

Klasifikasi Jenis Bawang Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* Berdasarkan Ekstraksi Fitur Bentuk dan Tekstur

Joan Angelina Widians¹, Herman Santoso Pakpahan², Edy Budiman³, Havaluddin⁴,
Maratus Soleha⁵

Jurusan Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Mulawarman, Samarinda
e-mail: angel.unmul@gmail.com, herman.pakpahan@fkti.unmul.ac.id,
edybudiman.unmul@gmail.com, havaluddin@unmul.ac.id, msoleha@gmail.com

Abstrak

Bawang merupakan tumbuhan penting bagi manusia yang termasuk dalam Genus *Allium*. Umbi, daun, atau bunga bawang dimanfaatkan sebagai sayuran atau sebagai rempah-rempah, tergantung bagaimana kita memandangnya. Memilih jenis bawang berdasarkan ciri – ciri sangatlah mudah dilakukan oleh manusia tetapi tidak mudah dilakukan oleh komputer. Penelitian ini bertujuan untuk klasifikasi jenis bawang dengan menerapkan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) berdasarkan ekstraksi fitur bentuk dan tekstur. Dari ekstraksi fitur bentuk menggunakan parameter *metric* dan *eccentricity*. Pada ekstraksi fitur tekstur menggunakan parameter *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*. Dari ekstraksi fitur tersebut akan didapatkan 6 parameter yang digunakan untuk proses klasifikasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini ada 5 jenis bawang yaitu bawang dayak, bawang merah, bawang bombai, bawang putih, dan bawang lanang dengan masing-masing bawang 10 citra dan jumlah data keseluruhan adalah 50 citra. Hasil evaluasi pengujian sebanyak 5 kali secara keseluruhan dapat dilihat bahwa dengan pengujian 50% dari 50 citra bawang dihasilkan akurasi sebesar 84% dengan menggunakan *k*3, *k*5, dan *k*7. Rata-rata akurasi penggunaan nilai *k* pada 5 kali pengujian yang terbaik yaitu pada *k*7 dengan akurasi 83.13%, sedangkan rata-rata akurasi berdasarkan 5 kali pengujian terbaik dan penggunaan *k* terbaik dihasilkan sebesar 83.56%.

Kata kunci— Klasifikasi Bawang, Ekstraksi Fitur Bentuk, Ekstraksi Fitur Tekstur, *K-Nearest Neighbor* (KNN)

1. PENDAHULUAN

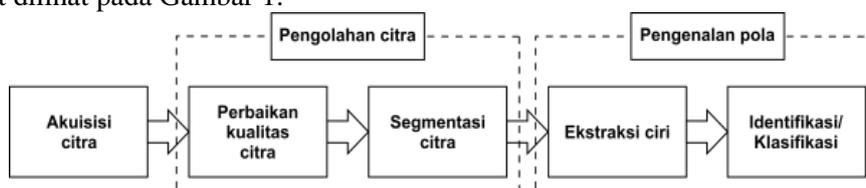
Penggunaan tumbuh-tumbuhan sebagai obat tradisional sudah menjadi salah satu alternatif yang diminati masyarakat. Salah satu tumbuhan yang bermanfaat untuk pengobatan herbal dan sering kita jumpai di kehidupan sehari-hari adalah bawang. Bawang merupakan istilah umum bagi sekelompok tumbuhan penting bagi manusia yang termasuk dalam Genus *Allium*. Umbi, daun, atau bunga bawang dimanfaatkan sebagai sayuran atau sebagai rempah-rempah, tergantung bagaimana kita memandangnya [1]. Memilih jenis bawang berdasarkan ciri-ciri sangatlah mudah dilakukan oleh manusia tetapi tidak mudah dilakukan oleh komputer. Persepsi manusia biasanya cenderung subyektif terhadap suatu objek, hal ini dikarenakan adanya faktor komposisi warna, bentuk atau tekstur yang dimiliki oleh objek tersebut. Oleh karena itu, diperlukan sistem untuk melakukan identifikasi dan klasifikasi terhadap jenis bawang yang dilakukan secara otomatis [2].

