

# **ANALISIS KLASIFIKASI CITRA HISTOPATOLOGI KANKER PARU-PARU MENGGUNAKAN ARSITEKTUR DENSENET121**

**HILAL ROSYID PUTRA**



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER  
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**

- 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 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.

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

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Klasifikasi Citra Histopatologi Kanker Paru-paru Menggunakan Arsitektur DenseNet121” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun 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 2025

Hilal Rosyid Putra  
G6401211112

- 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.



## ABSTRAK

HILAL ROSYID PUTRA. Analisis Klasifikasi Citra Histopatologi Kanker Paru-paru Menggunakan Arsitektur DenseNet121. Dibimbing oleh TOTO HARYANTO

Secara global, diperkirakan terdapat 2,4 juta kasus baru kanker paru-paru dan sekitar 1,8 juta kematian pada tahun 2022, mewakili 18,7% dari seluruh kematian akibat kanker. Kanker paru merupakan penyebab kematian utama, yaitu 14,1% (30,843 kematian) dari seluruh kematian akibat kanker di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model *convolutional neural network* dengan arsitektur DenseNet121 dalam memprediksi status kanker paru-paru pada citra histopatologi. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari dataset LungHist700 yang terdiri atas 691 citra histopatologi jaringan kanker paru-paru dan terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu *normal*, *adenocarcinoma*, dan *squamous cell carcinoma*. Arsitektur DenseNet121 digunakan untuk melatih model karena kemampuannya dalam mengurangi kebutuhan sumber daya komputasi yang tinggi. Pada penelitian ini, terdapat delapan kombinasi model yang dihasilkan dari kombinasi praproses *contrast limited adaptive histogram equalization* (CLAHE) dan tanpa CLAHE, serta hyperparameter. Model terbaik dihasilkan dari model dengan praproses CLAHE, learning rate  $1 \times 10^{-5}$ , batch size 16, yang mencapai akurasi 89,93%, precision 90,30%, sensitivitas 89,93%, F1-Score 89,97%, dan *balanced accuracy* 91,53%.

**Kata Kunci:** citra histopatologi, *contrast limited adaptive histogram equalization* (CLAHE), *convolutional neural network* (CNN), *deep learning*, DenseNet121, klasifikasi kanker paru-paru

## ABSTRACT

HILAL ROSYID PUTRA. Lung Cancer Histopathological Image Classification Analysis Using the DenseNet121 Architecture. Supervised by TOTO HARYANTO.

Globally, it is estimated that there were 2.4 million new cases of lung cancer and approximately 1.8 million deaths in 2022, representing 18.7% of all cancer-related deaths. Lung cancer is the leading cause of cancer mortality in Indonesia, accounting for 14.1% (30,843 deaths) of all cancer deaths. This study aims to develop a convolutional neural network model with the DenseNet121 architecture to predict lung cancer status from histopathological images. The data used in this study comes from the LungHist700 dataset, which consists of 691 histopathological images of lung cancer tissue divided into three classes, *normal*, *adenocarcinoma*, and *squamous cell carcinoma*. The DenseNet121 architecture was chosen to train the model due to its ability to reduce the need for high computational resources. In this study, eight model combinations were created from the use of preprocessing with *contrast limited adaptive histogram equalization* (CLAHE) and without CLAHE, along with different hyperparameters. The best model was obtained from the combination using CLAHE preprocessing, a learning rate of  $1 \times 10^{-5}$ , and a

*batch size of 16, achieving an accuracy of 89.93%, precision of 90.30%, sensitivity of 89.93%, F1-Score of 89.97%, and balanced accuracy of 91.53%.*

*Keywords: contrast-limited adaptive histogram equalization (CLAHE), convolutional neural network (CNN), deep learning, DenseNet121, histopathological imaging, lung cancer classification*

@Hak cipta milik IPB University

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.



- 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 2025  
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.*



# **ANALISIS KLASIFIKASI CITRA HISTOPATOLOGI KANKER PARU-PARU MENGGUNAKAN ARSITEKTUR DENSENET121**

**HILAL ROSYID PUTRA**

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  
BOGOR  
2025**

- 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 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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.
2. Prof. Dr. Yeni Herdiyeni, S.Si., M.Kom.





Judul Skripsi : Analisis Klasifikasi Citra Histopatologi Kanker Paru-paru  
Menggunakan Arsitektur DenseNet121

Nama : Hilal Rosyid Putra  
NIM : G6401211112

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:  
5 Mei 2025

Tanggal Lulus:



## @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.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Klasifikasi Citra Histopatologi Kanker Paru-paru Menggunakan Arsitektur DenseNet121”.

