PENERAPAN NAIVE BAYES GAUSSIAN PADA KLASIFIKASI JENIS JAMUR BERDASARKAN CIRI STATISTIK ORDE PERTAMA

Arma Adzhana Mahran¹⁾, Rinci Kembang Hapsari²⁾, Hendro Nugroho³⁾

^{1), 2), 3)} Teknik Informatika, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Email : stichharma@gmail.com¹⁾, rincikembang@itats.ac.id²⁾, hendro@itats.ac.id³⁾

Abstrak

Fungi atau jamur merupakan tumbuhan yang tidak mempunyai klorofil sehingga bersifat heterotrof, tipe sel eukariotik. Jamur ada yang uniseluler dan multiseluler. Jenis jamur ada yang bisa dikonsumsi dan ada yang tidak bisa dikonsumsi. Pengenalan tipe jamur secara digital merupakan pendekatan yang mungkin dilakukan untuk memberikan informasi kepada masyarakat atau publik yang ingin mengetahui jamur mana yang aman untuk dikonsumsi dan yang tidak. Pada penelitian ini dilakukan klasifikasi jenis jamur dengan menggunakan input citra jamur. Langkah klasifikasi jenis jamur yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari tiga langkah. Langkah pertama, yaitu Image Pre Processing, dilakukan dengan mengkonversi citra RGB ke grayscale dan membuat grafik histogramnya. Langkah kedua yaitu Ekstraksi Fitur, dilakukan dengan mengimplementasikan metode statistik orde 1. Pada penelitian ini menggunakan metode statistik orde 1 dengan 5 parameter, yaitu mean, skewness, variance, kurtosis, dan entropy. Dan langkah ketiga, melakukan Klasifikasi dengan menggunakan metode Naïve Bayes Gaussian. Hasil pengujian terhadap 60 citra jamur yang telah dilakukan dengan metode cross validation dengan nilai k=4 didapatkan nilai akurasi sebesar 98.75%

Kata kunci: Ekstraksi Ciri Statistik Orde Pertama, Naive Bayes Gaussian, Cross Validation

Abstract

Fungal or mushroom are plants that do not have chlorophyll so they are heterotrophic, eukariotic cell types. Fungal are the unicellular and multicellular. There are types of mushrooms that can be consumed and some that can not be consumed. Digital recognition of mushroom types is a possible approach to provide information to the public or public who want to know which mushrooms are safe for consumption and which are not. The step in the classification of the types of mushrooms in this study consists of three steps. The first step, Image Pre Processing, is done by converting an RGB image to grayscale and creating a histogram graphic. The second step is Feature Extraction, which is carried out by implementing the 1st order statistical method. This research uses the 1st order statistical method with 5 parameters, namely the mean, skewness, variance, kurtosis, and entropy. And the third step is to perform classification using the Naïve Bayes Gaussian method. The results of testing on 60 mushroom images that have been carried out by the cross validation method with nilai k = 4 obtained an accuracy value of 98.75%

Keywords : First Order Statistical Feature Extraction, Naive Bayes Gaussian, Cross Validation

1. PENDAHULUAN

Fungi atau jamur merupakan tumbuhan yang tidak mempunyai klorofil sehingga bersifat heterotrof, tipe sel eukariotik. Jamur ada yang uniseluler dan multiseluler. Tubuhnya terdiri dari benang-benang yang disebut hifa yang dapat membentuk anyaman bercabang-cabang (miselium). Organisme yang disebut jamur bersifat heterotrof, dinding sel spora mengandung kitin, tidak berplastid, tidak berfotosintesis, tidak bersifat fagotrof, umumnya memiliki hifa yang berdinding yang dapat berinti banyak (multinukleat), atau berinti tunggal (mononukleat), dan memperoleh nutrisi dengan cara absorpsi [1].

Pengenalan tipe jamur secara digital merupakan pendekatan yang mungkin dilakukan untuk memberikan informasi kepada masyarakat atau publik yang ingin mengetahui jamur mana yang aman untuk dikonsumsi dan yang tidak. Identifikasi jamur bertujuan untuk melakukan

pengamatan dan analisa untuk melihat sejauh mana algoritma klasifikasi naive bayes gaussian dapat membedakan jenis-jenis jamur [1].

