

Klasifikasi Kelayakan Susu Sapi UHT berdasarkan PH, Warna, dan Aroma menggunakan Metode *Naive Bayes* berbasis Arduino

Muhammad Daffa Bintang Nugroho¹, Dahnia Syauqy², Hurriyatul Fitriyah³

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹daffabintang1@gmail.com, ²dahnial87@ub.ac.id, ³hfitriyah@ub.ac.id

Abstrak

Susu sapi *Ultra High Temperature* merupakan jenis susu yang banyak dikonsumsi oleh manusia dari kalangan anak-anak hingga orang dewasa, dikarenakan susu memiliki segudang manfaat bagi kesehatan, namun jika kebersihan pada pengolahannya tidak dijaga susu menjadi cepat tidak layak untuk dikonsumsi dan dapat menyebabkan berbagai dampak buruk bagi seseorang yang mengonsumsinya. Banyak cara untuk mengetahui kelayakan konsumsi dari susu, seperti melihat warnanya, mencium aromanya, atau merasakan susunya, namun cara-cara tersebut kurang efektif dan menimbulkan keraguan untuk mengetahui apakah susu masih layak atau sudah tidak layak untuk dikonsumsi. Pada penelitian ini merancang sistem untuk menentukan kelayakan dari susu sapi *Ultra High Temperature* berdasarkan parameter pH, kadar gas ammonia, dan warna. Untuk mengetahui nilai dari masing-masing parameter digunakan sensor PH 4502C, sensor gas MQ135, dan sensor warna TCS3200 untuk melakukan proses penentuan kelayakan dari susu menggunakan metode klasifikasi *Naive Bayes* yang diolah dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Hasil akurasi dari pengujian sistem untuk menentukan kelayakan susu sapi *Ultra High Temperature* berdasarkan parameter pH, kadar gas ammonia, dan warna dengan metode klasifikasi *Naive Bayes* dengan menggunakan data latih sebanyak 40 dan data uji sebanyak 20 adalah sebesar 85% dengan waktu komputasi selama 1.911 detik.

Kata kunci: susu sapi UHT, kelayakan, sensor derajat keasaman, sensor kadar gas ammonia, sensor warna, klasifikasi naive bayes

Abstract

Ultra High Temperature cow's milk is a type of milk that is widely consumed by humans from children to adults because milk has a myriad of health benefits, but if the cleanliness of the processing is not maintained, milk quickly becomes unfit for consumption and can cause various adverse effects for a person who consume it. There are many ways to determine the appropriateness of consuming milk, such as by looking at its color, smelling the aroma, or tasting the milk, but these methods are ineffective and raise doubts about whether milk is still suitable or not suitable for consumption. This study designed a system to determine the feasibility of Ultra High Temperature cow's milk based on pH parameters, ammonia gas content, and color. To determine the value of each parameter, a PH 4502C sensor, MQ135 gas sensor, and TCS3200 color sensor are used to carry out the process of determining the feasibility of milk using the Naive Bayes classification method which is processed with the Arduino Mega 2560 microcontroller. The results of the accuracy of the system test to determine the feasibility of milk Ultra High Temperature cattle based on pH parameters, ammonia gas content, and color with the Naive Bayes classification method using 40 training data and 20 test data is 85% with a computation time of 1,911 seconds.

Keywords: Ultra High Temperature cow's milk, feasibility, acidity sensor, gas sensor, colour sensor, naive bayes classification

1. PENDAHULUAN

Susu merupakan salah satu sumber bahan pangan hewani yang berfungsi sebagai sumber

energi. Susu cair *plain* merupakan produk susu cair yang diperoleh dari susu segar dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain (BSN, 2021). Pengolahan susu segar dengan cara dipanaskan terbagi menjadi dua, yaitu

