**Identifikasi Penyakit Pada Stroberi Melalui Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network**

**Proposal Tugas Akhir**

**Kelas MK Penulisan Proposal (CCH4A3)**

**1301198486**

**Aldi Ramdani**

****

**Program Studi Sarjana Informatika**

**Fakultas Informatika**

**Universitas Telkom**

**Bandung**

**2020**

# **Lembar Persetujuan**

**Identifikasi Penyakit Pada Stroberi Melalui Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network**

**Strawberry Sickness Identification Through Leaf Images Using Convolutional Neural Network**

**NIM :1301198486**

**Aldi Ramdani**

Proposal ini diajukan sebagai usulan pembuatan tugas akhir pada

Program Studi Sarjana Informatika

Fakultas Informatika Universitas Telkom

Bandung, 04 November 2020

Menyetujui

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Calon Pembimbing 1 |  | Calon Pembimbing 2 |
| D:\Portofolio CV\TandatanganSuyanto.png |  |  |
| Dr. Suyanto, S.T., M.Sc.  99740057 |  |  |

# **Daftar Isi**

[Lembar Persetujuan i](#_Toc56151781)

[Daftar Isi ii](#_Toc56151782)

[Daftar Gambar ii](#_Toc56151783)

[Daftar Tabel iv](#_Toc56151784)

[ABSTRAK v](#_Toc56151785)

[1. PENDAHULUAN 1](#_Toc56151786)

[1.1. Latar Belakang 1](#_Toc56151787)

[1.2. Perumusan Masalah 2](#_Toc56151788)

[1.3. Tujuan 2](#_Toc56151789)

[1.4. Rencana Kegiatan 2](#_Toc56151790)

[1.5. Jadwal Kegiatan 2](#_Toc56151791)

[2. Studi Pustaka 3](#_Toc56151792)

[3. PERANCANGAN SISTEM 5](#_Toc56151793)

[3.1. Gambaran Umum Sistem 5](#_Toc56151794)

[3.2. Convolutional Neural Network 5](#_Toc56151795)

[3.3. Penyakit pada Stroberi 8](#_Toc56151796)

[3.4. Dataset 9](#_Toc56151797)

[3.5. Data Augmentasi 10](#_Toc56151798)

[3.6. *Preprocessing* 11](#_Toc56151799)

[3.7. *K-Fold Cross Validation* 11](#_Toc56151800)

[3.8. Training dengan metode CNN 12](#_Toc56151801)

[3.9. Evaluasi Model 12](#_Toc56151802)

[3.10. *Confusion Matrix* 12](#_Toc56151803)

[DAFTAR PUSTAKA 14](#_Toc56151804)

[LAMPIRAN 17](#_Toc56151805)

# **Daftar Gambar**

[Gambar 1 Gambaran Umum Sistem 5](#_Toc56151767)

[Gambar 2 Arsitektur CNN secara general 6](#_Toc56151768)

[Gambar 3 Operasi Convolution untuk 5x5 gambar input dan 3x3 filter 6](#_Toc56151769)

[Gambar 4 Contoh Hasil Average Pooling dan Max Pooling 7](#_Toc56151770)

[Gambar 5 Proses Flatten 7](#_Toc56151771)

[Gambar 6 Penyakit Hawar Daun 8](#_Toc56151772)

[Gambar 7 Penyakit Bercak Merah 9](#_Toc56151773)

[Gambar 8 Penyakit Karat Daun 9](#_Toc56151774)

# **Daftar Tabel**

[Tabel 1 : Jadwal Kegiatan. 2](#_Toc55808946)

[Tabel 2 : Tabel Kelas Klasifikasi 10](#_Toc55808947)

[Tabel 3 : Tabel *K-fold Cross Validation* 11](#_Toc55808948)