Pengenalan pola merupakan suatu hal yang mudah dilakukan oleh manusia, namun tidak demikian bagi sebuah mesin atau komputer. Seseorang dapat dengan mudah mengenali jenis jamur berdasarkan bentuk atau warna. Namun, tidak demikian bagi sebuah mesin atau komputer yang belum dilengkapi dengan sistem yang cerdas. Sehingga adanya kemiripan dan perbedaan antara jenis jamur dapat menjadi ide untuk dikembangkan menjadi sebuah penelitian baru [2] [3].

Ekstraksi ciri bertujuan untuk menajamkan perbedaan-perbedaan pola sehingga akan sangat memudahkan dalam pemisahan kategori klas pada proses klasifikasi. Metode identifikasi citra jamur sangat beragam, salah satunya proses identifikasi citra jamur dengan ekstraksi ciri Statistik orde 1. Ekstraksi ciri Statistik orde 1 merupakan metode pengambilan ciri yang didasarkan pada karakteristik histogram citra. Histogram menunjukkan probabilitas kemunculan nilai derajat keabuan piksel pada suatu citra. Dari nilai-nilai pada histogram yang dihasilkan, dapat dihitung beberapa parameter ciri Statistik orde 1, antara lain adalah mean (rata-rata), skewness, variance, kurtosis dan entropy [4].

Klasifikasi Bayes didasarkan pada teorema Bayes untuk probabilitas bersyarat. Teorema ini mengkuantifikasi probabilitas bersyarat dari variabel acak (variabel kelas), memberikan pengamatan yang diketahui tentang nilai set variabel acak lainnya (variabel fitur). Teorema Bayes digunakan secara luas dalam probabilitas dan statistik [5]. Algoritma Naïve Bayes Gaussian berbeda dengan algoritma Naïve Bayes. Perbedaannya adalah algoritma Naïve Bayes Gaussian memiliki distribusi Gaussian.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Gustina, Abdul, & Rusyidi pada tahun 2017 dengan judul "Sistem Identifikasi Jamur Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik Orde Pertama dan Klasifikasi Jarak" didapatkan akurasi tertinggi mencapai 82%. Dalam klasifikasi jamur menggunakan ekstraksi ciri statistik orde pertama dan klasifikasi jarak yang terbaik adalah menggunakan klasifikasi jarak Manhattan [6].

Dalam penelitian ini diterapkan metode fitur ekstraksi ciri statistik orde pertama untuk mendapatkan fitur citra yang kemudian akan digunakan algoritma klasifikasi Naive Bayes Gaussian untuk mengidentifikasi jenis jamur.

2. DASAR TEORI

a. Citra Grayscale

Citra grayscale adalah citra digital yang hanya mempunyai satu nilai kanal pada setiap pikselnya, dengan kata lain nilai bagian red = green = blue. Citra grayscale memiliki kedalaman warna 8 bit (256 kombinasi warna abu-abu [7] [8].

b. Histogram Warna

Histogram warna atau *color histogram* adalah representasi distribusi warna dalam sebuah gambar yang didapatkan dengan menghitung jumlah pixel dari setiap bagian *range* warna, secara tipikal dalam dua dimensi atau tiga dimensi. Dalam pembuatan histogram, nilai RGB mempunyai *range* dari 0 sampai 255 akan punya kemungkinan kombinasi warna sebesar 16777216 (didapat dari: 255 x 255 x 255) [7] [9].

c. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur merupakan tahapan mengekstrak ciri atau informasi yang dimiliki oleh suatu objek dalam citra. Ciri atau informasi tersebut dapat digunakan untuk membedakan antara objek yang satu dengan objek lainnya.

Ekstraksi fitur dilakukan dengan cara menghitung jumlah titik atau pixels yang ditemui dalam setiap pengecekan, dimana pengecekan dilakukan dalam berbagai arah *tracing* pengecekan pada koordinat kartesian dari citra digital yang dianalisis, yaitu vertikal, horizontal, diagonal kanan, dan diagonal kiri.

d. Ekstraksi Ciri Statistik

Analisis tekstur lazim dimanfaatkan sebagai proses antara untuk melakukan klasifikasi dan interpretasi citra. Suatu proses klasifikasi citra berbasis analisa tekstur pada umumnya membutuhkan proses ekstraksi ciri, yang terdiri dalam tiga macam metode berikut:

1. *Metode Statistik*

Metode statistik menggunakan persamaan statistik distribusi derajat keabuan (histogram) dengan mengukur tingkat kekontrasan, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel di dalam citra. Paradigma dari statistik ini penggunaannya tidak terbatas, sehingga sesuai untuk tekstur alami yang tidak terstruktur dari sub pola dan himpunan aturan (mikrostruktur).

