

KLASIFIKASI MUTU BUAH JAMBU BIJI GETAS MERAH BERDASARKAN TEKSTUR MENGGUNAKAN *GREY LEVEL CO-OCCURENCE MATRIX* (GLCM) DENGAN KLASIFIKASI KNN

I Gede Wirayudhana

Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
Email: yd.travelbuddies@gmail.com

Abstract

The purpose of this study was to implement a system capable of classifying the quality of red guava fruit between Super class, A class and B class. Guava fruit is a fruit that contains lots of vitamins and is good for health. Guava also has a high level of demand in Indonesia and has a wide market. This proves that guava is widely consumed by the community and has a high level of competitiveness. So far, the classification of guava quality is done by doing manual observations by looking directly at the outer physical surface of the fruit. This manual classification gives results that are less effective and inconsistent. Digital image processing technology or Image Proseccing can be used to classify the quality of brittle red guava in accordance with the Indonesian National Standard, especially in terms of the outer texture of the guava. This system uses image processing to extract the outer texture features of the guava fruit surface. As a quality classification, themethod is used KNN (K-Nearest Neighbor). This system will classify guava into 3 quality classes, namely super class, A class, and B class. KNN is designed with 4 input features of GLCM value extraction (energy, homogeneity, correlation and contrast) using an angle of 0 degrees. From the test results, it was found that this classification method was able to provide the best accuracy at k=9 in the KNN method with an accuracy of 45.8%.

Keyword: *technology; leadership; millennials; human Resources; productivity*

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengimplementasikan sistem yang mampu mengklasifikasikan mutu buah jambu biji getas merah antara kelas Super, kelas A dan kelas B. Buah Jambu biji adalah buah yang banyak mengandung vitamin dan baik bagi kesehatan. Jambu biji juga memiliki tingkat permintaan tinggi di Indonesia dan memiliki pasar yang luas. Hal ini membuktikan bahwa jambu biji dikonsumsi oleh masyarakat secara luas dan memiliki tingkat daya saing tinggi. Selama ini pengklasifikasian mutu jambu biji dilakukan dengan melakukan pengamatan manual dengan melihat secara langsung permukaan fisik luar buah. Pengklasifikasian secara manual ini memberikan hasil klasifikasi yang kurang efektif dan tidak konsisten. Teknologi pengolahan citra digital atau *Image Proseccing* dapat digunakan untuk mengklasifikasikan mutu jambu biji getas merah yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia, terutama dari segi tekstur luar jambu biji. Sistem ini menggunakan pengolahan citra untuk mengekstraksi ciri tekstur luar permukaan

buah jambu biji. Sebagai klasifikasi mutu digunakan metode *KNN (K-Nearest Neighbour)*. Sistem ini akan mengklasifikasikan jambu biji ke dalam 3 kelas mutu, yakni kelas super, kelas A, dan kelas B. *KNN* dirancang dengan masukan 4 fitur ekstraksi nilai *GLCM (energy, homogeneity, correlation dan contrast)* dengan menggunakan sudut 0 derajat. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa metode klasifikasi ini mampu memberikan akurasi terbaik pada $k=9$ dalam metode *KNN* dengan akurasi 45,8%.

Kata kunci: teknologi; kepemimpinan; milenial; sumber daya manusia; produktivitas

Pendahuluan

Saat ini buah jambu biji getas merah (*Psidium guajava L.*) adalah salah satu komoditas *hortikultura* yang memiliki minat pasar luas mulai dari pasar tradisional hingga pasar modern. Saat ini tingkat produksi jambu biji di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 181.632 ton, pada tahun 2014 mencapai 187.408 ton dan mengalami kenaikan pada tahun 2018 mencapai 228.642 ton ([PAMBUDI, 2018](#)). Hal tersebut menunjukkan bahwa buah jambu memiliki daya saing, kualitas mutu buah jambu biji merah dipengaruhi oleh penanganan pasca panen yaitu tingkat ketuaan panen, tekstur, dan daya simpan. Tingkat ketuaan jambu biji ditandai oleh perubahan warna kulit buah ([Umah, n.d.](#)). Panen buah jambu biji merah ini terkadang bergantung jarak tempuh daerah pemasaran. Daerah pemasaran yang dekat, buah dipanen saat kulit buah kuning kehijauan, dan mutu buah jambu biji juga dapat dilihat dari segi tekstur yaitu gores, busuk, dan kulit yang terkelupas ([Wibowo et al., 2018](#)). ([Budianita et al., 2015](#)) melaporkan bahwa buah jambu biji memiliki daya simpan antara 2-7 hari.

