

# CLASSIFICATION OF SKIN DISEASES USING YOLOV11

## KLASIFIKASI PENYAKIT KULIT MENGGUNAKAN YOLOv11

Liputra Pronimus Tappi<sup>1</sup>, Christine Dewi<sup>2</sup>

Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro, Kec. Sidorejo, Kota Salatiga, Jawa Tengah  
*Sandangn8@gmail.com*<sup>1</sup>, *Christine.dewi@uksw.edu*<sup>2</sup>

**Abstract** - The skin, as the largest organ in the human body, is susceptible to various diseases that can be transmitted through direct contact or environmental exposure. Early detection of conditions such as cancer is crucial for effective treatment. This study implements the YOLOv11 algorithm to classify four types of skin diseases: Actinic Keratosis, Basal Cell Carcinoma, Melanocytic Nevus, and Melanoma. Using a Kaggle dataset of 2,000 images (500 per class), the images were processed by resizing them to 640×640 pixels and applying augmentation techniques (flipping, rotation, lighting adjustments) to enhance model robustness. The data was split into training (85%), validation (10%), and testing (5%). Model training on Google Colab (T4 GPU, 100 epochs) achieved an overall accuracy of 79%. Evaluation metrics showed strong results for Actinic Keratosis (precision=0.92, recall=0.92, F1=0.92) but lower performance for Melanoma (recall=0.59), likely due to class imbalance. Aggregate metrics indicated precision=0.80, recall=0.73, and F1=0.76, demonstrating reliable detection despite uneven performance across disease types. The main limitations include: a limited dataset size affecting model generalization; variability in image quality and lighting; and bias toward certain classes.

**Keywords** – YOLOv11, Skin Disease, Artificial Intelligence

**Abstrak** - Kulit sebagai organ terbesar pada tubuh manusia rentan terhadap berbagai penyakit yang dapat menular melalui kontak langsung atau paparan lingkungan. Deteksi dini kondisi seperti kanker sangat penting untuk penanganan yang efektif. Penelitian ini mengimplementasikan algoritma YOLOv11 untuk mengklasifikasikan empat jenis penyakit kulit: Actinic Keratosis, Basal Cell Carcinoma, Melanocytic Nevus, dan Melanoma. Menggunakan dataset dari Kaggle sebanyak 2.000 gambar (500 per kelas), gambar diproses dengan resizing ke 640×640 piksel dan augmentasi teknik (flip, rotasi, penyesuaian pencahayaan) untuk meningkatkan ketangguhan model. Data dibagi menjadi pelatihan (85%), validasi (10%), dan pengujian (5%). Pelatihan model pada Google Collaborator (GPU T4, 100 epoch) menghasilkan akurasi keseluruhan 79%. Metrik evaluasi menunjukkan hasil kuat untuk Actinic Keratosis (precision=0,92, recall=0,92, F1=0,92) tetapi performa lebih rendah untuk Melanoma (recall=0,59), kemungkinan karena ketidakseimbangan kelas. Metrik agregat menunjukkan precision=0,80, recall=0,73, dan F1=0,76, mengindikasikan deteksi yang andal meski tidak merata di semua jenis penyakit. Keterbatasan utama meliputi: ukuran dataset terbatas yang memengaruhi generalisasi model; variabilitas kualitas gambar dan pencahayaan; serta bias terhadap kelas tertentu.

**Kata Kunci** - YOLOv11, Penyakit Kulit, kecerdasan buatan

## I. PENDAHULUAN

Kulit berfungsi sebagai pelindung elastis yang melindungi tubuh dari pengaruh lingkungan. Selain menjadi organ terluas, dengan luas sekitar 1,5 m<sup>2</sup> pada orang dewasa, kulit juga merupakan organ terberat, menyumbang sekitar 15% dari berat tubuh total. Interaksi antar manusia sering melibatkan kulit, baik dalam bentuk sentuhan fisik maupun melalui penggunaan benda-benda seperti handuk, pakaian, dan jaket[1]. Beberapa penyakit kulit dapat menular melalui kontak langsung kulit ke kulit atau melalui benda-benda tersebut.

