

IDENTIFIKASI IKAN KONSUMSI TIDAK SEGAR DAN SEGAR BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERDASARKAN FITUR WARNA MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBORS (K-NN)

Siti Putri Anggrayeni, Alda Cendekia Siregar, Barry Ceasar Octariadi

Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Pontianak

Jl. Jenderal Ahmad Yani No.111, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia

sitiputri.a.733@gmail.com

ABSTRAK

Kesegaran ikan konsumsi merupakan indikator penting dalam menjamin mutu dan keamanan pangan, namun penilaian secara manual masih bersifat subjektif dan tidak konsisten. Permasalahan tersebut mendorong perlunya sistem identifikasi kesegaran ikan yang objektif dan otomatis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem identifikasi kesegaran ikan berbasis pengolahan citra digital menggunakan fitur warna dengan metode K-Nearest Neighbors (K-NN). Dataset yang digunakan berupa citra insang dari empat jenis ikan, yaitu lele, nila, mas, dan kembung, yang diklasifikasikan ke dalam dua kategori kesegaran. Metode penelitian meliputi tahap preprocessing citra berupa resize, Gaussian blur, serta konversi ruang warna RGB ke HSV, dilanjutkan dengan segmentasi insang berbasis warna dan ekstraksi fitur warna menggunakan histogram kanal Hue, Saturation, dan Value. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan algoritma K-NN, sedangkan evaluasi kinerja sistem menggunakan metode 5-fold cross-validation. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengklasifikasikan kesegaran ikan dengan akurasi sebesar 98,21%, precision 98,26%, recall 98,21%, dan F1-score 98,18%. Hasil ini membuktikan bahwa kombinasi fitur warna HSV dan metode K-NN efektif untuk mengidentifikasi kesegaran ikan secara akurat dan efisien.

Kata kunci: Pengolahan Citra Digital, K-Nearest Neighbors (K-NN), Kesegaran Ikan, HSV.

1. PENDAHULUAN

Kesegaran ikan konsumsi merupakan faktor penting yang memengaruhi kualitas dan keamanan pangan. Ikan yang tidak segar berpotensi menimbulkan risiko kesehatan akibat kontaminasi mikroorganisme serta penurunan nilai gizi. Proses pembusukan ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu, kelembaban, dan penanganan pascapanen, sehingga identifikasi kesegaran ikan menjadi aspek krusial dalam industri perikanan dan konsumsi masyarakat [1].

Penentuan kesegaran ikan secara konvensional masih mengandalkan pengamatan indera manusia, seperti warna, bau, dan tekstur. Metode ini cenderung subjektif dan kurang konsisten karena dipengaruhi oleh persepsi serta pengalaman individu [2]. Oleh karena itu, diperlukan metode identifikasi yang lebih objektif dan otomatis untuk meningkatkan efisiensi serta akurasi penilaian kesegaran ikan. Pengolahan citra digital berbasis fitur warna menjadi salah satu solusi yang memungkinkan analisis visual dilakukan secara sistematis melalui pemrosesan data otomatis [3].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem identifikasi kesegaran ikan menggunakan teknik pengolahan citra digital. Namun, efektivitas metode tersebut sering kali terkendala oleh penggunaan fitur tunggal serta kurangnya kontrol terhadap kondisi pencahayaan saat akuisisi citra, yang dapat memicu ketidakstabilan hasil klasifikasi [6]. Guna mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini mengusulkan optimalisasi melalui kombinasi fitur warna dan pengaturan kondisi lingkungan

pengambilan citra untuk meningkatkan keandalan serta akurasi sistem.

