

**IDENTIFIKASI PENYAKIT TANAMAN TOMAT MELALUI
CITRA DAUN DENGAN MENGGUNAKAN METODE
*CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

Proposal Tugas Akhir

Kelas MK Penulisan Proposal (CCH4A3)

1301198483

AULIA IKVANDA YOREN



Program Studi Sarjana Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung

2020

Lembar Persetujuan

IDENTIFIKASI PENYAKIT TANAMAN TOMAT MELALUI CITRA DAUN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Identification of Tomato Plant Diseases through The Image of Leaves using The Convolutional Neural Network Method

NIM :1301198483

Aulia Ikvanda Yoren

Proposal ini diajukan sebagai usulan pembuatan tugas akhir pada
Program Studi Sarjana Informatika
Fakultas Informatika Universitas Telkom

Bandung, 18 Oktober 2020

Menyetujui

Calon Pembimbing 1

Calon Pembimbing 2



Dr. Suyanto, S.T., M.Sc.

NIP: 99740057

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL	iv
ABSTRAK	v
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Rencana Kegiatan	2
1.5. Jadwal Kegiatan.....	3
2. KAJIAN PUSTAKA	4
2.1. Ulasan Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2. Tanaman Tomat.....	5
2.3. Penyakit pada Tanaman Tomat	5
2.4. Convolutional Neural Network.....	8
2.3.1 Convolution Layer	9
2.3.2 Operasi <i>Pooling</i>	10
2.3.3 <i>Flatten</i>	10
2.3.4 <i>Fully-Connected Layer</i>	11
3. PERANCANGAN SISTEM	12
3.1. Gambaran Umum Sistem.....	12
3.2. Pengolahan Citra Digital.....	12
3.3. Populasi dan Sampel Dataset.....	13
3.4. Preprocessing	14
3.5. K-Fold Cross-Validation	15
3.6. Proses Training dengan metode CNN.....	16
3.7. Pengujian	17
3.8. Confusion Matrix	17
DAFTAR PUSTAKA.....	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : gambar penyakit <i>A. Solani</i> pada tomat.....	6
Gambar 2 : gambar penyakit Bercak Daun Septoria.....	7
Gambar 3 : gambar penyakit Virus Mosaik Daun	8
Gambar 4 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i>	8
Gambar 5. Operasi konvolusi dengan <i>stride</i> 1 (a) Input data 5x5 (b) filter 3x3 (c) bidang receptive 3x3.	9
Gambar 6. Operasi <i>zero padding</i> 2 pada data 3x3.	10
Gambar 7 Operasi Max Pooling	10
Gambar 8. Proses <i>Flattening</i>	11
Gambar 10. Gambaran umum sistem.....	12
Gambar 9. Model <i>K-Fold Cross Validation</i>	15

DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Jadwal Rencana Kegiatan	3
Tabel 2 : Kelas Klasifikasi.....	13

ABSTRAK

Salah satu permasalahan di bidang agrikultur adalah mengenai penyakit tanaman. Penyakit tanaman dapat menyebabkan menurunnya hasil produksi pertanian. Oleh karenanya, pendeteksian lebih dini dan diagnosis dari penyakit tanaman sangat penting. Penyakit tanaman sering muncul pada bagian daunnya, dan ciri pada daun yang terserang tersebut dapat beragam serta sukar dibedakan. Hal ini menyebabkan sulitnya dilakukan identifikasi penyakit secara otomatis. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam mengenali masalah pada daun yaitu teknologi pengolahan citra digital (*Image Processing*). Tanaman yang digunakan sebagai studi kasus pada penelitian ini adalah tanaman tomat. *Alternaria Solani*, bercak daun septoria, virus kuning merupakan beberapa gangguan yang dapat dialami oleh tanaman tomat. Gangguan ini harus diklasifikasikan berdasarkan jenisnya. Pada penelitian ini akan berfokus untuk membangun sistem untuk mengklasifikasikan 3 jenis penyakit tanaman tomat pada daunnya termasuk daun sehat.

Kata kunci: penyakit tanaman tomat, CNN, Image Processing, alternaria solani, bercak daun septoria, virus kuning

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tomat merupakan salah satu tanaman hortikultura yang penting, yaitu terutama sebagai tanaman sayur. Walaupun demikian tanaman tomat rentan terhadap penyakit. Hama dan penyakit merupakan kendala utama yang dapat menurunkan produksi hingga 40% [1]. Beberapa dari penyakit pada tanaman tomat yaitu *Alternaria Solani*, Virus Daun Mosaik, dan lainnya. Hal ini disebabkan karena kurangnya pengetahuan tentang penyakit-penyakit dan cara penanggulangannya diperlukan dalam proses pengendalian penyakit ataupun pada penelitian tentang tanaman ini. Pengendalian penyakit tanaman diperlukan untuk mencegah kerusakan pada tanaman tomat jika terjangkit penyakit.