pasteurisasi dan *ultra-high temperature* (UHT). Pada teknik pasteurisasi dipanaskan pada suhu 72 °C selama 15 detik, sedangkan teknik UHT pada suhu 135-145 °C selama 2-5 detik yang menyebabkan susu UHT lebih tahan lama di suhu ruangan (klikdokter, 2018). Susu memiliki pH larutan sekitar 6.5-6.7, jika nilai pH susu >6.7 dapat dikatakan adanya mastitis yang merupakan penyakit pada kelenjar susu hewan ternak dan jika pH <6.5 menunjukkan adanya kolostrum atau pembentukan bakteri pembusuk, bila pH kurang atau lebih dari rentang tersebut, maka kelayakan dari susu akan diragukan karena dapat menyebabkan keracunan (Umar, 2014). Susu mengandung beberapa gas seperti karbon dioksida (CO₂), oksigen (O₂) dan nitrogen (N₂). Susu secara kimiawi memiliki komponen protein, dimana protein tersebut lambat laun akan dipecah oleh bakteri proteolitik yang dapat menghasilkan gas ammonia (NH₃) dari hasil proses pembusukan secara kimiawi dari senyawa nitrogen yang terkandung dalam susu saat bertemu dengan senyawa hidrogen (H₂) yang ada di udara (Salam N. Aritonang, 2017). Secara umum warna dari susu segar adalah putih kebiru-biruan atau kuning kecoklatan namun tidak pekat, warna putih pada susu terjadi karena penyebaran butiran koloid lemak, kalsium kaseinat dan kalsium fosfat, kemudian warna kekuningan dikarenakan karoten dan riboflavin, susu yang sudah tidak layak memiliki perubahan warna dimana warnanya menjadi lebih pekat (Windi Nopitasari, 2022).

Susu dapat berubah menjadi tidak layak akibat perubahan lingkungan yang berujung dapat meracuni seseorang (Umar, 2014). Susu juga dapat berubah menjadi tidak layak karena proses pemanasan yang kurang sempurna dan masih meninggalkan beberapa bakteri yang dapat mempercepat pembusukan tanpa kita ketahui walaupun batas waktu kadaluarsa masih lama. Banyak cara untuk memastikan kelayakan susu, seperti merasakan rasanya, mencium aromanya, dan melihat warnanya, namun untuk memastikan kelayakan susu dengan cara tersebut dikatakan kurang efektif karena akan menimbulkan efek negatif apalagi jika sampai tertelan, karena hal tersebut timbul keraguan dalam mengetahui secara pasti apakah susu masih dalam keadaan layak atau tidak (Muhammad Afif Izzaty, 2020).

Keracunan merupakan kondisi karena makanan/minuman yang dikonsumsi sudah tercemar dengan bakteri, virus, parasit, atau zat kimia berbahaya. Keracunan sendiri dapat

menyebabkan beberapa akibat, pada kasus ringan dapat menyebabkan diare, sakit perut, muntah dan mual, kemudian pada kasus berat dapat menyebabkan gagal ginjal, kerusakan pada saraf dan otak, dan bisa sampai meninggal dunia (hellosehat, 2021). Walaupun susu memiliki segudang manfaat, tetapi jika pada saat prosesnya kurang diperhatikan kebersihannya dapat menyebabkan keracunan. Kasus keracunan massal pada murid TK di Tegal merupakan salah satu contoh dari kasus keracunan susu, padahal susu tersebut baru saja diproses pada malam harinya (Pikiran Rakyat, 2021).

Untuk mengetahui kelayakan dari susu UHT dapat dilakukan dengan melakukan uji lab, namun hal tersebut kurang efektif dan data yang diperoleh kurang cepat. Dengan menggunakan parameter pH, gas ammonia, dan warna dapat dijadikan acuan untuk mengetahui apakah susu UHT tersebut masih layak atau sudah tidak layak untuk dikonsumsi. Maka berdasarkan kejadian yang terjadi di lapangan, dirancang alat dengan tiga buah sensor, yaitu sensor pH, gas, dan warna yang diharapkan dengan adanya alat tersebut dapat mengurangi masalah keracunan dan keraguan dalam mengonsumsi susu sapi UHT.

Terdapat penelitian sebelumnya dengan judul Rancang Bangun Alat Deteksi Kelayakan Susu Sapi Dan Susu Kedelai Menggunakan Sensor pH Dan Suhu Berbasis Arduino yang diteliti oleh Muhammad Afif Izzaty, dimana pada penelitian tersebut membuat alat yang dapat mendeteksi kelayakan susu sapi dan susu kedelai dengan parameter suhu dan pH, sedangkan pada penelitian ini penulis akan menggunakan metode klasifikasi *Naive Bayes*, serta penggunaan parameter pH, aroma, dan warna dari susu.