Menjaga kesehatan kulit dan mencegah infeksi kulit sangat penting untuk memastikan kualitas hidup yang baik. Kesadaran akan pentingnya kebersihan dan perawatan kulit dapat membantu mengurangi risiko penularan dan dampak negatif yang terkait dengan penyakit kulit.[2]. Beberapa penyakit kulit berupa bercak pada kulit bisa menjadi tanda penyakit serius, seperti kanker kulit. Sehingga diagnosis dini dan penanganan yang tepat dapat meningkatkan peluang kesembuhan. Salah satu pendorong utama dari kemajuan ini adalah teknologi machine learning (ML), yang membuka berbagai kemungkinan baru dalam analisis data dan pengambilan keputusan berbasis data[3]. Pembuatan model kecerdasan buatan berbasis YOLO (You Only Look Once) untuk deteksi multi-kelas penyakit kulit memanfaatkan pendekatan ML. Teknologi ML berperan penting dalam menganalisis citra dermatologis guna mengidentifikasi indikasi penyakit secara akurat dan efisien. Implementasi sistem diagnosis dini berbasis ML ini tidak hanya meningkatkan probabilitas kesembuhan pasien, tetapi juga meminimalkan risiko komplikasi, sehingga menawarkan solusi inovatif dalam bidang dermatologi

Dengan kemampuan ML, kita dapat mengolah data dalam jumlah besar untuk menemukan pola-pola tersembunyi, membuat prediksi yang lebih akurat, dan mengambil keputusan yang lebih tepat. Ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan efektivitas berbagai sektor, tetapi juga mendorong inovasi dan perkembangan di bidang-bidang baru. Seiring dengan perkembangan teknologi ML, kita dihadapkan pada tantangan baru dalam hal keamanan data, privasi, dan etika penggunaan teknologi, yang semuanya perlu diperhatikan agar kita dapat memanfaatkan teknologi ini secara maksimal dan bertanggung jawab[4]. Teknologi deteksi objek dan pengolahan citra yang efektif serta real-time, seperti YOLOv11, merupakan algoritma yang mampu mendeteksi objek secara real-time dengan akurasi dan presisi yang lebih tinggi. Algoritma ini digunakan dengan pendekatan deteksi objek yang inovatif dan canggih[5].

Model kecerdasan buatan yang dirancang untuk mendeteksi berbagai penyakit kulit manusia akan dibuat agar mampu mengidentifikasi beberapa jenis penyakit, sehingga penanganan yang tepat dapat segera dilakukan. Penggunaan kecerdasan buatan untuk deteksi penyakit kulit diharapkan dapat mempermudah dan mempercepat proses pendeteksian penyakit. Selain itu, teknologi ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam bidang medis[6].

Penelitian sebelumnya menggunakan teknik ekstraksi fitur warna dengan algoritma Image Processing dan Artificial Neural Network (ANN), sementara penelitian kami mengadopsi algoritma deteksi objek YOLO. Penelitian ini memanfaatkan algoritma deteksi objek YOLO, khususnya YOLOv11 sebagai versi terbarunya, untuk mengembangkan model yang mampu mengidentifikasi penyakit kulit melalui gambar kulit manusia. Model ini dirancang untuk mendeteksi berbagai kondisi kulit, termasuk keratosis, karsinoma sel basal, nevus melanositik, dan melanoma, dengan data yang diperoleh dari platform Kaggle. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis perbandingan kinerja model YOLOv11.

## II. SIGNIFIKASI STUDI

### A. Studi Literatur

Salah satu penelitian menggunakan YOLOv8 untuk melakukan deteksi penyakit. Penelitian tersebut menggunakan dataset yang terdiri dari 4 tipe penyakit yaitu tumor otak, kanker payudara, radiografi gigi dan penyakit paru. Penelitian tersebut menunjukkan hasil bahwa model memiliki performa yang baik dalam melakukan deteksi pada tiap kategori gambar berupa X-ray, CT-Scan dan MRI dengan akurasi pada tumor otak precision 92%, recall 90%, mAP 93%, Kanker payudara dengan akurasi lesi normal (mAP 93%) dan untuk ganas (mAP 91%), radiografi gigi dengan precision 82%, recall 78% dan F1-Score 80%, dan penyakit paru yang mencapai akurasi tertinggi dengan 99% pelatihan & 90% pelatihan[7].

Penelitian lainnya menggunakan YOLOv8 untuk melakukan pendeteksian penyakit pada daun tomat. Penelitian tersebut menggunakan data penyakit yang dibagi ke dalam 3 klasifikasi yaitu bercak kering (early blight), bercak basah (gray mold), dan bercak melingkar (target spot). Penelitian tersebut menunjukkan performa model penyakit bercak basah (gray mold) dengan precision 0.840, sementara penyakit bercak melingkar (target spot) menunjukkan performa terendah dengan precision 0.556[8]. Penelitian sebelumnya menggunakan analisis Image Processing dan Artificial Neural Network (ANN) dengan proses feature extraction seperti ekstraksi tekstur dan warna dapat membantu proses klasifikasi untuk meningkatkan kinerja model artificial neural network yang dirancang. Sehingga Accuracy memperoleh sekitar  $(70\pm 3\%)$ . [9]