Dalam mengantisipasi hal tersebut, biasanya petani melakukannya dengan cara melihat secara langsung bagaimana kondisi daun tampak luar. Dalam mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada tanaman jeruk terdapat beberapa solusi yang bisa di tawarkan salah satu nya adalah *image processing*. Salah satunya seperti metode *Artificial Neural Network* (ANN), *KNearest Neighbors* dan *Support Machine Vector* (SVM). Salah satu kelemahan dari beberapa metode tersebut adalah ekstraksi fitur yang masih dilakukan secara manual, sehingga penting untuk memilih fitur mana yang ingin diambil. Dengan bertambahnya jumlah kelas yang harus diklasifikasikan, maka ekstraksi fitur menjadi semakin rumit dilakukan[2].

Metode lain yang dikembangkan saat ini adalah *Convolutional Neural Network*(CNN). Metode CNN merupakan metode yang cocok digunakan dalam pemrosesan citra. Dengan menggunakan metode CNN ini, diharapkan dapat memberikan manfaat mengenai informasi penyakit tanaman yang di deteksi melalui foto yang diambil melalui kamera dan informasi mengenai pestisida serta obat yang dapat digunakan untuk menangani penyakit tersebut. Juga sebagai sarana untuk konsultasi dan pembelajaran di sebuah instansi Dinas Pertanian atau Laboratorium Pertanian serta sebagai alat bantu bagi pakar untuk mendiagnosa penyakit tanaman hortikultura khususnya tanaman tomat.

1.2. Perumusan Masalah

Teknik identifikasi penyakit pada tanaman tomat sudah pernah dilakukan dengan menggunakan berbagai metode *machine learning konvensional*. berbagai metode tersebut belum menghasilkan akurasi yang maksimal dikarenakan metode tersebut menggunakan jumlah dataset yang sedikit, sehingga akurasi yang dihasilkan kurang maksimal.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian mengenai deteksi penyakit pada tanaman tomat yaitu bagaimana membangun sebuah model terbaru dengan menggunakan metode *modern machine learning* yang dapat menghasilkan akurasi yang lebih tinggi.

1.4. Rencana Kegiatan

Adapun rencana kegiatan yang dilakukan yaitu :

a. Studi Literatur

Pada tahap ini, penulis melakukan studi literatur terhadap penelitian terdahulu untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang telah ditemukan pada tahap pertama. Studi literatur yang dilakukan yaitu dengan mengumpulkan informasi pada jurnal ilmiah dan sumber lain yang berkaitan dengan tanaman tomat serta implementasi metode Convolutional Neural Network.

b. Analisis kebutuhan

Metode ini dilakukan dengan menganalisis data dan informasi yang akan digunakan pada penelitian ini. Data dan informasi yang dimaksud yaitu kebutuhan software dan hardware hingga menentukan kelas yang akan digunakan pada sistem.

c. Pengumpulan Dataset

Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan dataset yang akan digunakan data *training*. Pengumpulan dataset ini diperoleh dari beberapa sumber yaitu baik berkunjung ke perkebunan tomat maupun dari website dataset yang tersedia pada google. Dimana dataset yang dikumpulkan mencakup masing masing kelas yang akan digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

d. Implementasi dan Pengujian

Dalam tahap ini dilakukan implementasi dari rancangan sistem yang dibangun sebelumnya. Implementasi yang dilakukan diantaranya melakukan preprocessing dataset yang telah dikumpulkan, implementasi metode CNN dan menghitung performansi keakuratan dari sistem yang telah dibuat.

e. Analisis Hasil Penelitian

Tahap selanjutnya yaitu akan dilakukan analisis terhadap hasil yang didapatkan melalui implementasi CNN pada sistem yang telah dibuat kemudian membuat kesimpulan dari analisis tersebut.

f. Penulisan Jurnal

Pada tahap terakhir yaitu dilakukan penulisan laporan/jurnal ilmiah sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan. Hal ini dilakukan sebagai dokumentasi serta arsip dari pembuatan Tugas Akhir.

1.5. Jadwal Kegiatan

Laporan proposal ini akan dijadwalkan sesuai dengan tabel berikut ini.

Tabel 1 : Jadwal Rencana Kegiatan

No.	Kegiatan	Bulan																							
		September				Oktober				November				Desember				Januari				Februari			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	3	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																								
2	Pengumpulan data																								
3	Perancangan Sistem																								
4	Implementasi																								
5	Pengujian dan analisis																								
6	Pembuatan Laporan																								

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Ulasan Penelitian Sebelumnya

Penelitian tentang klasifikasi buah dengan menggunakan pengolahan citra sudah banyak dilakukan. Penulis telah melakukan *review* terhadap jurnal/*paper* penelitian sebelumnya, terkait dengan identifikasi penyakit pada buah menggunakan pengolahan citra digital, dimana penelitian tersebut telah dilakukan pada beberapa tanaman seperti tanaman mangga, apel, kedelai, jagung dan manggis.

