



## Klasifikasi Kematangan Tanaman Hidroponik Pakcoy Menggunakan Metode SVM

Hanin Latif Fuadi<sup>1</sup>, Lukman Priyambodo<sup>2</sup>, Tasya Enjelika Saputri<sup>3</sup>, Naura Nazhifah<sup>4</sup>, Angga Bagus Prawira<sup>5</sup>, Ibrohim Huzaimi<sup>6</sup>, Mas Aly Afandi<sup>7</sup>, Eka Setia Nugraha<sup>8</sup>, Agung Wicaksono<sup>9</sup>, Petrus Kerowe Goran<sup>10</sup>  
<sup>1,2</sup>S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
<sup>3,5,7,8,9,10</sup>S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
<sup>4</sup>D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
<sup>6</sup>S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri dan Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
<sup>1</sup>latif240700@gmail.com, <sup>2</sup>plukman123@gmail.com\*, <sup>3</sup>tasyaenjelikas99@gmail.com, <sup>4</sup>auranazhifah03@gmail.com,  
<sup>5</sup>prawira575@gmail.com, <sup>6</sup>ibrohimpuzaimi@gmail.com, <sup>7</sup>aly@ittelkom-pwt.ac.id, <sup>8</sup>eka\_nugraha@ittelkom-pwt.ac.id,  
<sup>9</sup>agungw@ittelkom-pwt.ac.id, <sup>10</sup>petrus@ittelkom-pwt.ac.id

### Abstract

*Pakcoy is a type of vegetable plant belonging to the Brassica family. Pakcoy plants can be cultivated using hydroponic techniques, namely plant cultivation techniques without soil media. The advantage of cultivating Pakcoy plants using hydroponic techniques is that it does not require a large area of land, so it is easy to apply in the yard. However, cultivation with hydroponic techniques has drawbacks such as farmers need to make regular observations to determine the harvest readiness of each plant. This causes a lack of effectiveness of farmers in cultivating Pakcoy plants. With the development of Machine Learning technology, a model can classify the maturity of Pakcoy plants based on digital image data. By applying the Support Vector Machine (SVM) Algorithm, the Machine Learning model can learn to classify a digital image of Pakcoy plants with the category "Small" to represent immature Pakcoy plants and "Large" to represent mature Pakcoy plants which results in an accuracy level of above 79%. It can be concluded that Machine Learning can be implemented in Pakcoy cultivation activities to support hydroponic farmers.*

*Keywords: Classification, Pakcoy, Machine learning, SVM*

### Abstrak

Tanaman Pakcoy merupakan tanaman jenis tanaman sayur yang tergolong dalam keluarga sawi. Tanaman Pakcoy dapat dibudidayakan dengan teknik hidroponik, yaitu teknik budidaya tanaman tanpa media tanah. Keunggulan budidaya tanaman Pakcoy menggunakan teknik hidroponik adalah tidak memerlukan lahan yang luas sehingga, mudah diterapkan di halaman rumah. Namun budidaya dengan teknik hidroponik memiliki kekurangan diantaranya petani perlu melakukan pengamatan secara rutin untuk menentukan kesiapan panen setiap tanaman. Hal ini menimbulkan kurangnya efektifitas petani dalam membudidayakan tanaman Pakcoy. Adanya perkembangan teknologi Machine Learning, sebuah model dapat mengklasifikasi kematangan tanaman Pakcoy berdasarkan data citra digital. Dengan menerapkan Algoritma Support Vector Machine (SVM), model Machine Learning dapat belajar mengklasifikasi sebuah citra digital tanaman Pakcoy dengan kategori "Kecil" untuk mewakili tanaman Pakcoy belum matang dan "Besar" untuk mewakili tanaman Pakcoy sudah matang yang menghasilkan tingkat akurasi mencapai di atas 79%. Dapat disimpulkan bahwa Machine Learning dapat diimplementasikan pada kegiatan budidaya tanaman Pakcoy untuk mendukung petani hidroponik.

Kata kunci: Klasifikasi, Pakcoy, Machine Learning, SVM

### 1. Pendahuluan

Pakcoy merupakan jenis tanaman yang termasuk keluarga sawi dengan nama latin Brassica Rapa L. [1]. Pakcoy memiliki tekstur daun yang halus, tidak memiliki bulu daun, dan tidak membentuk krop.

Tangkai daun tanaman ini lebar dan kokoh, daun dan tulang daunnya mirip dengan sawi hijau tetapi lebih tebal [2]. Tanaman Pakcoy memiliki berbagai jenis diantaranya Pakcoy *green*, *white*, dan *red* [3]. Tanaman Pakcoy memiliki pasar yang cukup besar terutama di Indonesia [4]. Beberapa rumah makan menghidangkan

makanan sayuran yang dibuat menggunakan Pakcoy. Kebutuhan yang besar tersebut menuntut adanya pemenuhan dari segi kuantitas.

