

PENENTUAN LEVEL KEMATANGAN KOPI BERDASARKAN HASIL ROASTING MENGGUNAKAN METODE DETEKSI RGB DAN KLASIFIKASI MINIMUM DISTANCE

Ade Febri Syah Putra¹, Jayanta², Mayanda Mega Santoni³
Informatika / Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
Jl. Rs. Fatmawati, Pondok Labu, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12450
ads.feбри7998@gmail.com¹, jayanta@upnvj.ac.id², megasantoni@upnvj.ac.id³

Abstrak. Kopi merupakan salah satu yang memiliki kontribusi yang signifikan peningkatan ekspor nonmigas di Indonesia. Pengolahan biji kopi sangat berperan penting terhadap kualitas rasa dari kopi. Tahapan yang sangat berpengaruh terhadap cita rasa kopi adalah proses sangrai (roasting). Hasil sangrai tersebut diklasifikasikan menjadi tiga kelas yaitu light roast, medium roast, dan dark roast. Saat ini proses klasifikasi masih banyak yang dilakukan secara konvensional/manual melalui pakar yang memahami proses roasting untuk melakukan klasifikasi kopi tersebut. Karena itu diperlukan sebuah sistem yang dapat mengklasifikasikan biji kopi hasil roasting tersebut secara cepat dan akurat. Dalam hal ini penulis akan membangun sebuah aplikasi penentuan level kematangan kopi. Aplikasi ini memakai sebanyak sembilan indikator untuk untuk memprediksi tingkat kematangan kopi yang telah disangrai itu yaitu mean dari RGB, standar deviasi RGB, dan varians RGB sebuah citra. Pada pembagian data latih dan uji menggunakan k-fold cross validaton dengan jumlah k=5, akurasi rata-rata yang diperoleh sebesar 89.63%.

Kata Kunci: Kopi, *Roasting*, RGB, Klasifikasi.

1 Pendahuluan

Salah satu yang menjadi komoditi andalan di bidang perkebunan dan memiliki nilai ekonomi yang prospektif adalah kopi. Selain itu kopi juga merupakan salah satu sumber devisa negara non-migas yang cukup menjanjikan.

Banyak proses yang memengaruhi tingkat keberhasilan dari agribisnis kopi, mulai dari proses panen dari biji kopi, pengolahan kopi, hingga penjualan dan distribusi komoditas kopi ke pengguna akhir. Mutu kopi yang dipasarkan perlu terus ditingkatkan oleh penghasil kopi di Indonesia agar kopi hasil produksinya memiliki kualitas yang tidak kalah dengan pesaing di pasar dunia. Salah satu upaya yang dapat mendongkrak kualitas kopi adalah dengan menerapkan teknologi dalam pengolahannya yang meliputi pemilihan atau penyortiran bahan untuk tanaman kopi yang berkualitas unggul, pemeliharaan dari tanaman kopi, pemangkasan dan pemberian penangung, pengendalian hama dan gulma, pemberian pupuk yang ideal, hingga pengolahan kopi yang sudah dipanen.

Saat ini industri kopi di Indonesia masih menemui hambatan yang disebabkan oleh rendahnya kualitas dari kopi yang dihasilkan sehingga memengaruhi pengembangan pada produksi akhir kopi. Penyebabnya antara lain adalah pengerjaan yang tidak akurat saat proses fermentasi, pembersihan, seleksi, pengeringan, hingga tahap roasting.

Dari penjabaran di atas, maka peneliti berencana membuat suatu penelitian untuk mengklasifikasikan biji kopi kopi yang telah disangrai (roasting) ke dalam tiga kelas yaitu light roast, medium roast, dan dark roast. Dengan menggunakan vector RGB pendekatan yang dilakukan akan cenderung lebih mudah dan hasil dari segmentasi yang diperoleh akan lebih baik ketimbang Segmentation in HSI Color Space [1].

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Kopi

Kata *coffee* dalam bahasa Inggris bermula dari bahasa Arab yaitu qahwah, yang memiliki arti kekuatan. Sedangkan kata kopi yang kita ketahui di Indonesia diadopsi dari bahasa Turki kahveh yang belakangan diserap dalam bahasa Belanda menjadi *Koffie* [2].

