



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI

"Optimalisasi Teknologi Kecerdasan Artifisial
untuk Mendukung Transformasi Digital
dan Masa Depan Otomasi"

25 November 2023

Lembaga Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Sanata Dharma Yogyakarta



LPPM USD



IndoCEISS

SENOVTIK

PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI

**“Optimalisasi Teknologi Kecerdasan Artifisial
untuk Mendukung Transformasi Digital
dan Masa Depan Otomasi”**

25 November 2023

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

IndoCEISS Provinsi D.I. Yogyakarta
dan IndoCEISS Kalimantan Tengah



Sanata Dharma University Press

PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI “Optimalisasi Teknologi Kecerdasan Artifisial untuk Mendukung Transformasi Digital dan Masa Depan Otomasi”

Copyright © 2023

LPPM Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

IndoCEISS Provinsi DI. Yogyakarta dan IndoCEISS Kalimantan Tengah

EDITOR & REVIEWER:

Muhammad Fachrie, S.T., M.Cs.
Saucha Diwandari, S.Kom., M.Eng.
Prita Haryani, S.Pd., M.Eng.
Dr. Anastasia Rita Widiarti, S.Si., M.Kom.
Ryan Ari Setyawan, S.Kom., M. Eng.
Anik Andriani, M.Kom.
Dr. Widyastuti Andriyani, M.Kom.
Kharisma, S.T., M.Cs.

KOORDINATOR DEWAN EDITOR:

Prof. Dr. Enny Itje Sela, S.Si., M.Kom.
Prof. Dra. Sri Hartati, M.Sc., Ph.D.

BUKU ELEKTRONIK (e-BOOK):

ISBN: 978-623-143-058-8 (PDF)

EAN: 9-786231-430588

Cetakan Pertama, Agustus 2024

vii+215 hlm.; 21x27,9 Cm.

SAMPUL & LAYOUT AKHIR BUKU

Moh. Ali Romli, S.Kom., M.Kom.
Thomas Aquino Hermawan M.

KEPANITIAAN

Pengarah & Penanggung Jawab:

Prof. Dr. Enny Itje Sela, S.Si., M.Kom.

Ketua Panitia:

Muhammad Fachrie, S.T., M.Cs.

Wakil Ketua:

Saucha Diwandari, S.Kom., M.Eng.

Sekretaris:

Prita Haryani, S.Pd., M.Eng.

Anna Dina Kalifia, S.Kom., M.Cs.

Bendahara:

Dr. Anastasia Rita Widiarti, S.Si., M.Kom.

Sie Acara:

Ryan Ari Setyawan, S.Kom., M. Eng.

Fatsyahrina Fitriastuti S.Si., M.T.

Suparyanto, S.T., M.Eng.

Sie Makalah:

Lovandri Dwanda Putra, M.Pd.

Anik Andriani, M.Kom.

Vynska Amalia Permadi, M.Kom.

Sulistyo Dwi Sancoko, S.Si., M.Sc.

Sylvert Prian Tahalea, S.Si., M.Cs.

Moh. Ali Romli, S.Kom., M.Kom.

Sie Publikasi Dekorasi Dokumentasi:

Rr. Yuliana Rachmawati K, S.T., M.T.

Dr. Widyastuti Andriyani, M.Kom.

Edy Prayitno, S.Kom., M.Eng.

Jatmika, S.Si., M.Kom.

Sie. Sarana & Prasarana:

Kharisma, S.T., M.Cs.

DITERBITKAN OLEH



SANATA DHARMA UNIVERSITY PRESS

Lantai 1 Gedung Perpustakaan USD

Jl. Affandi (Gejayan) Mrican, Yogyakarta 55281

Telp. (0274) 513301, 515253; Ext. 51513; Fax

(0274) 562383

Website: www.sdupress.usd.ac.id

e-Mail: publisher@usd.ac.id

INSTITUSI PENDUKUNG/KERJA SAMA

Lembaga Penelitian dan Pengabdian

kepada Masyarakat

Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

IndoCEISS Provinsi D.I. Yogyakarta

IndoCEISS Kalimantan Tengah



Sanata Dharma University Press anggota APPTI

(Afiliasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia)

No. Anggota APPTI: 003.028.1.03.2018

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang.

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apa pun, termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Kata Pengantar

Puji syukur ke hadirat Tuhan YME atas segala limpahan karunia dan hidayah-Nya, sehingga kegiatan Seminar Nasional Inovasi Teknologi Informasi & Komunikasi (SENOVTIK) ini telah berhasil diselenggarakan dengan baik. Kegiatan tersebut merupakan agenda ilmiah bagi para akademisi maupun mahasiswa untuk mempresentasikan sekaligus mempublikasikan hasil penelitian yang telah dilakukan kepada khalayak, terutama para akademisi, peneliti, maupun mahasiswa yang berkecimpung di bidang Teknologi Informasi dan Kecerdasan Artifisial.

