

Pengembangan Aplikasi Mobile untuk Identifikasi Tingkat Kematangan Biji Kopi Sangrai Menggunakan Teachable Machine Image Classification (TMIC)

Aris Munandar*¹, Jony Winaryo Wibowo¹, Irfan Asfy Fakhry Anto²

¹Pusat Riset Mekatronika Cerdas, Badan Riset dan Inovasi Nasional

²Pusat Riset Sains Data dan Informasi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (KST) Samaun Samadikun Jl. Cisitu Sangkuriang, Bandung 40135

*Corresponding Author Email: aris013@brin.go.id

ABSTRAK

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Kualitas rasa dan aroma kopi sangat dipengaruhi oleh tingkat kematangan hasil proses sangrai biji kopi. Identifikasi tingkat kematangan biji kopi sangrai umumnya masih dilakukan secara manual melalui pengamatan visual, yang rentan menimbulkan subjektivitas dan inkonsistensi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi mobile untuk mengidentifikasi tingkat kematangan biji kopi sangrai secara otomatis dengan memanfaatkan App Inventor dan Teachable Machine. Dataset yang digunakan terdiri dari 1.400 citra biji kopi sangrai, dengan 1.200 data digunakan sebagai data latih dan 200 data sebagai data uji. Model klasifikasi dilatih pada Teachable Machine untuk empat kategori kematangan, yaitu green, light, medium, dan dark, kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis App Inventor. Hasil pengujian menunjukkan variasi tingkat akurasi pada setiap kelas, yaitu 76% untuk green, 64% untuk light, 78% untuk medium, dan 94% untuk dark. Secara keseluruhan, aplikasi yang dikembangkan terbukti mampu melakukan identifikasi tingkat kematangan biji kopi sangrai dengan akurasi yang cukup baik.

Keyword: aplikasi mobile, tingkat kematangan, kopi, klasifikasi, app inventor, teachable machine

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan menjadi bagian penting dalam sektor perkebunan di Indonesia. Proses pengolahan pascapanen, khususnya tahap penyangraian (roasting), memiliki peran krusial dalam menentukan cita rasa dan kualitas biji kopi sangrai. Penentuan tingkat kematangan hasil sangrai selama ini masih banyak mengandalkan indera penglihatan manusia, sehingga sangat subjektif dan berpotensi menimbulkan ketidakseragaman hasil. Ketidakkonsistenan ini dapat berdampak pada mutu akhir kopi, sehingga diperlukan suatu sistem berbasis teknologi yang mampu melakukan klasifikasi tingkat kematangan hasil sangrai secara lebih objektif, akurat, dan konsisten.

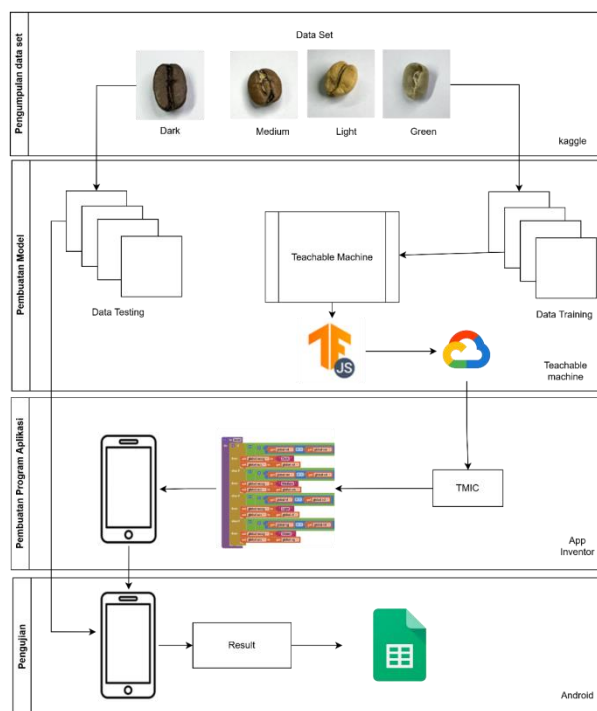
Berbagai penelitian sebelumnya telah mencoba memanfaatkan metode pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan kopi. Ontoum dkk. memperkenalkan konsep Coffee Roast Intelligence berbasis kecerdasan buatan untuk memantau proses sangrai secara real-time [1]. Penelitian lain menggunakan pengolahan citra dan jaringan saraf tiruan untuk membedakan tingkat kematangan biji kopi [2]. Pendekatan berbasis CNN juga telah digunakan pada aplikasi mobile untuk klasifikasi mutu biji kopi [4], sementara metode You Only Look Once (YOLO) diterapkan untuk mendeteksi cacat pada biji kopi [3]. Selain itu, beberapa penelitian lain menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) [6], k-Nearest[7], Fuzzy Logic [8], maupun Backpropagation Neural Network [5]

