

Klasifikasi Pengonsumsi Cokelat Menggunakan Algoritma Ensemble Bagging Untuk Meningkatkan Akurasi Prediksi

Classification of Chocolate Consumers Using Ensemble Bagging Algorithm to Improve Prediction Accuracys

Muhammad Nur Arafah¹; Firman Aziz^{2,*}; Syahrul Usman³; Rahmat Fuadi Syam⁴; Watty Rimalia⁵; Rachmat Rakes⁶; Andi Katibin⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Universitas Pancasakti, Makassar 90121, Indonesia

¹ mnurarafah18@gmail.com; ² firman.aziz@unpacti.ac.id; ³ syahrul.usman@unpacti.ac.id; ⁴ rahmat@unpacti.ac.id;

⁵ watty.rimalia@unpacti.ac.id; ⁶ rakesrachmat@gmail.com; ⁷ andikatibinzain002@gmail.com;

Abstrak

Cokelat merupakan salah satu produk konsumsi yang sangat populer, namun konsumsi berlebihan dapat memicu dampak negatif seperti obesitas, gangguan kardiovaskular, hingga masalah metabolik. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan pengonsumsi cokelat menggunakan algoritma Ensemble Bagging, dengan fokus pada peningkatan akurasi prediksi tingkat kecenderungan konsumsi. Data penelitian diperoleh dari UCI Machine Learning Repository, menggunakan dataset konsumsi obat yang dimodifikasi untuk fokus pada perilaku konsumsi cokelat. Permasalahan ketidakseimbangan kelas pada data diatasi menggunakan teknik Synthetic Minority Over-Sampling Technique (SMOTE), sehingga distribusi data menjadi lebih seimbang dan model lebih mampu mengenali kategori minoritas. Proses pengembangan model dilakukan dengan bahasa pemrograman Python, dengan partisi data seperti 70:30 untuk mengoptimalkan hasil klasifikasi. Evaluasi performa model menggunakan struktur Decision Tree yang dihasilkan dari Ensemble Bagging, untuk memvisualisasikan jalur keputusan serta distribusi prediksi di setiap simpul. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Ensemble Bagging berhasil meningkatkan akurasi klasifikasi secara signifikan dibandingkan dengan metode klasifikasi sebelumnya, seperti Support Vector Machine (SVM). Pohon keputusan yang terbentuk mampu menunjukkan pola konsumsi cokelat berdasarkan atribut-atribut tertentu, seperti usia, jenis kelamin, dan tingkat pendidikan, dengan akurasi, presisi, recall, dan F1-score yang relatif tinggi. Temuan ini membuktikan bahwa metode Ensemble Bagging yang dievaluasi melalui Decision Tree tidak hanya meningkatkan akurasi, tetapi juga memperjelas interpretasi hasil prediksi. Penelitian ini berpotensi digunakan dalam pengembangan sistem klasifikasi perilaku konsumsi makanan berbasis machine learning, sekaligus memberikan kontribusi terhadap upaya pencegahan konsumsi berlebih di masyarakat. Kata kunci: Cokelat, Klasifikasi, Ensemble Bagging, SMOTE, Machine Learning, Decision Tree.

Kata Kunci: Cokelat; Klasifikasi; Ensemble Bagging; Machine Learning; Decision Tree.