Menurut Badan Standarisasi Nasional ([Wibowo et al., 2018](#)) jambu biji untuk konsumsi segar digolongkan dalam tiga kelas mutu yaitu kelas super, kelas A, dan kelas B, dalam pengelompokan kelas mutu jambu biji berdasarkan kelas buah Standar Nasional Indonesia (SNI) bertujuan agar para petani jambu biji dapat meningkatkan daya saing pasar dengan kualitas buah terbaik dan preferensi konsumen dalam membeli buah jambu biji mendapatkan kualitas yang baik. ([Roidah, 2015](#)) Karena Jambu merah pada umumnya memiliki banyak manfaat dan dapat dijadikan bahan baku bagi industri medis dan bahan baku industri lainnya sehingga penulis akan mengangkat judul tentang klasifikasi jambu biji getas`merah berdasarkan mutu agar diharapkan para konsumen mengetahui mutu buah jambu yang akan dikonsumsinya, dan diharapkan para petani dapat pula menjadikan acuan untuk mengklasifikasikan buah jambu yang dijualnya berdasarkan mutu yang telah ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional ([Prahudaya & Harjoko, 2017](#)). ([Munir, 2004](#)) Penulis membuat penelitian tentang pengolahan citra digital berdasarkan pada acuan standar mutu yang telah ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) dengan tema pengenalan tekstur pada kulit jambu biji getas merah dengan menggunakan metode ekstraksi ciri *Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM)* dengan menggunakan fitur atau variabel *Contrast, Correlation, Energy, Homogeneity* dan pengklasifikasian *K-Nearest Neighbor (KNN)* untuk mengenali jenis

Klasifikasi Mutu Buah Jambu Biji Getas Merah Berdasarkan Tekstur Menggunakan *Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)* dengan Klasifikasi KNN

mutu jambu biji getas merah agar dapat mengklasifikasikan mutu jambu biji getas merah kelas Super, kelas A, dan kelas B.

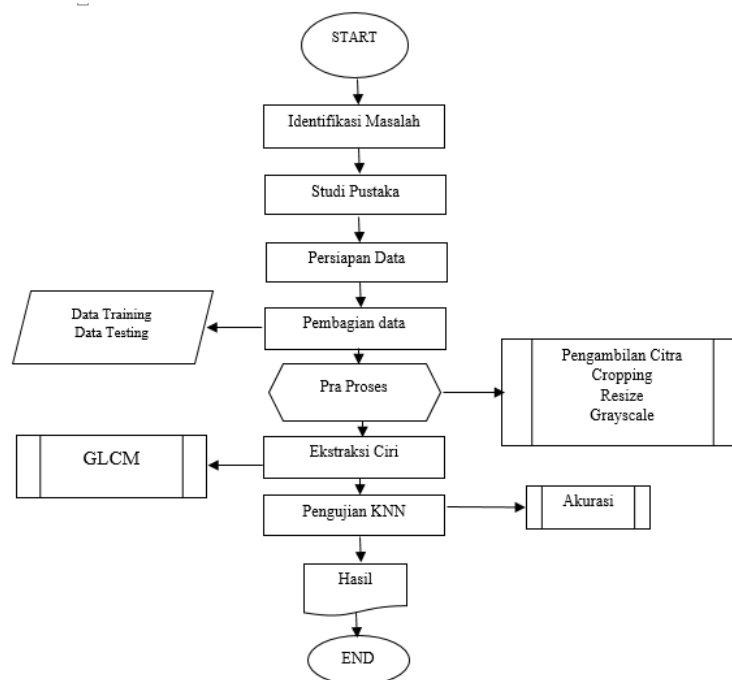
Tujuan penelitian ini adalah (1) Untuk mengimplementasikan sistem yang mampu mengklasifikasikan mutu buah jambu biji getas merah antara kelas Super, kelas A dan kelas B. (2) Untuk mengetahui cara untuk mengekstraksi ciri pada buah jambu biji getas merah. (3) Untuk mengetahui cara untuk mengklasifikasi jambu biji getas merah. (4) Untuk mengetahui tingkat akurasi dari sistem tersebut. (5) Untuk memberi pengetahuan kepada konsumen dalam membedakan mutu jambu biji getas merah.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah menggunakan metode ekstraksi ciri *Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM)* dengan menggunakan fitur atau variabel *Contrast, Correlation, Energy, Homogeneity* dan pengklasifikasian *K-Nearest Neighbor (KNN)* untuk mengenali jenis mutu jambu biji getas merah agar dapat mengklasifikasikan mutu jambu biji getas merah kelas Super, kelas A, dan kelas B.