# **ABSTRAK**

Tanaman stroberi merupakan salah satu jenis tumbuhan yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan prospek usaha yang menjanjikan. Masalah umum yang sering dihadapi dalam budidaya tanaman stroberi adalah bibit yang sering terkena penyakit. Beberapa penyakit yang telah teridentifikasi melalui ciri-cirinya adalah hawar daun, *tip burn*, karat daun dan bercak merah. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman stroberi adalah *image processing.* Pernah dilakukan peneltian identifikasi penyakit pada stroberi melalui citra daun menggunakan pendeketan konvensional *machine learning* dengan metode K-*means clustering* dan jaringan syaraf tiruantetapi hasil yang didapatkan dari model yang dibangun kurang baik hanya mendapatkan akurasi sebesar 70%. Pendekatan yang saat ini sedang dikembangkan dan optimal untuk *image processing* adalah pendekatan menggunakan *modern machine learning* dengan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Beberapa penelitian untuk identifikasi penyakit melalu citra daun yang menggunakan metode CNN dapat dikatan mendapatkan hasil yang baik dengan akurasi model lebih dari 90%. Penelitian ini mengusulkan untuk menggunakan pendekatan *modern machine learning* denngan metode CNN dalam mengidentifikasi penyakit pada stroberi melalui citra daun. Dengan harapan dapat membangun model dengan akurasi yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

**Kata Kunci**: *Stroberi, Penyakit, CNN, Image Processing, Klasifikasi, Citra Daun*.

# 

# **PENDAHULUAN**

## **Latar Belakang**

Tanaman stroberi merupakan salah satu jenis tumbuhan yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan prospek usaha yang menjanjikan. Sebagian petani di Indonesia masih melakukan budidaya tanaman secara komersial. Namun dalam pembudidayaannya, budidaya yang dilakukan masih menggunakan cara yang konvensional sehingga hasil yang diperoleh belum dapat memunihi permintaan pasar. Masalah umum yang sering dihadapi dalam budidaya tanaman stroberi adalah bibit yang sering terkena penyakit [16]. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Nasional mengatakan dalam kurun waktu 2017–2019 produksi stroberi secara nasional mengalami penurunan. Pada tahun 2017 jumlah keseluruhan produksi stroberi Indonesia sebesar 12.225 ton, semakin menurun hingga pada tahun 2019 produksi menjadi 7.501 ton saja [17].

Beberapa penyakit dapat dilihat dari perubahan daun, akar, batang, buah dan lain lain. Beberapa penyakit yang telah teridentifikasi melalui ciri-cirinya adalah hawar daun, *tip burn*, karat daun dan bercak merah. Penyakit yang sering dijumpai dalam budidaya stroberi adalah penyakit yang disebabkan oleh cendawan, bakteri, *mycoplasma-like organism,* dan virus [1].

Teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman yaitu teknologi *image processing*. Pernah dilakukan penelitian untuk identifikasi penyakit pada stroberi menggunakan *image processing* dengan pendekatan *machine learning* konfensional seperti K-*means*­ *clustering* dan *neural network*. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil akurasi sebesar 70%.

Pendekatan yang saat ini sedang dikembangkan dan sudah menjadi umum digunakan untuk identifikasi masalah pada suatu citra adalah pendekatan dengan menggunakan *modern machine learning* atau dikenal juga sebagai metode *deep learning* yang memiliki hasil signifikan dalam mengenal citra [10].

Oleh karena itu, penelitian ini bermaksud untuk menggunakan pendekatan *modern machine learning* atau *deep learning* dalam mengidentifikasi penyakit stroberi melalui citra daun.

## **Perumusan Masalah**

Identifikasi penyakit pada stroberi menggunakan *image processing* dan pendekatan *machine learning* konvensional menghasilkan akurasi rendah.

## **Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah membangun model berbasis *modern machine learning* untuk identifikasi penyakit pada stroberi melalui citra daun untuk menghasilkan akurasi lebih tinggi.

## **Rencana Kegiatan**

1. Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara mencari dan mempelajadi studi terkait melalui paper maupun internet.

1. Pengumpulan Data

Metode ini dilakukan dengan cara memberikan kuisioner ataupun wawancara kepada pihak yang terkait dengan penelitian.

1. Tahap Perancangan Sistem

Metode ini dimulai dari mendesain suatu sistem yang akan dibuat dengan implementasi dan rancangan sistem.

1. Tahap Implementasi

Metode ini dilakukan dengan menerapkan hasil dari perancangan system yang telah dibuat.

1. Tahap Pengujian dan Analisis

Metode ini digunakan untuk mengetahu seberapa bagus kah sistem yang telah dibangun.

1. Tahap Pembuatan Laporan

Metode ini yaitu melakukan pembuatan laporan berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang dilakukan.

