

# **MAKALAH PENGENALAN POLA DAN ANALISIS CITRA**

## **“Klasifikasi Kacang Pistacio yang Telah dikupas Menggunakan Fitur Computer Vision dan Warna”**

**(Mahmoud Omid, Mahmoud Soltani Firouz dkk.)**



Disusun oleh:

**Ahmad Bakery**

**NIM 1711016110001**

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**

**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER**

**BANJARBARU**

**2021**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pistachio (*Pistacia vera* L. Anacardiaceae) merupakan sejenis tanaman penghasil biji-bijian yang dikenal sebagai kacang pistachio yang biasanya tumbuh di daerah Iran, Turkmenistan, dan Azerbaijan Barat. Pistachio merupakan cemilan yang mempunyai banyak manfaat dan paling mudah dibawa bepergian. Mengingat kacang-kacangan adalah sumber serat, protein, serta beragam vitamin dan mineral. Kacang pistachio sendiri mengandung 45 gram lemak tak jenuh dalam setiap satu takaran sajinya. Selain itu kacang pistachio juga tinggi akan vitamin B, A, E, C, kalsium, potasium, dan magnesium (Omid, 2017).

Proses identifikasi atau pengenalan biji-bijian merupakan aspek penting dalam dunia industri pengolahan pangan. Sebuah industri pangan berskala besar, proses pencampuran beberapa macam biji-bijian dalam pengolahan sebuah produk pangan sangat memperhatikan ketepatan dalam memilih bahan agar tidak terjadi kesalahan dalam proses produksi karena berpengaruh pada hasil akhir dari sebuah produksi. Agar tidak terjadi kesalahan yang fatal, diperlukan sebuah proses identifikasi dari bahan yang digunakan. Dengan sebuah sensor (intelligent camera) yang digunakan dari hasil sebuah proses identifikasi maka sebuah proses produksi produk pangan dapat berjalan dengan baik dan tidak terjadi kesalahan dalam pencampuran bahan. Proses pengidentifikasian terhadap beberapa varian biji-bijian dapat dilakukan dengan cara mengekstraksi fitur dari citra (image) dengan menganalisa melalui parameter warna, bentuk dan tekstur serta melakukan proses pengklasifikasian untuk mengukur tingkat keakuratan. Proses identifikasi berdasarkan parameter fitur warna, bentuk dan tekstur dengan metode computer vision diharapkan dapat menjamin tingginya tingkat akurasi dari sebuah varian biji-bijian dan bisa dijadikan acuan (Luthfi, 2018).

Citra digital merupakan gambar dua dimensi yang bisa ditampilkan pada layar komputer sebagai himpunan atau diskrit nilai digital yang disebut pixel/ picture elements. Citra sebagai salah satu komponen multimedia memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya akan informasi. Maksud dari “citra kaya akan informasi” adalah citra dapat memberikan informasi yang lebih banyak dibandingkan dengan informasi yang disajikan dalam bentuk teks. Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Ekstraksi fitur adalah proses pengindeksan suatu database berupa citra (image) dengan isinya. Salah satu proses ekstraksi fitur adalah menganalisa berdasarkan isi visual seperti warna, bentuk dan tekstur. Setelah proses ekstraksi fitur, dilakukan proses klasifikasi untuk menentukan tingkat keakuratan dari proses identifikasi yang telah dilakukan (Luthfi, 2018).

Dalam penelitian ini penulis bertujuan untuk mengembangkan sistem kecerdasan buatan (AI) untuk mengklasifikasi dengan teknik pemrosesan gambar dan pembelajaran mesin gabungan dengan metode Jaringan Saraf Tiruan dan Support Vector Machine berdasarkan standar UNECE untuk persiapan biji-bijian kacang phitacio di ekspor. Jika waktu pemrosesan metode ini dapat meningkatkan tingkat efisiensi dalam mensortir dan memilah kacang phitacio (Omid, 2017).

## B. Rumusan Masalah

1. Apa faktor utama yang mempengaruhi agar klasifikasi warna kacang phitacio agar akurat?

2. Bagaimana proses klasifikasi kacang phitacio yang dikupas menggunakan computer vision dan warna?
3. Bagaimana pembahasan dan hasil dalam implementasi dalam penelitian ini?

