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges,” *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5, no. 5, pp. 3758–3773, 2018.
- [14] D. A. Aziz, “Webserver Based Smart Monitoring System Using ESP8266 Node MCU Module,” *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 9, no. 6, pp. 801–808, 2018.
- [15] R. Parab & S. Prajapati, “IoT based relay operation,” *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, vol. 9, no. 1, pp. 6515–6520, 2019.
- [16] C. K. Eneh, “Development of a Low Cost Digital Turbine

Water Flow Meter for Irrigation Development of a Low Cost Digital Turbine Water Flow Meter for Irrigation Farm,” 2017. M. Hidayatullah, “Sistem Kendali Keran Wudhu Otomatis Menggunakan Sensor Passive Infra Red (Pir) Berbasis Mikrokon- Troler Atmega8535 Untuk Menghemat Penggunaan Air,” *Jurnal TAMBORA*, vol. 1, no. 2, pp. 40–47, 2016. [Online]. Available: [10.36761/jt.v1i2.138](https://doi.org/10.36761/jt.v1i2.138);<https://dx.doi.org/10.36761/jt.v1i2.138>

[18] M. Majid, “Implementasi arduino mega 2560 untuk kontrol miniatur elevator barang otomatis,” pp. 76–76, 2016. [Online]. Available: [ac.id/27831/1/5301411060.pdf%0A](https://doi.org/10.36761/jt.v1i2.138)

[19] R. Parab & S. Prajapati, “IoT based relay operation,” *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, vol. 9, no. 1, pp. 6515–6520, 2019.

Conflict of Interest Statement: The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2020 Author [s]. This is an openaccess article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Received: 2020-03-13

Accepted: 2020-03-24

Published: 2020-04-27

DAFTAR TABEL

I	Klasifikasi Penyakit Berdasarkan Nilai <i>Output</i> (y)	79
II	Identifikasi Penyakit pada Daun Tanaman Cabai (06.00-08.00)	80
III	Identifikasi Penyakit pada Buah Tanaman Cabai (06.00-08.00).....	81

TABLE I. KLASIFIKASI PENYAKIT BERDASARKAN NILAI *Output* (y)

No.	y0	y1	y2	y3	y4	y5	y6	Hasil Identifikasi Penyakit
1.	1	1	0	0	1	0	0	Daun Normal
2.	0	1	0	0	1	0	0	Layu Fusarium Ringan
3.	0	0	1	0	0	0	0	Layu Fusarium Berat
4.	0	0	0	1	0	0	0	Layu Bakteri
5.	0	1	1	0	0	0	0	Layu Bakteri
6.	0	0	0	0	1	0	0	Bulai Daun Ringan
7.	0	0	1	0	1	0	0	Bulai Daun Ringan
8.	0	0	1	1	0	1	0	Bulai Daun Berat
9.	0	0	1	0	0	1	0	Bulai Daun Berat
10.	0	0	1	1	0	0	0	Daun Keriting
11.	0	1	1	0	1	0	0	Daun Keriting
12.	1	1	-	-	-	-	-	Antraknosa
13.	1	0	-	-	-	-	-	Cabai Normal
14.	0	1	-	-	-	-	-	Antraknosa
15.	0	0	-	-	-	-	-	Antraknosa

TABLE II. IDENTIFIKASI PENYAKIT PADA DAUN TANAMAN CABAI (06.00-08.00)