Penelitian lainnya menggunakan YOLOv11 untuk klasifikasi lesi kulit langsung dari gambar dermoskopik menggunakan dataset HAM10000 (10.015 gambar, 7 kelas lesi kulit) yang mencapai akurasi 84,74%, presisi 83,94%, recall 84,74%, F1-score 84,06%[10]. Penelitian ini menonjol karena menggunakan YOLOv11, versi terbaru algoritma YOLO, untuk mendeteksi empat jenis penyakit kulit dengan akurasi mencapai 79%, lebih tinggi dibanding metode sebelumnya seperti Image Processing dan ANN yang hanya mencapai 72%. Keunggulannya terletak pada kemampuan deteksi real-time, teknik augmentasi data yang komprehensif, serta arsitektur canggih YOLOv11 performa yang lebih stabil, terutama untuk penyakit seperti Actinic Keratosis (precision 0.92) dan Basal Cell Carcinoma (recall 0.96). Implikasi nyatanya adalah percepatan diagnosis dini penyakit kulit, terutama kanker, yang dapat menyelamatkan nyawa. Model ini juga berpotensi meringankan beban tenaga medis, diintegrasikan ke sistem telemedicine, dan menjadi dasar pengembangan AI lebih lanjut dengan dataset lebih besar.

### B. Landasan Teori

#### 1. Penyakit Kulit

Penyakit kulit memiliki berbagai bentuk dan penyebab, mulai dari yang ringan hingga yang memerlukan perhatian medis serius. Beberapa di antaranya termasuk *Actinic keratosis*, *Basal cell carcinoma*, *Melanocytic Nevus*, *Melanoma*.

- 1) *Actinic keratosis* adalah kondisi kulit yang ditandai dengan bercak kasar, bersisik, dan berwarna kemerahan yang muncul akibat paparan sinar matahari yang berlebihan dalam jangka waktu panjang. Kondisi ini sering terjadi pada bagian tubuh yang sering terpapar sinar matahari, seperti wajah, tangan, atau kulit kepala. *Actinic keratosis* dianggap sebagai lesi pra-kanker.
- 2) *Basal cell carcinoma* adalah jenis kanker kulit yang paling umum, yang berasal dari sel-sel basal di lapisan terdalam epidermis. Penyakit ini cenderung berkembang perlahan dan jarang menyebar ke bagian tubuh lain, namun bisa menyebabkan kerusakan signifikan pada jaringan di sekitarnya jika tidak diobati.

- 3) *Nevus melanositik*, atau biasa disebut tanda lahir, adalah pertumbuhan kulit yang disebabkan oleh penumpukan sel melanosit, sel penghasil pigmen melanin. Tahi lalat dapat muncul di berbagai bagian tubuh dan biasanya berwarna coklat atau hitam, namun warnanya bervariasi tergantung jumlah pigmen dan kedalaman melanosit di kulit.
- 4) *Melanoma* adalah salah satu jenis kanker kulit yang bermula dari melanosit, sel penghasil pigmen pada kulit. Kanker ini merupakan salah satu kanker yang paling berbahaya karena dapat menyebar dengan cepat ke bagian tubuh lain.

## 2. *Machine Learning*

Teknologi ML merupakan sebuah mesin yang dirancang untuk dapat belajar secara mandiri tanpa perlu diarahkan oleh penggunanya. Pembelajaran mesin ini dibangun di atas dasar berbagai disiplin ilmu, seperti statistika, matematika, dan data mining. Dengan kombinasi disiplin ilmu tersebut, mesin mampu menganalisis data secara mandiri, sehingga tidak perlu diprogram ulang atau diarahkan secara manual[11].

## 3. *Deep Learning*

*Deep learning* merupakan salah satu cabang dari machine learning yang memanfaatkan banyak lapisan pengolahan informasi nonlinier untuk melakukan ekstraksi fitur, pengenalan pola, dan klasifikasi data. Bidang ini menjadi salah satu pendekatan utama dalam pengembangan sistem pembelajaran komputer yang menggunakan konsep hierarki untuk memecahkan berbagai masalah yang kompleks[12].

