

Prediksi Kualitas Biji Kopi dengan Algoritma Support Vektor Machine

Muhardi*¹, Thabrani Rahim²

^{1,2}Teknik Informatika

Universitas Dipa, Makassar

e-mail: *¹123hardi@gmail.com

Abstrak

Kopi merupakan salah satu tanaman yang berbuah kecil. Pada umumnya ukuran satu biji kopi maksimal sebesar biji kelereng. Kopi diproses ke bubuk untuk berikutnya diminum, makanan, ataupun keperluan lainnya. CV Nusa Karya Abadi merupakan perusahaan yang bergerak pada sektor perdagangan agro bisnis hasil budi daya pertanian, perkebunan dan hasil tambak. Dalam proses pemilihan, biji kopi dipisahkan antara biji kopi yang cacat dan tidak cacat. Proses pemilihan ini dilakukan dengan menggunakan ayak, yang mana akan dilakukan pengayakan secara bertahap. Permasalahan seleksi kualitas biji kopi dapat dilakukan dengan menggunakan suatu metode. Metode support vektor machine (SVM) digunakan untuk menemukan pola klasifikasi data dari hasil ekstraksi tekstur gambar menggunakan image processing. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode SVM dalam prediksi kualitas biji kopi berdasarkan gambar dapat dilakukan sehingga nantinya dapat memberikan kemudahan pada perusahaan pemasok biji kopi dalam penentuan kualitas biji kopi.

Kata kunci— Kualitas Biji Kopi, Image Processing, Support Vector Machine.

Abstract

Coffee is a small fruit plant. In general, the maximum size of one coffee bean is the size of a marble. Coffee is processed into powder for subsequent drinking, food, or other purposes. CV Nusa Karya Abadi is a company engaged in the agro-business trading sector of agricultural cultivation, plantations and pond products. In the selection process, coffee beans are separated between defective and non-defective coffee beans. This selection process is carried out using a sieve, which will be screened in stages. The problem of selecting the quality of coffee beans can be done using a method. The support vector machine (SVM) method is used to find data classification patterns from the results of image texture extraction using image processing. The results of the study indicate that the application of the SVM method in predicting the quality of coffee beans based on images can be carried out so that later it can provide convenience to coffee bean supply companies in determining the quality of coffee beans.

Keywords— *Coffee Bean Quality, Image Processing, Support Vector Machine.*

1. Pendahuluan

Kopi merupakan salah satu tanaman yang berbuah kecil. Pada umumnya ukuran satu biji kopi maksimal sebesar biji kelereng. Kopi diproses ke bubuk untuk berikutnya diminum, makanan, ataupun keperluan lainnya. Kopi menjadi tanaman yang banyak di temukan di berbagai daerah yang ada di Indonesia. Hampir seluruh wilayah Indonesia memiliki jenis kopi yang berbeda, dan kualitas yang berbeda juga satu dengan lainnya[1].

CV Nusa Karya Abadi merupakan perusahaan yang bergerak pada sektor perdagangan agro bisnis hasil budi daya pertanian, perkebunan dan hasil tambak. CV Nusa Karya Abadi memiliki dua jenis pemasok yaitu pemasok gabah kopi dan pemasok greenbean kopi[2]. Gabah kopi adalah biji kopi yang masih memiliki kulit tanduk (luar) yaitu kulit ari yang membungkus biji kopi. Sedangkan greenbean kopi adalah biji kopi yang tidak memiliki kulit ari.

Dalam proses pemilihan, biji kopi dipisahkan antara biji kopi yang cacat dan tidak cacat. Proses pemilihan ini dilakukan dengan menggunakan ayak, yang mana akan dilakukan pengayakan secara bertahap. Ayakan memiliki tingkatan berdasarkan lubang dari ayakan. CV Nusa Karya Abadi menetapkan standar minimal diameter untuk menentukan kualitas biji kopi yang tidak cacat adalah 6 mm, sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI-01-2907-2008).

Kualitas biji kopi yang baik akan dihasilkan dari proses yang baik dan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan berdasarkan kebutuhan pasar atau dalam arti lain sesuai tuntutan pasar. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa perusahaan yang sukses dan mampu bertahan pasti memiliki program mengenai kualitas. Pengendalian kualitas oleh seluruh pekerja, oleh seluruh aspek perusahaan adalah pengendalian kualitas yang sebenarnya[3].