#### C. Tujuan

1. Mengetahui faktor utama yang mempengaruhi klasifikasi agar akurat.
2. Mengetahui proses klasifikasi menggunakan metode computer vision dan warna.
3. Mengetahui hasil akhir dari implementasi dari penelitian.

#### D. Metode Penelitian

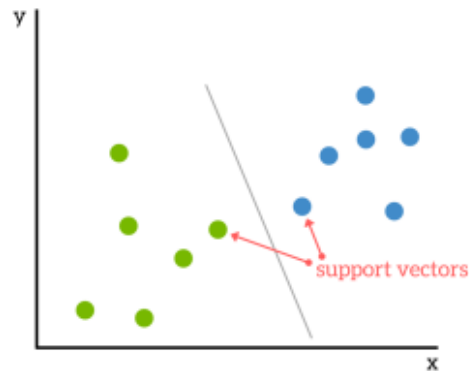
Pada penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian Support Vector Machine (SVM) dan Jaringan Saraf Tiruan (JST) sebagai salah satu algoritma pengenalan gambar dengan mengembangkan sistem cerdas untuk mengklasifikasikan kacang phitacio dengan menggunakan teknik pemrosesan gambar dan pembelajaran mesin gabungan termasuk JST dan SVM berdasarkan standar UNECE untuk persiapan untuk diekspor. Oleh karena itu, jika waktu pemrosesan metode ini ditingkatkan lebih lanjut, metode tersebut dapat dengan mudah digunakan dalam mesin sortir online (Omid, 2017).

##### 1. Support Vector Machine (SVM)

SVM digunakan untuk klasifikasi atau deteksi gambar yang berbeda. SVM mengambil data sebagai input dan menghasilkan garis yang memisahkan kelas-kelas itu jika bisa jadi. Klasifikasi ini adalah model linier untuk masalah klasifikasi dan regresi. Itu memecahkan masalah linier dan non-linier. Lalu bekerja baik untuk banyak masalah praktis. Algoritma SVM menciptakan garis (bidang datar) yang memisahkan data ke dalam kelas (Ira, 2019).

SVM adalah metode klasifikasi yang diwakili oleh Vapnik pada tahun 1992. SVM digunakan dalam banyak aplikasi, Sebagian besar

digunakan di bioinformatika karena akurasi yang tinggi. Tinggi data dimensi seperti ekspresi gen adalah hal lain area di mana SVM dapat digunakan. Itu terkait dengan kategori reguler dari prosedur kernel. Kernel prosedur mengekspos data melalui produk-titik. Di dalam hal ini, fungsi kernel menghitung titik produk dalam komponen wajah dimensi mungkin tinggi ruang. Karakteristik dasar SVM adalah untuk mengembangkan sistem pemanfaatan non-linear classifier terhubung pada pengklasifikasi linier. Klasifikasi ini memiliki melakukan keraguan di bidang mesin belajar dan contoh klasifikasi. Klasifikasi diperoleh dengan memahami linear atau non-linear permukaan partisi di ruang informasi (Ira, 2019).



Gambar 1. Struktur Support Vector Machine sederhana

#### 1.1 Algoritma SVM -

- Pada saat mulai menemukan titik melanggar di dataset.
- Jika titik Pelanggar itu ditemukan atau diidentifikasi dalam dataset maka itu akan menjadi ditambahkan ke set kandidat.
- Ini dapat terjadi jika bersebelahan dengan melanggar titik sebagai Vektor Dukungan dapat dicegah oleh kandidat lainnya Mendukung Vektor yang sudah ada hadir di set.
- Langkah yang sama diulangi jika Poin yang melanggar dihilangkan.