A. Kerangka Berpikir

Untuk mencapai tujuan penelitian yang telah dirumuskan dan ditetapkan, maka diperlukan prosedur penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka berpikir

B. Praproses Data

1. *Cropping*, Tahap *cropping* ini akan memproses citra awal yang berukuran 4032 x 2268 pixel. Tahap *cropping* ini akan dilakukan dengan matlab dengan cara

mencropping berdasarkan posisi pixel dari citra dan akan dilakukan secara otomatis dengan kordinat *cropping* yaitu [1465.5 678.5 1021 990] ([Santony et al., 2015](#))

2. *Resize*, Tahap *Resize* Citra yang sudah melalui proses cropping dengan 1021 x 990 pixel di resize menjadi 250 x 250 pixel, agar pada saat proses ekstraksi ciri semua citra yang di olah berukuran seragam dan mempercepat proses ekstraksi ciri.
3. *Grayscale*, Tahap *grayscale* ini digunakan untuk mengubah citra menjadi citra abu-abu yang selanjutnya akan dilakukan proses ekstraksi ciri.

C. Ekstraksi Ciri

Pada tahap ini, data citra yang telah dikelompokkan menjadi data Latih dan data Uji akan melalui tahap ekstraksi ciri dengan metode *GLCM* yang akan mengeluarkan 4 ciri dari citra tersebut ([Tarista, 2016](#)). Fitur yang digunakan pada metode *GLCM* ini meliputi *Contrast, Correlation, Energy, Homogeneity*, dan menggunakan sudut 0 derajat dengan menggunakan parameter 'Offset' [0 1], alasan dari penggunaan sudut 0 derajat adalah karena citra buah jambu biji tersebut diambil dari arah depan sehingga lebih mudah untuk mengekstraksi dan mengenali tekstur jambu tersebut dengan arah horizontal ([Yani, 2017](#)).

D. Pengujian KNN

Pada tahap ini, pengujian klasifikasi menggunakan metode *KNN (K-Nearest Neighbor)* menggunakan data yang telah di kelompokkan dan telah diekstraksi cirinya, jarak yang digunakan pada metode ini adalah dengan menggunakan *Euclidean distance* ([Prabowo, 2019](#)).

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian kali ini akan menggunakan total data 120 citra buah jambu getas merah, data tersebut akan diklasifikasikan berdasarkan mutunya menjadi kelas Super, kelas A, dan kelas B. Kemudian pada penelitian ini data akan dibagi menjadi data Latih dan data Uji. Pembagian data ini akan dibagi menggunakan rasio 80% data Latih dan 20% data Uji. Sebelum data dikelompokkan menjadi data Latih dan data Uji, data akan dikelompokkan berdasarkan mutunya dahulu atau dikelompokkan berdasarkan kelasnya, dengan pembagian data :

Table 1 Pembagian Kelas

Nama Kelas	Kelas	Jumlah
1	Kelas Super	40
2	Kelas A	40
3	Kelas B	40
	Total	120

Tabel diatas merupakan hasil pembagian masing-masing kelas dari 120 data yang telah di akuisisi, yaitu pelabelan pada masing-masing file, jika penamaan file menjadi 1 + _(nama file) merupakan kelas super, jika 2 + _(nama file) merupakan kelas A, dan 3 + _(nama file) merupakan kelas B. Pembagian Kelas ini akan dilakukan dengan cara mengubah nama file dengan menambahkan nama kelas di depan nya, contoh : jika nama file asli adalah “120200529_110328.jpg” akan dirubah menjadi “3_120200529_110328.jpg” untuk memberi label kelas 3 atau kelas B. Kemudian setelah 120 file tersebut diberi label yang sesuai pada masing-masing file citra. Data tersebut kemudian akan dikelompokkan menjadi data Latih dan data Uji dengan rasio 80% data Latih, dan 20% data Uji.