## **Jadwal Kegiatan**

Tabel 1: Jadwal Kegiatan.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kegiatan** | **Bulan** | | | | | |
|  | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 |
| Studi literatur |  |  |  |  |  |  |
| Pengumpulan data |  |  |  |  |  |  |
| perancangan sistem |  |  |  |  |  |  |
| implementasi |  |  |  |  |  |  |
| pengujian dan analisi |  |  |  |  |  |  |
| Pembuatan laporan |  |  |  |  |  |  |

# **Studi Pustaka**

Terdapat satu peniltian yang terkait dengan deteksi penyakit stroberi. Penelitian tersebut dilakukan pada citra daun stroberi menggunakan *image processing* dan pendekatan *machine learning* konvensional dengan metode metode *K-Means Clusstering* untuk segmentasi citra dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk metode *learning* nya.

Penelitian pada daun stroberi menghasilkan akurasi 70%, penelitian tersebut menggunakan 50 data citra penyakit pada daun stroberi dengan 3 jenis penyakit yang berbeda selain menggunakan metode *K-Means* untuk segmentasi citra dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk *Learning* nya, digunakan juga metode *K-Fold Cross Validation* untuk menganalisa performansi sistem [1].

Adapun beberapa penelitian lain yang terkait dengan deteksi penyakit menggunakan *image processing.* Penelitian tersebut dilakukan pada daun teh, anggur, tomat, apel dan jeruk.

Penelitian pada daun teh menggunakan pendekatan *modern machine learning* dan *machine learning* konvensional, penelitian ini berfokus untuk membandingkan pendekatan *modern machine learning* dan *pendekatan machine learning konvensional* dalam mengidentifikasi penyakit daun teh melalui citra. Untuk pendekatan *machine learning* konvensional metode yang digunakan adalah SVM dan MLP dan untuk pendekatan *modern machine learning* metode yang digunakan adalah CNN [12]. Untuk CNN sendiri menggunakan model *LeafNet* dan mendapatkan akurasi 90.23%, 60.62% untuk SVM dan 70.77% untuk MLP. Jenis penyakit yang dideteksi pada penlitian ini adalah *white spot, bird’s eye spot, red leaf spot, gray blight, anthracnose, brown blight* dan *algal leaf spot [2].*

Penelitian berikutnya pada daun anggur, apel dan tomat menghasilkan rata - rata akurasi 86%, penelitian tersebut menggunakan pendekatan *modern machine learning* dengan metode CNN yang kembangkan oleh penulisnya sendiri yaitu metode *Plant Detection Neural Network* dan untuk dataset citra yang digunakan dilakukan proses augmentasi data yang dimana citra yang ada pada dataset akan di olah terlebih dahulu seperti dilakukan *cropping, flipping* ataupun mengubah intensitas warna pada citra [18]. Pada penelitian ini metode yang dikembangkan oleh penulisnya di bandingkan dengan metode CNN yang sudah umum digunakan yaitu metode *MobileNet 50.0* [3].

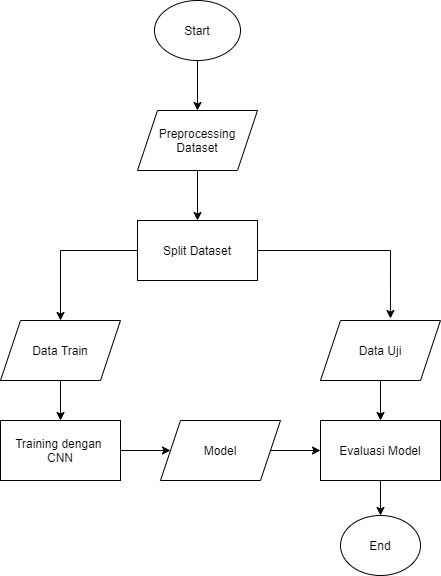
Penelitian Selanjutnya pada daun jeruk dengan membandingkan dua metode yaitu : *Mobile V2* dengan akurasi 98.05% dan *Self Structured Convolutional Neural Network* dengan akurasi 98.21% [4].

Namum sampai saat ini. Penulis belum menemukan penelitian yang terkait dengan klasifikasi penyakit stroberi melalui citra daun yang menggunakan pendekatan *modern machine learning*, dapat dilihat pada beberapa penelitian terdahulu mengenai penelitian penyakit melalui citra daun yang menggunakan pendekatan *modern machine learning* dan metode CNN mendapatkan hasil yang cukup baik dengan akurasi diatas 85%. Karena itu proposal ini akan membahasa mengenai klasifikasi penyakit stroberi menggunakan metode CNN melalui citra daun stroberi.