Tanaman Pakcoy umumnya dibudidayakan dengan teknik hidroponik. Teknik ini memiliki keunggulan tidak memerlukan lahan yang luas[5]. Panen Pakcoy ditentukan dengan mengamati parameter ukuran tanaman dan lamanya masa tanam. Pengamatan terhadap ukuran tanaman dan lamanya masa tanam menuntut kehadiran dari pemilik kebun untuk dapat melihat secara langsung tanaman Pakcoy yang sedang dibudidayakan. Dalam upaya untuk meningkatkan efektifitas dari budidaya tanaman Pakcoy, berbagai teknologi telah dikembangkan. Berbagai teknologi yang dikembangkan antara lain teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk pemeliharaan tumbuhan[6–9], teknologi mikroprosesor untuk kontrol parameter lingkungan tanaman[10–12], dan teknologi pengolahan citra[13–16]. Dari berbagai penerapan teknologi untuk meningkatkan efektifitas tanaman tersebut, penerapan teknologi pengolahan citra sedang sangat berkembang.

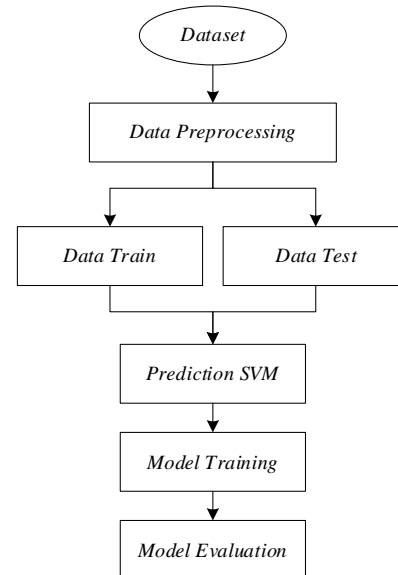
Teknologi pengolahan citra sendiri telah umum diterapkan di dunia industri[17–19], di dunia medika[20–22], dan di dunia transportasi[23,24]. Di dunia agrikultur sendiri pengolahan citra dapat diterapkan untuk pendeteksian penyakit tanaman[25], monitoring kondisi tanaman[26], dan penentuan masa panen dari tanaman[27]. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah cara untuk menentukan masa panen dari tanaman Pakcoy menggunakan pengolahan citra dan *computer vision*. Beberapa studi menyatakan bahwa pengolahan citra dan *computer vision* dapat digunakan untuk menentukan waktu panen dari tanaman[28–30].

Penelitian ini menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) dalam mengklasifikasikan dataset tanaman Pakcoy. Citra masukan untuk sistem yang dikembangkan adalah citra tanaman Pakcoy yang diambil secara langsung menggunakan kamera. Perbandingan dari data tanaman Pakcoy yang sudah siap panen dan belum siap panen adalah 1:1 dengan komposisi 100 citra tanaman Pakcoy yang sudah matang dan 100 citra tanaman Pakcoy yang belum matang. Model yang didapatkan diharapkan dapat diterapkan pada sebuah sistem tertanam sehingga penerapan teknologi untuk mendukung agrikultur di Indonesia dapat semakin meningkat baik dari segi kuantitas, kualitas, dan efektifitasnya.

## 2. Metode Penelitian

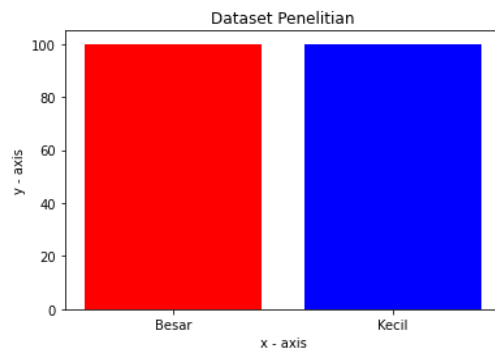
Gambar 1 menunjukkan gambaran alur penelitian dari awal hingga akhir. Proses penelitian diawali dari pengambilan *dataset* sebanyak 200 sampel tanaman Pakcoy dan melewati pra pemrosesan dengan membagi menjadi masing-masing 100 sampel untuk tanaman

Pakcoy yang sudah matang dan 100 sampel tanaman Pakcoy yang belum matang. Selanjutnya *dataset* dibagi oleh SVM secara otomatis menjadi dua untuk proses *training* dan *test*. Setelah *dataset* melalui *training* dan *test*, selanjutnya masuk ke tahap proses dan SVM sudah bisa memprediksi dan mengklasifikasi tanaman Pakcoy, dan model juga sudah didapatkan, sehingga proses terakhir adalah evaluasi model.



Gambar 1. Gambaran alur penelitian

### 2.1. Dataset

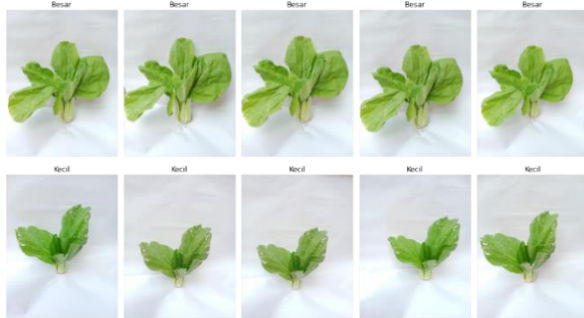


Gambar 2. *Dataset* dibagi menjadi 2 untuk kategori Besar dan Kecil

Gambar 2 menunjukkan pembagian *dataset*. Penelitian ini dilakukan dengan mengklasifikasikan tanaman hidroponik Pakcoy yang sudah siap panen dan yang belum. Pengujian menggunakan 200 citra tanaman Pakcoy. Pada gambar 2 menunjukkan pembagian *dataset* menjadi 2 kategori berdasarkan ukuran daun dan batang, masing-masing kategori terdiri dari 100 gambar. Kategori pertama yaitu “besar” untuk tanaman Pakcoy yang sudah matang dan kategori “kecil” untuk tanaman Pakcoy yang belum matang.