Penelitian ini bertujuan untuk klasifikasi jenis bawang dengan menerapkan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) berdasarkan ekstraksi fitur bentuk dan tekstur. Dari ekstraksi fitur bentuk menggunakan parameter *metric* dan *eccentricity*. Untuk ekstraksi fitur tekstur menggunakan parameter *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*. *K-Nearest Neighbor*

(*KNN*) adalah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat atau memiliki persamaan ciri paling banyak dengan objek tersebut. Dekat atau jauhnya tetangga biasanya dihitung dengan jarak *Euclidean*. Teknik ini sederhana dan dapat memberikan akurasi yang baik terhadap hasil klasifikasi [3]. Sedangkan *Feature Extraction* atau ekstraksi fitur merupakan suatu pengambilan ciri/*feature* dari suatu bentuk atau tekstur yang nantinya nilai yang didapatkan akan dianalisis untuk proses klasifikasi [4]. Penelitian ini menggunakan ekstraksi fitur bentuk dan tekstur dalam proses klasifikasi.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* berdasarkan ekstraksi fitur bentuk dan tekstur, yang dapat dilihat pada langkah yang umum dalam merancang sebuah sistem *computer vision* (pengolahan citra dan pengenalan pola) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Langkah-langkah pengolahan citra

2.1 Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah proses pengubahan citra analog menjadi citra digital yang diambil dari lingkungan atau dunia nyata menggunakan beberapa alat berikut, kamera digital, *webcam*, *smartphone*, dan *scanner*, agar bisa dilanjutkan ke tahap *processing*. Hal-hal yang mempengaruhi citra digital yang dihasilkan saat proses akuisisi yaitu resolusi alat yang digunakan, jarak dan sudut pandang pengambilan citra, faktor pencahayaan, perbesaran dan pengecilan, objek atau kamera dalam keadaan bergerak atau tidak serta format citra yang dihasilkan [5].

2.2 Pengolahan Citra

Pengolahan gambar atau pengolahan citra yang sering disebut *image processing*, merupakan suatu proses yang mengubah sebuah gambar menjadi gambar lain yang memiliki kualitas lebih baik untuk tujuan tertentu. Pengolahan citra adalah sebuah proses pengolahan yang inputnya adalah citra. Outputnya dapat berupa citra atau sekumpulan karakteristik atau parameter yang berhubungan dengan citra [6].

2.3 Image enhancement (perbaikan kualitas citra)

Image enhancement (perbaikan kualitas citra) merupakan bagian dari tahap *preprocessing* yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra. Pada penelitian ini menggunakan teknik perubahan aras warna gambar, yaitu dari gambar berwarna menjadi gambar abu-abu (*grayscale*). Pengubahan aras warna menjadi gambar abu-abu juga akan menurunkan tingkat komputasi pada tahap pengambilan fitur [7]. *Grayscale* digunakan untuk menyederhanakan model citra RGB yang memiliki 3 layer matriks, yaitu layer matriks *red*, *green*, dan *blue* menjadi 1 layer matriks keabuan [8].

2.4 Segmentasi Citra

Segmentasi merupakan bagian dari tahap *preprocessing* yang bertujuan untuk memisahkan objek tertentu yang dikehendaki (*foreground*) dengan objek lain yang tidak dikehendaki (*background*). Output segmentasi biasanya berupa citra biner, dimana *foreground* diberi simbol 1 dan *background* diberi simbol 0 [5]. Segmentasi yang digunakan pada penelitian yaitu metode *thresholding*. Satu cara yang jelas untuk mengekstrak objek dari *background*

adalah dengan memilih *threshold* T yang membagi mode-mode ini. Secara umum proses *thresholding* terhadap citra *grayscale* bertujuan menghasilkan citra biner, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } f(x, y) \geq T \\ 0 & \text{jika } f(x, y) < T \end{cases}$$

Dengan $g(x, y)$ adalah citra biner dari citra *grayscale* $f(x, y)$, dan T menyatakan nilai *threshold*. Nilai T ditentukan dengan menggunakan metode *thresholding global* dan *thresholding local*. *Thresholding global* adalah metode dengan seluruh *pixel* pada citra dikonversi menjadi hitam dan putih dengan satu nilai *thresholding* [9]. Dalam penelitian ini *thresholding global* menggunakan fungsi otomatis metode *otsu*. Metode *otsu* melakukan analisis diskriminan dengan menentukan suatu variabel dengan membedakan antara dua atau lebih kelompok secara alami [4].