Kegiatan SENOVTIK ini diselenggarakan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Sanata Dharma IndoCEISS Provinsi D.I. Yogyakarta dan IndoCEISS Kalimantan Tengah bekerjasama dengan pada tanggal 25 November 2023 di Yogyakarta. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Informasi & Komunikasi “Optimalisasi Teknologi Kecerdasan Artifisial untuk Mendukung Transformasi Digital dan Masa Depan Otomasi” menghadirkan dua *keynote speaker*, yakni Prof. Dr. Suyanto, S.T., M.Sc. dari Universitas Telkom dan Dr. Sri Hartati Wijono, S.Si., M.Kom. dari Universitas Sanata Dharma, yang telah memberikan pemaparan tentang teknologi Kecerdasan Artifisial yang saat ini banyak diterapkan di berbagai bidang. Kemudian, pada sesi ‘*Call for Paper*’, terdapat 37 artikel ilmiah yang lolos hasil seleksi oleh para *reviewer* yang berkompeten di bidangnya. Semua artikel tersebut juga telah dipresentasikan secara daring pada tanggal 23 November 2023. Artikel-artikel tersebut dikelompokkan menjadi dua kategori utama berdasarkan topik risetnya, yakni kategori sistem cerdas dan kategori teknologi web & mobile. Bahasan utama pada kategori sistem cerdas mencakup topik di bidang Machine Learning, Data Mining, Deep Learning, termasuk topik-topik khusus mengenai analisis sentimen dan Text Mining. Kemudian, pada kategori teknologi web & mobile, artikel didominasi oleh topik seputar sistem informasi berbasis web dan juga Android.

Kami berharap agar kegiatan SENOVTIK ini dapat menjadi wadah pembelajaran bagi para mahasiswa dan peningkatan kompetensi bagi para akademisi. Terima kasih kepada seluruh panitia yang telah bekerja keras menyiapkan dan menyelenggarakan kegiatan ini, terutama kepada LPPM Universitas Sanata Dharma dan pengurus IndoCEISS Provinsi DI. Yogyakarta dan IndoCEISS Kalimantan Tengah yang terlibat aktif di dalam kegiatan ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah ikut memberikan sumbangsih pada kegiatan ini, baik secara materil maupun non-materil. Kami juga memohon maaf jika pada penyelenggaraan SENOVTIK ini terdapat berbagai kekurangan. Semoga pada kegiatan mendatang dapat terselenggara dengan lebih baik.

Yogyakarta, Maret 2024

Ketua Panitia Seminar,

Muhammad Fachrie, S.T., M.Cs.

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.....	v
Analisis Pengaruh <i>Privilege</i> terhadap Prestasi Akademik Siswa Menggunakan Regresi Logistik	1
Nasmah Nur Amiroh, Siti Nurazila, Neneng Nur Sholihah, Satriya Adhitama, Ery Hartati, Ilmy Eka Handayani, dan Afifah Inas Hanifah	
Identifikasi Komunitas Topik pada <i>Academic Citation Network</i>	11
Agung Hadhiatma	
Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Xgboost	16
Akbar Maulana, Rafino Ramdhaniar Prasetyo Putra, Asep Zainal Alfarizi, Julio Ignasius Wangjaya, Rumbekwan, Faishal Tirto Nugroho, dan Febrian Sania Putri Vina	
Akses dan Kinerja Jaringan <i>Hotspot</i> menggunakan <i>Voucher</i> Berbayar	22
Andreas Risky Ardian Kusuma dan Damar Widjaja	
Analisis Kinerja Metode <i>Support Vector Regression (SVR)</i> dalam Memprediksi Harga Rumah di Depok	27
Aris Prayogo, Panji Al Muqstith Prasetyo, Helga Raditia Ade, Alfito Herdiansyah, Aldi Tri Wijaya, dan Alfaeni Syafa Safira	
Algoritma K-means untuk Segmentasi Data Nasabah Pemohon Kredit	33
Axel Frans Silalahi dan Hari Suparwito	
Klasifikasi Pengembalian Sinyal Radar dari Ionosfer Menggunakan <i>Machine Learning</i> dengan Metode <i>Voting Ensemble</i>	39
Aziz Prabowo, Mohammad Bayu P., dan Andika Ristianto	
Analisis Cluster Ulasan Aplikasi MyPertamina pada Google Play Store menggunakan K-Means <i>Clustering</i>	43
Bagas Dwi Santosa dan Ulfi Saidata Aesyti	
Implementasi Pengenalan Wajah dan Geofencing pada Sistem Presensi Karyawan Guna Meningkatkan Keamanan dan Integritas Data	49
Bagus Trianuridin dan Umar Zaky	
Sistem Informasi Manajemen Panti Asuhan Berbasis Web pada Panti Asuhan Al Dzikro	58
Baharudin Abdulloh Mun'im, Anik Andriani, dan Chriswardana Bayu Dewa	
Algoritma CNN-LSTM untuk Memprediksi Tingkat Pencemaran Udara	65
Bonifasius Mamerutama dan Hari Suparwito	
Klasifikasi Sentimen Masyarakat Mengenai Kinerja Aplikasi PeduliLindungi Menggunakan <i>Naïve Bayes</i>	72
Bonifatius Choshe Manggala Putra dan C. Kuntoro Adi	
Klasterisasi Perputaran Barang Retail menggunakan Metode <i>Clustering K-Means</i> ...	77