dalam klasifikasi mutu kopi. Penelitian-penelitian ini menunjukkan perkembangan signifikan, namun sebagian besar masih berfokus pada kualitas biji kopi mentah maupun cacat biji, bukan pada hasil sangrai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi mobile yang mampu mengklasifikasikan tingkat kematangan biji kopi sangrai menggunakan Teachable Machine Image Classification yang diintegrasikan dengan MIT App Inventor. Keunggulan pendekatan ini adalah kemudahan dalam pembuatan model klasifikasi tanpa memerlukan keahlian pemrograman tingkat lanjut [9], [10], serta fleksibilitas integrasi ke aplikasi mobile berbasis Android [11]. Dataset yang digunakan bersumber dari Coffee Bean Dataset yang tersedia pada platform Kaggle [12]. Perbedaan penelitian ini dengan studi sebelumnya terletak pada fokus terhadap klasifikasi tingkat kematangan biji kopi hasil sangrai, bukan biji kopi mentah. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mengisi gap pada kajian sebelumnya, sekaligus memberikan kontribusi nyata dalam mendukung standarisasi kualitas kopi melalui pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan.

2. METODOLOGI

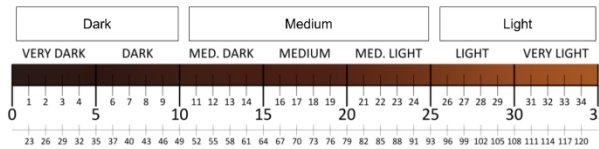
Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari empat tahap yaitu : 1) Mengumpulkan data set biji kopi dan pengelompokan data, 2) Membuat model klasifikasi biji kopi, 3) Membuat aplikasi, dan 4) melakukan pengujian. Flow Chart pengembangan aplikasi mobile untuk identifikasi tingkat kematangan biji kopi sangria di perlihatkan pada gambar 1



Gambar 1. Flow chart pengembangan aplikasi mobile untuk identifikasi tingkat kematangan biji kopi sangrai

Mengumpulkan dataset dan pengelompokan data

Data set biji kopi diperoleh melalui situs kaggle sebanyak 1400 data. Pengelompokan level biji kopi sangrai diukur mengacu standar AGTRON dengan cara mengelompokan 7 kelas level Agtron kedalam 3 kelas dan penambahan 1 kelas biji kopi yang tidak termasuk dalam standar AGTRON. Pengelompokan kelas dengan skala agtron diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Pengelompokan biji kopi sangrai menggunakan skala agtron

Pada gambar 2, level very dark dan dark dikelompokkan menjadi dark, level medium dark, medium dan medium light di kelompokkan menjadi level medium sedangkan level light dan very light di kelompokkan menjadi light. Sedangkan untuk kategori green dipisahkan tersendiri. Sehingga dihasilkan jenis tingkat kelas kematangan yaitu Green, Light, Medium dan Dark. Pembagian jumlah biji kopi untuk data latih dan data uji diperlihatkan pada tabel 1 .