Gambar 3 merupakan beberapa sampel yang diambil dari *dataset* penelitian ini, 5 sampel di bagian atas

menunjukkan sampel dengan kategori “besar”, sedangkan 5 sampel yang bawah menunjukkan sampel dengan kategori “kecil.”



Gambar 3. Sampel tanaman Pakcoy berdasarkan ukuran besar (atas) dan kecil (bawah)

## 2.2. Preprocessing

Pada tahap ini, *dataset* sudah dikelompokkan berdasar ukuran yang kemudian dinormalisasikan menjadi bentuk *data flat* yang bertujuan untuk memudahkan SVM dalam memproses data. Seperti yang diketahui bahwa citra gambar terdiri atas banyak *pixel* warna, yang mana komputer tidak dapat membaca dan mengolahnya, disinilah proses normalisasi bekerja.

Tabel 1 Hasil 200 sampel *dataset* setelah dinormalisasi menjadi *data flat*

	0	1	...	67498	67499	Target
0	0.86667	0.88235	...	0.92549	0.96471	0
1	0.86667	0.89020	...	0.92157	0.96078	0
2	0.86667	0.88628	...	0.92157	0.96078	0
3	0.82790	0.86275	...	0.92157	0.95294	0
4	0.82745	0.85098	...	0.90196	0.93333	0
...	...	...	...	...	...	...
195	0.70196	0.66667	...	0.81961	0.90196	1
196	0.70196	0.66667	...	0.79216	0.89020	1
197	0.66275	0.62353	...	0.77255	0.85882	1
198	0.67059	0.63137	...	0.78431	0.86667	1
199	0.71373	0.67843	...	0.78824	0.87843	1

Tabel 1 menunjukkan hasil 200 sampel *dataset* berupa 100 target 0 untuk *dataset* dengan kategori “Besar” dan 100 target 1 untuk *dataset* untuk kategori “Kecil.” Fungsi normalisasi *dataset* ini agar menjadikan program lebih mudah membaca *dataset*, yang tadinya hanya berupa bentuk *pixel* dari 200 citra menjadi bentuk desimal antara 0 sampai 1.

Kemudian dari 100 *dataset* dibagi secara otomatis oleh SVM menjadi data *training* dan data *test* yang kemudian masuk ke tahap proses data.

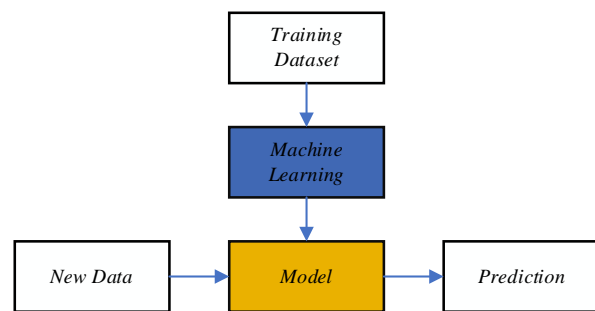
## 2.3. Proses

Tahap proses merupakan tahapan yang paling penting dalam penelitian ini dikarenakan *dataset* yang sudah dalam bentuk *data flat* masuk ke tahap *training* dan *test*. Tahap *training* dan *test* ini dilakukan menggunakan metode SVM (*Support Vector Machine*) pada algoritma *machine learning* dengan *library scikit-learn*.

*Machine learning* dengan metode SVM dan *library scikit-learn* disini melakukan semua proses *training* dan *test* secara otomatis, tidak ada campur tangan dari peneliti.

### 2.3.1. Machine Learning

*Machine learning* merupakan bagian yang penting dari *Artificial Intelligence* (AI), yang mana merupakan pengetahuan yang diperlukan pada *deep learning*[31]. Algoritma *machine learning* bisa dikatakan paling banyak dipakai oleh *programmer* dan *engineer* karena penggunaan yang cukup mudah dan segala aturan algoritma pembelajaran dibuat secara otomatis oleh sistem.



Gambar 4. Proses pembelajaran pada algoritma *machine learning*[32]

Gambar 4 menggambarkan proses pembelajaran pada algoritma *machine learning* dimana *dataset* yang akan diolah masuk ke proses pada *machine learning* dan menghasilkan model. Ketika ada data baru untuk diuji, *machine learning* sudah dapat memprediksi data tersebut sesuai dengan model yang didapat.

### 2.3.2. Support Vector Machine

*Support Vector Machine* (SVM) adalah suatu teknik pada *machine learning* untuk melakukan prediksi, baik dalam kasus klasifikasi maupun regresi[33]. SVM memiliki prinsip dasar *linear classifier* yaitu kasus klasifikasi yang secara *linear* dapat dipisahkan, namun SVM telah dikembangkan agar dapat bekerja pada problem *non-linear* dengan memasukkan konsep kernel pada ruang kerja berdimensi tinggi. Pada ruang berdimensi tinggi tersebut, akan dicari *hyperplane* yang dapat memaksimalkan jarak (*margin*) antar kelas data[34].

Konsep SVM dapat dijelaskan secara sederhana sebagai usaha untuk menentukan nilai *hyperplane* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah antar dua kelas pada *input space*. SVM membangun *hyperplane* pada ruang multidimensi untuk memisahkan kelas yang berbeda. SVM menghasilkan *hyperplane* optimal secara iteratif yang digunakan untuk meminimalkan kesalahan. Ide inti dari SVM adalah untuk menemukan nilai *Maximum Marginal Hyperplane* (MMH) yang paling banyak membagi *dataset* ke dalam beberapa kelas.

