**KLASIFIKASI JENIS SAMBAL MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN MOBILENETV2 DAN ADAPTIVE MOMENT ESTIMATION(ADAM)**

**PROPOSAL PENGAJUAN SKRIPSI**

Diajukan untuk menempuh Ujian Sarjana

pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Padjadjaran

**WIBI ANTO**

**NPM 140110200025**

****

**UNIVERSITAS PADJADJARAN**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA**

**JATINANGOR**

**2023**

ABSTRAK

Wibi Anto

NPM 140110200025

Kekayaan kuliner Indonesia bukan hanya mencerminkan beragam cita rasa dan aroma yang khas, tetapi juga membawa aspek budaya yang menarik, termasuk di dalamnya sambal. Sambal, yang merupakan komponen sentral dalam hidangan Indonesia, tidak hanya memberikan rasa pedas yang unik, tetapi juga mencerminkan keragaman budaya dan tradisi dari berbagai wilayah di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengklasifikasikan jenis-jenis sambal khas daerah menggunakan teknologi *Machine Learning* dengan model *MobileNetV2* dan mengoptimalkan parameter dengan menggunakan algoritma *Adaptive Moment Estimation* (Adam). Masalah yang diidentifikasi dalam penelitian ini terkait dengan peningkatan performa model klasifikasi sambal dan evaluasinya dengan menggunakan metrik akurasi. Data gambar sambal dikumpulkan, diberi label, dan diproses sebelum dibagi menjadi data latih dan data uji. Model *Machine Learning* dibangun dengan menerapkan *transfer learning* melalui *MobileNetV2*. Harapannya, hasil evaluasi model akan memberikan wawasan baru tentang kekayaan kuliner Indonesia dan akan berguna dalam mempermudah proses klasifikasi jenis sambal secara otomatis, sehingga dapat diterapkan pada berbagai platform. Penelitian ini menggabungkan konsep-konsep dasar dalam pemrograman seperti *Python, Google Colaboratory, Computer Vision, Image Classification, Convolutional Neural Network*, dan algoritma *Adam* sebagai pengoptimal. Oleh karena itu, penelitian ini berkontribusi pada upaya pelestarian dan pengembangan salah satu aset kuliner unik Indonesia, yaitu sambal, melalui penerapan teknologi *Machine Learning*.

**Kata kunci**: Sambal; Klasifikasi Gambar; *MobileNetV2*; *Adam Optimizer*.

*ABSTRACT*

Wibi Anto

NPM 140110200025

*The culinary richness of Indonesia not only reflects a variety of distinctive flavors and aromas but also encompasses an intriguing cultural aspect, including sambal. Sambal, which serves as a central component in Indonesian cuisine, not only provides a unique spicy taste but also mirrors the cultural diversity and traditions from various regions of Indonesia. The objective of this research is to classify various regional types of sambal using Machine Learning technology with the MobileNetV2 model and optimizing parameters using the Adaptive Moment Estimation (Adam) algorithm. The identified issue in this study pertains to improving the performance of the sambal classification model and evaluating it using accuracy metrics. Sambal image data is collected, labeled, and processed before being divided into training and testing datasets. The Machine Learning model is constructed by applying transfer learning through MobileNetV2. It is anticipated that the results of the model evaluation will offer fresh insights into Indonesia's culinary wealth and facilitate the automated sambal type classification process, making it applicable across various platforms. This research integrates fundamental programming concepts such as Python, Google Colaboratory, Computer Vision, Image Classification, Convolutional Neural Network, and the Adam algorithm as an optimizer. Therefore, this study contributes to the preservation and development of one of Indonesia's unique culinary assets, sambal, through the implementation of Machine Learning technology.*

***Keywords****: Sambal; Image Classification; MobileNetV2; Adam Optimizer.*

DAFTAR ISI

[ABSTRAK ii](#_Toc150977899)

[*ABSTRACT* iii](#_Toc150977900)

[DAFTAR ISI iv](#_Toc150977901)

[BAB I PENDAHULUAN 1](#_Toc150977902)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc150977903)

[1.2 Identifikasi Masalah 3](#_Toc150977904)

[1.3 Batasan Masalah 4](#_Toc150977905)

[1.4 Tujuan Penelitian 4](#_Toc150977906)