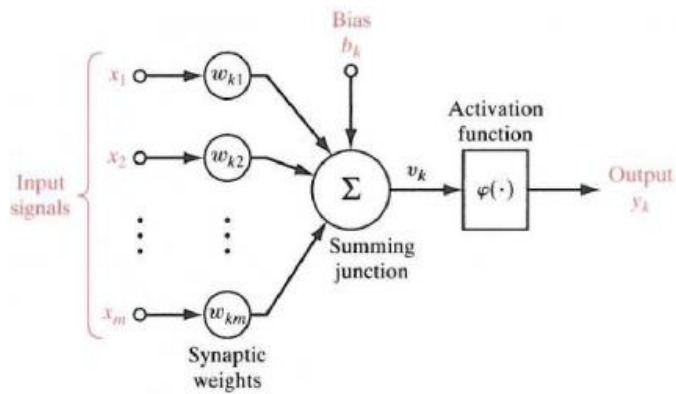
(Ira, 2019).

## 2. Jaringan Saraf Tiruan (JST)

Jaringan Syaraf Tiruan telah dikembangkan sejak tahun 1940. Pada tahun 1943 McCulloch dan W.H.Pitts memperkenalkan pemodelan matematis neuron. Tahun 1949, Hebb mencoba mengkaji proses belajar yang dilakukan oleh neuron. Teori ini dikenal sebagai Hebbian Law. Tahun 1958, Rosenblatt memperkenalkan konsep perseptron suatu jaringan yang terdiri dari beberapa lapisan yang saling berhubungan melalui umpan maju (feed foward). Konsep ini dimaksudkan untuk memberikan ilustrasi tentang dasar-dasar intelegensi secara umum (Musli, 2015).

Jaringan syaraf tiruan merupakan fungsi aproksimasi umum yang memiliki keakuratan dalam proses klasifikasi. Jaringan syaraf tiruan merupakan model nonlinear sehingga model ini menjadi fleksibel dalam pemodelan hubungan yang kompleks di dunia nyata. Jaringan syaraf tiruan mampu mengestimasi kemungkinan-kemungkinan selanjutnya yang menyediakan dasar aturan klasifikasi dan analisa statistic. JST tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dan komputasi untuk fungsi aproksimasi non-lini er, klasifikasi data cluster dan regresi non-parametrik atau sebuah simulasi koleksi model saraf biologi dari pemahaman manusia (human cognition) yang didasarkan pada asumsi berikut :

- a. Pemrosesan informasi terjadi pada elemen sederhana yang disebut neuron.
- b. Isyarat mengalir diantara sel saraf melalui suatu sambungan penghubung setiap sambungan penghubung memiliki bobot yang bersesuaian.



Gambar 2. Struktur Jaringan Saraf sederhana

Bobot ini akan digunakan untuk menggandakan / mengalikan isyarat yang dikirim melaluinya. Setiap sel saraf akan menerapkan fungsi aktivasi terhadap isyarat hasil penjumlahan berbobot yang masuk kepadanya untuk menentukan isyarat keluarannya. Menjabarkan salah satu contoh pengambilan ide dari jaringan saraf biologis adalah adanya elemen-elemen pemrosesan pada JST yang saling terhubung dan beroperasi secara paralel. JST berkembang secara pesat pada beberapa tahun terakhir. JST telah dikembangkan sebelum adanya suatu komputer konvensional yang canggih dan terus berkembang walaupun pernah mengalami masa vakum selama beberapa tahun (Musli, 2015).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Proses identifikasi atau pengenalan biji-bijian merupakan aspek penting dalam dunia industri pengolahan pangan. Sebuah industri pangan berskala besar, proses pencampuran beberapa macam biji-bijian dalam pengolahan sebuah produk pangan sangat memperhatikan ketepatan dalam memilih bahan agar tidak terjadi kesalahan dalam proses produksi karena berpengaruh pada hasil akhir dari sebuah produksi. Agar tidak terjadi kesalahan yang fatal, diperlukan sebuah proses identifikasi dari bahan yang digunakan. Dengan sebuah sensor (intelligent camera) yang digunakan dari hasil sebuah proses identifikasi maka sebuah proses produksi produk pangan dapat berjalan dengan baik dan tidak terjadi kesalahan dalam pencampuran bahan (Luthfi, 2018).