## 4. *Yolo*

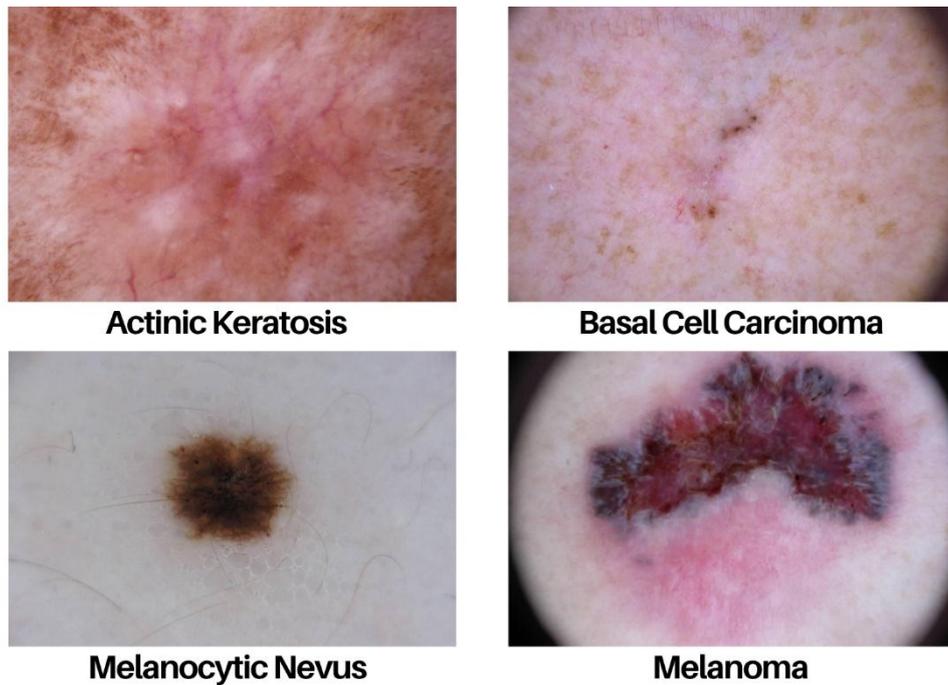
YOLO adalah sebuah algoritma yang dirancang untuk mendeteksi objek dengan kecepatan tinggi dan tingkat akurasi yang tinggi. YOLO memiliki kemampuan untuk mengenali berbagai macam objek dalam sebuah gambar dengan efisien. Algoritma ini unik karena pendekatannya yang menyederhanakan proses deteksi objek menjadi sebuah masalah regresi tunggal[13].

## C. *Metode Penelitian*

### 1. *Dataset*

Metode Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari situs Kaggle.[9] Data yang diambil memiliki jumlah data gambar daun kopi sebanyak 2000 yang diklasifikasikan ke dalam empat kelas. Klasifikasi data didasarkan pada keadaan dan penyakit yang terlihat pada gambar penyakit kulit, antara lain *Actinic Keratosis*, *Basal Cell Carcinoma*, *Melanocytic Nevus*, dan *Melanoma*. Dataset terdiri dari 500 gambar *Actinic Keratosis*, 500 gambar *Basal Cell Carcinoma*, 500 gambar *Melanocytic Nevus*, dan 500 gambar *Melanoma*.

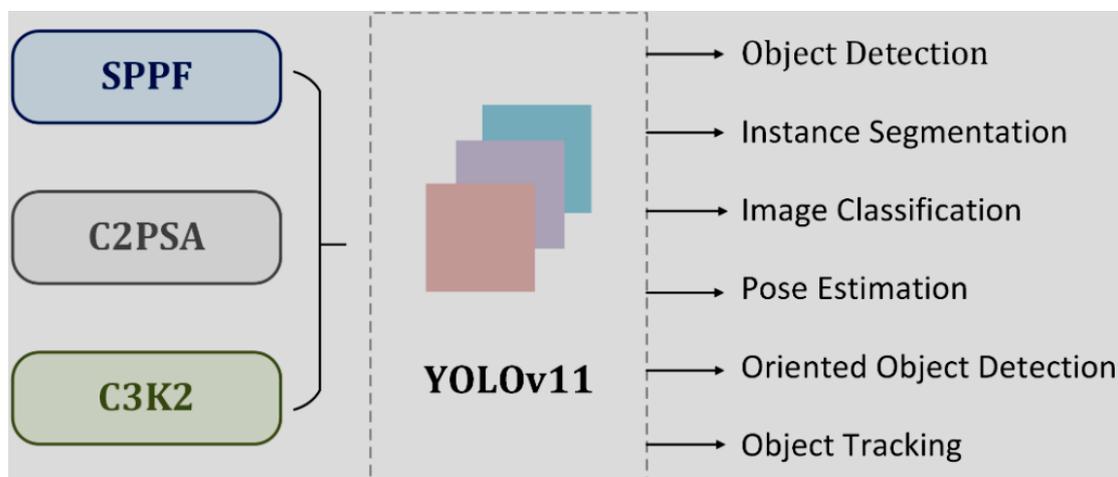
Data selanjutnya melalui proses labeling. Labeling adalah proses pemberian informasi berupa label kelas dari objek pada dataset gambar. Proses labeling bertujuan untuk label ditetapkan pada keseluruhan gambar, dengan pengklasifikasi yang mengidentifikasi 1 jenis. Penelitian ini menggunakan Roboflow untuk melakukan proses labeling data[14]. Data yang sudah melewati proses labeling selanjutnya akan masuk ke tahap preprocessing dan augmentasi data. Pada tahap preprocessing data, ukuran gambar pada dataset akan diubah menjadi 640 x 640 pixel. Hal tersebut dilakukan agar ukuran file dari dataset bisa menjadi lebih kecil dan membuat proses training menjadi lebih cepat. Dataset yang sudah melalui tahap preprocessing dibagi ke dalam tiga set untuk data train set, validation set, dan test set. Proses selanjutnya adalah augmentasi data pada data train set. Augmentasi data adalah teknik penting dalam pemrosesan gambar untuk mengoptimalkan data training dengan meningkatkan jumlah dan keragaman data pelatihan serta meningkatkan performa model. Beberapa augmentasi yang diterapkan pada dataset adalah Flip, 90° Rotate, Rotation, Shear, dan Brightness.



