

IDENTIFIKASI BIJI KAKAO FERMENTASI DAN NON FERMENTASI BERDASARKAN CIRI WARNA DENGAN MENERAPKAN ALGORITMA *NAÏVE BAYES CLASSIFIER*

Nur Riska Rahmadani¹⁾, dan Dini Fakta Sari²⁾

¹⁾²⁾*Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Teknologi Digital Indonesia,
Yogyakarta, Indonesia*

Email: nur.riska@students.utdi.ac.id, dini@utdi.ac.id

Abstrak. Biji kakao sebagai salah satu jenis komoditi perkebunan sumber penghasil devisa terbesar negara setelah kelapa sawit dan karet. Tingginya tingkat konsumsi biji kakao sebagai produk cokelat membuat laju produksi mengalami peningkatan. Walaupun begitu, hasil produksi nasional kurang disukai di pasar internasional dikarenakan oleh beberapa faktor dan salah satunya ialah mutu biji kakao yang rendah. Proses fermentasi pada pengolahan biji kakao rupanya mempunyai peranan penting dalam menunjang kualitas biji kakao bermutu baik. Dengan banyaknya ilmu terapan dari teknologi digital yang menjangkau berbagai bidang dapat menunjang kebutuhan produksi terutama dibidang perkebunan. Dalam penelitian ini, melalui bantuan sistem komputer peneliti akan melakukan pengidentifikasian biji kakao kering fermentasi dan tanpa fermentasi berdasarkan ciri warna dari gambar biji kakao dengan menerapkan algoritma *Naïve Bayes* sebagai pengolah datanya. Untuk mengumpulkan data, peneliti akan melakukan ekstraksi warna RGB pada tiap gambar biji kakao yang dijadikan sebagai sampel. Adapun data sampel yang akan digunakan pada penelitian ini adalah berjumlah 180 data yang kemudian akan dibagi sebanyak 80% untuk data training dan 20% untuk data testing. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai akurasi sebesar 52,50% dan untuk hasil identifikasi dari dua kelas, kelas fermentasi dengan 20 data benar diperoleh *class precision* 51,28% dan *class recall* 100% dan kelas non fermentasi dengan 1 data benar diperoleh *class precision* 100% dan *class recall* 5,0%.

Kata Kunci : *Biji Kakao, Fermentasi, Ekstraksi Warna, Naïve Bayes*

1. Pendahuluan

Kakao (*Theobroma cacao* L) merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis yang peranannya cukup penting bagi perekonomian nasional yang dapat dijadikan sebagai penyedia lapangan kerja, sumber devisa negara dan sumber pendapatan bagi petani yang sifatnya kontinyu (Rohmah, 2022). Komoditas kakao ini meraih peringkat ekspor tertinggi ketiga disektor perkebunan pada tahun 2020 setelah kelapa sawit dan karet. Biji kakao adalah bahan baku dari pembuatan produk bubuk cokelat yang digemari oleh semua orang diberbagai kalangan. Dengan tingginya konsumsi cokelat, tidak dapat dipungkiri bahwa cokelat bermanfaat pada kesehatan. Senyawa zat flavonoid yang terkandung didalam biji kakao memiliki antioksidan alami. Indonesia sendiri adalah salah satu dari tiga negara pembudidaya kakao di dunia, setelah Pantai Gading dan Ghana (Nababan, 2019). Walaupun begitu, rupanya hasil perkebunan kakao nasional masih kurang diminati oleh pasar internasional karena mempunyai mutu rendah (Mulyono, 2016) sehingga harga jualnya pun rendah. Salah satu penyebabnya ialah rendahnya kualitas biji kakao. Biji kakao Indonesia jarang di fermentasi terlebih dahulu, padahal biji kakao hasil fermentasi mempunyai mutu yang lebih baik jika dibandingkan dengan biji kakao yang belum difermentasikan (Ariyanti, 2017). Proses ini membantu menghilangkan *pulp* yang membungkus biji kakao dan mengembangkan -*precursor* rasa cokelat (Ho, 2014). Apabila biji kakao tidak mengalami proses

fermentasi, maka cita rasa dan aroma khas kakao tidak terbentuk dan menyebabkan biji kakao akan terasa pahit dan sepat (Pradnyawathi, 2018).