Abstract

Chocolate is one of the most popular consumer products, but excessive consumption can trigger negative impacts such as obesity, cardiovascular disorders, and metabolic issues. This research aims to classify chocolate consumers using the Ensemble Bagging algorithm, with a focus on improving the accuracy of predicting consumption tendency levels. The research data was obtained from the UCI Machine Learning Repository, using a modified drug consumption dataset to focus on chocolate consumption behavior. The issue of class imbalance in the data was addressed using the Synthetic Minority Over-Sampling Technique (SMOTE), resulting in a more balanced data distribution and enabling the model to better recognize the minority category. The model development process was carried out using the Python programming language, with a data partition of 70:30 to optimize the classification results. Model performance evaluation uses a Decision Tree structure generated from Ensemble Bagging to visualize the decision paths and prediction distribution at each node. The research results show that the Ensemble Bagging algorithm successfully improved classification accuracy significantly compared to previous classification methods, such as Support Vector Machine (SVM). The decision tree formed is capable of showing chocolate consumption patterns based on certain attributes, such as age, gender, and education level, with relatively high accuracy, precision, recall, and F1-score. These findings prove that the Ensemble Bagging method evaluated through the Decision Tree not only improves accuracy but also clarifies the interpretation of prediction results. This research has the potential to be used in the development of machine learning-based food consumption behavior classification systems, while also contributing to efforts to prevent excessive consumption in society.

Keywords: Chocolate; Classification; Ensemble Bagging; Machine Learning; Decision Tree.

Pendahuluan

Cokelat atau kakao adalah tanaman perkebunan/industri yang berupa pohon, yang telah dikenal di Indonesia sejak tahun 1560. Namun, baru pada tahun 1951, tanaman ini mulai menjadi komoditi yang penting. Indonesia adalah produsen biji kakao terbesar ketiga di dunia, setelah Pantai Gading dan Ghana. Kakao merupakan salah satu komoditas hasil perkebunan dengan potensi yang signifikan di Indonesia [1]. Cokelat, terutama cokelat hitam, memiliki sejarah

panjang sebagai makanan yang populer dan sering dikaitkan dengan berbagai manfaat kesehatan. Berasal dari biji kakao yang diproses secara khusus, cokelat hadir dalam beberapa varian, masing-masing dengan kandungan nutrisi yang berbeda. Banyak penelitian modern menyoroti manfaat cokelat hitam bagi kesehatan, mulai dari perannya sebagai sumber antioksidan hingga kemampuannya untuk meningkatkan kesehatan jantung dan suasana hati. Namun, cokelat juga dikelilingi oleh berbagai mitos yang sering kali salah dipahami [2]. Cokelat memiliki kandungan vitamin dan mineral, serta dapat memicu otak untuk melepaskan hormon endorfin. Cokelat mengandung tembaga yang berfungsi dalam sintesis kolagen dan neurotransmitter, termasuk endorfin [3]. Dalam cokelat, terdapat alkaloid seperti teobromin dan feniletilamin yang memiliki pengaruh psikologis terhadap tubuh [4]. Berdasarkan permasalahan diatas, maka diusulkan untuk melakukan klasifikasi pengonsumsi cokelat menggunakan Algoritma dengan Menggunakan Teknik Klasifikasi Ensemble Bagging untuk mengetahui kemungkinan seseorang akan kecanduan dalam mengonsumsi cokelat [5]. Pengonsumsi cokelat akan dibagi kedalam tujuh kelas yaitu tidak pernah mengonsumsi, Lebih dari sepuluh tahun, sepuluh tahun, satu tahun, satu bulan, satu minggu, satu hari. Bagging adalah algoritma berbasis ansambel paling awal dan paling sederhana, tetapi sangat efektif. Ini menggabungkan beberapa set model pengklasifikasi untuk memperkuat hasil klasifikasi yang lemah. Bagging mengatasi ketidakstabilan model kompleks dengan kumpulan data yang relatif kecil. Menempelkan suara kecil adalah varian pengantongan untuk menangani himpunan data besar dengan membaginya menjadi segmen yang lebih kecil. Sebuah proses yang disebut bites melatih segmen-segmen ini untuk membangun pengklasifikasi independen dan kemudian menggabungkannya dengan suara mayoritas [6]. Algoritma pohon keputusan adalah model pengklasifikasi dasar yang menggunakan grafik pohon atau struktur hierarkis. Ide utama pohon keputusan adalah mengubah data menjadi grafik pohon berakar sebagai aturan keputusan. ditemukan bahwa penerapan pohon keputusan pada data yang dihasilkan memberikan wawasan baru dan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 80%. Beberapa penelitian ansambel dilakukan oleh [7][8][9] dengan beberapa kasus menemukan bahwa teknik ensemble berhasil meningkatkan kinerja klasifikasi tunggal dalam mengukur akurasi, presisi, recall dan f-1 score.