Pada penelitian Fahri Alviansyah, dkk., (2017) dengan judul “*Identifikasi Penyakit pada Tanaman Tomat berdasarkan Warna dan Bentuk Daun dengan Metode Naive Bayes Classifier Berbasis Web*” yang bertujuan mengidentifikasi penyakit pada tanaman tomat dengan melihat warna dan bentuk daun yang memanfaatkan pengolahan citra digital dengan metode *Naive Bayes Classifier*. Dimana penelitian ini mendapatkan hasil menggunakan 47 sample citra daun dimana yang teridentifikasi sebanyak 39 data dan 8 lainnya tidak teridentifikasi dengan persentase keberhasilan sebesar 82,98% [3].

Mungki Astiningrum, dkk., (2018) dalam penelitiannya “*Identifikasi Penyakit pada Daun Tomat berdasarkan Fitur Warna dan Tekstur*” yang bertujuan merancang sistem identifikasi penyakit daun tomat dengan menggunakan RGB sebagai fitur ekstraksi warna dan *Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM)* sebagai fitur ekstraksi tekstur dengan metode *K-Nearest Neighbor*, dimana penelitian ini menggunakan dataset berjumlah 750 citra daun tomat yang terdiri dari 600 data *training* dan 150 data *testing* dengan menghasilkan akurasi sebesar 92,89% dengan nilai $k = 1$ [4].

Uday Pratap Singh, dkk., (2019) dalam penelitiannya “*Multilayer Convolution Neural Network for the Classification of Mango Leaves Infected by Anthracnose Disease*” yang bertujuan merancang sistem identifikasi penyakit pada daun tanaman manga yang terjangkit penyakit antraknosa menggunakan metode Multilayer CNN. Pada penelitian ini didapatkan hasil akurasi yang sangat tinggi yaitu 97,13% dengan jumlah dataset yang cukup banyak yaitu 2200 gambar yang dibagi menjadi 80% data latih dan 20% data uji [5].

Penelitian terbaru yang dilakukan oleh Guntur Wicaksono, dkk., (2020) yang berjudul “*Aplikasi Pendeteksi Penyakit pada Daun Tanaman Apel dengan Metode Convolutional Neural Network*” yang bertujuan untuk mengidentifikasi penyakit dari tanaman apel dengan menggunakan metode CNN. Dimana pada penelitian ini menggunakan dataset yang cukup banyak yaitu 3151 gambar, yang menghasilkan akurasi model sebesar 99,4% dan akurasi validasi sebesar 97,8% dengan pembagian data menjadi 80:20 [6].

Namun hingga saat ini belum ditemukannya penelitian terkait dengan pendekatan *modern machine learning* terkait klasifikasi penyakit tanaman tomat melalui citra daun dengan cukup baik menggunakan metode yang telah dilakukan sebelumnya, dan dapat juga dilihat pada beberapa penelitian sebelumnya mengenai penelitian penyakit melalui citra daun menggunakan *modern machine learning* dimana penelitian tersebut menggunakan metode CNN yang mendapatkan hasil yang cukup baik dengan akurasi diatas 90%.

2.2. Tanaman Tomat

Tomat yang didomestifikasikan pertama kali ada di Meksiko, yakni tomat cherry (*Lycopersicon esculentum var cerasiformae*). Setelah itu, tomat menyebar ke negara-negara Eropa, selanjutnya menyebar ke Cina, Asia, termasuk ke Indonesia.

Di Indonesia tanaman ini mulai dibudidayakan secara komersial pada tahun 1988 setelah adanya introduksi varietas hibrida dari Taiwan yakni Precious 375. Tanaman tomat juga memiliki banyak ragam bentuk dan tipe buah. Bentuk dan ukuran buahnya bervariasi, mulai dari sebesar kelereng sampai sebesar apel, berbentuk gepeng, bulat, lonjong, kotak, hingga Panjang [7].

Tomat biasa atau tomat sayur memiliki bentuk buahnya bulat pipih, bentuknya tidak teratur, sedikit beralur terutama di dekat tangkai. Jenis tomat ini cocok ditanam di daerah dataran rendah. Tomat biasa inilah yang sering ditemukan di pasar-pasar lokal [8].

2.3. Penyakit pada Tanaman Tomat

Sering kali tanaman tomat ini sangat berkaitan dengan permasalahan yang berawal dari hama dan berbagai jenis virus yang menyebabkan penyakit pada tanaman tomat.

Penyakit yang menyerang tanaman tomat bisa disebabkan oleh jamur atau cendawan, bakteri dan virus. Gejala yang ditimbulkan bisa dilihat dari perubahan bentuk dan warna daun. Kebanyakan yang dilakukan petani adalah mengenali gejala dengan mata telanjang dan langsung mengambil tindakan tanpa tahu cara penanggulangannya. Oleh sebab itu, diperlukan bantuan teknologi pengolahan citra yang dapat mengenali penyakit pada tanaman tomat menurut bentuk dan warna daun.