Candika Silai Prahma Setiadi dan Donny Avianto

Perbandingan Metode <i>Ensemble Learning</i> pada Klasifikasi Tingkat Stres Siswa	82
Dirga Halim Susilo, Muhammad Fakhri Fakhurrozi, dan Neni	
Implementasi Regresi Linear untuk Memprediksi Persediaan Barang pada <i>E-Commerce</i>	86
Herlambang Kurniawan, Muhammad Ilham Triwibowo, Muhammad Hafidz Ghifary, Muhammad Satrio Gumilang, dan Dwi Nugroho Teguh	
Sistem Penilaian Kinerja Berbasis Laporan Penugasan Karyawan di PT Sinar Palasari Indonesia	93
Edward Paundra Amasa Exelpatria, Muhammad Zakariyah, dan Enny Itje Sela	
Perancangan Kebutuhan Perangkat Lunak Sistem Informasi Perpustakaan Perguruan Tinggi	100
Fikko Rafirs Yanuar, Riza Prapascata Agustin, May Vlawinzky Pelawi, dan Anggita Erlina Aprilia	
Analisis Sentimen Twitter Tentang Isu Mental Health menggunakan Algoritma <i>Naïve Bayes</i> dan SVC	107
Guntur Firmansyah, Rendi Setya Nugraha, Regina Vannya, Rizky Fegiyanto, Agus Ardiyanto, dan Pramadika Egamo	
Klasifikasi Kematangan Buah Salak Pondoh menggunakan Metode <i>Support Vector Machine</i>	115
Josephine Diva Ayurveda Verol dan Anastasia Rita Widiarti	
Sistem Rekomendasi Indekos menggunakan Pendekatan <i>Content-Based Filtering</i>	120
Kayetanus Jo dan Robetus Adi Nugroho	
Klasifikasi Keluarga Miskin menggunakan Algoritma C4.5 dan <i>Support Vector Machine</i>	125
Maria Ina Maram dan Ridowati Gunwan	
Penerapan Pemrosesan Citra dan CNN untuk Klasifikasi Citra Tangan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO)	133
Maria Ribka Restu Sukma Ningsih dan Anastasia Rita Widiarti	
Implementasi Rantai Markov untuk Prediksi Data Hemoglobin Pasien Pengidap Kanker Payudara	138
Mikael Raditya Agung Sasmita, Sabina Rossa Adriani Wibowo, Aldiyes Paskalis Birta, dan Anastasia Rita Widiarti	
Analisis Akseptabilitas Teknologi Augmented Reality pada Furnitur Rotan menggunakan <i>Technology Acceptance Model</i>	144
Muhammad Nurjaman, Tabia Hanural, dan Muhammad Zakariyah	
Penerapan Metode SAW untuk Rekomendasi Pengajuan Daftar Urut Kepangkatan bagi Pegawai Balmon Kota Palangkaraya	149
Muhammad Yusrif, Suparno, Rudi Setiawan, dan Muhammad Qomaruzaman Haris	
Analisis Sentimen Masyarakat pada Sosial Media X Terhadap Gibran Rakabuming sebagai Calon Wakil Presiden 2024	154
Muhammad Zydane Arrosyid, Muhammad Al-Fajr Ramadhani, Yessy Yee Nur Ariyanti Sekar P.D., Alvinus Cardova, Luis Fernandes Tokan, dan Edwhin Rantho Rafafi	

<i>Forecasting</i> Produksi Beras menggunakan LSTM: Menjamin Ketahanan Pangan di Sumatera	159
Ach. Nur Aqil Wahid, Fahri Putra Herlambang, Cahyo Prakoso, Ilham Rafiedhia Pramutighna, Muhammad Aulia, dan Muhammad Rousydi Hunafa	
Klasifikasi Data Penumpang Titanic dengan <i>Ensemble Learning</i> : Perbandingan Hasil Voting Classifier	168
Nuzula Afini, Febrina Helmaputri, dan Meylany Putri Maharani	
Analisis Segmentasi Kepribadian Pelanggan Menggunakan K Medoids dan Random Forest untuk Menentukan Strategi Pemasaran	178
Rendy Wenda Dwi Kurniawan, Panji Rangga Adzan Fajar Fakharudin, Nazar Iqbal Bimantoro, Febiansyah Annaufal Ahnaf Fauzi, Muhammad Latif Ma'ruf, dan Muhammad Irsyad Indra Fata	
Chatbot Multibahasa <i>Retrival-Based</i> dan Rekomendasi <i>Content-Based</i> untuk Pelayanan Pelanggan Kedai Kopi dengan Pendekatan Algoritma Word2Vec, LSTM, dan Cosine Similarity	186
Rizki Aldiansyah, Enny Itje Sela, Moh. Ali Romli, dan Sylvia Jane Annatje Sumarauw	
Optimalisasi Produktivitas Karyawan dengan Prediksi Random <i>Forest Classification</i>	192
Rizky Diar Panuntun, Candika Silai Prahma Setiadi, Syahrul Gunawan Ramdhani, Adie Gunawan Alwani, dan Roy Fasti	
Implementasi Metode <i>K-Nearest Neighbors</i> dalam Memprediksi Harga Mobil Bekas	199
Robi Ardiansyah, Sulthan As Shiddiq, Risky Devandra Hartana, Muhammad Raka N. Fathansyach, dan Bina Sukma Adicahya	
Penerapan Metode <i>Ensemble Learning Hard Voting</i> dalam Klasifikasi <i>Credit Card Fraud</i>	205
Shabrina Aurelia, Frisca Damayanti, dan Maharani Yulianti	
Analisis Pengaruh Spesifikasi Terhadap Harga Handphone menggunakan Algoritma KNN dan Linear Regresi	210
Yuana Inka Dewi Br Sinulingga, Putri Marceliana Aryanto, Arieska Restu Harpian Dwika, Amalia Rizki Wulandari, Tatas Handharu Sworo, dan Alexander Romian Simarmata	