# **PERANCANGAN SISTEM**

## **Gambaran Umum Sistem**

Sistem yang dibangun bertujuan untuk menentukan klasifikasi dari input *image* citra daun yang dimasukan menggunakan *Conovolutional Neural Network.* Pada Gambar dapat dilihat gambaran umum dari sistem yang akan dibangun dalam tugas akhir ini.



Gambar Gambaran Umum Sistem

## **Convolutional Neural Network**

*Convolutional Neural Network* (CNN) adalah teknik *Deep Learning* yang memiliki peran yang penting pada *image processing* seperti *identification*, *recognition, detection* dan *classification.* Teknik deep learning mampu memplejari repesentasi fitur dari data. Model CNN mengambil gambar sebagai input, menerapkan *convolution operations* dan mengekstrak *feature* dari gambar, menghasilkan pengurangan pada dimensi *input.* Akurasi dari *image processing* langsung terpengaruhi oleh fitur yang diekstrak [8].

CNN terbagi menjadi dua bagian yaitu *feature extraction* dan *classification*. Dibagian *feature extraction* terdiri dari dua bagian yaitu *convolutional layer* dan *pooling layer.* Sedangkan untuk *classification* terdiri dari *flatten* dan *fully-connected.* CNN memiliki cara kerja secara hierarki, sehingga *convolutional layer* yang pertama akan digunakan ulang pada *convolution* selanjutnya [9].

Diagram

Description automatically generated

Gambar Arsitektur CNN secara general

1. *Convolutional Layer*

Didalam layer *convolutional* dilakukan rangkaian operasi matematika yang berguna untuk mengekstrak *feature map* dari gambar *input[9]*. Gambar *input* diubah menjadi ukuran lebih kecil menggunakan filter. Kemudian filter akan bergeser kesebalah kanan gambar dimulai dari bagian atas kiri gambar.

Disetiap filter bergeser, nilai didalam gambar dikalikan dengan nilai dari filter kemudian hasilnya ditambahkan dan akan terbentuk matrix baru dengan ukuran lebih kecil dibuat dari Gambar *input.* Gambar 3 menampilkan operasi *convolutional* dengan 5x5 gambar input dan 3x3 filter.

Calendar

Description automatically generated

Gambar Operasi Convolution untuk 5x5 gambar input dan 3x3 filter

1. *Pooling Layer*

Pada *Pooling Layer* dilakukan proses kompresi gambar menjadi ukuran lebih kecil dengan cara mengambil nilai maksimal dari gambar yang telah difilter dan menghasilkan matrix dari proses tersebut [8]. *Pooling Layer* juga berguna untuk mengkontrol *overfitting* pada model.

Pooling Layer terbagi menjadi dua tipe yaitu *average pooling* yang akan mengambil nilai rata rata (ditampilkan pada Gambar 4b). Sedangkan untuk *max pooling* akan mengambil nilai maksimal (ditampilkan pada gambar 4a).

A picture containing clock

Description automatically generated

Gambar Contoh Hasil Average Pooling dan Max Pooling

1. *Flatten*

Setelah proses *pooling* selesai, proses *Flatten* akan dilakukan *feature map* yang dihasilkan dari proses *pooling* masih berbentuk *multidimensional array*. Sehingga pada proses *flatten* akan di ubah atau *reshape* menjadi *vector* satu dimensi agar dapat digunakan sebagai input di *fully connected layer* [10].

A picture containing diagram

Description automatically generated

Gambar Proses Flatten

1. *Fully Connected Layer*

Ditahap akhir *Convolutional Neural Network* dilakukan proses *fully connectec layer*, pada proses ini *fully connected layer* menerima inputan dari hasil proses *flatten* vector satu dimensi untuk menentukan fitur mana yang berkolerasi dengan kelas tertentu [11]. Fungsi dari *Layer* ini untuk menyatukan semua node menjadi bentuk satu dimensi.