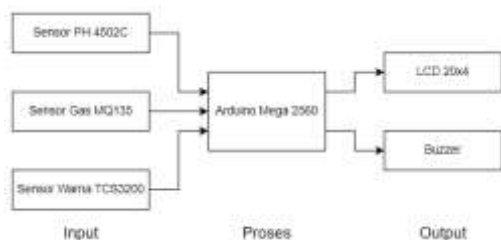
Sistem penelitian ini menggunakan metode klasifikasi *Naive Bayes* yang merupakan metode pengklasifikasian data dengan probabilitas dan statistik yang mudah diimplementasikan. Metode klasifikasi *Naive Bayes* dapat digunakan untuk menghitung data yang sifatnya tidak konsisten, dimana dengan digunakan metode tersebut bertujuan agar dapat menentukan kelayakan susu sapi UHT yang aman dan dapat dikonsumsi.

Oleh karena itu, untuk menangani permasalahan yang telah dijelaskan maka penulis melakukan penelitian dengan judul "Klasifikasi Kelayakan Susu Sapi UHT Berdasarkan PH, Warna, dan Aroma Menggunakan Metode *Naive Bayes* Berbasis

Arduino”. Sehingga diharapkan keraguan mengenai kelayakan dan kasus keracunan dapat diminimalisir dengan hanya mengecek beberapa susu ke alat tanpa harus mengonsumsi terlebih dahulu susu yang sudah tidak layak yang akan menimbulkan efek negatif kepada konsumen.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab perancangan dan implementasi akan dijelaskan mengenai perancangan dan pengimplementasian perangkat keras dan lunak pada sistem.

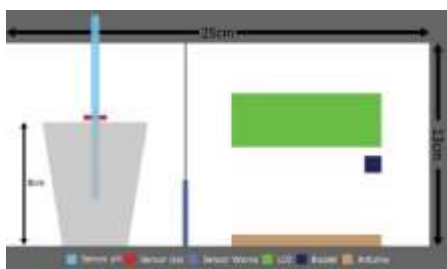


Gambar 1 Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 1 merupakan blok diagram dari sistem yang memiliki masukan berupa sensor pH 4502C yang akan membaca nilai pH dari objek yang berupa susu sapi UHT, kemudian sensor gas MQ135 yang akan membaca kadar gas ammonia terhadap objek dalam satuan ppm, dan sensor warna TCS3200 yang akan membaca nilai warna dari susu. Nilai-nilai dari masukan sensor kemudian akan diproses menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 untuk dilakukan klasifikasi menggunakan metode klasifikasi *Naive Bayes*. Setelah proses klasifikasi pada mikrokontroler selesai, pada tahap keluaran terdapat dua komponen keluaran, yaitu LCD 20x4 dan buzzer.

2.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras bertujuan agar pembuatan sistem sesuai dengan yang direncanakan serta untuk memahami cara kerja dari keseluruhan sistem, dimana pada perancangan perangkat keras terdapat desain prototipe yang dibuat menggunakan aplikasi

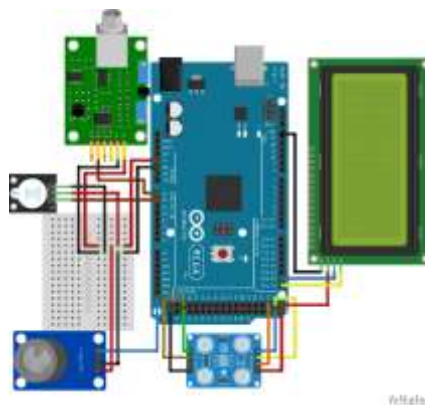


Photoshop, yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2 Desain Prototipe Sistem

Posisi dari sensor-sensor dan gelas berada di bagian kiri dari kotak, dimana sensor pH 4502C diletakan pada atas gelas untuk mengambil nilai pH dari susu, kemudian sensor gas MQ135 diletakan di belakang gelas dengan jarak ±1cm untuk mengambil nilai dari kadar gas ammonia, kemudian sensor warna TCS3200 diletakan di sebelah kanan gelas untuk mengambil nilai warna dari susu dengan jarak ±2cm.