Citra digital merupakan gambar dua dimensi yang bisa ditampilkan pada layar komputer sebagai himpunan atau diskrit nilai digital yang disebut pixel/ picture elements. Citra sebagai salah satu komponen multimedia memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya akan informasi. Maksud dari “citra kaya akan informasi” adalah citra dapat memberikan informasi yang lebih banyak dibandingkan dengan informasi yang disajikan dalam bentuk teks. Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Ekstraksi fitur adalah proses pengindeksan suatu database berupa citra (image) dengan isinya. Salah satu proses ekstraksi fitur adalah menganalisa berdasarkan isi visual seperti warna, bentuk dan tekstur. Setelah proses ekstraksi fitur, dilakukan proses klasifikasi untuk menentukan tingkat keakuratan dari proses identifikasi yang telah dilakukan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dongming Li, Yongfu Liu And Liang Gao, yang menerangkan bahwa sebuah gambar (image) dapat dipelajari dan dieksplorasi dengan berbagai parameter yang dapat



diekstraksikan mulai dari fitur bentuk, warna, ukuran dan tekstur dengan melakukan teknologi pengenalan (recognition) karakteristik dari sebuah gambar (image) (Luthfi, 2018).

### **BAB III**

### **PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil dan Pembahasan**

Dalam penelitian ini menggunakan pemrosesan gambar untuk memisahkan bahan yang tidak diinginkan dari biji dan klasifikasi biji menjadi empat kelas yaitu putih, merah jambu, merah dan coklat. Indeks terbaik untuk definisi warna sampel pada citra adalah rasio R / G dalam ruang warna RGB. Arti yang dihasilkan komputer pada kelas sosial yang dimaksudkan untuk meniru pengambilan keputusan manusia untuk kualitas produk baru-baru ini telah dipelajari secara intensif .

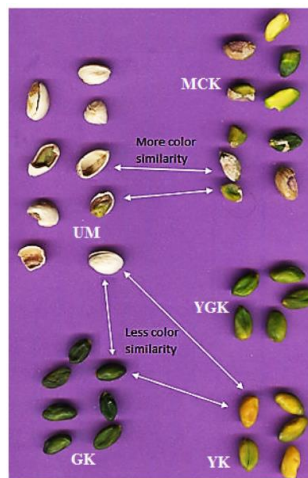
Aktivitas terkoordinasi dari visi dan arti komputer Jaringan saraf Tiruan (JST) adalah simulator untuk aktivitas terkoordinasi otak dan mata manusia. Kombinasi teknik ANN dan analisis komponen utama (PCA) dengan bantuan efek akustik digunakan untuk menyortir biji pistachio terbuka dan tertutup. JST digunakan untuk mengklasifikasikan almond menjadi lima kelas yang berbeda. Untuk tujuan ini, 215 fitur bentuk, warna, dan tekstur diekstraksi dari citra almond. Jumlah input dalam vektor fitur dikurangi dari 215 menjadi 18 dengan menggunakan analisis sensitivitas (SA) dan PCA.

Berdasarkan STANDAR UNCEDDP-10 (2010) , warna adalah kualitas indeks kernel pistachio kupas (PPK). Tujuan dari standar adalah untuk persyaratan kualitas kernel pistachio dan kernel pistachio yang telah dikupas pada tahap pengendalian ekspor. Jadi, kernel pistachio yang dikupas mungkin berklasifikasi sesuai dengan warna. Untuk warna berkelas , berikut jenis warna di bawah ini ( UNECE STANDARD DDP-10, 2010 ):

1. Kernel hijau (GK) Bagian dalam membujur harus berwarna hijau atau hijau tua. Tidak lebih dari 25 persen dari kernel, menurut hitungan, mungkin menampilkan bagian berwarna hijau muda dan / atau kuning.