2.5 Pengenalan Pola

Pengenalan pola merupakan salah satu bidang dalam pembelajaran mesin (*machine learning*) yang menitikberatkan pada metode klasifikasi objek ke dalam kelas-kelas tertentu untuk menyelesaikan masalah tertentu. Aplikasi pengenalan pola bertujuan untuk melakukan proses pengenalan terhadap suatu objek (citra) ke dalam salah satu kelas tertentu, berdasarkan pola yang dimilikinya [5].

2.6 Ekstraksi Fitur

Penelitian ini menggunakan ekstraksi fitur bentuk dan tekstur dalam proses pengenalan pola. Bentuk merupakan salah satu ciri yang dapat diekstrak dari suatu objek untuk membedakan objek tersebut dengan objek lainnya. Pengenalan pola bentuk merupakan metode yang menggunakan dua kombinasi parameter yaitu *eccentricity* dan *metric* dari suatu objek pada citra biner. Parameter *eccentricity* dan *metric* merupakan teknik ekstraksi fitur yang bertujuan untuk mengambil atau mengekstraksi nilai *eccentricity* dan *metric* [10].

Tekstur adalah sifat-sifat atau karakteristik yang dimiliki oleh suatu daerah (di dalam citra) yang cukup besar sehingga secara alami sifat-sifat tadi dapat berulang dalam daerah tersebut. Pengertian dari tekstur dalam hal ini kurang lebih adalah keteraturan pola-pola tertentu yang terbentuk dari susunan piksel-piksel dalam citra digital [11].

Salah satu bagian penting dalam analisis tekstur adalah menggunakan matriks pasangan intensitas (*Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*). *GLCM* merupakan suatu matriks yang menggambarkan frekuensi munculnya pasangan dua piksel dengan intensitas tertentu dalam jarak dan arah tertentu dalam citra [12]. Ekstraksi fitur (*feature extraction*) tekstur *GLCM* menghasilkan beberapa fitur, antara lain *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*.

2.7 Klasifikasi

Klasifikasi adalah algoritma yang mampu mengklasifikasikan atau meng-*cluster* objek berdasarkan pada karakteristik ciri-ciri yang diberikan [13]. Pada penelitian ini proses klasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor (KNN)*. *K-Nearest Neighbor (KNN)* adalah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat atau memiliki persamaan ciri paling banyak dengan objek tersebut. Dekat atau jauhnya tetangga biasanya dihitung dengan jarak *Euclidean*. Teknik ini sederhana dan dapat memberikan akurasi yang baik terhadap hasil klasifikasi [3].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi jenis bawang menggunakan metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* berdasarkan ekstraksi fitur bentuk dan tekstur ini membutuhkan masukan berupa gambar. Sistem ini diharapkan dapat membantu dalam mengidentifikasi jenis bawang berdasarkan bentuk dan teksturnya. Tahapan desain sistem adalah sebagai berikut :

3.1. Akuisisi Citra

Memilih gambar masukan, proses pertama dalam sistem ini adalah memilih citra jenis bawang, bawang yang akan diidentifikasi ada 5 jenis yang dapat dilihat pada Gambar dibawah ini :



Gambar 2 Bawang Dayak



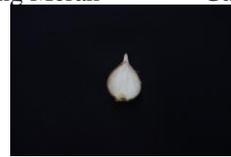
Gambar 3 Bawang Merah



Gambar 4 Bawang Bombai



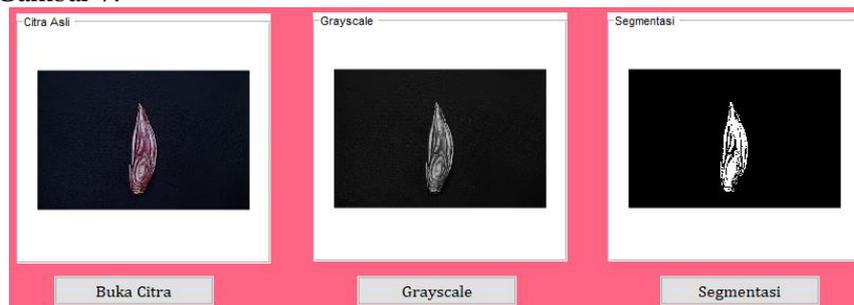
Gambar 5 Bawang Putih



Gambar 6 Bawang Lanang

3.2. Preprocessing

Preprocessing atau proses pengolahan data awal, dalam tahap ini dilakukan dengan cara mengubah citra berwarna menjadi citra *grayscale*. Tahapan ini digunakan untuk mempermudah proses citra selanjutnya yaitu proses *segmentasi*. Dalam proses *segmentasi* menggunakan *thresholding* yang prosesnya didasarkan pada perbedaan derajat keabuan citra dan hasilnya adalah citra *grayscale*. Citra bawang hasil *grayscale* menjadi input pada proses *segmentasi*. Dalam proses ini dibutuhkan suatu nilai batas (nilai *threshold*), Nilai *threshold* (T) ditentukan secara otomatis dengan menggunakan metode *otsu*. Proses *grayscale* dan *segmentasi* dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7 Citra Hasil *Preprocessing*