Klasifikasi Kematangan Buah Salak Pondoh menggunakan Metode *Support Vector Machine*

Josephine Diva Ayurveda Verol

Departemen Informatika
Universitas Sanata Dharma
Yogyakarta, Indonesia
josephdiva2@gmail.com

Anastasia Rita Widiarti

Departemen Informatika
Universitas Sanata Dharma
Yogyakarta, Indonesia
rita_widiarti@usd.ac.id

Abstrak— Salak pondoh adalah satu dari sekian banyak produk pertanian populer yang berasal dari Sleman, Yogyakarta. Kepopuleran buah ini, didukung oleh produksi berupa panen tahunan yang melimpah. Namun, permasalahan utamanya terletak pada proses pendistribusian atau ekspor, dimana tingkat keberhasilannya dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah proses seleksi salak. Pada kenyataannya, pemilihan buah salak pondoh dengan kematangan tertentu dilakukan oleh manusia sehingga resiko kesalahan masih cukup tinggi. Penelitian mengenai kematangan buah salak pondoh pun masih terbatas dan lebih berfokus pada kualitas salak. Proses klasifikasi kematangan buah salak pondoh dimulai dengan akuisisi citra buah salak dengan tiga jenis kematangan, yaitu matang, setengah matang dan mentah. Tahap selanjutnya adalah pengolahan citra yang terdiri dari lima tahapan. Citra hasil pengolahan dengan model warna RGB akan diubah menjadi HSV yang selanjutnya digunakan untuk ekstraksi fitur warna berupa besaran statistik orde pertama. Pengujian model ini dilakukan menggunakan metode *k-fold cross validation* dengan nilai *k* sebesar 3. Model hasil pengujian menunjukkan bahwa kernel linear dan fitur campuran dari model warna dan besaran statistik berhasil memprediksi data uji dengan akurasi sebesar 96%. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode SVM dengan fitur berupa model warna memiliki performa yang sangat tinggi dalam menentukan kematangan buah salak pondoh.

Kata Kunci— Salak pondoh, *Support Vector Machine (SVM)*, klasifikasi, model warna RGB, model warna HSV, *k-fold cross validation*, *confusion matrix*

I. PENDAHULUAN

Salak pondoh adalah satu dari sekian banyak produk pertanian populer yang berasal dari Sleman, Yogyakarta. Popularitas salak pondoh dapat dilihat dari jumlah permintaan konsumen yang tinggi dan berasal dari berbagai daerah atau bahkan luar negeri. Kepopuleran buah ini, didukung oleh produksi berupa panen tahunan yang melimpah. Namun, permasalahan utamanya terletak pada proses pendistribusian atau ekspor, dimana tingkat keberhasilannya dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah proses seleksi salak [1]. Buah salak pondoh dengan tingkat kematangan sedang atau setengah matang dipilih oleh para pengepul agar bisa matang sempurna selama perjalanan. Maka dari itu, pemilihan buah salak pondoh berdasarkan tingkat kematangannya memiliki peran penting dalam menjaga kualitas salak ketika diterima konsumen. Pada kenyataannya, pemilihan buah salak pondoh dengan kematangan tertentu dilakukan oleh manusia sehingga resiko kesalahan masih cukup tinggi.

Di sisi lain, banyak penelitian yang dilakukan untuk mengklasifikasikan buah salak. Namun sebagian besar penelitian cenderung fokus pada kualitas buah salak, seperti penelitian yang dilakukan oleh Wibawa dan Arif dengan metode ELM mencapai akurasi sebesar 95% dan metode SVM sebesar 97,3% [2]. Klasifikasi menggunakan deep learning khususnya transfer learning dengan arsitektur VGG16 mencapai akurasi 95,83% [3]. Pembelajaran transfer dengan arsitektur Xception digunakan Rismiyati untuk mengklasifikasikan kualitas salak dan mencapai akurasi 94,44% [4]. Sedangkan sistem penentuan kematangan berhasil dibuat dengan mengklasifikasikan citra dompolan salak dan mencapai akurasi 92% untuk algoritma backpropagation dan 93% untuk algoritma K-Nearest Neighbor [5].

Berdasarkan kajian klasifikasi diatas, metode SVM mempunyai nilai akurasi paling tinggi. Metode ini juga telah banyak digunakan untuk mengklasifikasikan kematangan buah. Penggunaan metode SVM untuk menentukan kematangan tomat menggunakan model warna CIELab mencapai akurasi 100% [6]. Klasifikasi lain yang menggunakan karakteristik warna menghasilkan akurasi 92,5% untuk buah sawit [7]. Penggunaan model warna HSV dengan metode ini juga mencapai akurasi yang sangat tinggi dalam mengklasifikasikan kematangan nanas [7]. Konversi model warna RGB menjadi LAB sebagai fitur klasifikasi kematangan jeruk dengan metode yang sama mencapai akurasi 80% [8]. Pada penelitian lain, karakteristik yang digunakan untuk mengklasifikasikan kematangan pepaya adalah warna, tekstur, dan bentuk dengan akurasi mencapai 65% hingga 66% [9]. Dari hasil penelitian dengan menggunakan metode SVM diperoleh nilai akurasi lebih dari 75% ketika menggunakan model warna sebagai ciri untuk mengklasifikasikan kematangan buah.