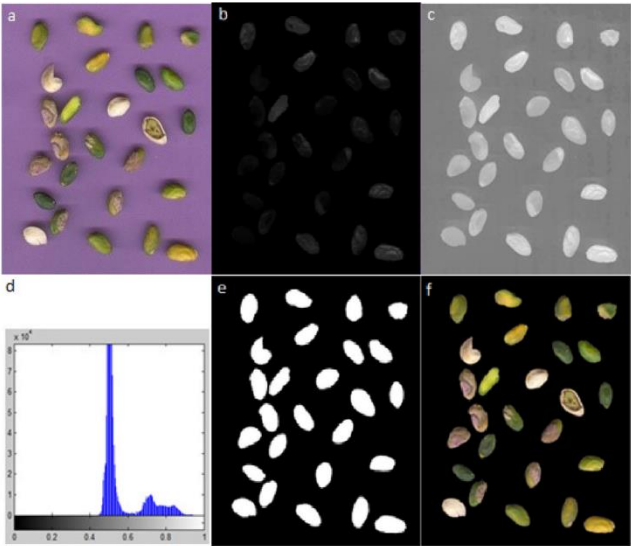
2. Kernel Hijau Kekuningan (YGK) Bagian dalam memanjang harus berwarna hijau kekuningan. Tidak lebih dari 40 persen kernel, menurut hitungan, mungkin menampilkan bagian kuning.
3. Kernel kuning (YK) Bagian dalam yang membujur dari kernel harus menampilkan warna kuning yang dominan. Tidak lebih dari 25 persen kernel, menurut hitungan, mungkin menampilkan warna hijau dan / atau hijau muda.
4. Kernel Warna Campuran (MCK) Banyak yang tidak termasuk dalam salah satu kategori di atas termasuk dalam kategori ini.
5. Materi yang tidak diinginkan (UM) Juga, ada fi kelas f disebut materi yang tidak diinginkan (UM). UM termasuk pistachio tertutup dan kulit pistachio. Berdasarkan standar ini, kerusakan rendah tidak dianggap sebagai cacat. Juga dalam beberapa kasus fi kelas yang telah disebutkan memiliki fitur bentuk yang berbeda.

Langkah-langkah untuk mengembangkan sistem cerdas untuk PPK (Phitacion yang sudah dikupas). meliputi pengambilan gambar, segmentasi, ekstraksi fitur, pengurangan dimensi vektor fitur, penilaian PPK, dan fi akhirnya evaluasi kinerja kelas fi ers. Gambar contoh dari fi Lima kelas PPK termasuk kelas GK, YGK, YK, MCK, dan UM dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Klasifikasi Warna Phitacio yang dikupas

Ekstraksi Fitur warna, bentuk dan ukuran digunakan untuk pembuatan vektor fitur. Untuk tujuan ini, gambar diubah dari ruang warna RGB ke HSV, Nrgb dan Laboratory\* ruang warna. Dari komponen ruang warna enam indeks dihitung untuk setiap sampel. Ini termasuk mean, variance, skewness, kurtosis, moment dan range. Selanjutnya klasifikasi dengan metode SVM dan JST



Gambar 4. (a) Gambar RGB. (b) Komponen B dari Laboratory\* ruang warna, (c) Komponen B yang ditingkatkan (nilai piksel dari komponen B dinormalisasi antara nol dan satu, dan kemudian akar keempat dari nilai yang dinormalisasi), (d) Peningkatan histogram komponen B citra, (e ) Citra biner, dan (f) Citra diperoleh dengan perkalian citra biner dan citra RGB.

a. Indeks statistik yang digunakan untuk ekstraksi fitur.

Fitur	Ekspresi dan rumus <small>Sebuah</small>
Berarti	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$ <small>saya <math>\frac{1}{n} \times X</math> saya</small>
Saat	$m \times \frac{1}{4} E \delta \times m P_2$
Perbedaan	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$ <small>saya <math>\frac{1}{n} \times \delta \times X</math> saya</small> $m P$
Kecondongan	$\frac{\sum_{i=1}^n P_i^3}{\sum_{i=1}^n P_i^2}$ <small>saya <math>\frac{\sum_{i=1}^n P_i^3}{\sum_{i=1}^n P_i^2}</math></small>
Jarak	$\frac{\max \delta \times \text{saya } P \min \delta \times \text{saya } P}{\sum_{i=1}^n P_i}$ <small>saya <math>\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n P_i</math></small>
Kurtosis	$\frac{\sum_{i=1}^n P_i^4}{(\sum_{i=1}^n P_i^2)^2}$ <small>saya <math>\frac{\sum_{i=1}^n P_i^4}{(\sum_{i=1}^n P_i^2)^2}</math></small>
Daerah	Jumlah piksel dalam gambar biner untuk setiap sampel
Perimeter	Jumlah piksel pada batas citra biner untuk setiap sampel
Rasio aspek	Rasio sumbu utama / sumbu minor untuk setiap sampel
Keanehan	Rasio jarak antara fokus elips dan panjang sumbu utamanya untuk setiap sampel