Posisi dari LCD 20x4 terdapat di bagian kanan, dimana berada di posisi yang berbeda dengan komponen *input* untuk mempermudah pengguna untuk membaca hasil dari klasifikasi, serta posisi buzzer terdapat di sebrang belakang dari LCD 20x4.



Gambar 3 Skematik Prototipe Sistem

Dapat dilihat pada Gambar 3 yang merupakan skema dari prototipe perangkat keras dari sistem klasifikasi kelayakan susu sapi UHT berupa rangkaian dijelaskan mengenai susunan dari rangkaian dari tiap komponen yang terhubung ke mikrokontroler Arduino Mega 2560. Untuk hubungan antar pin dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Konfigurasi Pin Sensor pH

Pin Sensor pH	Pin Arduino Mega
D0	A0
V+	5V
G	GND

Tabel 2 Konfigurasi Pin Sensor Gas

Pin Sensor Gas	Pin Arduino Mega
A0	A15
VCC	5V
GND	GND

Tabel 3 Konfigurasi Pin Sensor Warna

Pin Sensor Gas	Pin Arduino Mega
S0	D51
S1	D50
S2	D22
S3	D23
Out	D24

VCC	5V
GND	GND

Tabel 4 Konfigurasi Pin LCD 20x4 i2C

Pin Sensor Gas	Pin Arduino Mega
SDA	SDA
SCL	SCL
VCC	5V
GND	GND

Tabel 5 Konfigurasi Pin Buzzer

Pin Sensor Gas	Pin Arduino Mega
S	A1
+	5V
-	GND

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak dijelaskan mengenai alur kerja sistem secara keseluruhan dari awal sistem mendeteksi objek sampai mengeluarkan hasil klasifikasi. Pada perancangan perangkat lunak terdapat *flowchart* dari sistem yang dibuat.



Gambar 4 *Flowchart* Program Utama

Seperti yang terlihat pada Gambar 4 sistem pendeteksian kondisi susu sapi UHT dimulai dengan mendeklarasi variabel dan pin yang akan digunakan oleh tiap sensor. Kemudian tiap sensor akan melakukan pembacaan nilai sinyal analog. Setelah nilai dari tiap sensor sudah didapatkan sistem akan melakukan klasifikasi dengan menggunakan klasifikasi *Naive Bayes*. Setelah klasifikasi sudah selesai, sistem akan menampilkan hasil kondisi dari susu sapi UHT pada layar LCD dan mengeluarkan bunyi dari buzzer.

Pada Gambar 4 terdapat fungsi Klasifikasi Naive Bayes yang di dalamnya terdapat

persamaan metode tersebut, dimana yang pertama dicari adalah peluang *prior* seperti yang terlihat pada persamaan (1).

$$P(Y) = \frac{\text{Jumlah data pada kelas } Y}{\text{Jumlah data pada seluruh kelas}} \quad (1)$$

Setelah mendapatkan nilai dari peluang *prior*, langkah selanjutnya adalah mencari peluang *likelihood* yang didapatkan dengan menggunakan persamaan (2).

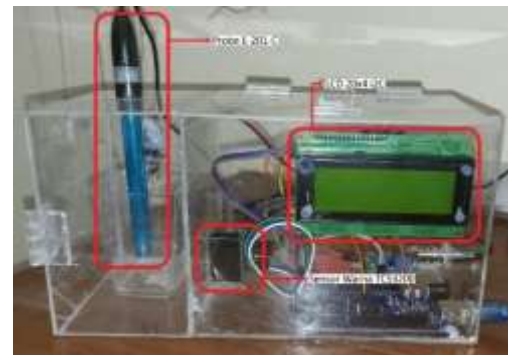
$$P(X_i = x_i | Y = y_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{ij}^2}} e^{-\frac{(x_i - \mu_{ij})^2}{2\sigma_{ij}^2}} \quad (2)$$

Kemudian langkah selanjutnya setelah mendapatkan nilai dari peluang *prior* dan masing-masing peluang *likelihood* dari tiap parameter adalah mencari peluang *posterior* untuk mengetahui hasil akhir dari klasifikasi dengan menggunakan persamaan (3).

$$P(Y|X) = P(Y) \prod_{i=1}^q P(X_i|Y) \quad (3)$$

2.3. Implementasi Sistem

Implementasi sistem perangkat keras mengacu pada perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dibuat. pengimplementasian akan memenuhi setiap fungsi dari sistem yang dibuat yang dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Implementasi Sistem Tampak Depan



