

KLASIFIKASI JENIS REMPAH PENGHASIL MINYAK ATSIRI MENGGUNAKAN METODE MACHINE LEARNING

CLASSIFICATION OF ESSENTIAL OIL PRODUCING SPICES USING MACHINE LEARNING METHOD

Fifin Ayu Mufarroha¹⁾, Doni Abdul Fatah²⁾

¹ Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo

² Prodi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo

Jl. Raya Telang, PO BOX 2 Kamal, Bangkalan

E-mail: ¹*fifin.mufarroha@trunojoyo.ac.id, ²doni.fatah@trunojoyo.ac.id

*Corresponding author email.

ABSTRAK

Rempah-rempah merupakan bahan alami yang digunakan dalam berbagai industri, seperti kuliner, obat-obatan, kosmetik, dan industri parfum. Minyak atsiri yang dihasilkan dari rempah-rempah memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengenali pola dalam data rempah-rempah dan mengklasifikasikan jenis rempah-rempah ke dalam jenis yang tepat berdasarkan karakteristik dari setiap rempah. Metode K-NN dipilih karena kesederhanaannya dan kemampuannya dalam menghasilkan akurasi yang baik. Penelitian ini melibatkan beberapa tahap, antara lain pengumpulan data rempah-rempah, ekstraksi fitur dari data, dan pengenalan jenis rempah menggunakan metode K-NN. Penelitian ini menggunakan 125 dataset, yang terdiri dari 25 data untuk setiap jenis rempah, yaitu Lengkuas, Temulawak, Kencur, Jahe, dan Kunyit. Hasil klasifikasi metode K-NN dalam 3 skenario, yaitu dengan nilai K = 1, 3, dan 6. Hasil klasifikasi terbaik diperoleh pada nilai K = 3, dimana hasil akurasi sebesar 96%. Hasil akurasi ini dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja model klasifikasi yang dikembangkan. Dengan adanya metode ini, diharapkan dapat membantu dalam pengenalan rempah-rempah yang berkualitas, pengendalian kualitas produk yang mengandung rempah-rempah, serta pengembangan produk baru dalam berbagai industri.

Kata kunci: Rempah, Klasifikasi, Machine Learning, K-NN.

ABSTRACT

Spices are natural ingredients used in various industries, such as culinary, pharmaceuticals, cosmetics, and industrial perfumes. Essential oils produced from spices have high economic value and are used in various industrial applications. This study aims to recognize patterns in spice data and classify the types of spices into the appropriate types based on the characteristics of each spice. The K-NN method was chosen because of its simplicity and ability to produce good accuracy. This research involved several stages, including collecting data on spices, extracting features from the data, and introducing types of spices using the K-NN method. This study used 125 datasets, consisting of 25 data for each type of spice, namely Galangal, Temulawak, Kencur, Ginger, and Turmeric. The results of the classification of the K-NN method in 3 scenarios, namely with the value of K = 1, 3, and 6. The best classification results are obtained at the value of K = 3, where the accuracy is 96%. The results of this accuracy can be used to assess the performance of the developed classification model. With this method, it is hoped that it can assist in the introduction of quality spices, quality control of products containing spices, as well as the development of new products in various industries.

Keywords: Spices, Classification, Machine Learning, K-NN

PENDAHULUAN

Rempah-rempah merupakan bahan alami yang digunakan dalam berbagai bidang, seperti kuliner, obat-obatan, kosmetik, dan industri parfum [1][2]. Salah satu komponen penting dalam rempah-rempah adalah minyak atsiri, yang memberikan aroma dan rasa khas pada rempah-rempah tersebut. Minyak atsiri yang dihasilkan dari rempah-rempah memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan digunakan dalam berbagai aplikasi industri, mulai dari kosmetik, parfum, obat-obatan, hingga makanan dan minuman [3]. Klasifikasi jenis rempah penghasil minyak atsiri merupakan langkah penting dalam proses pengolahan dan penggunaan rempah-rempah tersebut.