Gambar 1 Penyakit Kulit

2. Arsitektur YOLOv11

YOLOv11 adalah iterasi terbaru dalam seri YOLO, yang dibangun di atas fondasi yang diperkenalkan oleh YOLOv1. Diluncurkan pada konferensi YOLOVision 2024 (YV24), YOLOv11 mewakili lompatan besar dalam teknologi deteksi objek secara real-time. Desain inovatif YOLOv11 mengintegrasikan teknik ekstraksi fitur canggih, memungkinkan penglihatan yang lebih mendetail untuk tugas-tugas computer vision (CV), mulai dari deteksi objek hingga klasifikasi. Selain itu, YOLOv11 mencapai peningkatan luar biasa dalam kecepatan pemrosesan, secara substansial meningkatkan kemampuan kinerja real-time. Berdasarkan arsitektur yang telah mapan ini, YOLOv11 memperluas dan meningkatkan fondasi yang dibangun oleh YOLOv8, dengan memperkenalkan inovasi arsitektur dan optimalisasi parameter untuk mencapai kinerja deteksi yang lebih unggul. Bagian-bagian berikut akan menjelaskan secara rinci modifikasi arsitektur utama yang diterapkan pada YOLOv11.[15]



Gambar 2 Arsitektur YOLOv11

### 3. Validation and Evaluation

Persamaan (1), variabel  $p(0)$  merepresentasikan akurasi deteksi objek, yang menunjukkan seberapa tepat model dalam mengidentifikasi suatu objek. Selain itu, dua metrik penting dalam evaluasi model deteksi objek adalah Precision dan Recall. Presisi mengukur seberapa akurat prediksi positif model dengan membandingkan jumlah true positive terhadap total prediksi positif, termasuk false positive. Rumus matematis untuk Precision dan Recall secara detail dapat dilihat pada Persamaan (1) dan (2).

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (1)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2)$$

Salah satu metrik evaluasi penting lainnya adalah F1-Score, yang menggabungkan Precision dan Recall menjadi satu nilai tunggal dengan menghitung harmonic mean dari keduanya. Metrik ini memberikan penilaian yang lebih seimbang terhadap kinerja model karena mempertimbangkan baik false positive maupun false negative. F1-Score dapat dilihat pada Persamaan (3).

$$F1\ Score = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (4)$$

Top-N Accuracy adalah metrik evaluasi yang umum digunakan dalam klasifikasi dan dapat diterapkan dalam deteksi objek menggunakan model YOLO. Metrik ini mengukur seberapa sering label yang benar termasuk dalam N prediksi teratas yang dihasilkan oleh model. Dalam penerapannya, Top-1 Accuracy mengacu pada situasi di mana model dianggap benar jika kelas dengan probabilitas tertinggi sesuai dengan label ground truth. Sementara itu, Top-5 Accuracy berarti model dianggap benar jika label ground truth termasuk dalam lima prediksi dengan confidence tertinggi yang dihasilkan oleh YOLO. Top-N Accuracy ditampilkan pada persamaan (4).

$$Top - N\ Accuracy = \frac{Jumlah\ objek\ dengan\ truth\ di\ antara\ N\ prediksi\ teratas}{Total\ jumlah\ objek\ dataset} \quad (4)$$

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Training

Proses training menggunakan Google Collaborator dengan T4 GPU, 2 CPUs, 12.7 GB RAM, 26.6/78.2 GB disk. Proses training menggunakan model YOLOv8s dengan nilai epochs sebanyak 100. Model YOLOv8s dipilih karena hasil training model yang dihasilkan masih bagus dan memiliki proses training yang lebih singkat dibandingkan versi YOLOv8 lainnya. Pelaksanaan training model menggunakan dataset gambar daun kopi dan model YOLOv11 akan memberikan informasi terkait dengan performa model dalam melakukan training. Data kemudian disajikan ke dalam Tabel 1.

