

Aplikasi Klasifikasi Tingkat Kadar Kafein Berdasarkan Konten Warna Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor

¹Khoirunnisa' Afandi, ²Asmak Afriliana, ³M. Habibullah Arief, ⁴Emha Diambang Ramadhany
^{1,3,4}Universitas dr. Soebandi, ²Universitas Jember

¹khoirunnisaafandi@uds.ac.id, ²asmak.ftp@unej.ac.id, ³m.habibullaharief@uds.ac.id,
⁴emha.diambang.ramadhany@uds.ac.id

ABSTRAK

MESSI (Mesin dekafeinasi kopi) adalah mesin yang digunakan untuk menurunkan kadar kafein kopi. Penurunan kadar kafein ini menghasilkan kopi dengan kadar kafein yang lebih rendah. Pengecekan kadar kafein pada kopi dilakukan oleh pemilik MESSI (Mesin Dekafeinasi Kopi) dengan mengecek kadar kafein di laboratorium menggunakan spektrofotometer. Kekurangan dari metode ini adalah harga alat yang relatif mahal karena menggunakan instrument yang rumit. Salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan pengolahan citra digital (*digital image processing*) dan menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* untuk memudahkan pengguna mengetahui kadar kafein kopi berdasarkan data yang didapatkan sebelumnya. *Digital Image Processing* diimplementasikan pada platform android sehingga lebih mudah dan praktis saat digunakan. Aplikasi klasifikasi kadar kafein telah diimplementasikan pada *smartphone* Oppo A95 7 dengan tingkat akurasi 90% pada data uji 30 serta 96,67% pada data uji 60 dan 90 untuk $k = 3$. Pada nilai $k = 5$ dan 7 memiliki nilai akurasi sebesar 93,33% dengan data uji 30, 96,67% dengan data uji 60 dan 90. Pengujian metode *K-Nearest Neighbor* dilakukan dengan membandingkan perhitungan manual dan perhitungan aplikasi. Hasil yang didapat adalah akurat, sehingga perhitungan metode *K-Nearest Neighbor* pada aplikasi sesuai dengan perhitungan secara manual.

Kata Kunci: Klasifikasi, Kafein, Kopi, Citra Digital, K-Nearest Neighbor

PENDAHULUAN

MESSI (Mesin Dekafeinasi Kopi) merupakan mesin yang mampu menurunkan kadar kafein pada kopi. Metode yang sering digunakan untuk mengukur kadar kafein pada kopi hasil dekafeinasi adalah spektrofometri. Dengan metode ini larutan kopi dimasukkan ke dalam alat yang disebut spektrofotometer yang akan mengukur serapan sinar monokromatis kopi pada rentang warna yang lebih spesifik (Afriliana, et al., 2019). Kekurangan dari metode ini adalah harga alat yang relatif mahal berkisar mulai dari \$2000 karena menggunakan instrument yang lebih rumit, belum lagi biaya perawatan alat.

Pada penelitian ini konsep pengolahan citra digital dapat memberikan solusi dari kekurangan pada metode tersebut. Pengolahan citra digital dapat menangkap warna dengan bantuan kamera yang akan memberikan persepsi warna yang selalu sama dan lebih akurat (Kadir & Susanto, 2012). Warna-warna yang terbentuk merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda. Warna pokok (*primaries*) merupakan rentang warna paling lebar *Red* (R), *Green* (G), dan *Blue* (B) dan sering disingkat sebagai warna dasar RGB (Lukac & Plataniotis, 2018). Tetapi warna RGB merupakan ruang warna yang sering digunakan untuk monitor dan perangkat keras seperti scanner, dan kamera, sehingga untuk memberikan warna alamiah seperti warna merah dengan RGB menjadi sangat kompleks mengingat R berpasangan dengan G dan B, dengan nilai berapa saja (Parulski & Spaulding, 2017). Warna yang dihasilkan

dari ruang warna RGB akan diproses lebih lanjut didalam proses *data mining*.