Tanaman dikatakan terserang penyakit bila pertumbuhannya menyimpang dari keadaan normal. Penyebabnya terdiri dari beberapa macam, diantaranya jamur atau cendawan, bakteri, dan virus. Beberapa jenis penyakit yang terdapat pada tanaman tomat diantaranya penyakit *Alternaria Solani*, bercak daun septoria, dan Virus Mosaik daun [13]. Berikut masalah yang bisa terjadi pada tanaman tomat :

a. *Alternaria Solani*

Alternaria solani merupakan jamur patogen penyebab penyakit bercak coklat pada tanaman tomat. Selain menyerang tanaman tomat, jamur juga mengerang tanaman kentang, terung dan cabai. [14] Serangan *A. solani* pada tanaman tomat mengakibatkan busuk pada pangkal buah, busuk buah, dan bercak konsentris pada daun. Jamur *A. solani* dapat ditemukan di beberapa tempat penanaman tomat di Indonesia, antara lain di Pulau Jawa dan Sumatera [15].



Gambar 1 : gambar penyakit *A. Solani* pada tomat

b. Bercak Daun Septoria

Penyakit ini disebabkan oleh patogen cendawan *Alternaria solani*. Patogen ini dapat menyerang bibit dan tanaman muda. Pada bibit, bercak gelap terbentuk

pada daun hipokotil, batang dan daun. Hipokotil dapat mati dan batang yang terserang akan terkulai. Pada tanaman yang dewasa, gejala serangannya berupa bercak coklat dengan garis-garis yang melingkar berwarna lebih gelap. Bercak pada batang dan tangkai tanaman tampak lonjong memanjang dan membesar, yang dikenal dengan nama “busukleher”. Buah yang terserang penyakit ini menunjukkan gejala permukaan buah menjadi sedikit kentot dan pecah-pecah serta ukurannya dapat bertambah besar.



Gambar 2 : gambar penyakit Bercak Daun Septoria

c. Virus Mosaik

Tomato Mosaic Virus (ToMV) merupakan jenis penyakit yang disebabkan oleh pathogen virus dari genus tobamovirus. Di mana virus ini juga menyerang jenis tanaman lain seperti tembakau dan kacang-kacangan. Ciri-ciri serangan virus ini antara lain warna daun muda yang menguning dan mengeriting. Tanaman menjadi kerdil. Buah tomat berwarna kekuningan dan produktifitas tanaman menurun hingga 23%.

Penyakit tanaman yang diakibatkan oleh virus ini termasuk salah satu yang paling mengkhawatirkan. Hal ini dikarenakan virus ini berbeda dengan penyakit yang disebabkan oleh jamur, sehingga belum ada obat atau bahan kimia yang bisa menangani serangan virus ToMV. Bahkan virus ini dapat bertahan hidup selama 50 tahun.

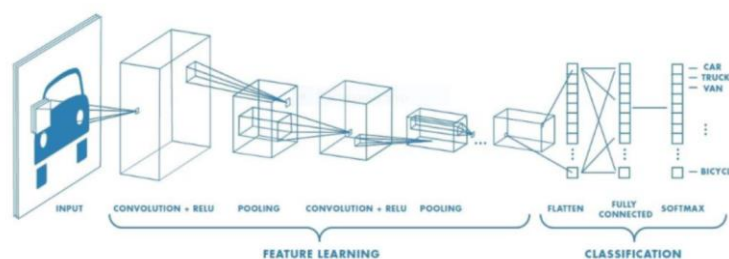


Gambar 3 : gambar penyakit Virus Mosaik Daun

2.4. Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) adalah pengembangan dari Multilayer Perceptron (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis Deep Neural Network karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra. Pada kasus klasifikasi citra, MLP kurang sesuai untuk digunakan karena tidak menyimpan informasi spasial dari data citra dan menganggap setiap piksel adalah fitur yang independen sehingga menghasilkan hasil yang kurang baik.

Secara teknis, CNN adalah sebuah arsitektur yang dapat dilatih dan terdiri dari beberapa tahap. Masukan (*input*) dan keluaran (*output*) dari setiap tahap adalah terdiri dari beberapa *array* yang biasa disebut *feature map*. Setiap tahap terdiri dari tiga layer yaitu konvolusi, fungsi aktivasi *layer* dan *pooling layer*. Berikut adalah jaringan arsitektur *Convolutional Neural Network* :



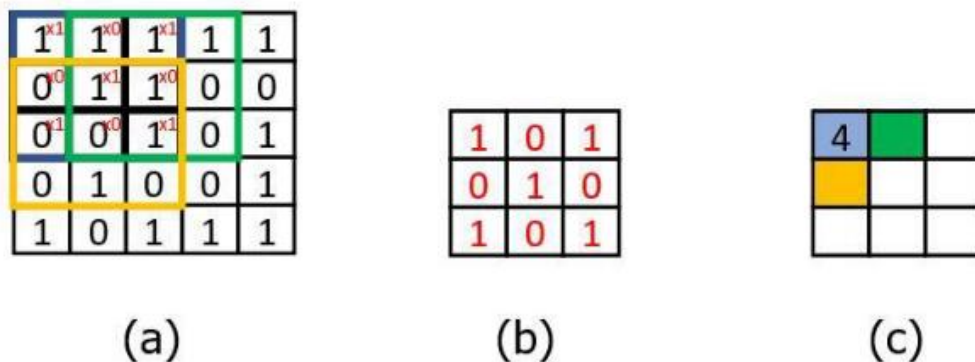
Gambar 4 Arsitektur *Convolutional Neural Network*