Gambar 6 Implementasi Sistem Tampak Atas

Dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 terdapat komponen-komponen masukan dan keluaran yang sudah terhubung dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560, dimana komponen masukan tersebut yaitu *Probe E-201-C* yang terhubung dengan modul sensor PH 4502C melalui konektor BNC untuk dapat

mendeteksi nilai pH dari larutan, kemudian sensor gas MQ135 yang digunakan untuk mendeteksi kadar gas ammonia, kemudian sensor warna TCS3200 yang digunakan untuk mendeteksi warna dari objek, kemudian terdapat komponen keluaran berupa LCD 20x4 dengan modul i2C untuk menampilkan hasil pembacaan sensor serta hasil klasifikasi dan buzzer yang digunakan untuk memberi tahu jika pembacaan sudah selesai serta pembeda hasil klasifikasi.

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

3.1. Pengujian Sensor pH

Sensor PH 4502C merupakan sensor yang berfungsi untuk membaca nilai pH dari susu yang dideteksi. Pengujian sensor ini dilakukan dengan melakukan pembacaan nilai pH yang akan dibandingkan dengan pembacaan pH menggunakan pH meter. Nilai pH dari pembacaan sensor dan pH meter akan dihitung selisihnya untuk menentukan eror dari pembacaan yang terjadi. Tujuan dari pengujian sensor PH 4502C adalah untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor dalam membaca nilai pH pada larutan susu.

Tabel 6 Hasil Pembacaan Sensor pH

No	Sensor pH	pH Meter	Error (%)
1	6.59	6.7	1.64%
2	6.61	6.7	1.34%
3	6.84	6.8	0.59%
4	6.68	6.7	0.29%
5	6.69	6.6	1.34%
6	6.12	6.1	0.32%
7	6.37	6.4	0.46%
8	6.56	6.5	0.91%
9	6.05	6.2	2.41%
10	5.89	6	1.83%
Rata-rata			1.113%

Dapat dilihat pada Tabel 6 setelah dilakukan pengujian dan dicatat datanya, kemudian terdapat perbedaan antara pengukuran yang diukur dengan sensor dan pH meter yang didapatkan rata-rata eror dari pengujian sensor PH 4502C adalah 1.113%. Nilai persentase eror dapat dihitung menggunakan Persamaan (4).

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|x_t - y_t|}{x_t}}{n} \times 100\% \quad (4)$$

$$= \frac{1.64\% + 1.34\% + 0.59\% + 0.29\% + 1.34\% + 0.32\% + 0.46\% + 0.91\% + 2.41\% + 1.83\%}{10} \times 100\%$$

$$= 1.113\%$$

3.2. Pengujian Sensor Gas

Sensor gas MQ135 merupakan sensor yang

berfungsi untuk membaca nilai dari kadar gas ammonia dari susu yang dideteksi. Pengujian sensor ini dilakukan dengan melakukan pembacaan nilai kadar gas ammonia serta nilai tegangan keluaran dari sensor saat mendeteksi gas ammonia. Tujuan dari pengujian sensor gas MQ135 adalah untuk mengetahui hubungan antara nilai kadar gas ammonia dan nilai tegangan keluaran berdasarkan karakteristik sensor MQ135 pada *datasheet*.

Tabel 7 Hasil Pembacaan Sensor Gas

No	PPM	Volt (V)
1	0.07	0.34
2	0.09	0.36
3	0.09	0.36
4	0.09	0.36
5	0.10	0.37
6	0.10	0.37
7	0.11	0.38
8	0.12	0.39
9	0.12	0.39
10	0.12	0.39
11	0.12	0.39
12	0.12	0.39
13	0.12	0.39
14	0.13	0.39
15	0.18	0.41
16	0.20	0.42
17	0.35	0.53
18	0.41	0.55
19	0.48	0.57
20	0.51	0.61



Gambar 7 Korelasi ppm amonia dengan tegangan

Seperti yang terlihat pada Gambar 7 dan Tabel 7, berdasarkan *datasheet* sensor MQ135 yang merupakan sensor resistif, dimana semakin tinggi nilai PPM yang dihasilkan maka nilai tegangan yang dihasilkan juga akan semakin tinggi.

