

**KLASIFIKASI TINGKAT *ROASTING* BIJI KOPI DENGAN EKSTRAKSI
FITUR *HUE SATURATION AND VALUE* (HSV) MENGGUNAKAN
METODE *SUPPORT VECTOR MACHINE* (SVM)**

SKRIPSI



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh
RAIHAN KHAIRA ALMA BACHRUN
09030220047

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : RAIHAN KHAIRA ALMA BACHRUN

NIM : 09030220047

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2020

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "KLASIFIKASI TINGKAT *ROASTING* BIJI KOPI DENGAN EKTRAKSI FITUR *HUE SATURATION AND VALUE* (HSV) MENGGUNAKAN METODE *SUPPORT VECTOR MACHINE* (SVM)". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 19 Juni 2024

Yang menyatakan,



RAIHAN KHAIRA ALMA BACHRUN

NIM. 09030220047

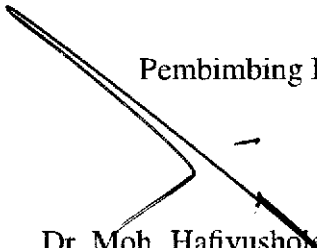
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

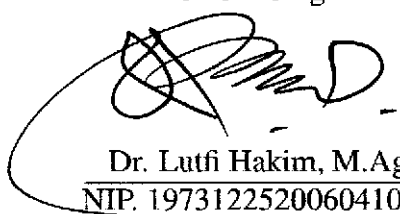
Nama : RAIHAN KHAIRA ALMA BACHRUN
NIM : 09030220047
Judul skripsi : KLASIFIKASI TINGKAT *ROASTING* BIJI KOPI
DENGAN EKTRAKSI FITUR *HUE SATURATION AND*
VALUE (HSV) MENGGUNAKAN METODE *SUPPORT*
VECTOR MACHINE (SVM)

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

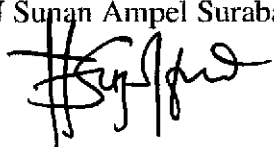
Pembimbing I


Dr. Moh. Hafiyusholeh, M.Si
NIP. 198002042014031001

Pembimbing II


Dr. Lutfi Hakim, M.Ag
NIP. 197312252006041001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UTN Sunan Ampel Surabaya


Yuniar Farida, M.T
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : RAIHAN KHAIRA ALMA BACHRUN
NIM : 09030220047
Judul Skripsi : KLASIFIKASI TINGKAT *ROASTING* BIJI KOPI
DENGAN EKTRAKSI FITUR *HUE SATURATION AND
VALUE (HSV)* MENGGUNAKAN METODE *SUPPORT
VECTOR MACHINE (SVM)*

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 19 Juni 2024

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I



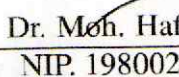
Dr. Dian Candra Rini Novitasari, M.Kom
NIP. 198511242014032001

Penguji II

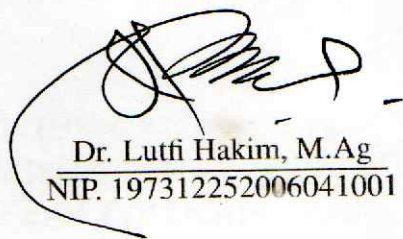


Nurissaidah Ulinnuha, M.Kom
NIP. 199011022014032004

Penguji III


Dr. Moh. Hafiyusholeh, M.Si
NIP. 198002042014031001

Penguji IV



Dr. Lutfi Hakim, M.Ag
NIP. 197312252006041001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UTM Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd
NIP. 196307312000031002



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax. 031-8413300

E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : RAIHAN KHAIRA ALMA BACHRUN
NIM : 09030220047
Fakultas/Jurusan : FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA
E-mail address : KHAIRARAIHAN123@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

KLASIFIKASI TINGKAT ROASTING BISI KOPI DENGAN EKSTRAKSI FITUR
HUE SATURATION AND VALUE (HSV) MENGGUNAKAN METODE SUPPORT
VECTOR MACHINE (SVM)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 28 Juni 2024

Penulis

(RAIHAN KHAIRA ALMA BACHRUN)
NIM. 09030220047

ABSTRACT

KLASIFIKASI TINGKAT *ROASTING* BIJI KOPI DENGAN EKSTRAKSI FITUR *HUE SATURATION AND VALUE* (HSV) MENGGUNAKAN METODE *SUPPORT VECTOR MACHINE* (SVM)