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

1. Ayah dan ibu penulis, Bapak Mochamad Nurrosyid dan Ibu Yuni Astuti, serta kakak dan adik penulis, Faizal Rosyid Putra dan Tsabita Aulia Putri, atas seluruh doa dan dukungan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si. selaku pembimbing, Bapak Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom. dan Ibu Prof. Dr. Yeni Herdiyeni, S.Si., M.Kom. selaku penguji, serta Ibu dr. Kartika Widya Rukmi, Sp.P.A. selaku pakar patologi Fakultas Kedokteran Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan arahan, bantuan, saran, dan nasihat sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.
3. Teman-teman program studi S1 Ilmu Komputer angkatan 58 yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis selama menjalani masa kuliah di Institut Pertanian Bogor.
4. Teman dan sahabat penulis lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan semangat.
5. Seluruh dosen dan staf pegawai Departemen Ilmu Komputer Institut Pertanian Bogor yang telah membantu penulis selama menempuh studi.

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 mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menjadi referensi yang berguna bagi penelitian selanjutnya.

Bogor, Mei 2025

*Hilal Rosyid Putra*



## DAFTAR ISI

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| DAFTAR TABEL                                                        | xi |
| DAFTAR GAMBAR                                                       | xi |
| I PENDAHULUAN                                                       | 1  |
| 1.1 Latar Belakang                                                  | 1  |
| 1.2 Rumusan Masalah                                                 | 2  |
| 1.3 Tujuan                                                          | 3  |
| 1.4 Manfaat                                                         | 3  |
| 1.5 Ruang Lingkup                                                   | 3  |
| TINJAUAN PUSTAKA                                                    | 4  |
| 2.1 Penelitian Sebelumnya                                           | 4  |
| 2.2 Citra Histopatologi Kanker Paru-Paru                            | 5  |
| 2.3 <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i> | 12 |
| 2.4 <i>Convolutional Neural Network, DenseNet121</i>                | 13 |
| 2.5 <i>Hyperparameter</i>                                           | 15 |
| 2.6 Grad-CAM                                                        | 16 |
| 2.7 Django                                                          | 16 |
| III METODE                                                          | 17 |
| 3.1 Data Penelitian                                                 | 17 |
| 3.2 Tahapan Penelitian                                              | 17 |
| 3.3 Praproses Data                                                  | 18 |
| 3.4 Pembagian Data                                                  | 19 |
| 3.5 Pemodelan DenseNet121                                           | 20 |
| 3.6 Evaluasi Model                                                  | 20 |
| 3.7 Implementasi Sistem Berbasis <i>Website</i>                     | 21 |
| 3.8 Lingkungan Pengembangan                                         | 22 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                                             | 23 |
| 4.1 Pembagian Data                                                  | 23 |
| 4.2 Praproses Data                                                  | 23 |
| 4.3 Pelatihan Model DenseNet121                                     | 26 |
| 4.4 Evaluasi dan Analisis Model                                     | 28 |
| 4.5 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya                       | 31 |
| 4.6 Visualisasi <i>Feature Importance</i>                           | 31 |
| 4.7 Implementasi Sistem Berbasis <i>Website</i>                     | 35 |
| V SIMPULAN DAN SARAN                                                | 38 |
| 5.1 Simpulan                                                        | 38 |
| 5.2 Saran                                                           | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA                                                      | 39 |
| LAMPIRAN                                                            | 45 |
| RIWAYAT HIDUP                                                       | 47 |

## DAFTAR TABEL

|   |                                                                                                               |    |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Penelitian-penelitian terkait klasifikasi kanker paru-paru                                                    | 4  |
| 2 | Sebaran dataset LungHist700 (Diosdado <i>et al.</i> 2024)                                                     | 17 |
| 3 | Konfigurasi <i>hyperparameter tuning</i> untuk pelatihan model                                                | 20 |
| 4 | Hasil <i>Training</i> menggunakan <i>Stratified 5-Fold Cross Validation</i> dan Hasil <i>Testing Accuracy</i> | 26 |
| 5 | Hasil Pengujian Menggunakan Data Uji                                                                          | 28 |
| 6 | Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya                                                                     | 31 |