Pada Gambar 7 ditunjukkan grafik mengenai korelasi antara nilai pembacaan kadar gas ammonia dengan tegangan keluaran. Pada grafik terdapat nilai $y = 0.5691x + 0.3147$ yang merupakan model dari regresi *power* antara variabel Volt dan PPM, kemudian terdapat nilai $R^2 = 0.9885$ yang merupakan koefisien

determinasi, dimana berarti variabel PPM ammonia dipengaruhi oleh variabel Vout sebesar 98.85% dan sisanya sebesar 1.15% konsentrasi ammonia dipengaruhi oleh variabel lain.

3.3. Pengujian Sensor Warna

Sensor warna TCS3200 merupakan sensor yang berfungsi untuk membaca nilai R, G, dan B dari susu yang dideteksi. Pengujian sensor ini dilakukan dengan melakukan pembacaan nilai R, G, dan B yang akan dibandingkan dengan menggunakan *tool colour picker* yang ada pada aplikasi Photoshop. Nilai R, G, dan B dari pembacaan sensor dan aplikasi Photoshop akan dihitung selisihnya untuk menentukan eror dari pembacaan yang terjadi.

Tabel 8 Hasil Pembacaan Sensor Warna

No	Sensor Warna			Colour Picker		
	R	G	B	R	G	B
1	221	213	210	225	216	220
2	226	223	211	218	213	209
3	212	211	190	222	219	203
4	231	224	216	224	222	210
5	231	227	215	233	223	222
6	202	198	171	196	195	167
7	231	229	210	217	215	196
8	233	232	223	220	218	205
9	231	228	220	226	221	198
10	232	227	215	231	222	200

Dapat dilihat pada Tabel 8 setelah dilakukan pengujian dan dicatat datanya, terdapat perbedaan antara pengukuran yang diukur dengan sensor dan *tool colour picker* pada aplikasi Photoshop. Maka digunakan Persamaan (4) untuk menghitung eror dari sensor warna seperti yang terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Perhitungan Eror Sensor Warna

No	Error (%)			
	R	G	B	Rata-rata
1	1.77%	1.39%	4.54%	2.56%
2	3.66%	4.69%	0.95%	3.1%
3	4.50%	3.65%	6.40%	4.85
4	3.12%	0.90%	2.85%	2.29
5	0.85%	1.79%	3.15%	1.93%
6	3.06%	1.53%	12.3%	5.63%
7	6.45%	6.51%	7.14%	6.7%
8	5.90%	6.42%	2.29%	4.87%
9	2.21%	3.16%	6.06%	3.81%
10	0.43%	2.25%	7.5%	3.39%
Rata-rata Eror	3.195%	3.229%	5.318%	3.913%

Pada Tabel 9 didapatkan masing-masing rata-rata dari fitur RGB dimana rata-rata dari fitur R adalah 3.195%, kemudian G adalah 3.229%, dan B adalah 5.318%, serta total rata-rata eror dari sensor TCS3200 adalah 3.913%.

3.4. Pengujian Naive Bayes

Sistem klasifikasi kelayakan susu sapi UHT berdasarkan nilai pH, kadar gas ammonia, dan warna RGB dengan sensor PH 4502C, MQ135, dan TCS3200 menggunakan metode *Naive Bayes* mempunyai fungsi utama untuk dapat mengklasifikasikan kondisi kelayakan konsumsi susu sapi UHT, maka perlu diketahui tingkat keakuratan dari sistem dalam melakukan proses klasifikasi.

Tabel 10 Hasil Klasifikasi Naive Bayes

No	pH	NH ₃	R	G	B	Kelas	Sebenarnya	Ket
1	6.81	0.09	235	228	216	L	L	S
2	6.65	0.12	237	226	211	L	L	S
3	6.76	0.10	235	231	221	L	L	S
4	6.62	0.12	220	210	189	L	L	S
5	6.54	0.12	224	217	203	L	L	S
6	6.62	0.09	225	219	207	L	L	
7	6.58	0.11	224	217	204	L	L	S
8	6.79	0.09	228	223	213	L	L	S
9	6.62	0.13	240	237	227	L	L	S
10	6.66	0.12	245	242	235	L	L	S
11	6.64	0.10	242	234	217	L	L	S
12	6.58	0.12	241	234	218	L	L	S
13	6.59	0.12	230	223	202	L	L	S
14	6.19	0.35	230	226	222	TL	TL	S
15	6.20	0.41	228	220	206	TL	TL	S
16	6.34	0.48	228	221	207	TL	TL	S
17	6.11	0.51	233	228	222	TL	TL	S
18	6.63	0.18	231	224	212	L	TL	TS
19	6.54	0.20	227	218	199	L	TL	TS
20	6.71	0.07	201	190	178	TL	L	TS