Tabel 1. Pengelompokan kelas biji kopi sangria

No	Tingkat kematangan	Jumlah data latih	Jumlah data uji
1	<i>Green</i>	300	50
2	<i>Light</i>	300	50
3	<i>Medium</i>	300	50
4	<i>Dark</i>	300	50

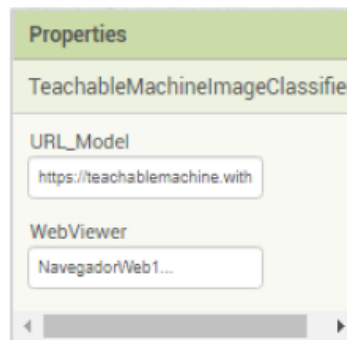
Membuat model klasifikasi

Model klasifikasi dibuat dengan menggunakan Teachable Machine google. Jumlah data yang di latih sebanyak 1200 yang terdiri dari 4 kelas (Green, Light, Medium, Dark) dengan masing-masing kelas terdiri dari 300 data. Hasil dari proses pelatihan berupa model yang kemudian di ekspor dalam format tensorflow.js. Model di unggah ke Google Cloud kemudian diakses menggunakan aplikasi android menggunakan TMIC komponen.

Membuat aplikasi android

Aplikasi android dibuat dengan menggunakan App Inventor sedangkan untuk pembacaan model klasifikasi menggunakan ekstensi TMIC (Teachable Machine Image Classifier). TMIC adalah ekstensi App Inventor yang digunakan untuk penerapan model Machine Learning pada jenis klasifikasi gambar yang dikembangkan dengan menggunakan Google Teachable Machine. Ekstensi ini merupakan pengembangan dari ekstensi PIC-Personal Image Classification dengan mengadaptasi kemampuan untuk mengimport model Tensorflow.js yang dibuat oleh Google Teachable Machine melalui google cloud [13]. Ekstensi TMIC terdiri dari 2 properti yaitu : URL_Model berisi alamat dari model yang sudah di training oleh Teachable Machine dan sudah di ekspor sebagai

tensorflow.js di google cloud. Kedua adalah webviewer properti yang digunakan untuk memvisualisasikan fungsionalitas dari ekstensi. TMIC ekstensi diperlihatkan pada gambar 3.



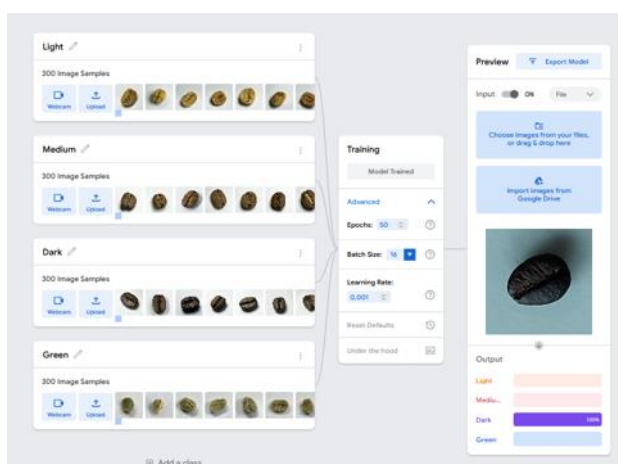
Gambar 3. TMIC ekstensi APP Inventor

Melakukan Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan smartphone android dengan system operasi android 11. Data uji berupa gambar digital dibuka melalui laptop resolusi 1366 x 768 dengan refresh rate 60hz. Gambar diambil melalui kamera depan smartphone berjarak 20 cm terhadap monitor laptop dengan pencahayaan 150 – 200 Lux.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pelatihan data menggunakan Teachable Machine Image Classification diperlihatkan pada gambar 4. Konfigurasi Teachable Machine pada pelatihan ini menggunakan EPOCH 50, batch size 16 dan learning rate 0.001. Waktu total yang dibutuhkan untuk proses training data yaitu 03:07 menit. Waktu tersebut digunakan pada proses pembagian batch, pembagian data (latih dan validasi) dan proses iterasi 50 epoch. Saat proses pelatihan sebanyak 85% data digunakan sebagai data latih dan 15% data digunakan sebagai data uji. Jadi 255 data per kelas yang dijadikan data latih, dan 45 data digunakan sebagai data uji.