Penelitian ini mengusulkan penerapan algoritma baru dalam hal ini dengan melakukan ansambel yang meningkatkan kinerja pohon keputusan menggunakan teknik pengantongan. Kami juga telah bereksperimen untuk mengimplementasikan algoritma decision tree dan klasifikasi untuk membandingkan algoritma yang kami usulkan dengan kriteria pemisahan, pemangkasan, penanganan kebisingan, dan fitur lainnya.

Metode

A. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Benchmark Pengonsumsi Cokelat sebanyak 1885 data yang terdiri dari 12 variabel yaitu, usia, gender, pendidikan, negara, etnis, n-score, e-score, o-score, a-score, c-score, impulsive dan sensory sensation.

B. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai bahan pembuatan sistem, yaitu Studi Pustaka, dan Observasi.

C. Perancangan dan Pemodelan Sistem

Tahap persiapan penelitian yaitu mencari literatur mengenai Algoritma Ensemble Bagging. Perancangan sistem algoritma Ensemble Bagging yaitu merancang sebuah sistem dalam penelitian pengonsumsi cokelat berdasarkan data mining (data training dan data uji). Tahap pengambilan data (pengonsumsi coklat) dengan mempelajari laporan data-data Benchmark pengonsumsi cokelat pada UCI repository dataset melalui <https://archive.ics.uci.edu/dataset/373/drug+consumption+quantified>. Tahap perancangan sistem klasifikasi algoritma Ensemble Bagging yaitu merancang sistem klasifikasi pengonsumsi cokelat menggunakan algoritma Ensemble Bagging. Tahap uji coba sistem yaitu, melakukan uji coba terhadap algoritma yang diusulkan untuk melihat hasil maupun kinerja yang didapatkan. Tahap analisis hasil menggunakan algoritma Machine learning yaitu, mengevaluasi dan menganalisis hasil dari data yang diteliti berdasarkan Algoritma Ensemble Bagging.

D. Uji Coba Sistem

Tahapan uji coba sistem dalam penelitian ini bertujuan mengukur kinerja model klasifikasi konsumsi cokelat menggunakan algoritma Ensemble Bagging. Langkah-langkah utama meliputi: Persiapan Data, Pengangan Ketidakseimbangan Data, Pembagian Dataset, Pembangunan Model, Evaluasi Model dan Analisis Hasil.

E. Analisa Hasil

Hasil uji coba sistem menunjukkan bahwa algoritma Ensemble Bagging mampu meningkatkan performa klasifikasi pengonsumsi cokelat secara signifikan. Penggunaan teknik SMOTE berhasil mengatasi ketidakseimbangan data, sehingga model mampu mengenali semua kategori konsumsi dengan lebih seimbang. Pada variasi partisi data, akurasi

terbaik diperoleh pada partisi 80:20 dan 70:30, dengan nilai akurasi, precision, recall, dan F1-score yang tinggi. Struktur Decision Tree dari model menunjukkan bahwa atribut seperti usia, jenis kelamin, dan pendidikan memiliki pengaruh besar terhadap tingkat konsumsi coklat. Dibandingkan dengan metode sebelumnya,

F. Evaluasi Kinerja

Evaluasi kinerja adalah proses untuk mengukur seberapa baik suatu model atau sistem bekerja dalam menyelesaikan tugas yang diberikan. Dalam konteks penelitian atau pengembangan model machine learning, evaluasi kinerja bertujuan untuk menilai efektivitas model dalam memprediksi atau mengklasifikasikan data berdasarkan metrik tertentu.