1. *Activation Function Softmax*

*Softmaxt Activation Function* berfungsi untuk mendapatkan hasil dari klasifikasi. *Activation Function* ini menghasilkan nilai yang diinterpretasikan sebagai probabilitas yang belum dinormalisasi untuk setiap kelas [19]. Nilai setiap kelas dihitung dengan menggunakan fungsi *softmax.* Dapat dilihat di perasamaan 1.

(1)

Dimana:

Yijk = vektor yang berisi nilai diantara 0 dan 1.

X = vektor yang berisi nilai yang didapatkan dari *fully connected layer* terakhir.

## **Penyakit pada Stroberi**

Adapun penyakit yang sering dijumpai pada budidaya stroberi biasanya disebabkan oleh cendawan, bakteri, *mycoplasma-like organism*, dan virus. Berikut beberapa penyakit pada tanaman stroberi [7].

1. Hawar Daun

Hawar daun disebabkan oleh *Phytophthora* yang dimana gejala hawar dimulai dari tepi daun menuju ke tengah daun akan menjadi hijau kusam dan semakin lama daun akan menjadi layu dan mengering. Parahnya bisa menyebabkan seluruh tanaman bisa menjadi mati [7].



Gambar Penyakit Hawar Daun

1. Bercak Merah

Bercak merah merupakan penyakit yang ditandai dengan adanya bercak – bercak kecil bulat berwarna merah keunguan pada daun tanaman stroberi. Penyakit ini jarang ditemukan pada tanaman stroberi dan dengan tingkat kerusakan yang cukup rendah [7].



Gambar Penyakit Bercak Merah

1. Karat Daun

Karat Daun atau *Leaf Blight* merupakan penyakit dengan gejala berupa bintik – bintik berwarna ungu yang kemudian berkembang menjadi coklat lalu disekitar bitnik meluas daerah yang berwarna kekuningan hingga keunguan. Penyakit ini cukup sering ditemukan pada tanaman stroberi yang dirawat dikondisi yang lembab [7].



Gambar Penyakit Karat Daun

## **Dataset**

Dataset yang telah dikumpulkan kemudian akan digunakan sebagai *data training* dan data uji dari sistem yang akan dibuat. *Dataset* yang disediakan dalam bentuk format .jpg atau .jpeg. dalam tahap ini *dataset* juga telah dikelompokan atau diberi label sesuai dengan masing masing kelasnya. Daftar kelas yang digunakan yaitu hawar daun, bercak merah, karat daun dan daun sehat.

Tabel 2: Tabel Kelas Klasifikasi

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Kelas** | **Gambar** |
| 1 | Hawar Daun |  |
| 2 | Bercak Merah |  |
| 3 | Karat Daun |  |
| 4 | Daun Sehat |  |

## **Data Augmentasi**

Data Augmentasi merupakan proses yang memiliki tujuan menambah *dataset* dan menambahkan sedikit distorsi pada gambar yang bisa membantu mengurangi *overfitting* pada saat prosess training[12]. Augmentasi digunakan pada perkembangan arsitektur CNNAlexNet untuk meningkatkan ukuran dataset, hal tersebut dilakukan dengan melakukan *cropping* secara acak, menerapkan *flip* secara horizontal dan juga dengan mengubah intensitas warna RGB citra dengan menggunakan augmentasi warna PCA[13].

## ***Preprocessing***

Citra yang akan dimasukan akan diolah dan diproses kedalam *preprocessing* ynag didalamnya memiliki proses *wrapping* dan *cropping* [20]. Pada proses *wrapping* dilakukan pengecekan *edge* terhadap citra objek yang dimasukan. Dari edge tersebut ditentukan maksimalnya sehingga saat proses *cropping* objek yang dibutuhkan tetap dalam kondisi utuh. Pada tahapan ini juga dilakukan perubahan pada ukuran *pixels* citra input menjadi 256x256 pixel agar setiap inputan yang akan diproses memiliki ukuran sama.

## ***K-Fold Cross Validation***

K-*fold cross-validation* merupakan proses membagi data menjadi sebanyak k sebagai *sample* dengan ukuran yang sama. Pembagian data berdasarkan k-1 dari bagian *dataset* disebut sebagai data latih dan untuk sisanya disebut sebagai data uji. Proses akan dilakukan sebanyak nilai k [14]. Metode ini sering digunakan untuk mengukur peforma dari suatu model. Keuntungan dari menggunakan K- *fold cross-validation* ialah semua data pada *dataset* setidaknya pernah digunakan sebagai data latih maupun data uji setidaknya satu kali[15].