Dalam menghasilkan produk kopi yang berkualitas bagi para konsumen CV Nusa Karya Abadi berfokus pada penyeleksian biji kopi untuk dapat membedakan biji kopi yang cacat dan tidak cacat. Proses penyeleksian masih dilakukan secara manual menggunakan indera penglihatan. Ini berdampak pada penyeleksian kopi yang membuat hasil dan prosesnya membutuhkan waktu yang tidak optimal dalam menentukan biji kopi yang cacat dan tidak cacat. Telah banyak dilakukan penelitian mengenai kualitas, kecacatan, dan kematangan pada biji kopi. Baik itu melalui deskriptor warna, bentuk, tekstur ataupun hal lainnya, yang menjadi parameter penentuan kualitas suatu biji kopi. Banyak hal yang berpengaruh dalam setiap penelitian biji kopi seperti pengambilan suatu data, pre-processing terhadap data yang telah diperoleh, memproses suatu data, dan lain sebagainya.

Beberapa penelitian terdahulu berkaitan dengan biji kopi yang telah dilakukan diantaranya penelitian oleh Maria Mediatrrix Sebatubun dan Erna Hudianti Pujiarini dalam penelitiannya yang berjudul "Pengenalan Varietas Kopi Arabika Berdasarkan Fitur Bentuk". Persamaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah objek yang diteliti sama-sama biji kopi. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah subjek dalam penelitian sebelumnya terkait pengenalan biji kopi sedangkan dalam penelitian ini yang menjadi subjeknya adalah kualitas biji kopi[4]. Penelitian oleh Maria Ulfa, dkk. dalam penelitiannya yang berjudul "Desain Sistem Pengenalan dan Klasifikasi Kopi Bubuk Bermerek Dengan Menggunakan Electronic Nose Berbasis Artificial Neural Network". Persamaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah objek yang diteliti sama-sama kopi. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah subjek dalam penelitian sebelumnya pengenalan dan klasifikasi kopi bubuk bermerek sedangkan dalam penelitian ini yang menjadi subjeknya adalah kualitas biji kopi[5]. Penelitian oleh Indriani Tiosari Sitorus, dkk. dalam penelitiannya yang berjudul "Pengenalan Biji Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang Lintong Nihuta Berdasarkan Parameter Tekstur Menggunakan Machine Learning". Persamaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah objek yang diteliti sama-sama biji kopi. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah subjek dalam penelitian sebelumnya berfokus pada pengenalan biji kopi arabika sedangkan dalam penelitian ini yang menjadi subjeknya adalah kualitas biji kopi secara umum[6].

Pada penelitian ini digunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) dengan kernel Radial Basic Function (RBF) yang memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kernel lainnya untuk melakukan prediksi kualitas biji kopi. Alasan peneliti menggunakan SVM dengan kernel RBF adalah untuk mendapatkan pemodelan terbaik dalam melakukan prediksi kualitas biji kopi berdasarkan parameter tekstur dengan pendekatan machine learning.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif yaitu penelitian yang digunakan untuk mengetahui variabel mandiri baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan atau menghubungkan antara variabel satu dengan variabel yang lainnya. Variabel dalam penelitian ini adalah variabel mandiri. Atau disebut juga penelitian yang menghasilkan data berupa kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang dapat diamati[7]. Pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan adalah sebagai berikut.

2.1. Pengambilan Gambar Biji Kopi

Peneliti mengambil gambar biji kopi tidak cacat dan cacat dari CV Nusa Karya Abadi. Ada beberapa hal yang diperhatikan pada saat pengambilan gambar menggunakan kamera *smartphone* adalah sebagai berikut.

- a. Jarak foto : 10 cm
- b. Kamera : *Smartphone* Samsung A51
- c. Resolusi : 4000x3000 pixel
- d. Panjang fokal : 3,93mm
- e. Lampu kilat : Tanpa lampu kilat
- f. Keseimbangan putih : Otomatis
- g. ISO : 64
- h. Pencahayaan : Cahaya diruang terbuka

2.2. Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan *tool software* Python dengan *plugin* Anaconda Navigator dan *microsoft excel* untuk prosesing data tekstur gambar dengan algoritma SVM.

