

**KLASIFIKASI PENYAKIT MULUT DAN KUKU PADA SAPI  
BERBASIS CITRA MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL  
NEURAL NETWORK***

**SKRIPSI**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom.)  
Pada Program Studi Teknik Informatika



Oleh :

**Farhan Kumara Abdiel**

NPM: 2213020204

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI  
2026**

Skripsi oleh:

Farhan Kumara Abdiel  
NPM : 2213020204

Judul :

**KLASIFIKAS PENYAKIT MULUT DAN KUKU PADA SAPI  
BERBASIS CITRA MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL*  
*NEURAL NETWORK***

Telah Disetujui Untuk Diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang Skripsi  
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal : 29 Juni 2026

Pembimbing I



Ratih Kumalasari N, S.ST., M.Kom  
NIDN. 0710018501

Pembimbing II



Danar Putra P, M.Kom  
NIDN. 0708028704

Skripsi oleh:

Farhan Kumara Abdiel  
NPM: 2213020204

Judul :

**KLASIFIKAS PENYAKIT MULUT DAN KUKU PADA SAPI  
BERBASIS CITRA MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL  
NEURAL NETWORK***

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi  
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Nusantara PGRI Kediri  
Pada tanggal : 17 Juli 2026

**Dan Dinyatakan telah Memenuhi Syarat**

Panitia Penguji :

1. Ketua : Ratih Kumalasari N, S.ST., M.Kom
2. Penguji I : Umi Mahdiyah, S.Pd, M.Si
3. Penguji II : Danar Putra P, S.Kom, M.Kom



Dr. Sulistiono, M.Si.  
NIDN. 0007076801

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Farhan Kumara Abdiel

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Tempat/Tgl Lahir : Kediri, 18 Oktober 2003

NPM : 2213020204

Fakultas/Prodi : Teknik dan Ilmu Komputer/ Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak dapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 17 Juli 2026

Yang Menyatakan



Farhan Kumara Abdiel

NPM : 2213020204

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Penulisan skripsi ini dengan tulus saya dedikasikan kepada:

1. Kedua orang tua saya, yang dengan penuh kesabaran senantiasa mendoakan, memberikan dukungan terbaik, serta menjadi sumber motivasi tak henti-hentinya dalam perjalanan menyelesaikan skripsi ini.
2. Adik-adik saya, yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral, sehingga saya dapat menyelesaikan proses ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan pelajaran berharga, baik dalam ranah akademik maupun kehidupan sehari-hari.
4. Teman-teman seperjuangan di kampus, yang menjadi tempat berbagi suka dan duka, serta saling menyemangati selama menjalani masa perkuliahan hingga tahap akhir ini.
5. Almamater tercinta, Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah menjadi tempat saya tumbuh, belajar, dan mengembangkan diri selama masa perkuliahan.
6. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi dalam berbagai bentuk dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.

Semoga dedikasi ini dapat menjadi penghormatan atas semua dukungan, doa, dan kebersamaan yang telah diberikan.

## **HALAMAN MOTTO**

*"Perubahan menuntut pengetahuan, pembenahan menuntut kebijaksanaan."*

— **Timothy Ronald**

*"Niat Tanpa Keahlian Hanya Khayalan."*

— **Kalimasada**

## RINGKASAN

**Farhan Kumara Abdiel** Klasifikasi Penyakit Mulut dan Kuku pada Sapi Berbasis Citra Menggunakan *Convolutional Neural Network*, Skripsi, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2026

Kata Kunci : *Convolutional Neural Network*, EfficientNetV2B0, Klasifikasi Citra, Penyakit Mulut dan Kuku, *Transfer Learning*