Data mining merupakan proses pencarian tren atau pola yang diinginkan dalam basis data yang besar untuk pengambilan keputusan di waktu yang akan datang (Han, Pei, & Tong, 2022). Operasi *data mining* menurut sifatnya dibedakan menjadi dua yaitu prediksi dan penemuan. Biasanya pada operasi *data mining* yang bersifat penemuan sering sekali menggunakan teknik klasifikasi, yaitu teknik yang menentukan sebuah record data baru ke salah satu dari beberapa kategori (atau *class*) yang telah didefinisikan sebelumnya (Han, Pei, & Tong, 2022). Beberapa peneliti telah melakukan penelitian dengan menggabungkan antara pengolahan citra dengan klasifikasi. Seperti yang dilakukan oleh (Abdullah, et al., 2020), mereka melakukan kategorisasi stadium kanker paru dari citra CT Scan menggunakan *image processing* dan *k-Nearest Neighbours*. Dari hasil analisis, metode kNN memiliki akurasi yang tinggi yaitu 98,15%. Selain itu, (Agustin & Dijaya, 2019) melakukan penelitian untuk kualitas daging sapi yang baik dan layak dikonsumsi dengan menggunakan co-occurrence matrix untuk mengklasifikasikan citra daging dengan algoritma K-NN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja sistem dengan metode KNN untuk mengidentifikasi kualitas daging berdasarkan warna dan tekstur dapat mendeteksi jenis daging sapi. Sementara itu, (Zhang, et al., 2016) melakukan perbandingan antar metode klasifikasi dalam pengolahan citra seperti *decision tree*, *k-nearest neighbors* (kNN), dan *support vector machine*. Hasil menunjukkan bahwa *K-Nearest Neighbors* memiliki hasil paling baik. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode *K-Nearest Neighbors* untuk mendapatkan hasil klasifikasi yang baik.

Pengolahan data menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* karena metode ini dapat menghitung jarak warna RGB antar dua objek citra yang bertujuan untuk mendapatkan jarak terdekat. Hasil pengolahan akan menyimpulkan klasifikasi kadar kafein pada kopi berdasarkan kedekatan warna RGB dengan warna RGB control kadar kafein. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat perangkat lunak yang dapat mengklasifikasikan kadar kafein dengan menggunakan bahasa pemrograman java.

TINJAUAN PUSTAKA

Kopi

Kopi termasuk dalam genus *Coffea L.* yang terdiri lebih dari seratus spesies (Patrizia, Michela, Alberto, & Giorgio, 2010). Kopi merupakan produk makanan yang paling banyak diperdagangkan dan minuman yang paling banyak dikonsumsi di dunia (Farah & Santos, 2015). Kopi mengandung senyawa kafein yang menjadi daya tarik dari pecinta kopi. Kafein adalah obat psikoaktif yang paling banyak dikonsumsi di dunia dan salah satu bahan yang dipelajari paling komprehensif dalam pasokan makanan. Senyawa kafein pada kopi memiliki efek deuretik, efek deuretik akan berkurang pada peminum kopi habitual yang mengkonsumsi beberapa cangkir kopi sehari (Kosnayani, 2007). Kafein dapat mengurangi penyerapan kembali kalsium di dalam ginjal, sehingga kalsium keluar bersama urin (Fulgoni, Keast, & Lieberman, 2015). Perhatian khusus adalah tingkat asupan kafein di antara populasi yang berpotensi rentan terhadap efek negatifnya. Oleh karena itu, dengan adanya mesin dekafeinasi kopi yang bisa menurunkan kadar kafein mampu menjadi solusi bagi para pecinta kopi. Kopi yang digunakan adalah jenis kopi robusta yang kemudian diolah sehingga menurunkan kadar kafein. Perbedaan kandungan kafein pada kopi dapat dibedakan melalui warna biji. Semakin putih warna kopi maka kandungan kafein semakin rendah (Afriliana, et al., 2019).

Pengolahan Citra Digital

Menurut (Munir, 2004), Citra merupakan sebuah gambar yang terdapat pada bidang dwimatra (dua dimensi). Citra terkadang mengalami penurunan mutu, misalnya terdapat cacat atau derau (*noise*), warna yang terlalu kontras, gambar kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasikan (baik oleh manusia maupun mesin), maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik. Warna bergantung pada sifat pantulan suatu objek. Warna yang kita lihat adalah warna yang dipantulkan, sedangkan warna yang lain diserap. Sehingga sumber sinar perlu diperhitungkan, begitu pula sifat alami sistem visual manusia ketika menangkap suatu warna (Shoumni, 2022).

Model warna merupakan cara untuk mendefinisikan suatu warna tertentu, melalui definisi suatu sistem koordinat 3 dimensi, dan suatu ruang bagian yang mengandung semua warna yang dapat dibentuk pada suatu model tertentu. Suatu warna yang dapat dispesifikasikan menggunakan suatu model akan berhubungan ke suatu titik tunggal dalam suatu ruang bagian yang didefinisikannya. Masing-masing warna diarahkan ke salah satu standar hardware tertentu (RGB, CMY, YIQ), atau aplikasi pengolahan citra (HSV) (Shoumni, 2022).

K-Nearest Neighbor

K-Nearest Neighbor merupakan salah satu metode klasifikasi dalam *data mining*. Didasari pada pembelajaran dengan persamaan sampel yang diujikan dan diuraikan oleh n-dimensi atribut angka. Masing-masing sampel merepresentasikan titik dalam ruang n dimensi. Ketika ada sebuah sampel yang tidak diketahui, *K-Nearest Neighbor* akan mencari pola ruang K sampel yang diuji yang mana sampel tersebut dicari yang terdekat dengan sampel yang tidak diketahui. Kedekatan jarak data berdasarkan aturan *Euclidean Distance*. Aturan pada *Euclidean Distance* dihitung antara dua buah titik, dan setiap atribut telah memiliki bobot nilainya (Mehmed, 2002). *K-Nearest Neighbor* adalah *instane-based* ataupun *lazy learns* karena pada metode ini menyimpan semua sampel yang akan dihitung dan tidak membentuk sebuah klasifikasi sampai ada sampel baru yang tidak diketahui klasifikasinya. Ini sangat berbeda dengan metode eager learning seperti decision tree dan backpropagation, yang secara langsung membentuk model klasifikasi sebelum menerima sampel baru untuk diklasifikasikan.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian menguraikan mengenai pengumpulan data, analisis data, pengembangan sistem, dan metode *K-Nearest Neighbor*.

1. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

a. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk menyusun dasar teori yang digunakan dalam penelitian. Sumber yang diperoleh dari studi literatur seperti buku, jurnal, internet dan dokumen-dokumen yang terkait dengan *Digital Image Processing Metode K-Nearest Neighbor*.

b. Wawancara

Salah satu cara untuk mengumpulkan data adalah melakukan wawancara dengan menanyakan langsung kepada narasumber. Dalam penelitian yang akan dilakukan ini penulis melakukan wawancara secara langsung dengan penemu MESSI dan pakar tentang kopi.

c. Observasi

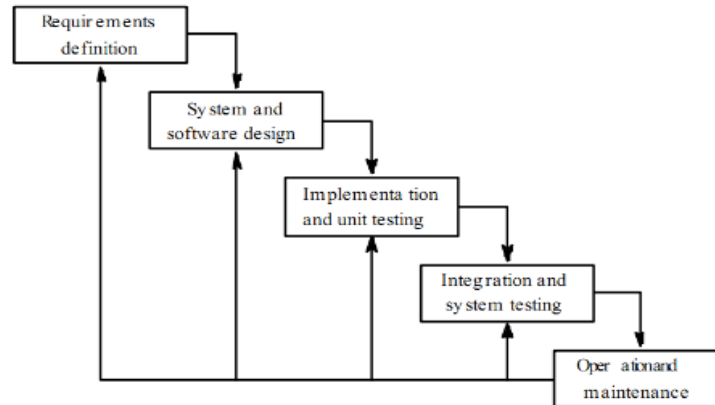
Observasi merupakan cara pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti dan mengadakan pencatatan secara sistematis dalam suatu periode tertentu. Observasi yang dilakukan adalah dengan pengambilan gambar kopi yang telah didekafeinasi dan dilakukan menggunakan Oppo A95 pada tempat tertutup serta menggunakan background kain hitam.

2. Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan sesuai dengan tujuan dan rumusan masalah dari penelitian Rancang Bangun Aplikasi Klasifikasi Kadar Kafein Berdasarkan Konten Warna Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* pada MESSI (Mesin Dekafeinasi Kopi).

3. Teknik Pengembangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan setelah analisis pada sistem telah selesai dilakukan. Perancangan dilakukan untuk memberikan gambaran secara umum mengenai sistem yang akan dibangun. Pembuatan perancangan perangkat lunak ini menggunakan metode *waterfall*. Metode *waterfall* merupakan metode yang sistematis mulai pada analisis, desain, kode, test dan pemeliharaan. Tahapan *Waterfall* digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan SDLC Waterfall

4. Metode *K-Nearest Neighbor*

K-Nearest Neighbor merupakan salah satu metode klasifikasi dalam *data mining*. Didasari pada pembelajaran dengan persamaan sampel yang diujikan dan diuraikan oleh n-dimensi atribut angka. Masing-masing sampel merepresentasikan titik dalam ruang n dimensi. Ketika ada sebuah sampel yang tidak diketahui, *K-Nearest Neighbor* akan mencari pola ruang K sampel yang diuji yang mana sampel tersebut dicari yang terdekat dengan sampel yang tidak diketahui.

Kedekatan jarak data berdasarkan aturan *Euclidean Distance*. Aturan pada *Euclidean Distance* dihitung antara dua buah titik, dan setiap atribut telah memiliki bobot nilainya [5]. *K-Nearest Neighbor* merupakan metode klasifikasi yang tangguh terhadap *training* data yang memiliki banyak *noise* dan metode ini memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi serta efektif apabila *training* data yang digunakan besar [7]. *K-Nearest Neighbor* mencari jarak terdekat antara data yang akan dievaluasi dengan K tetangga (*neighbor*) terdekatnya di dalam *training* data. Adapun algoritma dalam melakukan prediksi dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* adalah sebagai berikut [2]:

1. Tentukan nilai K dimana nilai tersebut akan digunakan sebagai parameter pembatas jumlah titik sampel yang akan diuji.
2. Hitung beda antara semua titik sampel dengan titik uji.

$$d_i = \sqrt{\sum_{i=1}^p (x_{2i} - x_{1i})^2}$$

Dengan ket:

x_1 = sampel data

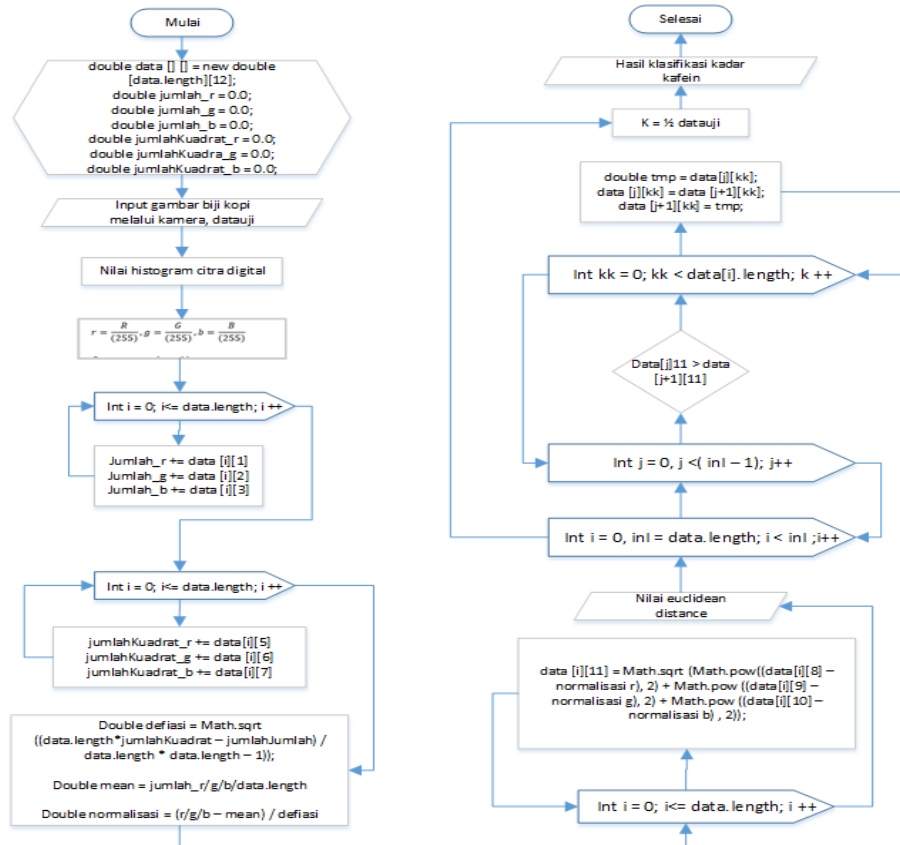
x_2 = data uji

i = variable data

d = jarak

p = dimensi data

3. Kemudian urutkan dari data terdekat dengan data uji.
 4. Dimulai dari yang terdekat hingga urutan ke-K, mencari nilai mayoritas yang dinyatakan oleh titik sampel
 5. Nilai mayoritas tersebut adalah merupakan hasil prediksi
- Diagram alir aplikasi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Aplikasi

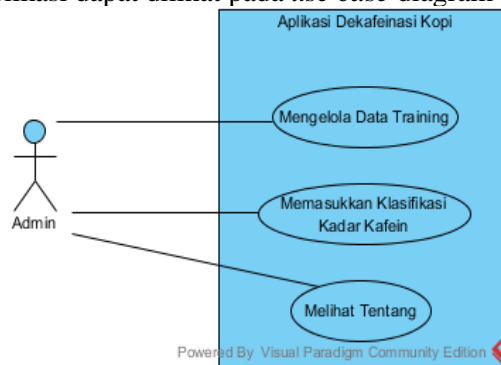
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan atau design sistem diperoleh hasil analisis kebutuhan fungsional aplikasi. Kebutuhan fungsional aplikasi meliputi:

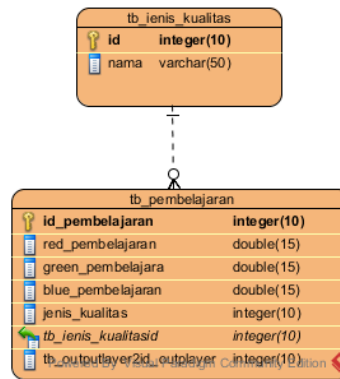
- Sistem dapat mengolah citra digital yang diinputkan melalui media penyimpanan atau kamera smartphone
- Sistem dapat menampilkan nilai *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB)
- Sistem dapat menyimpan dan menghapus data training
- Sistem dapat menampilkan hasil kualitas dari data baru yang di-input-kan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*.

Fitur yang ada pada aplikasi dapat dilihat pada *use case* diagram pada gambar 3.



Gambar 3. Usecase

Hubungan antar data dalam basis data berdasarkan objek-objek yang mempunyai hubungan antar relasi dapat ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. ERD

2. Pengumpulan *Dataset*

Dataset dikumpulkan dengan mengambil gambar kopi yang memiliki kadar kafein rendah, sedang dan tinggi menggunakan aplikasi sehingga diperoleh RGB dari citra untuk kemudian dilakukan training. Pengambilan gambar biji kopi dilakukan sebanyak 90 kali dari 3 kelas, dimana masing-masing kelas terdiri dari 30 citra digital. Hasil citra digital tersebut yang kemudian diekstraksi untuk mendapatkan nilai RGB. Ekstraksi nilai RGB dilakukan per pixel sebanyak pixel yang ada pada satu citra digital tersebut yang kemudian digunakan sebagai *training* data adalah nilai rata-rata dari RGB tiap pixel-nya. Nilai histogram RGB hasil ekstraksi tersebut digunakan sebagai data *training* dan klasifikasi. Data training tersebut dilengkapi pula dengan kelas kadar kafein sesuai dengan data yang ada.

3. Normalisasi Data

Hasil normalisasi RGB adalah $R = 0,332$, $G = 0,332$, $B = 0,335$. Langkah awal normalisasi adalah dengan menghitung mean RGB dan simpangan baku, nilai defiasi untuk kemudian mencari nilai *euclidean distance* dari masing-masing RGB. Dengan $k=5$, maka nilai *euclidean distance* ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Normalisasi Data

No	Red	Green	Blue	Kualitas	Euclidean Distance (d)
1	167	149	144	1	0
9	167	149	144	1	0
12	167	149	144	1	0
30	167	149	144	1	0
17	161	143	137	1	0.017379817
6	162	142	137	1	0.017735883
10	162	142	137	1	0.017735883
..

Dari tersebut diperoleh nilai d terkecil hingga terbesar. Nilai d tersebut digunakan untuk mengetahui jarak data input yang terdekat dengan data training. Apabila menggunakan $k = 5$, maka hasil klasifikasi adalah kelas 1 (Kafein ≥ 1). Tampilan hasil klasifikasi pada aplikasi dapat dilihat pada gambar.



Gambar 5. Hasil Klasifikasi pada Aplikasi

4. Pengujian data

Pengujian dilakukan dengan memilih banyak data yang akan dilatih, yakni antara 30, 60 dan 90 data dengan $k = 3$, $k = 5$ dan $k = 7$. Data tersebut diurutkan secara acak tetapi tetap menempatkan setiap kelas dengan rata agar tidak terjadi ketimpangan data. Hasil pengujian dengan $k = 3$ ditunjukkan pada Tabel 5.8, hasil pengujian dengan $k = 5$ dapat dilihat pada Tabel 5.9, dan Tabel 5.10 menampilkan hasil pengujian dengan $k = 7$.

Tabel 2. Hasil pengujian dengan $k = 3$

Hasil Pengujian	Hasil Pengujian		
	Data = 30	Data = 60	Data = 90
Klasifikasi Benar	27	29	29
Klasifikasi Salah	3	1	1
% Berhasil	90 %	96,67 %	96,67 %
% Gagal	10 %	3,33 %	3,33 %

Tabel 3. Hasil pengujian dengan $k = 5$

Hasil Pengujian	Hasil Pengujian		
	Data = 30	Data = 60	Data = 90
Klasifikasi Benar	28	29	29
Klasifikasi Salah	2	1	1
% Berhasil	93,33 %	96,67 %	96,67 %
% Gagal	6,66 %	3,33 %	3,33 %

Tabel 4. Hasil pengujian dengan $k = 7$

Hasil Pengujian	Hasil Pengujian		
	Data = 30	Data = 60	Data = 90
Klasifikasi Benar	28	29	29
Klasifikasi Salah	2	1	1
% Berhasil	93,33 %	96,67 %	96,67 %
% Gagal	6,66 %	3,33 %	3,33 %

Berdasarkan hasil tersebut nilai akurasi terkecil berada pada $k = 3$, hal tersebut dikarenakan