2.3. Image Processing

Image preprocessing dilakukan untuk memudahkan peneliti dalam mendapatkan fitur penting dari gambar dengan melakukan *feature extraction*. Adapun *preprocessing* yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu *grayscale*, dan *augmentation* terhadap gambar atau citra. Tahapan yang dilakukan pada *image processing* adalah sebagai berikut.

- a. *Input* gambar yang digunakan adalah 320 gambar asli biji kopi (masing-masing terdiri dari 160 gambar asli biji kopi cacat dan 160 gambar asli biji kopi tidak cacat) yang diperoleh dari CV nusa Karya Abadi menggunakan kamera *smartphone* Samsung A51 yang disimpan dalam format .png.
- b. Tahap *resize* adalah proses yang dilakukan untuk menyamakan ukuran gambar yaitu dengan cara mengubah ukuran menjadi gambar 256 x 256 piksel.
- c. *Grayscale* adalah proses mengkonversi warna gambar asli menjadi warna keabuan (*grayscale*). Dengan mengubah nilai RGB setiap piksel menjadi satu nilai yang sama sehingga gambar biji kopi akan memiliki nilai piksel yang sama.
- d. *Augmentation* adalah proses yang dilakukan untuk memanipulasi gambar menjadi gambar lain atau gambar baru menggunakan komputer, sehingga bertujuan untuk menambah *dataset* yang digunakan dalam penelitian. Dalam penelitian ini *augmentation* dilakukan dengan cara *image rotating* dalam empat jenis derajat yaitu 30°, 45°, 60°, dan 90°
- e. Dari tahap *preprocessing* data terhadap 160 gambar biji kopi cacat dilakukan proses *resize* akan menghasilkan 160 data gambar biji kopi yang baru dari hasil *resize*. Hal yang serupa terhadap data asli dilakukan proses *grayscale* akan menghasilkan 160 data gambar biji kopi baru dari hasil proses *grayscale*. Dan untuk tahap terakhir adalah proses *augmentation* akan menghasilkan 640 data gambar biji kopi yang baru yang terdiri atas empat rotasi gambar yaitu 30°, 40°, 60°, dan 90°. Dari tahap *preprocessing* terhadap 160 gambar asli biji kopi cacat.

Untuk 160 gambar biji kopi tidak cacat yang akan digunakan sebagai *input-an* pada tahap *preprocessing* akan diterapkan proses yang sama seperti pada gambar biji kopi cacat. Sehingga diperoleh total keseluruhan *dataset* gambar biji kopi tidak cacat sebanyak 320 gambar yang terdiri dari 360 hasil tahap *preprocessing* dan 60 gambar asli biji kopi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Teori Terkait

Kopi merupakan salah satu jenis minuman yang berasal dari pengolahan biji tanaman kopi yang digolongkan sebagai minuman *psikostimulat* yang dapat menyebabkan individu ketika meminumnya dapat tetap terbangun atau terjaga, mengurangi kelelahan, dan memberikan efek fisiologi berupa peningkatan energi atau stamina. Biji kopi menjadi salah satu hasil dari pertanian yang disenangi banyak orang karena dapat diolah menjadi minuman aroma dan rasa yang nikmat, serta dapat digunakan sebagai obat-obatan dan penahan rasa kantuk[8].

Pengenalan dari suatu objek merupakan salah satu fokus utama dari *image processing*. *Image Processing* adalah proses pengolahan suatu sinyal dengan menggunakan gambar sebagai data masukan untuk ditransformasikan menjadi gambar lain sebagai keluaran dari teknik tertentu. Tujuan dari *image processing* ini adalah untuk meningkatkan kualitas visual atau citra dari gambar agar mudah untuk diinterpretasi oleh manusia maupun komputer.

Support Vector Machine (SVM) merupakan salah satu algoritma *machine learning* yang dapat melakukan *classification* dan *regression* dalam *supervised learning*. SVM dapat diterapkan untuk melakukan klasifikasi yang mana merupakan salah satu metode statistik. Algoritma SVM dapat dijadikan metode dalam memprediksi karena metode ini dapat meminimalisir kesalahan klasifikasi dan penyimpanan data pada data training[9].