2. *Metode Spektral*

Metode spektral berdasarkan pada fungsi autokorelasi suatu daerah atau power distribution pada domain transformasi Fourier dalam mendeteksi periodisitas tekstur.

e. **Klasifikasi**

Masalah klasifikasi terkait erat dengan masalah pengelompokan. Sementara masalah pengelompokan adalah penentuan kelompok-kelompok data yang serupa, masalah klasifikasi adalah mempelajari struktur kumpulan data contoh, sudah dipartisi menjadi kelompok-kelompok, yang disebut sebagai kategori atau kelas. Pembelajaran kategori ini biasanya dicapai dengan model. Model ini digunakan untuk memperkirakan pengenalan kelompok (atau label kelas) dari satu atau beberapa contoh data yang sebelumnya tidak terlihat dengan label yang tidak dikenal. Oleh karena itu, salah satu masukan untuk masalah klasifikasi adalah contoh kumpulan data yang telah dipartisi ke dalam kelas yang berbeda. Ini disebut sebagai data pelatihan, dan pengidentifikasi kelompok kelas-kelas ini disebut sebagai label kelas.

Dalam banyak kasus, label kelas memiliki interpretasi semantik yang jelas dalam konteks aplikasi tertentu, seperti sekelompok pelanggan yang tertarik pada produk tertentu, atau sekelompok objek data dengan properti yang diinginkan. Model yang dipelajari disebut sebagai model pelatihan. Titik data yang sebelumnya tidak terlihat yang perlu diklasifikasikan secara kolektif disebut sebagai kumpulan data uji. Algoritma yang menciptakan model pelatihan untuk prediksi juga kadang-kadang disebut sebagai pelajar [5] [10].

f. **Cross Validation**

Cross-validation (CV) sering digunakan untuk memperkirakan kemampuan generalisasi model pembelajaran. Varians kesalahan CV memiliki dampak yang cukup besar pada keakuratan penduga CV dan kecukupan model pembelajaran, sehingga sangat penting untuk menganalisis varian CV. Tujuan dari makalah ini adalah untuk menyelidiki bagaimana meningkatkan akurasi estimasi kesalahan berdasarkan analisis varians. Kami pertama kali menggambarkan hubungan kuantitatif antara varians CV dan akurasinya, yang dapat memberikan panduan untuk meningkatkan akurasi dengan mengurangi varians.

Kami kemudian mempelajari hubungan antara varians dan variabel yang relevan termasuk ukuran sampel, jumlah lipatan, dan jumlah pengulangan. Ini membentuk dasar strategi teoritis untuk mengatur varian CV. Hasil klasifikasi kami secara teoritis dapat menjelaskan hasil empiris dari Rodriguez dan Kohavi. Akhirnya, kami mengusulkan varian normalisasi seragam yang tidak hanya mengukur akurasi model tetapi juga tidak relevan dengan jumlah lipatan. Oleh karena itu, ini menyederhanakan pemilihan nomor lipatan dalam k-fold CV dan varians yang dinormalisasi dapat berfungsi sebagai pengukuran kesalahan yang stabil untuk perbandingan dan pemilihan model. Kami melaporkan hasil percobaan menggunakan 5 model pembelajaran terawasi dan 20 dataset. Hasil menunjukkan bahwa itu dapat diandalkan untuk menentukan varians mana yang kurang sebelum k-fold CV oleh teorema yang diusulkan, dan dengan demikian akurasi estimasi kesalahan dapat dipromosikan dengan mengurangi varians. Dengan demikian, kita cenderung memilih [11].

g. **Akurasi**

Evaluasi hasil klasifikasi dilakukan dengan mengukur akurasi metode. Akurasi atau rasio data yang diklasifikasikan dengan benar terhadap semua data yang tersedia dapat dihitung sebagai berikut [12]:

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{(TP+TN+FP+FN)} * 100\%$$

(1)