Gambar 4. Proses pelatihan data menggunakan Teachable Machine Image Classification

Akurasi per kelas hasil pelatihan ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Akurasi per kelas hasil pelatihan model

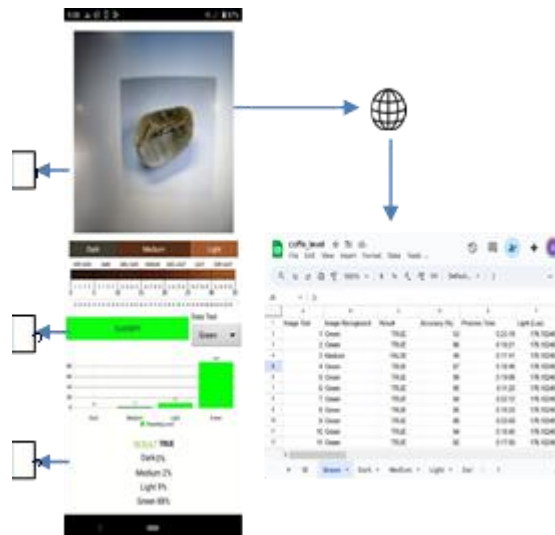
Accuracy per class ?

CLASS	ACCURACY	# SAMPLES
Light	1.00	45
Medium	0.96	45
Dark	0.93	45
Green	1.00	45

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa model yang dibuat menggunakan Teachable Machine mampu mengklasifikasikan data dengan akurasi per kelas di atas 90%. Kelas Light dan Green memperoleh akurasi sempurna sebesar 100%, sedangkan kelas Medium dan Dark masing-masing mencapai 96% dan 93%. Nilai akurasi yang lebih rendah pada kelas Dark diduga disebabkan oleh kemiripan ciri visual dengan kelas Medium.

Tampilan antar muka pengguna (GUI)

Tampilan GUI aplikasi yang telah dibuat diperlihatkan pada gambar 5



Gambar 5. Tampilan GUI Aplikasi mobile yang dibangun

Pada gambar 5 menunjukkan aplikasi yang dibuat terdiri dari 3 bagian yaitu: bagian pertama berupa gambar yang menampilkan hasil pengambilan objek gambar. Bagian Kedua yaitu tombol classify dan tombol data tes. Dan bagian ketiga, yaitu hasil klasifikasi. Pada saat aplikasi dijalankan aplikasi akan menjalankan kamerabelakang smartphone untuk mengambil objek gambar biji kopi. Gambar yang diambil dapat dibandingkan melalui gambar skala agrtron yang diperlihatkan pada aplikasi. Tombol classify digunakan untuk memulai mengambil gambar objek data uji dan melakukan proses klasifikasi

sedangkan tombol dataset digunakan untuk memvalidasi data testing dengan data gambar sebenarnya. Saat tombol classify ditekan pengambilan gambar dimulai kemudian gambar hasil pemotretan ditampilkan dilayar, kemudian model dipanggil dan melakukan klasifikasi terhadap gambar. Pada bagian ini hasil klasifikasi dan tingkat akurasi ditampilkan melalui prosentase dan grafik bar. Jika hasil klasifikasi benar (sesuai dengan gambar sebenarnya) maka hasil akan menampilkan result : true beserta Tingkat akurasinya. Sebaliknya jika hasil klasifikasi salah (tidak sesuai dengan gambar sebenarnya) maka hasil akan menampilkan result : false beserta Tingkat akurasinya. Hasil dari pengujian disimpan pada google sheet untuk dilakukan analisis akurasi.