II. METODE PENELITIAN

Proses klasifikasi kematangan buah salak pondoh memiliki alur seperti pada gambar 1. Proses dimulai dengan akuisisi citra buah salak dengan tiga jenis kematangan, yaitu matang, setengah matang dan mentah. Tahap selanjutnya adalah pengolahan citra yang terdiri dari lima tahapan. Citra hasil pengolahan dengan model warna RGB akan diubah menjadi HSV yang selanjutnya digunakan untuk ekstraksi fitur warna berupa besaran statistik orde pertama. Seluruh fitur dari citra latih akan digunakan untuk menguji model *Support Vector Machine (SVM)*. Setelah mendapatkan model, proses selanjutnya adalah pengujian model dengan metode *k-fold cross validation* dan perhitungan akurasi dengan *confusion matrix*.

A. Akuisisi Citra

Peran pengepul dapat dikatakan cukup besar dalam menjamin nilai jual buah salak pondoh, baik dari segi kualitas maupun dalam pemasaran. Maka dari itu, penelitian ini berfokus pada tahap klasifikasi kematangan di sisi pengepul sehingga data yang digunakan adalah citra buah salak pondoh. Data yang diperoleh merupakan citra buah salak pondoh dengan tingkat kematangan yang berbeda, yaitu mentah, setengah matang dan matang.

Pengambilan citra buah salak pondoh dilakukan dengan menggunakan studio buatan dengan warna latar putih. Citra sebanyak 39 buah didapat dengan menggunakan kamera *smartphone* yang menghasilkan citra sebesar 2128×4608 piksel. Penerangan tambahan didapat dari *smartphone* berupa lampu *flash LED*. Proses pengambilan dilakukan sebanyak empat kali, dengan posisi dan jarak objek ke kamera yang sama, yaitu di atas objek sejauh 25 cm dengan perbesaran 1.5 kali.

B. Pelabelan dan Pemrosesan Citra

Dalam penelitian ini, pelabelan citra terkait tingkat kematangannya dilakukan dengan merujuk kepada sumber literatur yang membahas kematangan buah salak pondoh. Dimana salak pondoh matang memiliki warna sisik dominan coklat kekuningan, salak setengah matang bersisik kecoklatan dan salak mentah memiliki sisik rapat berwarna coklat kehitaman [5]. Citra buah salak pondoh berwarna diubah menjadi ukuran 500×750 piksel dan citra yang telah diubah ukurannya akan mengalami proses perataan (*smoothing*) menggunakan metode *denoising* dengan filter spasial. Penelitian ini menggunakan metode Gaussian *smoothing* untuk meningkatkan kualitas citra buah salak pondoh. Segmentasi citra buah salak pondoh dilakukan melalui proses pengembangan (*thresholding*) iteratif. Hasil dari langkah ini adalah citra biner, di mana buah salak pondoh muncul sebagai objek dengan piksel bernilai 0 (hitam), sementara latar belakangnya memiliki nilai piksel 1 (putih).

Operasi morfologi dilakukan untuk mendapatkan bentuk utuh dari buah salak pondoh. Operasi ini terdiri dari erosi, yang digunakan untuk menghilangkan noise putih pada citra, diikuti oleh dilasi, yang bertujuan untuk mengembalikan area objek yang mungkin terpengaruh oleh erosi. Tahap akhir dari pemrosesan citra adalah melakukan pemotongan citra sehingga hanya obyek yang tersisa. Untuk dapat melakukan langkah ini, perlu menentukan indeks piksel yang menjadi batas atau tepi citra yang mengandung obyek.

C. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur warna yang berupa besaran statistik orde pertama akan dilakukan pada citra yang sudah dipotong (*cropping*). Pengubahan model warna juga dilakukan untuk mendapatkan besaran statistik dari nilai hue, saturasi dan value dengan mengubah citra RGB menjadi citra HSV. Besaran orde pertama statistik akan berupa besaran *mean*, *variance*, *skewness* dan *kurtosis*. Penghitungan besaran akan dilakukan untuk warna Red, Green, Blue pada model warna RGB. Sedangkan untuk model warna HSV, akan dihitung besaran pada Hue, Saturation dan Value. Ekstraksi untuk masing-masing model warna akan menghasilkan 24 fitur untuk tiap citra.

D. Klasifikasi

Metode SVM yang akan digunakan di penelitian ini adalah pengembangan dari metode yang sudah ada, yaitu SVM multi kelas. Dengan metode ini, seluruh kelas untuk tingkat kematangan salak pondoh dapat dikenali. Proses pelatihan metode ini memiliki dua inputan, yaitu fitur citra dan pemilihan kernel. Terdapat tiga kernel yang digunakan pada penelitian ini, yaitu linear, polinomial dan Gaussian (RBF).

E. K-Fold Cross Validation

Validasi silang adalah proses berulang yang digunakan untuk menguji model pembelajaran mesin pada sampel data kecil. Metode ini memiliki satu parameter yang disebut k yang mengacu pada jumlah kelompok atau lipatan di mana sampel data tertentu dibagi. Dalam validasi silang k -fold, sampel data dibagi secara acak menjadi sebanyak k sampel dengan ukuran yang sama. Proses validasi silang dilakukan k secara iteratif, dengan menggunakan masing-masing k sampel tepat satu kali sebagai data validasi dan sisa kelompok sebagai data latih. Hasil prediksi untuk tiap k dapat dirata-ratakan untuk membuat perkiraan tunggal [10].