No.	Nilai Output ($\sum y$)	Hasil Identifikasi Penyakit	Ket
1.	1100100	Daun ormal	esuai
2.	1100100	Daun ormal	esuai
3.	1100100	Daun Normal	esuai
4.	1100100	Daun ormal	esuai
5.	0100100	Layu Fusarium Ringan	esuai
6.	0100100	Layu Fusarium Ringan	esuai
7.	0100100	Layu Fusarium Ringan	esuai
8.	0100100	Layu Fusarium Ringan	Sesuai
9.	0100100	Layu Fusarium Ringan	esuai
10.	0100100	Layu Fusarium Ringan	esuai
11.	0010000	Layu Fusarium erat	esuai
12.	0010010	ulai Daun erat	Tidak sesuai
13.	0010000	Layu Fusarium erat	esuai
14.	0010010	ulai Daun erat	Tidak sesuai
15.	0010100	ulai Daun Ringan	Tidak sesuai
16.	0010000	Layu Fusarium erat	esuai
17.	0110100	Daun Keriting	Tidak sesuai
18.	0110000	Layu Fusarium erat	Tidak sesuai
19.	0100100	Layu Fusarium Ringan	Tidak sesuai
20.	0100100	Layu Fusarium Ringan	Tidak sesuai
21.	0100100	Layu Fusarium Ringan	Tidak sesuai
22.	0010000	Layu Fusarium erat	Tidak sesuai
23.	0100100	Layu Fusarium Ringan	Tidak sesuai
24.	0110100	Daun Keriting	Tidak sesuai
25.	0010010	ulai Daun erat	Tidak sesuai
26.	0100100	Layu Fusarium Ringan	Tidak sesuai
27.	0100100	Layu Fusarium Ringan	Tidak sesuai
28.	0010100	ulai Daun Ringan	Tidak sesuai
29.	0010010	ulai Daun erat	esuai
30.	0010010	ulai Daun erat	esuai
31.	0010010	ulai Daun erat	esuai
32.	0010010	ulai Daun erat	esuai
33.	0010010	ulai Daun erat	esuai
34.	0010010	ulai Daun erat	esuai
35.	0100100	Layu Fusarium Ringan	Tidak sesuai
36.	0100100	Layu Fusarium Ringan	Tidak sesuai
37.	0110100	Daun Keriting	esuai
38.	0100100	Layu Fusarium Ringan	Tidak sesuai
39.	0010000	Layu Fusarium erat	Tidak sesuai
40.	0010000	Layu Fusarium erat	Tidak sesuai

TABLE III. IDENTIFIKASI PENYAKIT PADA BUAH TANAMAN CABAI (06.00-08.00)

No.	Nilai Output $\sum (y)$	Hasil Identifikasi Penyakit	Ket
1.	10	Cabai Normal	Sesuai
2.	10	Cabai Normal	Sesuai
3.	10	Cabai Normal	Sesuai
4.	10	Cabai Normal	Sesuai
5.	01	Antraknosa	Sesuai
6.	01	Antraknosa	Sesuai
7.	11	Antraknosa	Sesuai
8.	01	Antraknosa	Sesuai
9.	10	Cabai Normal	Tidak Sesuai
10.	01	Antraknosa	Sesuai

DAFTAR GAMBAR

1	Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Cabai Rawit	83
2	Penyakit Layu Bakteri pada Tanaman Cabai Rawit	83
3	Penyakit Bulai Daun pada Tanaman Cabai Rawit	83
4	Penyakit Daun Keriting pada Tanaman Cabai Rawit.....	83
5	Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Rawit	84
6	Representasi Ruang Warna CMYK	84
7	Model BPNN pada LearningCitra Daun	85
8	Model BPNN pada LearningCitra Cabai.....	85
9	WeMos D1 Mini	86
10	Relay 8Ch	86
11	Sensor <i>Water Flowmeter</i>	86
12	<i>Control Valve</i>	86
13	Arduino Mega 2560	86
14	<i>Smartphone</i> sebagai Unit Pengidentifikasi Penyakit.....	87
15	Alat Penyemprot Pestisida Otomatis	87
16	Instalasi Alat di Lapangan	87
17	Desain Aplikasi “Deteksi Penyakit Cabai” pada Android.....	87
18	<i>Flowchart</i> Sistem Keseluruhan	88