Dataset yang telah di *preprocessing* akan dibagi menjadi dua kelompok data yaitu *data train* dan data uji. Pembagian data menggunakan metode *k-fold cross validation.* Agar setiap data pada dataset setidak pernah menjadi *data train* dan *data test* setidaknya satu kali dan agar pembagian data menjadi rata pada setiap kelas. Perbandingan *data train* dan *data test* yaitu 80:20 dengan jumlah k sebanyak 5. Berikut tabel dari *k-fold cross validation.*

Tabel 3: Tabel *K-fold Cross Validation*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | K = 1 | K = 2 | K = 3 | K = 4 | K = 5 |
| 1 | Data Test | Data Training | Data Training | Data Training | Data Training |
| 2 | Data Training | Data Test | Data Training | Data Training | Data Training |
| 3 | Data Training | Data Training | Data Test | Data Training | Data Training |
| 4 | Data Training | Data Training | Data Training | Data Test | Data Training |
| 5 | Data Training | Data Training | Data Training | Data Training | Data Test |

## **Training dengan metode CNN**

Setelah dilakukan *preprocessing* data dan juga membagi dataset menjadi *data train* dan *data test* dengan menggunakan *k-fold cross validation,* kemudian akan dilakukan *training* model dengan metode CNN. Metode pengklasifikasian dengan menggunakan metode CNN diharapkan dapat mencari hasil latih yang terbaik dengan menentukan nilai *epoch,* nilai *batch normalization,* dan hal – hal lain yang menunjang proses optimasi metode CNN.

## **Evaluasi Model**

Setelah tahapan *training* menggunakan metode CNN selesai selanjutnya akan dillakukan prosess evaluasi model dilakukan dengan memasukan sebuah citra *data test* kedalam model yang telah dibuat. Hasil model akan dievaluasi menggunakan metode *Confussion Matrix* untuk mendapatkan nilai akurasi, *precision, recall* dan f1-*score.*

## ***Confusion Matrix***

*Confusion* Matrix mengandung informasi klasifikasi sebenarnya dan klasifikasi prediksi hasil dari sistem klasifikasi. Peforma dari sistem yang dibangun biasanya di evaluasi dengan data yang ada didalam *matrix.* Dengan *Confussion Matrix,* nilai akurasi, *precission, recall,* dan *f1-score* bisa diperoleh. Terdapat empat kemungkinan yang akan terjadi[14].

1. True Positive (TP) : merupakan jumlah dari data positif yang benar terprediksi oleh sistem klasifikasi.
2. True Negative (TN) : merupakan jumlah dari data negative yang benar terprediksi oleh sistem klasifikasi.
3. False Negative (FN) : merupakan jumlah dari data positif yang terklasifikasi sebagai data negative oleh sistem klasifikasi.
4. False Postive (FB) : merupakana jumlah data negative yang terklasifikasi sebagai data positif oleh sistem klasifikasi

**Akurasi,** presentasi dari hasil yang diklasifikasikan benar. Akurasi dapat dihitung menggunakan persamaan 2.

(2)

***Precision,*** nilai dari presentasi hail yang relevan. *Precision* dapat dihitung menggunakan persamaan 3.

(3)

***Recall,*** nilai dari presentasi total hasil relevan yang juga diklasifikasikan benar oleh sistem yang dibangun. *Recall* dapat dihitung menggunakan persamaan 4.

(4)

**F1-*score***, nilai perbandingan rata – rata harmonik dari *precision* dan *recall*. F1-*score* dapat dihitung menggunakan persamaan 5.

(5)

# **DAFTAR PUSTAKA**

[1] A. V. Efrilla, S. B. Sulistyo, K. Wijaya, P. H. Kuncoro, and A. Sudarmaji, “Klasifikasi Penyakit Pada Daun Stroberi Menggunakan K-Means Clustering dan Jaringan Syaraf Tiruan,” *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 8, no. 2, pp. 161–170, 2020, doi: 10.21776/ub.jkptb.2020.008.02.06.

[2] J. Chen, Q. Liu, and L. Gao, “Visual tea leaf disease recognition using a convolutional neural network model,” *Symmetry (Basel).*, vol. 11, no. 3, 2019, doi: 10.3390/sym11030343.