[1.5 Kegunaan Penelitian 5](#_Toc150977907)

[1.6 Metodologi Penelitian 5](#_Toc150977908)

[1.7 Sistematika Penulisan 6](#_Toc150977909)

[BAB II LANDASAN TEORI 7](#_Toc150977910)

[2.1 *TensorFlow* 7](#_Toc150977911)

[2.2 *Matplotlib* 7](#_Toc150977912)

[2.3 *Google Colaboratory* 7](#_Toc150977913)

[2.4 *Image Classification* 8](#_Toc150977914)

[2.5 *Optimizer* 8](#_Toc150977915)

[2.6 *Transfer Learning* 8](#_Toc150977916)

[2.7 *MobileNetV2* 9](#_Toc150977917)

[*2.7.1* *Convolutional Neural Network* 9](#_Toc150977918)

[*2.7.2* *Bottleneck Residual Block* 10](#_Toc150977919)

[*2.7.3* *Global Average Pooling* 10](#_Toc150977920)

[BAB III OBJEK DAN METODE PENELITIAN 11](#_Toc150977921)

[3.1. Objek Penelitian 11](#_Toc150977922)

[3.2. Metode Penelitian 11](#_Toc150977923)

[3.3. Alur Penelitian 13](#_Toc150977924)

[DAFTAR PUSTAKA 14](#_Toc150977925)

[TIMELINE 16](#_Toc150977926)

BAB I   
PENDAHULUAN

* 1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang kaya akan budaya dan kuliner. Makanan Indonesia memiliki ragam rasa dan aroma yang begitu khas, dan salah satu unsur penting dalam setiap hidangan Indonesia adalah sambal. Sambal telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kuliner Indonesia, mengisi hidangan dengan sentuhan pedas dan berbagai varian rasa yang menggugah selera.

Sambal bukan sekadar bumbu, namun juga merupakan fenomena dalam budaya kuliner Indonesia. Keberagaman jenis sambal yang ada mencerminkan keanekaragaman budaya dan tradisi di berbagai daerah di Indonesia(Maulana, 2021).

Indonesia memiliki berbagai jenis sambal khas daerah yang membuatnya semakin menarik. Per 2022, sebanyak 22 jenis sambal dari berbagai daerah telah menjadi warisan budaya tak benda yang termasuk ke dalam domain Kemahiran dan Kerajinan Tradisional (Kemdikbud, 2022). Namun, mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis sambal ini secara manual dapat menjadi tugas yang rumit. Inilah alasan mengapa *Image Classification* menggunakan *Machine Learning* dapat membantu dalam proses ini. Salah satu pendekatan model yang sering digunakan untuk permasalahan *image classification* adalah menggunakan *Neural Network* karena keandalannya yang dapat mengenali pola rumit dengan mengadaptasi prinsip kerja otak manusia.

*Image classification* merupakan topik yang sangat menarik untuk diaplikasikan untuk mengatasi berbagai macam bidang. Beberapa diantaranya adalah bidang perikanan, kebudayaan, hingga Kesehatan. Pada bidang perikanan, *Image Classification* banyak digunakan untuk identifikasi dan klasifikasi ikan. Dalam Fauzi et al., (2019), *Image Classification* digunakan untuk mengidentifikasi ikan air tawar dengan menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)*. Zhu et al., (2018) juga menggunakan *CNN* untuk mendeteksi objek bawah laut. Liu et al., (2019) mengklasifikasikan binatang laut dengan *Embedded System* berbasis *Mobilenet* dan *Transfer Learning*. Selain itu, Hanifa et al., (2023) juga menggunakan *CNN* dengan *MobileNetV2* untuk mendeteksi kesegaran ikan.

Pada sektor kebudayaan, *Machine Learning* dengan *CNN* digunakan untuk mengklasifikasikan Topeng Cirebon yang memiliki jenis topeng yang berbeda yaitu Panji, Samba, Rumyang, Kelana, dan Tumenggung (Kurniadi, 2021). Sedangkan, dalam Minarno et al., (2020) Machine Learning dengan Support Vectore Machine digunakan untuk melakukan klasifikasi jenis batik.

Pada sektor kesehatan, banyak peneliti yang juga menggunakan *Machine Learning*, terutama saat Pandemi *Covid-19* lalu. Saat itu, penggunaan masker yang baik dan benar menjadi salah satu cara untuk menekan penyebaran virus *Covid-19*. Untuk membantu menekan penyebaran virus tersebut, Campos et al., (2023) membuat suatu model klasifikasi penggunaan masker yang baik dan benar dengan memanfaatkan *CNN* dan pengaplikasiannya secara *real-time* menggunakan *Raspberry Pi4.*

Dalam penelitian ini, peneliti mengaplikasikan model *MobileNetV2* untuk mengklasifikasikan jenis-jenis sambal khas daerah di Indonesia menggunakan gambar. Model ini dipilih karena keandalannya dalam mengetahui pola-pola yang rumit dan telah dilatih untuk mampu mengklasifikasikan 1000 objek gambar yang berbeda. Selain itu, model ini dinilai efisien dan dapat dijalankan menggunakan *platform mobile* yang memiliki spesifikasi perangkat yang tidak terlalu tinggi.

* 1. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana algoritma *Adaptive Moment Estimation* menjadi pengoptimal dalam mengklasifikasi jenis sambal menggunakan model *MobileNetV2*?
2. Bagaimana hasil klasifikasi jenis sambal menggunakan model *MobileNetV2* dengan optimisasi parameter Adam?
3. Berapa nilai learning rate terbaik yang menghasilkannilai *loss fuction* terkecil?
   1. Batasan Masalah

Batasan permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Klasifikasi jenis sambal melalui gambar dilakukan menggunakan model *Machine Learning* yaitu *MobileNetV2* dan pengoptimal menggunakan algoritma Adam.
2. Performa model *Machine Learning* dianalisa menggunakan metrik *accuracy*.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah gambar-gambar dari sambal yang diambil dari internet.
4. Pencarian nilai learning rate terbaik dilakukan dengan menerapkan *LearningRateScheduler* sebagai fungsi callback saat melakukan *training model.*
5. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa pemrograman *Python* menggunakan *Google Colaboratory*.
   1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh hasil klasifikasi jenis sambal.
2. Mendapatkan performa model untuk melakukan klasifikasi jenis sambal.
3. Memperoleh nilai learning rate terbaik yang menghasilkan nilai *loss function* terkecil.
   1. Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model klasifikasi jenis sambal menggunakan *MobileNetV2* digunakan untuk mengetahui jenis sambal hanya dengan menggunakan gambar.
2. Sebagai upaya pelestarian salah satu kekayaan kuliner khas Indonesia dengan variasi yang sangat beragam yaitu sambal.
   1. Metodologi Penelitian

Metodologi Penelitian terdiri dari studi literatur dan eksperimental:

1. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori terkait *Computer Vision,* klasifikasi gambar, algoritma Adam, dan model *MobileNetV2* dari berbagai sumber berupa buku, jurnal, dan artikel yang tersedia secara daring.
2. Studi Eksperimental dilakukan dengan mencari nilai parameter learning rate terbaik dalam *optimizer* Adam untuk klasifikasi jenis sambal dengan model *MobileNetV2* menggunakan bahasa pemrograman *Python* pada *Google Colaboratory.*
   1. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

**BAB I PENDAHULUAN**, pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, keguanaan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI, pada bab ini dijelaskan mengenai teori-teori yang menjadi acuan dasar dalam penelitian yaitu *Python*, *Google Colaboratory*, *Image Classification, Convolutional Neural Network, Adam Optimizer, MobileNetV2*, *Transfer Learning*, dan *Data Scrapping*.

**BAB III OBJEK DAN METODE PENELITIAN**, pada bab ini berisi tentang objek penelitian, metode penelitian, dan diagram alir penelitian.

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**, pada bab ini berisi pengolahan data gambar dan hasil penelitian yang dilakukan.

**BAB V SIMPULAN DAN SARAN**, pada bab ini berisi simpulan dan saran dari pembahasan penelitian yang telah dilakukan untuk peneliti selanjutnya.

BAB II   
LANDASAN TEORI

1. ***TensorFlow***

*TensorFlow* adalah suatu *end-to-end platform* yang dibuat ramah untuk pemula untuk membuat model *Machine Learning* baik pada *platform* *desktop, mobile, website*, maupun *cloud*(Tensorflow Developer, 2023). (Kenton, 2022) menyatakan bahwa *end-to-end platform* berarti *platform* atau program yang menyediakan alat untuk memproses sesuatu dari awal hingga akhir dan memberikan solusi fungsional yang lengkap tanpa menggunakan pihak ketiga.

1. ***Matplotlib***

*Matplotlib* adalah salah satu *library* untuk melakukan visualisasi data menggunakan python (Tineges and Davita, 2021). Dalam penelitian ini, *Matplotlib* digunakan untuk memvisualisasikan kesalahan akurasi yang didapat oleh model.

1. ***Google Colaboratory***

*Google Colaboratory*, yang juga dikenal sebagai *Google Colab*, merupakan sebuah platform *cloud* yang diberikan oleh Google untuk tujuan pembuatan, eksekusi, dan pembagian *notebook* interaktif yang menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Di dalam lingkungan *Colab*, pengguna diberi kemampuan untuk menggabungkan kode, teks, serta elemen visual dalam sebuah dokumen tunggal yang dapat dijalankan langkah demi langkah. Hal ini memberikan kenyamanan bagi pengguna dalam melakukan analisis data, percobaan pada pembelajaran mesin, dan beragam tugas pemrograman lainnya tanpa keharusan untuk menyusun pengaturan lingkungan lokal atau perangkat keras.

1. ***Image Classification***

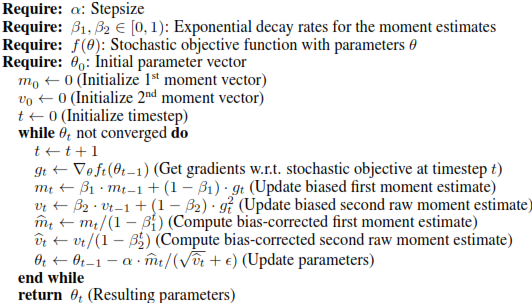
Rawat and Wang, (2017) menyatakan bahwa *Image Classification* atau pengklasifikasian gambar memiliki definisi sebagai suatu tugas untuk mengkategorisasi gambar ke dalam satu dari beberapa kelas yang telah ditentukan.

1. ***Optimizer***

*Optimizer* atau pengoptimal merupakan sebuah fungsi dengan tujuan meminimumkan kesalahan yang diperoleh dari suatu fungsi biaya.

*<*Penjelasan Cost function dan Categorical Crossentropy*>*

*Adaptive Moment Estimation* atau Adam merupakan suatu pengoptimal berbasis stokastik gradien yang efisien karena hanya membutuhkan order pertama dari gradien dengan memakan memori yang minimal(Kingma and Ba, 2017).



*<Penjelasan Algoritma Adam>*

1. ***Transfer Learning***

Secara umum, arsitektur dari suatu model neural network memiliki tiga buah bagian yaitu *input layer, hidden layer, dan output layer*. Pada bagian hidden layer, sekumpulan layer bertugas untuk melakukan ekstraksi fitur dan melakukan klasifikasi yang kemudian hasilnya diteruskan ke bagian output layer.

Transfer learning memungkinkan kita untuk dapat menggunakan suatu model yang telah dibuat dan dilatih sehingga menjadi model yang tangguh dengan memasukkan model tersebut ke dalam bagian hidden layer dan secara khusus bertugas untuk melakukan ekstraksi fitur.

1. ***MobileNetV2***

*MobileNetV2* merupakan model *Neural Network* untuk *Image Classification* yang berfokus pada portabilitas model(Dong et al., 2020). (Sandler et al., 2018) menyatakan bahwa *MobileNetV2* memiliki arsitektur jaringan model yang sederhana sehingga dapat dipakai di berbagai platform termasuk *mobile.* Berikut adalah arsitektur dari *MobileNetV2:*

**A table with numbers and symbols

Description automatically generated**

Gambar 1. Arsitektur model MobileNetV2

* + 1. ***Convolutional Neural Network* Dua Dimensi**

Komputer mengenal sebuah gambar sebagai suatu matriks dengan entri berupa angka yang merepresentasikan warna dari setiap *pixel*-nya. Dalam proses melakukan klasifikasi gambar, angka-angka pada matriks tersebut dipelajari oleh mesin untuk mencari pola tertentu. Salah satu cara untuk mempelajari pola tersebut adalah menggunakan Convolutional Neural Network.