Table 2 Pembagian Data

Data	Data Latih	Data Uji	Total
Rasio	80%	20%	100%
Jumlah	96	24	120

Tabel diatas merupakan rasio pembagian data pada data yang telah di akuisisi yaitu 80% atau 96 citra untuk data latih, dan 20% atau 24 citra untuk data uji. Kemudian dari data yang telah dibagi antara data latih dan data uji akan dijabarkan kembali kelas apa saja yang terdapat pada masing-masing data latih dan uji, sebagai berikut :

Table 2 Pembagian Data Latih Uji

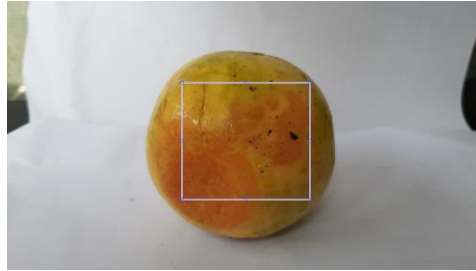
	Kelas Super	Kelas A	Kelas B	Total
Data Latih	32	32	32	96
Data Uji	8	8	8	24

Tabel diatas merupakan jumlah data untuk masing-masing data latih dan data uji yang digunakan pada penelitian ini.

1. Pra Proses

Pra Proses yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu meliputi proses *cropping*, *resize*, dan *grayscale*. Tahap praproses ini akan memproses semua data dari yang telah dikelompokkan. *Cropping* dilakukan pada citra mentah buah jambu biji dengan cara mengambil hanya bagian foto buah jambu biji saja dan menghilangkan latar belakang atau *background*, tahap ini dilakukan agar mendapatkan citra jambu biji yang akan digunakan untuk proses ekstraksi ciri, tahap *cropping* ini akan memproses citra awal yang berukuran 4032 x 2268 pixel. Tahap *cropping* ini akan dilakukan dengan matlab dengan cara *cropping* berdasarkan posisi pixel dari citra tersebut, yaitu dengan cara *imcrop*

(3_20200529_110328,[1465.5 678.5 1021 990]); dengan menggunakan koordinat [1465.5 678.5 1021 990] ([Prasetyo](#), 2011).



Gambar 2 proses Sebelum Cropping

Gambar 2 diatas merupakan gambar dari radius cropping koordinat [1465.5 678.5 1021 990].



Gambar 3 Proses Sesudah Cropping

Gambar 6 diatas merupakan hasil citra sesudah *cropping* yang menghasilkan citra berukuran 1021 x 990 pixel.

A. Resize

Citra yang sudah melalui proses *cropping* dengan 1021 x 990 pixel di *resize* menjadi 250 x 250 pixel, agar pada saat proses ekstraksi ciri semua citra yang di olah berukuran seragam. Dengan cara *imresize* (3_20200529_110328,[250 250]);

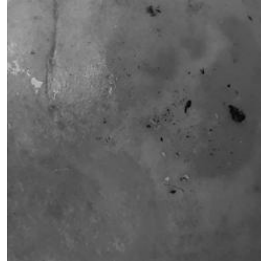


Gambar 4 Citra Sesudah Resize

Gambar 7 diatas merupakan hasil citra yang telah di *resize* sehingga menghasilkan citra berukuran 250 x 250 pixel.

B. Greyscale

Citra yang sudah melalui proses *Resize* akan di *Grayscale* dengan menggunakan matlab dengan merubah citra awal berupa citra RGB menjadi citra *Grayscale* atau citra keabuan. Yaitu dengan cara `rgb2gray(3_20200529_110328)`;



Gambar 5 Citra sesudah Grayscale

Gambar 8 diatas merupakan hasil dari citra yang telah di pra proses *grayscale* untuk dilanjutkan ke tahap Ekstraksi ciri.