## DAFTAR GAMBAR

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Histologi paru-paru normal. a. Wilayah alveolar; alveolus terbuka sepenuhnya untuk mendukung suplai oksigen melalui kapiler yang terletak di dalam septa antar-alveolar. b. Bronkiolus dalam <i>section</i> longitudinal. c. Trakea – bagian dari saluran napas atas (Rivera <i>et al.</i> 2023) | 6  |
| 2  | Tahapan inflamasi kanker paru-paru (Hendriks <i>et al.</i> 2024)                                                                                                                                                                                                                                 | 6  |
| 3  | Pola histopatologi <i>squamous cell carcinoma</i> (Prabhu <i>et al.</i> 2022)                                                                                                                                                                                                                    | 7  |
| 4  | Atipia sitologi dan mitosis pada <i>squamous cell carcinoma</i> (panah putih) (Steinmetz 2017)                                                                                                                                                                                                   | 8  |
| 5  | Pleomorfisme sel pada <i>squamous cell carcinoma</i> (panah hitam) dan <i>spindle cell carcinoma</i> (ditandai dengan tanda bintang) (Sung Kim <i>et al.</i> 2005)                                                                                                                               | 8  |
| 6  | Pola <i>solid</i> pada <i>squamous cell carcinoma</i> (Berezowska <i>et al.</i> 2024)                                                                                                                                                                                                            | 9  |
| 7  | Pola histopatologi <i>adenocarcinoma</i> (Eguchi <i>et al.</i> 2014)                                                                                                                                                                                                                             | 10 |
| 8  | Pola histopatologi <i>adenocarcinoma</i> ( <i>acinar, micropapillary, solid, cribriform</i> ) dan non-tumor (Gertych <i>et al.</i> 2019)                                                                                                                                                         | 10 |
| 9  | Pleomorfisme sel pada <i>adenocarcinoma</i> (panah hitam) dan <i>spindle cell carcinoma</i> (ditandai dengan tanda bintang) (Sung Kim <i>et al.</i> 2005)                                                                                                                                        | 11 |
| 10 | Contoh artefak yang terdapat pada citra histopatologi, di mana (a) mengandung aberasi kromatik dan area yang buram; (b) mengandung noise; dan (c) terdapat bagian spesimen yang tumpang tindih serta area yang buram (Ayyad <i>et al.</i> 2021)                                                  | 12 |
| 11 | Visualisasi histogram intensitas pixel sebelum CLAHE (kiri) dan sesudah CLAHE (kanan) (Rifai <i>et al.</i> 2024)                                                                                                                                                                                 | 13 |
| 12 | Arsitektur CNN (Purwono <i>et al.</i> 2023)                                                                                                                                                                                                                                                      | 13 |
| 13 | Lapisan konvolusi (Purwono <i>et al.</i> 2023)                                                                                                                                                                                                                                                   | 13 |
| 14 | Lapisan <i>pooling</i> (Purwono <i>et al.</i> 2023)                                                                                                                                                                                                                                              | 14 |
| 15 | Arsitektur DenseNet (Huang <i>et al.</i> 2017)                                                                                                                                                                                                                                                   | 15 |
| 16 | Tahapan penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                               | 18 |
| 17 | <i>K-fold cross validation</i> (Sevinç 2022)                                                                                                                                                                                                                                                     | 19 |
| 18 | <i>Stratified k-fold cross validation</i> (Duan 2023)                                                                                                                                                                                                                                            | 19 |
| 19 | <i>Multiclass confusion matrix</i> (Bonilla <i>et al.</i> 2023)                                                                                                                                                                                                                                  | 21 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 20 | Visualisasi perbandingan citra dan deteksi tepi citra kelas normal sebelum dan sesudah CLAHE. (a) Citra kelas normal sebelum CLAHE. (b) Citra kelas normal setelah CLAHE. (c) Deteksi tepi pada kelas normal sebelum CLAHE. (d) Deteksi tepi pada kelas normal setelah CLAHE                                                                                                                         | 24 |
| 21 | Visualisasi perbandingan citra dan deteksi tepi citra kelas <i>squamous cell carcinoma</i> sebelum dan sesudah CLAHE. (a) Citra kelas <i>squamous cell carcinoma</i> sebelum CLAHE. (b) Citra kelas <i>squamous cell carcinoma</i> setelah CLAHE. (c) Deteksi tepi pada kelas <i>squamous cell carcinoma</i> sebelum CLAHE. (d) Deteksi tepi pada kelas <i>squamous cell carcinoma</i> setelah CLAHE | 24 |