F. Confusion Matriks

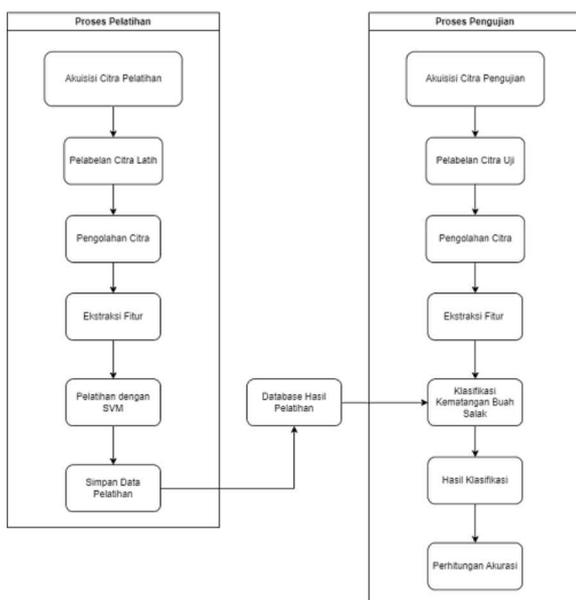
Confusion Matrix adalah suatu proses yang digunakan untuk mengukur efektivitas model atau teknik klasifikasi mendalam pembelajaran mesin. Matriks konfusi menampilkan informasi numerik seberapa baik data tersebut diklasifikasikan (*True Positives* dan *True Negatives*) dan seberapa banyak data yang salah (*False Positives* dan *False Negatives*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Akuisisi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari citra buah salak pondoh dengan tiga tingkat kematangan yang berbeda, yaitu matang, setengah matang, dan mentah. Dari setiap buah salak pondoh, empat citra dihasilkan dengan berbagai metode pengambilan yang berbeda. Ini berarti bahwa

ALUR PROSES KLASIFIKASI KEMATANGAN BUAH SALAK MENGGUNAKAN SVM



Gambar 1. Bagan alur proses klasifikasi

setiap citra menampilkan satu buah salak pondoh matang dengan empat variasi pengambilan yang berbeda, dan didapatkan total 156 citra asli.

Untuk meningkatkan variasi data, dilakukan proses augmentasi pada citra asli. Hal ini menghasilkan total 1.248 citra, dengan 416 citra untuk setiap tingkat kematangan. Augmentasi mencakup berbagai teknik, seperti membalik citra secara horizontal dan vertikal, membagi citra menjadi dua bagian, memotong bagian tengah citra, dan rotasi citra. Dengan demikian, augmentasi bertujuan untuk meningkatkan keragaman data dan memastikan bahwa dataset mencakup berbagai variasi yang mungkin terjadi dalam proses pemilihan buah salak pondoh.

(Ubah ke update data)

Pada penelitian ini, data latih dan data uji dibagi dengan perbandingan 80%:20%, didapatkan sejumlah 999 data latih dan 249 data uji. Data latih akan dibagi menjadi tiga kelompok data (fold) yang masing-masing berisikan 111 data untuk tiap tingkat kematangan. Untuk data uji, terdapat 83 data untuk tiap tingkat kematangan salak.

B. Pemrosesan Citra

Citra salak pondoh asli maupun hasil augmentasi akan diproses untuk menghilangkan noise serta memangkas latar pada citra. Luaran dari proses ini berupa citra salak pondoh utuh sehingga fitur yang dihasilkan dapat mudah dibedakan untuk masing-masing tingkat kematangan. Gambar 2 menampilkan citra salak pondoh matang di tiap tahap pemrosesannya.

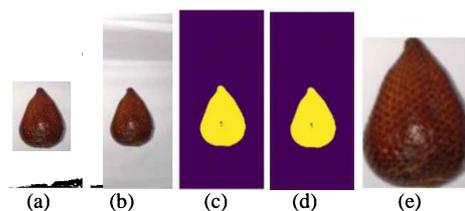
- Perubahan Ukuran (*Resize*)
Citra buah salak pondoh asli maupun hasil augmentasi, akan diubah ukurannya menjadi 500 x 750 piksel.
- Pengurangan Derau: *Gaussian smoothing*
Pada penelitian ini, pengurangan derau dilakukan dengan fungsi dari *library open source*, yaitu *OpenCv (Open Source Computer Vision Library)*. Fungsi *cv.GaussianBlur()* akan mengoperasikan kernel Gaussian pada citra salak pondoh dengan ukuran 9 x 9.
- Segmentasi: *Iterative Thresholding*
Segmentasi dilakukan pada penelitian ini untuk dapat membedakan buah salak pondoh dengan latar. Proses ini tidak dapat dilakukan jika batas antara obyek dan latar tidak diketahui. Pengembangan iteratif digunakan untuk mencari batas tersebut, dimana citra inputan akan terlebih dahulu diubah menjadi citra abu. Nilai ambang awal diberikan dari hasil analisis histogram, yaitu 127. Dari nilai tersebut, akan terdapat dua bagian citra yang lebih kecil atau lebih besar ambang awal. Ambang diperbarui dengan menghitung rata-rata seluruh nilai piksel untuk dua kelompok.
- Morfologi: *Opening*
Implementasi proses morfologi pada penelitian ini menggunakan fungsi *cv2.morphologyEx()*, dimana besar kernel untuk proses erosi dan dilasi, sebesar 3x3.
- Pemotongan Citra (*Cropping*)

Pemotongan citra didasarkan pada hasil morfologi, dimana batas antara obyek dan latar sudah diperjelas. Batas tersebut nantinya akan mempermudah proses pemotongan dan menghasilkan citra utuh dari salak pondoh.