Biji kopi yang telah dipanen akan mengalami proses yang akan menentukan karakteristik yang dimilikinya. Buah kopi yang telah dipanen pertama-tama akan melalui proses pemisahan biji dari daging dan kulitnya. Kemudian biji hasil dari tersebut akan difermentasi, dikeringkan, hingga pelepasan kulit ari. Ada dua proses yang populer dilakukan yaitu dengan pengeringan alami (dry process) dan pencucian atau wet process. Biji kopi yang telah melalui proses tersebut barulah disebut green bean yang selanjutnya akan mengalami proses roasting atau penyangraian [3].

Roasting atau penyangraian adalah proses pemanggangan biji kopi dengan suhu yang dapat mencapai 250 derajat celsius yang akan membuat kadar lemak, gula, dan air dalam kopi akan mengalami perubahan. Dengan suhu yang cukup tinggi akan menyebabkan menurunnya kadar kelembaban pada biji kopi kemudian kandungan gula di dalamnya akan mengalami karamelisasi. Warna biji kopi juga akan bertransformasi dari hijau hingga menghitam [2]. Tingkat kematangan biji kopi yang paling populer jadi patokan di Indonesia ada tiga kelas, yaitu: *light*, *medium*, dan *dark roast* [4]. Tingkatan ini biasanya diimplementasikan dalam *roasting* kopi arabika.

2.2 Pengolahan Citra

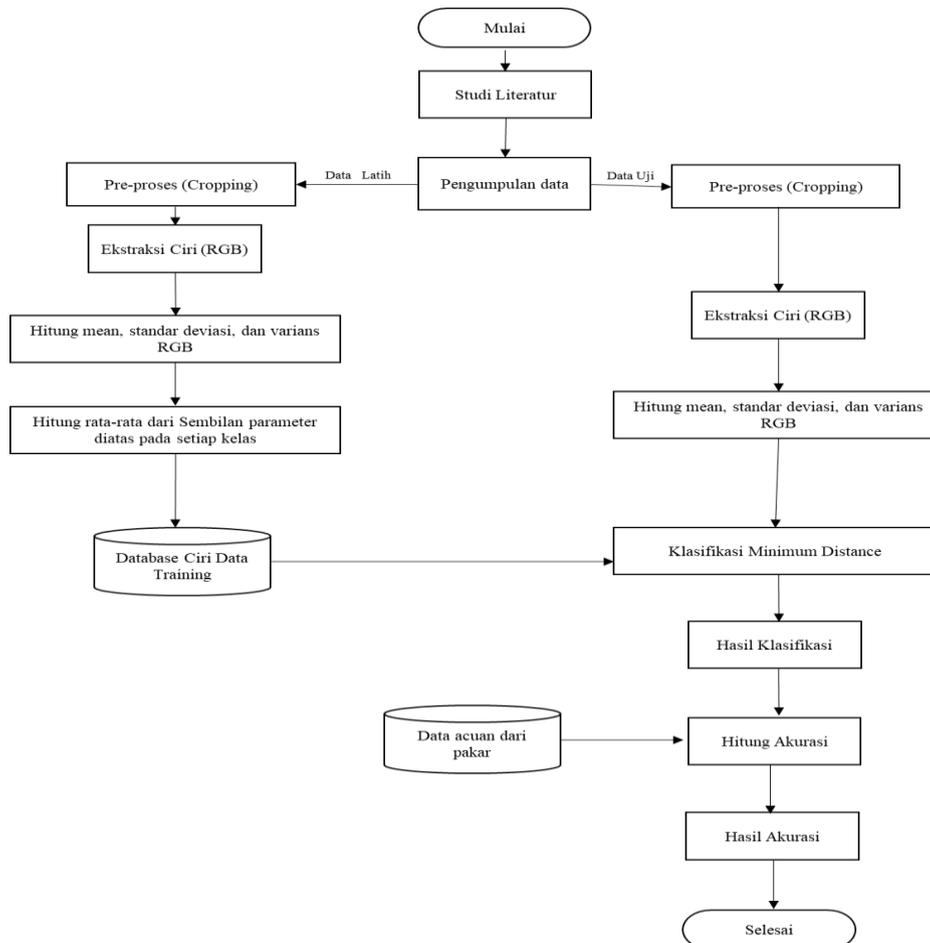
Suatu citra dapat diartikan sebagai fungsi dua dimensi $f(x,y)$, di mana x dan y tersebut merupakan koordinat spasial (bidang), dan amplitude f pada setiap pasangan koordinat spasial disebut dengan intensitas atau level keabuan dari gambar pada koordinat tersebut [1].