Sebuah Dalam hubungan ini, n, x, m adalah jumlah sampel (piksel) dalam gambar, nilai piksel, dan mean.

Gambar 5. Statistik Ekstraksi Fitur

b. Fitur berkorelasi diperoleh dengan menggunakan analisis sensitivitas.

Komponen	Fitur					
	Kurtosis	Jarak	Saat	Perbedaan	Kecondongan	berarti
R	✓	✓			✓	✓
G	✓			✓		✓
B						✓
H.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
S		✓				✓
V.		✓				✓
Nr						✓
Ng					✓	✓
Nb		✓				✓
L *						✓
Sebuah*				✓		
b *						✓

Gambar 6. Fitur berkorelasi Analisis sensitivitas

c. Evaluasi Kinerja

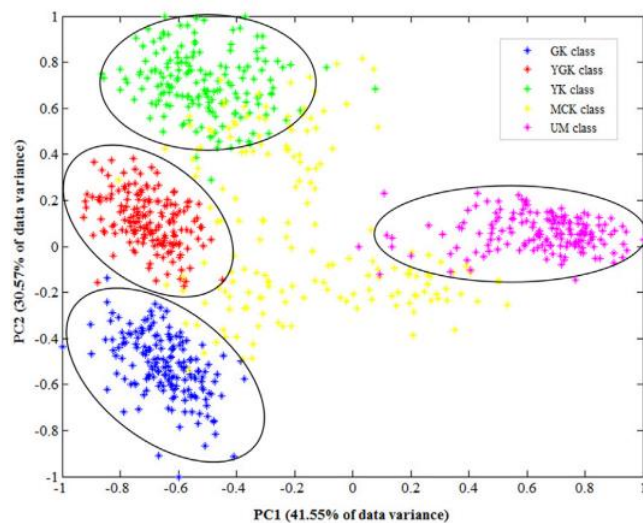
$$AC \frac{1}{2} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

$$CCR \frac{1}{2} = \frac{N_{Baik}}{N} \quad (2)$$

Gambar 7. Evaluasi Kinerja

dimana TP, TN, FP dan FN adalah jumlah positif benar, negatif benar, positif palsu dan negatif palsu. Misalnya, untuk kelas GK, TP adalah jumlah PPK dalam kelas GK padahal sebenarnya merupakan kelas GK, dan TN adalah jumlah PPK di kelas lain (YGK, YK, MCK dan UM) pada saat mereka terkait dengan kelas tersebut. Demikian pula, FP adalah jumlah PPK di kelas lain yang sebenarnya terkait dengan kelas GK, dan FN adalah jumlah PPK di kelas lain yang sebenarnya terkait dengan kelas GK.

d. Hamburan data 5 kelas PPK oleh PC1 dan PC2



Gambar 8. Hamburan Data

- e. Matriks konfusi (untuk pengujian kumpulan data) diperoleh dari JST dengan topologi 7-8-5.