*Convolutional Neural Network* adalah suatu *Neural Network* yang melakukan proses Konvolusi. Proses konvolusi merupakan suatu perhitungan matematika yang digunakan untuk melakukan ekstraksi fitur pada gambar (Ketkar, 2017).

**<CNN secara matematis>**

* + 1. ***Bottleneck Residual Block***

Bagian dari arsitektur model *MobileNetV2* yang terdiri dari layer konvolusi dua dimensi dengan aktivasi *ReLU*, *Depthwise Separable Convolution,* dan konvolusi dua dimensi linear.

* + 1. ***Global Average Pooling***

ABC

BAB III   
OBJEK DAN METODE PENELITIAN

* 1. **Objek Penelitian**

Objek pada penelitian ini adalah dataset gambar-gambar sambal . Pengambilan data dilakukan dengan bantuan *library* Python bernama *bing image downloader*. *Bing Image Downloader* sendiri merupakan sebuah proyek pemrograman *library Python* yang bertujuan untuk mengunduh gambar secara otomatis berdasarkan suatu kata kunci pada laman Bing.com (Singh, 2022).

* 1. **Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *MobileNetV2* dan menggunakan algoritma Adam sebagai pengoptimal untuk klasifikasi sambal menggunakan gambar dengan bahasa pemrograman *Python.* Pada penelitian ini, data akan diklasifikasikan ke dalam kelas dengan jumlah sebanyak jumlah jenis sambal pada dataset. Secara garis besar, langkah-langkah dalam penelitian ini terbagi ke dalam beberapa tahap dengan rincian sebagai berikut:

1. Pengumpulan data

Dalam tahap ini, pengumpulan data dilakukan dari berbagai sumber internet dengan beberapa kriteria diantaranya: data berupa gambar sambal, gambar tidak berlisensi, dan jenis sambal menggunakan bahasa Indonesia. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan salah satu *library Python* yang bernama *Bing Image Downloader.*

1. Pelabelan data

Setelah data terkumpul, berikutnya adalah proses pelabelan data. Setiap data gambar diberikan label berupa jenis dari sambal yang ada pada gambar tersebut yang sesuai dengan apa yang tercantum pada sumber gambar.

1. Pra-proses data

Pra-proses data dilakukan dengan memperlakukan augmentasi gambar dan skala ulang gambar untuk menyeragamkan ukuran. Selain itu, dilakukan juga proses seleksi bagian gambar untuk menghilangkan selain bagian yang menampilkan sambal dengan bantuan deteksi objek menggunakan *Python*.

1. Pemisahan data latih dan uji

Sebelum menggunakan data untuk membentuk model, data akan dibagi menjadi data latih dan data uji. Sesuai dengan prinsip 10-*fold* *cross validation,* rasio perbandingan antara data latih dan data uji sebesar 9:1.

1. Pembentukan model *Machine Learning*

Selanjutnya dilakukan pembentukan model Machine Learning yang terdiri dari tiga bagian utama yaitu *input layer, hidden layer,* dan *output layer*. Bagian pertama adalah berupa *input layer* yang berfungsi melakukan proses input setiap gambar untuk kemudian diproses dalam bagian *hidden layer.* Bagian *hidden layer* berupa sebuah layer yang memuat model *MobileNetV2* dengan menggunakan transfer learning. Bagian *Output layer* berupa sebuah *dense layer* dengan sel sebanyak jenis sambal dan menggunakan aktivasi sel dengan jenis *softmax.*

1. Hyperparameter tunning,
2. Testing model.

Pada tahap ini, dilakukan pengujian model dengan menggunakan data selain data yang digunakan dalam membuat model.

* 1. **Alur Penelitian**

1. Pengumpulan data.
2. Pelabelan data.
3. Data Pre-processing.
4. Pemisahan data latih dan uji.
5. Pembentukan model.
6. *Hyperparameter tunning.*
7. Testing model.