Pada era dimana hampir seluruh lapisan kehidupan tidak lepas dari yang namanya teknologi. Teknologi digital memiliki pengaruh besar di sektor perkebunan. Saat ini, ada begitu banyak ilmu terapan dari teknologi digital untuk perkebunan. Umumnya jenis ilmu terapan yang dimaksudkan mencakup pengidentifikasian dan analisa, seperti identifikasi terhadap tingkat kematangan buah, kandungan dan gizi, kandungan biji, rupa atau bentuk buah/biji hingga identifikasi hama dan penyakit melalui pengenalan pola dengan mengelompokkan data numerik dan simbolik (seperti gambar) kedalam komputer. Pengelompokkan data bertujuan untuk mengenali objek. Secara harfiah, manusia dapat mengenali objek secara langsung melalui panca indera yang dimiliki karena telah mempelajari pengklasifikasian terhadap objek-objek tertentu didalam otaknya bagaimanapun bentuk dan rupa sebuah objek berubah. Kemampuan inilah yang kemudian yang dicoba ditiru oleh komputer. Namun, komputer sendiri masih kesulitan mengidentifikasi suatu objek sepenuhnya jika terdapat sebuah perubahan pada objek itu.

Dalam penelitian ini, penulis mengambil gambar biji kakao kering yang telah melalui fermentasi dan yang tidak melalui fermentasi untuk diidentifikasi sebagai objek pengenalan pola menggunakan beberapa fitur pengelompokkan berdasarkan nilai *Mean Red*, *Mean Green* dan *Mean Blue*. Aplikasi pengidentifikasian yang akan digunakan adalah *web-based interface* Jupyter Notebook untuk pengolahan data dalam memperoleh dataset dengan menerapkan *Naïve Bayes Classifier* dalam mengklasifikasikan objek kedalam dua kelas yakni biji kakao fermentasi dan non fermentasi.

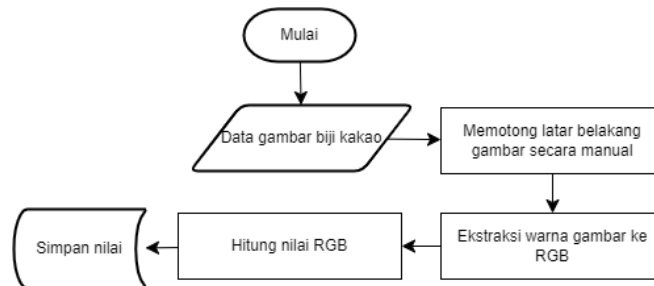
2. Metode Penelitian

a. Bahan/Data Penelitian

Dataset yang digunakan didalam penelitian ini berasal dari kumpulan data biji kakao yang diperoleh dengan cara *searching* dan *download* melalui laman <https://www.kaggle.com/>. Pada dataset tersebut terdapat beberapa data berupa gambar yang didalamnya terdiri atas enam buah data gambar yakni, pecahan biji kakao, biji kakao rusak, biji kakao fermentasi, biji kakao berjamur, biji kakao non fermentasi dan biji kakao utuh. Namun pada penelitian ini data yang digunakan hanya data biji kakao fermentasi dan data biji kakao non fermentasi saja. Jumlah data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah 180 data yang mencakup 60 data gambar biji kakao fermentasi dan 60 data gambar biji kakao non fermentasi sebagai data training (total 120 data) dan 20 data gambar biji kakao fermentasi dan 20 data gambar biji kakao non fermentasi sebagai data testing (total 40 data).

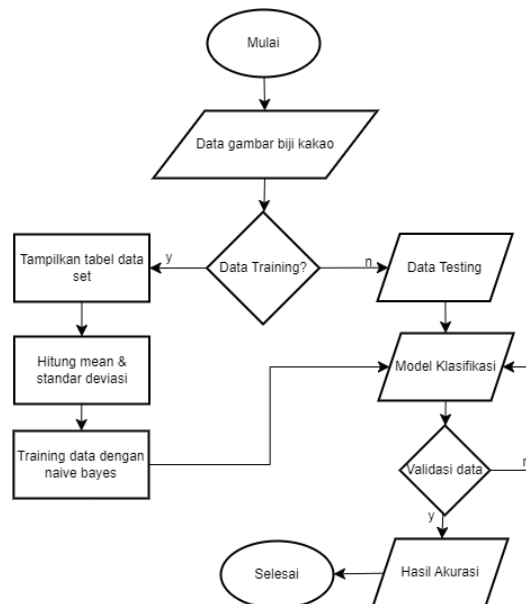
b. Proses Penelitian

Proses penelitian dimulai dengan mengolah data gambar agar didapat nilai RGB nya sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1. Langkah pertama menyiapkan data gambar dari biji kakao, lalu memotong latar belakang gambar secara manual agar yang diperoleh hanya potongan gambar biji secara utuh tanpa latar belakang untuk menghindari penghitungan nilai warna gambar secara berlebihan. Kemudian mengekstraksi warna dari data gambar kedalam bentuk RGB nya.