2. Ekstraksi Ciri

Pada penelitian ini akan menggunakan ekstraksi citra *Graylevel Co-Occurrence Matrix*, metode ini akan menghasilkan ekstraksi ciri terhadap seluruh citra yang digunakan. Metode ini akan menggunakan 4 fitur yaitu *Contrast*, *Correlation*, *Energy*, *Homogeneity*. Dengan menggunakan sudut 0 derajat dengan menggunakan parameter 'Offset' [0 1], sehingga menghasilkan ciri sebagai berikut :

a. Ekstraksi Ciri data Latih

Table 3 Ciri Data Latih

Kelas	Contrast	Correlation	Energy	Homogeneity
1	0.1591	0.8922	0.2543	0.923
1	0.0659	0.9609	0.2831	0.9675
1	0.0642	0.9492	0.3009	0.9679
1	0.0753	0.95	0.2777	0.9624
1	0.115	0.9257	0.252	0.9433
1	0.0876	0.9466	0.2772	0.9565
1	0.1415	0.8554	0.3298	0.9327
1	0.0634	0.9585	0.2794	0.9684
1	0.127	0.9121	0.2962	0.9383
1	0.1972	0.8257	0.2807	0.9064
1	0.0605	0.937	0.3583	0.9698
1	0.0536	0.9585	0.3036	0.9732
1	0.0899	0.9454	0.2558	0.9553
1	0.081	0.9488	0.2928	0.9597

1	0.0881	0.9371	0.2723	0.9566
1	0.1081	0.8597	0.3783	0.9484
1	0.1647	0.8837	0.2566	0.9201
1	0.1544	0.8499	0.305	0.9264
1	0.1751	0.8339	0.2886	0.9176
1	0.0841	0.958	0.2307	0.9583
1	0.1419	0.7434	0.4568	0.9309
1	0.1391	0.7743	0.3798	0.9317
1	0.1626	0.8569	0.2778	0.9218
1	0.1178	0.9264	0.2482	0.9424
1	0.0793	0.9504	0.2657	0.9611
1	0.0952	0.8483	0.4474	0.9527
1	0.0762	0.934	0.3114	0.9619
1	0.0647	0.9632	0.2587	0.968
1	0.0677	0.9434	0.3033	0.9664
1	0.0648	0.9561	0.2801	0.9679
1	0.105	0.9309	0.2557	0.9487
1	0.0703	0.964	0.2605	0.9652
2	0.0703	0.9732	0.2076	0.965
2	0.0918	0.9396	0.2664	0.9547
2	0.0725	0.9708	0.2197	0.9641
2	0.1151	0.8889	0.3395	0.9438
2	0.1004	0.8978	0.3405	0.9502
2	0.0817	0.9224	0.346	0.9595
2	0.1526	0.9067	0.2341	0.925
2	0.1029	0.9451	0.237	0.949
2	0.1249	0.8993	0.2843	0.9383
2	0.1238	0.9396	0.2211	0.9388
2	0.1287	0.926	0.2358	0.9359
2	0.1093	0.9341	0.2452	0.9459
2	0.1176	0.9047	0.2796	0.9427
2	0.0594	0.9538	0.2995	0.9703
2	0.0642	0.9604	0.359	0.9682
2	0.0671	0.9556	0.2748	0.9664
2	0.0743	0.9153	0.373	0.9642
2	0.0813	0.9512	0.2764	0.9599
2	0.1257	0.9338	0.2444	0.938
2	0.1138	0.9276	0.2479	0.9441
2	0.0574	0.9359	0.3827	0.972
2	0.1073	0.9067	0.3628	0.9474

Klasifikasi Mutu Buah Jambu Biji Getas Merah Berdasarkan Tekstur Menggunakan
Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dengan Klasifikasi KNN