Dalam penelitian ini, digunakan metode *machine learning* untuk melakukan klasifikasi jenis rempah penghasil minyak atsiri. Machine learning adalah suatu pendekatan dalam bidang kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk belajar dari data yang ada dan membuat prediksi atau pengambilan keputusan tanpa di-program secara eksplisit. Dalam konteks penelitian ini, metode machine learning akan digunakan untuk mengenali pola dalam data rempah-rempah dan mengklasifikasikan rempah-rempah ke dalam jenis yang tepat berdasarkan karakteristik dari setiap rempah.

Bidang machine learning menyangkut pertanyaan tentang bagaimana membangun program komputer yang meningkat secara otomatis. Berbeda dengan clustering yaitu untuk melakukan klasifikasi sesuai dengan target/kelas/label yang telah ditentukan sehingga disebut dengan pelatihan terawasi. Algoritma yang digunakan seperti K-NN, *Perceptron*, *Decision Tree*, *Support Vector Machine* [4]. Metode klasifikasi yang digunakan adalah *K-Nearest Neighbors* (K-NN) dalam melakukan penentuan kelas jenis rempah. K-NN adalah salah satu algoritma dalam machine learning yang termasuk dalam kategori supervised learning, yang digunakan untuk

melakukan klasifikasi data berdasarkan data latih yang sudah diberikan sebelumnya. Pemilihan K-NN sebagai metode yang digunakan dalam penelitian karena kesederhanaannya. K-NN merupakan salah satu algoritma yang sederhana dan mudah dipahami. Konsep dasarnya yang mengandalkan jarak antara data dan tetangga terdekatnya membuat algoritma ini mudah diimplementasikan dan dipahami oleh pemula dalam bidang machine learning. Konsep sederhana K-NN tidak membuat metode tersebut tidak baik dalam implementasinya. Penelitian dengan menerapkan metode K-NN dalam melakukan klasifikasi citra makanan dengan menggunakan fitur warna mendapatkan hasil akurasi mencapai 95.24% [5]. Metode ini juga menghasilkan akurasi 91% dalam melakukan klasifikasi terhadap buah belimbing [6]. Berdasarkan kedua penelitian, kita dapat menyimpulkan bahwa dengan kesederhanaannya, metode K-NN dapat mencapai hasil akurasi yang sangat baik.

Rempah memiliki banyak jenis apalagi Indonesia merupakan penghasil rempah terbesar. Beberapa penelitian tentang klasifikasi jenis rempah telah dilakukan sebelumnya [7]–[10]. Begitupun dengan penerapan metode K-NN pada klasifikasi jenis rempah [11][12]. Penerapan metode K-NN dalam penelitian [11] menggunakan 3 nilai K yakni 1, 3 dan 5. Banyak data yang digunakan dalam penelitian ini sejumlah 120 data dengan data diambil menggunakan kamera peneliti. Hasil akurasi yang didapatkan pada penelitian tersebut adalah nilai akurasi terbaik pada $k = 1$ sebesar 76%. Penelitian [12] menggunakan total data sebanyak 800 dataset. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan 3 variasi nilai 3 yakni 1, 3, dan 5. Hasil akurasi terbaik didapatkan pada nilai $k = 1$ sebesar 73%.

Pada kedua penelitian penerapan metode K-NN diatas, mereka menggunakan 4 jenis rempah diantaranya, jahe, kencur, kunyit, dan lengkuas. Pada penelitian ini, kami melakukan klasifikasi 5 jenis rempah diantaranya, Lengkuas,

Temulawak, Kencur, Jahe, dan Kunyit. Penelitian ini akan melibatkan beberapa tahap, antara lain pengumpulan data rempah-rempah, ekstraksi fitur dari data, pengenalan jenis rempah menggunakan metode K-NN.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengklasifikasian jenis rempah penghasil minyak atsiri secara otomatis dan akurat. Dengan adanya metode ini, diharapkan dapat membantu dalam pengenalan rempah-rempah yang berkualitas, pengendalian kualitas produk yang mengandung rempah-rempah, serta pengembangan produk baru berbasis rempah-rempah dengan karakteristik yang diinginkan.