C. Ekstraksi Fitur atau Ciri

Citra salak pondoh yang sudah diproses merupakan citra berwarna dengan model RGB. Ekstraksi ciri dengan metode statistik orde pertama dengan besaran *mean*, *variance*, *skewness* dan *kurtosis*. Untuk mendapatkan ciri lainnya, citra salak pondoh akan diubah menjadi model warna HSV untuk selanjutnya dilakukan perhitungan besaran statistik orde pertama.

D. Klasifikasi SVM



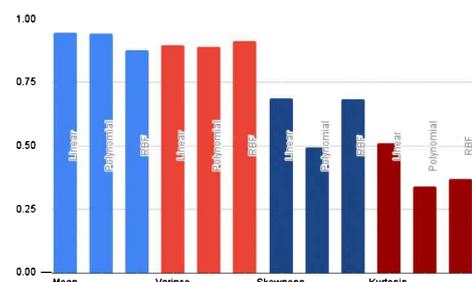
Gambar 2. Perubahan citra salak pondoh untuk tiap pemrosesannya: (a) citra hasil pengubahan ukuran, (b) citra setelah smoothing, (c) citra hasil segmentasi, (d) citra biner hasil morfologi, (e) citra hasil cropping

Hasil ekstraksi fitur akan digunakan untuk melakukan pengujian pada model SVM serta digunakan sebagai data uji akhir untuk menentukan performa model. Selanjutnya, model SVM dibangun dengan tiga kernel berbeda, yaitu kernel linear, kernel polynomial dan kernel Gaussian (RBF). Untuk memastikan bahwa pengujian model dilakukan dengan baik, maka data latih akan dibagi menjadi tiga fold, dengan jumlah data pada masing foldnya sebanyak 333 data. Pada tiap pengujian model, akan dilakukan iterasi untuk menentukan data latih dan data validasi. Maka dari itu, akurasi yang didapatkan merupakan akurasi rata-rata dari iterasi fold.

Pengujian model dibagi menjadi empat skenario: fitur orde pertama statistik, fitur model warna, fitur dari penelitian sebelumnya (mean Red dan mean Value), serta seluruh fitur.

- Pengujian model: fitur orde pertama statistik

Gambar 3 menunjukkan grafik akurasi pengujian model dengan fitur besaran orde pertama statistika, yaitu *mean*, *variance*, *skewness* dan *kurtosis*

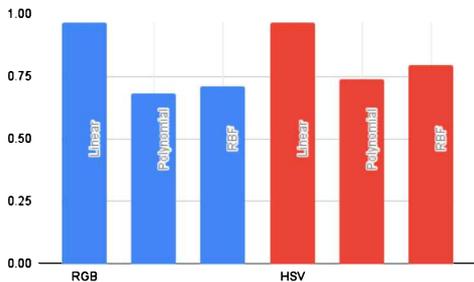


Gambar 3. Grafik rata-rata akurasi pengujian fitur besaran orde pertama statistik

Akurasi rata-rata tertinggi untuk pengujian model dengan fitur orde pertama statistik bernilai 94% pada besaran *mean* untuk kernel linear dan polynomial.

- Pengujian model: fitur model warna

Pada pengujian ini, fitur terbagi menjadi dua bagian, yaitu model warna RGB dan model warna HSV.

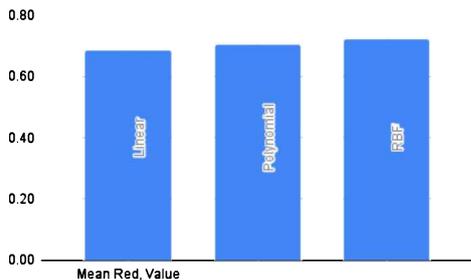


Gambar 4. Grafik rata-rata akurasi pengujian fitur model warna

Gambar 4 menunjukkan grafik rata-rata akurasi dari pengujian, dimana nilai terbesar didapat dari model dengan kernel linear dan fitur warna HSV sebesar 97%.

- Pengujian model: fitur mean Red dan mean Value

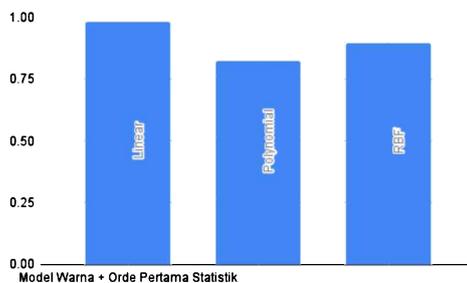
Pengujian pada penelitian sebelumnya, akurasi tertinggi didapat dengan menggunakan fitur berupa mean Red dari model warna RGB dan mean Value dari model warna HSV. Dengan tujuan yang sama, kedua besaran tersebut digunakan untuk menguji model dengan metrik evaluasi pada gambar 5. Didapatkan akurasi tertinggi sebesar 72% pada kernel RBF.