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) merupakan penyakit hewan menular dengan tingkat penyebaran tinggi yang menyerang hewan berkuku belah, termasuk sapi, dengan gejala berupa lepuh atau lesi pada bagian mulut dan kuku. Identifikasi PMK secara manual di lapangan masih mengandalkan pengamatan gejala klinis sehingga rawan keterlambatan dan kesalahan diagnosis karena gejalanya mirip dengan gangguan kesehatan lain. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model klasifikasi citra berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur EfficientNetV2B0 untuk mengidentifikasi kondisi PMK dan sehat pada bagian mulut dan kuku sapi, sekaligus menguji kinerja model tersebut berdasarkan nilai akurasi dan metrik evaluasi lainnya. Model dikembangkan menggunakan pendekatan *transfer learning* dua fase, yaitu fase Pelatihan Classifier Head dan fase *fine-tuning*, dengan arsitektur *dual pooling* (*Global Average Pooling* dan *Global Max Pooling*) yang digabungkan sebelum masuk ke lapisan *dense*. Model dilatih untuk mengklasifikasikan citra ke dalam empat kelas, yaitu Mulut\_PMK, Mulut\_Sehat, Kuku\_PMK, dan Kuku\_Sehat, menggunakan dataset citra yang bersumber dari Roboflow dan Kaggle. Pengujian dilakukan dengan variasi *learning rate* dan jumlah *epoch* untuk memperoleh konfigurasi pelatihan terbaik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konfigurasi terbaik diperoleh pada *learning rate* 0,001 selama 20 *epoch* pada fase Pelatihan Classifier Head dan 0,0001 selama 30 *epoch* pada fase *fine-tuning*, dengan akurasi evaluasi sebesar 94% dan nilai *macro average F1-score* sebesar 0,94. Pengujian sistem menggunakan 40 citra baru di luar dataset menghasilkan 37 prediksi benar dengan akurasi 92,5%. Model kemudian diintegrasikan ke dalam sistem berbasis Flask yang mampu menerima unggahan citra dan menampilkan hasil klasifikasi beserta nilai keyakinan model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model EfficientNetV2B0 dapat digunakan sebagai alat bantu identifikasi awal PMK pada sapi secara lebih cepat dan objektif, meskipun tidak dimaksudkan untuk menggantikan pemeriksaan oleh dokter hewan.

## PRAKATA

Puji Syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas ridha dan karunianya peneliti dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini. Penulisan ini juga tak lepas dari dukungan pihak yang selalu membantu dalam penulisan penelitian ini. Oleh karenanya peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri.
2. Dr. Sulistiono, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri.
3. Risa Helilintar, M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri.
4. Ratih Kumalasari N, S.ST., M.Kom dan Danar Putra P, M.Kom selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah mengarahkan kami selama mengerjakan skripsi.
5. Kedua Orang Tua saya dan Keluarga atas doa dan dukungannya.
6. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu menyelesaikan penulisan penelitian ini.

Disadari penelitian ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak.

Kediri, 17 Juli 2026



Farhan Kumara Abdiel  
221302020204

## DAFTAR ISI

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| HALAMAN SAMPUL .....                        | i    |
| LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI ..... | ii   |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                     | iii  |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....    | iv   |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                   | v    |
| HALAMAN MOTTO .....                         | vi   |
| RINGKASAN .....                             | vii  |
| PRAKATA.....                                | viii |
| DAFTAR ISI.....                             | ix   |
| DAFTAR TABEL.....                           | xi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                         | xii  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                     | 1    |
| A. Latar Belakang .....                     | 1    |
| B. Identifikasi Masalah .....               | 3    |
| C. Rumusan Masalah .....                    | 3    |
| D. Batasan Masalah.....                     | 4    |
| E. Tujuan Penelitian .....                  | 5    |
| F. Manfaat Penelitian .....                 | 5    |
| BAB II LANDASAN TEORI .....                 | 7    |
| A. Teori dan Penelitian Terdahulu.....      | 7    |
| 1. Landasan Teori.....                      | 7    |
| 2. Kajian Pustaka.....                      | 27   |
| B. Kerangka Berpikir.....                   | 31   |
| BAB III METODE PENELITIAN.....              | 35   |
| A. Desain Penelitian.....                   | 35   |
| B. Instrumen Penelitian.....                | 37   |
| C. Tempat dan Jadwal Penelitian.....        | 39   |
| D. Objek Penelitian/Subjek Penelitian.....  | 40   |
| E. Prosedur Penelitian.....                 | 42   |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| F. Teknik Analisis Data.....      | 45  |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... | 58  |
| A. Hasil Penelitian .....         | 58  |
| B. Pembahasan.....                | 91  |
| BAB V PENUTUP.....                | 95  |
| A. Kesimpulan .....               | 95  |
| B. Saran.....                     | 95  |
| DAFTAR PUSTAKA .....              | 97  |
| LAMPIRAN.....                     | 100 |