Tujuan utama SVM adalah untuk membagi *dataset* yang diberikan dengan cara yang paling memungkinkan. Jarak antara dua titik terdekat disebut margin. Tujuannya adalah untuk memilih *hyperplane* dengan kemungkinan margin terbesar antara vektor dukungan dalam kumpulan data yang diberikan.

### 2.3.3. Training dan Testing Model

*Training Model* merupakan tahap model mempelajari data yang sudah diolah menggunakan data *training*. Sedangkan *Testing Model* adalah proses model untuk melakukan prediksi terhadap data *test*.

Kedua proses ini adalah bagian yang paling penting dimana *dataset* secara otomatis diproses untuk menghasilkan model yang paling optimal oleh SVM.

### 2.4. Model Evaluation

Tahap *model evaluation* adalah tahap mengukur performa model dalam melakukan pembelajaran terhadap *dataset* yang sudah diberikan. Tahap ini sangat diperlukan sebelum menerapkan model untuk penggunaan secara komersial.

Dua tahap *model evaluation* yang dilakukan pada penelitian ini meliputi tahap *confusion matrix* dan tahap *prediction*.

#### 2.4.1. Confusion Matrix

*Confusion Matrix* merupakan salah satu alat ukur untuk mendapatkan jumlah ketepatan atau akurasi dari klasifikasi *machine learning* menggunakan algoritma yang dipakai. *Confusion matrix* terdiri dari kelas positif dan negatif[35,36].

		Actual Values	
		1 (Positive)	0 (Negative)
Predicted Values	1 (Positive)	TP (True Positive)	FP (False Positive)
	0 (Negative)	FN (False Negative)	TN (True Negative)

Gambar 5. Confusion matrix model[37]

Dari gambar 5 menggambarkan *True Positive* (TP) yang mengartikan keadaan ketika data uji diklasifikasikan *positive* (+) dan diprediksi benar sebagai data *positive* (+). *False Positive* (FP) - *Type I error* berarti ketika data uji diklasifikasikan *positive* (+) dan diprediksi salah sebagai data *negative* (-). *True Negative* (TN) berarti ketika data uji diklasifikasikan *negatif* (-) dan diprediksi benar sebagai data *negative* (-)

). *False Negative* (FN) - *Type II error* berarti ketika data uji diklasifikasikan *negatif* (-) dan diprediksi salah sebagai data *positive* (+)[37,38].

Berdasarkan penjelasan tersebut dapat diperoleh beberapa pengukuran persamaan evaluasi diantaranya *accuracy*, *precision*, dan *recall* sebagai berikut[39]:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \quad (1)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

Nilai akurasi dari hasil klasifikasi dalam persen (%) dapat dirumuskan sebagai berikut[36]:

$$Akurasi = \frac{\text{Banyak prediksi yang benar}}{\text{Total banyak prediksi}} \times 100\% \quad (4)$$

#### 2.4.2. Prediction

*Prediction* merupakan tahapan pengujian, dimana data yang diuji adalah beberapa gambar dari dalam *dataset* dan gambar yang di ambil dari luar *dataset* tetapi tidak jauh berbeda dengan *dataset* yang ada dari segi jarak objek dengan *frame* gambar.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian ini adalah program dapat membuat model yang dapat memprediksi dan mengklasifikasi tanaman hidroponik Pakcoy dengan baik berdasarkan ukuran batang dan daun. Diawali dengan pemilihan *hyperparameter* untuk menentukan model yang paling bagus.

Pada proses pelatihan diberikan tiga variasi *hyperparameter* yaitu *hyperparameter C* yang bernilai 0.1, 1, 10, dan 100. *Hyperparameter gamma* dengan nilai 0.0001, 0.001, 0.1, dan 1. *Hyperparameter kernel* yaitu 'rbf' dan 'poly'. SVM nantinya akan memilih nilai *hyperparameter* yang dapat membentuk model dengan performa terbaik terhadap proses *training 200 dataset* yang diberikan.

Tabel 2. Hasil *training dataset* dan didapatkan *hyperparameter* yang paling bagus

<i>Hyperparameter</i>	Nilai Terbaik
C	10
Gamma	0.0001
Kernel	Rbf

Tabel 2 menunjukkan *hyperparameter* paling baik dalam proses *training*, yaitu saat *hyperparameter C* bernilai 10, *gamma* 0.0001, dan kernel menggunakan 'rbf'. Dari parameter ini, program sudah dapat membuat prediksi untuk evaluasi model.

Berikut ini tabel 3 merupakan hasil prediksi model dalam melakukan klasifikasi terhadap 10 citra *data test* tanaman Pakcoy.