3.3. Ekstraksi Fitur

Pada proses pengenalan pola ekstraksi fitur bentuk dan tekstur dilakukan perhitungan parameter yang digunakan untuk proses klasifikasi. Parameter ekstraksi fitur bentuk yaitu *metric* dan *eccentricity*. Dalam proses ekstraksi fitur bentuk citra yang diambil yaitu citra hasil *segmentasi* yang berupa bilangan biner, dari bilangan biner inilah yang akan digunakan untuk perhitungan parameter *metric* dan *eccentricity*. Parameter ekstraksi fitur tekstur yang digunakan adalah *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*. Dalam proses ekstraksi fitur bentuk citra yang digunakan yaitu citra *grayscale*, dari citra *grayscale* akan menghasilkan matrik *grayscale* yang akan dilakukan perhitungan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*. Dari hasil metode *GLCM* akan menghasilkan parameter *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*. Hasil perhitungan parameter ekstraksi fitur bentuk dan tekstur dapat dilihat pada Tabel 1 dan Grafik ringkasan ekstraksi fitur dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 1 Hasil Ekstraksi Fitur

No	Kode	Metric	Eccentricity	Contrast	Correlation	Energy	Homogeneity	Jenis Bawang
1	A01	0.0342	0.9498	0.0972	0.9010	0.8760	0.9772	Bawang Dayak
...
10	A10	0.9365	0.9595	0.0764	0.8716	0.8849	0.9783	Bawang Dayak

No	Kode	Metric	Eccentricity	Contrast	Correlation	Energy	Homogeneity	Jenis Bawang
11	B01	0.3141	0.5230	0.1003	0.9297	0.7833	0.9562	Bawang Merah
...
20	B10	0.9652	0.6928	0.0056	0.9776	0.9734	0.9979	Bawang Merah
21	C01	0.6241	0.6053	0.0344	0.9934	0.5683	0.9859	Bawang Bombai
...
30	C10	0.8463	0.2963	0.0415	0.9933	0.7029	0.9858	Bawang Bombai
31	D01	0.7287	0.9010	0.0122	0.9823	0.9546	0.9963	Bawang Putih
...
40	D10	0.9276	0.6405	0.0131	0.9867	0.9310	0.9967	Bawang Putih
41	E01	0.5523	0.6114	0.0162	0.9862	0.9388	0.9956	Bawang Lanang
...
50	E10	0.9467	0.5433	0.0074	0.9860	0.9569	0.9978	Bawang Lanang

Berdasarkan Tabel 1, parameter *metric* merupakan sebuah besaran yang menunjukkan tingkat kebulatan bentuk suatu objek. Hasil *metric* didapatkan berdasarkan Persamaan (1).

$$M = \frac{4\pi \times A}{C^2} \quad (1)$$

Parameter *eccentricity* merupakan nilai perbandingan panjang antara jarak *foci ellips minor* dengan *foci ellips mayor* suatu objek. Hasil *eccentricity* didapatkan berdasarkan Persamaan (2).

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \quad (2)$$

Parameter *contrast* merupakan fitur yang merepresentasikan perbedaan tingkat warna atau skala keabuan (*grayscale*) yang muncul pada sebuah citra. Hasil *contrast* didapatkan berdasarkan Persamaan (3).

$$\text{Contrast} = \sum_i \sum_j (i - j)^2 p_{(i,j)} \quad (3)$$

Parameter *correlation* merepresentasikan keterkaitan linear dari derajat dari citra keabuan. Hasil *correlation* didapatkan berdasarkan Persamaan (4).

$$\text{Correlation} = \sum_i \sum_j \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)p_{(i,j)}}{\sigma_i \sigma_j} \quad (4)$$