Dari gambar diatas, tahap pertama pada arsitektur CNN adalah tahap konvolusi. Tahap ini dilakukan dengan menggunakan sebuah kernel dengan ukuran

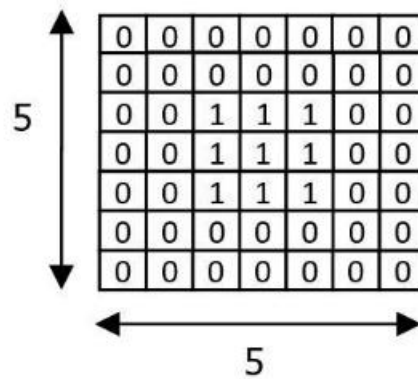
tertentu. Perhitungan jumlah kernel yang dipakai tergantung dari jumlah fitur yang dihasilkan. Kemudian dilanjutkan dengan fungsi aktivasi, yang biasa menggunakan fungsi aktivasi ReLU (*Rectifier Linear Unit*), Selanjutnya setelah keluar dari proses fungsi aktivasi kemudian melalui proses *pooling*. Proses ini diulang beberapa kali sampai didapatkan peta fitur yang cukup untuk dilanjutkan ke *fully connected neural network*, dan dari *fully connected network* adalah *output class*.

2.3.1 Convolution Layer

Lapisan konvolusi menggunakan filter untuk mengekstraksi objek dari citra input. Filter ini berisi bobot yang digunakan untuk mendeteksi karakter dari objek seperti tepi, kurva, atau warna. Konvolusi akan menghasilkan transformasi linear dari citra input yang sesuai dengan informasi spasial pada data. Filter diaplikasikan secara berulang sehingga menghasilkan serangkaian bidang receptive. Terdapat parameter yang dapat diubah untuk memodifikasi sifat tiap lapisan, yaitu ukuran filter, stride dan padding. Stride mengontrol bagaimana filter diterapkan pada data input dengan bergerak sepanjang ukuran piksel yang telah ditentukan. Padding adalah penambahan ukuran piksel dengan nilai tertentu disekitar data input agar hasil dari bidang receptive tidak terlalu kecil sehingga tidak banyak informasi yang hilang. Nilai ini biasanya nol sehingga disebut dengan zero padding. Hasil dari bidang receptive berupa data tunggal. Output dari proses konvolusi ini dijadikan sebagai input untuk lapisan konvolusi selanjutnya [10]. Berikut dari ilustrasi proses *stride* dan *padding* :



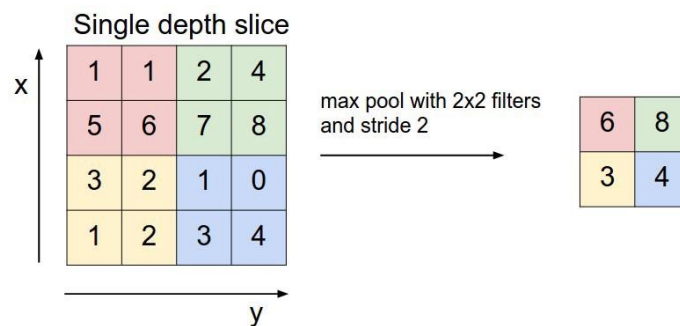
Gambar 5. Operasi konvolusi dengan *stride* 1 (a) Input data 5x5 (b) filter 3x3 (c) bidang receptive 3x3.



Gambar 6. Operasi *zero padding* 2 pada data 3x3.

2.3.2 Operasi *Pooling*

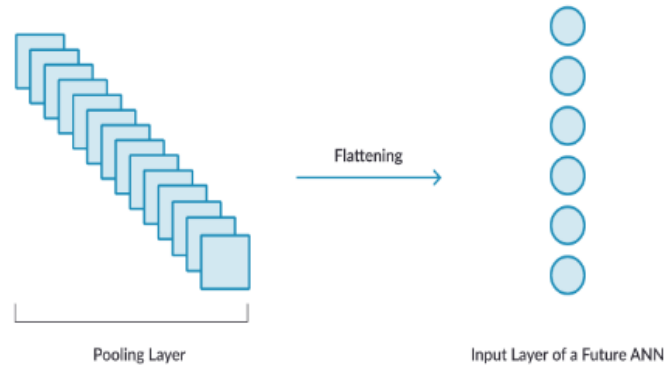
Pooling atau subsampling adalah pengurangan ukuran matriks. Terdapat dua macam pooling yang sering digunakan yaitu average pooling dan max pooling (Bejiga et al., 2017). Nilai yang diambil pada average pooling adalah nilai rata-rata sedangkan pada max pooling adalah nilai maksimal [11].



