



# IMPLEMENTASI EFFICIENTNET-B0 UNTUK KLASIFIKASI CITRA HISTOPATOLOGI KANKER PARU-PARU

**VIRAGITA ATHAYA HAURA**



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER  
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Implementasi EfficientNet-B0 Untuk Klasifikasi Citra Histopatologi Kanker Paru-Paru” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Mei 2026

Viragita Athaya Haura  
G6401211116

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## ABSTRAK

VIRAGITA ATHAYA HAURA. Implementasi EfficientNet-B0 Untuk Klasifikasi Citra Histopatologi Kanker Paru-Paru. Dibimbing oleh TOTO HARYANTO.

Kanker paru-paru merupakan penyebab utama kematian akibat kanker di seluruh dunia, yang menyumbang sekitar 18,7% dari semua kematian akibat kanker pada tahun 2022. Sehingga diagnosis dini melalui citra histopatologi menjadi sangat krusial. Penelitian ini mengimplementasikan arsitektur EfficientNet-B0 untuk klasifikasi citra histopatologi kanker paru pada kelas *normal*, *adenocarcinoma*, dan *squamous cell carcinoma*. Melalui uji coba 24 konfigurasi *hyperparameter*, model mencapai akurasi tertinggi sebesar 91% pada *learning rate* 0.0001 dan *freeze rate* -3. Meskipun penggunaan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) menghasilkan akurasi statistik yang identik dengan tanpa CLAHE, analisis Grad-CAM membuktikan bahwa CLAHE memberikan validitas klinis yang lebih unggul. *Heatmap* pada model dengan CLAHE menunjukkan fokus aktivasi yang lebih presisi pada massa tumor dan meminimalkan *noise* pada jaringan sehat, sehingga lebih andal untuk kebutuhan diagnosa medis.

**Kata Kunci:** citra histopatologi, *contrast limited adaptive histogram equalization* (CLAHE), EfficientNet-B0, Grad-CAM, kanker paru-paru, *transfer learning*

## ABSTRACT

*Lung cancer is the leading cause of cancer death worldwide, accounting for approximately 18.7% of all cancer deaths in 2022. Therefore, early diagnosis through histopathology images is crucial. This study implemented the EfficientNet-B0 architecture for histopathology image classification of lung cancer into normal, adenocarcinoma, and squamous cell carcinoma classes. Through testing 24 hyperparameter configurations, the model achieved a peak accuracy of 91% at a learning rate of 0.0001 and a freeze rate of -3. Although the use of Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) yielded identical statistical accuracy to that without CLAHE, Grad-CAM analysis demonstrated superior clinical validity. The heatmap of the CLAHE-enabled model demonstrated more precise activation focus on tumor masses and minimized noise in healthy tissue, making it more reliable for medical diagnostic purposes.*

**Keywords:** *histopathology images, contrast limited adaptive histogram equalization (CLAHE), EfficientNet-B0, Grad-CAM, lung cancer, transfer learning*



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 20XX<sup>1</sup>  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

# **IMPLEMENTASI EFFICIENTNET-B0 UNTUK KLASIFIKASI CITRA HISTOPATOLOGI KANKER PARU-PARU**

**VIRAGITA ATHAYA HAURA**

Skripsi  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana pada  
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER  
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 dr. Kartika Widya Rukmi, Sp.P.A.
- 2 Endang Purnama Giri, S.Kom., M.Kom.



### @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Implementasi EfficientNet-B0 Untuk Klasifikasi Citra  
Histopatologi Kanker Paru-Paru  
Nama : Viragita Athaya Haura  
NIM : G6401211116

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si.

---

Diketahui oleh

Ketua Program Sarjana Ilmu Komputer :

Dr. Sony Hartono Wijaya S.Kom., M.Kom.  
19810809 200812 1 002

---

Tanggal Ujian:  
26 Mei 2026

Tanggal Lulus:

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi EfficientNet-B0 Untuk Klasifikasi Citra Histopatologi Kanker Paru-paru”.

Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Kamaluddin dan Ibu Virca Dewi, serta adik penulis, Revandra Athaya Rizkika dan seluruh keluarga besar penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas seluruh doa dan dukungan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si. selaku pembimbing, Bapak Endang Purnama Giri, S.Kom., M.Kom. selaku penguji, serta Ibu dr. Kartika Widya Rukmi, Sp.P.A. selaku penguji dan pakar patologi Fakultas Kedokteran Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan arahan, bantuan, dan saran sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
3. Seluruh dosen dan staf di Program Studi Ilmu Komputer IPB yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa perkuliahan.
4. Sahabat penulis Aisya Shavira, Adela Disa, Andi Trissa, Ratu Syahla, Shafira Medina, dan Zahra Fildzananti atas doa, dukungan dan semangatnya untuk penulis.
5. Teman-teman S1 Ilmu Komputer angkatan 58, dan seluruh teman serta pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu, mendoakan, dan memberikan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

Secara khusus, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih untuk musik dan karya dari BTS dan Seventeen yang secara tidak langsung telah memberikan motivasi, semangat, dan hiburan bagi penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi penyempurnaan penelitian ini di masa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi yang berguna bagi penelitian selanjutnya.

Bogor, Mei 2026

*Viragita Athaya Haura*

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Citra Histopatologi Kanker Paru-Paru	5
2.3 <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i>	6
2.4 <i>Hyperparameter</i>	7
2.5 Grad-CAM	8
2.6 EfficientNet-B0	8
<b>III METODE</b>	<b>10</b>
3.1 Data Penelitian	10
3.2 Tahapan Penelitian	10
3.3 Pengumpulan Data	10
3.4 Pra-proses Data	11
3.5 Pembagian Data	11
3.6 Pembuatan Model	11
3.7 <i>Hyperparameter Tuning</i>	11
3.8 Evaluasi Model	12
3.9 Peralatan Penelitian	12
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>13</b>
4.1 Pembagian Data	13
4.2 Implementasi Praproses Data	13
4.3 Analisis Performa Model	14
4.4 Visualisasi Model	14
4.5 Validasi Pakar	18
<b>V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>25</b>
5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran	25
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>27</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>31</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b>	<b>32</b>

## DAFTAR TABEL

1 Penelitian terkait klasifikasi kanker paru-paru	4
2 Hasil pelatihan model dari seluruh kombinasi	14
3 Hasil penelitian & validasi pakar	18

## DAFTAR GAMBAR

1 Pola histopatologi <i>adenocarcinoma</i> pada paru-paru (Solis <i>et al.</i> 2012)	6
2 Pola histopatologi <i>squamous cell carcinoma</i> (Prabhu <i>et al.</i> 2022)	6
3 Arsitektur EfficientNet-B0	9
4 Tahapan penelitian	10
5 Visualisasi Grad-Cam pada sampel kasus 8	16
6 Visualisasi Grad-Cam pada sampel kasus 11	16
7 Visualisasi Grad-Cam pada sampel kasus 9	17
8 Visualisasi Grad-Cam pada sampel kasus 12	17
9 <i>Confusion matrix</i> pada model terbaik	18
10 Visualisasi Grad-Cam pada model terbaik	18