Kelas	<i>Contrast</i>	<i>Correlation</i>	<i>Energy</i>	<i>Homogeneity</i>
2	0.1531	0.9133	0.229	0.9259
2	0.1566	0.9185	0.2099	0.9246
2	0.1427	0.8793	0.274	0.9309
2	0.1201	0.9453	0.2545	0.943
2	0.0776	0.9495	0.2715	0.9617
2	0.123	0.9408	0.2202	0.9397
2	0.1022	0.9517	0.23	0.9495
2	0.1134	0.933	0.2449	0.9443
2	0.1404	0.8963	0.2523	0.9317
2	0.0996	0.9241	0.2917	0.9512
2	0.1047	0.933	0.2811	0.9485
3	0.1335	0.91	0.2716	0.9341
3	0.1447	0.8796	0.2785	0.9288
3	0.1334	0.8099	0.3929	0.9345
3	0.1069	0.8863	0.3654	0.9481
3	0.1114	0.9562	0.2041	0.9452
3	0.1341	0.8707	0.3238	0.9347
3	0.1164	0.9109	0.3063	0.9427
3	0.1364	0.8938	0.2794	0.9342
3	0.1064	0.9066	0.3124	0.947
3	0.1377	0.8467	0.3249	0.9328
3	0.133	0.9051	0.2818	0.9351
3	0.1056	0.9267	0.2837	0.9472
3	0.1191	0.9092	0.2888	0.9421
3	0.0849	0.9154	0.4067	0.9584
3	0.0826	0.9491	0.2709	0.9587
3	0.0596	0.9716	0.276	0.9706
3	0.0799	0.9547	0.2549	0.9602
3	0.1488	0.9172	0.2154	0.9267
3	0.2292	0.829	0.2166	0.8928
3	0.0858	0.9118	0.3942	0.9577
3	0.1453	0.8851	0.2649	0.9281
3	0.1233	0.9155	0.2583	0.9396
3	0.108	0.9377	0.2364	0.9465
3	0.0691	0.9338	0.3286	0.9655
3	0.077	0.9687	0.2267	0.9617
3	0.1452	0.9056	0.2453	0.9287
Kelas	<i>Contrast</i>	<i>Correlation</i>	<i>Energy</i>	<i>Homogeneity</i>

3	0.0652	0.9439	0.316	0.9674
3	0.1264	0.9019	0.2938	0.9386
3	0.0803	0.9504	0.3003	0.9602
3	0.077	0.9477	0.2805	0.9622
3	0.0643	0.9559	0.2932	0.9686

Tabel diatas merupakan hasil dari ekstraksi ciri pada data Latih menggunakan metode *GLCM* beserta ke-4 nilai *GLCM* tersebut yaitu nilai *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity*.

b. Ekstraksi Ciri data Uji

Table 4 Ciri Data Uji

Kelas	Contrast	Correlation	Energy	Homogeneity
1	0.0722	0.9558	0.2828	0.9639
1	0.0947	0.9367	0.3049	0.9533
1	0.0742	0.9551	0.2758	0.9632
1	0.1406	0.8717	0.3101	0.9328
1	0.082	0.9634	0.2296	0.9591
1	0.1033	0.9058	0.3326	0.9487
1	0.075	0.9499	0.2697	0.9626
1	0.0786	0.943	0.313	0.9608
2	0.1085	0.919	0.2674	0.9462
2	0.089	0.9385	0.269	0.9557
2	0.096	0.896	0.3564	0.9531
2	0.1045	0.9554	0.2287	0.9483
2	0.0739	0.9306	0.35	0.9636
2	0.1268	0.9132	0.2506	0.9377
2	0.0862	0.921	0.3171	0.9572
2	0.1167	0.8941	0.2976	0.9423
3	0.0819	0.9529	0.2537	0.9594
3	0.0939	0.8754	0.4422	0.9552
3	0.1763	0.8929	0.226	0.9139
3	0.1338	0.9439	0.2358	0.94
3	0.1386	0.8839	0.3377	0.937
3	0.1818	0.8586	0.2485	0.9116
3	0.1995	0.8724	0.225	0.9031
3	0.088	0.9603	0.2455	0.9569

Tabel diatas merupakan hasil dari ekstraksi ciri pada data Uji menggunakan metode *GLCM* beserta ke-4 nilai *GLCM* tersebut yaitu nilai *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity*.

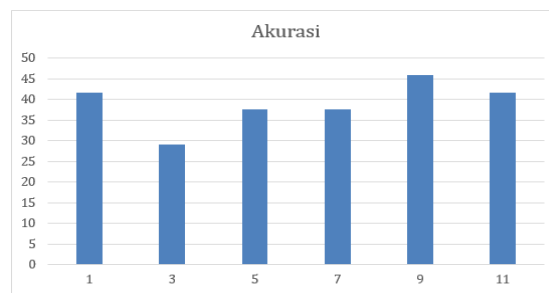
3. Hasil Perhitungan Pengujian Akurasi

Hasil dari penelitian berikut akan dirangkum dalam subbab berikut ini, pada penelitian kali ini telah didapatkan nilai akurasi tertinggi pada nilai $K = 9$ yaitu dengan akurasi 45,8333% dan dengan nilai K terendah yaitu $K = 3$, didapatkan akurasi sebesar 29,1667%.