Beberapa metrik evaluasi kinerja yang umum digunakan dalam klasifikasi adalah:

- Akurasi: Persentase prediksi yang benar dari total prediksi yang dibuat oleh model. Akurasi dihitung dengan rumus:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Prediksi Benar}}{\text{Total Data}}$$

- Precision: Mengukur seberapa banyak prediksi positif yang benar-benar benar. Precision dihitung dengan rumus:

$$\text{Precision} = \frac{\text{True Positives}}{\text{True Positives} + \text{False Positives}}$$

Precision yang tinggi menunjukkan bahwa model tidak banyak menghasilkan kesalahan dalam memprediksi kelas positif.

- Recall: Mengukur seberapa banyak kelas positif yang berhasil dikenali oleh model dari seluruh kasus positif yang ada. Recall dihitung dengan rumus:

$$\text{Recall} = \frac{\text{True Positives}}{\text{True Positives} + \text{False Negatives}}$$

Recall yang tinggi berarti model berhasil mendeteksi banyak kasus positif, meskipun mungkin dengan beberapa kesalahan.

- F1-Score: Merupakan rata-rata harmonis antara precision dan recall, memberikan ukuran tunggal yang mempertimbangkan keduanya. F1-Score dihitung dengan rumus:

$$F1 = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

F1-Score sangat berguna ketika ada ketidakseimbangan antara precision dan recall, dan memberikan gambaran yang lebih seimbang tentang kinerja model.

- Confusion Matrix: Matriks yang menunjukkan jumlah prediksi yang benar dan salah, baik untuk kelas positif maupun negatif. Ini memberikan gambaran lebih jelas mengenai kesalahan spesifik yang dilakukan model. Evaluasi kinerja membantu dalam menentukan kekuatan dan kelemahan model, serta memberikan dasar untuk perbaikan atau pengembangan lebih lanjut.

Hasil dan Diskusi

Setelah dilakukan serangkaian eksperimen dalam penelitian ini untuk mengklasifikasikan pengonsumsi coklat menggunakan algoritma *Ensemble Bagging*, maka dapat disimpulkan bahwa pendekatan tersebut mampu memberikan performa klasifikasi yang cukup baik. Algoritma *Ensemble Bagging* yang diimplementasikan dengan bantuan bahasa

pemrograman Python terbukti efektif dalam mengelompokkan individu ke dalam berbagai kategori pengonsumsi coklat.

Keberhasilan metode ini tidak terlepas dari penerapan teknik *Synthetic Minority Over-sampling Technique* (SMOTE) yang digunakan untuk mengatasi masalah ketidakseimbangan kelas pada dataset. Dengan menyeimbangkan jumlah data antara kelas mayoritas dan minoritas, SMOTE membantu meningkatkan kualitas pembelajaran model dan mencegah bias terhadap kelas tertentu.

Tabel 1. Confusion Matriks Tingkat Kecanduan Pengonsumsi Cokelat

<i>Ensemble Bagging</i>		<i>Kelas Prediksi</i>						
<i>Kelas Aktual</i>	Waktu Konsumsi	Tidak pernah mengonsumsi	Lebih dari satu dekade	Satu dekade	Satu tahun	Satu bulan	Satu minggu	Satu hari
	Tidak pernah mengonsumsi	233	0	0	0	2	3	4
	Lebih dari satu dekade	0	241	0	0	0	1	0
	Satu dekade	0	0	239	0	1	3	0
	Satu tahun	0	0	0	232	3	3	4
	Satu bulan	0	0	1	6	162	28	35
	Satu minggu	1	0	0	4	32	109	96
	Satu hari	1	0	0	1	20	72	148

Tabel 2. Hasil kinerja metode bagging

Evaluasi Kinerja Bagging	Hasil (%)
Accuracy	80%
Precision	81%
Recall	80%
F1-Score	80%