Dimana :

TP = True Positif;

TN = True Negatif

FP = False Positif;

TN = True Negatif

3. METODOLOGI PENELITIAN

Desain alur sistem klasifikasi jenis jamur pada penelitian ini, dimulai dari *input data*, *image pre-processing*, *feature extraction* menggunakan statistic orde 1, *klasifikasi* menggunakan *Naïve Bayes Gaussian*, dan output identifikasi jenis ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Flowchart Sistem klasifikasi jenis jamur

a. Ekstraksi Ciri Statistik Order Pertama

Ekstraksi ciri orde pertama merupakan metode pengambilan ciri yang didasarkan pada karakteristik histogram citra. Histogram menunjukkan probabilitas kemunculan nilai derajat keabuan piksel pada suatu citra. Dari nilai-nilai pada histogram yang dihasilkan, dapat dihitung beberapa parameter ciri orde pertama, antara lain adalah *mean*, *skewness*, *variance*, *kurtosis*, dan *entropy* [13].

1. Mean (μ)

$$\mu = \sum_n f_n p(f_n) \quad (2)$$

Dimana :

 f_n = Nilai intensitas keabuan. $p(f_n)$ = Probabilitas kemunculan nilai intensitas tersebut.

2. Variance (σ^2)

$$\sigma^2 = \sum_n (f_n - \mu)^2 p(f_n) \quad (3)$$

Dimana :

 f_n = Nilai intensitas keabuan. $p(f_n)$ = Probabilitas kemunculan nilai intensitas tersebut. μ = Mean

3. Skewness (α_3)

$$\alpha_3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum_n (f_n - \mu)^3 p(f_n) \quad (4)$$

Dimana :

 f_n = Nilai intensitas keabuan.

$p(f_n)$ = Probabilitas kemunculan nilai intensitas tersebut.
 μ = Mean

4. Kurtosis (α_4)

$$\alpha_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum_n (f_n - \mu)^4 p(f_n) - 3 \quad (5)$$

Dimana :

f_n = Nilai intensitas keabuan.
 $p(f_n)$ = Probabilitas kemunculan nilai intensitas tersebut.
 μ = Mean
 σ^4 = Variance pangkat 2

5. Entropy (H)

$$H = - \sum_n p(f_n) \cdot \log_2 p(f_n) \quad (6)$$

Dimana :

$p(f_n)$ = Probabilitas kemunculan nilai intensitas tersebut

b. Naïve Bayes

Klasifikasi yang dilakukan dalam penelitian ini menerapkan metode Naïve Bayes. Klasifikasi Bayes didasarkan pada teorema Bayes untuk probabilitas bersyarat. Teorema ini mengkuantifikasi probabilitas bersyarat dari variabel acak (variabel kelas), memberikan pengamatan yang diketahui tentang nilai set variabel acak lainnya (variabel fitur). Teorema Bayes digunakan secara luas dalam probabilitas dan statistik. Berikut ini adalah persamaan *Naïve Bayes* [14]:

$$V_{nb} = \underset{v_j \in V}{\operatorname{argmax}} P(v_j) \prod P(a_i | v_j) \quad (7)$$

Persamaan untuk mencari $P(a_i | v_j)$ adalah sebagai berikut :

$$P(a_i | v_j) = \frac{n_c + m p}{n + m} \quad (8)$$

Dimana :

n = jumlah contoh training untuk $v = v_j$
 n_c = sejumlah contoh untuk $v = v_j$ dan $a = a_i$
 p = perkiraan apriori untuk $P(a_i | v_j)$
 m = ukuran data sample yang ukurannya sama.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Implementasi

Implementasi sistem yang dikembangkan berdasarkan desain sistem dengan menggunakan pemrograman Matlab. Pada Gambar 2a menunjukkan form untuk memilih citra input dan melakukan konversi citra RGB ke *Grayscale*.

Pada gambar 2b Menu Histogram RGB dan Histogram *Grayscale*, ketika button RGB ditekan maka akan dilakukan proses untuk menghitung Histogram Citra RGB yang kemudian hasilnya akan ditampilkan pada *Axes Histogram Citra RGB*. Selanjutnya ketika button *Grayscale* ditekan maka akan dilakukan proses untuk menghitung Histogram Citra *Grayscale* yang kemudian hasilnya akan ditampilkan pada *Axes Histogram Citra Grayscale*.