Gambar 1. Block diagram pengolahan data gambar dengan mengekstraksi dan menghitung nilai RGB nya

Nilai RGB yang diperoleh melalui proses ini kemudian akan disimpan dan dijadikan sebagai dataset, sehingga memudahkan proses pengelolaan data. Dapat dilihat pada gambar 2 algoritma *naïve bayes* untuk klasifikasi data biji kakao dibawah. Data yang ada akan dibagi kedalam dua bagian dengan membagi data yaitu 80% menjadi data training dan 20% menjadi data testing.



Gambar 2. Algoritma Naïve Bayes

Jika data biji kakao yang telah didapat nilai RGBnya di training, maka data yang ditampilkan sebagai dataset akan dihitung nilai mean dan standar deviasinya dari masing-masing variabel yakni, nilai *Red*, *Green* dan *Blue* berdasarkan kategori atau cara pengeringan biji kakao. Sedangkan jika data di testing, maka akan dihitung probabilitas setiap variabel/kelas dan juga nilai probabilitas posteriornya dengan ketentuan mengambil nilai probabilitas tertinggi sebagai hasil klasifikasi. Lalu dihitung akurasi total dari data testing yang telah divalidasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan pada penelitian ini disesuaikan dengan tahapan-tahapan yang ditampilkan pada gambar 2. Hasil validasi data akan diklasifikasikan kedalam dua variabel kelas yaitu biji kakao fermentasi dan biji kakao non fermentasi.

a. Dataset

Dataset ini merupakan data numerik dari data warna RGB pada gambar biji kakao fermentasi dan non fermentasi yang sebelumnya telah diekstraksi yang kemudian akan dijadikan sebagai data training. Dataset yang ada dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Dataset Hasil Ekstraksi Biji Kakao

No	Nilai R	Nilai G	Nilai B	Proses_Pengeringan
1	10.608	13.193	18.899	Fermentasi
2	11.912	13.563	18.789	Fermentasi
3	17.132	21.334	29.39	Non Fermentasi
4	14.997	18.14	25.13	Fermentasi
5	11.334	13.382	17.89	Fermentasi
6	19.798	22.335	27.448	Fermentasi
7	15.861	18.1337	22.198	Fermentasi
8	23.725	24.608	33.693	Non Fermentasi
9	25.516	29.069	39.644	Non Fermentasi
10	18.213	22.096	32.659	Non Fermentasi
11	16.564	18.734	24.234	Fermentasi
12	13.139	17.461	25.534	Non Fermentasi
13	18.704	21.937	30.351	Non Fermentasi
14	20.146	23.026	32.882	Non Fermentasi
15	25.132	30.108	40.83	Non Fermentasi
16	13.26	15.441	22.383	Fermentasi
17	30.383	30.196	34.739	Fermentasi
18	15.8	17.91	25.203	Fermentasi
19	24.39	26.63	31.604	Fermentasi
20	23.072	27.127	36.744	Fermentasi
21	11.373	12.19	14.359	Fermentasi
22	15.945	18.666	24.236	Fermentasi
23	14.109	13.668	13.714	Fermentasi
24	22.63	25.917	33.698	Fermentasi
25	18.28	20.693	28.676	Fermentasi
26	18.906	20.733	28.345	Fermentasi
27	27.687	28.664	32.858	Fermentasi
28	16.269	17.138	22.038	Fermentasi
29	23.76	26.781	35.804	Non Fermentasi
30	19.103	21.842	31.9	Non Fermentasi
31	21.491	24.959	34.241	Non Fermentasi
32	19.621	21.674	31.449	Fermentasi
33	18.445	20.253	26.917	Fermentasi
34	18.178	23.233	35.145	Fermentasi
35	13.475	15.17	20.135	Fermentasi
36	17.035	17.767	20.777	Fermentasi
37	22.422	23.467	25.231	Fermentasi
38	19.575	23.723	37.377	Fermentasi
39	17.843	18.859	25.704	Fermentasi