Berdasarkan hasil yang ditampilkan pada Tabel 2, kinerja metode *Bagging* dalam melakukan prediksi menunjukkan performa yang cukup baik dengan nilai *Accuracy* sebesar 80%, *Precision* 81%, *Recall* 80%, dan *F1-Score* 80%. Hasil ini mencerminkan bahwa model memiliki keseimbangan yang baik antara kemampuan untuk mengidentifikasi kelas positif secara tepat (*Precision*) dan kemampuan untuk menangkap seluruh kasus positif yang ada dalam data (*Recall*). Namun demikian, perlu ditekankan bahwa kinerja model ini sangat bergantung pada kualitas data yang digunakan serta pemilihan atribut atau fitur yang relevan dalam proses pelatihan.

Salah satu teknik yang berhasil diterapkan dalam penelitian ini adalah *Synthetic Minority Over-sampling Technique* (SMOTE). Teknik ini berperan penting dalam meningkatkan representasi data pada kelas minoritas, yang sebelumnya cenderung terabaikan oleh model akibat distribusi kelas yang tidak seimbang. Dengan penerapan SMOTE, distribusi antar kelas menjadi lebih seimbang, sehingga proses pembelajaran mesin menjadi lebih efektif dan model mampu mengenali pola dari kedua kelas secara lebih optimal.

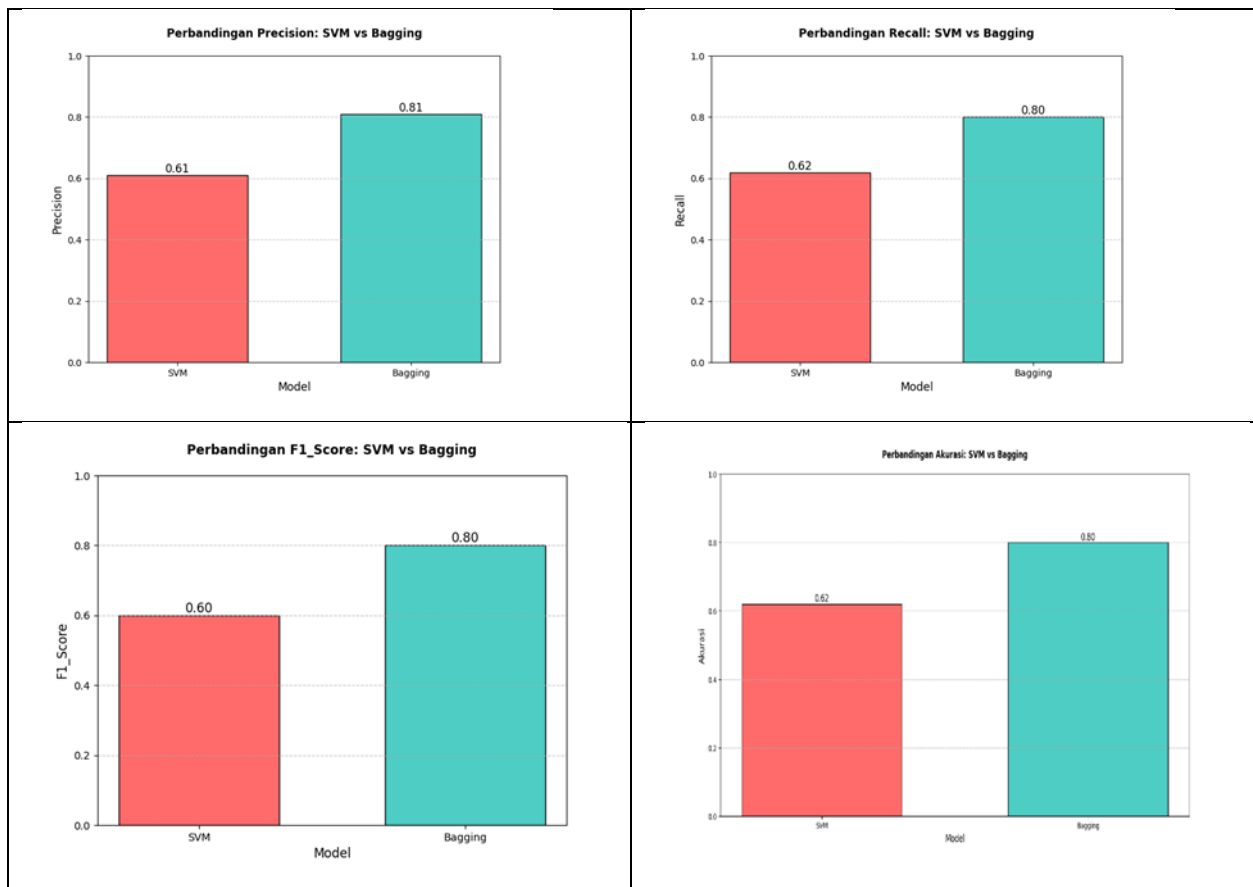
Eksperimen dilakukan dengan berbagai skenario pembagian data latih dan data uji, yang menunjukkan variasi hasil metrik evaluasi, yaitu *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*. Dari keseluruhan percobaan yang dilakukan, didapatkan bahwa nilai akurasi berkisar antara 66% hingga 81%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat fluktuasi, performa model secara keseluruhan dapat dikategorikan baik. Salah satu temuan penting dari eksperimen ini adalah bahwa kinerja model cenderung lebih optimal ketika proporsi data uji lebih kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa model dapat belajar lebih banyak informasi dari data latih yang lebih besar, yang pada akhirnya meningkatkan kemampuan generalisasi model pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

Penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa faktor penting yang mempengaruhi kinerja model, antara lain ukuran dataset, jumlah kelas, distribusi kelas, serta parameter pelatihan. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian selanjutnya tidak hanya berfokus pada pemilihan dan pengoptimalan parameter model saja, tetapi juga mencakup proses *Hyperparameter Tuning* secara sistematis untuk memperoleh konfigurasi parameter yang paling optimal. Pendekatan seperti *Grid Search*, *Random Search*, atau *Bayesian Optimization* dapat diterapkan untuk meningkatkan performa model lebih lanjut.

Selain itu, pengembangan dan peningkatan kualitas dataset sangat penting untuk dilakukan guna memperbaiki performa dan kemampuan generalisasi model dalam berbagai situasi atau konteks aplikasi. Pengumpulan data tambahan yang lebih representatif akan membantu model beradaptasi terhadap variasi pola konsumsi coklat yang lebih luas.

Dalam hal ini, penerapan teknik *feature engineering* juga sangat disarankan untuk menambahkan fitur-fitur baru yang relevan dengan kebiasaan konsumsi coklat, seperti preferensi rasa, faktor emosional (misalnya konsumsi saat stres atau senang), serta kebiasaan diet individu. Fitur-fitur tersebut berpotensi memberikan informasi tambahan yang dapat meningkatkan akurasi prediksi model.

Sebagai langkah evaluasi terhadap metode yang diusulkan, dilakukan pula perbandingan kinerja metode *Bagging* dengan metode *Support Vector Machine* (SVM) yang digunakan dalam penelitian sebelumnya. Perbandingan ini bertujuan untuk menilai tingkat keberhasilan pendekatan baru dalam meningkatkan akurasi dan keandalan prediksi. Hasil perbandingan kinerja kedua metode ditampilkan pada Gambar 1, yang memperlihatkan bagaimana metode *Bagging* mampu memberikan hasil yang lebih stabil dan akurat pada berbagai konfigurasi data dibandingkan SVM. Temuan ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan model klasifikasi yang lebih tangguh dan adaptif terhadap variasi data di dunia nyata.