Pada Gambar 3a Menu *Feature Extraction*, ketika button *Feature Extraction* ditekan maka akan dilakukan proses untuk menghitung *Feature Extraction* dari citra *Grayscale*. *Feature Extraction* yang digunakan adalah *ekstraksi ciri statistik orde pertama*, dimana di dalam *ekstraksi ciri statistik orde pertama* terdapat lima parameter, yaitu *Mean*, *Variance*, *Skewness*, *Kurtosis*, dan *Entropy*.

(a) (b)
Gambar 2a. Tampilan Menu Pilih Citra dan Konversi RGB ke *Grayscale*
Gambar 2b Tampilan Histogram RGB dan Histogram *Grayscale*.

Pada gambar 3b Menu *Data Set*, ketika button *Data Set* ditekan maka akan dilakukan proses untuk menampilkan data set yang berjumlah 240 citra yang sudah di ambil ciri atau fiturnya menggunakan algoritma *feature extraction* ekstraksi ciri *statistic orde pertama* dengan 5 parameter (*mean, variance, skewness, kurtosis, entropy*).

(a) (b)
Gambar 3a Menu Feature Extraction. **Gambar 4b.** Menu Data Set.

Gambar 4a Menu Klasifikasi *Naive Bayes Gaussian*.

Pada gambar 4a Menu Klasifikasi *Naive Bayes Gaussian*, ketika button *Result* ditekan maka akan dilakukan proses untuk menghitung proses klasifikasi *naive bayes gaussian* yang kemudian hasilnya akan ditampilkan pada *text field* Hasil.

b. Pengujian Sistem

Pada tahap pengujian ini digunakan algoritma *cross validation* untuk mendapatkan nilai akurasi. Nilai K yang digunakan adalah $K=4$ dari total citra berjumlah 240, fungsi dari nilai K sendiri adalah untuk menjadi acuan partisi dataset. Hasil partisi dataset dimana $\frac{3}{4}$ bagian dijadikan sebagai data training dan $\frac{1}{4}$ bagian data set akan dijadikan sebagai data testing.

Pada skenario pengujian pertama data citra ke 1 – 60 dijadikan sebagai data testing dan citra ke 61-240 digunakan sebagai data training. Hasil pengujian dari skenario pengujian pertama ini ditunjukkan pada tabel 1. Hasil akurasi pada pengujian skenario 1 adalah 100%. Pada skenario pengujian kedua, data citra ke 61-120 dijadikan sebagai data testing sedangkan data citra ke 1-60 dan data citra ke 121-240 digunakan sebagai data training. Pada skenario pengujian ini didapatkan akurasi 98,33%.

Tabel 1 Hasil pengujian skenario

ID Citra	Kelas		Ketera-ngan	ID Citra	Kelas		Ketera-ngan
	Sistem	Asli			Sistem	Asli	
1	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	31	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
2	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	32	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
3	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	33	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
4	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	34	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
5	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	35	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
6	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	36	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
7	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	37	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
8	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	38	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
9	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	39	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
10	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	40	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
11	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	41	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
12	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	42	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
13	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	43	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
14	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	44	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
15	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	45	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
16	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	46	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
17	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	47	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
18	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	48	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
19	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	49	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
20	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	50	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
21	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	51	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
22	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	52	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
23	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	53	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
24	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	54	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
25	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	55	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE

ID Citra	Kelas		Ketera-ngan	ID Citra	Kelas		Ketera-ngan
	Sistem	Asli			Sistem	Asli	
26	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	56	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
27	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	57	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
28	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	58	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
29	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	59	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE
30	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE	60	Jamur Kuping	Jamur Kuping	TRUE

Pada skenario pengujian ke tiga, data citra ke 121-180 dijadikan sebagai data testing sedangkan data citra ke 1-120 dan data citra ke 181-240 digunakan sebagai data training. Pada skenario pengujian ketiga ini didapatkan akurasi 96,67%. Sedangkan pada skenario pengujian keempat, data citra ke 181-240 dijadikan sebagai data testing sedangkan data citra ke 1-180 digunakan sebagai data training. Pada skenario pengujian ketiga ini didapatkan akurasi 100%. Berdasarkan keseluruhan pengujian didapatkan rata-rata akurasinya, yaitu :

$$\text{rata - rata accuracy} = \frac{100\% + 98,33\% + 96,67\% + 100\%}{4} = 98,75\%$$