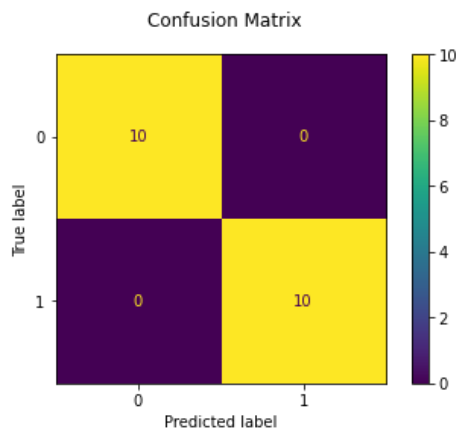
Tabel 3. Hasil prediksi sederhana dari *hyperparameter* yang didapat

Jenis Data	Nilai									
Actual Data	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
Predicted Data	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1

Tabel 3 menunjukkan hasil prediksi sederhana dari 10 sampel di *dataset* yang sama, ditunjukkan nilai dari data prediksi dan data sesungguhnya tidak ada *error* atau kesalahan yang diberikan. Hal ini berarti model menggunakan *hyperparameter* yang terpilih menghasilkan tingkat akurasi sederhana yang bagus sebelum masuk ke proses evaluasi.

### 3.1 Confusion Matrix

Nilai akurasi jumlah ketepatan dari klasifikasi dua kelas yaitu kelas besar dan kelas kecil dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil *confusion matrix* dari model yang didapat

Gambar 6 menunjukkan hasil klasifikasi dua kelas dengan label 0 untuk kelas besar sedangkan label 1 untuk kelas kecil. Hasil klasifikasi dari model dapat memprediksi gambar dengan benar. Berdasarkan 10 data uji yang diambil dari masing-masing kelas, sebanyak 10 citra kelas besar dapat dikenali sebagai kategori besar dan 10 citra kelas kecil dapat dikenali sebagai kategori kecil.

Jumlah anggota kelas 0 yang berhasil diprediksi dengan benar atau disebut *True Positive* (TP) sebanyak 10, sedangkan *False Positive* (FP) yaitu jumlah anggota kelas 0 yang gagal diprediksi dengan benar sebanyak 0. Begitu juga dengan jumlah anggota kelas 1 yang berhasil diprediksi dengan benar atau *True Negative* (TN) adalah 10 dan jumlah anggota kelas 0 yang gagal diprediksi dengan benar berjumlah 0.

Berikut hasil perhitungan *accuracy*, *precision*, dan *recall* yang didapat berdasarkan hasil *Confusion Matrix*:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} = \frac{10+10}{10+0+10+0} = 1 \quad (5)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{10}{10+0} = 1 \quad (6)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} = \frac{10}{10+0} = 1 \quad (7)$$

Berdasarkan rumus:

$$Akurasi = \frac{\text{Banyak prediksi yang benar}}{\text{Total banyak prediksi}} \times 100\% \quad (8)$$

Maka persentase akurasi dari data yang diuji adalah:

$$Akurasi = \frac{20}{20} \times 100\% = 100\% \quad (9)$$

### 3.2 Accuracy Score

Tabel 4. Tingkat akurasi yang dihasilkan

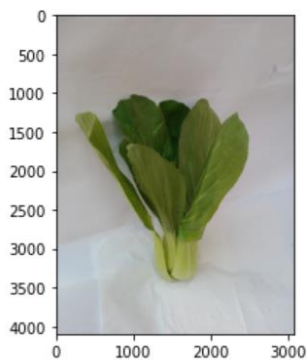
	Precision	Recall	F1-Score	Support
Besar	1.00	1.00	1.00	10
Kecil	1.00	1.00	1.00	10
Accuracy			1.00	20
Macro Avg	1.00	1.00	1.00	20
Weighet Avg	1.00	1.00	1.00	20

Terlihat dari tabel 4 bahwa klasifikasi kesiapan panen berdasarkan citra tanaman hidroponik pakcoy menggunakan metode SVM mencapai akurasi 100%. Maka dapat disimpulkan metode SVM dapat diimplementasikan pada klasifikasi citra tanaman pakcoy yang sudah siap panen dan yang belum.

### 3.3 Prediction Model

Dengan menggunakan 4 sampel gambar tanaman Pakcoy dengan masing-masing 2 gambar dari *dataset* sebelumnya dan 2 dari luar *dataset* didapatkan hasil seperti berikut:

#### 3.3.1. Pengujian dari Dalam *Dataset*

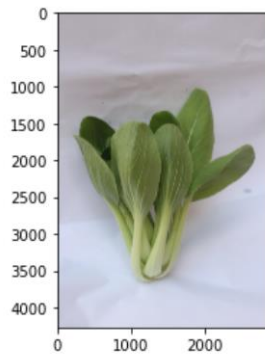


Besar = 99.43233160827387%  
 Kecil = 0.5676683917261375%  
 The predicted image is : Besar

Gambar 7. Pengujian sampel kelas 'Besar' dari *dataset* sebelumnya

Dari gambar 7 terlihat sampel tanaman Pakcoy dari kelas 'Besar' diuji dengan model yang sudah didapat, program memprediksi bahwa sampel tersebut masuk ke dalam kelas 'Besar' dengan nilai presentase 99.43%. Nilai akurasi dari prediksi ini belum mencapai 100% padahal menggunakan *dataset* yang sama. Hal ini dapat terjadi karena model yang dipakai dalam prediksi ini sudah diubah menjadi bentuk *dataflat* bukan lagi *pixel*, sehingga program mencocokkan data yang sama belum

tentu 100% akurat, tetapi nilai *error* yang diberikan juga tidak terlalu besar.



