

Penerapan Metode ELECTRE Untuk Menentukan Kualitas Pada Biji Kopi Arabika

Marvin*¹, Alyaumah Hajjah², Yenny Desnelita³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Institut Bisnis dan Teknologi Pelita Indonesia

e-mail: *marvin@student.pelitaindonesia.ac.id, alyauma.hajjah@lecturer.pelitaindonesia.ac.id,
yenny.desnelita@lecturer.pelitaindonesia.ac.id

Abstract – This research aims to rank the quality of one type of coffee, namely Arabica coffee. Arabica coffee beans are one of the main types of coffee developed in Indonesia by applying one of the methods used in the Decision Support System (DSS), namely the Elimination Et Choix Traduisant la Réalité (ELECTRE) method. The ELECTRE method is a decision-making method for solving multi-objective choice-making problems among several criteria, resulting in an effective and efficient analysis. The input criteria that are prioritized in determining the relevant quality of Arabica coffee are aroma, taste, acidity, body, uniformity, balance, clean cup, sweetness and cupper point. By using this method, evaluating the quality of Arabica coffee can be carried out systematically and can produce more accurate and consistent information.

Keyword – Quality, Coffee, Arabica, DSS, ELECTRE.

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk merangking kualitas salah satu jenis kopi yaitu kopi Arabika. Biji kopi arabika merupakan salah satu jenis utama kopi yang berkembang di Indonesia dengan menerapkan salah satu metode yang digunakan dalam Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yaitu metode Elimination Et Choix Traduisant la Réalité (ELECTRE). Metode ELECTRE merupakan metode pengambilan keputusan untuk menyelesaikan masalah penentuan pilihan yang bersifat multi objective diantara beberapa kriteria, sehingga menghasilkan suatu analisa yang efektif dan efisien. Kriteria-kriteria input yang menjadi prioritas dalam penentuan kualitas kopi arabika yang relevan yaitu aroma, rasa, keasaman, body, keseragaman, keseimbangan, clean cup, rasa manis dan cupper point. Dengan menggunakan metode ini, pengevaluasian kualitas kopi Arabika dapat dilakukan secara sistematis dan dapat menghasilkan informasi yang lebih akurat dan konsisten.

Kata Kunci – Kualitas, Kopi, Arabika, SPK, ELECTRE.

I. PENDAHULUAN

Kopi Arabika adalah salah satu jenis kopi yang sangat dihargai karena memiliki cita rasa yang unik dan beragam. Kualitas kopi Arabika sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti lokasi geografis, varietas kopi, agroekologi, serta proses budidaya dan pengolahan [1]. kualitas kopi tergantung pada faktor-faktor seperti asal genetik, kondisi budidaya (jenis tanah, ketinggian, dan iklim), perawatan sanitasi, praktik agronomi, dan perawatan saat panen (tingkat kematangan), serta penanganan pascapanen, termasuk jenis dan kontrol proses produksi, penyimpanan, pemanggangan, dan persiapan minuman [2]. parameter kualitas kopi dipengaruhi oleh indikasi geografis dan berkorelasi signifikan. Dimana semakin tinggi tempatnya maka semakin tinggi pula kadar air pada biji kopi, hal ini juga dipengaruhi oleh cara pengeringan biji kopi tersebut. Semakin tinggi tempatnya maka semakin subur tanahnya sehingga proses produksi kopi tinggi, pematangan buah dan ukuran biji semakin baik, hal ini juga dipengaruhi oleh proses panen dan pasca panen [3].

Pemilihan kualitas kopi Arabika merupakan isu yang sangat penting dalam industri kopi. Konsumen kopi semakin sadar akan asal-usul dan kualitas kopi yang mereka konsumsi. Mereka mencari kopi yang sesuai dengan preferensi rasa mereka, yang dapat bervariasi antara individu dan kelompok masyarakat [4]. Oleh karena itu, produsen kopi perlu memastikan bahwa kopi Arabika yang mereka hasilkan memenuhi standar kualitas yang tinggi dan sesuai dengan preferensi konsumen. Rasa kopi seduh dalam cara organoleptik mengacu pada standar Specialty Coffee Association of America/SCA yang mencakup aroma/wangi, rasa, kekentalan, keasaman, aftertaste, kemanisan, keseimbangan, kebersihan cangkir, keseragaman, dan keseluruhan [5].

Atribut-atribut yang dievaluasi dalam menentukan kualitas minuman kopi, seperti aroma, rasa, keasaman, body, keseragaman, keseimbangan, clean cup, rasa manis dan cupper point, menjadi faktor penting dalam menerima dan menentukan kualitas biji kopi [1]. Biji kopi mengandung berbagai komponen biokimia yang secara signifikan memengaruhi kualitas cangkir kopi. Beberapa dari komponen biokimia ini adalah kafein, trigonelin, asam klorogenat (CGAs) (asam 3-kafeoilkinat, 3-CQA; asam 4-kafeoilkinat, 4-CQA; dan asam 5-CQA), sukrosa, dan lipid. Setiap komponen biokimia memberikan kontribusi spesifik dan/atau tambahan terhadap atribut kualitas kopi, bioaktivitas, dan sumber diet. Misalnya, kafein, yang merupakan alkaloid dan metabolit sekunder nitrogen, memberikan atribut pahit pada kualitas kopi [6].

Pentingnya pemilihan kualitas kopi Arabika juga dapat dilihat dari upaya untuk menjaga reputasi kopi Arabika Indonesia sebagai produsen kopi berkualitas tinggi dengan cita rasa yang unik dan khas salah satunya dengan menerapkan metode ELECTRE [7]. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk membantu dalam memilih kopi Arabika berkualitas dengan cara yang sistematis dan efektif dengan menggunakan metode ELECTRE.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Beberapa penelitian sebelumnya yang meneliti terkait kualitas kopi diantaranya menjelaskan bahwa ketinggian tempat tumbuh kopi secara signifikan mempengaruhi kandungan senyawa seperti kafein, sukrosa, dan trigonelin, yang pada gilirannya mempengaruhi kualitas rasa kopi. Kopi yang ditanam di ketinggian tinggi cenderung memiliki rasa yang lebih baik dengan aroma bunga, pedas, dan buah-buahan, sementara kopi dari ketinggian menengah memiliki aroma herbal, hijau, dan berumput. Dampak ketinggian pada rasa kopi lebih besar dibandingkan dengan pengaruh genotipe, menunjukkan pentingnya memilih lokasi penanaman yang tepat untuk menghasilkan kopi berkualitas tinggi [8]. Perubahan iklim mengancam perkebunan kopi berkualitas tinggi, sehingga diperlukan adaptasi genetik untuk mempertahankan pasokan kopi berkualitas. Studi menunjukkan bahwa biji kopi dari kanopi bawah memiliki kualitas lebih tinggi dengan aroma yang lebih intens karena peningkatan akumulasi sukrosa, trigonelin, dan kafein, serta ekspresi gen terkait metabolisme ini [9]. Biji kopi yang diproses dengan metode semi-cuci, secara umum, menghasilkan lebih sedikit cacat primer, bentuk dan struktur yang baik, body yang lebih baik, keasaman yang baik, dan kualitas total awal yang lebih baik, sedangkan metode pengolahan basah menghasilkan warna dan rasa yang lebih baik untuk biji kopi. Dengan demikian, pemilihan metode pengolahan dapat memengaruhi kualitas akhir dari kopi yang dihasilkan [10]. Hasil dari atribut sensori rasa dan aroma kopi yang diperoleh dalam metode atau sistem pengolahan basah lebih tinggi daripada yang diperoleh dalam sistem pengolahan kering (alami) [5]. Kopi instan yang dicampur dengan jenis Gayo Arabika dan Robusta dari setiap formulasi menghasilkan tingkat keasaman yang berbeda dengan nilai pH antara 5,55 hingga 6,43 dan konsentrasi kafein yang berbeda dengan nilai antara 2,79% hingga 3,27%, dan memenuhi persyaratan kualitas Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2014 dengan nilai konsentrasi kafein di atas minimum 2,5% [11].

Adanya hubungan yang signifikan antara sifat-sifat tanah dan karakteristik kualitas kopi. Kualitas cangkir kopi arabika liar dipengaruhi secara signifikan oleh sifat-sifat tanah, terutama oleh ketersediaan P (hubungan positif) dan tekstur tanah (hubungan positif dengan partikel halus, tetapi hubungan negatif dengan pasir). Ini berarti tingkat yang lebih tinggi dari ketersediaan P tanah dan lempung atau silt berkaitan dengan kualitas cangkir yang lebih baik, dan sebaliknya [12]. Metode pengolahan, pengaruh varietas, dan elevasi tempat analisis menunjukkan bahwa tidak ada interaksi nyata pada seluruh atribut kualitas, kecuali untuk atribut aftertaste dan body serta skor total. Tempat tumbuh dan ketinggian kopi memengaruhi atribut keasaman, keseimbangan, keseluruhan, dan skor total [13]. Variasi yang sangat signifikan di antara genotipe di berbagai lokasi untuk kualitas aromatik, keasaman, rasa, dan keseluruhan kualitas cangkir menunjukkan perbedaan genetik mendasar untuk kualitas sensori di antara genotipe kopi Arabika yang dievaluasi di berbagai lokasi. Meskipun sebagian besar atribut kualitas organoleptik menunjukkan korelasi yang tidak signifikan dengan atribut agro-morfologi, ada korelasi signifikan di antara mereka, menunjukkan bahwa sifat organoleptik adalah penentu penting dari kualitas minuman. Meskipun genotipe kopi dengan biji besar lebih disukai dan dianggap memiliki kualitas organoleptik yang lebih baik daripada biji kecil, tidak ada korelasi signifikan antara kualitas organoleptik dan karakteristik fisik biji. Oleh karena itu, seleksi simultan untuk kualitas sensori dan karakter fisik biji merupakan tantangan [14]. Tingkat pemangangan memiliki dampak yang lebih besar terhadap kualitas

kopi daripada metode ekstraksi. Efek tingkat pemanggangan terhadap kualitas minuman kopi diperkuat oleh pembuatan kopi dingin. Kombinasi biji kopi panggang ringan dan teknik pembuatan kopi dingin menghasilkan kopi dengan sifat fisikokimia dan karakteristik sensorik yang lebih baik [15].

III. METODE PENELITIAN

A. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan data menggunakan beberapa cara, diantaranya:

- a. Wawancara
Wawancara dilakukan seorang ahli mengenai jenis-jenis kopi, serta kriteria-kriteria yang mempengaruhi kualitas kopi arabika.
- b. Studi Literatur
Studi literature dilakukan untuk menentukan metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang diteliti dan memperoleh referensi yang kuat sebagai dasar penerapan metode tersebut dalam penelitian ini. Hal ini dilakukan dengan mempelajari artikel-artikel yang relevan dengan masalah yang dibahas.

B. Kerangka Penelitian



Gbr. 1 Kerangka Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, tahap awal dalam proses penelitian adalah mengidentifikasi permasalahan yang ada. Setelah permasalahan teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah melakukan studi literatur yang relevan dengan permasalahan yang telah diidentifikasi, studi literature ini untuk mendapatkan gagasan pikiran dan mengumpulkan referensi sebagai pendukung serta menjabarkan masalah dan merumuskan masalah. Langkah selanjutnya adalah Pengumpulan data kualitas kopi Arabika dari berbagai negara. Setelah data terkumpul, peneliti kemudian melakukan proses perhitungan menggunakan metode ELECTRE. Tahap berikutnya, peneliti melanjutkan ke tahap penyusunan kesimpulan berdasarkan analisa data hasil metode ELECTRE yang diperoleh dengan menentukan rangking kuliatas jenis kopi arabika yang dihasilkan.

C. Tahapan Metode ELECTRE

Tahapan yang dilakukan dalam menyelaikan masalah menggunakan metode ELECTRE adalah sebagai berikut:

1. Membuat Normalisasi Matriks Keputusan

Tahapan pertama metode ELECTRE yaitu membentuk perbandingan berpasangan dari masing-masing alternatif untuk setiap kriteria. Berikut ini merupakan rumus untuk menentukan normalisasi matriks [16].

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \tag{1}$$

Untuk $i=1, 2, 3, \dots, m$ dan $j= 1, 2, 3, \dots, n$

Sehingga didapat R untuk hasil dari matriks normalisasi yaitu

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \tag{2}$$

Dimana; R = hasil dari matriks normalisasi

m= alternatif yang ada

n= kriteria yang ada

r_{ij} = normalisasi dalam mengukur alternatif dan kriteria

2. Menentukan Tabel Preferensi

Memberikan pembobotan untuk setiap kriteria yang mengacu pada tingkat kepentingan dari kriteria tersebut. Berikut ini rumus untuk membuat Tabel Preferensi yaitu.

$$V_{ij} = r_{ij}w_j \quad (3)$$

3. Menentukan Concordance dan Discordance Index

Kriteria akan dimasukkan dalam *Concordance Index* jika

$$C_{k,l} = \{j, v_{k,l} \geq v_{i,j}\} \text{ untuk } j= 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

Sebaliknya, kriteria akan dimasukkan dalam *Discordance Index* jika

$$D_{k,l} = \{j, v_{k,l} < v_{i,j}\} \text{ untuk } j= 1, 2, 3, \dots, n \quad (5)$$

4. Menghitung Matriks Concordance dan Discordance Index

Proses menentukan nilai dari elemen matriks *concordance* dengan menjumlahkan bobot yang termasuk dalam *subset concordance* menggunakan rumus berikut ini.

$$C_{k,l} = \sum_{j \in c_{k,l}} w_j \quad (6)$$

Sehingga diperoleh matriks *concordance* yaitu

$$C = \begin{bmatrix} - & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{m1} & \cdots & - \end{bmatrix} \quad (7)$$

Sedangkan proses menentukan nilai dari elemen matriks *discordance* adalah hasil bagi dari maksimum selisih nilai kriteria dalam *subset discordance* menggunakan rumus berikut ini.

$$D_{k,l} = \frac{\max \{v_{k,l} - v_{i,j} \mid j \in D_{k,l}\}}{\max \{v_{k,l} - v_{i,j} \mid \nabla j\}} \quad (8)$$

Sehingga diperoleh matriks *discordance* yaitu

$$D = \begin{bmatrix} - & \cdots & d_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & \cdots & - \end{bmatrix} \quad (9)$$

5. Menentukan Matriks Dominan Concordance dan Discordance Index

Setiap elemen matriks F merupakan matriks dominan *concordance* ditetapkan sebagai berikut

$$f_{k,l} = 1, \text{ jika } c_{k,l} > \underline{c} \text{ dan } f_{k,l} = 0, \text{ jika } c_{k,l} < \underline{c}, \quad (10)$$

dimana

$$\underline{c} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m c_{k,l}}{m(m-1)} \quad (11)$$

Sedangkan setiap elemen matriks G merupakan matriks dominan *discordance* ditetapkan sebagai berikut

$$g_{k,l} = 0, \text{ jika } d_{k,l} > \underline{d} \text{ dan } d_{k,l} = 1, \text{ jika } d_{k,l} < \underline{d}, \quad (12)$$

dimana

$$\underline{d} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m d_{k,l}}{m(m-1)}$$

6. Menentukan *Aggregate Dominan Matriks*

Aggregate Dominan Matriks merupakan hasil kali dari Matriks F dan Mariks G. Berikut ini rumus untuk menghitungnya.

$$e_{k,l} = f_{k,l} g_{k,l} \quad (14)$$

7. Melakukan Eliminasi Alternatif yang *Less Favorable*

Tahap terakhir dari metode ELECTRE adalah melakukan eliminasi hasil dari nilai matriks E, eliminasi dari nilai matriks E akan memberi urutan untuk setiap alternatif, jika nilai yang paling banyak dari seluruh alternatif yang akan dipilih untuk dilakukan perangkingan serta nilai yang paling sedikit akan dilakukan eliminasi.

8. Melakukan Perangkingan

Perangkingan dilakukan dengan membandingkan hasil total pada alternatif yang telah dieliminasi dalam perhitungan menggunakan metode ELECTRE dan mengurutkannya dari yang terbesar ke terkecil.

D. Pengumpulan Data

Penenerapan metode ELECTRE untuk menentukan kualitas kopi Arabika dalam penelitian ini menggunakan data kuantitatif, dimana data berupa angka dan peneliti mengambil dataset Coffee Quality Database dari Coffee Quality Institute pada tahun 2018 yang dapat diunduh pada situs Kaggle dengan link berikut <https://www.kaggle.com/datasets/volpatto/coffee-quality-database-from-cqi>.

E. Data Cleaning

Melakukan data cleaning dengan tujuan membuang atribut yang tidak relevan atau konsisten. Melakukan penyederhaan pada dataset Coffee Quality Database dari Coffee Quality Institute dengan tujuan agar dapat lebih mudah memahami dan menemukan tujuan dari penelitian ini seperti pada Tabel I.

TABEL I
SAMPEL DATA

Kriteria	Negara			
	Ethiopia	Brazil	Peru	China
Aroma	86	85	84	84
Flavor	88	84	85	82
Aftertaste	86	84	83	80
Acidity	87	85	85	81
Body	85	82	82	79
Uniformity	100	100	100	100
Balance	84	83	82	80
Clean Cup	100	100	100	100
Sweetness	100	100	100	100
Cupper Points	87	83	85	84

F. Menentukan Alternatif

Berikut data yang akan menjadi alternatif untuk dijadikan perhitungan dengan mengambil sampel beberapa data pada Tabel II.

TABEL II
TABEL DAFTAR NEGARA

Alternatif	Nama Negara
A1	Ethiopia
A2	Brazil
A3	Peru
A4	China

G. Menentukan Kriteria dan Bobot Kriteria

Berikut merupakan data kriteria beserta bobot yang telah ditentukan untuk dijadikan bahan perhitungan dalam menentukan kualitas kopi Arabika.

TABEL III
TABEL KRITERIA

Kode Kriteria	Kriteria	Bobot Kriteria
C1	Aroma	0.110
C2	Flavor	0.099
C3	Aftertaste	0.102
C4	Acidity	0.102
C5	Body	0.112
C6	Uniformity	0.088
C7	Balance	0.114
C8	Clean Cup	0.086
C9	Sweetness	0.091
C10	Cupper Points	0.098

Selanjutnya adalah menentukan nilai bobot kriteria. Nilai bobot kriteria berasal dari jurnal yang ditulis oleh (Alejandro et al., 2019) yang berjudul “Cup quality attributes of Catimors as affected by size and shape of coffee bean (*Coffea arabica* L.)”, yang menentukan bahwa nilai dibawah 6.0 dianggap buruk, dari 6 hingga 6.75 baik, dari 7 to 7.75 sangat baik, dari 8 hingga 8.75 sangat baik, dan dari 9 hingga 10 sebagai luar biasa. Nilai-nilai ini kemudian diubah menjadi bilangan bulat, yaitu nilai dibawah 60 dianggap buruk, dari 60 hingga 69 baik, dari 70-79 baik, dari 80 hingga 89 sangat baik, dan dari 90 hingga 100 luar biasa. Pada akhirnya, setiap pembagian kelompok nilai dibagi setengah untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, menjadi dibawah 60 dianggap buruk, dari 60 hingga 64 kurang bagus, dari 65 hingga 69 bagus, dari 70 hingga 74 lumayan bagus, dari 75 hingga 79 cukup baik, dari 80 hingga 84 sangat bagus, dari 85 hingga 89 luar biasa, dari 90 hingga 94 sangat luar biasa, dari 95 hingga 100 istimewa.

TABEL IV
TABEL NILAI BOBOT KRITERIA

Nilai	Keterangan	Nilai
1	Buruk	< 60
2	Kurang Bagus	60-64
3	Bagus	65-69
4	Lumayan Bagus	70-74
5	Cukup Baik	75-79
6	Sangat Bagus	80-84
7	Luar Biasa	85-89
8	Sangat Luar Biasa	90-94
9	Istimewa	95-100

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan perhitungan yang telah dilakukan untuk menentukan kualitas kopi Arabika menggunakan metode ELECTRE.

A. Menyerderhanakan Rating Kecocokan

Tabel V menunjukkan rating kecocokan dari setiap alternatif disetiap kriteria. Nilai terbesar adalah nilai terbaik, maka semua kriteria yang diberikan diasumsikan sebagai kriteria keuntungan.

TABEL V
TABEL PENYEDERHANAAN RATING KECOCOKAN

Alternatif	Kriteria									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
A1	7	7	7	7	7	9	6	9	9	7
A2	7	6	6	7	6	9	6	9	9	6
A3	6	7	6	7	6	9	6	9	9	7

Alternatif	Kriteria									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
A4	6	6	6	6	5	9	6	9	9	6

Sehingga terbentuk matriks sebagai berikut :

$$X = \begin{bmatrix} 7 & 7 & 7 & 7 & 7 & 9 & 6 & 9 & 9 & 7 \\ 7 & 6 & 6 & 7 & 6 & 9 & 6 & 9 & 9 & 6 \\ 6 & 7 & 6 & 7 & 6 & 9 & 6 & 9 & 9 & 7 \\ 6 & 6 & 6 & 6 & 5 & 9 & 6 & 9 & 9 & 6 \end{bmatrix}$$

B. Normalisasi Matriks

$$R = \begin{bmatrix} 0,537 & 0,537 & 0,559 & 0,517 & 0,579 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,537 \\ 0,537 & 0,46 & 0,479 & 0,517 & 0,497 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,46 \\ 0,46 & 0,537 & 0,479 & 0,517 & 0,497 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,537 \\ 0,46 & 0,46 & 0,479 & 0,444 & 0,414 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,46 \end{bmatrix}$$

C. Pembobotan pada matriks yang telah dinormalisasi

$$V = RW = \begin{bmatrix} 0,537 & 0,537 & 0,559 & 0,517 & 0,579 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,537 \\ 0,537 & 0,46 & 0,479 & 0,517 & 0,497 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,46 \\ 0,46 & 0,537 & 0,479 & 0,517 & 0,497 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,537 \\ 0,46 & 0,46 & 0,479 & 0,444 & 0,414 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,46 \end{bmatrix} \cdot [0,110 \quad 0,099 \quad 0,102 \quad 0,102 \quad 0,112 \quad 0,088 \quad 0,114 \quad 0,086 \quad 0,091 \quad 0,098]$$

$$V = \begin{bmatrix} 0,059 & 0,055 & 0,057 & 0,058 & 0,051 & 0,057 & 0,043 & 0,045 & 0,049 & 0,053 \\ 0,059 & 0,047 & 0,049 & 0,058 & 0,044 & 0,057 & 0,043 & 0,045 & 0,049 & 0,046 \\ 0,051 & 0,055 & 0,049 & 0,058 & 0,044 & 0,057 & 0,043 & 0,045 & 0,049 & 0,053 \\ 0,051 & 0,047 & 0,049 & 0,05 & 0,036 & 0,057 & 0,043 & 0,045 & 0,049 & 0,046 \end{bmatrix}$$

D. Menentukan himpunan Concordance dan Discordance index

1. Concordance

TABEL VI
TABEL PERBANDINGAN CONCORDANCE INDEX

C	Membandingkan Index	Himpunan
C ₁₁	$V_{11} \geq V_{11} = 0,059 \geq 0,059 = \text{Ya}$ $V_{12} \geq V_{12} = 0,055 \geq 0,055 = \text{Ya}$ $V_{13} \geq V_{13} = 0,057 \geq 0,057 = \text{Ya}$ $V_{14} \geq V_{14} = 0,058 \geq 0,058 = \text{Ya}$ $V_{15} \geq V_{15} = 0,051 \geq 0,051 = \text{Ya}$ $V_{16} \geq V_{16} = 0,057 \geq 0,057 = \text{Ya}$ $V_{17} \geq V_{17} = 0,043 \geq 0,043 = \text{Ya}$ $V_{18} \geq V_{18} = 0,045 \geq 0,045 = \text{Ya}$ $V_{19} \geq V_{19} = 0,049 \geq 0,049 = \text{Ya}$ $V_{110} \geq V_{110} = 0,053 \geq 0,053 = \text{Ya}$	C1,C10,C2,C3,C4,C5,C6,C7,C8, C9
...

2. Discordance

TABEL VII
TABEL PERBANDINGAN DISCORDANCE INDEX

D	Membandingkan Index	Himpunan
D ₁₁	$V_{11} < V_{11} = 0,059 < 0,059 = \text{Tidak}$ $V_{12} < V_{12} = 0,055 < 0,055 = \text{Tidak}$ $V_{13} < V_{13} = 0,057 < 0,057 = \text{Tidak}$	

D	Membandingkan Index	Himpunan
	$V_{14} < V_{14} = 0,058 < 0,058 = \text{Tidak}$	
	$V_{15} < V_{15} = 0,051 < 0,051 = \text{Tidak}$	
	$V_{16} < V_{16} = 0,057 < 0,057 = \text{Tidak}$	
	$V_{17} < V_{17} = 0,043 < 0,043 = \text{Tidak}$	
	$V_{18} < V_{18} = 0,045 < 0,045 = \text{Tidak}$	
	$V_{19} < V_{19} = 0,049 < 0,049 = \text{Tidak}$	
	$V_{110} < V_{110} = 0,053 < 0,053 = \text{Tidak}$	
...

E. Menghitung Matriks Concordance dan Discordance

1. Concordance

$$C = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0,61 & - & 0,8 & 1 \\ 0,7 & 0,89 & - & 1 \\ 0,39 & 0,69 & 0,6 & - \end{bmatrix}$$

2. Discordance

$$D = \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0 \\ 1 & - & 1 & 0 \\ 1 & 1 & - & 0 \\ 1 & 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

F. Menentukan Matriks Dominan Concordance dan Discordance

1. Concordance

$$\underline{C} = \frac{0 + 1,0 + 1,0 + 1,0 + 0,61 + 0 + 0,8 + 1,0 + 0,7 + 0,89 + 0 + 1,0 + 0,39 + 0,69 + 0,6 + 0}{4(4-1)} = \frac{9,68}{12} = 0,806, F = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 1 & 1 \\ 0 & 1 & - & 1 \\ 0 & 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

2. Discordance

$$\underline{D} = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 1,0 + 0 + 1,0 + 0 + 1,0 + 1,0 + 0 + 0 + 1,0 + 1,0 + 1,0 + 0}{4(4-1)} = \frac{7}{12} = 0,583, G = \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0 \\ 1 & - & 1 & 0 \\ 1 & 1 & - & 0 \\ 1 & 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

G. Menentukan Matriks Dominan Aggregate

$$e_{12} = f_{12} \times g_{12} = 1 \times 0 = 0$$

$$e_{13} = f_{13} \times g_{13} = 1 \times 0 = 0$$

$$e_{14} = f_{14} \times g_{14} = 1 \times 0 = 0$$

$$e_{21} = f_{21} \times g_{21} = 0 \times 1 = 0$$

$$e_{23} = f_{23} \times g_{23} = 0 \times 1 = 0$$

$$e_{24} = f_{24} \times g_{24} = 1 \times 0 = 0$$

$$e_{31} = f_{31} \times g_{31} = 0 \times 1 = 0$$

$$e_{32} = f_{32} \times g_{32} = 1 \times 1 = 1$$

$$e_{34} = f_{34} \times g_{34} = 1 \times 0 = 0$$

$$e_{41} = f_{41} \times g_{41} = 0 \times 1 = 0$$

$$e_{42} = f_{42} \times g_{42} = 0 \times 1 = 0$$

$$e_{43} = f_{43} \times g_{43} = 0 \times 1 = 0$$

Sehingga matriks dominan aggregate-nya adalah :

$$G = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 1 & 1 \\ 0 & 1 & - & 1 \\ 0 & 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

H. Eliminasi Alternatif

TABEL VIII
TABEL ELIMINASI ALTERNATIF

Alternatif	Ckl	Nilai Ckl	Dkl	Nilai Dkl	Ckl-Dkl	Total
A1	C11	0	D11	0	0	3
	C12	1	D12	0	1	
	C13	1	D13	0	1	
	C14	1	D14	0	1	
A2	C21	0,61	D21	1	-0,39	0,41
	C22	0	D22	0	0	
	C23	0,8	D23	1	-0,2	
	C24	1	D24	0	1	
A3	C31	0,7	D31	1	-0,3	0,59
	C32	0,89	D32	1	-0,11	
	C33	0	D33	0	0	
	C34	1	D34	0	1	
A4	C41	0,39	D41	1	-0,61	-1,32
	C42	0,69	D42	1	-0,31	
	C43	0,6	D43	1	-0,4	
	C44	0	D44	0	0	

I. Melakukan Perangkingan

TABEL IX
TABEL PERANGKINGAN

Alternatif	Hasil	Rangking
A1	3	1
A2	0,41	3
A3	0,59	2
A4	-1,32	4

Berdasarkan Tabel IX, Alternatif A1 yang merupakan negara Ethiopia mendapatkan ranking pertama dikarenakan total dari hasil eliminasi alternatif-nya lebih besar dibandingkan dengan alternatif lain.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, tentang penentuan kualitas kopi arabika menggunakan metode ELECTRE dengan beberapa kriteria yaitu aroma, rasa, keasaman, body, keseragaman, keseimbangan, clean cup, rasa manis dan cupper point, maka jenis kopi arabika asal negara Ethiopia yang memiliki kualitas kopi yang

paling bagus diantara negara lain yang telah diteliti. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat membantu pecinta kopi untuk menentukan kualitas kopi arabika dengan lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. A. Wibowo, F. Djufry, Syafaruddin, T. Iflah, and Dani, "The Quality of Arabica Coffee Beans Evaluation at Various Processing in Luwu Regency South Sulawesi, Indonesia," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1038, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1038/1/012068.
- [2] A. Luna González, A. Macías Lopez, O. R. Taboada Gaytán, and V. Morales Ramos, "Cup quality attributes of Catimors as affected by size and shape of coffee bean (*Coffea arabica* L.)," *Int. J. Food Prop.*, vol. 22, no. 1, pp. 758–767, 2019, doi: 10.1080/10942912.2019.1603997.
- [3] A. Mahmud Harahap, E. Sari Siregar, R. Amanda Lubis, and I. Srikumala, "Quality of Coffee (*Coffea* Sp) in Some Different Geographic Indications," *J. Pertan. Trop.*, vol. 9, no. 1, pp. 91–97, 2022, doi: 10.32734/jpt.v9i1.
- [4] E. B. Tarigan and E. Randriani, "Cupping test of some varieties of Gayo arabica coffee at different altitudes in Central Aceh District Cupping test of some varieties of Gayo arabica coffee at different altitudes in Central Aceh District," in *International Conference on Modern and Sustainable Agriculture (ICOMSA)*, 2023. doi: 10.1088/1755-1315/1133/1/012002.
- [5] K. B. Do Carmo, J. C. B. Do Carmo, M. R. Krause, A. P. Moreli, and P. A. V. Lo Monaco, "Quality of arabic coffee under different processing systems, drying methods and altitudes," *Biosci. J.*, vol. 36, no. 4, pp. 1116–1125, 2020, doi: 10.14393/BJ-v36n4a2020-47890.
- [6] B. Girma, A. Gure, and F. Wedajo, "Influence of Altitude on Caffeine, 5-Caffeoylquinic Acid, and Nicotinic Acid Contents of Arabica Coffee Varieties," *J. Chem.*, vol. 2020, pp. 1–7, 2020, doi: 10.1155/2020/3904761.
- [7] R. I. Miraza Muharram and D. Irwan, "PEMANFAATAN METODE ELECTRE UNTUK MENENTUKAN PRODUK KOPI TERBAIK," *Syntax J. Softw. Eng. Comput. Sci. Inf. Technol. p-ISSN*, vol. 4, no. 2, pp. 348–352, 2023.
- [8] D. Nugroho and P. Basunanda, "Performance of Biochemical Compounds and Cup Quality of Arabica Coffee as Influenced by Genotype and Growing Altitude," vol. 36, no. 1, pp. 1–23, 2020.
- [9] B. Cheng, H. E. Smyth, A. Furtado, and R. J. Henry, "Slower development of lower canopy beans produces better coffee," *J. Exp. Bot.*, vol. 71, no. 14, pp. 4201–4214, 2020, doi: 10.1093/jxb/eraa151.
- [10] E. Firdissa, A. Mohammed, G. Berecha, and W. Garedeu, "Coffee Drying and Processing Method Influence Quality of Arabica Coffee Varieties (*Coffea arabica* L.) at Gomma I and Limmu Kossa, Southwest Ethiopia," *J. Food Qual.*, vol. 2022, pp. 1–8, 2022, doi: 10.1155/2022/9184374.
- [11] T. M. Langi *et al.*, "the Effect of Arabica and Robusta Coffee Blends on Caffeine Content, Acidity and Organoleptic Properties of Instant Coffee," *J. Agric.*, vol. 2, no. 02, pp. 183–192, 2023, doi: 10.47709/joa.v2i02.2806.
- [12] Y. Abebe, B. Juergen, B. Endashaw, H. Kitessa, and G. Heiner, "The major factors influencing coffee quality in Ethiopia: The case of wild Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) from its natural habitat of southwest and southeast afro-montane rainforests," *African J. Plant Sci.*, vol. 14, no. 6, pp. 213–230, 2020, doi: 10.5897/ajps2020.1976.
- [13] R. A. Fadri, K. Sayuti, N. Nazir, and I. Suliansyah, "Sensory Quality Profile of Ranah Minang Arabica Coffee Specialty," *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 281–290, 2021, doi: 10.18517/ijaseit.11.1.11179.
- [14] W. Merga Sakata, W. Gebreselassie Abteu, and W. Garedeu, "Organoleptic Quality Attributes and Their Association with Morphological Traits in Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.) Genotypes," *J. Food Qual.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/2906424.
- [15] L. Pan *et al.*, "Comparison of Characterization of Cold Brew and Hot Brew Coffee Prepared at Various Roasting Degrees," *J. Food Process. Preserv.*, vol. 2023, pp. 1–15, 2023, doi: 10.1155/2023/3175570.
- [16] G. R. Putra, I. Komputer, and U. Pakuan, "Penerapan Metode ELECTRE Dalam Penentuan Pemilihan Kartu Smartphone," vol. 1, pp. 14–24, 2022.