Gambar 7 Operasi Max Pooling

2.3.3 *Flatten*

Flattening adalah teknik untuk merubah hasil dari proses yang memiliki ukuran dua dimensi menjadi satu dimensi vektor. *Flattening* bertujuan sebagai langkah awal inputan untuk masuk ke proses selanjutnya yaitu *neural network*.



Gambar 8. Proses *Flattening*

Pada gambar diatas menunjukkan proses *flattening* yang awalnya layer memiliki dua dimensi kemudian dilakukan proses *flattening* untuk menghasilkan satu dimensi vektor.

2.3.4 *Fully-Connected Layer*

Fully-Connected Layer dari neural network adalah proses dimana matriks masukan di- flatten menjadi fitur vektor dan melewati jaringan neuron untuk memprediksi probabilitas keluaran. Proses ini menggunakan ANN (*Artificial Neural Network*) yang terdiri atas 2 tahapan yaitu *feedforward* [12].

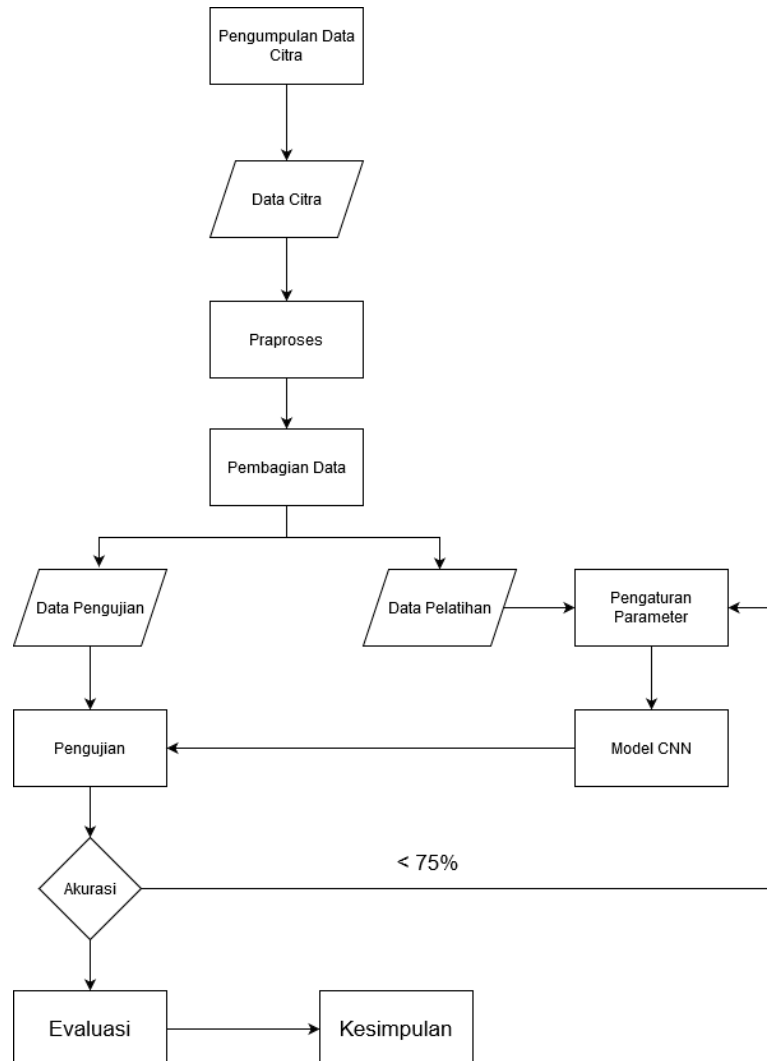
$$z = \sum_{i,j} X_{ij}W_{ij} + b_i$$

$$\sigma(z) \left\{ \begin{array}{l} \text{sigmoid activation} = \frac{1}{(1 + e^{z_{ij}})} \\ \text{softmax activation} = \frac{e^{z_{ij} - \max(z_j)}}{\sum_j e^{z_{ij} - \max(z_j)}} \end{array} \right\}$$

3. PERANCANGAN SISTEM

3.1. Gambaran Umum Sistem

Sistem yang dibangun bertujuan untuk menentukan klasifikasi dari input *image* citra daun yang dimasukkan menggunakan Convolutional Neural Network. Pada gambar berikut dapat dilihat gambaran umum system yang akan dibangun dalam tugas akhir ini.



Gambar 9. Gambaran umum sistem

3.2. Pengolahan Citra Digital

Secara umum, pengolahan citra digital merupakan pemrosesan gambar 2 dimensi yang menggunakan komputer. Citra digital merupakan sebuah larik (array) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu [9]. Proses yang digunakan untuk merubah citra analog menjadi suatu

citra digital disebut sebagai proses digitasi. Digitasi adalah proses dimana mengubah suatu gambar, teks atau suara yang berasal dari benda yang dapat dilihat ke dalam data elektronik dan dapat disimpan serta diproses untuk keperluan lainnya.


Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo f di titik koordinat (x,y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Apabila nilai x,y , dan nilai amplitudo f secara keseluruhan berhingga (finite) dan bernilai diskrit maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra digital. Sebuah citra digital dapat dituliskan dalam bentuk matriks berikut :




$$f = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & \cdots & \cdots & f(1,M-1) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \cdots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

3.3. Populasi dan Sampel Dataset

Populasi dalam penelitian ini adalah citra daun dari tanaman tomat. Sedangkan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4 jenis daun tanaman tomat yaitu daun berpenyakit *Alternaria Solani*, bercak daun septoria, Virus Mosaik daun dan daun sehat. Total citra yang dikumpulkan untuk sampel sebanyak 4000 citra, dengan masing masing jenis daun sebanyak 1000 citra daun dengan menggunakan Citra *Sekunder*. Data tersebut didapat dari situs Kaggle. Dataset yang disediakan merupakan citra dalam format .jpeg atau .jpg

Tabel 2 : Kelas Klasifikasi

No.	Kelas	Gambar
1.	<i>Alternaria Solani</i>	

2.	Bercak Daun Septoria	
3.	Virus Mosaik	
4.	Daun Sehat	

3.4. Preprocessing

Citra daun yang telah dikumpulkan akan diolah dan diproses kedalam praproses yang didalamnya terdapat proses *wrapping* dan *cropping*. Pada proses *wrapping* dilakukan pengecekan *edge* terhadap citra objek dimasukkan. Dari *edge* tersebut akan ditentukan *edge* maksimalnya sehingga saat proses *cropping* objek yang dibutuhkan tetap dalam kondisi utuh. Pada tahapan ini juga dilakukan perubahan pada ukuran pixels

citra input menjadi ukuran 256x256 pixel agar setiap inputan yang akan diproses memiliki ukuran sama.

3.5. K-Fold Cross-Validation

Cross-validasi atau dapat disebut estimasi rotasi adalah sebuah teknik validasi model untuk menilai bagaimana hasil statistik analisis akan menggeneralisasi kumpulan data independen. Teknik ini utamanya digunakan untuk melakukan prediksi model dan memperkirakan seberapa akurat sebuah model prediktif ketika dijalankan dalam praktiknya. Salah satu teknik dari validasi silang adalah k-fold cross validation, yang mana memecah data menjadi k bagian set data dengan ukuran yang sama. Penggunaan k-fold cross validation untuk menghilangkan bias pada data. Pelatihan dan pengujian dilakukan sebanyak k kali. Pada percobaan pertama, subset S1 diperlakukan sebagai data pengujian dan subset lainnya diperlakukan sebagai data pelatihan, pada percobaan kedua subset S1, S3,...Sk menjadi data pelatihan dan S2 menjadi data pengujian, dan seterusnya [16].



Gambar 10. Model *K-Fold Cross Validation*

Pada gambar diatas merupakan penggunaan *K-fold cross validation*. Dimana setiap data akan di eksekusi sebanyak 3 kali dan setiap subset data akan mempunyai kesempatan sebagai data testing atau data training.

model pengujian seperti berikut dengan diasumsikan nama setiap pembagian data yaitu D1, D2, dan D3:

1. Percobaan pertama data D1 sebagai data testing sedangkan D2 dan D3 sebagai data training.
2. Percobaan kedua data D2 sebagai data testing sedangkan data D1 dan D3 sebagai data training.
3. Pada percobaan terakhir atau percobaan ketiga data D3 sebagai data testing sedangkan D1 dan D2 sebagai data training.

Dataset yang telah di praprosesing, selanjutnya akan dibagi menjadi 2 kelompok data, yaitu data *train* dan data uji. Pembagian ini menggunakan metode *k-fold cross validation*. Tujuannya agar data train dan data uji tidak tercampur ketika saat training maupun pengujian dan juga agar pembagian data menjadi rata pada setiap kelas. Perbandingan dataset yaitu 80:20.

3.6. Proses Training dengan metode CNN

Pada tahap ini akan dilakukan proses *training* terhadap data latih untuk menghasilkan akurasi yang maksimal dengan menggunakan metode CNN. Tahapam ini terdiri dari *feed forward* dan *backpropagation*. Pada tahap feed forward akan dilakukan setting layer dimana layer dibentuk, ukuran max pooling yang akan digunakan serta parameter dari Stride dan padding yang akan digunakan. Proses feed forward bekerja dimana citra vektor akan melalui proses konvolusi dan max pooling untuk mereduksi ukuran citranya dan memperbanyak neuronnya. Sehingga terbentuk banyak jaringan yang mana menambah variant data untuk dipelajari. Hasil dari feed forward akan berupa bobot nilai yang digunakan untuk mengevaluasi proses neural network. Dan pada proses *backpropagation* hasil proses dari feed forward akan di trace kesalahannya dari lapisan output sampai lapisan pertama. Untuk menandai bahwa data tersebut telah di trace dan diperoleh bobot dan bias yang baru.