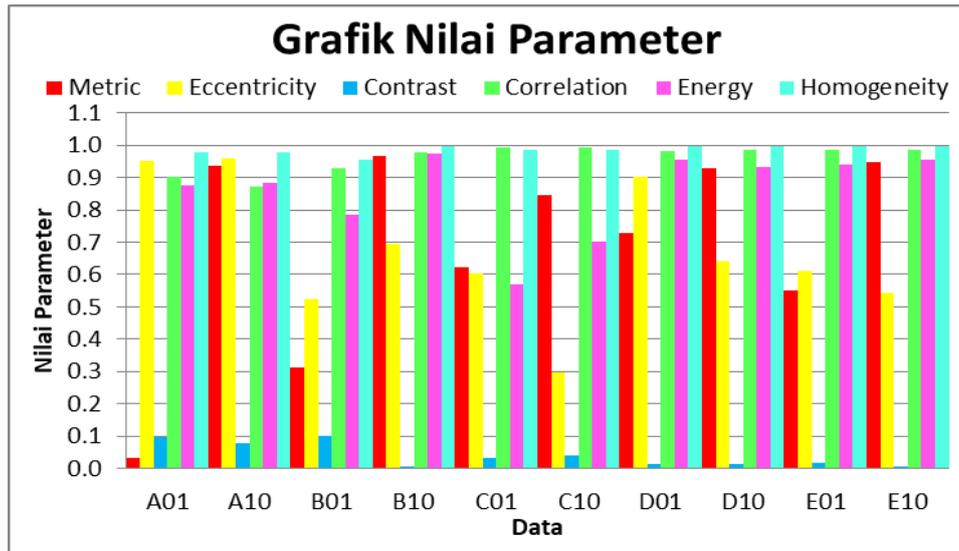
Parameter *energy* merepresentasikan ukuran keseragaman pada citra, Semakin tinggi kemiripan citra maka akan semakin tinggi pula nilai *energy*. Hasil *energy* didapatkan berdasarkan Persamaan (5).

$$\text{Energy} = \sum_i \sum_j p_{(i,j)}^2 \quad (5)$$

Parameter *homogeneity* merepresentasikan ukuran keserbasamaan, *homogeneity* akan bernilai tinggi jika semua piksel mempunyai nilai yang unifor. Hasil *energy* didapatkan berdasarkan Persamaan (6).

$$\text{Homogeneity} = \sum_i \sum_j \frac{p_{(i,j)}}{1 + |i - j|} \quad (6)$$

Hasil nilai parameter dari ekstraksi fitur bentuk dan tekstur pada Tabel 1, diperoleh dengan implementasi persamaan (1) - (6) digambarkan dengan grafik pada Gambar 8.



Gambar 8 Grafik Hasil Ekstraksi fitur

3.4. Klasifikasi Metode K-Nearest Neighbor (KNN)

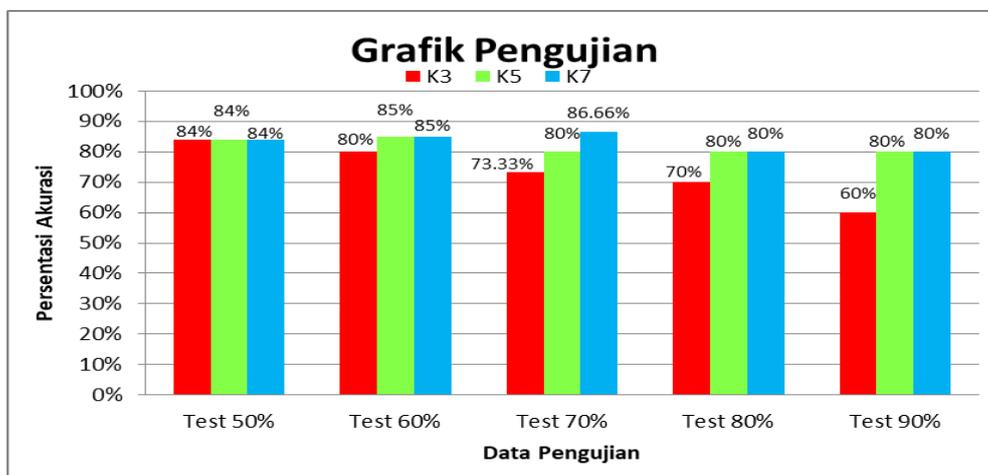
Pada tahapan klasifikasi KNN dibentuk dari beberapa masukkan data berupa ekstraksi fitur bentuk dan tekstur yang terdiri dari *metric*, *eccentricity*, *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*. Pada klasifikasi metode KNN dilakukan pengujian sebanyak 5 kali dengan kombinasi data *training* dan data *testing*, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Kombinasi pengujian data *training* dan data *testing*