3.2. Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian dengan menggunakan *tool software python* dan *microsoft exceld* dengan menggunakan 10 data sampel hasil ekstraksi tekstur gambar kopi yang bagi menjadi 3 (tiga) data kopi cacat dan 7 (tujuh) data kopi tidak cacat dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil prediksi biji kopi dengan SVM

No. Data	Contrast	Homogeneity	Correlation	Energy	Class	SVM
1	0,34670469	0,893736725	0,90303021	0,623653695	0	1
2	0,34732469	0,894759531	0,90596195	0,618976518	0	1
3	0,39456879	0,884113745	0,89953672	0,601892213	0	1
....
....
3	0,17446835	0,95766278	0,92349522	0,787680369	1	1
355	0,1024242	0,966394474	0,94802056	0,808891898	1	1
356	0,10719821	0,965801826	0,94568412	0,809173207	1	1
357	0,10961622	0,966045814	0,94448959	0,80657408	1	1
358	0,11067022	0,965536319	0,94430751	0,799939974	1	1
359	0,12133424	0,971032137	0,91543943	0,832066207	1	1
360	0,14570029	0,967303925	0,91242051	0,817176599	1	1

Dalam tabel hasil prediksi kualitas biji kopi di atas kita bisa melihat terdapat 3 (tiga) data dengan *class 0* merupakan tekstur gambar biji kopi yang cacat sedangkan *class 1* merupakan tekstur biji kopi yang tidak cacat. Pada kolom SVM menunjukkan hasil prediksi kualitas biji kopi berdasarkan ekstraksi tekstur gambar. Nilai 1 menunjukkan prediksi tidak cacat dan nilai 0 menunjukkan prediksi cacat.



Gambar 1. Biji kopi cacat dan hasil grayscale



Gambar 2. Biji kopi tidak cacat dan hasil grayscale

Tahapan proses SVM dalam prediksi kualitas biji kopi adalah sebagai berikut:

1. Mengambil data sampel training dari hasil ekstraksi tekstur gambar kopi secara acak.

Tabel 2. Sampel data training

No. Data	Contrast	Homogeneity	Correlation	Energy	Class
1	0,34670469	0,893736725	0,90303021	0,623653695	0
2	0,34732469	0,894759531	0,90596195	0,618976518	0
3	0,39456879	0,884113745	0,89953672	0,601892213	0
....
354	0,17446835	0,95766278	0,92349522	0,787680369	1
355	0,1024242	0,966394474	0,94802056	0,808891898	1

356	0,10719821	0,965801826	0,94568412	0,809173207	1
357	0,10961622	0,966045814	0,94448959	0,80657408	1
358	0,11067022	0,965536319	0,94430751	0,799939974	1
359	0,12133424	0,971032137	0,91543943	0,832066207	1
360	0,14570029	0,967303925	0,91242051	0,817176599	1

2. Melakukan normalisasi data untuk mendapatkan nilai antara 0 dan 1 untuk setiap elemen data training. Persamaan yang digunakan adalah:

$$X_n = \frac{u \cdot (x - a)}{b - a} = 0.1(1)$$

Dimana:

X_n = Nilai elemen ke-n

a = Nilai angka terendah

b = nilai angka tertinggi

0.8 dan 0.1 = Ketetapan

Karena nilai elemen setiap dataset sudah berada antara 0 dan 1, maka tahapan ini tidak perlu dilakukan.

3. Membentuk matriks Kernel dengan ordo $n \times n$ menggunakan persamaan

$$K(x_i, x_j) = W(x) \cdot W(x_j) \quad (2)$$

$$K(1,1) = (X1 * X1 + 1)^2$$

$$K(1,1) = ((0,3467046 * 0,3467046) + (0,893736725 * 0,893736725) + (0,903030208 * 0,903030208) + (0,623653695 * 0,623653695) + 1)^2 = 9,755483679$$

Ulangi langkah di atas untuk setiap nilai pada elemen tabel 2 sampel data training. Sehingga didapatkan hasil untuk semua elemen sampel data training sebagai berikut.