Roasting biji kopi merupakan satu dari beberapa tahapan penting dalam proses pengolahan kopi yang mempengaruhi rasa dan aroma. Mengingat beragamnya jenis dan varietas kopi di Indonesia, salah satu tantangannya adalah mengidentifikasi tingkat *roasting* biji kopi secara kasat mata. Tingkat *roasting* yang berbeda menghasilkan profil rasa yang berbeda pula, sehingga pengklasifikasian tingkat *roasting* menjadi penting dalam industri kopi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model klasifikasi tingkat *roasting* biji kopi memanfaatkan ekstraksi fitur dari ruang warna HSV (*Hue, Saturation, and Value*) dengan metode *Support Vector Machine* (SVM). Data yang digunakan berupa citra biji kopi yang berjumlah 1200 data dengan tiga tingkat *roasting*: *light*, *medium*, dan *dark*, yang selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur guna menjadi *input* bagi model SVM. Model SVM dibangun dengan uji coba pada tiap kernel dengan berbagai parameter. Pengujian dilakukan pada tiga kernel yakni kernel linear, polinomial, dan RBF (*Radial Basis Function*). Berdasarkan *output* pengujian didapatkan hasil terbaik pada kernel polinomial menggunakan parameter *degree* $d = 5$ dan $C = 100$. Ditinjau dari *confusion matrix* dari model terbaik, SVM mampu mendeteksi 43 data dengan kelas *dark roast* yang diklasifikasikan sebagai *dark roast*, 37 data dengan kelas *light roast* yang diklasifikasikan sebagai *light roast*, 39 data pada kelas *medium roast* yang diklasifikasikan sebagai *medium roast*, dan 1 data dengan kelas *dark roast* yang diprediksi *medium roast*. Berdasarkan hasil *confusion matrix*, diperoleh rata-rata akurasi sebesar 0.98, dengan nilai rata-rata presisi dan *recall* yang sama yakni 0.98.

Kata kunci: *Roasting*, Klasifikasi, Ekstraksi Fitur, HSV, SVM, Kernel

ABSTRACT

CLASSIFICATION OF COFFEE BEAN ROASTING LEVEL WITH *HUE SATURATION AND VALUE (HSV)* FEATURE EXTRACTION USING *SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)* METHOD

Roasting of coffee beans is one of several important stages in the coffee processing that affects flavor and aroma. Given the coffee types and varieties in Indonesia, the challenges is to identify the roasting level of coffee beans by eye. Different roasting levels produce different flavor profiles, making roasting level classification important in the coffee industry. This research build to develop a classification model of coffee bean roasting level using feature extraction HSV (Hue, Saturation, and Value) color space and Support Vector Machine (SVM) method. The data used is in the form of images 1200 coffee beans with three roasting levels: light, medium, and dark; Which are then extracted to become input for the SVM model. The SVM model was built by testing each kernel with various parameters. Tests were conducted on three kernels, namely linear, polynomial, and RBF (Radial Basis Function) kernels. Based on the test results, the best results are obtained on the Polynomial Kernel using the degree parameter $d = 5$ and $C = 100$. Judging from the confusion matrix of the best model, SVM is able to detect 43 data with dark roast class classified as dark roast, 37 data with light roast class classified as light roast, 39 data in medium roast class classified as medium roast, and 1 data with dark roast class predicted medium roast. Based on the confusion matrix results, the average accuracy value is 0.98, with the same average precision and recall value of 0.98.

Keywords: Roasting, Classification, Feature Extraction, HSV, SVM, Kernel

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRACT	xv
ABSTRACT	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	12
1.3. Tujuan Penelitian	12
1.4. Manfaat Penelitian	13
1.4.1. Manfaat Teoritis	13
1.4.2. Manfaat Praktis	14
1.5. Batasan Masalah	14
1.6. Sistematika Penulisan	15
II KAJIAN PUSTAKA	17
2.1. Kopi	17
2.2. <i>Level Roasting</i>	19
2.3. Citra Digital	22
2.3.1. Citra RGB	23