Metode *K-Nearest Neighbors* (K-NN) dipilih dalam penelitian ini karena keunggulannya dalam kesederhanaan, fleksibilitas, serta kemampuan adaptasi yang baik terhadap data tanpa memerlukan asumsi distribusi tertentu. Dengan memanfaatkan fitur warna HSV sebagai parameter utama dan penentuan nilai *K* yang optimal, metode ini diharapkan mampu menghasilkan klasifikasi yang akurat dan objektif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem identifikasi kesegaran ikan konsumsi berbasis pengolahan citra digital yang efisien dan andal guna mendukung penjaminan keamanan pangan bagi masyarakat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu memiliki peran penting sebagai landasan teoritis dan empiris dalam menentukan posisi serta kontribusi penelitian yang dilakukan. Berbagai studi mengenai identifikasi kesegaran ikan menunjukkan bahwa teknologi pengolahan citra digital dan machine learning mampu memberikan hasil yang cukup menjanjikan dibandingkan metode konvensional berbasis pengamatan visual manusia [7]. Beberapa penelitian memanfaatkan sensor gas, analisis tekstur, serta fitur warna untuk mengklasifikasikan ikan segar dan tidak segar dengan tingkat akurasi yang bervariasi antara 73% hingga 89% [8]. Meskipun demikian, sebagian penelitian masih memiliki keterbatasan pada penggunaan satu jenis fitur saja serta kurangnya

kontrol terhadap pencahayaan saat pengambilan citra, yang berdampak pada ketidakstabilan hasil klasifikasi [9]. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan metode yang mengoptimalkan fitur warna dan algoritma klasifikasi yang sederhana namun efektif guna meningkatkan akurasi sistem identifikasi kesegaran ikan.

2.2. Ikan Nila

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu ikan air tawar yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki pertumbuhan yang cepat, adaptasi lingkungan yang baik, serta kandungan protein yang tinggi [4]. Kesegaran ikan nila dapat diidentifikasi melalui ciri fisik seperti mata yang jernih dan cembung, insang berwarna merah cerah, sisik melekat kuat, serta tekstur daging yang kenyal. Sebaliknya, ikan nila yang tidak segar menunjukkan perubahan signifikan pada warna insang yang menjadi pucat atau kecokelatan, mata yang keruh, serta daging yang lembek dan berbau menyengat akibat proses pembusukan [10]. Perubahan warna pada bagian insang ini menjadi indikator visual yang penting dan dapat dimanfaatkan dalam sistem pengolahan citra digital berbasis fitur warna.

2.3. Ikan Lele

Ikan lele (*Clarias* sp.) merupakan ikan air tawar bernilai ekonomi tinggi yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena harganya relatif terjangkau dan kandungan gizinya yang baik. Ciri ikan lele segar antara lain mata jernih, kulit licin tanpa lendir berlebihan, bau segar, serta daging yang elastis ketika ditekan [11]. Ikan lele yang sudah tidak segar mengalami perubahan warna kulit, muncul bau menyengat akibat aktivitas mikroorganisme, serta tekstur daging yang menjadi lembek [12]. Perubahan karakteristik visual dan warna pada ikan lele ini dapat dianalisis secara objektif menggunakan teknik pengolahan citra digital untuk membedakan kondisi segar dan tidak segar.

2.4. Ikan Mas

Ikan mas (*Carassius auratus*) dikenal dengan ciri khas sisik besar yang mengkilap dan warna tubuh yang cerah, sehingga perubahan kesegaran relatif mudah diamati secara visual [13]. Ikan mas segar memiliki mata jernih, insang berwarna merah cerah, serta daging yang kenyal dan elastis. Sebaliknya, ikan mas yang tidak segar menunjukkan mata keruh, sisik mudah rontok, insang berwarna gelap, dan bau menyengat sebagai akibat dari proses degradasi biologis [14]. Karakteristik warna insang ikan mas menjadi salah satu parameter penting dalam ekstraksi fitur warna untuk sistem klasifikasi berbasis citra digital.