No	Nilai R	Nilai G	Nilai B	Proses_Pengeringan
40	21.558	22.686	32.84	Fermentasi
41	17.545	19.284	25.658	Fermentasi
42	12.323	13.568	20.571	Fermentasi
43	19.825	22.583	30.651	Fermentasi
44	29.112	30.151	32.221	Fermentasi
45	30.237	30.207	37.474	Fermentasi
46	30.976	29.53	31.625	Fermentasi
47	39.984	39.422	42.797	Fermentasi
48	23.222	23.371	27.365	Fermentasi
49	21.145	22.271	25.808	Fermentasi
50	12.091	14.258	20.471	Fermentasi
51	22.048	23.786	28.902	Fermentasi
52	8.774	12.096	17.361	Non Fermentasi
53	12.803	16.974	23.521	Non Fermentasi
54	9.159	12.247	18.047	Non Fermentasi
55	9.034	11.7	18.354	Non Fermentasi
56	25.811	26.893	30.505	Fermentasi
57	11.196	13.386	22.078	Fermentasi
58	20.782	26	37.727	Fermentasi
59	19.355	20.762	26.975	Fermentasi
60	10.582	13.003	17.397	Non Fermentasi
61	16.009	19.238	24.397	Non Fermentasi
62	20.731	21.94	32.549	Fermentasi
63	18.608	20.65	28.434	Fermentasi
64	19.513	23.382	33.598	Fermentasi
65	20.913	22.237	31.57	Fermentasi
66	22.96	25.511	34.205	Fermentasi
67	9.627	12.81	18.333	Non Fermentasi
68	11.851	16.019	23.181	Non Fermentasi
69	13.204	16.719	23.216	Non Fermentasi
70	14.326	19.315	27.307	Non Fermentasi
71	17.547	19.532	25.534	Non Fermentasi
72	14.82	18.71	25.691	Non Fermentasi
73	18.059	22.558	28.727	Non Fermentasi
74	10.589	14.213	20.725	Non Fermentasi
75	12.302	18.376	28.864	Non Fermentasi
76	13.285	17.933	28.706	Non Fermentasi
77	15.301	18.779	26.2	Non Fermentasi
78	14.14	17.696	24.485	Non Fermentasi
79	15.392	20.102	27.298	Non Fermentasi
80	11.797	15.636	25.261	Non Fermentasi
81	15.155	19.232	24.2	Non Fermentasi
82	14.264	17.786	24.648	Non Fermentasi
83	17.773	20.603	26.158	Non Fermentasi

No	Nilai R	Nilai G	Nilai B	Proses_Pengeringan
84	16.491	19.681	28.164	Non Fermentasi
85	18.783	22.065	29.856	Non Fermentasi
86	17.851	21.625	31.03	Non Fermentasi
87	18.239	20.23	25.693	Non Fermentasi
88	14.272	17.583	24.024	Non Fermentasi
89	16.751	20.953	28.96	Non Fermentasi
90	14.74	15.454	20.928	Non Fermentasi
91	16.739	21.078	29.932	Non Fermentasi
92	17.706	18.132	23.841	Non Fermentasi
93	13.687	16.211	26.943	Non Fermentasi
94	17.7	22.06	30.806	Non Fermentasi
95	12.005	16.419	25.118	Non Fermentasi
96	17.621	21.946	29.855	Non Fermentasi
97	21.694	25.799	32.511	Non Fermentasi
98	16.269	17.138	22.037	Fermentasi
99	23.989	24.625	27.576	Fermentasi
100	23.573	25.17	28.534	Fermentasi
101	23.845	26.785	36.145	Non Fermentasi
102	16.663	22.382	32.993	Non Fermentasi
103	15.554	17.462	22.314	Non Fermentasi
104	18.22	22.393	32.74	Non Fermentasi
105	19.139	22.384	33.132	Non Fermentasi
106	18.733	20.974	28.28	Non Fermentasi
107	16.9	20.585	30.444	Non Fermentasi
108	19.58	23.316	30.477	Non Fermentasi
109	12.974	16.214	22.047	Non Fermentasi
110	14.35	17.487	24.048	Non Fermentasi
111	16.553	19.465	26.977	Non Fermentasi
112	19.13	20.953	28.482	Non Fermentasi
113	15.654	18.017	22.48	Fermentasi
114	21.223	22.496	26.288	Fermentasi
115	20.263	21.933	27.041	Fermentasi
116	24.513	28.02	37.789	Fermentasi
117	17.207	20.32	28.761	Fermentasi
118	18.441	20.428	24.398	Fermentasi
119	10.396	13.204	20.33	Fermentasi
120	11.94	15.224	22.727	Fermentasi

b. Nilai Mean dan Standar Deviasi

Berdasarkan hasil perhitungan dari dataset, diperoleh nilai mean dan nilai standar deviasi untuk tiap variabel kelas. Hasil perhitungan nilai mean dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai Mean