2.3.2. Citra <i>Grayscale</i>	25
2.3.3. Citra Biner	26
2.4. Pengolahan Citra Digital	26
2.5. Ekstraksi Fitur	28
2.5.1. Fitur Warna HSV	28
2.5.2. Normalisasi Nilai RGB	31
2.5.3. Konversi RGB Ke HSV	32
2.5.4. Nilai <i>Mean</i> dan <i>Standart Deviation</i>	33
2.6. Klasifikasi	33
2.7. <i>Support Vector Machine</i>	34
2.7.1. <i>Non-Linear Support Vector Machine</i>	38
2.7.2. <i>Support Vector Machine On Multiclass</i>	41
2.8. <i>Data Splitting</i>	45
2.9. <i>Confusion Matrix</i>	46
2.10. Integrasi Keislaman	49
III METODE PENELITIAN	55
3.1. Jenis Penelitian	55
3.2. Sumber Data	55
3.3. Tahapan Penelitian	56
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	59
4.1. Deskripsi Data	59
4.2. Ekstraksi Fitur Citra Biji Kopi	60
4.2.1. Identifikasi Nilai RGB	61
4.2.2. Normalisasi Nilai RGB	63
4.2.3. Nilai <i>Hue, Saturation, Value</i>	65
4.2.4. Nilai <i>Mean</i> dan <i>Standart Deviation</i>	67
4.2.5. Visualisasi dan Hasil Ekstraksi Fitur HSV	68
4.3. Klasifikasi SVM	75
4.4. Pengujian Model	83
4.4.1. Pengujian Kernel Linear	84

4.4.2. Pengujian Kernel Polinomial	85
4.4.3. Pengujian Kernel RBF	87
4.4.4. Pengujian dengan <i>input</i> Nilai RGB	89
4.5. Evaluasi Model Terbaik	92
4.5.1. Evaluasi Model Terbaik dengan Nilai RGB	94
4.6. Visualisasi dan Analisa Hasil	97
4.7. Integrasi Keislaman	102
V PENUTUP	105
5.1. Kesimpulan	105
5.2. Saran	106
DAFTAR PUSTAKA	107



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

4.1	<i>Output</i> Ekstraksi Fitur HSV	69
4.2	Hasil Uji Kernel Linear	84
4.3	Lanjutan Tabel 4.2	85
4.4	Hasil Uji Kernel Polinomial	85
4.5	Lanjutan Tabel 4.4	86
4.6	Lanjutan Tabel 4.4	87
4.7	Hasil Uji Kernel RBF	87
4.8	Lanjutan Tabel 4.7	88
4.9	Lanjutan Tabel 4.7	89
4.10	Nilai <i>Mean</i> dan <i>Standart Deviation</i> pada RGB	91
4.11	Hasil Uji Tiap Kernel dengan nilai RGB	92

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

2.1	Biji kopi dalam tiga jenis tingkat <i>roasting</i>	20
2.2	Biji kopi dengan tingkatan <i>light roast</i>	20
2.3	Biji kopi dengan tingkatan <i>medium roast</i>	21
2.4	Biji kopi dengan tingkatan <i>dark roast</i>	22
2.5	(a) Representasi citra RGB ukuran 3x3, (b) Ruang warna citra RGB	24
2.6	Citra RGB beserta nilai piksel tiap komponen	24
2.7	Citra <i>grayscale</i> beserta nilai pikselnya	25
2.8	Citra biner dengan berbagai ukuran <i>threshold</i>	26
2.9	Ruang Warna HSV	29
2.10	Representasi citra biji kopi pada ruang warna HSV	30
2.11	Ilustrasi <i>Support Vector Machine</i>	36
2.12	Klasifikasi data non-linear dengan fungsi kernel	39
2.13	<i>Confusion Matrix</i> pada <i>multiclass</i>	47
3.1	(a) <i>Light Roast</i> , (b) <i>Medium Roast</i> , (c) <i>Dark Roast</i>	56
3.2	Diagram Alur Penelitian	58
4.1	Sample data	60
4.2	Channel <i>R,G,B</i> pada sampel citra biji kopi	61
4.3	<i>Box plot</i> pada tiap komponen HSV	70
4.4	Representasi citra biji kopi dalam RGB dan HSV	73
4.5	<i>Confusion matrix</i> pada model terbaik	93
4.6	<i>Confusion matrix</i> pada model terbaik dengan nilai RGB	95
4.7	Perbandingan evaluasi kernel berdasarkan <i>split</i> data	97
4.8	Perbandingan evaluasi kernel berdasarkan nilai <i>cost (C)</i>	98
4.9	Perbandingan evaluasi kernel dengan <i>input</i> nilai RGB	100