TABEL I

Penyakit Kulit	Precision	Recall	F1-score
Actinic Keratosis	0.88	0.67	0.76
Basal Cell Carcinoma	0.60	0.67	0.63
Melanoma	0.64	0.55	0.51
Nevus	0.64	0.71	0.67
Accuracy		0.65	

Untuk menilai seberapa bagus model yang telah dibuat, dapat dilihat dari nilai precision, recall, F1 score, dan Accuracy yang dihasilkan setelah melalui proses training. Semakin besar nilai tersebut, maka hasilnya akan semakin baik. Dari proses training yang telah dijalankan, didapatkan hasil yang dapat terlihat pada Tabel I. Diketahui bahwa setelah menjalankan proses training, model memiliki nilai akurasi sebesar 0.65 yang tergolong rendah karena masih belum memasuki hasil proses testing pada Validation.

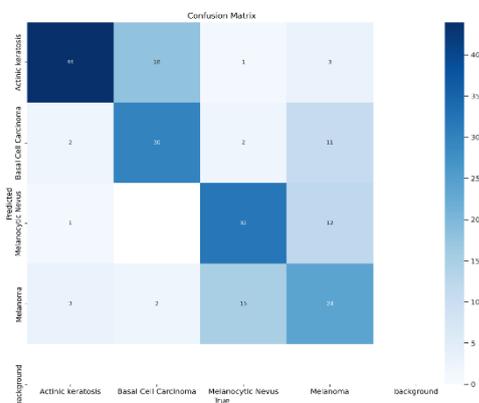
2. Hasil Proses Testing pada Validation

TABEL II

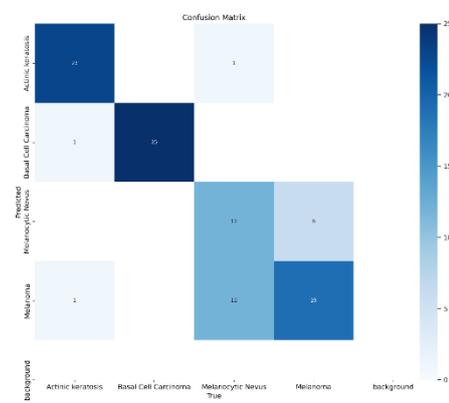
Penyakit Kulit	Precision	Recall	F1-score
Actinic Keratosis	0.92	0.92	0.92
Basal Cell Carcinoma	0.96	0.96	0.96
Melanoma	0.73	0.59	0.66
Nevus	0.50	0.67	0.57
Accuracy	0.79		

Dari hasil proses testing pada Validation set, model memiliki nilai Accuracy sebesar 0.79 yang mengalami peningkatan dibandingkan dengan nilai Accuracy pada proses training. Pada proses testing, nilai Accuracy yang dimiliki sebesar 0.65 yang menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan nilai Accuracy pada proses Validation. Nilai tersebut menunjukkan bahwa performa model pada proses testing sudah baik dan secara keseluruhan model tersebut mampu mendeteksi penyakit kulit.

Sehingga performa dari model yang telah dilakukan memiliki keunggulan dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait deteksi penyakit kulit, Perbandingan antara kedua metode ini dapat dilihat dari segi akurasi dan efisiensi. YOLOv11, sebagai model berbasis deteksi objek, menunjukkan performa yang stabil dengan metrik yang terukur, sedangkan image processing dan ANN, jika diterapkan, mungkin menawarkan pendekatan yang lebih umum tetapi dengan tantangan dalam interpretasi hasil dan kebutuhan tuning yang lebih intensif.