Pengolahan citra sendiri terbagi dalam dua bidang yaitu peningkatan informasi gambar untuk interpretasi ke manusia dan pemrosesan data citra yang digunakan untuk penyimpanan, transmisi, dan representasi terhadap mesin. Dari ruang lingkupnya image processing mencakup proses di mana input dan outputnya adalah gambar, disamping itu image processing juga mencakup proses ekstraksi atribut dari gambar, termasuk pengenalan objek individu dari gambar yang diproses tersebut.

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode klasifikasi terbimbing yaitu Minimum Distance Classification (MDC). Klasifikasi ini mengadopsi logika keputusan yang sederhana yaitu, x akan masuk ke kelas c jika rata-rata kelas c adalah yang terdekat dibanding rata-rata kelas lainnya yang akan diklasifikasi [5]. Langkah pertama yang dilakukan dalam minimum distance classification adalah dengan menghitung vector rata-rata kelas. Kemudian hitung jarak spectral dari x (variabel yang sedang diklasifikasi) ke rata-rata tiap klasifikasi. Dan yang terakhir adalah mengidentifikasi rata-rata terdekat dari x , dan masukan x ke kelas tersebut. Kelebihan dari minimum distance adalah mudah digunakan, komputasi cepat, dan tidak memerlukan daerah sampel yang luas. Namun metode ini memiliki kekurangan yaitu tidak sensitif terhadap perbedaan varian tiap-tiap kelas.

3 Metodologi Penelitian

Alur Penelitian



Gambar. 96. Alur Penelitian

Pre Processing

Pre Processing adalah sebuah proses untuk menghasilkan sebuah set data yang ideal untuk kemudian dilakukan ekstraksi fitur dari data tersebut. Tahapan ini dirancang agar proses ekstraksi dari ciri pada citra biji kopi yang telah disangrai menjadi lebih maksimal dan proses ini tentunya juga akan memengaruhi akurasi dari sistem yang akan dibuat.

Cropping

Cropping atau pemotongan citra merupakan proses pertama setelah akuisisi citra. Pada proses ini pemotongan citra dilakukan pada koordinat tertentu pada area citra. Proses ini bertujuan agar citra kopi yang dihasilkan merupakan citra kopi maksimum, yaitu citra yang mengandung sedikit background di dalamnya.

Ekstraksi Ciri

Setelah data yang diambil telah melalui tahap pre processing data akan diekstraksi. Proses ekstraksi sendiri merupakan proses yang bertujuan untuk mengidentifikasi informasi yang diinginkan dari data tersebut. Ciri citra yang diidentifikasi pada proses ini adalah berupa nilai digital number (DN) piksel. Dari nilai DN piksel tersebut kita dapat mengambil nilai rata-rata (mean) RGB, standar deviasi (STD) dari RGB, dan varian dari RGB. Sehingga dari satu data citra kita dapat mengidentifikasi sembilan ciri yang akan menjadi vector ciri dalam Minimum Distance Classification.