DAFTAR PUSTAKA

- Achirul Nanda, M., Boro Seminar, K., Nandika, D., & Maddu, A. (2018). A comparison study of kernel functions in the support vector machine and its application for termite detection. *Information*, 9(1), 5.
- Adhel, F. A., et al. (2023). *Analisis sentimen kebencanaan di indonesia menggunakan support vector machine berbasis fasttext dengan parameter optimasi firefly analysis of disaster sentiment in indonesia using fasttext-based support vector machine with firefly optimization parameters* [Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin].
- Afif, F., Damasdino, F., & Anwari, H. (2023). The influence of water temperature on brewing of coffee. *Gastronary*, 2(1), 1–7.
- Agaputra, M. D., Wardani, K. R. R., & Siswanto, E. (2013). Pencarian citra digital berbasiskan konten dengan ekstraksi fitur hsv, acd, dan glcm. *Jurnal Telematika*, 8(2), 8–8.
- Alam, H., Manurung, Y., Widya, H., & Nanda, W. H. (2023). Penggunaan metode canny edge detection untuk mendeteksi tepi uang kertas asli berbasis java. *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)*, 6(1), 177–181.
- Alfiantama, I., Ilham, M., & Putra, A. (2024). Klasifikasi tingkat roasting biji kopi dengan metode cnn. *STAINS (SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI & SAINS)*, 3(1), 285–290.

- Amaliah, I. D., Utaminingrum, F., & Adikara, P. P. (2023). Sistem penghitung skor menembak otomatis menggunakan pengolahan citra digital. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(7), 3548–3556.
- Asbari, M., Chiam, J. V., et al. (2024). Filosofi pareto: Kiat bijak menuju harmoni hidup? *Literaksi: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 2(02), 126–130.
- Ashari, Y. A. (2021). Perancangan sistem klasifikasi tingkat kematangan biji kopi arabika bali hasil sangrai berbasis citra. *DSpace Repository*. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/38768>
- Astrianda, N. (2020). Klasifikasi kematangan buah tomat dengan variasi model warna menggunakan support vector machine. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 1(2), 45–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.38038/vocatech.v1i2.27>
- AVCI, C., BUDAK, M., YAGMUR, N., & BALCIK, F. (2023). Comparison between random forest and support vector machine algorithms for lulc classification. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.26833/ijeg.987605>
- Azizah, Q. N. (2023). Klasifikasi penyakit daun jagung menggunakan metode convolutional neural network alexnet. *sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(1), 28–33. <https://doi.org/https://doi.org/10.56211/sudo.v2i1.227>
- Bianto, M. A., Kusrini, K., & Sudarmawan, S. (2020). Perancangan sistem klasifikasi penyakit jantung menggunakan naive bayes. *Creative Information Technology Journal*, 6(1), 75. <https://doi.org/https://doi.org/10.24076/citec.2019v6i1.231>

- Bishop, C. (2007). Pattern recognition and machine learning. *Journal of Electronic Imaging*, 16(4), 049901. <https://doi.org/10.1117/1.2819119>
- Budi Putranto, B. Y., Hapsari, W., & Wijana, K. (2011). Segmentasi warna citra dengan deteksi warna hsv untuk mendeteksi objek. *Jurnal Informatika*, 6(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21460/inf.2010.62.81>
- Byun, S. W., Hyeran Lee. (2003). A survey on pattern recognition applications of support vector machines. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 17(03), 459–486. <https://doi.org/https://doi.org/10.1142/S0218001403002460>
- Chandra, M. M., et al. (2023). Klasifikasi jenis bunga menggunakan metode svm berdasarkan citra dengan fitur hsv. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 4(02), 255–264.
- Chavolla, E., Zaldivar, D., Cuevas, E., & Perez, M. A. (2017). Color spaces advantages and disadvantages in image color clustering segmentation, 3–22. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63754-9_1
- Chicco, D., Tötsch, N., & Jurman, G. (2021). The matthews correlation coefficient (mcc) is more reliable than balanced accuracy, bookmaker informedness, and markedness in two-class confusion matrix evaluation. *BioData mining*, 14, 1–22.
- Chrisdiyanti, I. N., Fa'rifah, R. Y., & Pratiwi, O. N. (2023). Klasifikasi review customer di e-commerce bukalapak menggunakan metode support vector machine (svm). *eProceedings of Engineering*, 10(3).
- Claudia, A., Orseola, O., & Kurniawan, A. (2021). Proses pengolahan kopi di pt. cahaya pasifik raya tulungagung-jawa timur.

Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support vector machine. *Machine learning*, 20(3), 273–297.

Dahman, D. W. (2024). Support vector machine (svm); memperkenalkan sebuah algoritma training yang bertujuan untuk memaksimalkan margin antara pola pelatihan dan batas keputusan. *Medium*. Retrieved May 23, 2024, from <https://medium.com/sysinfo/support-vector-machine-svm-5d95a7d7a547>

Dalimunthe, A. K., Priyambada, & Supriyanto, G. (2023). Pengaruh suhu pemanasan terhadap waktu roasting biji kopi arabika jenis gayo varietas abbyssinia di tilasawa coffee roaster yogyakarta. *AGRICULTURAL ENGINEERING INNOVATION JOURNAL*, 1(2), 77–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.55180/aei.v1i2.716>

Dalimunthe, A. (2021). *Deteksi kematangan buah manggis berdasarkan fitur warna citra kulit menggunakan metode transformasi ruang warna hsv* [Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan].

Fadjeri, A., Setyanto, A., & Kurniawan, M. P. (2020). Pengolahan citra digital untuk menghitung ekstraksi ciri greenbean kopi robusta dan arabika (studi kasus: Kopi temanggung). *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKomSiN)*, 8(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30646/tikomsin.v8i1.462>

Farokhah, L. (2020). Implementasi k-nearest neighbor untuk klasifikasi bunga dengan ekstraksi fitur warna rgb. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 7(6), 1129–1135.

Febriani, A., Koriah, S., & Syafriana, V. (2023). Literature review on antibacterial activity of leaf, fruit peel, seed extracts of arabica (*coffea arabica*) and robusta

- (coffea canephora) coffee against various bacteria. *Sainstech Farma: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 16(2), 94–102.
- Febriani, S., & Sulistiani, H. (2021). Analisis data hasil diagnosa untuk klasifikasi gangguan kepribadian menggunakan algoritma c4. 5. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(4), 89–95.
- Febriawan, R. (2022). *Klasifikasi gender pada citra wajah menggunakan convolutional neural network dan transfer learning* [B.S. thesis]. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Fikri, M. I., Sabrila, T. S., & Azhar, Y. (2020). Perbandingan metode naive bayes dan support vector machine pada analisis sentimen twitter. *SMATIKA JURNAL*, 10(02), 71–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.32664/smatika.v10i02.455>
- Fitriani, F., & Yuliani, H. (2023). Karakteristik kimia kopi bubuk dan mutu sensori seduhan kopi arabika jantan (peaberry) dengan variasi suhu penyangraian di koperasi baitul qiradh baburrayyan. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(1), 212–221.
- Fitriyah, N., Warsito, B., & Di Asih, I. M. (2020). Analisis sentimen gojek pada media sosial twitter dengan klasifikasi support vector machine (svm). *Jurnal Gaussian*, 9(3), 376–390.
- Foody, G., & Mathur, A. (2004). A relative evaluation of multiclass image classification by support vector machines. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 42(6), 1335–1343. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2004.827257>
- Galih, A. P., & Setiawina, N. D. (2014). Analisis pengaruh jumlah produksi, luas lahan, dan kurs dolar amerika terhadap volume ekspor kopi indonesia periode

- tahun 2001-2011. *E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana*, 3(2), 44407.
- Gunanto, S. G. (2009). Segmentasi warna bagian tubuh manusia pada citra 2d. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasi*, 133–137.
- Haq, M. N. (2024). Qohwah (kopi) minuman para sufi. *NU Online*. Retrieved May 22, 2024, from <https://m.nu.or.id/opini/qohwah-kopi-minuman-para-sufi-yDYcV>
- Harnanda, M. I. (2022). *Proses produksi kopi robusta (coffea canephora) di pt. perkebunan nusantara xii bangelan, malang* [Doctoral dissertation, UPN Veteran Jawa Timur].
- Hidayatullah, V. A. D., Nilogiri, A., & Al Faruq, H. A. (2022). Klasifikasi siswa berprestasi menggunakan metode k-nearest neighbor (knn) pada sma negeri 2 situbondo classification of achieving students using k-nearest neighbor (knn) method at sma negeri 2 situbondo. *Jurnal Smart Teknologi*, 3(6), 2774–1702.
- Hong, C. S., & Oh, T. G. (2021). Tpr-tnr plot for confusion matrix. *Communications for Statistical Applications and Methods*, 28(2), 161–169. <https://doi.org/https://doi.org/10.29220/CSAM.2021.28.2.161>
- Hsu, C.-W., & Lin, C.-J. (2002). A comparison of methods for multiclass support vector machines. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 13(2), 415–425. <https://doi.org/10.1109/72.991427>
- Husniati, H., Sari, M. Y., & Sari, A. (2021). Kajian: Karakterisasi senyawa aktif asam klorogenat dalam kopi robusta sebagai antioksidan. *Majalah Tegi*, 12(2), 34–39.