Besar = 3.5651810986683463%  
Kecil = 96.43481890133164%  
The predicted image is : Kecil

Gambar 8. Pengujian sampel kelas 'Kecil' dari dataset sebelumnya

Dari gambar 8 terlihat sampel tanaman Pakcoy dari kelas 'Kecil' diuji seperti pada gambar 7 dan program memprediksi sampel tersebut termasuk dalam kelas 'Kecil' dengan tingkat akurasi 96.43%.

Dari dua sampel menggunakan *dataset* sebelumnya dari kelas 'Besar' dan 'Kecil' tersebut menghasilkan tingkat akurasi lebih dari 95% sesuai dengan masing-masing kelasnya. Hal tersebut menunjukkan klasifikasi tanaman Pakcoy dari *dataset* yang sama menggunakan metode SVM menunjukkan performa yang layak.

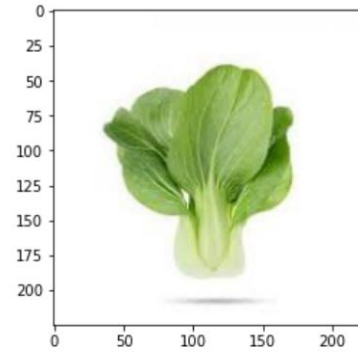
### 3.3.2. Pengujian dari Luar Dataset



Besar = 99.99671232042093%  
Kecil = 0.003287679579085082%  
The predicted image is : Besar

Gambar 9. Pengujian sampel kelas 'Besar' dari luar *dataset*

Pada gambar 9 dan 10 menunjukkan bahwa sampel dari luar *dataset* bisa diprediksi dengan baik oleh program walaupun gambar 10 hanya menghasilkan akurasi 79% dikarenakan beberapa faktor antara lain gambar agak *blur* dan ukuran *pixel* yang cukup kecil. Tetapi untuk prediksi dengan tingkat akurasi di atas 75% sudah cukup bagus untuk bisa diimplementasikan dalam sistem klasifikasi tanaman Pakcoy.



Besar = 20.843919106658923%  
Kecil = 79.1560808933411%  
The predicted image is : Kecil

Gambar 10. Pengujian sampel kelas 'Kecil' dari luar *dataset*

Berdasarkan hasil prediksi menggunakan 4 sampel berupa 2 sampel dari *dataset* yang sama dan 2 sampel lagi dari luar *dataset*, mendapatkan tingkat akurasi yang cukup bagus. Hal ini bisa ditingkatkan untuk penelitian selanjutnya dari segi *dataset*. Dalam proses *training*, model yang dihasilkan akan semakin bagus ketika sampel *dataset* yang dipakai semakin banyak dan variasi yang semakin banyak juga.

Penelitian ini diharapkan bisa diimplementasikan ke dalam bentuk *hardware embeded system* untuk membantu petani hidroponik Pakcoy dalam menentukan tingkat kematangan tanaman Pakcoy menggunakan *Raspberry Pi 4* yang dihubungkan dengan modul kamera *Raspberry Pi* dan *box*. Model yang sudah didapatkan bisa langsung dijalankan ke dalam sistem, sehingga *hardware* ini bisa langsung digunakan untuk proses prediksi tanaman Pakcoy secara langsung.

## 4. Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan SVM sebagai algoritma *Supervised* pada *Machine Learning*, hal ini dikarenakan algoritma SVM dapat mengklasifikasi data linear dan data non-linear sekaligus. *Dataset* yang digunakan penelitian ini merupakan *dataset* non-linear yang memiliki 3 dimensi warna antara lain *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB) sehingga SVM merupakan algoritma yang paling cocok digunakan dalam penelitian ini.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil pengujian model *Machine Learning* menggunakan metode SVM memperoleh tingkat akurasi mencapai 100% pada proses *training* dalam mengklasifikasi kematangan tanaman Pakcoy. Pada proses evaluasi, model dapat melakukan klasifikasi terhadap citra acak di luar *dataset* dengan tingkat akurasi di atas 79%.

Dari hasil tersebut maka dapat diperoleh bahwa *Machine Learning* dengan menggunakan metode SVM dapat diimplementasikan dengan baik untuk klasifikasi

kesiapan panen pada tanaman Pakcoy sebagai pendukung petani hidroponik.

### Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi RI (Kemendikbudristek) sebagai penyelenggara Kampus Merdeka Magang & Studi Independen Bersertifikat (MSIB) dan Huawei sebagai mitra kerjasama MSIB yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti seluruh kegiatan MSIB dan penelitian ini.