2.5. Ikan Kembung

Ikan kembung (*Rastrelliger* sp.) merupakan ikan laut yang kaya akan protein dan asam lemak omega-3 sehingga banyak diminati oleh konsumen. Kesegaran ikan kembung dapat dikenali melalui kondisi mata yang jernih, insang merah cerah, kulit mengkilap, serta tekstur daging yang kenyal [14]. Ikan kembung yang tidak segar menunjukkan perubahan warna insang menjadi cokelat kehitaman, tekstur daging yang lembek, dan bau menyengat akibat aktivitas bakteri pembusuk [13]. Perubahan visual ini sangat relevan untuk dianalisis menggunakan fitur warna berbasis ruang warna HSV dalam pengolahan citra digital.

2.6. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan teknik yang digunakan untuk memproses dan menganalisis citra menggunakan komputer guna memperoleh informasi tertentu dari suatu objek. Tahapan pengolahan citra digital umumnya meliputi akuisisi citra, preprocessing, segmentasi, ekstraksi fitur, dan klasifikasi [12]. Dalam konteks identifikasi kesegaran ikan, pengolahan citra digital memungkinkan analisis visual yang lebih objektif dan konsisten dibandingkan pengamatan manual oleh manusia. Pemanfaatan fitur warna menjadi salah satu pendekatan yang efektif karena perubahan warna merupakan indikator utama dari proses pembusukan ikan.

2.7. K-Nearest Neighbor (K-NN)

K-Nearest Neighbor (K-NN) merupakan algoritma klasifikasi non-parametrik yang menentukan kelas suatu data berdasarkan kedekatan jarak dengan data latih terdekat [15]. Algoritma ini termasuk dalam metode *lazy learning* karena tidak memerlukan proses pelatihan model yang kompleks [16]. K-NN banyak digunakan dalam pengolahan citra karena kemudahannya dalam implementasi serta kemampuannya memberikan hasil klasifikasi yang baik pada dataset berukuran besar. Pemilihan nilai K yang tepat sangat berpengaruh terhadap akurasi sistem dan dapat dioptimalkan untuk meningkatkan performa klasifikasi kesegaran ikan.

2.8. Ekstraksi Fitur Warna dengan Histogram

Ekstraksi fitur warna bertujuan untuk merepresentasikan distribusi warna dalam citra sebagai vektor fitur yang dapat digunakan dalam proses klasifikasi [17]. Histogram warna merupakan metode yang umum digunakan karena mampu menggambarkan intensitas warna secara global dan sederhana [18]. Ruang warna HSV sering dipilih karena lebih stabil terhadap perubahan pencahayaan dibandingkan RGB dan lebih mendekati persepsi warna manusia [19]. Dengan menggunakan histogram pada kanal Hue, Saturation, dan Value, sistem dapat membedakan ikan segar dan tidak segar berdasarkan perubahan warna yang signifikan pada bagian insang.

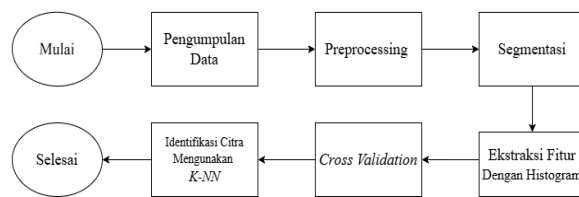
3. METODE PENELITIAN

3.1. Perangkat Perancangan Sistem

Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak yang saling mendukung dalam proses pengolahan citra digital dan klasifikasi data. Perangkat keras berupa laptop Acer Aspire 5 A514-54 GJ dengan prosesor Intel Core i3, memori RAM 8 GB, serta sistem operasi Windows 11 yang digunakan untuk menjalankan seluruh proses penelitian. Perangkat lunak yang digunakan adalah Google Colaboratory (Google Colab) sebagai lingkungan pemrograman berbasis Python untuk melakukan preprocessing citra, ekstraksi fitur warna, serta implementasi algoritma klasifikasi K-Nearest Neighbors (K-NN).