3.7. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan meng inputkan data citra uji ke dalam model klasifikasi CNN yang telah dibuat. Citra ini akan masuk ke dalam jaringan model melalui tahapan forward propagation dan akan menghasilkan sebuah output yang dihitung menggunakan bobot yang telah di optimasai. Sehingga model klasifikasi yang sudah dibuat dapat mengklasifikasikan data uji tersebut kedalam kelas yang benar. Pengujian ini akan dilakukan untuk menghitung nilai akurasi yang dihasilkan pada model klasifikasi yang sudah dibuat.

3.8. Confusion Matrix

Confusion matrix adalah matriks untuk mengukur kinerja suatu klasifikasi yang memiliki 4 variabel yaitu TP (*True Positive*) berarti ketika sistem memprediksi positif dan hasilnya benar, TN (*True Negative*) berarti ketika sistem memprediksi negatif dan hasilnya benar, FP (*False Positive*) berarti ketika sistem memprediksi positif dan hasilnya salah, FN (*False Negative*) berarti ketika sistem memprediksi negatif dan hasilnya salah [17]. Ada beberapa perhitungan yang dapat digunakan sebagai pengujian pada sistem diantaranya :

$$Accuracy = \frac{(TP + TN)}{(TP + FP + TN + FN)}$$

$$Error Rate = \frac{jumlah\ gambar\ yang\ salah\ diidentifikasi}{Jumlah\ gambar}$$

$$Precision = \frac{TP}{(TP + FP)}$$

$$Accuracy = \frac{TP}{(TP + FN)}$$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. W. Sasmito, “Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Tanaman Hortikultura dengan Teknik Inferensi Forward dan Backward Chaining,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 5, no. 2, p. 69, 2017, doi: 10.14710/jtsiskom.5.2.2017.70-75.
- [2] N. O’Mahony *et al.*, “Deep Learning vs. Traditional Computer Vision,” *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 943, no. April, pp. 128–144, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-17795-9_10.
- [3] F. Alviansyah, I. Ruslianto, and M. Diponegoro, “Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Tomat Berdasarkan Warna Dan Bentuk Daun Dengan Metode Naive Bayes Classifier Berbasis Web,” *J. Coding Sist. Komput. Untan*, vol. 05, no. 1, pp. 23–32, 2017.
- [4] Mungki Astiningrum, Putra Prima Arhandi, and Nabilla Aqmarina Ariditya, “Identifikasi Penyakit Pada Daun Tomat Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur,” *J. Inform. Polinema*, vol. 6, no. 2, pp. 47–50, 2020, doi: 10.33795/jip.v6i2.320.
- [5] U. P. Singh, S. S. Chouhan, S. Jain, and S. Jain, “Multilayer Convolution Neural Network for the Classification of Mango Leaves Infected by Anthracnose Disease,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 43721–43729, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2907383.
- [6] G. Wicaksono, S. Andryana, and B. -, “Aplikasi Pendeteksi Penyakit Pada Daun Tanaman Apel Dengan Metode Convolutional Neural Network,” *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.)*, vol. 5, no. 1, p. 9, 2020, doi: 10.31328/jointecs.v5i1.1221.
- [7] N. Hidayat and R. Dermawan, *Tomat Unggul: 10 Varietas Unggul*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2012.
- [8] T. Bernardinus and W. Wahyu, *Bertanam Tomat*. Tangerang: PT. Agromedia Pustaka, 2002.
- [9] P. Darma, *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: CV. Andi Offset, 2010.
- [10] M. Castelluccio, G. Poggi, C. Sansone, L. Verdoliva, and C. V Aug, “Land Use Classification in Remote Sensing Images by Convolutional Neural Networks,” pp. 1–11.

- [11] T. Zhi, L.-Y. Duan, Y. Wang, and T. Huang, "TWO-STAGE POOLING OF DEEP CONVOLUTIONAL FEATURES FOR IMAGE RETRIEVAL," 2016.
- [12] M. Nielsen, "Chapter 3 : Improving the way neural networks learn," 2019. http://neuralnetworksanddeeplearning.com/chap3.html#introducing_the_cross_entropy_cost_function.
- [13] Tim Penulis PS, *Budidaya Tanaman Tomat Secara Komersil*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2009.
- [14] Rukmana and Saputra, *Penyakit Tanaman dan Teknik Pengendalian*. Yogyakarta: Kanisius, 1997.
- [15] S. Haryono, *Penyakit-Penyakit Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2007.
- [16] F. Tempola, M. Muhammad, and A. Khairan, "Perbandingan Klasifikasi Antara KNN dan Naive Bayes pada Penentuan Status Gunung Berapi dengan K-Fold Cross Validation," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 5, p. 577, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201855983.
- [17] S. Narkhede, "Understanding Confusion Matrix," *towards data science*, 2018. <https://towardsdatascience.com/understanding-confusion-matrix-a9ad42dcfd62>.