METODE

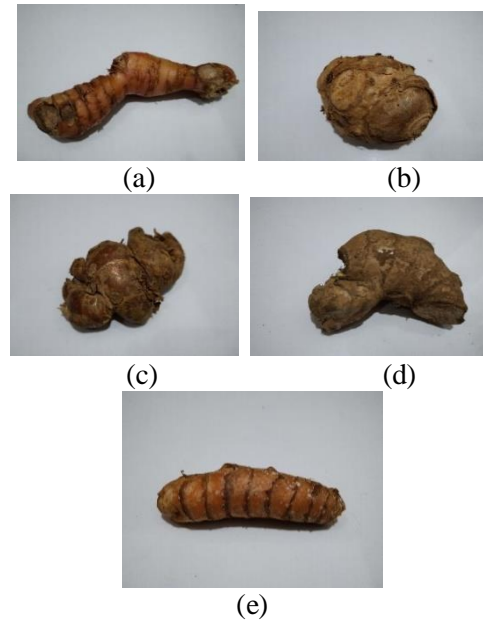
Metode penelitian untuk klasifikasi jenis rempah melibatkan beberapa langkah diantaranya pengumpulan data, Ubah ukuran citra, ekstraksi fitur bentuk, klasifikasi dengan metode K-NN dan evaluasi. Diagram alir proses klasifikasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Klasifikasi

Proses diawali dengan mengumpulkan dataset yang digunakan dalam penelitian. Dataset diperoleh melalui kaggle dataset dengan alamat: <https://www.kaggle.com/datasets/awaltry>

[/rempah](#) . Klasifikasi dilakukan terhadap 5 jenis bumbu diantaranya Lengkuas, Temulawak, Kencur, Jahe, dan Kunyit. Gambar 2 menampilkan dataset kelima jenis bumbu dapur yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2. Jenis Rempah: (a) Lengkuas, (b) Temulawak, (c) Kencur, (d) Jahe, (e) Kunyit

Tahap selanjutnya adalah merubah ukuran gambar citra. fungsi mengubah ukuran citra menjadi ukuran yang berbeda untuk mengubah dimensi citra secara proporsional, baik memperbesar (*upsampling*) atau memperkecil (*downscaling*) citra. pda penelitian ini ubah ukuran citra yang dilakukan adalah memperkecil dimensi citra dataset yang digunakan. Ukuran asli citra rempah 2364x1773 yang nantinya akan diubah menjadi 4x4. Hal tersebut dilakukan untuk mempercepat dari sisi waktu komputasi proses klasifikasi. Ekstraksi fitur dilakukan setelah ukuran citra telah mengalami perubahan resolusi dimensi. Ekstraksi fitur yang dipilih adalah dengan mengkonversi citra asli RGB ke dalam bentuk *grayscale* dengan persamaan 1.

$$I = (0.298 \times Re) + (0.5870 \times Gr) + (0.1140 \times Bl) \tag{1}$$

Fitur yang diperoleh setiap jenis rempah akan diterapkan proses

selanjutnya dengan melakukan proses klasifikasi. Telah disinggung sebelumnya metode klasifikasi yang dipilih adalah K-NN. Selain kesederhanaan, beberapa alasan yang mungkin menjadi pertimbangan dalam pemilihan metode machine learning menggunakan *K-Nearest Neighbors* (K-NN) adalah K-NN tidak membuat asumsi terhadap distribusi data atau mengestimasi parameter statistik tertentu, sehingga algoritma ini bersifat non-parametrik [13]. Hal ini membuat K-NN dapat digunakan dalam berbagai jenis data, termasuk data rempah-rempah yang memiliki karakteristik yang beragam.