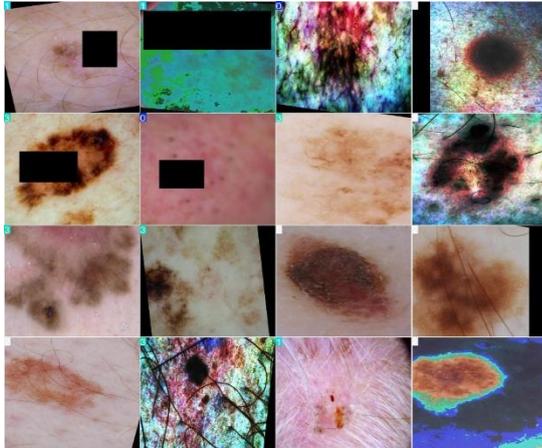
Gambar 3 Hasil Training



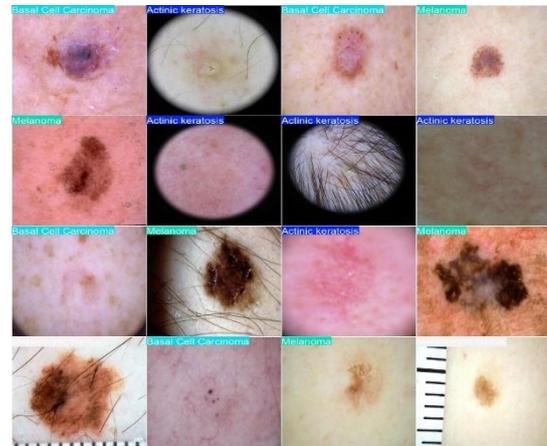
Gambar 4 Hasil Validation

Pada proses pelatihan (Gambar 3), matriks kebingungan menunjukkan performa model dalam mengenali tujuh kelas lesi kulit berdasarkan data latih. Dominasi nilai pada diagonal utama menggambarkan bahwa sebagian besar sampel berhasil diklasifikasikan dengan tepat sesuai kelas aslinya. Warna yang relatif gelap di sel-sel diagonal menandakan akurasi tinggi saat training, sedangkan sel-sel di luar diagonal, meski ada, relatif sedikit dan tersebar mengindikasikan kesalahan klasifikasi minor yang umumnya terjadi pada kelas dengan karakteristik visual serupa.

Saat diuji pada data validasi (Gambar 4), pola warna pada matriks kebingungan tetap mempertahankan intensitas diagonal yang tinggi, meski terdapat sedikit penurunan kecerahan bila dibandingkan hasil training. Hal ini menandakan model masih mampu menggeneralisasi dengan baik pada data baru, meski muncul sejumlah mislabeling pada kasus citra dengan kontras rendah atau lesi berukuran sangat kecil. Secara keseluruhan, stabilitas performa



Gambar 5 Data Training



Gambar 6 Data Validation

Contoh sampel citra pada data training (Gambar 5) memperlihatkan keragaman nyata dari dataset: mulai variasi warna kulit pasien, ukuran dan bentuk lesi, hingga perbedaan kondisi pencahayaan. Keberagaman ini penting untuk membuat model belajar fitur esensial yang benar-benar representatif. Sementara itu, montase pada data validasi (Gambar 6) menampilkan citra dengan tantangan visual berbeda seperti noise, bayangan, dan tekstur kulit yang kompleks yang sengaja dipilih untuk menguji ketangguhan model di bawah kondisi pengambilan gambar non-ideal. Dengan menggabungkan analisis kuantitatif melalui matriks kebingungan dan gambaran kualitatif dari sampel citra, penelitian ini memberikan gambaran menyeluruh tentang kemampuan model deteksi penyakit kulit: baik dari segi akurasi per-kelas maupun keandalannya dalam menghadapi keragaman dan tantangan nyata pada citra medis.

#### .IV. KESIMPULAN

Penelitian ini mengkaji penerapan model deteksi objek YOLOv11 untuk mengidentifikasi penyakit kulit melalui analisis gambar. Dataset yang digunakan mencakup empat kategori utama berdasarkan kondisi dan jenis penyakit, yaitu Actinic Keratosis, Basal Cell Carcinoma, Melanoma, dan Nevus. Metode penelitian melibatkan perbandingan antara YOLOv11 dan Image Processing dan ANN dengan mempertimbangkan, yaitu pelatihan, validasi, dan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model YOLOv11 mencapai akurasi sebesar 79%, mengungguli penelitian sebelumnya yang menggunakan Image Processing dan ANN dengan akurasi 72%. Nilai-nilai metrik termasuk precision, recall, dan F1-score tetap stabil, terutama untuk kasus Actinic Keratosis (precision 0.92) dan Basal Cell Carcinoma (recall 0.96) pada YOLOv11. Temuan ini mengindikasikan bahwa YOLOv11 memiliki kemampuan yang lebih efektif dalam mendeteksi penyakit kulit pada dataset yang diberikan.

Kelebihan Penelitian ini berhasil mengembangkan model YOLOv11 dengan performa yang baik dalam mendeteksi penyakit kulit, mencapai akurasi sebesar 79%. Namun, terdapat beberapa keterbatasan, antara lain jumlah data yang relatif terbatas, yang dapat memengaruhi generalisasi model, serta adanya objek lain dalam gambar validasi (Gambar 6) yang berpotensi mengurangi

akurasi. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan dataset yang lebih besar, seperti ISIC (International Skin Imaging Collaboration), yang menyediakan ribuan gambar kulit teranotasi guna meningkatkan keandalan model. Selain itu, eksplorasi lebih lanjut terhadap berbagai versi YOLOv11 dapat dilakukan untuk membandingkan performa dan menentukan pendekatan terbaik dalam deteksi penyakit kulit. Dengan demikian, penelitian ini menjadi landasan penting bagi pengembangan model deteksi penyakit kulit yang lebih akurat dan andal di masa depan.