- Ikhromr, F. N., Sugiyarto, I., Faddillah, U., & Sudarsono, B. (2023). Implementasi data mining untuk memprediksi penyakit diabetes menggunakan algoritma naives bayes dan k-nearest neighbor. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 6(1), 416–428. <https://doi.org/https://doi.org/10.31539/intecom.v6i1.5916>
- Ilhamsyah, I., Rahman, A. Y., & Istiadi, I. (2021). Klasifikasi kualitas biji kopi menggunakan multilayerperceptron berbasis fitur warna lch. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(6), 1008–1017. <https://doi.org/https://doi.org/10.29207/resti.v5i6.3438>
- Indonesia, T. R. K. B. B. (2018). Kamus besar bahasa indonesia.
- Ir Santosa, M., Ismanto, I. S. D., & Nainggolan, Q. V. (2024). *Nilai tambah dan tekno-ekonomi drip coffee honey*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Irfa'i, M. R., Fatkhurrozi, B., & Setyowati, I. (2021). Klasifikasi tingkat kematangan buah kopi menggunakan algoritma fuzzy c-means. *Theta Omega: Journal Of Electrical Engineering, Computer and Information Technology*, 2(1), 37–43.
- Joseph, V. R. (2022). Optimal ratio for data splitting. *Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal*, 15(4), 531–538.
- Kamil, F. (2023). Pengolahan citra digital menggunakan metode yolo untuk mendeteksi kualitas dari biji kopi berbasis android. *AI dan SPK: Jurnal Artificial Intelligent dan Sistem Penunjang Keputusan*, 1(1), 120–125.

- Kurnia, S. (2023). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi kopi di indonesia. *JISMA: Jurnal Ilmu Sosial, Manajemen, dan Akuntansi*, 1(6), 805–812. <https://doi.org/https://doi.org/10.59004/jisma.v1i6.288>
- Mardisa, R., Siregar, K., & Nasution, I. S. (2022). Klasifikasi kualitas fisik kopi beras arabika menggunakan pengolahan citra dengan metode k-nearest neighbor (k-nn). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 514–522. <https://doi.org/https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i2.19896>
- Michael, A. (2022). Komparasi kombinasi pre-trained model dengan svm pada klasifikasi kematangan kopi berbasis citra. *Journal Dynamic saint E-ISSN*, 2722, 5364.
- Michael, E. H., Prilianti, K. R., & Subianto, M. (2020). Rancang bangun aplikasi klasifikasi tingkat kematangan sangrai kopi melalui citra digital menggunakan cnn (convolutional neural network) berbasis android. *Sainsbertek Jurnal Ilmiah Sains and Teknologi*, 1(1), 21–45.
- Muchtamar, A. M. (2021). *Sistem deteksi pelat nomor kendaraan roda dua berdasarkan variabel kecepatan* [Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin].
- Nabil, D., Benali, R., & Bereksi Reguig, F. (2020). Epileptic seizure recognition using eeg wavelet decomposition based on nonlinear and statistical features with support vector machine classification. *Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik*, 65(2), 133–148. <https://doi.org/https://doi.org/10.1515/bmt-2018-0246>

Nugraha, D. A., & Wiguna, A. S. (2018). Klasifikasi tingkat roasting biji kopi menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation berbasis citra digital. *SMARTICS Journal*, 4(1), 1–4.

Nurhidayat, A., Asmunin, A., & Suyatno, D. F. (2021). Prediksi kinerja akademik mahasiswa menggunakan machine learning dengan sequential minimal optimization untuk pengelola program studi. *Journal of Information Engineering and Educational Technology*, 5(2), 84–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jieet.v5n2.p84-91>

Nurul Asiah, S., Md, C. E. A., Ikom, A. K. M., Ramadhan, K., Hidayat, S. G., Apriyantono, I. A., et al. (2022). *Profil kopi arabika kintamani bali*. AE Publishing.