## DAFTAR TABEL

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.1 Dataset.....                                  | 47 |
| Tabel 3.2 Jadwal Penelitian.....                        | 49 |
| Tabel 3.3 <i>Confusion Matrix</i> .....                 | 65 |
| Tabel 4.1 Pembagian Data .....                          | 78 |
| Tabel 4.2 Pengujian Website.....                        | 87 |
| Tabel 4.3 Hasil Pengujian Learning Rate dan Epoch ..... | 90 |
| Tabel 4.4 Classification Report.....                    | 94 |
| Tabel 4.5 Hasil Pengujian Klasifikasi Kuku PMK .....    | 97 |
| Tabel 4.6 Hasil Pengujian Klasifikasi Kuku Sehat .....  | 98 |
| Tabel 4.7 Hasil Pengujian Klasifikasi Mulut pmk .....   | 98 |
| Tabel 4.8 Hasil Pengujian Klasifikasi Mulut sehat.....  | 99 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Mulut PMK .....                                                      | 20 |
| Gambar 2.2 Kuku PMK .....                                                       | 21 |
| Gambar 2.3 Arsitektur CNN .....                                                 | 24 |
| Gambar 2.4 Ilustrasi <i>Convolutional Layer</i> .....                           | 25 |
| Gambar 2.5 Ilustrasi <i>Relu</i> .....                                          | 27 |
| Gambar 2.6 <i>Pooling Layer</i> .....                                           | 28 |
| Gambar 2.7 Ilustrasi <i>Fully Conected Layer</i> .....                          | 30 |
| Gambar 2.8 <i>Block EfficientNetV2B0</i> .....                                  | 33 |
| Gambar 2.9 Arsitektur <i>EfficientNetV2B0</i> .....                             | 34 |
| Gambar 2.10 Kerangka Berpikir .....                                             | 40 |
| Gambar 3.1 Alur Tahapan Penelitian Metode <i>Waterfall</i> .....                | 52 |
| Gambar 3.2 <i>Use Case</i> .....                                                | 54 |
| Gambar 3.3 <i>Activity Diagram</i> .....                                        | 55 |
| Gambar 3.4 <i>Sequence Diagram</i> .....                                        | 56 |
| Gambar 3.5 <i>Class Diagram</i> .....                                           | 57 |
| Gambar 3.6 Desain Antarmuka .....                                               | 58 |
| Gambar 3.7 Kuku PMK .....                                                       | 60 |
| Gambar 4.1 <i>Resize</i> .....                                                  | 68 |
| Gambar 4.2 <i>Normalisasi</i> .....                                             | 69 |
| Gambar 4.3 <i>Rotation</i> .....                                                | 71 |
| Gambar 4.4 <i>Width Shift</i> .....                                             | 72 |
| Gambar 4.5 <i>Height Shift</i> .....                                            | 73 |
| Gambar 4.6 <i>Zoom</i> .....                                                    | 74 |
| Gambar 4.7 <i>Horizontal Flip</i> .....                                         | 75 |
| Gambar 4.8 <i>Brightness</i> .....                                              | 76 |
| Gambar 4.9 <i>Shear</i> .....                                                   | 77 |
| Gambar 4.10 Halaman Utama .....                                                 | 85 |
| Gambar 4.11 Hasil Klasifikasi .....                                             | 86 |
| Gambar 4.12 Grarfik Training & Validation <i>Accurasy</i> dan <i>Loss</i> ..... | 93 |
| Gambar 4.13 <i>Confussion Matrix</i> .....                                      | 95 |

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) merupakan salah satu penyakit hewan menular yang memiliki tingkat penyebaran tinggi dan dapat menyebar lintas wilayah maupun negara . Penyakit ini menjadi perhatian serius karena berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi akibat penurunan produktivitas ternak dan meningkatnya biaya pengendalian wabah. PMK umumnya menyerang hewan berkuku belah, termasuk sapi, dengan gejala berupa lepuh atau lesi pada bagian mulut dan kuku. Tingginya tingkat penyebaran serta kemiripan gejala dengan kondisi kesehatan lainnya menyebabkan proses identifikasi PMK memerlukan ketelitian yang tinggi (Disty Ayu Sekarsana, 2024). Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi pengolahan citra dan kecerdasan buatan dapat menjadi alternatif untuk membantu proses deteksi dan klasifikasi PMK secara lebih cepat dan akurat.