Table 6 Hasil Akurasi

Nilai K	1	3	5	7	9	11
Akurasi	41.6	29.1	37.5	37.5	45.8	41.6

Tabel diatas menjelaskan akurasi pada masing-masing nilai K pada pengujian KNN.



Gambar 6 Diagram Akurasi

Diagram hasil pengujian pada masing-masing nilai K yang digunakan pada pengujian KNN. Gambar diatas merupakan hasil dari tabel 21 yang telah dibuat bar chart. Persentase tertinggi pada klarifikasi Tingkat mutu buah jambu biji terdapat pada $K=9$ dengan nilai 45,8%. Akurasi yang tergolong kecil ini besar kemungkinan karena tahap akuisisi data yang tidak sesuai dengan masing-masing kelas Super, kelas A, dan kelas B, sehingga mendapatkan akurasi yang minim, dan besar kemungkinan karena tahap praproses masih kurang optimal.

Kesimpulan

Berdasarkan pemaparan diatas dapat disimpulkan yaitu KNN mampu mengidentifikasi serta mengklasifikasikan mutu buah jambu biji getas merah dengan menggunakan 4 fitur yaitu *Energy*, *Homogeneity*, *Contrast*, *Correlation* dengan menggunakan sudut 0 derajat, dan Persentase tertinggi pada klarifikasi Tingkat mutu buah jambu biji terdapat pada $K=9$ dengan nilai 45,8%. Akurasi yang tergolong kecil ini besar kemungkinan karena tahap akuisisi data yang tidak sesuai dengan masing-masing kelas Super, kelas A, dan kelas B, sehingga mendapatkan akurasi yang minim.

Bibliography

- Budianita, E., Jasril, J., & Handayani, L. (2015). [Implementasi Pengolahan Citra dan Klasifikasi K-Nearest Neighbour Untuk Membangun Aplikasi Pembada Daging Sapi dan Babi Berbasis Web](#). *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 12(2), 242–247.
- Munir, R. (2004). [Pengolahan citra digital dengan pendekatan algoritmik](#).
- PAMBUDI, A. A. (2018). [Sortasi Dan Grading Cabai Merah \(Capsicum annum L.\) Menggunakan Pengolahan Citra Digital](#). Universitas Gadjah Mada.
- Prabowo, H. (2019). [IDENTIFIKASI JENIS BIJI KOPI ARABIKA DAN ROBUSTA MENGGUNAKAN DETEKSI TEPI CANNY DENGAN KLASIFIKASI K-NEAREST NEIGHBOR](#). Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
- Prahudaya, T. Y., & Harjoko, A. (2017). [Metode Klasifikasi Mutu Jambu Biji Menggunakan Knn Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur](#). *Jurnal Teknosains*, 6(2), 113–123.
- Prasetyo, E. (2011). [Pengolahan citra digital dan aplikasinya menggunakan Matlab](#). Yogyakarta: Andi.
- Roidah, I. S. (2015). [Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik](#). *Jurnal Bonorowo*, 1(2), 43–49.
- Santony, J., Harlan, J., & Madenda, S. (2015). [Segmentasi Citra X-Ray Thorax Untuk Mengidentifikasi Objek Infiltrat Dengan Proses Morfologi Matematika](#). *Prosiding Senatkom*, 1.
- Tarista, M. P. (2016). [DETEKSI KANKER PAYUDARA PADA CITRA MIKROKALSIFIKASI MAMMOGRAFI DENGAN METODE NAIVE BAYES](#). UNIVERSITAS AIRLANGGA.
- Umah, S. K. (n.d.). [Kajian Mutu Buah Jambu Biji Merah \(Psidium guajava L.\) Berdasarkan Variasi Umur Simpan Menggunakan Pengolahan Citra Digital](#).
- Wibowo, F., Hakim, D. K., & Sugiyanto, S. (2018). [PENDUGAAN KELAS MUTU BUAH PEPAYA BERDASARKAN CIRI TEKSTUR GLCM MENGGUNAKAN ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBORS](#). *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI*, 7(1), 100–106.
- Yani, D. U. R. (2017). [Klasifikasi Tingkat Keparahan Non-Proliferative Diabetic Retinopathy Berdasarkan Hard Exudate Menggunakan Extreme Learning Machine](#). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.