Keterangan:

L = Layak
S = Sesuai
TL = Tidak Layak
TS = Tidak Sesuai

Berdasarkan Tabel 10 terdapat 20 data uji, dimana kelas Layak dan Tidak Layak didasarkan pada jurnal penelitian yang menyatakan susu sapi UHT tetap layak dikonsumsi pada rentang 0-4 jam setelah penyimpanan pada ruang dengan kondisi kemasan susu sudah terbuka dan kelas Tidak Layak merupakan kondisi susu yang sudah berada pada ruang lebih dari 4 jam. Pada Tabel 8 terdapat 3 buah data uji yang tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya, hal tersebut dapat terjadi dikarenakan pada metode klasifikasi *Naive Bayes* tidak menggunakan seluruh parameter atau tidak memiliki keterkaitan antara parameter untuk menentukan hasil dari klasifikasi, sehingga akurasi sistem yang didapat menggunakan Persamaan (5) di bawah ini adalah sebesar 85%.

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \tag{5}$$

$$= \frac{13 + 4}{13 + 4 + 2 + 1} \times 100\%$$

$$= \frac{17}{20} \times 100\% = 85\%$$

3.5. Pengujian Waktu Komputasi

Waktu komputasi pemrosesan sistem merupakan waktu yang dibutuhkan oleh sistem dalam melakukan satu kali siklus pada sistem klasifikasi kelayakan susu sapi UHT. Tujuan pengujian waktu komputasi pemrosesan sistem adalah untuk mengetahui rata-rata waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengolah data menggunakan metode klasifikasi *Naive Bayes* dalam satu siklus.

Tabel 11 Rata-rata Waktu Komputasi

No	Pengujian Ke-	Waktu Komputasi (ms)
1	Pengujian ke-1	1714
2	Pengujian ke-2	1711
3	Pengujian ke-3	1710
4	Pengujian ke-4	1711
5	Pengujian ke-5	1708
6	Pengujian ke-6	1710
7	Pengujian ke-7	1709
8	Pengujian ke-8	1711
9	Pengujian ke-9	2716
10	Pengujian ke-10	2718
	Rata-rata	1911.8

Berdasarkan pengujian sebanyak 10 kali pada waktu komputasi sistem seperti yang terlihat pada Tabel 11, didapatkan rata-rata waktu komputasi sistem untuk memproses dan menampilkan hasil klasifikasi adalah selama 1911.8 ms atau sekitar 1.911 detik. Pengujian waktu komputasi dilakukan dengan menggunakan fungsi `millis()`, dimana dengan cara mengurangi nilai waktu selesai dengan nilai waktu mulai. Pada pengujian ke-1 sampai dengan pengujian ke-8 diketahui waktu komputasi sekitar 1 detik dimana hal tersebut dipengaruhi oleh buzzer yang bekerja selama 500ms atau 0.5 detik jika kondisi yang dihasilkan adalah layak dan pada pengujian ke-9 dan ke-10 diketahui waktu komputasi sekitar 2 detik karena dipengaruhi oleh buzzer yang bekerja selama 1000ms atau 1 detik jika kondisi yang dihasilkan adalah tidak layak.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah perancangan sistem klasifikasi kelayakan susu sapi UHT dengan menyambungkan sensor pH, gas, dan warna yang berfungsi sebagai komponen *input* untuk melakukan pembacaan ke mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai otak, kemudian akan dikeluarkan hasilnya