Tingginya tingkat penyebaran PMK menyebabkan proses penanganan penyakit harus dilakukan secara cepat dan tepat untuk mencegah meluasnya wabah. Namun, identifikasi awal PMK di lapangan masih menghadapi berbagai kendala karena diagnosis umumnya dilakukan berdasarkan pengamatan gejala klinis pada ternak. Faktor seperti tingginya mobilitas ternak, kepadatan hewan di lokasi perdagangan, serta keterlambatan pelaporan kasus dapat meningkatkan risiko penyebaran penyakit dan menghambat upaya pengendalian. Selain itu, kemiripan gejala PMK dengan gangguan kesehatan lainnya berpotensi menimbulkan kesalahan identifikasi pada tahap awal (Pertanian, 2022). Kondisi tersebut menunjukkan perlunya metode yang mampu membantu proses identifikasi secara lebih objektif, cepat, dan akurat guna mendukung pengambilan keputusan dalam pengendalian PMK.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan penerapan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur

*EfficientNetV2B0* untuk mendukung proses identifikasi dini Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) pada sapi berbasis citra digital. Model yang dikembangkan dirancang untuk mengklasifikasikan citra ke dalam empat kategori, yaitu mulut terindikasi PMK, mulut sehat, kuku terindikasi PMK, dan kuku sehat. Penggunaan CNN memungkinkan proses ekstraksi fitur citra dilakukan secara otomatis sehingga model dapat mengenali pola serta karakteristik visual yang membedakan setiap kategori. Arsitektur *EfficientNetV2B0* dipilih karena mampu memberikan keseimbangan antara tingkat akurasi dan efisiensi komputasi dalam proses klasifikasi citra. Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat membantu proses identifikasi awal PMK secara lebih cepat, konsisten, dan objektif dibandingkan dengan metode pengamatan visual konvensional. Selain itu, sistem tersebut diharapkan dapat mendukung upaya deteksi dini serta pengendalian penyebaran PMK pada sapi secara lebih efektif.

Berbagai penelitian terdahulu telah menerapkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk klasifikasi citra Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) pada sapi dan menunjukkan hasil yang cukup baik. Penelitian yang dilakukan oleh (Zebua, 2023) menunjukkan bahwa CNN memiliki kemampuan yang efektif dalam mengenali karakteristik visual penyakit melalui proses ekstraksi fitur secara otomatis. Selain itu, (Pahlawan et al., 2026) menyatakan bahwa penerapan CNN pada klasifikasi citra penyakit mampu menghasilkan tingkat akurasi yang relatif tinggi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa CNN memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan dalam proses identifikasi penyakit berbasis citra digital. Namun, penelitian yang secara khusus menerapkan arsitektur *EfficientNetV2B0* untuk mengklasifikasikan citra PMK berdasarkan bagian tubuh sapi, yaitu mulut dan kuku, masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji efektivitas arsitektur tersebut dalam mendukung proses identifikasi dini PMK pada sapi.