Tabel 3(a). Matriks K ordo $n \times n$

X1	X2	X3	X4	X5
9,755483679	9,760854086	9,701012879	10,50778417	10,62611876
9,760854086	9,766425363	9,707062257	10,50850385	10,62643146
9,701012879	9,707062257	9,664526651	10,37058413	10,46173839
10,50778417	10,50850385	10,37058413	11,70215313	11,94387052
10,62611876	10,62643146	10,46173839	11,94387052	12,23221302
10,62084552	10,62112025	10,45803403	11,9323251	12,21772942
10,6101376	10,61047998	10,44853416	11,91509497	12,19850258
10,58154633	10,58208751	10,42145516	11,87579226	12,15716178
10,59831186	10,59740373	10,43718413	11,91558929	12,19221097
10,5534572	10,55301932	10,40258241	11,82026344	12,08063878

Tabel 3(b). Matriks K ordo $n \times n$

X6	X7	X8	X9	X10
10,62084552	10,6101376	10,58154633	10,59831186	10,5534572
10,62112025	10,61047998	10,58208751	10,59740373	10,55301932
10,45803403	10,44853416	10,42145516	10,43718413	10,40258241
11,9323251	11,91509497	11,87579226	11,91558929	11,82026344
12,21772942	12,19850258	12,15716178	12,19221097	12,08063878
12,20345478	12,18433314	12,14304351	12,17893879	12,06827093
12,18433314	12,16532478	12,12420587	12,15992066	12,05003586
12,14304351	12,12420587	12,08347231	12,11773858	12,00892454
12,17893879	12,15992066	12,11773858	12,16606676	12,05598097
12,06827093	12,05003586	12,00892454	12,05598097	11,95219196

4. Selanjutnya mencari nilai weight (w) dan bias (b) untuk *Support Vector Mesin* menggunakan persamaan:

$$w = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot y_i K(x, x_i) \quad (3)$$

Untuk nilai b menggunakan persamaan:

$$b = -\frac{1}{2}(w \cdot x^+ + w \cdot x^-) \quad (4)$$

Ditetapkan nilai $w = 0,087957468$

$$w = -0,087957468 \begin{pmatrix} 9,755483679 \\ 9,760854086 \\ 9,701012879 \\ 10,50778417 \\ 10,62611876 \\ 10,62084552 \\ 10,6101376 \\ 10,58154633 \\ 10,59831186 \\ 10,5534572 \end{pmatrix} - 0,087957468 \begin{pmatrix} 9,760854086 \\ 9,766425363 \\ 9,707062257 \\ 10,50850385 \\ 10,62643146 \\ 10,62112025 \\ 10,61047998 \\ 10,58208751 \\ 10,59740373 \\ 10,55301932 \end{pmatrix} \dots$$

$$+ 0,087957468 \begin{pmatrix} 10,5534572 \\ 10,55301932 \\ 10,40258241 \\ 11,82026344 \\ 12,08063878 \\ 12,06827093 \\ 12,05003586 \\ 12,00892454 \\ 12,05598097 \\ 11,95219196 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3,947606009 \\ 3,946185811 \\ 3,86375262 \\ 4,54900339 \\ 4,6888401 \\ 4,681808551 \\ 4,67302778 \\ 4,655170983 \\ 4,67525136 \\ 4,620163707 \end{pmatrix}$$

Selanjutnya menentukan nilai bias.

$$b = -\frac{1}{2} * \begin{pmatrix} 3,947606009 \\ 3,946185811 \\ 3,86375262 \\ 4,54900339 \\ 4,6888401 \\ 4,681808551 \\ 4,67302778 \\ 4,655170983 \\ 4,67525136 \\ 4,620163707 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 9,760854086 \\ 9,766425363 \\ 9,707062257 \\ 10,50850385 \\ 10,62643146 \\ 10,62112025 \\ 10,61047998 \\ 10,58208751 \\ 10,59740373 \\ 10,55301932 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3,947606009 \\ 3,946185811 \\ 3,86375262 \\ 4,54900339 \\ 4,6888401 \\ 4,681808551 \\ 4,67302778 \\ 4,655170983 \\ 4,67525136 \\ 4,620163707 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 10,58154633 \\ 10,58208751 \\ 10,42145516 \\ 11,87579226 \\ 12,15716178 \\ 12,14304351 \\ 12,12420587 \\ 12,08347231 \\ 12,11773858 \\ 12,00892454 \end{pmatrix}$$

$$= 487,898738$$

Jadi b sudah diketahui sebesar, $b = 487,898738$

5. Menghitung prediksi SVM dengan persamaan

$$F(x) = w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + \dots + w_n \cdot x_n \quad (5)$$

$$F(x) = (3,947606009 * 9,755483679) + (3,86375262 * 9,760854086) + \dots + (4,620163707 * 10,5534572) = 946,9077323$$