dengan komponen *output* LCD 20x4 dan buzzer. Proses pembacaan sensor pH memiliki nilai rata-rata eror sebesar 1.113%, kemudian sensor gas berdasarkan *datasheet* bersifat resistif, dimana memiliki karakteristik nilai tegangan akan meningkat ketika nilai kadar ppm meningkat, dan sensor warna memiliki rata-rata eror sebesar 3.913%. Pada penelitian ini menggunakan metode klasifikasi *Naive Bayes* yang cukup efektif dalam melakukan proses klasifikasi, dimana terdapat 2 kondisi kelayakan dari sistem ini yaitu kondisi masih layak dan sudah tidak layak. Berdasarkan pengujian akurasi metode *Naive Bayes* pada sistem dengan menggunakan jumlah data latih sebanyak 40 dan data uji sebanyak 20 didapatkan hasil akurasi sistem sebesar 85% dan waktu komputasi pemrosesan sistem sebesar 1.911 detik dalam 10 kali pengujian. Saran untuk penelitian selanjutnya ada beberapa yang dapat dikembangkan seperti dengan menggunakan metode klasifikasi yang lain, kemudian menggunakan susu yang memiliki campuran warna dan rasa, membuat kotak dari sistem yang lebih *portable*, dan mengimplementasikan *low power mode*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, E.D., 2021. *Persepsi dan Minat Masyarakat Terhadap Konsumsi Susu*. SEA, 10(1), pp.41-49.
- Aritonang, S.N., 2017. *Susu dan Teknologi*. Sumatera Barat: LPTIK Universitas Andalas.
- Badan Standardisasi Nasional, 2022. BSN Mendorong Pangan yang lebih aman, untuk kesehatan lebih baik. [online] Tersedia di: <<https://www.bsn.go.id/main/berita/detail/1/12944/bsn-mendorong-pangan-yang-lebih-aman-untuk-kesehatan-lebih-baik>> [Diakses 11 Agustus 2022]
- Birachmatika, N.K., 2015. *Pengaruh Lama Penyimpanan Susu Ultra High Temperature Terhadap Kadar Laktosa*. Jurnal Analisis Kesehatan Sains, 4(2), pp.280-283.
- Dwi, A.N., 2015. *Pendeteksi Susu Basi Dengan Sensor pH dan Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler*. e-Journal Spirit Pro Patria, 1(1), pp.47-53.
- Ezhilarasan, K., 2021. *Quality Standards Maintenance using Electronic Sensors in*

- Dairy Products*. International Journal of Computer Applications, 174(22), pp.20-24.
- Firmansyah, D.R., 2019. *Rancang Bangun Sistem Klasifikasi Kemurnian Susu Sapi Dengan Menggunakan Metode Naive Bayes*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 3(10), pp.9815-9822.
- Izzaty, M.A., 2020. *Rancang Bangun Alat Deteksi Kelayakan Susu Sapi dan Susu Kedelai Menggunakan Sensor pH Dan Suhu Berbasis Arduino*. S1. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Kritika, M.S., 2017. *Analysis and Classification of Milk Quality Using Electronic Sensory Organs*. S1. Visvesvaraya Technological University.
- Nababan, L.A., 2014. *Ketahanan Susu Segar pada Penyimpanan Suhu Ruang Ditinjau dari Uji Tingkat Keasaman, Didih, dan Waktu Reduktanse*. Jurnal Indonesia Medicus Veterinus, 3(4), pp.274-282.
- Nopitasari, W. 2022. *Pengendalian Cemaran Mikroba Pada Susu*. Jurnal Riset Biologi dalam Pendidikan dan Pengembangan Sumber Daya Lokal, 1(2), pp.907-918.
- Pikiran Rakyat, 2021. *Belasan Murid TK di Desa Kabukan Tarub Diduga Keracunan Susu Sapi Murni*. [online] Tersedia di: <<https://kabartegal.pikiran-rakyat.com/kabar-tegal/pr-932043697/belasan-murid-tk-di-desa-kabukan-tarub-diduga-keracunan-susu-sapi-murni>> [Diakses 9 Agustus 2022]
- Swamidass, P.M., *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management*. Boston: Springer.
- Umar, 2014. *Derajat Keasaman dan Angka Reduktase Susu Sapi Pasteurisasi Dengan Lama Penyimpanan yang Berbeda*. Jurnal Medika Veterinaria, 8(1), pp.43-46.
- Wardana, A.S., 2012. *Teknologi Pengolahan Susu*. Universitas Slamet Riyadi, Surakarta, pp.3-5