[3] S. S. Hari, M. Sivakumar, P. Renuga, S. Karthikeyan, and S. Suriya, “Detection of Plant Disease by Leaf Image Using Convolutional Neural Network,” *Proc. - Int. Conf. Vis. Towar. Emerg. Trends Commun. Networking, ViTECoN 2019*, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/ViTECoN.2019.8899748.

[4] T. Akiyama, Y. Kobayashi, Y. Sasaki, K. Sasaki, T. Kawaguchi, and J. Kishigami, “Mobile leaf identification system using CNN applied to plants in Hokkaido,” *2019 IEEE 8th Glob. Conf. Consum. Electron. GCCE 2019*, pp. 324–325, 2019, doi: 10.1109/GCCE46687.2019.9015298.

[5] A. Kumar and I. Ahad, “Growth, yield and fruit quality of strawberry under protected cultivation in South Kashmir,” *Adv. Hortic. Sci.*, vol. 26, no. 2, pp. 88–91, 2013, doi: 10.13128/ahs-12742.

[6] F. Giampieri, S. Tulipani, J. M. Alvarez-Suarez, J. L. Quiles, B. Mezzetti, and M. Battino, “The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health,” *Nutrition*, vol. 28, no. 1, pp. 9–19, 2012, doi: 10.1016/j.nut.2011.08.009.

[7] B. P. dan P. P. Tim Plasmanutfah Stroberi, “Identifikasi Hama dan Penyakit Stroberi,” 2014. http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id/identifikasi-hama-dan-penyakit-stroberi-fragaria-x-ananassa/.

[8] R. Sangeetha and M. Mary Shanthi Rani, “Tomato leaf disease prediction using convolutional neural network,” *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 1348–1352, 2019, doi: 10.35940/ijitee.L3776.119119.

[9] M. Sardogan, A. Tuncer, and Y. Ozen, “Plant Leaf Disease Detection and Classification Based on CNN with LVQ Algorithm,” *UBMK 2018 - 3rd Int. Conf. Comput. Sci. Eng.*, pp. 382–385, 2018, doi: 10.1109/UBMK.2018.8566635.

[10] A. Hidayat, U. Darusalam, and Irmawati, “DETECTION OF DISEASE ON CORN PLANTS USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK METHODS.”

[11] E. N. Arrofiqoh and H. Harintaka, “Implementasi Metode Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Tanaman Pada Citra Resolusi Tinggi,” *Geomatika*, vol. 24, no. 2, p. 61, 2018, doi: 10.24895/jig.2018.24-2.810.

[12] S. Sladojevic, M. Arsenovic, A. Anderla, D. Culibrk, and D. Stefanovic, “Deep Neural Networks Based Recognition of Plant Diseases by Leaf Image Classification,” *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2016, 2016, doi: 10.1155/2016/3289801.

[13] B. A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, “Communications of the ACM-2017-Krizhevsky-Hinton-ImageNet classification with deep convolutional neural networks.pdf,” 2012.

[14] A. K. Santra and C. J. Christy, “Genetic Algorithm and Confusion Matrix for Document Clustering,” *Int. J. Comput. Sci. Issues*, vol. 9, no. 1, pp. 322–328, 2012.

[15] Y. Jung and J. Hu, “A K-fold averaging cross-validation procedure,” *J. Nonparametr. Stat.*, vol. 27, no. 2, pp. 167–179, 2015, doi: 10.1080/10485252.2015.1010532.

[16] Z. Hanif and H. Ashari, “Factors Affecting the Development of Strawberry in Indonesia,” no. October 2012, 2012.

[17] B. P. S. BPS - Statistics Indonesia, “Data Produksi Tanaman Buah-buahan 2017 - 2019,” 2020. .

[18] 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.

[19] M. F. Dzulqarnain, S. Suprapto, and F. Makhrus, “Improvement of Convolutional Neural Network Accuracy on Salak Classification Based Quality on Digital Image,” *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.*, vol. 13, no. 2, p. 189, 2019, doi: 10.22146/ijccs.42036.

[20] F. R. Lestari, J. Y. Sari, Sutardi, and I. Purwanti, “Deteksi Penyakit Tanaman Jeruk Siam Berdasarkan Citra Daun,” no. December, pp. 276–283, 2018.

# **LAMPIRAN**

.