### Daftar Rujukan

- [1] E. Mutryarny and S. Lidar, "respon tanaman pakcoy (brassica rapa l) akibat pemberian zat pengatur tumbuh hormoniK," *J. Ilm. Pertan.*, vol. 14, no. 2, pp. 29–34, 2018, doi: 10.31849/jip.v14i2.258.
- [2] M. Mardilla and A. Pratiwi, "Budidaya Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa Subsp. Chinensis) Dengan Teknik Vertikultur Pada Lahan Sempit Di Kelurahan Penaraga Kecamatan Raba Kota Bima," *J. Pengabd. Magister Pendidik. IPA*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: 10.29303/jpmi.v4i1.537.
- [3] L. Sarido and Junia, "Uji Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.) dengan Pemberian Pupuk Organik Cair pada Sistem Hidroponik," *J. AGRIFOR*, vol. 16, no. 1, pp. 65–74, 2017, doi: <https://doi.org/10.31293/af.v16i1.2591>.
- [4] R. Purwasih, "Pemanfaatan Lahan Pekarangan untuk Budi Daya Sayuran Secara Hidroponik di Kecamatan Sungailiat, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung," *Agrokreatif J. Ilm. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 5, no. 3, pp. 195–201, 2019, doi: 10.29244/agrokreatif.5.3.195-201.
- [5] L. E. Rahmadhani, L. I. Widuri, and P. Dewanti, "Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, Dan Pakcoy) Dengan Sistem Budidaya Akuaponik Dan Hidroponik," *J. Agroteknologi*, vol. 14, no. 01, p. 33, 2020, doi: 10.19184/j-agt.v14i01.15481.
- [6] I. W. A. Suranata and I. G. H. Prathama, "Arsitektur Moisture Meter dengan Capacitive Sensing dan Serverless IoT untuk Hidroponik Fertigasi," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 1, no. 10, pp. 1–3, 2021, doi: <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.2993>.
- [7] R. Uchiyama, S. Yamaguchi, and Y. Takahashi, "Solar Power Generation for Compact Hydroponic Plant Cultivation System," in 2019 19th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), 2019, pp. 827–832, doi: 10.23919/ICCAS47443.2019.8971554.
- [8] M. A. Afandi, I. Hikmah, and C. Agustinah, "Jurnal Nasional Teknik Elektro Microcontroller-based Artificial Lighting to Help Growth the Seedling Pakcoy," vol. 3, 2021, doi: <https://doi.org/10.25077/jnte.v10n3.943.2021>.
- [9] C. J. G. Aliac and E. Maravillas, "IOT hydroponics management system," 2018 IEEE 10th Int. Conf. Humanoid, Nanotechnology, Inf. Technol. Commun. Control. Environ. Manag. HNICEM 2018, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/HNICEM.2018.8666372.
- [10] V. D. K and M. Syaryadhi, "Monitoring Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroler Atmega328 Pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos," *J. Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 3, pp. 91–98, 2017.
- [11] M. Khotib and S. Sutikno, "Prototipe Sistem Kontrol Parameter Fisik ( Suhu - Kadar Air Tanah - Kelembaban Udara ) Pada Green House Untuk Budidaya Tanaman Cabai," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 1, no. 2, pp. 86–92, 2019, doi: 10.32528/elkom.v1i2.3087.
- [12] A. Safirimawan, "Sistem Kontrol Pemberian Nutrisi pada Budi Daya Tanaman Aeroponik Berbasis Fuzzy Logic," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 19–23, 2019, doi: 10.30871/jaee.v3i1.1397.
- [13] M. Irfan, B. A. Ardi Sumbodo, and I. Candradewi, "Sistem Klasifikasi Kendaraan Berbasis Pengolahan Citra Digital dengan Metode Multilayer Perceptron," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.*, vol. 7, no. 2, p. 139, 2017, doi: 10.22146/ijeis.18260.
- [14] P. Rianto and A. Harjoko, "Penentuan Kematangan Buah Salak Pondoh Di Pohon Berbasis Pengolahan Citra Digital," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.*, vol. 11, no. 2, p. 143, 2017, doi: 10.22146/ijccs.17416.
- [15] N. Yelliy N, "Pengolahan Citra Digital Perbandingan Metode Histogram Equalization Dan Spesifikasi Pada Citra Abu-Abu," *J-Icon*, vol. 7, no. 1, pp. 87–95, 2019, doi: <https://doi.org/10.35508/jicon.v7i1.889>.
- [16] A. R. CHAIDIR, K. ANAM, and G. A. RAHARDI, "Lane Tracking pada Robot Beroda Holonomic menggunakan Pengolahan Citra," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 8, no. 1, p. 69, 2020, doi: 10.26760/elkomika.v8i1.69.
- [17] I. Supiyani, J. Haerul, and T. N. Padilah, "Nusantara ( Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial )," *Nusant. J. Ilmu Pengetah. Sos.*, vol. 8, no. 2, pp. 2204–2212, 2021, doi: 10.31604/jips.v8i7.2021.2204-2212.
- [18] H. Muchtar and F. Said, "Sistem Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Robert Filter dan Framing Image Berbasis Pengolahan Citra Digital," *Resist. (elektRONika kEndali Telekomun. tenaga List. kOMputeR)*, vol. 2, no. 2, p. 105, 2019, doi: 10.24853/resistor.2.2.105-112.
- [19] A. Fadjeri, A. Setyanto, and M. P. Kurniawan, "Pengolahan Citra Digital Untuk Menghitung Ekstraksi Ciri Greenbean Kopi Robusta Dan Arabika (Studi Kasus: Kopi Temanggung)," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 8, no. 1, pp. 8–13, 2020, doi: 10.30646/tikomsin.v8i1.462.
- [20] M. Orisa and T. Hidayat, "Analisis Teknik Segmentasi Pada Pengolahan Citra," *J. Mnemon.*, vol. 2, no. 2, pp. 9–13, 2019, doi: 10.36040/mnemonic.v2i2.84.
- [21] S. Naseera, G. K. Rajini, B. Venkateswarlu, and M. Jasmin Pemeena Priyadarisini, "A review on image processing applications in medical field," *Res. J. Pharm. Technol.*, vol. 10, no. 10, pp. 3456–3460, 2017, doi: 10.5958/0974-360X.2017.00644.8.
- [22] M. A. Afandi, H. Kusuma, and T. A. Sardjono, "Carotid Artery Plaque Image Recognition Using Gabor Wavelet and Principal Component Analysis," *Proceeding - 2018 Int. Semin. Intell. Technol. Its Appl. ISITIA 2018*, pp. 461–464, 2018, doi: 10.1109/ISITIA.2018.8710967.
- [23] L. Jiang, Y. Fan, Q. Sheng, X. Feng, and W. Wang, "Research on path guidance of logistics transport vehicle based on image recognition and image processing in port area," *Eurasip J. Image Video Process.*, vol. 2018, no. 1, 2018, doi: 10.1186/s13640-018-0384-5.
- [24] D. B. Pratama, "Pengendalian Mobile Robot Berdasarkan Objek Traffic Light Menggunakan Pengolahan Citra," *J. Arus Elektro Indones.*, vol. 7, no. 1, pp. 17–23, 2021, doi: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/E-JAEI/article/view/23040>.
- [25] A. R. T. H. Ririd, A. W. Kurniawati, and Y. Yunhasnawa, "Implementasi Metode Support Vector Machine Untuk Identifikasi Penyakit Daun Tanaman Kubis," *J. Inform. Polinema*, vol. 4, no. 3, pp. 181–189, 2018, doi: 10.33795/jip.v4i3.204.
- [26] L. K. S. Tolentino et al., "Yield evaluation of brassica rapa, Lactuca Sativa, and brassica Integrifolia using image processing in an IoT-based Aquaponics with temperature-controlled greenhouse," *Agrivita*, vol. 42, no. 3, pp. 393–410, 2020, doi: 10.17503/agrivita.v42i3.2600.
- [27] Andri Heru Saputra and Dhomas Hatta Fudholi, "Realtime Object Detection Masa Siap Panen Tanaman Sayuran Berbasis Mobile Android Dengan Deep Learning," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 4, pp. 647–655, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i4.3190.