Penelitian ini berfokus pada penyusunan model klasifikasi citra untuk mengelompokkan kondisi PMK dan sehat pada bagian mulut dan

kuku sapi menggunakan pendekatan *Convolutional Neural Network*. Tahapan yang dilakukan mencakup pengumpulan dan praproses citra, perancangan dan pelatihan model *EfficientNetV2B0* dengan memanfaatkan bobot awal *pre-trained*, serta evaluasi kinerja model menggunakan metrik evaluasi yang sesuai. Melalui pendekatan ini diharapkan diperoleh model yang cukup akurat dan ringan sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu identifikasi PMK pada peternak serta memberikan kontribusi pada penerapan *computer vision* di bidang kesehatan hewan.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) memiliki tingkat penularan yang sangat cepat, sehingga keterlambatan dalam mendeteksi gejala awal pada ternak dapat menyebabkan meluasnya penyebaran penyakit dan meningkatkan potensi kerugian ekonomi.
2. Identifikasi PMK di lapangan masih bergantung pada pengamatan visual oleh peternak atau tenaga terkait, sehingga hasil diagnosis awal berpotensi bersifat subjektif dan dipengaruhi oleh tingkat pengalaman pengamat.
3. Kemiripan gejala PMK dengan beberapa gangguan kesehatan lainnya masih berpotensi menimbulkan kesalahan dalam membedakan ternak yang terinfeksi dan yang sehat pada tahap identifikasi awal.
4. Pemanfaatan teknologi pengolahan citra berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN), khususnya arsitektur *EfficientNetV2B0*, untuk klasifikasi citra PMK berdasarkan bagian mulut dan kuku sapi masih relatif terbatas.

## **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun model klasifikasi citra berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mengidentifikasi kondisi Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) dan kondisi sehat pada bagian mulut dan kuku sapi?
2. Bagaimana kinerja model *EfficientNetV2B0* dalam mengklasifikasikan citra mulut dan kuku sapi ke dalam empat kategori, yaitu mulut terindikasi PMK, mulut sehat, kuku terindikasi PMK, dan kuku sehat berdasarkan metrik evaluasi yang digunakan?

#### **D. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini lebih terarah dan terfokus, maka batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas klasifikasi citra sapi untuk mengidentifikasi kondisi Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) dan kondisi sehat.
2. Bagian tubuh sapi yang dianalisis dalam penelitian ini dibatasi pada bagian mulut dan kuku sebagai indikator klinis utama PMK.
3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *EfficientNetV2B0* dengan memanfaatkan bobot awal *pre-trained* sebagai dasar pelatihan.
4. Klasifikasi citra dilakukan ke dalam empat kelas, yaitu mulut terdeteksi PMK, mulut terdeteksi sehat, kuku terdeteksi PMK, dan kuku terdeteksi sehat.
5. Implementasi sistem menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan bantuan pustaka pengolahan citra dan *deep learning* yang umum digunakan, seperti *OpenCV* dan *TensorFlow* atau sejenisnya.
6. Penelitian ini hanya berfokus pada pengembangan dan evaluasi model, tanpa membahas aspek implementasi sistem secara penuh di lapangan atau kebijakan pengendalian PMK.
7. Evaluasi kinerja sistem dilakukan menggunakan data uji yang tersedia dengan beberapa ukuran kinerja, seperti akurasi dan metrik akurasi,

*precision, recall, FI-score*, serta *confusion matrix*, tanpa uji coba langsung pada skala peternakan yang luas.

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan model klasifikasi citra berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *EfficientNetV2B0* untuk mengidentifikasi kondisi Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) dan kondisi sehat pada bagian mulut dan kuku sapi.
2. Menyusun dan menguji arsitektur *Convolutional Neural Network* pada sistem klasifikasi citra tersebut sehingga diketahui kinerja model dalam mengelompokkan sapi terduga Penyakit Mulut dan Kuku dan sapi sehat berdasarkan nilai akurasi dan metrik evaluasi lain yang digunakan.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Apabila tujuan penelitian dapat tercapai dan rumusan masalah dapat terjawab dengan baik, maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

##### **1. Manfaat Teoritis**

- a) Memberikan kontribusi referensi ilmiah mengenai penerapan pengolahan citra dan *Convolutional Neural Network* untuk klasifikasi citra sapi berdasarkan kondisi Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) dan kondisi sehat pada bagian mulut dan kuku.
- b) Menjadi bahan acuan bagi pengembangan penelitian selanjutnya di bidang visi komputer untuk kesehatan hewan, khususnya dalam penerapan metode pembelajaran mendalam pada penyakit hewan strategis seperti PMK.