No	Proses_Pengeringan	Nilai R	Nilai G	Nilai B
1	Fermentasi	17.84124167	20.4932225	27.48486667
2	Non Fermentasi	17.98901818	20.66171545	27.73347273

Dapat dilihat pada tabel 2, nilai mean pada tiap warna antara biji kakao yang melalui proses pengeringan dengan fermentasi dan tanpa fermentasi hampir tidak memiliki perbedaan nilai yang begitu jauh.

Adapun untuk nilai standar deviasi atau simpangan baku dari sebaran data dalam sampel dataset dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Standar Deviasi

No	Proses_Pengeringan	Nilai R	Nilai G	Nilai B
1	Fermentasi	5.13731606	4.774059709	5.66025371
2	Non Fermentasi	5.151829558	4.74892672	5.617054276

Dari tabel 3 diatas, dapat dilihat bahwa hampir serupa dengan nilai mean yang diperoleh, hasil perhitungan standar deviasi untuk tiap warna biji kakao memiliki nilai yang juga tidak begitu jauh perbandingannya.

c. Probabilitas

Nilai probabilitas kelas pada tiap variabel kelas akan dijadikan sebagai nilai posterior dalam proses pengklasifikasian cara pengeringan biji kakao melalui ekstraksi warna RGB gambar dengan menerapkan algoritma *naïve bayes*. Tabel 4 menunjukkan probabilitas kelas.

Tabel 4. Probabilitas Kelas

No	Probabilitas kelas	
	Proses_Pengeringan	Nilai
1	Fermentasi	0.5
2	Non Fermentasi	0.5

Tabel 4 menunjukkan bahwa probabilitas kelas untuk biji kakao fermentasi dan non fermentasi memiliki nilai yang sama, yaitu 0,5. Hal ini dapat terjadi, karena jumlah data untuk masing-masing kelas sama banyaknya, yaitu 20 data untuk biji kakao fermentasi dan 20 data untuk biji kakao non fermentasi.

d. Menghitung Nilai Distribusi Gaussian

Penggunaan Distribusi Gaussian pada penelitian ini merupakan langkah terakhir untuk mengetahui hasil dari data training atau sebuah model uji data untuk mengambil nilai dari peluang dari data training sebelumnya. Pada tabel 5 dapat dilihat bahwa telah didapat hasil klasifikasi untuk data testing.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Data Tes Menggunakan Distribusi Gaussian Naïve Bayes

No	Proses Pengeringan	Nilai R	Nilai G	Nilai B	Posterior		Hasil Klasifikasi
					Fermentasi	Non Fermentasi	
1	Non Fermentasi	24.835	16.342	13.903	8.21725E-18	2.72313E-18	8.21725E-18
2	Non Fermentasi	29.247	22.418	18.413	8.74628E-05	2.89844E-05	8.74628E-05
3	Non Fermentasi	23.275	15.748	12.464	6.22137E-21	2.06171E-21	6.22137E-21