Keluaran	Diinginkan				
	GK	YGK	YK	MCK	UM
GK	46	0	0	0	0
YGK	0	40	0	0	0
YK	0	0	43	0	0
MCK	0	1	0	42	1
UM	0	0	0	0	42
CCR	100	97.5	100	100	97.62
Ketepatan	100	99,53	100	99.07	99,53

Gambar 9. Matriks Konfusi

- f. Hasil klasifikasi PPK dengan SVM menggunakan fungsi kernel yang berbeda

Kernel linier		Kernel polinomial			Kernel basis radial		
c	SVs CCR	c	Gelar SVs	CCR	c	Sigma SVs	CCR
1	137 99,53 1	2	324	98,59 1	3.5	447	99.76
10	115 99.29 10	3	325	98,82 10	3.5	266	99.88
100	105 99,29 100	2	321	99,82 100	3.9	217	99.76
		1000 2	308	99,82 1000 4		224	99,53

Catatan: Untuk setiap kernel, hasil terbaik untuk C yang berbeda dilaporkan. SV adalah jumlah vektor dukungan, dan kelas yang benar di tingkat kation (CCR) diperoleh dari seluruh kumpulan data.

Gambar 10. Hasil klasifikasi PPK dengan SVM

- g. Matriks konfusi (untuk menguji kumpulan data) diperoleh dari SVM yang memiliki fungsi kernel basis radial ( $C = 10$  dan  $\sigma = 3.5$ ).

Keluaran	Diinginkan				
	GK	YGK	YK	MCK	UM
GK	56	0	0	0	0
YGK	0	56	0	0	0
YK	0	0	56	0	0
MCK	0	0	0	55	0
UM	0	0	0	1	56
CCR	100	100	100	98.21	100
Ketepatan	100	100	100	99.64	99.64

Catatan: Dalam tabel ini, CCR adalah kelas yang benar di tingkat kation, GK adalah kernel hijau, YGK adalah kernel hijau kekuningan, YK adalah kernel kuning, MCK adalah kernel warna campuran, dan UM adalah bahan yang tidak diinginkan. Entri yang dicetak tebal mewakili jumlah poin di mana label yang diprediksi sama dengan label sebenarnya, yaitu, jumlah klasifikasi yang benar di contoh ed di setiap kelas.

Gambar 11. Matriks menguji kumpulan data

## **BAB IV**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Dalam makalah ini, dikembangkan sistem cerdas berbasis pengolahan citra gabungan dan teknik pembelajaran mesin untuk mengklasifikasikan kernel pistachio yang dikupas (PPK). Dua metode yang sangat efektif untuk klasifikasi yaitu teknik JST dan SVM. Menurut hasil SA, komponen H dari ruang warna HSV dan indeks statistik rata-rata memiliki pengaruh terbesar pada klasifikasi PPK. Oleh SA, vektor fitur dikurangi menjadi 26 fitur. Selanjutnya, PCA diterapkan untuk mengurangi ukuran vektor input ke model JST dan SVM. Klasifikasi ANN terbaik memiliki struktur 7-8-5 dengan kelas yang benar pada tingkat klasifikasi (CCR) 99,4%. Fungsi kernel terbaik untuk algoritma SVM adalah radial basis dengan CCR, C, sigma dan jumlah vektor pendukung berturut-turut 99.88, 10, 3.5 dan 266. Hasil yang terungkap menunjukkan bahwa metode yang diusulkan akan cocok untuk sistem penilaian kacang pistachio online tetapi perlu penelitian lebih lanjut untuk merancang, mengembangkan dan mengoptimalkan sistem tersebut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ira, N., Jhumpa, M., Pranati, R., Rajit, B., Sayan, P., Sonali, B., *“Face Detection Using Support Vector Machine With Pca”* Computer Sc. & Engg. Dept., JIS College of Engineering, 2019.
- Luthfi Alwi, Arya Tandy Hermawan, dkk. *“Identifikasi Biji-Bijian Berdasarkan Ekstraksi Fitur Warna, Bentuk dan Tekstur Menggunakan Random Forest”* . JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS AND COMPUTATION 2018.
- Mahmoud Omid\* , Mahmoud Soltani Firouz dkk. *“Classification of peeled pistachio kernels using computer vision and color features”*. Engineering in Agriculture, Environment and Food, 1-7 2017.
- Musli Yanto, Sarjon Defit dkk. *“ANALISIS JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH RESERVASI KAMAR HOTEL DENGAN METODE BACKPROPAGATION (Studi Kasus Hotel Grand Zuri Padang)”*. Jurnal KomTekInfo Fakultas Ilmu Komputer, Volume 2, No. 1, Juni 2015.