Hasil dari algoritma K-NN dapat diinterpretasikan dengan mudah, karena algoritma ini memberikan keputusan klasifikasi berdasarkan mayoritas voting dari tetangga terdekat. Oleh karena itu, K-NN dapat memberikan pemahaman yang intuitif tentang bagaimana suatu data diklasifikasikan ke dalam suatu kelas tertentu. K-NN cenderung baik digunakan pada data yang memiliki pemisahan kelas yang jelas atau distribusi data yang tidak terlalu kompleks. Kelas pada penelitian ini dibagi menjadi 5 kelas sesuai dengan jenis rempah yang dipilih pada penelitian ini. Oleh karena itu, pada data rempah-rempah yang memiliki ciri khas, K-NN dapat menjadi pilihan yang baik untuk melakukan klasifikasi jenis rempah penghasil minyak atsiri. Proses klasifikasi metode K-NN ditunjukkan pada Gambar 3.

Masukkan dalam proses klasifikasi ini merupakan nilai fitur dari tahap sebelumnya dan juga label kelas. Selanjutnya, Pemilihan Jumlah Tetangga (K) dimana K adalah parameter yang menentukan jumlah tetangga terdekat yang akan digunakan dalam proses klasifikasi. Pemilihan nilai K yang tepat sangat penting dalam K-NN, karena nilai K yang salah dapat menghasilkan klasifikasi yang kurang akurat atau overfitting. Ketika nilai K telah ditetapkan, perhitungan jarak dilakukan. Tahap ini melibatkan menghitung jarak antara data uji (*test data*) dengan data latih (*training data*) menggunakan metrik jarak Euclidean (Persamaan 2) [14].

$$EDist = \sqrt{(X_1 - Y_1)^2 + (X_2 - Y_2)^2 + \dots + (X_n - Y_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2} \quad (2)$$



Gambar 3. Proses K-NN

Data uji akan dicari K tetangga terdekatnya berdasarkan nilai jarak yang telah dihitung pada tahap sebelumnya. Tetangga terdekat ini akan digunakan untuk melakukan klasifikasi pada data uji [14][15]. Data uji akan diklasifikasikan berdasarkan mayoritas label kelas dari K tetangga terdekat. Misalnya, jika sebagian besar tetangga terdekat adalah kelas Jahe, maka data uji akan diklasifikasikan sebagai kelas Jahe.

Pada tahapan evaluasi bertujuan sebagai pengujian tingkat akurasi sistem klasifikasi yang telah dibuat. Penggunaan perhitungan matrik konfusi dipilih sebagai metode klasifikasi dengan menghitung akurasi seperti pada persamaan 3 [16]. *Confusion Matrix* menunjukkan deskripsi dari masalah klasifikasi hasil prediksi. Jumlah prediksi benar dan salah disimpulkan dan dipisahkan oleh masing-masing kelas.

$$Accuracy = \frac{TP+FP}{TP+TN+FP+FN} \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total data secara keseluruhan ada 125 dataset. Citra rempah dengan resolusi asli 1773 x 2364 x 3. Dilakukan *preprocessing* yakni *resize* dan dilanjutkan dengan konversi ke dalam *grayscale* serta ID Array. Pertama mengubah ukuran citra menjadi 4x4, dapat dilihat pada Tabel 1. dilanjutkan dengan konversi ke dalam *grayscale* (Tabel 2) dan 1D Array (Tabel 3). Hasil keseluruhan ekstraksi fitur pada data train dapat dilihat pada Tabel 4 sedangkan hasil data test pada Tabel 5.

Berdasarkan nilai fitur yang diperoleh maka nilai tersebut akan dilakukan klasifikasi dengan perhitungan jarak terdekat antara data train dengan data test. Terakhir, Telah dibahas pada bab sebelumnya bahwa pengujian dalam menentukan keakuratan metode dengan menggunakan matrik konfusi. Hasil evaluasi metode K-NN ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 1. Hasil *Resize*.

Column 1		Column 2			
168	173	176	182	187	191
180	185	188	190	195	199
45	21	7	111	51	22
164	169	173	180	185	191
Column 3			Column 4		
186	191	194	173	178	181
94	45	15	180	178	177
175	179	183	158	163	166
183	188	192	184	189	193

Tabel 2. Konversi ke Grayscale.