No	Proses Pengeringan	Nilai R	Nilai G	Nilai B	Posterior		Hasil Klasifikasi
					Fermentasi	Non Fermentasi	
4	Fermentasi	18.646	12.383	10.866	2.89988E-29	9.60997E-30	2.89988E-29
5	Fermentasi	24.533	21.193	20.12	1.84482E-08	6.11359E-09	1.84482E-08
6	Fermentasi	29.747	26.28	25.048	311670.9687	103285.1385	311670.9687
7	Non Fermentasi	31.658	22.895	19.76	0.417155311	0.138241763	0.417155311
8	Non Fermentasi	28.511	20.346	17.558	5.75681E-08	1.90776E-08	5.75681E-08
9	Fermentasi	26.773	18.881	16.553	1.27397E-11	4.22184E-12	1.27397E-11
10	Non Fermentasi	26.859	16.646	13.647	5.18135E-16	1.71705E-16	5.18135E-16
11	Non Fermentasi	28.424	24.929	23.126	31.74398704	10.51969041	31.74398704
12	Non Fermentasi	28.92	19.644	12.123	2.58457E-14	2.01951E-13	2.01951E-13
13	Non Fermentasi	36.678	28.789	25.382	9.62243E+13	3.18879E+13	9.62243E+13
14	Non Fermentasi	37.472	23.526	17.808	3333.250799	1104.611289	3333.250799
15	Fermentasi	27.113	20.34	17.695	4.56751E-09	1.51364E-09	4.56751E-09
16	Fermentasi	18.804	15.215	13.912	5.07205E-24	1.68084E-24	5.07205E-24
17	Fermentasi	27.966	23.54	21.617	0.02852705	0.012794355	0.02852705
18	Fermentasi	26.425	20.055	17.168	2.27403E-10	7.53595E-11	2.27403E-10
19	Fermentasi	26.479	19.633	17.207	1.17769E-10	3.90276E-11	1.17769E-10
20	Fermentasi	28.62	21.121	17.435	2.63741E-07	8.74017E-08	2.63741E-07
21	Fermentasi	33.658	22.413	18.062	0.291039385	0.096448005	0.291039385
22	Fermentasi	23.504	17.006	16.157	1.96416E-16	6.50906E-17	1.96416E-16
23	Fermentasi	22.759	16.379	14.042	1.83826E-19	6.09184E-20	1.83826E-19
24	Non Fermentasi	16.936	11.636	9.607	1.71674E-32	5.68913E-33	1.71674E-32
25	Fermentasi	38.987	28.515	25.349	5.27473E+15	1.748E+15	5.27473E+15
26	Fermentasi	36.236	28.107	25.47	1.21179E+13	4.01576E+12	1.21179E+13
27	Non Fermentasi	23.009	15.807	14.948	5.91103E-19	1.95887E-19	5.91103E-19
28	Non Fermentasi	40.355	26.654	21.169	4.60557E+11	1.52625E+11	4.60557E+11
29	Fermentasi	28.605	20.306	17.394	4.61995E-08	1.53101E-08	4.61995E-08
30	Fermentasi	24.205	17.719	14.784	2.13201E-16	7.0653E-17	2.13201E-16
31	Fermentasi	36.934	26.511	23.151	19461486975	6449373155	19461486975
32	Fermentasi	22.222	20.183	19.245	4.18173E-12	1.38579E-12	4.18173E-12
33	Fermentasi	31.977	26.808	25.566	218370413.4	72366118.97	218370413.4
34	Non Fermentasi	40.122	26.277	20.516	36834595023	12206675093	36834595023
35	Non Fermentasi	31.366	19.109	15.008	8.92601E-09	2.958E-09	8.92601E-09
36	Non Fermentasi	22.009	16.048	14.237	3.12491E-20	1.03557E-20	3.12491E-20
37	Non Fermentasi	25.728	16.556	12.891	9.9367E-18	3.29294E-18	9.9367E-18
38	Non Fermentasi	27.397	20.733	16.326	1.1445E-09	3.79278E-10	1.1445E-09
39	Non Fermentasi	25.937	17.428	13.599	3.55752E-16	1.17893E-16	3.55752E-16
40	Non Fermentasi	29.054	18.709	15.473	9.97557E-11	3.30582E-11	9.97557E-11

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan distribusi gaussian naïve bayes pada tabel 5 dapat dilihat bahwa dari 40 data yang ada sistem tetap menghitung nilai untuk data biji kakao non fermentasi sebagai data biji kakao fermentasi. Hanya 1 data saja yang berhasil diidentifikasi sebagai biji kakao non fermentasi.

e. Evaluasi dan Validasi

Confusion matrix pada penelitian ini digunakan untuk mengukur tingkat *accuracy*, *precision* dan *recall* dengan memanfaatkan kinerja algoritma *Naïve Bayes* dalam mengolah dataset sebanyak 180 data yang kemudian dibagi menjadi dua bagian 80:20 yakni data training berjumlah 120 data dan data testing berjumlah 40 data. Hasil secara keseluruhan dari pengukuran yang didapat ditampilkan pada tabel 6.

Adapun hasil akurasi yang didapat merupakan hasil perhitungan dengan menerapkan algoritma *Naïve Bayes* didalamnya. Hasil analisa yang tercantum pada *confusion matrix* adalah jumlah data tes yaitu 40 data. Jumlah data yang di prediksi benar yakni 21 dan data yang diprediksi salah yakni 19. Nilai akurasi yang didapat adalah 52,50% .