nilai k yang terlalu kecil. Untuk data dengan nilai histogram RGB yang hampir sama diperlukan nilai k yang lebih besar agar lebih efisien. Dari data hasil pengujian untuk $k = 5$ dan 7 diperoleh nilai yang sama, dimana hanya terdapat 1 unsur yang memiliki nilai akurasi paling kecil. Berdasarkan data uji yang digunakan yakni 30, 60 dan 90, nilai akurasi terkecil terletak pada data uji 30 baik pada saat $k = 3, 5$ dan 7 . Sementara pada data uji 60 dan 90 memiliki nilai akurasi yang tinggi.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi klasifikasi kadar kafein ini dapat mengklasifikasikan citra digital dimasukkan melalui kamera *smartphone* dengan tingkat akurasi kebenaran mencapai 90% pada data uji 30 serta 96,67% pada data uji 60 dan 90 untuk $k = 3$. Pada nilai $k = 5$ memiliki nilai akurasi sebesar 93,33% dengan data uji 30, 96,67% dengan data uji 60 dan 90. Pada nilai $k = 7$ memiliki nilai akurasi yang sama dengan nilai $k = 5$. Pengujian dilakukan dengan menggunakan perangkat *smartphone* Oppo A95.
2. Pada data uji 30, 60 dan 90, penggunaan data uji 60 sudah mampu menghasilkan data yang akurat. Hal tersebut dikarenakan nilai akurasi pada data uji 60 dan 90 adalah sama baik pada saat $k = 3, 5$ dan 7 . Sehingga penggunaan data uji 60 sudah mampu mengklasifikasikan kadar kafein dengan baik.
3. Tingkat akurasi kebenaran pada aplikasi dipengaruhi oleh kualitas citra digital yang diinputkan, tingkat resolusi kamera dan pencahayaan. Sementara untuk lama proses klasifikasi dipengaruhi oleh versi sistem operasi *smartphone* tersebut.
4. Hasil citra digital yang baik dapat diperoleh dengan *smartphone* yang memiliki resolusi kamera minimum 3 MP dan pengaturan pencahayaan yang baik. Karena jika terlalu banyak cahaya yang masuk bisa mempengaruhi nilai histogram RGB.
5. Aplikasi klasifikasi kadar kafein ini hanya mampu melakukan klasifikasi benar atau salah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Allah SWT yang memberikan rejeki kesehatan dan kesempatan kepada kami untuk bisa menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

REFERENSI

- Afriliana, A., Subagio, A., Harada, H., Maulana, T. A., Firdaus, A. M., & Aldiano, B. R. (2019). EFFECTS OF USING CONTROLLED DECAFEINATED MACHINE ON QUALITY OF ROBUSTA. *advance journal of food science and technology*, 17, 1-6.
- Kadir, A., & Susanto, A. (2012). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta: C.V. Andi Offset.
- Lukac, R., & Plataniotis, K. N. (2018). *Color Image Processing Methods and Application*. CRC Press.
- Parulski, K., & Spaulding, K. (2017). *Color image processing for digital cameras*. Boca Raton: CRC Press.
- Han, J., Pei, J., & Tong, H. (2022). *Fourth Edition Data Mining Concept and Techniques*. Cambridge: Katey Birthcer.
- Abdullah, M. F., Sulaiman, S. N., Osman, M. K., Karim, N. K., Shuaib, I. L., & Alhamdu, M. D. (2020). Classification of Lung Cancer Stages from CT Scan Images Using Image Processing and k-Nearest Neighbours. *2020 11th IEEE Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC)*. Shah Alam: IEEE.
- Agustin, S., & Dijaya, R. (2019). Beef Image Classification using K-Nearest Neighbor Algorithm for Identification Quality and Freshness. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Zhang, Y., Lu, S., Zhou, X., Yang, M., Wu, L., Liu, B., . . . Wang, S. (2016). Comparison of machine learning methods for stationary wavelet entropy-based multiple sclerosis

-
- detection: decision tree, k-nearest neighbors, and support vector machine. *Simulation*, 861-871.
- Patrizia, T., Michela, F., Alberto, P., & Giorgio, G. (2010). *Coffee species and varietal identification*. Paris: EUT Edizioni Università di Trieste.
- Farah, A., & Santos, T. F. (2015). The Coffee Plant and Beans: An Introduction. In *Coffee in Health and Disease Prevention* (pp. 5-10). Academic Press.
- Fulgoni, V. L., Keast, D. R., & Lieberman, H. R. (2015). Trends in intake and sources of caffeine in the diets of US adults: 2001-2010. *The American journal of clinical nutrition*.
- Kosnayani, A. (2007). *Hubungan Asupan Kalsium, Aktifitas Fisik, Paritas, Indeks Massa Tubuh dan Kepadatan Tulang Pada Wanita Pascamenopause*. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Munir, R. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika Bandung.
- Shoumni, M. (2022, Agustus 12). *Model Warna pada Pengolahan Citra Digital*. . Diakses pada 20 Agustus, 19.15. Retrieved from <https://milyunima.wordpress.com/2014/09/10/model-warna/>
- Mehmed, K. (2002). *RSI the Complete Guide*. USA: Wasedof & Associates Inc.