Gambar 5. Grafik rata-rata akurasi pengujian fitur mean Red dan mean Value

- Pengujian model: seluruh fitur

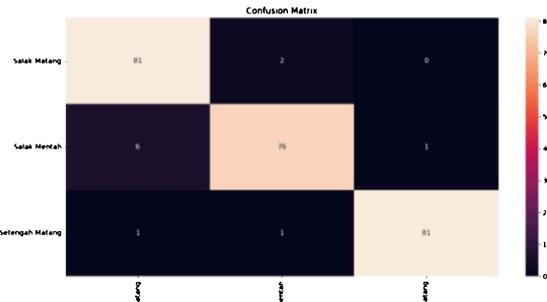
Pengujian model terakhir akan menggunakan gabungan dari fitur model warna dan besaran orde pertama statistic. **Error! Reference source not found.** menampilkan rata-rata akurasi untuk pengujian ini dan didapatkan akurasi tertinggi untuk kernel linear sebesar 98%.



Gambar 6. Grafik rata-rata akurasi pengujian seluruh fitur

Dari seluruh fitur yang telah diujikan pada model, didapatkan akurasi model tertinggi untuk kernel linear dan fitur campuran atau gabungan antara besaran order pertama dan model warna sebesar 98%. Performa model ini kembali diuji dengan data yang berbeda dari proses pengujian sebelumnya. Grafik rata-rata akurasi pengujian seluruh fitur terdapat pada gambar 6.

Data uji berjumlah 249 data dengan jumlah data untuk masing-masing kelas berjumlah 83 data. Dari gambar 7 didapatkan confusion matriks untuk hasil prediksi model. Akurasi didapatkan dengan menjumlahkan seluruh hasil data uji yang berhasil diklasifikasikan dengan benar, yaitu 81 data kelas matang, 76 data kelas mentah dan 81 data kelas setengah matang. Total tersebut akan dibagi dengan total seluruh data uji sebanyak 249 data, sehingga didapatkan akurasi sebesar 96%.



Gambar 7. Confusion Matrix untuk hasil prediksi data uji

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, diajukan sistem klasifikasi kematangan buah salak pondoh menggunakan metode SVM. Dari hasil dan pembahasan, didapatkan bahwa penggunaan model warna untuk menentukan tingkat kematangan buah dapat menghasilkan akurasi prediksi yang baik. Augmentasi data dibutuhkan untuk menambah variasi data sehingga akurasi model dapat ditingkatkan. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa metode SVM Multi kelas, khususnya dengan kernel linear, dapat digunakan sebagai mesin klasifikasi kematangan buah salak pondoh. Meskipun demikian, tidak menutup kemungkinan bahwa metode-metode lain atau fitur lain dapat digunakan dalam melakukan klasifikasi kematangan buah salak pondoh.

REFERENSI

- [1] M. F. Dzulgarnain, S. Suprpto, dan F. Makhrus, "Improvement of Convolutional Neural Network Accuracy on Salak Classification Based Quality on Digital Image," *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, vol. 13, no. 2, hlm. 189, Apr 2019, doi: 10.22146/ijccs.42036.
- [2] Rismiyati dan A. W. Helmie, "Snake Fruit Classification by Using Histogram of Oriented Gradient Feature and Extreme Learning Machine," 2019.
- [3] K. Kualitas Buah Salak dengan Transfer Learning Arsitektur VGG dan A. Luthfiarta, "VGG16 Transfer Learning Architecture for Salak Fruit Quality Classification," *Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, vol. 18, no. 1, hlm. 37–48, 2021, doi: 10.31515/telematika.v18i1.4025.
- [4] A. Luthfiarta, "Transfer Learning with Xception Architecture for Snakefruit Quality Classification," 2022.
- [5] P. Rianto dan A. Harjoko, "Penentuan Kematangan Buah Salak Pondoh Di Pohon Berbasis Pengolahan Citra Digital," *2017 IJCCS - Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems*, vol. 11, no. 2, hlm. 143–154, 2017.
- [6] N. Astrianda, "Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Variasi Model Warna Menggunakan Support Vector Machine," *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, vol. 1, no. 2, hlm. 45–52, Apr 2020, doi: 10.38038/vocatech.v1i2.27.
- [7] A. Septiarini, H. Hamdani, H. Rahmania Hatta, dan A. Ahmad Kasim, "Image-based processing for ripeness classification of oil palm fruit," *2019 5th International Conference on Science in Information Technology (ICSITech)*, hlm. 23–26, 2019.
- [8] M. Arief, "Klasifikasi Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode SVM," *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual*, vol. 4, no. 1, 2019.
- [9] L. A. Wardani, G. Pasek, S. Wijaya, dan F. Bimantoro, "Klasifikasi Jenis Dan Tingkat Kematangan Buah Pepaya Berdasarkan Fitur Warna, Tekstur Dan Bentuk Menggunakan Support Vector Machine (Classification of Types and Levels of Ripeness of Papaya Fruit Based on Color, Texture and Shape Features Using Support Vector Machine)." [Daring]. Tersedia pada: <http://jtika.if.unram.ac.id/index.php/JTIKA/>
- [10] D. Witten, G. M. James, T. Hastie, dan R. Tibshirani, *An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R*. 2013.

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI

“Optimalisasi Teknologi Kecerdasan Artifisial
untuk Mendukung Transformasi Digital
dan Masa Depan Otomasi”



SANATA DHARMA UNIVERSITY PRESS
Jl. Affandi, (Gejayan) Mrican, Yogyakarta 55281
Phone: (0274)513301; Ext.51513
Web: sdupress.usd.ac.id; E-mail: publisher@usd.ac.id



ISBN 978-623-143-058-8 (PDF)



9 786231 430588

Sains & Teknologi