Nilai *recall* diketahui sebagai nilai yang menunjukkan tingkat keberhasilan diketahuinya jumlah banyaknya data yang sebenarnya positif. Menurut hasil *confusion matrix* pada penelitian ini nilai *recall* yang dihasilkan mencapai 100% untuk biji kakao fermentasi dan 5,0% untuk biji kakao non fermentasi. Nilai *precision* adalah nilai yang menunjukkan tingkat ketepatan prediksi dalam mengenali data sesuai kelas aslinya. Pada penelitian ini nilai dari *precision* adalah 51,28% untuk biji kakao fermentasi dan 100% untuk biji kakao non fermentasi.

Tabel 6. Hasil Confusion Matrix

Aktual	Prediksi		Class Recall
	Fermentasi	Non Fermentasi	
Fermentasi	20	0	100,00%
Non Fermentasi	19	1	5,00%
Class Precision	51.28%	100.00%	

Pada tabel 6 diatas dapat dilihat, bahwa berdasarkan algoritma *naïve bayes* diperoleh model distribusi untuk setiap label kategori didapat hasil dari dua kelas hasil pengolahan dataset pada penelitian ini menunjukkan nilai kelas fermentasi dengan *class precision* 51,28% dan *class recall* 100% dan kelas non fermentasi dengan *class precision* 100% dan *class recall* 5,0%.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil uji coba adalah identifikasi biji kakao kering yang melalui proses fermentasi dan yang tanpa fermentasi berdasarkan ciri warna dengan menerapkan algoritma *naïve bayes classifier* dapat dilakukan, namun tidak direkomendasikan untuk digunakan secara berkelanjutan karena perbedaan antara ciri warna biji kakao kering yang melalui proses fermentasi dan tanpa fermentasi tidak begitu kontras sehingga sistem pun kesulitan untuk mengenalinya. Hal ini juga didukung dengan hasil nilai akurasi yang diperoleh yaitu sebesar 52,50%.

5. Ucapan Terima Kasih

Melalui penelitian ini, penulis mengucapkan syukur dan terima kasih atas kesempatan yang telah diberikan. Dengan penelitian ini diharapkan dapat membantu menambah wawasan seputar biji kakao kering yang sekiranya siap untuk tahap produksi.

6. Daftar Pustaka

Anonymous. (2011). Buku Statistik Kakao (Cocoa). Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan Kementrian Pertanian.

- Aramiko, J. (2020). Klasifikasi Kerusakan Biji Kakao Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Ariyanti, M. (2017). Pengaruh Lama Fermentasi dan Pengepresan Berulang Terhadap Mutu Kakao Bubuk. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Industri*.
- Ho, V. T. (2014). Yeast are essential for cocoa bean fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 174, 72-87.
- Kuswari, M. M. (2021). Implementasi Machine Learning untuk Prediksi Gaya Belajar Berdasarkan Model Vark Menggunakan Algoritma Naive Bayes Classifier. Mataram: Universitas Bumigora.
- Manalu, R. (2018). Pengolahan Biji Kakao Produksi Perkebunan Rakyat untuk Meningkatkan Pendapatan Petani. *Jurnal Ekonomi & Kebijakan Publik*, 99-111.
- Mulyono, D. (2016). Harmonisasi Kebijakan Hulu-Hilir dalam Pengembangan Budidaya dan Industri Pengolahan Kakao Nasional. *Jurnal Ekonomi & Kebijakan Publik*, 185-200.
- Nababan. (2019). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Pupuk NPK Terhadap Pembibitan Tanaman Kakao. In S. Abd El-Naby, *Effect of Banana Compost as Organic Manure on Growth, Nutrients* (pp. 101-114). Egypt.
- Pradnyawathi, N. W. (2018). Kajian Beberapa Cara Fermentasi yang Dilakukan oleh Petani terhadap Mutu Biji Kakao (*Theobroma cacao* L). *Agrotrop*, 189-196.
- Rachmatullah, D. d. (2021). Karakteristik Biji Kakao (*Theobroma cacao* L) Hasil Fermentasi dengan Ukuran Wadah Berbeda. *Jurnal Viabel Pertanian*, 32-44.
- Rohmah, Y. (2022). *Outlook Kakao*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian.