

Klasifikasi Citra Digital Sayuran Leunca Berdasarkan Nilai HSV dan K-Nearest Neighbor

M. Ohan Zakaria¹, Dadang Iskandar Mulyana²

^{1,2} Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika

Email: ohanz15@gmail.com¹, mahvin2012@gmail.com²

Abstrak

Di Indonesia, tiap tahunnya leunca mengalami peningkatan produksi, akan tetapi kualitas leunca yang dihasilkan belumlah merata. Salah satunya dikarenakan leunca merupakan buah yang non-climacteric, yaitu sayuran yang tidak akan matang setelah dipetik. Mendeteksi dan mengidentifikasi tingkat kematangan sayuran leunca pada umumnya dilakukan dengan pengecekan fisik (bentuk dan warna). Artinya, pendeteksian masih dilakukan secara manual oleh manusia. Tentunya hal tersebut menjadi suatu kelemahan, karena identifikasi secara manual sangat dipengaruhi oleh subjektivitas manusia yang memetik buah tersebut, sehingga proses pengidentifikasian masih tergolong tidak konsisten. Karena itulah, dibutuhkan adanya suatu sistem yang dapat menganalisis citra leunca dan mengidentifikasi tingkat kematangan sayur tersebut secara otomatis dengan cepat juga akurat.

Kata Kunci : HSV, K-Nearest, Citra Digital.

Abstract

in Indonesia, every year leunca has increased production, but the quality of leunca produced has not been evenly distributed. One of them is because leunca is a non-climacteric fruit, namely vegetables that will not ripen after picking. Detecting and identifying the level of maturity of leunca vegetables is generally done by physical checking (shape and color). That is, the detection is still done manually by humans. Of course, this becomes a weakness, because manual identification is strongly influenced by the subjectivity of humans who pick the fruit, so that the identification process is still classified as inconsistent. Therefore, it is necessary to have a system that can analyze the leunca image and identify the level of maturity of the vegetable automatically, quickly and accurately.

Keywords: HSV, K-Nearest, Digital Image

PENDAHULUAN

Leunca adalah sayuran yang sangat dikenal di masyarakat. Dalam bahasa Jawa disebut Ranti atau Bobosa dalam bahasa Maluku. Nama latin leunca adalah *Solanum Nigrum* L, dan digolongkan dalam keluarga *solanaceae* (Khaerinnisa 2015). Adapun tanaman leunca berasal dari Eropa dan Asia Barat, kemudian menyebar secara luas melalui Malaysia. Selain itu, leunca telah digunakan sebagai obat-obatan sejak lebih dari 2.000 tahun lalu Di Indonesia, leunca banyak dikonsumsi sebagai lalapan atau sayuran, biasanya pada hidangan khas Sunda. Dihimpun dari sejumlah sumber, leunca yang berbentuk bulat kecil, dipercaya memiliki khasiat untuk berbagai penyakit. Secara tradisional, leunca banyak disebut-sebut digunakan sebagai obat pusing di Meksiko. Di negeri China, digunakan untuk mengurangi radang ginjal dan kandung kencing, juga sebagai anti diare Mendeteksi dan mengidentifikasi tingkat kematangan sayuran leunca pada umumnya dilakukan dengan pengecekan fisik (bentuk dan warna). Artinya, pendeteksian masih dilakukan secara manual oleh manusia.

Tentunya hal tersebut menjadi suatu kelemahan, karena identifikasi secara manual sangat dipengaruhi oleh subjektivitas manusia yang memetik buah tersebut, sehingga proses pengidentifikasian masih tergolong tidak konsisten.

Berikut penelitian sebelumnya yang menggunakan salah satu metode yang sama, yaitu:

Cahyanti, Rahmayani, dan Husniar (2020) melakukan penelitian yang berjudul Analisis performa metode KNN pada Dataset pasien pengidap Kanker Payudara. Hasil dari penelitian, hasil tertinggi untuk akurasi dengan nilai 0,93 pada 20% keempat(K3), 20% pertama (k4) dan 20% pertama (k5) untuk Presisi dengan nilai 0,97 pada 20% keempat(K3), untuk Recall dengan nilai 0,98 pada 20% ketiga (K3) dan F-measure dengan nilai 0,94 pada 20% keempat(K3) dan 20% ketiga(K5).

Novita, Harsani, dan Qur'ania (2018) melakukan penelitian yang berjudul Penerapan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk Klasifikasi Anggrek Berdasarkan Karakter Morfologi Daun dan Bunga. Hasil dari penelitian, pengujian sistem dilakukan terhadap 15 data latih menghasilkan nilai akurasi 53,33% dengan jumlah benar 8 data dan jumlah nilai salah 7 data.

Lia Farokhah (2020) melakukan penelitian yang berjudul Implementasi K-Nearest Neighbor untuk Klasifikasi Bunga Dengan Ekstraksi Fitur Warna RGB. Hasil dari penelitian, menunjukkan bahwa kolaborasi metode klasifikasi KNN dengan ekstraksi fitur warna RGB memiliki kelemahan terhadap percobaan pertama dengan akurasi 50-60% pada K=5. Percobaan kedua memiliki akurasi sekitar 90-100% pada K=5. Peningkatan akurasi, precision dan recall terjadi Ketika menaikkan jumlah K yaitu dari K = 1 menjadi K=3 dan K=5.

Permana Putra dan Akim M H Pardede (2017) melakukan penelitian yang berjudul Analisis Metode K-Nearest Neighbour (KNN) Dalam Klasifikasi Data Iris Bunga. Hasil dari penelitian, menunjukan metode K-Nearest Neighbor dalam klasifikasi data memiliki akurasi persentase yang baik ketika menggunakan data random. Persentase variasi nilai K K-Nearest Neighbor 3,4,5,6,7,8,9 memiliki persentase 100 %.

Yahya dan Puspita Hidayanti (2020) melakukan penelitian yang berjudul Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Efektivitas Penjualan Vape (Rokok Elektrik) pada "Lombok Vape On". Hasil dari penelitian, pengolahan dilakukan dengan menggunakan 9 Validation, dari pengolahan tersebut terdapat K-Fold Validation 6 menjadi percobaan yang memiliki akurasi tertinggi. Dari percobaan yang telah dilakukan dapat diketahui hasil nilai K-Fold Validation 6 dengan hasil akurasi diperoleh sebesar 86.48% dan AUC sebesar 0.874.

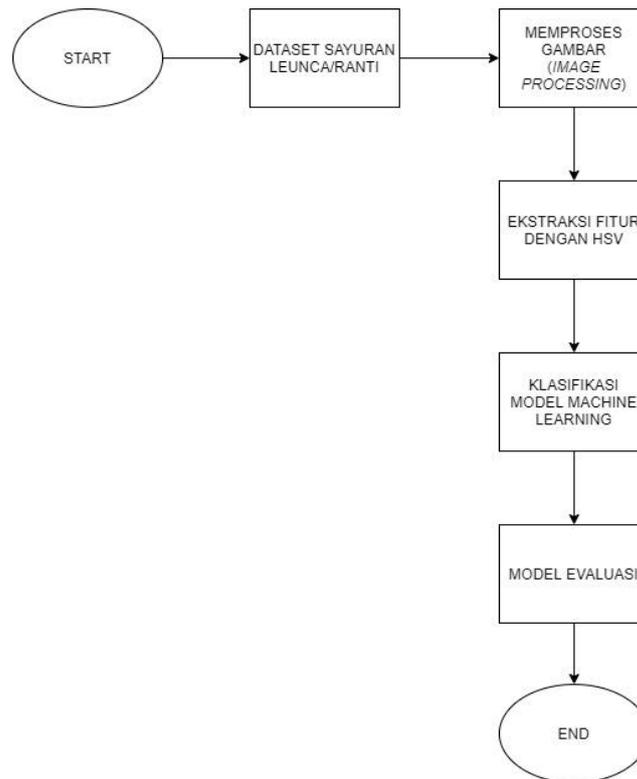
Baharuddin, Azis, dan Hasanuddin (2019) melakukan penelitian yang berjudul Analisis Performa Metode K-Nearest Neighbor Untuk Identifikasi Jenis Kaca. Hasil dari penelitian, bahwa dengan menguji nilai K=3 hingga K=9 maka diperoleh nilai performa paling baik pada K=3, dimana tingkat akurasi mencapai 64%, presisi 63%, recall 71%, dan F-Measure sebesar 67%.

Sumarlin (2015) melakukan penelitian yang berjudul Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor Sebagai Pendukung Keputusan Klasifikasi Penerima Beasiswa PPA dan BBM. Hasil dari penelitian, akurasi yang diperoleh untuk gabungan beasiswa peningkatan prestasi akademik dan bantuan belajar mahasiswa mencapai 85,56% dan nilai AUC 0,958. Karena nilai AUC berada dalam rentang 0,9 sampai 1,0 maka metode tersebut masuk dalam kategori sangat baik (*excellent*).

METODE

Pada penelitian ini, dataset yang digunakan diambil dari dataset publik data diambil dengan melakukan pemotretan objek yang diperoleh melalui perkebunan langsung dan pasar terdekat . Dataset memiliki label matang dan belum matang, dimana data yang digunakan sebanyak 30 citra dengan rincian 15 citra berlabel matang dan 15 citra berlabel belum matang.

Berikut adalah tahapan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini :



Gambar 1 Tahapan Metodologi

HASIL DAN PEMBAHASAN

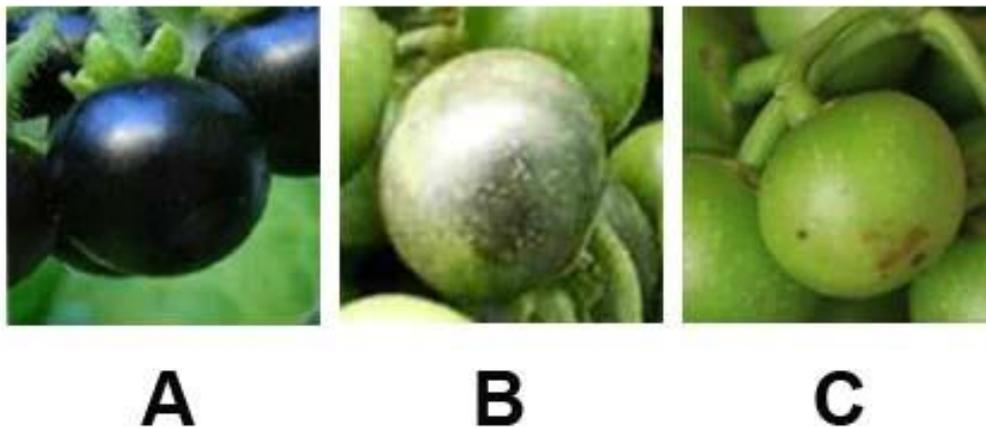
Pembahasan pada bab ini adalah pemecahan masalah berdasarkan rumus yang telah dibuat pada bab sebelumnya, yaitu bagaimana menerapkan metode *HSV* untuk menentukan tingkat kematangan buah manggis dengan cara ekstraksi nilai *RGB* citra kemudian melakukan konversi kedalam *HSV* pada proses hitungan matematis atau manual. Adapun pembahasan lainnya adalah proses perancangan sistem, *flowchart* sistem apalagi eksekusi sistem kerja.

Analisis data pada deteksi kematangan buah manggis berdasarkan fitur warna cira kulit menggunakan metode transformasi ruang warna *HSV* adalah dengan mengumpulkan data serta mencari informasi analisis kebutuhan pengumpulan datanya. Untuk mendapatkan beberapa data yang diidentifikasi dengan produksi sistem kerja pengujian dalam menentukan kematangan sayuran leunca berdasarkan fitur warna citra kulit sayuran maka yang perlu diperoleh adalah data set dari sayuran. Analisis kebutuhan terdiri dari prasyarat interaksi, kebutuhan input dan kebutuhan hasil. Analisis kebutuhan proses, yaitu yang menjelaskan bagaimana sistem kerja akan berfungsi, siklus apa yang digunakan, mulai dari berlalunya informasi informasi yang kemudian ditangani oleh sistem kerja hingga menjadi informasi hasil (presentasi terakhir). Implementasi matlab menggunakan Ruang warna *HSV* untuk deteksi kematangan sayuran leunca menggunakan matlab 2017b. Ada beberapa tahapan dalam program ini, khususnya:

1. Menginput citra sayuran.
2. Ekstraksi citra sayuran menggunakan ruang warna *HSV*.
3. Deteksi jenis sayuran leunca melalui perhitungan jarak *euclidean*.
4. Hasil deteksi citra menggunakan Ruang warna *HSV*.

Penerapan metode *HSV* dilakukan untuk mencari nilai *Hue*, *Saturation* dan *Value* pada citra

RGB. Pada proses penerapan hitungan manual *HSV* untuk menentukan tingkat kematangan sayuran leunca ditentukan citra sample sebanyak 3 citra sayuran leunca dengan deteksi tingkat kematangan sebagai berikut :



Gambar 2 A=Matang, B=Setengah Matang, C=Mentah

Berdasarkan pada gambar di atas, diketahui citra leunca matang, citra leunca setengah matang dan citra leunca mentah. Proses selanjutnya adalah melakukan ekstraksi citra *RGB* menjadi citra *HSV*. Pada tahap deteksi tingkat kematangan sayuran leunca dilakukan dengan proses pelatihan dan pengujian. Proses pelatihan adalah proses dimana keseluruhan citra leunca diekstraksi dengan *HSV* dan disimpan kedalam dataset. Sedangkan proses pengujian adalah melakukan pengujian deteksi tingkat kematangan sayuran leunca dengan citra sayuran yang diinputkan.

1. Proses Pelatihan *HSV*

Berdasarkan pada gambar 4.1, untuk memudahkan hitungan manual ekstraksi citra *RGB* menjadi *HSV* maka diambil sampel citra A, B dan C dengan resolusi *3x3 pixel*. Adapun nilai *RGB* dari citra A yang diklasifikasikan menjadi citra Leunca matang adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Nilai RGB 3x3 Citra Leunca A

X/y	0	1	2
0	100	5	91
	87	45	87
	96	97	62
1	81	40	10
	12	105	170
	150	20	50
2	33	95	42
	132	55	66

	111	43	80
--	-----	----	----

Adapun nilai *RGB* dari citra B yang diklasifikasikan menjadi citra leunca matang adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Nilai *RGB* 3x3 Citra Leunca B

X/y	0	1	2
0	35	15	132
	69	87	45
	150	73	102
1	91	133	25
	26	100	94
	162	45	30
2	135	30	55
	83	60	42
	173	25	79

Adapun nilai *RGB* dari citra C yang diklasifikasikan menjadi citra leunca matang adalah sebagai berikut :

Tabel 3 Nilai *RGB* 3x3 Citra Leunca C

X/y	0	1	2
0	125	10	21
	33	23	53
	100	85	70
1	100	35	145
	44	65	180
	122	35	47
2	93	64	73
	152	59	38
	160	48	51

Selanjutnya adalah mencari nilai rata-rata *Red*, *Green* dan *Blue* pada citra 3x3A,B dan C.

a. Nilai Rata-Rata *RGB* Citra A

$$R = \frac{100+5+91+81+40+10+33+95+42}{9}$$

$$R = 55,2$$

$$G = \frac{87+45+87+12+105+170+132+55+66}{9}$$

$$G = 84,3$$

$$B = \frac{96+97+62+150+20+50+111+43+80}{9}$$

$$B = 78,7$$

b. Nilai Rata-Rata *RGB* Citra B

$$R = \frac{35+15+132+91+133+25+135+30+55}{9}$$

$$R = 72,3$$

$$G = \frac{69+87+45+26+100+94+83+60+42}{9}$$

$$G = 67,3$$

$$B = \frac{150+73+102+162+45+30+173+25+79}{9}$$

$$B = 93,2$$

c. Nilai Rata-Rata *RGB* Citra C

$$R = \frac{125+10+21+100+35+145+93+64+73}{9}$$

$$R = 74$$

$$G = \frac{33+23+53+44+65+180+152+59+38}{9}$$

$$G = 71,8$$

$$B = \frac{100+85+70+122+35+47+160+48+51}{9}$$

$$B = 79,7$$

Berdasarkan dari hasil pencarian nilai rata-rata citra *RGB* 3x3 setiap citra sayuran leunca maka didapatkan nilai rata-rata nilai *RGB* citra leunca A,B dan C seperti berikut ini:

Tabel 4 Nilai Rata-Rata *RGB* Citra Leunca

Nama Citra	Warna	Nilai Rata-rata
Citra Leunca A	<i>RED</i>	55,2
	<i>GREEN</i>	84,3
	<i>BLUE</i>	78,7
Citra Leunca B	<i>RED</i>	72,3
	<i>GREEN</i>	67,3
	<i>BLUE</i>	93,2
Nama Citra	<i>Warna</i>	Nilai Rata-rata
Citra Leunca C	<i>RED</i>	74

	GREEN	71,8
	BLUE	79,7

Setelah nilai *RGB* setiap citra telah didapatkan, selanjutnya adalah melakukan konversi nilai *RGB* citra leunca A,B dan C kedalam bentuk nilai *HSV*. Adapun rumus *HSV* yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$H = \tan\left(\frac{3(G-B)}{(R-G)+(R-B)}\right) \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{\min(R,G,B)}{V}$$

$$V = \frac{R+G+B}{3}$$

Berdasarkan pada rumus di atas, dapat dijelaskan bahwa tahap pertama adalah mencari nilai H, kemudian mencari nilai V untuk mendapatkan nilai S. Adapun langkah-langkah konversi citra *RGB* menjadi citra *HSV* dengan citra leunca sampel A,B dan C sebesar *3x3 pixel* dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Proses Konversi *HSV* Citra A Diketahui nilai *RGB* citra A adalah :

$$R = 55,2$$

$$G = 84,3$$

$$B = 78,7$$

Adapun proses konversi kedalam *HSV* sebagai berikut:

$$H = \frac{\tan\left(3 \times (84,3 - 78,7)\right)}{(55,2 - 84,3) + (55,2 - 78,7)}$$

$$V = \frac{55,2 + 84,3 + 78,8}{3} = 72,7$$

$$S = 1 - \frac{55,2}{72,7} = 0,24$$

Berdasarkan pada proses di atas, didapati nilai *HSV* citra *RGB* leunca A.

- b. Proses Konversi *HSV* Citra B Diketahui nilai *RGB* citra B adalah :

$$R = 72,3$$

$$G = 67,3$$

$$B = 93,2$$

Adapun proses konversi kedalam *HSV* sebagai berikut :

$$H = \frac{\tan\left(3 \times (67,3 - 93,2)\right)}{(72,3 - 67,3) + (72,3 - 93,2)}$$

$$V = \frac{72,3+67,3+93,2}{3}$$

$$= 77,6$$

$$S = 1 - \frac{67,3}{77,6} = 0,13$$

Berdasarkan pada proses di atas, didapati nilai *HSV* citra *RGB* leunca B.

c. Proses Konversi *HSV* Citra C Diketahui nilai *RGB* citra C adalah :

$$R = 74$$

$$G = 71,8$$

$$B = 79,7$$

Adapun proses konversi kedalam *HSV* sebagai berikut:

$$H = \tan^{-1} \frac{3 \times (71,8 - 79,7)}{(74 - 71,8) + (74 - 79,7)}$$

$$V = \frac{74+71,8+79,7}{3} = 75,2$$

$$S = 1 - \frac{71,8}{75,2} = 0,04 = 0,118$$

Berdasarkan pada proses di atas, didapati nilai *HSV* citra *RGB* leunca C. Hasil pelatihan telah dilakukan secara manual dengan citra sampel leunca A,B dan C dengan ukuran 3x3 *pixel*. Adapun setiap nilai *HSV* citra disimpan kedalam dataset, sehingga dataset citra *HSV* manggis A,B dan C dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5 Nilai HSV Citra Leunca

Nama Citra	Klasifikasi	Ciri	Nilai
Citra Leunca A	Matang	H	-0,005
		S	0,24
		V	72,7
Citra Leunca B	Setengah Matang	H	0,085
		S	0,13
		V	77,6
Citra Leunca C	Mentah	H	0,118
		S	0,04
		V	75,2

2. Proses Deteksi Tingkat Kematangan Leunca

Berdasarkan pada gambar 4.5, setelah didaptkannya dataset citra *HSV*, kemudian dilakukan pengujian deteksi tingkat kematangan sayuran leunca. Adapun pada hitungan manual ini deteksi

tingkat kematangan dilakukan dengan citra sampel uji citra leunca dengan klasifikasi tingkat kematangan mentah. Adapun berikut adalah citra sampel uji yang akan dideteksi tingkat kematangannya :



Gambar 2 Citra Leunca Uji

Berdasarkan pada gambar di atas, untuk memudahkan hitungan manual pada saat proses deteksi tingkat kematangan sayuran leunca maka diambil sampel citra uji pada gambar 4.2 dengan resolusi 3×3 *pixel*. Adapun nilai *RGB* dari citra uji yang adalah sebagai berikut :

Tabel 6 Nilai RGB 3x3 Citra Uji

X/y	0	1	2
0	118	15	23
	25	30	49
	91	78	84
1	103	40	132
	38	71	172
	138	33	52
2	89	74	81
	146	73	42
	158	51	60

Selanjutnya adalah mencari nilai rata-rata *Red*, *Green* dan *Blue* pada citra uji sebagai berikut :

$$R = \frac{118+15+23+103+40+132+89+74+81}{9} = 75$$

$$G = \frac{25+30+49+38+71+172+146+73+42}{9} = 71,7$$

$$B = \frac{91+78+84+138+33+52+158+51+60}{9} = 82,7$$

Selanjutnya adalah mencari nilai *HSV* berdasarkan nilai *RGB* pada citra uji sebagai berikut :

$$H = \tan^{-1} \frac{3 \times (71,7 - 82,7)}{(75 - 71,7) + (75 - 82,7)}$$

$$= 0,131$$

$$V = \frac{75 + 71,7 + 82,7}{3} = 76,5$$

$$S = 1 - \frac{71,7}{76,5} = 0,06$$

Setelah didapatkan nilai $H = 1,4$, $S = 0,06$ dan nilai $V = 76,5$ untuk sampel citra uji, selanjutnya adalah melakukan deteksi tingkat kematangan citra uji dengan membandingkan jarak terdekat dari dataset nilai *HSV* citra latih A, B dan C pada tabel 4.6. Adapun prosesnya sebagai berikut:

$$\text{Citra A} = \sqrt{(0,131 - 0,005)^2 + (76,518 - 72,777)^2 + (0,061 - 0,241)^2} = 3,73$$

$$\text{Citra B} = \sqrt{(0,131 - 0,085)^2 + (76,518 - 77,629)^2 + (0,061 - 0,132)^2} = 1,11$$

$$\text{Citra C} = \sqrt{(0,131 - 0,118)^2 + (76,518 - 75,222)^2 + (0,061 - 0,044)^2} = 1,29$$

Berdasarkan hitungan *euclidean distance*, kemudian dirangkum dengan jarak paling dekat, maka menghasilkan klasifikasi deteksi tingkat kematangan sayuran leunca seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 7 Data Jarak Terdekat Berdasarkan Citra Leunca Uji

Data	Jarak Dengan Data Baru	Tingkat Kematangan
Citra Leunca A	3,73	Matang
Citra Leunca B	1,11	Setengah Matang
Citra Leunca C	1,29	Mentah

Berdasarkan dari hasil klasifikasi tetangga dengan jarak yang paling terdekat yaitu citra leunca B dengan identifikasi tingkat kematangan "Setengah Matang", sehingga data citra leunca uji yang diproses masuk kedalam identifikasi tingkat kematangan "Setengah Matang".

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian yang dilakukan dengan deteksi kematangan sayuran leunca, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Deteksi kematangan buah manggis dengan ekstraksi metode ruang warna HSV dapat dilakukan pada citra sayuran leunca matang, setengah matang dan mentah,
2. Hasil deteksi tingkat kematangan sayuran leunca dengan metode ruang warna HSV memberikan hasil akurasi sebesar 86,6% dengan data citra uji sebanyak 15 buah citra sayuran leunca.

Berdasarkan hasil pengujian, akurasi deteksi tentu akan berubah dengan semakin banyaknya data yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharuddin, Mus Mulyadi, Huzain Azis, and Tasrif Hasanuddin. 2019. "Analisis Performa Metode K-Nearest Neighbor Untuk Identifikasi Jenis Kaca." *ILKOM Jurnal Ilmiah* 11(3): 269–74.
- Cahyanti, Dewi, Alifah Rahmayani, and Syafira Ainy Husniar. 2020. "Analisis Performa Metode Knn Pada Dataset Pasien Pengidap Kanker Payudara." *Indonesian Journal of Data and Science* 1(2): 39–43.
- Farokhah, Lia. 2020. "Implementasi K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Bunga Dengan Ekstraksi Fitur Warna RGB." *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 7(6): 1129.
- Khaerinnisa, Ambar. 2015. "ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI DARI KAPANG ENDOFIT DAUN TANAMAN LEUNCA." *Ekp* 13(3): 1576–80.
- Novita, Sesilia, Prihastuti Harsani, and Arie Qur'ania. 2018. "Penerapan K-Nearest Neighbor (KNN) Untuk Klasifikasi Anggrek Berdasarkan Karakter Morfologi Daun Dan Bunga." *Komputasi* 15(1): 118–25.
- Permana Putra, Akim M H Pardede, Siswan Syahputra. 2017. "Analisis Metode K-Nearest Neighbour (KNN) Dalam Klasifikasi Data Iris Bunga." *Jurnal Buana Informatika* 10(1): 118–25.
- Sumarlin, Sumarlin. 2015. "Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor Sebagai Pendukung Keputusan Klasifikasi Penerima Beasiswa PPA Dan BBM." *Jurnal Sistem Informasi Bisnis* 5(1): 52–62.
- Yahya, and Winda Puspita Hidayanti. 2020. "Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Efektivitas Penjualan Vape (Rokok Elektrik) Pada 'Lombok Vape On.'" *Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi* 3(2): 104–14.
- M. K. N. Berbasis, "FORWARD SELECTION UNTUK PREDIKSI," vol. 2, pp. 53–64, 2015.
- M. R. Alghifari and A. P. Wibowo, "Penerapan Metode K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Kinerja Satpam Berbasis Web," vol. 5, no. 1.
- W. Yustanti, "Algoritma K-Nearest Neighbour untuk Memprediksi Harga Jual Tanah," vol. 9, no. 1, pp. 57–68, 2012.
- N. Luh and G. Pivin, "Penerapan Metode K-Nearest Neighbor Untuk Sistem Rekomendasi Pemilihan Mobil," vol. 16, no. 2, pp. 120–131, 2017.
- S. Aulia, S. Hadiyoso, and D. N. U. R. Ramadan, "Analisis Perbandingan KNN dengan SVM untuk Klasifikasi Penyakit Diabetes Retinopati berdasarkan Citra Eksudat dan Mikroaneurisma," vol. 3, no. 1, pp. 75–90, 2015.
- W. Lestari and S. Sumarlinda, "Implementation of k-nearest neighbor (knn) and suport vector machine (svm) for clasification cardiovascular disease," vol. 2, no. 10, pp. 30–36, 2022.
- R. Umar, I. Riadi, and D. A. Faroek, "A Komparasi Image Matching Menggunakan Metode K-Nearest Neightbor (KNN) dan Support Vector Machine (SVM)," *J. Appl. Informatics Comput.*, vol. 4, no. 2, pp. 124–131, 2020, doi: 10.30871/jaic.v4i2.2226.
- N. Adisaputra Sinaga, K. Dalimunthe, M. Sayid Amir Ali Lubis, and R. Rosnelly, "Komparasi Metode Decision Tree, KNN, dan SVM Untuk Menentukan Jurusan Di SMK," *J. Sist. Komput. dan Inform. Hal 94–*, vol. 100, no. 2, pp. 94–100, 2021, doi: 10.30865/json.v3i2.3598.
- S. Wiyono, D. S. Wibowo, M. F. Hidayatullah, and D. Dairoh, "Comparative Study of KNN, SVM and Decision Tree Algorithm for Student's Performance Prediction," *Int. J. Comput. Sci. Appl. Math.*,

- vol. 6, no. 2, p. 50, 2020, doi: 10.12962/j24775401.v6i2.4360.
- M. R. A. Nasution and M. Hayaty, "Perbandingan Akurasi dan Waktu Proses Algoritma K-NN dan SVM dalam Analisis Sentimen Twitter," *J. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 226–235, 2019, doi: 10.31311/ji.v6i2.5129.
- Shedriko, "STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi) PERBANDINGAN ALGORITMA SVM DAN KNN DALAM MENGLASIFIKASI KELULUSAN MAHASISWA PADA SUATU MATA KULIAH," vol. 6, no. 2, pp. 115–122, 2021.
- F. Shidiq, "Penerapan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) Untuk Menentukan Ikan Cupang Dengan Ekstraksi Fitur Ciri Bentuk Dan Canny," *Innov. Res. Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 39–46, 2021, doi: 10.37058/innovatics.v3i2.3093.
- Deti Fusvita, Asnawati, Feri Hari Utami, "Knn (K-Nearest Neighbour) Penerapan Algoritma Knn (K-Nearest Neighbour) Dalam Klasifikasi Data Pinjaman Anggota Koperasi," *J. Ilm. Bin. STMIK Bina Nusant. Jaya Lubuklinggau*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2021, doi: 10.52303/jb.v3i1.32