## REFERENSI

- [1] A. R. MZ, I. G. P. S. Wijaya, and F. Bimantoro, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit pada Manusia dengan Metode Dempster Shafer," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 129–138, 2020, doi: 10.29303/jcosine.v4i2.285.
- [2] S. T. Aminah, D. Ghani, I. Intan, and N. Salman, "Discriminant Analysis Skin Disease Pattern Recognition Application Using Linear Discriminant Analysis Algorithm," *Cogito Smart J. |*, vol. 8, no. 1, p. 587194, 2022.
- [3] Egga Naufal Daffa Tanadi, Dhian Satria Yudha Kartika, and Abdul Rezha Efrat Najaf, "Sistem Pendeteksi Penyakit Kanker Kulit Menggunakan Convolutional Neural Network Arsitektur YOLOv8 Berbasis Website," *Repeater Publ. Tek. Inform. dan Jar.*, vol. 2, no. 3, pp. 166–177, 2024, doi: 10.62951/repeater.v2i3.124.
- [4] R. G. Wardhana, G. Wang, and F. Sibuea, "Penerapan Machine Learning Dalam Prediksi Tingkat Kasus Penyakit Di Indonesia," *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 5, no. 1, pp. 40–45, 2023, doi: 10.24076/joism.2023v5i1.1136.
- [5] D. Waskito, D. F. Syarifah, and R. A. Aprilianto, "Comparison of the Use of YOLOv11 Variations in the Empty Parking Spaces Detection System," vol. 23, no. 1, pp. 1–10, 2025.
- [6] I. Ernawati, F. I. Komputer, U. Pembangunan, and N. Veteran, "Systematic Literature Review : Analisis Penerapan," no. April, pp. 168–173, 2024.
- [7] A. Widayani, A. M. Putra, A. R. Maghriebe, Z. C. Adi, M. Hilmy, and F. Ridho, "Review of Application YOLOv8 in Medical Imaging," vol. 5, no. 1, pp. 23–33, 2024, doi: 10.20473/iapl.v5i1.57001.
- [8] A. Z. Dahlan and G. Z. Muflih, "Implementasi Computer Vision untuk Deteksi Penyakit pada Tanaman Tomat Menggunakan Algoritma YOLOv8 ( You Only Look Once )," 2025.
- [9] Raden Roro Ayuni Purbo Okta Briliani and Irma Palupi, "Klasifikasi Penyakit Kulit menggunakan Image Processing dan Artificial Neural Network (ANN)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 9, no. 3, p. 1902, 2022.
- [10] I. C. Wicaksana, R. A. Pramunendar, G. W. Saraswati, and G. A. Trisnapradika, "Skin Lesion Classification Using YOLOv11 on the HAM10000 Dataset," vol. 10, no. 1, pp. 45–52, 2025.
- [11] Wijoyo A, Saputra A, Ristanti S, Sya'ban S, Amalia M, and Febriansyah R, "Pembelajaran Machine Learning," *OKTAL (Jurnal Ilmu Komput. dan Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 375–380, 2024, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal/article/view/2305>
- [12] M. R. Efrian and U. Latifa, "Image Recognition Berbasis Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Mendeteksi Penyakit Kulit Pada Manusia," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 11, no. 2, p. 276, 2022, doi: 10.30591/polektro.v12i1.3874.
- [13] S. Wulan Dari and J. Triloka, "Kajian Algoritme Mask Region-Based Convolutional Neural Network (Mask R-CNN) dan You Look Only Once (YOLO) Untuk Deteksi Penyakit Kulit Akibat Infeksi Jamur," *Semin. Nas. Has. Penelit. dan Pengabd. Masy.*, pp. 132–138, 2022.
- [14] A. Agustinus, R. Kurniawan, and H. Oktafia Lingga Wijaya, "Klasifikasi Emosi Melalui Ekspresi Wajah Menggunakan Algoritma Deep Learning," *Econ. Soc. Sci. Comput. Agric. Fish. 2nd 2023*, pp. 1215–1221, 2023, [Online]. Available: <https://semnas.univbinainsan.ac.id/index.php/escanf/article/view/470>
- [15] R. Khanam and M. Hussain, "YOLOv11: An Overview of the Key Architectural Enhancements," vol. 2024, pp. 1–9, 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2410.17725>