Ontoum, S., Khemanantakul, T., Sroison, P., Triyason, T., & Watanapa, B. (2022). Coffee roast intelligence. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.01841>

Pahlevi, R. A., & Setiaji, B. (2023). Analysis of application haar cascade classifier and local binary pattern histogram algorithm in recognizing faces with real-time grayscale images using opencv. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, 4(1), 179–186. <https://doi.org/https://doi.org/10.52436/1.jutif.2023.4.1.491>

Pambudi, A. R., Garno, & Purwanto. (2020). Deteksi keaslian uang kertas berdasarkan watermark dengan pengolahan citra digital. *Jurnal Informatika Polinema*, 6(4), 69–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.33795/jip.v6i4.407>

Pande, C. B., Kushwaha, N. L., Orimoloye, I. R., Kumar, R., Abdo, H. G., Tolche, A. D., & Elbeltagi, A. (2023). Comparative assessment of improved svm method

- under different kernel functions for predicting multi-scale drought index. *Water Resources Management*, 37(3), 1367–1399. <https://doi.org/10.1007/s11269-023-03440-0>
- Prastyaningsih, Y., & Kusriani, W. (2021). Sistem temu kembali citra pada level roasting biji kopi menggunakan ekstraksi fitur warna. *Jurnal Inovtek Polbeng Seri Informatika*, 6(2), 222–233.
- Putra, D. (2010). *Pengolahan citra digital : Dasar pengolahan citra, transformasi citra, perbaikan citra, analisis citra, kompresi citra, fraktal untuk pengolahan citra* (Westriningsih, Ed.; Vol. 1). Penerbit ANDI OFFSET.
- Putra, Z. P., & Nugroho, A. (2021). Perbandingan performa naive bayes dan knn pada klasifikasi teks sentimen jasa ekspedisi. *JOINTECS J. Inf. Technol. Comput. Sci*, 6(3), 145–152.
- Rabbani, H. A., Rahman, M. A., & Rahayudi, B. (2021). Perbandingan ruang warna rgb dan hsv dalam klasifikasi kematangan biji kopi. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(6), 2243–2248.
- Raysyah, S. R., Arinal, V., & Mulyana, D. I. (2021). Klasifikasi tingkat kematangan buah kopi berdasarkan deteksi warna menggunakan metode knn dan pca. *JSiI (Jurnal Sistem Informasi)*, 8(2), 88–95. <https://doi.org/https://doi.org/10.30656/jsii.v8i2.3638>
- Ripal, S. W., Ridha, M. R., & Ahmadin, A. (2021). Petani kopi robusta di desa basseang kecamatan lembang kabupaten pinrang tahun 1970 sampai 2018. *Jurnal Pattingalloang*, 8(1), 21–30.

- Rizka, L. (2024). *Klasifikasi tingkat kematangan biji kopi robusta menggunakan convolutional neural network (cnn)* [Doctoral dissertation, Universitas Malikussaleh].
- Rosyidah, A. T. (2019). *Implementasi manajemen rantai nilai guna meningkatkan daya saing produk kedai kopi dalam perspektif ekonomi islam (studi kasus pada kedai kopi nyala coffe roastery bandar lampung)* [Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung].
- Rusman, J., & Pasae, N. (2023). Prototype sistem penyortir buah kopi arabika berdasarkan tingkat kematangan menggunakan metode support vector machine. *Teknika*, 12(1), 65–72.
- Saikin, S., Fadli, S., & Ashari, M. (2021). Optimization of support vector machine method using feature selection to improve classification results. *JISA(Jurnal Informatika dan Sains)*, 4(1), 22–27.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31326/jisa.v4i1.881>
- Salsabila, A., Yunita, R., & Rozikin, C. (2021). Identifikasi citra jenis bunga menggunakan algoritma knn dengan ekstrasi warna hsv dan tekstur glcm. *Technomedia Journal*, 6(1), 124–137.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33050/tmj.v6i1.1667>
- Setyo, A. S., Fitriyah, H., & Pramananda, R. (2023). Sistem deteksi tip burn pada selada hidroponik menggunakan metode thresholding pada warna hue saturation value. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(3), 1511–1517.