5. KESIMPULAN

Pada penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan algoritma *Naïve Bayes Gaussian* untuk mengklasifikasi jenis jamur berdasarkan *ciri statistik orde pertama* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan proses *klasifikasi* jenis jamur dengan jumlah citra sebesar 240 citra menggunakan metode *naive bayes gaussian* dan metode *feature extraction ciri statistic orde pertama (mean, variance, skewness, kurtosis, entropy)* dapat disimpulkan bahwa metode ini cocok untuk digunakan karena setelah dilakukan pengujian memiliki nilai akurasi yang tinggi
2. Dalam proses uji coba menggunakan metode *cross validation* dengan nilai $k=60$ didapatkan nilai akurasi sebesar 98.75%.

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan ini saran untuk perkembangan selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Pada tahap *preprocessing* perlu dicoba menggunakan teknik untuk memperbaiki kualitas citra seperti *histogram equalization* untuk melihat apakah akan menambah tingkat akurasi pada proses klasifikasinya atau tidak.
2. Pada tahap *Feature Extraction* perlu dicoba menggunakan algoritma *feature extraction* lain seperti *GLCM, Thresholding*, dan lainnya untuk melihat apakah akan menambah tingkat akurasi pada proses klasifikasinya atau tidak.

Daftar Pustaka

- [1] I. Gandjar and dkk, Mikologi Dasar dan Terapan, Jakarta: Yayasan Obor, 2006.
- [2] A. Fadlil, "Sistem pengenalan citra jenis-jenis tekstil.," *Jurnal Spektrum Industri. Yogyakarta : UAD.*, 2012.
- [3] Y. Permadi and Murito, "Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Kematangan Mentimun Berdasarkan Tekstur Kulit Buah Mentimun Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik," *Jurnal Informatika.Yogyakarta : UAD.*, 2015.

- [4] O. D. Nurhayati, "Sistem Analisis Tekstur Secara Statistik Orde Pertama Untuk Mengenali Jenis Telur Ayam Biasa Dan Telur Ayam Omega-3," *Jurnal Sistem Komputer.UNDIP.*, 2015.
- [5] c. Agrawal, *Data Mining*, New York: Springer, 2015.
- [6] S. Gustina, A. Fadlil and R. Umar, "Sistem Identifikasi Jamur Menggunakan Metode Ciri Statistik Orde 1 dan Klasifikasi Jarak," *Teknologi Informasi*, vol. 16, no. 4, 2017.
- [7] A. Halim, H. Hardy and M. Mytosin, "Aplikasi Image Retrieval dengan Histogram Warna dan Multiscale GLCM," *SIFO Mikroskil*, vol. 16, no. 1, pp. 41-50, 2015.
- [8] W. R. Gonzales, *Digital Image Processing*, United State,America.: Prentice-Hall, Inc., 2007.
- [9] F. Liantoni and H. Nugroho, "Image Contrast Improvement With Equalization Histogram And Gaussian In Watermelon Classification," in *Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.*, Surabaya, 2016.
- [10] J. Han, M. Kamber and J. Pei, *Data Mining Concepts and Techniques*, Amerika: Elsevier Inc, 2012.
- [11] Jiang, "Error estimation based on variance analysis of k-fold cross-validation.," *Pattern Recognition*, vol. Volume 69, no. September 2017, pp. 94-106, 2017.
- [12] R. K. Hapsari, M. I. Utoyo, R. Rulaningtyas and H. Suprajitno, "Iris segmentation using Hough Transform method and Fuzzy C-Means method," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1477, no. 2, 2020.
- [13] A. S. Fitri, "Implementasi Ekstraksi Ciri Statistik Untuk Identifikasi Kematangan Buah Berdasarkan Tekstur Kulit Buah," *Simki-Techsain, Universitas Nusantara PGRI Kediri*, 2016.
- [14] Z. E. Rasjid and ReinaSetiawana, "Performance Comparison and Optimization of Text Document Classification using k-NN and Naïve Bayes Classification Techniques," in *Procedia Computer Science*, Bali, 2017.