| 22 | Visualisasi perbandingan citra dan deteksi tepi citra kelas <i>adenocarcinoma</i> sebelum dan sesudah CLAHE. (a) Citra kelas <i>adenocarcinoma</i> sebelum CLAHE. (b) Citra kelas <i>adenocarcinoma</i> setelah CLAHE. (c) Deteksi tepi pada kelas <i>adenocarcinoma</i> sebelum CLAHE. (d) Deteksi tepi pada kelas <i>adenocarcinoma</i> setelah CLAHE                                              | 24 |
| 23 | Sampel citra kelas <i>squamous cell carcinoma</i> setelah diaugmentasi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 25 |
| 24 | Sampel citra kelas normal setelah diaugmentasi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 25 |
| 25 | Sampel citra kelas <i>adenocarcinoma</i> setelah diaugmentasi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 26 |
| 26 | <i>Learning curve</i> tahap <i>training</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 27 |
| 27 | <i>Confusion matrix</i> (%) pada pengujian menggunakan model terbaik. Label aca untuk kelas <i>adenocarcinoma</i> , nor untuk kelas normal, scc untuk kelas <i>squamous cell carcinoma</i>                                                                                                                                                                                                           | 29 |
| 28 | <i>Confusion matrix</i> pada pengujian menggunakan model terbaik. Label aca untuk kelas <i>adenocarcinoma</i> , nor untuk kelas normal, scc untuk kelas <i>squamous cell carcinoma</i>                                                                                                                                                                                                               | 30 |
| 29 | Grad-CAM prediksi benar kelas <i>adenocarcinoma</i> terfokus pada pola <i>acinar</i> . (a) Gambar citra digital kanker paru kelas <i>adenocarcinoma</i> dan (b) gambar hasil deteksi sel kanker menggunakan Grad-CAM                                                                                                                                                                                 | 32 |
| 30 | Grad-CAM prediksi benar kelas <i>adenocarcinoma</i> terfokus pada pola <i>lepidic</i> . (a) Gambar citra digital kanker paru kelas <i>adenocarcinoma</i> dan (b) gambar hasil deteksi sel kanker menggunakan Grad-CAM                                                                                                                                                                                | 32 |
| 31 | Grad-CAM prediksi benar kelas normal terfokus pada area alveolar tanpa aktivitas mitosis. (a) Gambar citra digital kanker paru kelas <i>normal</i> dan (b) gambar hasil deteksi sel kanker menggunakan Grad-CAM                                                                                                                                                                                      | 33 |
| 32 | Grad-CAM prediksi benar kelas <i>squamous cell carcinoma</i> terfokus pada <i>intercellular bridges</i> (panah putih). (a) Gambar citra digital kanker paru kelas <i>squamous cell carcinoma</i> dan (b) gambar hasil deteksi sel kanker menggunakan Grad-CAM                                                                                                                                        | 33 |
| 33 | Grad-CAM prediksi benar kelas <i>squamous cell carcinoma</i> terfokus pada keratinisasi. (a) Gambar citra digital kanker paru kelas <i>squamous cell carcinoma</i> dan (b) gambar hasil deteksi sel kanker menggunakan Grad-CAM                                                                                                                                                                      | 33 |
| 34 | Grad-CAM kesalahan prediksi kelas <i>squamous cell carcinoma</i> terfokus pada pola <i>solid</i> dan pleomorfisme seluler (a), dibandingkan dengan Grad-CAM pola <i>solid</i> dan pleomorfisme seluler pada kelas <i>adenocarcinoma</i> (b)                                                                                                                                                          | 34 |





|    |                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 35 | Grad-CAM kesalahan prediksi kelas <i>adenocarcinoma</i> terfokus pada pola <i>solid</i> dan pleomorfisme seluler (a), dibandingkan dengan Grad-CAM pola <i>solid</i> dan pleomorfisme seluler pada kelas <i>squamous cell carcinoma</i> (b) | 35 |
| 36 | Tampilan aplikasi website klasifikasi kanker paru-paru                                                                                                                                                                                      | 35 |
| 37 | Hasil prediksi kelas normal                                                                                                                                                                                                                 | 35 |
| 38 | Hasil prediksi kelas <i>adenocarcinoma</i>                                                                                                                                                                                                  | 36 |
| 39 | Hasil prediksi kelas <i>squamous cell carcinoma</i>                                                                                                                                                                                         | 36 |
| 40 | Tampilan menu “Tentang Kami”                                                                                                                                                                                                                | 36 |
| 41 | Tampilan menu “Kanker Paru-Paru”                                                                                                                                                                                                            | 37 |
| 42 | Tampilan dari menu "Cara Penggunaan"                                                                                                                                                                                                        | 37 |
| 43 | Tampilan dari menu "Citra Histopatologi"                                                                                                                                                                                                    | 37 |

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 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.