# **DAFTAR PUSTAKA**

Campos, A., Melin, P., Sánchez, D., 2023. Multiclass Mask Classification with a New Convolutional Neural Model and Its Real-Time Implementation. Life 13, 368. https://doi.org/10.3390/life13020368

Dong, K., Zhou, C., Ruan, Y., Li, Y., 2020. MobileNetV2 Model for Image Classification, in: 2020 2nd International Conference on Information Technology and Computer Application (ITCA). pp. 476–480. https://doi.org/10.1109/ITCA52113.2020.00106

Fauzi, S., Eosina, P., Laxmi, G.F., 2019. Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Identifikasi Ikan Air Tawar, in: Laxmi, G.F., Hudjimartsu, S.A. (Eds.), Seminar Nasional Teknologi Informasi 2019. Bogor, pp. 163–167.

Hanifa, M.F., Ramadhan, A.T., Husna, N., Widiyono, N.A., Mubarak, R.S., Putri, A.A., Priyanta, S., 2023. Fishku Apps: Fishes Freshness Detection Using CNN With MobilenetV2. IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems) 17, 67. https://doi.org/10.22146/ijccs.80049

Kemdikbud, 2022. Warisan Budaya Tak Benda - Hasil Pencarian Sambal [WWW Document]. URL https://warisanbudaya.kemdikbud.go.id/?cari=sambal&provinsi=&domain= (accessed 8.16.23).

Kenton, W., 2022. What Is End-To-End? A Full Process, From Start to Finish [WWW Document]. URL https://www.investopedia.com/terms/e/end-to-end.asp (accessed 8.20.23).

Ketkar, N., 2017. Convolutional Neural Networks, in: Deep Learning with Python: A Hands-on Introduction. Apress, Berkeley, CA, pp. 63–78. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2766-4\_5

Kingma, D.P., Ba, J.L., 2017. Adam: A Method for Stochastic Optimization, in: The 3rd International Conference for Learning Representations. ICLR 2015, San Diego.

Kurniadi, F.I., 2021. Klasifikasi Topeng Cirebon menggunakan Metode Convolutional Neural Network. JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi) 8, 163–169. https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i1.568

Liu, X., Jia, Z., Hou, X., Fu, M., Ma, L., Sun, Q., 2019. Real-time Marine Animal Images Classification by Embedded System Based on Mobilenet and Transfer Learning, in: OCEANS 2019 - Marseille. pp. 1–5. https://doi.org/10.1109/OCEANSE.2019.8867190

Maulana, A., 2021. Menebalkan Asa Kebangsaan dengan Sambal [WWW Document]. URL https://www.unpad.ac.id/2021/03/menebalkan-asa-kebangsaan-dengan-sambal/ (accessed 8.16.23).

Minarno, A.E., Azhar, Y., Setiawan Sumadi, F.D., Munarko, Y., 2020. A Robust Batik Image Classification using Multi Texton Co-Occurrence Descriptor and Support Vector Machine, in: 2020 3rd International Conference on Intelligent Autonomous Systems (ICoIAS). IEEE, pp. 51–55. https://doi.org/10.1109/ICoIAS49312.2020.9081833

Python Software Foundation, 2012. About Python [WWW Document]. URL https://web.archive.org/web/20120420010049/http://www.python.org/about/ (accessed 8.10.23).

Rawat, W., Wang, Z., 2017. Deep Convolutional Neural Networks for Image Classification: A Comprehensive Review. Neural Comput 29, 1–98. https://doi.org/10.1162/NECO\_a\_00990

Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., Chen, L., 2018. MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks, in: 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, pp. 4510–4520. https://doi.org/10.1109/CVPR.2018.00474

Singh, G.P., 2022. Bing Image Downloader.

Tensorflow Developer, 2023. Introduction to Tensorflow [WWW Document]. URL https://www.tensorflow.org/learn (accessed 8.18.23).

Tineges, R., Davita, A.W., 2021. Mengenal Matplotlib untuk Visualisasi Data dengan Python [WWW Document]. URL https://dqlab.id/mengenal-matplotlib-untuk-visualisasi-data-dengan-python (accessed 8.20.23).

Zhu, K., Tian, J., Huang, H., 2018. Underwater object Images Classification Based on Convolutional Neural Network, in: 2018 IEEE 3rd International Conference on Signal and Image Processing (ICSIP). pp. 301–305. https://doi.org/10.1109/SIPROCESS.2018.8600472

TIMELINE



**Kang dylan/ewen: Parameter tuning**

**Teh Khansa: SGD-> adam**