172	186	190	177
184	194	51	178
24	61	179	162
168	185	187	188

Tabel 3. ID Array

172	186	190	177	184	194	51	178	24	61	179	162	168	185	187	188
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabel 4. Ekstraksi fitur data train

Fitur																Jenis rempah
170	182	183	168	177	142	132	156	93	82	114	114	161	180	191	180	Lengkuas
171	184	185	173	166	136	143	178	79	87	93	82	165	184	187	172	Lengkuas
...
164	164	177	171	77	62	101	162	163	183	121	97	176	185	185	168	Lengkuas
178	167	183	176	187	101	133	188	185	75	113	189	182	137	157	180	Temulawak
178	172	187	178	187	104	138	189	186	77	112	189	181	137	154	181	Temulawak
...
179	183	190	183	186	107	128	190	185	78	88	190	179	152	149	182	Temulawak
167	177	176	163	171	98	112	182	151	56	83	186	181	181	188	181	Kencur
173	183	183	172	173	100	119	186	152	57	81	187	183	175	188	180	Kencur
...
181	190	193	184	186	142	104	190	185	70	102	190	180	162	179	180	Kencur
178	161	174	183	148	77	96	191	168	102	73	188	181	186	143	182	Jahe
170	148	166	175	141	60	103	191	185	140	87	191	184	189	179	185	Jahe
176	175	180	180	169	97	95	189	158	84	64	174	179	187	142	179	Jahe
...
176	173	176	181	162	85	95	189	174	102	71	185	180	185	140	181	Jahe
176	184	185	178	176	148	159	184	146	83	79	151	181	188	188	183	Kunyit

168	179	178	167	159	129	161	185	160	93	62	144	183	190	182	173	Kunyit
...
172	182	184	173	181	159	132	171	153	72	115	181	169	170	192	183	Kunyit

Tabel 5. Ekstraksi fitur data test

Fitur																Jenis rempah
172	186	187	176	147	112	122	166	114	121	124	126	176	185	186	178	Lengkuas
174	187	188	179	178	131	102	137	113	94	152	153	173	183	187	179	Lengkuas
175	184	183	179	182	130	78	136	125	87	189	186	161	168	185	177	Lengkuas
170	183	184	176	176	122	89	133	113	97	165	171	170	180	184	175	Lengkuas
180	189	190	184	187	111	147	190	187	81	96	190	178	133	138	181	Temulawak
178	167	187	180	185	98	144	189	185	77	123	188	183	159	171	180	Temulawak
178	181	189	182	186	110	136	190	187	83	103	189	178	153	152	182	Temulawak
179	189	193	182	186	110	120	191	183	85	77	186	179	155	152	182	Temulawak
180	181	189	184	187	107	130	191	187	85	96	191	180	164	160	183	Temulawak
180	189	189	181	180	108	126	191	164	62	92	188	181	177	188	181	Kencur
174	184	183	172	179	101	129	186	184	89	88	187	179	191	189	181	Kencur
173	183	182	172	180	106	118	185	184	97	105	186	178	187	187	178	Kencur
178	188	188	180	184	150	81	190	183	92	86	189	177	147	167	175	Kencur
181	189	191	186	186	129	106	190	186	72	109	190	180	186	187	184	Kencur
166	143	169	174	140	68	110	190	186	118	107	191	183	173	187	182	Jahe
174	178	183	179	160	89	117	189	167	88	90	188	180	178	132	182	Jahe
176	172	180	181	170	92	95	188	146	74	64	171	178	185	134	177	Jahe
177	182	185	181	180	108	96	190	156	73	61	166	178	187	142	175	Jahe
179	177	179	184	166	82	102	193	184	115	81	192	184	188	149	185	Jahe
164	176	175	162	158	103	160	184	181	125	67	170	182	192	180	179	Kunyit
169	178	179	170	172	145	153	180	141	80	79	149	180	189	189	182	Kunyit
173	181	181	175	165	121	163	182	175	119	72	160	176	180	178	172	Kunyit
166	175	174	166	161	91	152	179	179	145	80	170	173	182	181	173	Kunyit
180	188	190	184	167	136	144	178	139	92	95	148	182	188	189	183	Kunyit

Tabel 6. Hasil klasifikasi metode K-NN

Data Awal	Data Prediksi			Hasil		
	k1	k3	k6	k1	k3	k6
Lengkuas	Lengkuas	Lengkuas	Kunyit	1	1	0
Lengkuas	Temulawak	Lengkuas	Lengkuas	0	1	1
Lengkuas	Kencur	Lengkuas	Lengkuas	0	1	1
Lengkuas	Jahe	Lengkuas	Lengkuas	0	1	1
Lengkuas	Jahe	Lengkuas	Lengkuas	0	1	1
Temulawak	Kunyit	Temulawak	Temulawak	0	1	1
Temulawak	Kunyit	Temulawak	Jahe	0	1	0
Temulawak	Kunyit	Temulawak	Temulawak	0	1	1
Temulawak	Kunyit	Temulawak	Temulawak	0	1	1

Temulawak	Kunyit	Temulawak	Temulawak	0	1	1
Kencur	Kunyit	Kencur	Kencur	0	1	1
Kencur	Kunyit	Temulawak	Temulawak	0	0	0
Kencur	Kunyit	Kencur	Temulawak	0	1	0
Kencur	Kunyit	Kencur	Kencur	0	1	1
Kencur	Kunyit	Kencur	Kencur	0	1	1
Jahe	Kunyit	Jahe	Jahe	0	1	1
Jahe	Kunyit	Jahe	Jahe	0	1	1
Jahe	Kunyit	Jahe	Jahe	0	1	1
Jahe	Kunyit	Jahe	Jahe	0	1	1
Jahe	Kunyit	Jahe	Jahe	0	1	1
Kunyit	Kunyit	Kunyit	Kunyit	1	1	1
Kunyit	Lengkuas	Kunyit	Kunyit	0	1	1
Kunyit	Kunyit	Kunyit	Kunyit	1	1	1
Kunyit	Temulawak	Kunyit	Jahe	0	1	0
Kunyit	Kencur	Kunyit	Kunyit	0	1	1
Jumlah Benar				3	24	20
Akurasi				12%	96%	80%

SIMPULAN

Klasifikasi jenis rempah dengan menerapkan salah satu metode machine learning dimana jenis rempah yang dikenali ada 5 jenis diantaranya, Lengkuas, Temulawak, Kencur, Jahe, dan Kunyit. Penulis menggunakan 125 dataset dengan pembagian 25 data pada setiap jenis rempah. Pada tahap awal dilakukan *resize* ukuran citra. Dengan ukuran citra yang beresolusi tinggi maka akan mempengaruhi waktu komputasi. Sehingga dilakukan perubahan ukuran citra agar mempermudah dalam proses perhitungan dan juga mempercepat waktu komputasi. Hasil klasifikasi dengan menggunakan metode K-NN dilakukan dengan 3 skenario yakni dengan nilai K 1, 3, dan 6. Pada nilai K = 1 didapatkan hasil akurasi sebesar 12%, nilai K = 3 didapatkan hasil akurasi 96%, dan nilai K = 6 didapatkan hasil akurasi 80%.

SARAN

Klasifikasi jenis rempah dapat dikembangkan dengan menggunakan pendekatan berbeda. Telah dilakukan klasifikasi jenis rempah berdasarkan

rancangan yang ditentukan, hasil akurasi yang diperoleh baik. Pekerjaan yang akan datang yakni dapat dikembangkan untuk jenis rempah yang semakin beragam tidak hanya sebatas 5 jenis saja sehingga dapat mengklasifikasikan jenis rempah untuk dapat dimanfaatkan sebagai produksi minyak atsiri. Selain itu, dapat dibanugn model klasifikasi dengan menggunakan metode yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Mustamin, "Pengembangan Minyak Atsiri Tumbuhan Indonesia Sebagai Potensi Peningkatan Nilai Ekonomi," *Tersedia [https://www. Res.net/publication/275886069](https://www.Res.net/publication/275886069) [15 Sept. 2016]*, 2015.
- [2] T. Hudaya, S. Prasetyo, and A. P. Kristijarti, "Ekstraksi, isolasi, dan uji keaktifan senyawa aktif buah mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa*) sebagai pengawet makanan alami," *Res. Report-Engineering Sci.*, vol. 2, 2013.
- [3] N. Nurdjannah, "Teknologi pengolahan pala," *Bogor Badan Penelit. dan Pengemb. Pertan.*,

- 2007.
- [4] Softscients, "Apa Perbedaan antara klustering dan klasifikasi," 2020. <https://softscients.com/2020/04/02/apa-perbedaan-antara-klustering-dan-klasifikasi/>
- [5] F. Y. Nabella, Y. A. Sari, and R. C. Wihandika, "Seleksi Fitur Information Gain Pada Klasifikasi Citra Makanan Menggunakan Hue Saturation Value dan Gray Level Co-Occurrence Matrix," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. e-ISSN*, vol. 2548, p. 964X, 2019.
- [6] R. N. Whidhiasih, N. A. Wahanani, and S. Supriyanto, "Klasifikasi Buah Belimbing Berdasarkan Citra Red-Green-Blue Menggunakan K-NN Dan Lda," *PIKSEL Penelit. Ilmu Komput. Sist. Embed. Log.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–35, 2013.
- [7] E. Tanuwijaya, A. Roseanne, and C. N. Network, "Modifikasi Arsitektur VGG16 untuk Klasifikasi Citra Digital Rempah-Rempah Indonesia Classification of Indonesian Spices Digital Image using Modified VGG 16 Architecture".
- [8] F. Marianti, "MENGIDENTIFIKASI JENIS REMPAH BERDASARAKAN WARNA DENGAN MENGGUNAKAN CITRA RGB DAN ALGORITMA JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION." STMIK Global Informatika Mdp, 2021.
- [9] M. Sanjaya and E. Nurraharjo, "Deteksi Jenis Rempah-Rempah Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Secara Real Time," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 22–31, 2023.
- [10] I. Wulandari, H. Yasin, and T. Widiharih, "Klasifikasi citra digital bumbu dan rempah dengan algoritma convolutional neural network (cnn)," *J. Gaussian*, vol. 9, no. 3, pp. 273–282, 2020.
- [11] K. Kaharruddin, K. Kusriani, and E. T. Luthfi, "Klasifikasi Jenis Rempah-Rempah Berdasarkan Fitur Warna Rgb Dan Tekstur Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor," *Inf. Interaktif*, vol. 4, no. 1, pp. 17–22, 2019.
- [12] S. Y. Riska and L. Farokhah, "Klasifikasi Bumbu Dapur Indonesia Menggunakan Metode K-Nearest Neighbors (K-NN)," *SMATIKA J. STIKI Inform. J.*, vol. 11, no. 01, pp. 37–42, 2021.
- [13] A. D. W. M. Sidik, I. H. Kusumah, A. Suryana, M. Artiyasa, and A. P. Junfithrana, "Gambaran Umum Metode Klasifikasi Data Mining," *Fidel. J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 34–38, 2020.
- [14] F. A. Mufarroha, D. R. Anamisa, and A. G. Hapsani, "Content Based Image Retrieval Using Two Color Feature Extraction," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1569, p. 32072, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/3/032072.
- [15] F. A. Mufarroha, "Aplikasi Penerjemah Sebagai Media Komunikasi Bagi Penyandang Disabilitas Menggunakan Kombinasi Metode Skin Detection-Anfis, K-NN Dan Tts," *J. Simantec*, vol. 9, no. 2, pp. 57–64, 2021, doi: 10.21107/simantec.v9i2.10745.
- [16] D. Krstinić, M. Braović, L. Šerić, and D. Božić-Štulić, "Multi-label classifier performance evaluation with confusion matrix," *Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 1, 2020.