##### **2. Bagi Peneliti**

- a) Memberikan pengalaman dan pemahaman praktis dalam proses perancangan, pelatihan, dan evaluasi model *Convolutional Neural*

*Network* pada data citra hewan dengan keterbatasan sumber daya komputasi.

- b) Menjadi landasan untuk pengembangan penelitian lanjutan, baik melalui penambahan data, penggunaan arsitektur atau metode lain, maupun pengembangan sistem identifikasi yang lebih komprehensif.

### **3. Bagi Peternak dan Pihak Terkait**

- a) Memberikan gambaran pemanfaatan teknologi pengenalan citra sebagai alat bantu identifikasi awal kondisi sapi, sehingga peternak dapat lebih cepat menyadari adanya gejala yang mengarah pada PMK.
- b) Menjadi bahan pertimbangan dalam pengembangan sistem pendukung keputusan, sehingga proses deteksi awal dan penanganan kasus PMK tidak hanya bergantung pada pengamatan manual.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akinsulie, O. C., Idris, I., Aliyu, V. A., Shahzad, S., Banwo, O. G., Ogunleye, S. C., Olorunshola, M., Okedoyin, D. O., Ugwu, C., Oladapo, I. P., Gbadegoye, J. O., Akande, Q. A., Babawale, P., Rostami, S., & Soetan, K. O. (2024). The Potential Application of Artificial Intelligence in Veterinary Clinical Practice and Biomedical Research. *Frontiers in Veterinary Science*, 1(31), 1–10. <https://doi.org/10.2289/fvets.2024.1347550>
- Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Dujaili, A. Al, Duan, Y., Shamma, O. Al, Santamaria, J., Fadhel, M. A., Amidie, M. Al, & Farhan, L. (2021). Review of Deep Learning: Concepts, CNN Architectures , Challenges, Applications, Future Directions. *Journal of Big Data*, 8(5), 1–74. <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00444-8>
- Andreas, E., & Widhiarso, W. (2023). KLASIFIKASI PENYAKIT MATA KATARAK MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR INCEPTION V3. *The 2ND MDP Student Conference (MSC)*, 2(1), 107–113. <https://doi.org/https://doi.org/10.35957/mdp-sc.v2i1.3660>
- Arirul, M. P., Rakhmania, A. E., & Dali, S. W. (2024). Implementasi Klasifikasi Jenis Tembakau Cacah dengan Metode Convolutional Neural Network 9CNN) Pada CV Malikus. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (JATI)*, 8(6), 120–128.
- Ashillah, S., Gulo, S. A., Rahmi, Y., & Niska, D. Y. (2025). Implementasi Algoritma Pengolahan Citra Digital untuk Perbaikan Kualitas Gambar. *Jurnal Sistem Komputer & Kecerdasan Buatan (SISIKOM-KB)*, 8(3).
- Belsham, G. J., Botner, A. G., & Lohse, L. (2021). *Foot-and-Mouth Disease In Animals*. KobenHavns Universitet. <https://www.msdivetmanual.com/generalized-conditions/foot-and-mouth-disease/foot-and-mouth-disease-in-animals>
- Dijaya, R., & Setiawan, H. (2023). *Buku Ajar Pengolahan Citra Digital*. UMSIDA Press.
- Gurucharan, M. (20226). *Arsitektur CNN Dasar: Bagaimana 5 Lapisan Bekerja Bersama*. UpGrad.Com. <https://www.upgrad.com/blog/basic-cnn-architecture/>
- Hadi, M. Z. S., Fahreza, R. B., Dwimagfiroh, D., Pratiarso, A., & Mahmudah, H. (2024). Detection System of Cattle Foot and Mouth Disease (FMD) using Deep Learning. *Proceedings of the International Conference on Applied Science and Technology on Engineering Science*, 2, 339–351. <https://doi.org/10.2991/978-94-6463-364-1>