Gambar 1. Hasil Perbandingan Kinerja Metode SVM dan Bagging

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengklasifikasikan perilaku pengonsumsi coklat dengan menggunakan algoritma Ensemble Bagging yang dikombinasikan dengan teknik Synthetic Minority Over-Sampling Technique (SMOTE) untuk menangani ketidakseimbangan data. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa metode ini mampu meningkatkan akurasi, presisi, recall, dan F1-score secara signifikan dibandingkan metode klasifikasi sebelumnya, serta menghasilkan struktur Decision Tree yang memperjelas pola konsumsi berdasarkan atribut-atribut seperti usia, jenis kelamin, dan tingkat pendidikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa algoritma Ensemble Bagging efektif dalam meningkatkan kinerja model klasifikasi pada data konsumsi coklat. Kinerja model sangat dipengaruhi oleh kualitas data, pemilihan atribut, serta proporsi pembagian data latih dan data uji. Sebagai prospek pengembangan, penelitian di masa depan dapat difokuskan pada optimasi hyperparameter, perluasan dataset agar lebih representatif, serta penerapan teknik *feature engineering* untuk menambahkan atribut baru yang relevan. Selain itu, metode ini berpotensi untuk diterapkan dalam klasifikasi perilaku konsumsi makanan lainnya, mendukung upaya preventif dalam bidang kesehatan berbasis machine learning.

Daftar Pustaka

- [1] Furqon Ahmad Fauzi and F. S. Islami, “ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI VOLUME EKSPOR KAKAO INDONESIA KE AMERIKA SERIKAT: ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE VOLUME OF INDONESIAN COCOA EXPORTS TO THE UNITED STATES,” *J. Ilm. Mhs. Fak. Pertan.*, vol. 2, no. 2 SE-Articles, pp. 195–203, Mar. 2023, doi: 10.52045/jimfp.v2i2.348.
- [2] Y. M. Marbun, “Cokelat dan Kesehatan : Menelusuri manfaat coklat bagi kesehatan tubuh . DAMAI C C HUTAURUK,” no. October, 2024, doi: 10.13140/RG.2.2.15291.02088.
- [3] E. Febriansyah, K. Nuha, and S. Kamal, “Pengaruh Cokelat Hitam Terhadap Intensitas Nyeri Dismenore Primer Pada Mahasiswi Akademi Kebidanan Saleha Banda Aceh,” *Sel J. Penelit. Kesehat.*, vol. 8, no. 2, pp. 96–106, 2021, doi: 10.22435/sel.v8i2.5108.
- [4] L. J. Claresta and Y. Purwoko, “No Title,” *J. Kedokt. Diponegoro (Diponegoro Med. Journal); Vol 6, No 2 J. Kedokt. DIPONEGORO*, 2017, doi: 10.14710/dmj.v6i2.18591.
- [5] E. Yaghoubi, E. Yaghoubi, A. Khamees, D. Razmi, and T. Lu, “A systematic review and meta-analysis of machine learning, deep learning, and ensemble learning approaches in predicting EV charging behavior,” *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 135, p. 108789, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.108789>.
- [6] L. Breiman, “Bagging predictors,” *Mach. Learn.*, vol. 24, no. 2, pp. 123–140, 1996, doi: 10.1007/BF00058655.
- [7] A. Lawi and F. Aziz, “Comparison of Classification Algorithms of the Autism Spectrum Disorder Diagnosis,” in *2018 2nd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIConCIT)*, 2018, pp. 218–222. doi: 10.1109/EIConCIT.2018.8878593.
- [8] A. Lawi, F. Aziz, and S. Syarif, *Ensemble GradientBoost for increasing classification accuracy of credit scoring*. 2017. doi: 10.1109/CAIPT.2017.8320700.
- [9] N. Hardiyanti, A. Lawi, Diaraya, and F. Aziz, “Classification of Human Activity based on Sensor Accelerometer and Gyroscope Using Ensemble SVM method,” in *2018 2nd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIConCIT)*, 2018, pp. 304–307. doi: 10.1109/EIConCIT.2018.8878627.