- Sheykhmousa, M., Mahdianpari, M., Ghanbari, H., Mohammadimanesh, F., Ghamisi, P., & Homayouni, S. (2020). Support vector machine versus random forest for remote sensing image classification: A meta-analysis and systematic review. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 13, 6308–6325. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2020.3026724>
- Sihombing, E. K., & Tobing, R. P. (2023). Pengaruh green product dan service quality terhadap purchase decision pada fore coffee di jakarta pusat. *Ethics and Law Journal: Business and Notary*, 1(2), 90–103. <https://doi.org/10.61292/ELJBN.V1I2.25>
- Sinaga, A. S. R. M. (2020). *Ekstraksi ciri komunikasi non-verbal gray level co-occurrence matrix dan fuzzy c-means*. CV. PENERBIT QIARA MEDIA.
- Singh, J., & Singh, S. (2023). Support vector machine learning on slurry erosion characteristics analysis of ni- and co-alloy coatings. *Surface Review and Letters*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1142/S0218625X23400061>
- Siswanto, I., Utami, E., & Raharjo, S. (2020). Klasifikasi tingkat kematangan buah berdasarkan warna dan tekstur menggunakan metode k-nearest neighbor dan nearest mena classifier. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 10(1), 93. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.35585/inspir.v10i1.2559>
- Situngkir, T. Y. P. (2022). *Klasifikasi penyakit pada daun kentang menggunakan pengolahan citra dengan metode convolutional neural network (cnn)* [Doctoral dissertation, UPN"Veteran" Yogyakarta].
- Sumijan, S., & Purnama, P. A. W. (2021). Teori dan aplikasi pengolahan citra digital penerapan dalam bidang citra medis.

- Surudin, C. (2020). Penerapan algoritma k-nearest neighbor pada klasifikasi kesegaran citra ayam broiler berdasarkan warna daging dada ayam. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer dan Aplikasinya*, 1(2), 799–809.
- Syahputra, H., Arnia, F., & Munadi, K. (2019). Karakterisasi kematangan buah kopi berdasarkan warna kulit kopi menggunakan histogram dan momen warna. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 42–50.
- Thaniket, R., Kusriani, K., Luthfi, E. T., et al. (2020). Prediksi kelulusan mahasiswa tepat waktu menggunakan algoritma support vector machine. *Jurnal FATEKSA: Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 5(2), 20–29.
- Townsend, J. T. (1971). Theoretical analysis of an alphabetic confusion matrix. *Perception and Psychophysics*, 9, 40–50.
- Valero-Carreras, D., Alcaraz, J., & Landete, M. (2023). Comparing two svm models through different metrics based on the confusion matrix. *Computers and Operations Research*, 152, 106131. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2022.106131>
- Wahiddin, D. (2020). Klasifikasi kadar hidrasi tubuh berdasarkan warna urine dengan metode ekstraksi fitur citra dan euclidean distance. *Techno Xplore: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 5(1), 16–20.
- Wibawa, M. F., Rahman, M. A., & Widodo, A. W. (2021). Penerapan ruang warna hsv dan ekstraksi fitur tekstur local binary pattern untuk tingkat kematangan sangrai biji kopi. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(7), 2819–2825.

- Wibisono, A. D. A., Widodo, A. W., & Rahman, M. A. (2020). Deteksi rambu lalu lintas menggunakan algoritma moore neighbour contour following dan simplifikasi poligon dalam hsv color space. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 4(10), 3408–3415.
- Widayani, W., & Harliana, H. (2021). Analisis support vector machine untuk pemberian rekomendasi penundaan biaya kuliah mahasiswa. *Jurnal Sains dan Informatika*, 7(1), 20–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.34128/jsi.v7i1.268>
- Wiliyanarti, P. F., Atrasina, J., & Maulidiyanti, E. T. S. (2021). Studi pemeriksaan sedimen urine berdasarkan karakteristik pada penikmat kopi di asrama kiwal brawijaya surabaya. *The Journal Of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 4(2), 157–169.
- Wilk-Kolodziejczyk, D., Regulski, K., & Gumienny, G. (2016). Comparative analysis of the properties of the nodular cast iron with carbides and the austempered ductile iron with use of the machine learning and the support vector machine. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 87(1–4), 1077–1093. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00170-016-8510-y>
- Yang, M.-H., & Ahuja, N. (1998). Detecting human faces in color images. *IEEE*, 1, 127–130. <https://doi.org/10.1109/ICIP.1998.723442>
- Yatsugi, K., Pandarakone, S. E., Mizuno, Y., & Nakamura, H. (2023). Common diagnosis approach to three-class induction motor faults using stator current feature and support vector machine. *IEEE Access*, 11, 24945–24952. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3254914>