Klasifikasi

Klasifikasi merupakan tahapan untuk menentukan hasil akhir suatu citra uji apakah biji kopi pada citra uji tersebut akan masuk ke kelas light, medium atau dark roast berdasarkan ciri yang telah diekstraksi di proses sebelumnya, yaitu mean, STD, dan varians RGB. Pada proses klasifikasi ini hasil ekstraksi ciri dari data uji akan dicocokkan dengan ciri yang ada pada data training sebelumnya yang telah dikonfirmasi oleh pakar dengan mencari jarak terdekat ke kelas-kelas yang telah ditentukan melalui data training menggunakan euclidian distance. Dalam proses ini klasifikasi dilakukan dengan menggunakan algoritma *minimum distance*. Dari fitur-fitur hasil ekstraksi citra yang didapat perhitungan dilakukan dengan rumus jarak vector tanpa sudut, dalam kasus ini karena fitur yang diekstraksi pada setiap citranya terdapat sembilan vektor maka jarak vektor juga akan memperhitungkan jarak setiap fiturnya dari citra testing dengan masing-masing kelas training. Rumus selengkapnya pada perhitungan jarak dalam kasus ini dapat dilihat dibawah ini.

$$\text{Jarak} = \sqrt{(\Delta MR)^2 + (\Delta VR)^2 + (\Delta SR)^2 + (\Delta MG)^2 + (\Delta VG)^2 + (\Delta SG)^2 + (\Delta MB)^2 + (\Delta VB)^2 + (\Delta SB)^2} \quad (1)$$

atau

$$\text{Jarak} = \sqrt{\begin{matrix} (MR_1 - MR_2)^2 + (VR_1 - VR_2)^2 + (SR_1 - SR_2)^2 + \\ (MG_1 - MG_2)^2 + (VG_1 - VG_2)^2 + (SG_1 - SG_2)^2 + \\ (MB_1 - MB_2)^2 + (MR_1 - MR_2)^2 + (MR_1 - MR_2)^2 \end{matrix}} \quad (2)$$

Keterangan:

- Rumus mean = $\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$ (3)
- Rumus varians = $\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \text{mean})^2}{N}$ (4)
- Rumus standard deviasi = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \text{mean})^2}{N}}$ (5)
- MR₁ = Mean Red Testing
- MR₂ = Mean Red Training
- VR₁ = Varian Red Testing
- VR₂ = Varian Red Training

- SR_1 = Standar Deviasi Red Testing
- SR_2 = Standar Deviasi Red Training
- MG_1 = Mean Green Testing
- MG_2 = Mean Green Training
- VG_1 = Varian Green Testing
- VG_2 = Varian Green Training
- SG_1 = Standar Deviasi Green Testing
- SG_2 = Standar Deviasi Green Training
- MB_1 = Mean Blue Testing
- MB_2 = Mean Blue Training
- VB_1 = Varian Blue Testing
- VB_2 = Varian Blue Training
- SB_1 = Standar Deviasi Blue Testing
- SB_2 = Standar Deviasi Blue Training

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Uji Ekstraksi

Pada ekstraksi fitur citra, sistem akan memperoleh informasi berupa mean, varian, dan standar deviasi pada setiap kanal RGB yang kemudian akan dicari nilai centroid pada masing-masing fitur tersebut dari semua piksel di dalam citra. Informasi tersebut yang nanti akan digunakan dalam perhitungan klasifikasi minimum distance. Adapun data ekstraksi fitur yang didapat dari proses ekstraksi pada kelas light roast dapat dilihat pada Tabel 1, medium roast dapat dilihat pada Tabel 2 dan dark roast dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Data Citra Light Roast

No.	Mean R	Var R/100	STD R	Mean G	Var G/100	STD G	Mean B	Var B/100	STD B
1	73.48	27	51.96	63.29	37.43	61.18	46.11	38.2	61.81
2	68.39	24.87	49.87	59.1	34.41	58.66	43.6	34.83	59.02
3	68.74	25.9	50.89	59.82	36.03	60.03	44.2	36.68	60.56
4	62.19	24.38	49.38	54.44	33.07	57.51	40.52	32.99	57.44
5	67.81	25.61	50.61	59.14	35.52	59.6	44.27	35.89	59.91
6	61.27	20.08	44.81	51.76	26.64	51.62	36.29	26.65	51.62
7	66.12	26.93	51.9	60.25	36.95	60.79	46.9	37.11	60.92
8	69.03	24.53	49.53	59.57	33.97	58.28	44.13	34.43	58.68
9	63.98	20.35	45.12	53.81	27.58	52.52	37.64	27.58	52.7
10	58.97	22.42	47.35	51.56	29.91	54.69	37.96	29.74	54.53
11	70.27	24.48	49.48	60.42	34.1	58.4	44.22	34.78	58.97

12	75.9	30.88	55.57	67.79	42.48	65.17	52.47	43.34	65.83
13	65.57	21.32	46.18	55.09	29.09	53.94	38.56	29.35	54.18
14	62.19	24.39	49.38	54.54	33.03	57.47	40.61	32.94	57.39
15	67.98	23.24	48.21	57.43	31.77	56.36	40.63	32.19	56.74
16	69.16	22.92	47.88	58.63	31.3	55.95	41.6	31.69	56.29
17	64.14	23.65	48.63	55.13	32.05	56.61	39.75	32.29	56.83
18	68.95	28.45	53.34	61.85	39.29	63.68	47.62	39.78	63.07
19	63.94	23.43	48.4	55.78	31.7	56.3	40.81	32.13	56.68
20	71.9	25.77	50.76	62.12	35.59	59.66	46.05	36.25	60.21
21	73.77	27.52	52.46	64.39	37.96	61.61	48.33	38.73	62.23
22	70.48	28.02	52.93	62.16	38.81	62.3	47.3	39.42	62.78
23	63.63	25.73	50.72	57.17	34.98	59.15	43.75	34.97	59.13
24	73.35	29.04	53.89	64.66	39.99	63.24	49.36	40.85	63.91
25	69.34	25.5	50.5	60.11	35.34	59.45	44.64	35.75	59.79
26	66.58	21.78	46.66	55.91	29.61	54.42	39.13	29.92	54.7
27	70.14	24.6	49.6	59.74	33.82	58.15	42.74	34.37	58.63
28	70.17	28.17	53.08	62.04	39.03	62.48	47.26	39.67	62.98
29	70.74	24.57	49.57	60.97	33.62	57.98	44.19	34.2	58.48
30	60.09	23.07	48.03	52.45	30.79	55.49	38.67	30.59	55.31

Tabel 2. Data Citra Medium Roast

No.	Mean R	Var R/100	STD R	Mean G	Var G/100	STD G	Mean B	Var B/100	STD B
1	43.06	25.73	50.73	45.42	31.82	56.41	38.85	29.44	54.26
2	47.19	37.93	55.84	48.58	37.93	61.59	41.79	35.37	59.47
3	40.14	21.77	46.66	41.71	27.13	52.09	35.24	25.25	50.25
4	43.16	26.55	51.53	44.54	31.8	56.39	38.36	29.63	54.44
5	55.9	38.42	61.99	59.61	46.8	68.41	52.12	42.91	65.51
6	49.62	34.55	58.78	51.26	42.09	64.88	44.36	39.28	62.67

7	51.21	34.99	59.15	54.45	42.99	65.57	47.42	39.47	62.82
8	46.38	30.99	55.67	48.63	38.22	61.82	41.86	35.5	59.58
9	37.59	19.98	44.47	38.41	24.32	49.32	32.46	22.54	47.47
10	40.26	23.26	48.22	41.93	28.55	53.43	35.6	26.71	51.69
11	48.98	33.26	57.67	51.78	40.92	63.97	44.9	37.95	61.61
12	39.43	20.99	45.82	40.32	25.8	50.8	33.79	23.83	48.82
13	40.57	22.37	47.3	42.32	27.82	52.74	35.82	25.77	50.77
14	56.63	40.62	63.74	60.35	49.53	70.37	53.07	45.55	67.49
15	44.72	28.74	53.61	46.7	35.41	59.51	39.97	32.89	57.35
16	39.25	22.11	47.02	40.15	26.8	51.77	34.05	24.82	49.82
17	40.83	22.71	47.65	42.43	28.04	52.95	35.92	26.15	51.13
18	52.02	36.07	60.06	55.27	44.29	66.55	48.11	40.74	63.83
19	42.56	26.2	51.19	44.49	32.26	56.8	37.89	29.95	54.72
20	37.22	19.75	44.44	38.03	24.08	49.07	31.73	22.4	47.33
21	37.53	19.39	44.03	38.22	23.7	48.68	32.19	21.97	46.87
22	37.13	19.26	43.89	37.78	23.43	48.41	31.79	21.78	46.67
23	38.75	20.94	45.77	40.31	26.12	51.11	33.88	24.28	49.27
24	37.17	18.37	42.86	37.98	22.54	47.48	31.58	20.97	45.79
25	40.07	21.79	46.68	41.13	26.77	51.74	34.43	24.77	49.77
26	40.32	22.22	47.14	42.11	27.67	52.61	35.69	25.71	50.7
27	37.27	20.07	44.8	38.18	24.45	49.45	31.95	22.8	47.75
28	37.14	19.43	44.08	37.97	23.67	48.65	31.89	21.93	46.83
29	37.61	20.57	45.36	38.69	25.2	50.2	32.45	23.53	48.5
30	36.73	18.81	43.37	37.37	23.02	47.97	31.36	21.33	46.18

Tabel 3. Data Citra Dark Roast

No.	Mean R	Var R/100	STD R	Mean G	Var G/100	STD G	Mean B	Var B/100	STD B
1	47.59	35.31	59.42	51.32	42.46	65.16	45.68	39.4	62.77
2	46.44	33.48	57.86	50.5	41.23	64.21	45.07	38.28	61.28
3	50.35	36.46	60.38	54.98	44.49	66.7	49.45	40.92	63.97
4	41.67	28.96	53.81	45.36	35.52	59.6	40.09	32.84	57.3
5	42.04	29.04	53.89	45.51	35.09	59.24	40.52	32.34	56.87
6	38.59	24.46	49.45	41.59	29.66	54.46	36.44	27.29	52.24
7	46.15	33.01	57.46	50.27	40.64	63.75	44.76	37.82	61.5
8	47.37	34.63	58.85	51.57	42.63	65.29	46.29	39.5	62.85
9	40.86	27.28	52.23	44.15	33.27	57.68	38.55	30.69	55.4
10	47.46	33.84	58.17	51.66	41.64	64.53	46.1	38.69	62.2
11	39.37	25.54	50.54	42.53	31.23	55.88	37.09	28.77	53.64
12	39.24	25.29	50.29	42.42	30.57	55.29	37.38	28.18	53.09
13	50.01	36.15	60.13	54.54	44.16	66.45	49.31	40.62	63.73
14	47.03	34.2	58.48	50.81	41.33	64.29	44.88	38.19	61.8
15	49.96	34.17	58.45	51.14	42.02	64.82	45.88	38.87	62.34
16	48.09	34.53	58.76	52.3	42.44	65.15	46.86	39.44	62.8
17	38.13	24.64	49.64	41.02	29.69	54.49	36.08	27.52	52.46
18	46.29	33.61	57.97	50.21	41.46	64.39	44.85	38.51	62.06
19	48.81	35.44	59.54	53.25	43.44	65.83	47.86	39.91	63.18
20	43.49	29.24	54.07	46.86	35.77	59.81	41.06	33.18	57.6
21	46.97	33.25	57.66	51.16	40.87	63.93	45.62	37.98	61.63
22	47.22	34.39	58.64	1.33	42.28	65.02	46	39.22	62.62
23	47.98	34.77	58.96	52.33	42.64	65.3	47.03	39.33	62.72
24	46.55	33.2	57.62	50.71	40.91	63.96	45.15	38.05	61.69
25	49.35	36.6	60.5	53.17	44.1	66.41	47.12	40.75	63.83
26	42.11	30.1	54.87	45.71	36.73	60.61	40.67	33.92	58.24

27	46.96	33.97	58.29	51.1	41.81	64.66	45.87	38.67	62.18
28	44.49	31.48	56.1	47.96	38.12	61.74	42.21	35.23	59.36
29	43.8	30.24	54.99	47.35	37.03	60.85	41.83	34.38	58.63
30	46.35	33.61	57.98	50.24	41.46	64.39	44.93	38.53	62.07

Terdapat 4 kemungkinan hasil proses klasifikasi pada confusion matrix, istilah yang dipakai pada keempat kemungkinan tersebut antara lain:

- *True Positive (TP)*
Pada kasus ini citra biji kopi positif diprediksi dengan benar berdasarkan data aktualnya.
- *True Negative (TN)*
Pada kasus ini data citra biji kopi negative diprediksi dengan benar berdasarkan data aktual.
- *False Positive (FP)*
Pada kasus ini adalah kesalahan algoritma prediksi kelas kematangan biji kopi.
- *False Negative (FN)*
Kasus ini merupakan data actual pada citra yang gagal diprediksi dengan benar oleh algoritma bahwa data tersebut negatif.

Kemudian dari keempat komponen di atas dapat digunakan untuk menghitung *performance* dari kinerja model algoritma yang dibuat. Pada penelitian ini penulis akan mengidentifikasi *accuracy*, *precision*, dan *recall*.

- *Accuracy*
Merupakan persentase prediksi benar sistem dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan dari citra biji kopi dari keseluruhan data yang berjumlah 90 data citra.

$$Accuracy = ((TP + TN) / (TP + FP + FN + TN)) \times 100\% \quad (6)$$

- *Precision*
Merupakan rasio benar positif dibandingkan seluruh data yang hasil prediksinya positif menunjukkan kelas tersebut.

$$Precision = ((TP) / (TP + FP)) \times 100\% \quad (7)$$

- *Recall*
Recall merupakan representasi keberhasilan model algoritma dalam menemukan kembali sebuah informasi. Dalam kasus ini recall menggambarkan rasio prediksi benar dengan keseluruhan data yang diklasifikasikan dengan benar.

$$Recall = ((TP) / (TP + FN)) \times 100\% \quad (8)$$

Contoh hitung *accuracy*, *precision*, dan *recall* pada fold-1:

Tabel 4. Perhitungan *accuracy*, *precision*, dan *recall* pada fold-1

True Positive (TP)	False Positive (FP)
14	4
False Negative (FN)	True Negative (TN)
4	32

- *Accuracy*

$$= \frac{(TP + TN)}{(TP + FP + FN + TN)} \times 100\%$$

$$= \frac{(14 + 32)}{(14 + 4 + 4 + 32)} \times 100$$

$$= \frac{(46)}{(54)} \times 100\%$$

$$= 85.19\%$$
- *Precision*

$$= \frac{(TP)}{(TP + FP)} \times 100\%$$

$$= \frac{(14)}{(14 + 4)} \times 100\%$$

$$= 77.78\%$$
- *Recall*

$$= \frac{(TP)}{(TP + FN)} \times 100\%$$

$$= \frac{(14)}{(14 + 4)} \times 100\%$$

$$= 77.78\%$$

Pada uji akurasi dari sistem yang menggunakan algoritma *minimum distance classification* ini penulis menggunakan data citra sebanyak 90 data citra yang terbagi menjadi 3 kelas yaitu kelas *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*. Kemudian masing-masing kelas akan dibagi lagi kedalam data latih dan data uji menggunakan teknik pembagian data *k-fold cross validation* seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah data pelatihan dan pengujian pada setiap fold cross validation

Tingkat Roasting	Total data pelatihan					Total data pengujian				
	fold1	fold2	fold3	fold4	fold5	fold1	fold2	fold3	fold4	fold5
Light Roast	24	24	24	24	24	6	6	6	6	6

Medium Roast	24	24	24	24	24	6	6	6	6	6
Dark Roast	24	24	24	24	24	6	6	6	6	6

Pengujian akurasi akan dilakukan menggunakan metode pembagian data latih dan uji *k-folds cross validation* dengan skema *5 fold*, di mana dalam metode ini dataset akan dibagi menjadi 5 buah partisi. Kemudian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan, di mana pada masing-masing percobaan menggunakan data partisi ke-K sebagai data testing atau data yang akan diuji, dan menggunakan sisa partisi lainnya sebagai data training atau data yang menjadi acuan. Untuk perincian hasil uji per citra selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5, 6, 7, 8 dan 9.

Tabel 6. Hasil Uji Akurasi Sistem

K-Fold	Akurasi	Precision	Recall
Fold-1	85.19%	77.78%	77.78%
Fold-2	77.78%	66.67%	66.67%
Fold-3	85.19%	77.78%	77.78%
Fold-4	100.00%	100.00%	100.00%
Fold-5	100.00%	100.00%	100.00%
Mean	89.63%	84.44%	84.44%

Pada Tabel 6 hasil uji akurasi citra testing diatas didapatkan akurasi rata-rata dari kelima *fold* adalah sebesar 89.63%. Dari hasil uji coba di atas dapat dilihat bahwa akurasi tertinggi terdapat pada fold ke-4 dan ke-5, yaitu sebesar 100%. Dari keseluruhan kelas yang diuji, kelas yang memiliki akurasi tertinggi adalah kelas *light roast* dimana keseluruhan data citra pada kelas ini mampu diprediksi dengan benar oleh sistem, ini terjadi karena terdapat perbedaan yang signifikan dari warna biji kopi *light roast* dibandingkan dengan warna biji kopi dari kelas lainnya.

5 Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian sistem yang telah dilakukan, ada beberapa kesimpulan yang dihasilkan dalam penelitian ini. Adapun kesimpulan akan dipaparkan dalam poin-poin dibawah ini:

1. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan metode deteksi RGB dan *minimum distance classification* dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan kopi lokal jenis “*Songgoriti Arabica*” yang berasal dari kota Malang.
2. Dari hasil pengujian sistem, dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem berhasil mengklasifikasikan citra biji kopi jenis “*Songgoriti Arabica*” ke dalam 3 level kematangan menggunakan metode deteksi RGB dan *minimum distance classification* dengan akurasi rata-rata sebesar 89.63% dari 90 data citra yang terbagi menjadi 3 kelas yaitu *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*, serta menggunakan Teknik pembagian data *k-fold cross validation* dengan skema *5-fold*.

5.2 Saran

Penelitian ini tak lepas dari kekurangan yang dapat diperbaiki di masa yang akan datang. Oleh karena itu penulis melampirkan beberapa saran yang dapat dikembangkan untuk membuat sistem menjadi lebih baik, diantaranya:

1. Sistem dapat diimplementasikan ke dalam platform yang memiliki mobilitas lebih baik seperti android.
2. Data citra yang diambil dapat ditambah dengan kuantitas yang lebih besar.
3. Dapat dikembangkan untuk mengklasifikasikan berbagai jenis biji kopi lain.

Referensi

- [8] Gonzalez, R. C. and Woods, R. E. (2007) *Digital Image Processing (3rd Edition)*, Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA ©2006. Available at: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1076432>.
- [9] E.S.E (2018) ‘Coffee Pod Technology’, *E.S.E*, pp. 1–52.
- [10] Wintgens, J. N. (2004) *Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production*, *Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production*. doi: 10.1002/9783527619627.
- [11] ‘APLIKASI KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN KOPI BERDASARKAN HASIL ROASTING MENGGUNAKAN ALGORITMA FUZZY C - MEANS’ SKRIPSI Oleh : HAYUANGGA TINNO PUTRA KUSUMA JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA (2018).
- [12] Jayanti, I. (2017) ‘PERBANDINGAN METODE KLASIFIKASI MAXIMUM LIKELIHOOD DAN MINIMUM DISTANCE PADA PEMETAAN TUTUPAN LAHAN DI KOTA LANGSA’
- [13] Werneck, V. M. B., Oliveira, A. de P. A., & do Prado Leite, J. C. S. (2009). Comparing GORE Frameworks: i-star and KAOS. *Wer*, (January), 1–12. Retrieved from http://wer-papers.googlecode.com/svn/history/r71/trunk/dataset/wer09/WER09_4.pdf