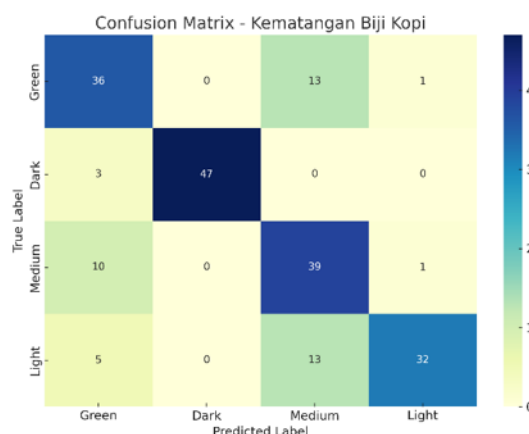
Hasil Pengujian

Hasil pengujian menggunakan aplikasi android diperlihatkan pada tabel 3

Tabel 3. Hasil pengujian akurasi pada perangkat android

No	Tingkat kematangan	Data Uji	Data dikenali	Akurasi %	Waktu proses
1	<i>Green</i>	50	36	72	0:12:28
2	<i>Dark</i>	50	47	94	0:10:56
3	<i>Medium</i>	50	39	78	0:10:47
4	<i>Light</i>	50	32	64	0:11:44
			Rata-rata	78	0:11:29

Pada tabel 3 diperlihatkan rata-rata akurasi untuk pengenalan semua sampel data adalah 78%. Akurasi tertinggi diperoleh pada pengenalan level biji kopi kelas dark sebesar 94%, sedangkan akurasi terendah diperoleh pada level biji kopi light dengan tingkat akurasi sebesar 64%. untuk waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk proses pengenalan untuk semua sampel data adalah 11.29 detik. Untuk Confusion Matrix di tampilkan pada gambar 6.



Gambar 6 . Confusion matrik hasil pengujian menggunakan aplikasi android.

Confusion matrix yang dihasilkan menunjukkan distribusi prediksi model pada empat kelas kematangan biji kopi, yaitu Green, Dark, Medium, dan Light. Pada kelas Green,

sebanyak 36 sampel berhasil diklasifikasikan dengan benar, sedangkan 13 sampel salah diprediksi sebagai Medium dan 1 sampel sebagai Light. Kelas Dark memiliki performa terbaik dengan 47 sampel teridentifikasi secara tepat dan hanya 3 sampel yang keliru diprediksi sebagai Green. Untuk kelas Medium, sebanyak 39 sampel berhasil dikenali dengan benar, namun masih terdapat 10 sampel yang diprediksi sebagai Green dan 1 sampel sebagai Light. Sementara itu, kelas Light mencatat 32 prediksi benar, namun masih cukup banyak kesalahan dengan 5 sampel diprediksi sebagai Green dan 13 sampel sebagai Medium. Secara umum, confusion matrix memperlihatkan bahwa kelas Dark memiliki tingkat klasifikasi paling baik, sedangkan kelas Green, Medium, dan Light cenderung lebih sering tertukar, terutama antara Medium dan Light yang memiliki kemiripan ciri visual