No	Presentase	Data Training	Data Testing
1.	50% : 50%	5 Bawang dayak, 5 bawang merah, 5 bawang bombai, 5 bawang putih, 5 bawang lanang	5 Bawang dayak, 5 bawang merah, 5 bawang bombai, 5 bawang putih, 5 bawang lanang
2.	60% : 40%	6 Bawang dayak, 6 bawang merah, 6 bawang bombai, 6 bawang putih, 6 bawang lanang	4 Bawang dayak, 4 bawang merah, 4 bawang bombai, 4 bawang putih, 4 bawang lanang
3.	70% : 30%	7 Bawang dayak, 7 bawang merah, 7 bawang bombai, 7 bawang putih, 7 bawang lanang	3 Bawang dayak, 3 bawang merah, 3 bawang bombai, 3 bawang putih, 3 bawang lanang
4.	80% : 20%	8 Bawang dayak, 8 bawang merah, 8 bawang bombai, 8 bawang putih, 8 bawang lanang	2 Bawang dayak, 2 bawang merah, 2 bawang bombai, 2 bawang putih, 2 bawang lanang
5.	90% : 10%	9 Bawang dayak, 9 bawang merah, 9 bawang bombai, 9 bawang putih, 9 bawang lanang	1 Bawang dayak, 1 bawang merah, 1 bawang bombai, 1 bawang putih, 1 bawang lanang

3.5. Akurasi Sistem

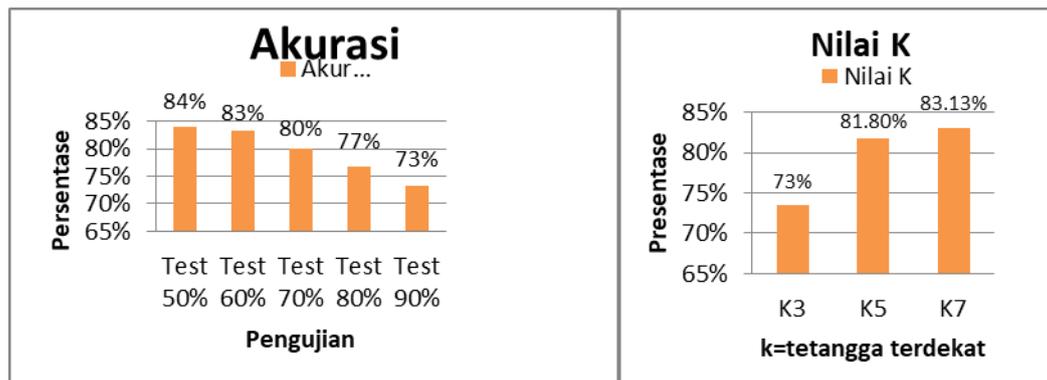
Tingkat akurasi metode KNN berdasarkan ekstraksi fitur bentuk dan tekstur dalam mengidentifikasi jenis bawang menggunakan 50 data gambar dengan menggunakan k3, k5, dan k7 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Grafik 5 kali pengujian

Pada Gambar 9 maka dapat diketahui akurasi tertinggi k3 adalah pada pengujian 50% dengan akurasi 84% dan yang terendah pada pengujian 90% dengan akurasi 60%. Untuk akurasi tertinggi k5 adalah pada pengujian 60% dengan akurasi 85% dan yang terendah pada pengujian 70%, 80%, dan 90% dengan akurasi 80%. Dan untuk akurasi tertinggi k7 adalah pada pengujian 70% dengan akurasi 86.66% dan yang terendah pada pengujian 80% dan 90% dengan akurasi 80%. Pada akurasi penggunaan nilai k keseluruhan dapat diketahui bahwa akurasi yang terbaik pada pengujian 70% dengan menggunakan k7 dengan akurasi sebesar 86.66%

Berdasarkan perhitungan akurasi 5 kali pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Grafik rata-rata hasil akurasi pengujian

Pada Gambar 10 diketahui bahwa akurasi yang tertinggi dilakukan pada pengujian 50% dengan menggunakan k3, k5, dan k7 dengan jumlah 25 data *training* dan 25 data *testing* dari 50 citra jenis bawang dengan akurasi sebesar 84%. Pada penggunaan nilai k, pada 5 kali pengujian nilai akurasi yang tertinggi yaitu pada k7 dengan akurasi sebesar 83.13%, sedangkan rata-rata akurasi berdasarkan 5 kali pengujian terbaik dan penggunaan k terbaik dihasilkan sebesar 83.56%,

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian klasifikasi jenis bawang menggunakan metode *k-nearest neighbor* berdasarkan ekstraksi fitur bentuk dan tekstur maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan 5 kali pengujian dengan menggunakan k3, k5, k7 hasil terbaik yaitu pada pengujian 50% dengan jumlah 25 data *training* dan 25 data *testing* dari 50 citra bawang dengan akurasi sebesar 84%. Penggunaan nilai k terbaik pada pengujian ke 3 yaitu 70% dengan k7 mendapatkan akurasi sebesar 86.66%, dan rata-rata akurasi nilai k pada 5 kali pengujian nilai akurasi yang tertinggi yaitu pada k7 dengan akurasi sebesar 83.13%.
2. Penggunaan metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* berdasarkan ekstraksi fitur bentuk dengan parameter *metric* dan *eccentricity*, ekstraksi fitur tekstur dengan parameter *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity* dapat diterapkan dalam klasifikasi jenis bawang dengan akurasi sebesar 83.56%.

5. SARAN

Beberapa saran yang dapat diuraikan dalam penelitian ini, antara lain adalah :

1. Dapat dikembangkan dengan menggunakan metode ekstraksi lain seperti ekstraksi fitur warna, ukuran, dan lain-lain untuk meningkatkan nilai akurasi.
2. Perlu dikembangkan penelitian dengan metode klasifikasi yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rini, P., 2010, Keajaiban Bawang Berlian Ampuh Sembuhkan Berbagai Penyakit, diedit Oleh Ari, Pustaka Baru Press, Yogyakarta.
 - [2] Halela, I. A., Nurhadiyono, B., and Rahmanti, F. Z., "Identifikasi Jenis Buah Apel Menggunakan Algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)* dengan Ekstraksi Fitur Histogram,"
 - [3] Prasetyo, E., 2012, *Data Mining Konsep dan Aplikasi Menggunakan MATLAB*, penerbit ANDI, Yogyakarta.
 - [4] Putra, D., 2010, *Pengolahan Citra Digital*, penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
 - [5] Andono, Nurtantio. P, Sutojo, Dan Muljono, 2017, *Pengolahan Citra Digital*, diedit Oleh A. Pramesta, Penerbit Andi, Yogyakarta.
 - [6] Nurpadillah, D, I., Havaluddin, Pakpahan, H, S., Islamiyah, Setyadi, H, J., (2019). *Pengenalan Karakter Tulisan Menggunakan Metode Learning Vector Quantization.*
 - [7] Davin, R., and Pratiwi, D., 2017. "*Implementation of Inner Product to Analyze Digital Handwriting based on Texture Traits*" 2017 *International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence*, pp. 114-118
 - [8] Fazrini, D., 2018. *Klasifikasi Penyakit Kanker Usus Besar (Kanker Kolorektal) Menggunakan Probabilistic Neural Network.* Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
 - [9] Wati, M., Havaluddin., Puspitasari, N., & Budiman, E. Rahim, Robbi. 2019. *First-order Feature Extraction Methods for Image Texture and Melanoma Skin Cancer Detection* *First-order Feature Extraction Methods for Image Texture and Melanoma Skin Cancer Detection.* <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1230/1/012013>
 - [10] Pamungkas, A. 2015. "Pengolahan Citra Digital: Ekstraksi Ciri Citra" <https://pemrogramanmatlab.com/pengolahan-citradigital/ekstraksi-ciri-citra-digital/> diakses pada tanggal 25 September 2019.
 - [11] Kadir, A., dan Susanto, A., 2012, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
 - [12] Prasetyo, E., 2011. *Pengolahan Citra Digital Dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*, diedit oleh Fi. Sigit Suyantoro, Penerbit Andi, Yogyakarta.
 - [13] Wati, M., Indrawan, W., Widiyans, Joan Angelina, and Puspitasari, N. (2017). *Data mining for predicting students' learning result. 4th International Conference on Computer Applications and Information Processing Technology (CAIPT)*, Kuta Bali, pp. 1-4.
-