3.2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam studi ini disusun secara sistematis dan berurutan, dimulai dari proses akuisisi citra hingga evaluasi hasil klasifikasi. Secara umum, tahapan penelitian meliputi akuisisi citra, preprocessing, segmentasi citra, ekstraksi fitur warna, pembagian data menggunakan metode cross validation, klasifikasi menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN), serta evaluasi kinerja sistem. Alur tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Berdasarkan Gambar 1, setiap tahapan memiliki keterkaitan satu sama lain dan dilakukan secara berurutan untuk menghasilkan sistem klasifikasi kesegaran ikan yang optimal dan terstruktur.

3.3. Pengumpulan Data

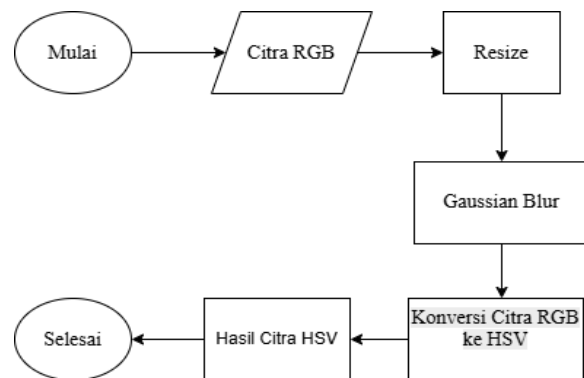
Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dengan mengambil citra digital bagian insang ikan konsumsi sebagai objek penelitian. Jenis ikan yang digunakan meliputi ikan lele, ikan mas, ikan nila, dan ikan kembung, yang masing-masing diambil dalam dua kondisi kesegaran, yaitu segar dan tidak segar. Insang dipilih sebagai objek penelitian karena perubahan warna dan kecerahannya merupakan indikator utama dalam menentukan tingkat kesegaran ikan.

Proses pengambilan citra dilakukan pada lingkungan dengan pencahayaan yang stabil menggunakan cahaya alami atau lampu LED putih serta latar belakang polos berwarna putih untuk meningkatkan kontras objek. Data yang digunakan berjumlah 200 citra, dengan masing-masing kelas terdiri atas 25 citra. Seluruh citra disimpan dalam

format .JPG atau .PNG dan dikelompokkan berdasarkan jenis ikan serta kondisi kesegarannya.

3.4. Preprocessing

Preprocessing merupakan tahap awal pengolahan citra yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra serta meminimalkan gangguan yang dapat memengaruhi hasil analisis. Tahapan preprocessing yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.

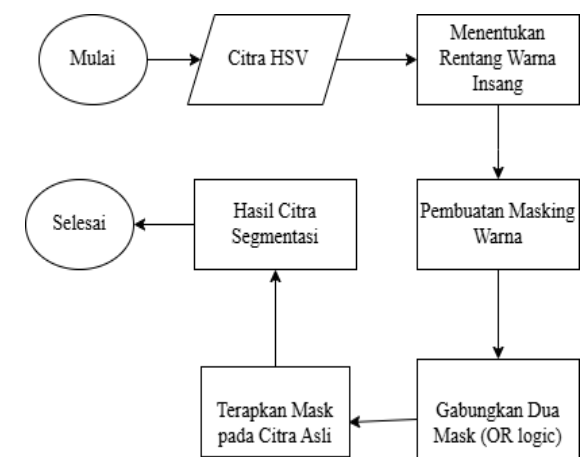


Gambar 2. Tahapan preprocessing

Proses preprocessing meliputi resize citra menjadi 256×256 piksel untuk menyamakan dimensi, penerapan Gaussian Blur guna mereduksi noise, serta konversi ruang warna dari RGB ke HSV yang lebih stabil terhadap variasi pencahayaan.

3.5. Segmentasi

Segmentasi citra bertujuan untuk memisahkan area insang ikan dari latar belakang dan bagian tubuh lainnya sehingga proses analisis hanya terfokus pada area yang relevan. Proses segmentasi citra dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.

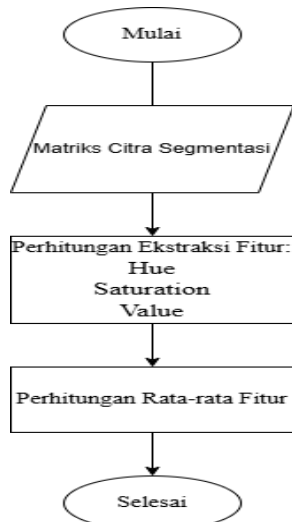


Gambar 3. Proses segmentasi citra

Segmentasi dilakukan menggunakan pendekatan berbasis warna pada ruang HSV dengan menentukan rentang nilai warna tertentu yang merepresentasikan insang ikan, kemudian diterapkan proses masking pada citra.

3.6. Ekstraksi Fitur Warna

Ekstraksi fitur warna dilakukan pada citra hasil segmentasi dengan tujuan memperoleh karakteristik visual insang ikan. Fitur yang digunakan meliputi nilai Hue, Saturation, dan Value. Diagram alir proses ekstraksi fitur warna ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir ekstraksi fitur warna

Nilai histogram warna dari masing-masing kanal HSV digunakan sebagai vektor fitur yang menjadi input pada proses klasifikasi menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN).

3.7. Cross Validation

Pembagian data latih dan data uji dilakukan menggunakan metode k-fold cross validation. Metode

ini memungkinkan setiap data digunakan sebagai data latih dan data uji secara bergantian sehingga hasil evaluasi yang diperoleh lebih stabil dan representatif.

3.8. Klasifikasi K-Nearest Neighbors (K-NN)

Proses klasifikasi dilakukan dengan menghitung jarak Euclidean antara data uji dan data latih. Sistem menentukan kelas data uji berdasarkan mayoritas K tetangga terdekat. Nilai K ditentukan melalui proses pengujian untuk memperoleh tingkat akurasi terbaik.

3.9. Evaluasi

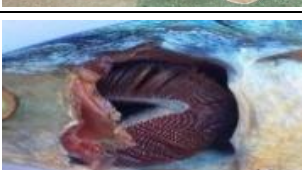
Evaluasi kinerja sistem dilakukan dengan membandingkan hasil klasifikasi dengan label asli data uji. Metrik evaluasi yang digunakan meliputi akurasi, presisi, recall, dan F1-score yang bertujuan untuk menilai efektivitas algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN) dalam mengklasifikasikan kesegaran ikan berdasarkan fitur warna insang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Dataset Penelitian

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra digital insang ikan konsumsi yang diperoleh melalui observasi langsung di lapangan. Insang dipilih sebagai objek utama karena bagian ini mengalami perubahan warna paling cepat seiring menurunnya tingkat kesegaran ikan. Dataset mencakup empat jenis ikan, yaitu ikan nila, ikan lele, ikan mas, dan ikan kembung, yang masing-masing direpresentasikan dalam dua kondisi kesegaran, yakni segar dan tidak segar. Data set dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Olah data citra ikan

Nama Ikan	Insang Ikan Segar	Insang Ikan Tidak Segar
Ikan Nila		
Ikan Lele		
Ikan Mas		
Ikan Kembung		

Total dataset berjumlah 200 citra, dengan distribusi data yang seimbang pada setiap kelas. Setiap jenis ikan memiliki 50 citra, yang terdiri atas 25 citra insang segar dan 25 citra insang tidak segar. Keseimbangan jumlah data pada setiap kelas bertujuan untuk menghindari dominasi kelas tertentu yang dapat memengaruhi hasil klasifikasi.

Tabel 2. Distribusi dataset citra insang ikan

Jenis Ikan	Segar	Tidak Segar	Total
Nila	25	25	50
Lele	25	25	50
Mas	25	25	50
Kembung	25	25	50
Total	100	100	200

4.2. Pembagian Data dan Validasi Model

Untuk mengukur kinerja sistem secara objektif, dataset dibagi menjadi data latih dan data uji menggunakan metode k-fold cross validation dengan nilai $k = 5$. Metode ini dipilih karena mampu memaksimalkan pemanfaatan data dan menghasilkan evaluasi yang lebih stabil dibandingkan pembagian data secara tunggal.

Pada setiap fold, sebanyak 80% data digunakan sebagai data latih dan 20% data sebagai data uji. Proses ini dilakukan secara berulang hingga seluruh data pernah digunakan sebagai data uji. Nilai akurasi, presisi, recall, dan F1-score dihitung pada setiap fold, kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh performa akhir sistem.

4.3. Hasil Preprocessing Citra

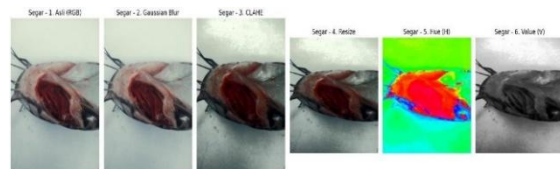
Tahap preprocessing bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Proses preprocessing meliputi resize citra, perataan noise menggunakan Gaussian Blur, serta konversi ruang warna dari RGB ke HSV.

Resize citra dilakukan untuk menyamakan ukuran seluruh citra menjadi 256×256 piksel, sehingga proses ekstraksi fitur dapat dilakukan secara konsisten. Gaussian Blur dengan kernel 5×5 dan sigma 1,4 diterapkan untuk mengurangi noise akibat variasi pencahayaan dan kualitas kamera. Selanjutnya, citra dikonversi ke ruang warna HSV karena lebih representatif terhadap persepsi visual manusia dan lebih stabil terhadap perubahan intensitas cahaya.

Contoh hasil preprocessing citra insang ikan ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 5. Hasil resize



Gambar 6. Hasil gaussian blur dan konversi hsv

4.4. Hasil Segmentasi Area Insang

Segmentasi citra dilakukan untuk memisahkan area insang dari latar belakang dan bagian tubuh ikan lainnya. Segmentasi dilakukan menggunakan pendekatan berbasis warna pada ruang HSV dengan menentukan rentang nilai Hue, Saturation, dan Value yang merepresentasikan warna khas insang ikan.

Hasil segmentasi menunjukkan bahwa area insang dapat diisolasi dengan cukup baik pada sebagian besar citra. Area latar belakang berhasil dihilangkan sehingga fitur warna yang diekstraksi benar-benar berasal dari bagian insang. Contoh hasil segmentasi area insang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 7. Hasil segmentasi

4.5. Hasil Ekstraksi Fitur Warna

Ekstraksi fitur dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata Hue, Saturation, dan Value (HSV) dari citra hasil segmentasi. Nilai-nilai ini digunakan sebagai vektor fitur yang merepresentasikan karakteristik visual insang ikan.

Dataset pelatihan terdiri dari 144 citra, yang mencakup empat jenis ikan (nila, lele, mas, dan kembung) dalam dua kondisi kesegaran. Sebagian hasil ekstraksi fitur ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil ekstraksi fitur warna hsv

Fitur	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Rata-rata
Mean Hue	5,77	24,30	$\pm 18,62$
Mean Saturation	15,71	50,91	$\pm 39,84$
Mean Value	2,38	16,18	$\pm 9,74$

Perbedaan nilai HSV menunjukkan adanya variasi karakteristik warna insang ikan yang cukup signifikan, khususnya pada komponen Saturation dan Value. Perbedaan ini menjadi dasar penting dalam membedakan kondisi insang ikan segar dan tidak segar. Data lengkap hasil ekstraksi fitur digunakan sebagai input dalam proses klasifikasi dan tidak seluruhnya ditampilkan untuk menjaga efisiensi penyajian.

4.6. Hasil Klasifikasi Menggunakan K-Nearest Neighbors

Klasifikasi dilakukan menggunakan metode K-Nearest Neighbors (K-NN) dengan pengukuran jarak Euclidean. Data uji dibandingkan dengan data latih, kemudian kelas ditentukan berdasarkan mayoritas tetangga terdekat.

Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa sebagian besar citra berhasil dikenali dengan benar. Kesalahan klasifikasi hanya terjadi pada satu data uji, yang diduga disebabkan oleh kemiripan distribusi warna HSV antar kelas. Contoh hasil klasifikasi ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil klasifikasi K-NN

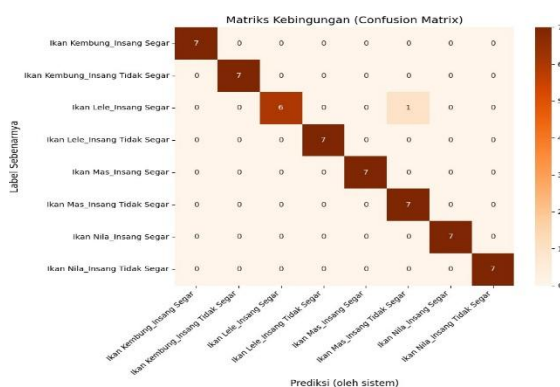
Kategori	Jumlah Data	Klasifikasi Benar	Klasifikasi Salah
Ikan Nila	14	14	0
Ikan Mas	14	14	0
Ikan Lele	14	13	1
Ikan Kembung	14	14	0
Total	56	55	1

Berdasarkan hasil tersebut, hanya terdapat satu kesalahan klasifikasi, yaitu pada data nomor 42, di mana citra Ikan Lele_Insang Segar salah dikenali sebagai Ikan Mas_Insang Tidak Segar. Kesalahan ini diduga terjadi akibat kemiripan distribusi warna HSV antar kelas.

Secara keseluruhan, hasil klasifikasi menunjukkan bahwa metode K-NN dengan fitur warna HSV mampu mengidentifikasi tingkat kesegaran ikan dengan tingkat ketepatan yang sangat tinggi.

4.7. Evaluasi Kinerja Sistem

Evaluasi kinerja sistem dilakukan menggunakan confusion matrix untuk memperoleh nilai akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Visualisasi confusion matrix ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Confusion matrix klasifikasi

Berdasarkan hasil evaluasi, sistem mencapai akurasi sebesar 98%, dengan nilai presisi, recall, dan F1-score masing-masing sebesar 0,98. Nilai ini menunjukkan bahwa kombinasi fitur warna HSV dan metode K-NN mampu mengklasifikasikan kesegaran ikan dengan tingkat ketepatan yang sangat tinggi.

4.8. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi fitur warna HSV dan metode K-Nearest Neighbors (K-NN) mampu memberikan performa klasifikasi yang sangat baik dalam mengidentifikasi kesegaran ikan konsumsi. Akurasi yang tinggi menunjukkan bahwa perubahan warna insang dapat dimanfaatkan secara efektif sebagai indikator kesegaran ikan.

Kesalahan klasifikasi yang terjadi disebabkan oleh kemiripan nilai fitur warna antara beberapa citra insang ikan segar dan tidak segar, khususnya pada kondisi transisi. Meskipun demikian, tingkat kesalahan tersebut relatif kecil dan tidak signifikan terhadap kinerja keseluruhan sistem.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan memiliki potensi untuk diaplikasikan sebagai sistem pendukung keputusan otomatis dalam penilaian kesegaran ikan, baik untuk industri perikanan, pedagang, maupun konsumen.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian, sistem identifikasi kesegaran ikan berbasis citra digital dengan fitur warna HSV dan metode K-Nearest Neighbors (K-NN) berhasil dikembangkan. Tahapannya meliputi preprocessing (resize, blur, konversi HSV), segmentasi area insang, ekstraksi fitur, dan klasifikasi. Pengujian pada 56 citra uji menunjukkan akurasi 98,21% dengan precision, recall, dan F1-score di atas 98%, menandakan pendekatan ini efektif. Saran pengembangan meliputi penambahan fitur tekstur (GLCM), eksplorasi metode klasifikasi lain (CNN atau SVM), dan pembuatan antarmuka aplikasi mobile/web untuk mempermudah penerapan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Andika and M. Sari, "Analisis kesegaran ikan menggunakan pengolahan citra digital," *J. Teknol. Pangan*, vol. 12, no. 3, pp. 145–158, 2021.
- [2] A. Insan Asry and P. ATI Makassar, "Improving Automatic Fish Freshness Detection using TCS 230 and Support Vector Machine," *JEAT: Journal of Electrical and Automation Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 56–62, Jun. 2023.
- [3] P. Nugroho and H. Wijaya, "Identifikasi ikan busuk dan segar berbasis citra digital dengan metode klasifikasi supervised learning," *J. Sist. Cerdas*, vol. 11, no. 3, pp. 203–215, 2022.
- [4] D. Prasetyo and I. Lestari, "Pengaruh fitur warna dan tekstur dalam klasifikasi kesegaran ikan menggunakan CNN," *J. Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 4, pp. 67–82, 2021.
- [5] Y. Saputra, P. Hadi, and T. Mulyana, "Keamanan pangan berbasis teknologi digital di industri perikanan," *J. Manaj. Pangan*, vol. 15, no. 2, pp. 98–110, 2022.
- [6] B. Santoso and H. Wijaya, "Implementasi CNN untuk identifikasi kesegaran ikan dengan akurasi tinggi," *J. Ris. Komputasi*, vol. 13, no. 1, pp. 34–

- 50, 2021.
- [7] M. F. Mansyur, M. F. Rustan, and W. Syarifuddin, "Pendeteksi kesegaran ikan menggunakan sensor MQ-135," *J. Teknol. Pangan dan Perikan.*, vol. 10, no. 2, pp. 123–130, 2022.
- [8] M. F. Hidayatullah, H. Fitriyah, and F. Utaminigrum, "Sistem klasifikasi kesegaran daging ikan gurami berdasarkan warna dan gas amonia menggunakan K-NN berbasis Arduino," *J. Pengolah. Citra Digit.*, vol. 7, no. 1, pp. 45–56, 2021.
- [9] M. Jadid, A. S. Adani, and P. H. Susilo, "Implementasi metode K-Nearest Neighbor sebagai sistem pendeteksi kualitas ikan bandeng BT - Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komputasi," 2021, pp. 78–85.
- [10] C. Y. Jerandu, P. Batarius, and A. A. J. Sinlae, "Identifikasi Kualitas Kesegaran Ikan Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor Berdasarkan Ekstraksi Ciri Warna Hue, Saturation, dan Value (HSV)," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 4, no. 3, Dec. 2022, doi: 10.47065/bits.v4i3.2613.
- [11] R. Hidayat, T. Suryanto, and A. Wahyudi, "Analisis perubahan warna insang dan mata sebagai indikator kesegaran ikan," *J. Teknol. Pangan*, vol. 18, no. 2, pp. 45–56, 2022.
- [12] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital image processing*. Pearson, 2020.
- [13] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, and S. L. Eddins, *Digital image processing using MATLAB*. Pearson, 2020.
- [14] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Proses pengolahan citra digital (Edisi terjemahan)*. Jakarta: Penerbit Erlangga, 2021.
- [15] A. R. Wicaksono and L. Handoko, "Pengklasifikasian kualitas ikan nila berbasis mata ikan dengan metode K-Nearest Neighbor," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 8, no. 3, pp. 99–110, 2020.
- [16] D. Lestari and L. Handoko, "Implementasi deep learning untuk deteksi kesegaran ikan menggunakan CNN," *J. Artif. Intell. Data Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 87–102, 2022.
- [17] A. K. Jain, *Fundamentals of digital image processing*. Prentice Hall, 2021.
- [18] A. Wicaksono and D. Prasetyo, "Komparasi algoritma machine learning dalam klasifikasi kesegaran ikan berbasis citra digital," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 10, no. 1, pp. 45–58, 2023.
- [19] R. Andarsyah and A. Yanuar, "Sentimen analisis aplikasi Posaja pada Google Playstore untuk peningkatan Pospay SuperApp menggunakan support vector machine," 2024.