- Indarjulianto, S., Sugiyanto, C., Pertiwiningrum, A., Yanuarto, Nururrozi, A., Prabowo, T. A., & Fauzi, A. S. (2021). Kepincangan Akibat Kuku Abnormal pada Sapi Perah di Kandang dengan Alas Karet dan Beton. *Jurnal Sains Veteriner*, 39(2), 8. <https://doi.org/10.22146/jsv.61684>
- Kurnianto, A., & Ningsih, A. F. (2024). Laporan Kasus: Indigesti Sederhana Pada Sapi Lomousin di KUD Karya Bhakti, Ngancar, Kediri. *Jurnal Vitek Bidang Kedokteran Hewan*, 14(1), 49–54. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.30742/jv.v14i1.225>
- Naufal, D. H., & Rahmadewi, R. (2024). Pengelolaan Citra Digital (Perbandingan Studi Kasus Antara Klasifikasi Warna Menggunakan Pengolahan Model Warna HSV Dan Penerapan Metode Konvolusi Dalam Pengolahan Citra Digital). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(20), 168–177. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.14272836>
- Nurhasanah, Y. I., & Nurfayza, R. A. (2025). PERBANDINGAN VARIAN MODEL EFFICIENTNETV2 PADA CITRA COMPARISON OF EFFICIENTNETV2 MODEL VARIANTS ON OSTEOSARCOMA HISTOLOGY. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 12(5), 1027–1036.
- Pahlawan, M. R., Sahriani, & Mukjizat, S. (2026). Klasifikasi Citra Klinis Penyakit Mulut dan Kuku Sapi Berbasis Convolutional Neural Network. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi Indonesia*, 11(1), 11–18.
- Pertanian, D. J. P. dan K. H. K. (2022). *Kesiagaan Darurat Veteriner Indonesia Seri Penyakit Mulut dan Kuku (Kiat Vetindo PMK)* (Edisi 3.1).
- Priadana, A. (2021). Analisis Pengaruh Ukuran Citra Hasil Resizing terhadap Jumlah Keypoint Hasil Ekstraksi Ciri pada Metode Sift dan Surf. *Teknomatika: Jurnal Informatika Dan Komputer*, 11(1), 9–18.
- Putra, R. P. S., Aditya, C. S. K., & Wicaksono, G. W. (2024). Herbal Leaf Classification Using Deep Learning Model EfficientNetV2B0. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer (JITK)*, 9(2), 301–307. <https://doi.org/10.33480/jitk.v9i2.5119.HERBAL>
- Radjartha, S., Rudin, N., Tsubaisa, M. R., & Suhayah, Y. (2026). Penerapan Deep Learning CNN (Convolution Neural Network) untuk Deteksi Objek dengan Konsep YOLO. *JRIIN: Jurnal Riset Informatika Dan Inovasi*, 3(8), 2293–2295.
- Siagian, S., Ibnutama, K., & Mahyuni, R. (2022). Implementasi Metode Ekstraksi Ciri Warna Untuk Mendeteksi Kematangan Buah Jeruk. *Jurnal Sistem Informasi TGD*, 1(6), 898–905. <https://doi.org/https://doi.org/10.53513/jursi.v1i6.5861>
- Tama, A. M., & Santi, R. C. N. (2023). Klasifikasi Jenis Tanaman Hias

- Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 6(2), 764–770. <https://doi.org/https://doi.org/10.31539/intecom.v6i2.7002>
- Tan, M., & Le, Q. V. (2021). EfficientNetV2: Smaller Models and Faster Training. *Proceedings of Machine Learning Research (PMLR)*, 8(5).
- Xiao, S., Dhand, N. K., Wang, Z., Hu, K., Thomson, P. C., House, J. K., & Khatkar, M. S. (2025). Review of Applications of Deep Learning in Veterinary Diagnostics and Animal Health. *Frontiers in Veterinary Science*, 2(12), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1511522>
- Zafar, A., Aamir, M., Nawi, N. M., Arshad, A., Riaz, S., Alruban, A., Dutta, A. K., & Almotairi, S. (2022). A Comparison of Pooling Methods for Convolutional Neural Networks. *Applied Sciences MDPI*, 8(12), 1–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app12178643>
- Zebua, H. (2023). *Pembuatan Model Deteksi Gejala Awal Penyakit Mulut dan Kuku pada Sapi Betbasis Citra Menggunakan Metode Convolutional Neural Network*.