Ulangi $F(x)$ untuk semua elemen baris matriks K sampai dengan baris ke-10. Sehingga didapatkan hasil akhir $F(x)$ sebagai berikut:

$$F(x_1) = 946,9077323$$

$$F(x_2) = 946,9781678$$

$$F(x_3) = 941,2315197$$

$$F(x_4) = 997,3014462$$

$$F(x_5) = 1007,504367$$

$$F(x_6) = 1007,009887$$

$$F(x_7) = 1006,281185$$

$$F(x_8) = 1004,616786$$

$$F(x_9) = 1006,087381$$

$$F(x_{10}) = 1002,11232$$

6. Menentukan hasil prediksi SVM dengan persamaan

$$f(\phi(x)) = \text{sign}(w \cdot \phi(x) + b) \quad (6)$$

$$f(w(x)) = \text{sign}(946,9077323) = 1$$

fungsi $\text{sign}()$ memiliki 3 ketentuan yaitu:

Apabila nilai yang di- sign bernilai positif maka 1;

Apabila nilai yang di- sign bernilai 0 maka 0; dan

Apabila nilai yang di- sign bernilai negatif maka -1.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa penerapan algoritma SVM dengan kernel RBF dapat digunakan untuk melakukan prediksi kualitas biji kopi cacat dan tidak cacat dengan memakai data hasil ekstraksi tekstur dari gambar kopi dengan tekstur yang terdiri dari contrast, homogeneity, correlation, dan energy. Peneliti menyarankan untuk menggabungkan dengan algoritma lain untuk mendapatkan hasil prediksi yang lebih akurat lagi.

5. Saran

Penelitian ini memiliki keterbatasan yang dapat dikembangkan ke studi selanjutnya.

Daftar Pustaka

- [1] Raharjo P., Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta, Jakarta: Penerbar Swadaya, 2012.
- [2] Towaha J. & Rubiyo, Muru Fisik Biji dan Citarasa Kopi Arabika Hasil Fermentasi Mikrob Probiotik Asal Pencernaan Luwak. J. TIDP, 2016: Vol. 2, 61-70.
- [3] Ilhamsyah, dkk., Klasifikasi Kualitas Biji Kopi Menggunakan Multilayer Preceptron Berbasis Fitur Warna LCHI. Jurnal RESTI, 2021: Vol. 5 No. 6, 1008-017.
- [4] Sebatutun M. M., Pujiarini E. H., Pengenalan Varietas Kopi Arabika Berdasarkan Fitur Bentuk. Jurnal JIKO, 2018: Vol. 3 No. 2.
- [5] Ulfa M., dkk. Desain Sistem Pengenalan dan Klasifikasi Kopi Bubuk Bermerek Dengan Menggunakan Electronic Nose Berbasis Artificial Neural Network (ANN). Jurnal Eltrik, 2019: Vol. 1 No. 2.
- [6] Sitorus I. T., dkk. Pengenalan Biji Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang Lintong Nihuta Berdasarkan Parameter Tekstur Menggunakan Machine Learning. Jurnal CITEE, 2020. ISSN: 2085-6350.
- [7] Prastowo, Andi.. Metode Penelitian Kualitatif dalam Perspektif Rancangan Penelitian. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media. 2011.
- [8] Panggabean, Edy., Buku Pintar Kopi, Jakarta: PT Argo Media Utama, 2011.
- [9] Asiyah, S dan Fithriasari, K. Klasifikasi Berita Online Menggunakan Metode Support Vector Machine dan K- Nearest Neighbor. Jurnal Sains dan Seni ITS, 2016: Vol. 5 No. 2.