Figure 1. Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Cabai Rawit



Figure 2. Penyakit Layu Bakteri pada Tanaman Cabai Rawit



Figure 3. Penyakit Bulai Daun pada Tanaman Cabai Rawit



Figure 4. Penyakit Daun Keriting pada Tanaman Cabai Rawit



Figure 5. Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Rawit

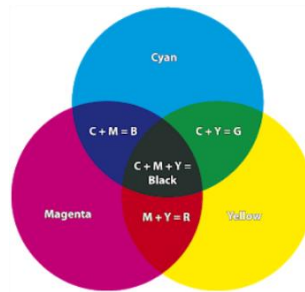


Figure 6. Representasi Ruang Warna CMYK

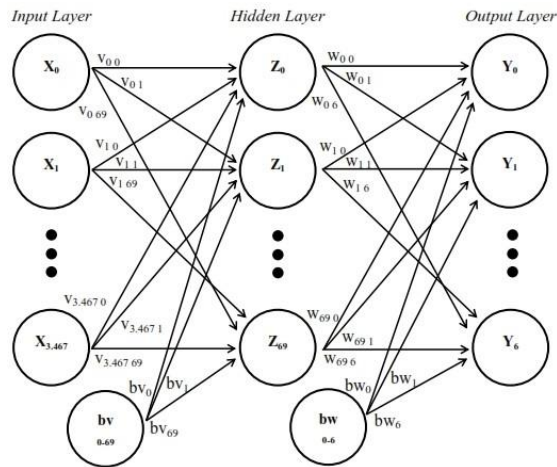


Figure 7. Model BPNN pada LearningCitra Daun

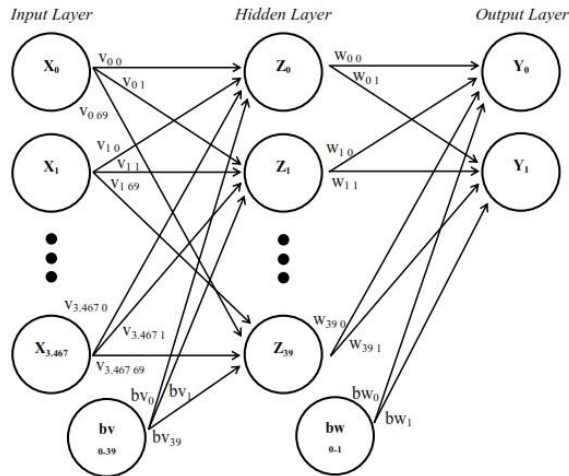


Figure 8. Model BPNN pada LearningCitra Cabai



Figure 9. WeMos D1 Mini



Figure 10. Relay 8Ch



Figure 11. Sensor Water Flowmeter



Figure 12. Control Valve



Figure 13. Arduino Mega 2560



Figure 14. *Smartphone* sebagai Unit Pengidentifikasi Penyakit

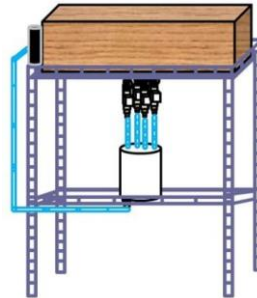


Figure 15. Alat Penyemprot Pestisida Otomatis

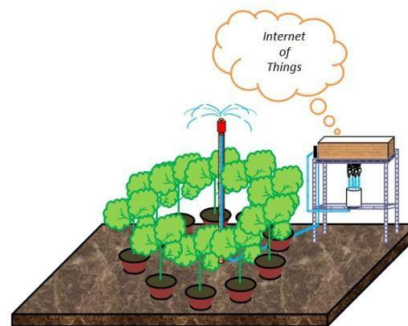


Figure 16. Instalasi Alat di Lapangan

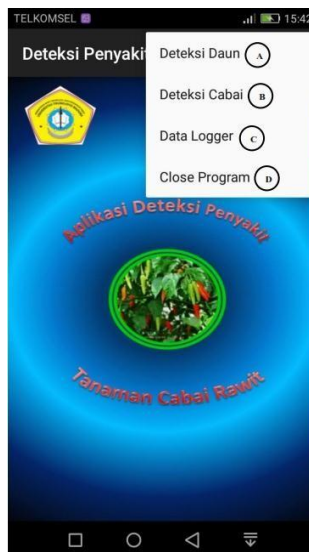


Figure 17. Desain Aplikasi “Deteksi Penyakit Cabai” pada Android

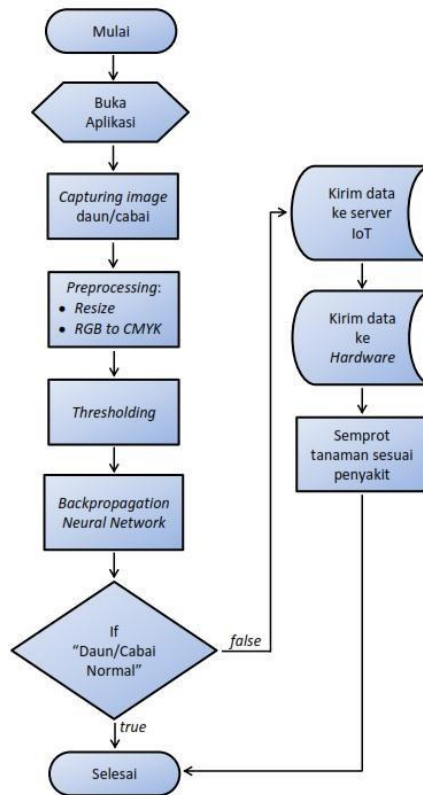


Figure 18. Flowchart Sistem Keseluruhan