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Model yang dibuat untuk identifikasi tingkat kematangan biji kopi menggunakan Teachable Machine menghasilkan tingkat akurasi yang cukup tinggi dengan rata-rata tingkat akurasi di atas 90% untuk semua kelas. Kelas light 100%, medium 96%, dark 93%, dan green 100% namun pada saat implementasi menggunakan komponen TMIC pada aplikasi android penurunan akurasi terjadi. Nilai akurasi light menjadi 64%, medium 78%, dark 94%, dan green 76%. Hal ini dikarenakan beberapa faktor yaitu kondisi pencahayaan saat pengambilan gambar. Pengambilan data uji melalui layar laptop juga penyebab terjadinya kualitas gambar tidak cukup baik karena mengalami distorsi. Penelitian kedepan dibutuhkan dataset langsung biji kopi sangria (data primer), serta metode dan pengkondisian cahaya yang lebih baik pada saat pengambilan objek.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rumah Program Purwarupa Hasil Riset dan Inovasi Sistem Telekomunikasi Internet of Things (IoT), Organisasi Riset Elektronika dan Informatika, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah memberikan dukungan pendanaan melalui SK penelitian Nomor 2/III.6/HK/2025.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. T. H. Nasution and U. Andayani, "Recognition of roasted coffee bean levels using image processing and neural network," IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering, vol. 180, p. 012059, 2017. doi:10.1088/1757-899X/180/1/012059
2. Ontoum, S., Khemanantakul, T., Sroison, P., Triyason, T., & Watanapa, B. (2022). Coffee Roast Intelligence. ArXiv, abs/2206.01841.
3. Nugroho, Eko & Verdiana, Miranti & Algifari, Muhammad & Afriansyah, Aidil & Firmansyah, Hafiz & Rizkita, Alya & Winarta, Richard & Gunawan, David. (2025). Development of YOLO-Based Mobile Application for Detection of Defect Types in Robusta Coffee Beans. Journal of Applied Informatics and Computing. 9. 153-160. 10.30871/jaic.v9i1.8886.
4. R. Janandi and T. W. Cenggoro, "An Implementation of Convolutional Neural Network for Coffee Beans Quality Classification in a Mobile Information System," 2020 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech), Bandung, Indonesia, 2020, pp. 218-222, doi: 10.1109/ICIMTech50083.2020.9211257.
5. J. R. Balbin, C. D. Del Valle, V. J. L. G. Lopez and R. F. Quiambao, "Grading and Profiling of Coffee Beans for International Standards Using Integrated Image

- Processing Algorithms and Back-Propagation Neural Network," 2020 IEEE 12th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM), Manila, Philippines, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/HNICEM51456.2020.9400086.
6. A. Septiarini, H. Hamdani, A. Rifani, Z. Arifin, N. Hidayat, and H. Ismanto, "Multi-Class Support Vector Machine for Arabica Coffee Bean Roasting Grade Classification," in 2022 5th International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT), 2022, pp. 407-411. doi:10.1109/ICOIACT55506.2022.9971897.
 7. Arboleda, Edwin & Fajardo, Arnel & Medina, Ruji. (2018). Classification of coffee bean species using image processing, artificial neural network and K nearest neighbors. 1-5. 10.1109/ICIRD.2018.8376326..
 8. Chaisak Klaidaeng, SaicholChudjuarjeen, Chanida Pomsen, PatipongCharoenwiangnuea, Prediction of roasted coffee bean level from a coffee house-ware using fuzzy logic, *Materials Today: Proceedings*, 2023, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.524>.
 9. S. B. Mir and G. F. Lluca, "Introduction to Programming Using Mobile Phones and MIT App Inventor," in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 15, no. 3, pp. 192-201, Aug. 2020, doi: 10.1109/
 10. Kaddipujar, Manjunath & Rajan, Jacob & B.D., Kumbar. (2022). Mobile Application Development Using MIT App Inventor: An Experiment at Raman Research Institute Library. *Bulletin of the AAS*. 10.3847/25c2cfed.d68a2a42.
 11. D. Agustian, P. P. G. P. Pertama, P. N. Crisnapati and P. D. Novayanti, "Implementation of Machine Learning Using Google's Teachable Machine Based on Android," 2021 3rd International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS), Makasar, Indonesia, 2021, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICORIS52787.2021.9649528
 12. G. Piosenka, "Coffee Bean Dataset (Resized 224x224)," Kaggle, 2022. [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets/gpiosenka/coffee-bean-dataset-resized-224-x-224>
 13. F. Pereira de Oliveira, C. Gresse von Wangenheim, J. C. R. Hauck. TMIC: App Inventor Extension for the Deployment of Image Classification Models Exported from Teachable Machine. *ArXiv*, 2022.