DOI: <https://doi.org/10.29207/resti.v6i1.3828>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

- [28] N. Gobalakrishnan, K. Pradeep, C. J. Raman, L. J. Ali, and M. P. Gopinath, "A Systematic Review on Image Processing and Machine Learning Techniques for Detecting Plant Diseases," Proc. 2020 IEEE Int. Conf. Commun. Signal Process. ICCSP 2020, pp. 465–468, 2020, doi: 10.1109/ICCSP48568.2020.9182046.
- [29] D. E. Saputra, D. Rahmawati, and A. F. Ibadillah, "Pengolahan Citra Digital Dalam Penentuan Panen Jamur Tiram," J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC, vol. 6, no. 1, pp. 2–6, 2019, doi: 10.21107/triac.v6i1.4356.
- [30] M. K. Tripathi and D. D. Maktedar, "A role of computer vision in fruits and vegetables among various horticulture products of agriculture fields: A survey," Inf. Process. Agric., vol. 7, no. 2, pp. 183–203, 2020, doi: 10.1016/j.inpa.2019.07.003.
- [31] J. W. G. Putra, "Pengenal konsep pembelajaran mesin dan deep learning," Comput. Linguist. Nat. Lang. Process. Lab., vol. 4, pp. 1–235, 2020, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/323700644>.
- [32] A. Ahmad Hania, "Mengenal Artificial Intelligence, Machine Learning, & Deep Learning," J. Teknol. Indones., no. June, 2017, [Online]. Available: <https://amt-it.com/mengenal-perbedaan-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning/>.
- [33] F. S. Jumeilah, "Penerapan Support Vector Machine (SVM) untuk Pengkategorian Penelitian," J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi), vol. 1, no. 1, pp. 19–25, 2017, doi: 10.29207/resti.v1i1.11.
- [34] I. C. R. Drajana, "Metode Support Vector Machine Dan Forward Selection Prediksi Pembayaran Pembelian Bahan Baku Kopra," Ilk. J. Ilm., vol. 9, no. 2, pp. 116–123, 2017, doi: 10.33096/ilkom.v9i2.134.116-123.
- [35] A. Z. Fuadi, I. N. Haq, and E. Leksono, "Support Vector Machine to Predict Electricity Consumption in the Energy Management Laboratory," RESTI J., vol. 5, no. 3, pp. 466–473, 2021, doi: <https://doi.org/10.29207/resti.v5i3.2947>.
- [36] Z. Y. Lamasigi, M. Hasan, and Y. Lasena, "Local Binary Pattern untuk Pengenalan Jenis Daun Tanaman Obat menggunakan K-Nearest Neighbor," Ilk. J. Ilm., vol. 12, no. 3, pp. 208–218, 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i3.667.208-218.
- [37] Z. Karimi, "Confusion Matrix," Encycl. Mach. Learn. Data Min., no. October, pp. 260–260, 2017, doi: 10.1007/978-1-4899-7687-1\_50.
- [38] A. Luque, A. Carrasco, A. Martín, and A. de las Heras, "The impact of class imbalance in classification performance metrics based on the binary confusion matrix," Pattern Recognit., vol. 91, pp. 216–231, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2019.02.023>.
- [39] Adi Nugroho, Agustinus Bimo Gumelar, Adri Gabriel Sooai, Dyana Sarvasti, and Paul L Tahalele, "Perbandingan Performansi Kinerja Algoritma Pengklasifikasian Terpandu Untuk Kasus Penyakit Kardiovaskular," J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi), vol. 4, no. 5, pp. 998–1006, 2020, doi: 10.29207/resti.v4i5.2316.