



DETEKSI KUALITAS SUSU BERDASARKAN WARNA, KEASAMAN, KANDUNGAN GAS MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBORS DAN DECISION TREE

Aisyah Fadilah Andoko ¹⁾, Basitha Febrinda Hidayatulail ²⁾, Abd. Rabi', M³⁾

^{1), 2), 3)} Teknik Elektro Universitas Merdeka Malang
Jl Terusan Raya Dieng 62-64 Malang
Email : birohumas@unmer.ac.id

Dikimkan: 04 Januari 2024.

Direvisi: 25 April 2024.

Diterima: 20 Agustus 2024.

Abstrak

Susu sapi memiliki kandungan nutrisi yang baik untuk dikonsumsi. Susu sapi memiliki tekstur yang lembut, kental serta berwarna putih bersih. Tingkat kesegaran susu ditentukan setelah susu tersebut diambil. Kualitas Susu sapi menjadi tolak ukur menentukan kualitas susu sapi yang dipilih konsumen. Sebab ada berita memaparkan bahwa sering terjadinya keracunan pada anak kecil akibat mengkonsumsi susu yang sudah tidak layak. Dengan adanya permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan membantu konsumen menentukan susu sapi yang baik. Dalam menentukan kualitas susu sapi pada penelitian ini menggunakan Sensor pH untuk mendeteksi tingkat keasamannya, Sensor Gas pendeteksi kandungan gas, serta Kamera sebagai pendeteksi perubahan warna. Hasil dari nilai tersebut diolah menggunakan metode *K-Nearest Neighbors* dan *Decision Tree* untuk menentukan kualitas dari susu sapi murni. Dimana pada metode *K-Nearest Neighbors* sebagai penentu kualitas warna susu serta metode *Decision Tree* sebagai penentu akhir kualitas susu apakah baik atau buruk konsumsi. Penelitian ini menghasilkan akurasi pengujian sensor berdasarkan metode *K-Nearest Neighbors* untuk klasifikasi warna susu sapi yaitu warna susu yang berwarna putih 95% dan akurasi warna putih kekuningan 91%. Sedangkan hasil pengujian kualitas susu sapi berdasarkan metode *decision tree* menghasilkan akurasi kualitas susu sapi yang baik 95% dan akurasi pada kualitas susu sapi yang buruk 86%.

Kata kunci: Susu Sapi Murni, Kualitas Susu Sapi, *K-Nearest Neighbors*, *Decision Tree*.

Abstract

*Cow's milk has good nutritional content for consumption. Cow's milk has a soft, thick texture and pure white color. The level of freshness of milk is determined after the milk is taken. The quality of cow's milk is a benchmark for determining the quality of cow's milk that consumers choose. Because there is news showing that poisoning often occurs in young children due to consuming milk that is no longer suitable. Given these problems, this research aims to help consumers determine which cow's milk is good. In determining the quality of cow's milk, this research uses a pH sensor to detect the acidity level, a gas sensor to detect gas content, and a camera to detect color changes. The results of these values are processed using the *K-Nearest Neighbors* and *Decision Tree* methods to determine the quality of pure cow's milk. Where the *K-Nearest Neighbors* method determines the quality of milk color and the *Decision Tree* method determines whether milk quality is good or bad for consumption. This research produces sensor testing accuracy based on the *K-Nearest Neighbors* method for classifying cow's milk color, namely 95% white milk color and 91% yellowish white color accuracy. Meanwhile, the results of testing the quality of cow's milk based on the *decision tree* method produced 95% accuracy for good cow's milk quality and 86% accuracy for poor cow's milk quality.*

Keywords – Pure cow's milk, quality cow's milk, K-Nearest Neighbors, Decision Tree

PENDAHULUAN

Susu sapi memiliki kandungan nutrisi yang sangat baik untuk dikonsumsi, sehingga menjadi kebutuhan utama yang penting bagi manusia. Susu sapi memiliki tekstur yang lembut, kental serta berwarna putih bersih. Tingkat kesegaran susu ditentukan setelah susu tersebut diambil. Susu memiliki standarisasi kesegaran yang layak untuk dikonsumsi. Syarat susu segar menurut SNI SNI 3141-01 :2011 yaitu memiliki rentang PH berkisar antara 6,3 – 7,2 [1]. Jika susu memiliki PH lebih tinggi atau lebih rendah dari rentang PH tersebut maka dapat diasumsikan bahwa susu tersebut tidak layak untuk dikonsumsi. Susu sapi juga mengandung unsur gas yaitu karbon dioksida (CO₂), oksigen (O₂) dan nitrogen (N₂). Komponen protein dalam susu akan terurai secara kimiawi dan menghasilkan gas ammonia (NH₃) hal tersebut terjadi karena susu sudah terlalu lama sehingga memuai ke udara dan bertemu senyawa hydrogen (H₂). Susu yang memiliki kualitas yang masih baik yaitu susu yang tidak berubah warna (putih bersih sedikit kekuningan) [3].

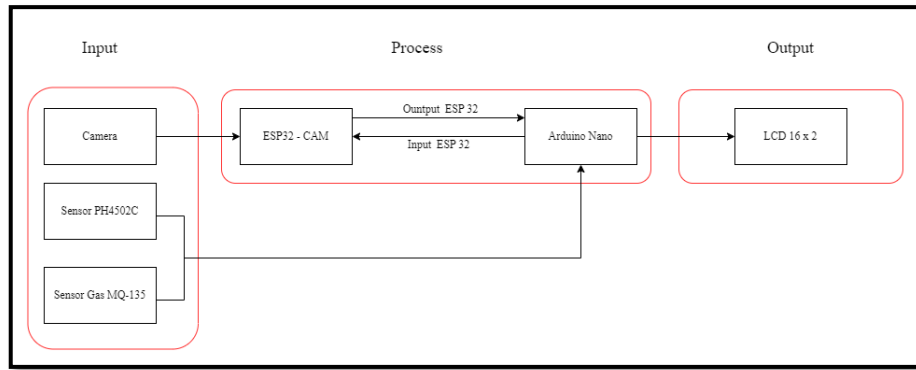
Unit lembaga yang melakukan pengujian kualitas susu sapi adalah KUD yaitu Koperasi Unit Desa yang bertugas menerima, menginput, menguji, dan memproses produksi susu. Dalam proses pengujian jika susu menghasilkan hasil yang layak untuk dikonsumsi maka susu dapat dilanjutkan ke tempat produksi sedangkan susu yang tidak layak konsumsi akan dikembalikan ke peternak susu. Untuk menghasilkan susu yang layak untuk dikonsumsi ada beberapa pengujian, salah satu pengujian yang sangat penting adalah ujiorganoleptik yaitu pengujian menggunakan alat indra manusia (rasa, aroma, dan warna) [2]. Kualitas Susu sapi murni menjadi tolak ukur untuk menentukan kualitas susu sapi yang dipilih konsumen. Sebab ada berbagai berita memaparkan bahwa sering terjadinya keracunan pada anak kecil akibat mengkonsumsi susu yang sudah tidak layak. Dengan adanya permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk membantu konsumen dalam menentukan susu sapi murni yang baik konsumsi.

Dalam penentuan kualitas susu sapi murni pada penelitian ini dilakukan menggunakan Sensor pH untuk mengukur tingkat keasamannya, Sensor Gas sebagai aroma yang dihasilkan susu, serta Kamera yang berguna untuk menangkap perubahan warna yang terjadi. Hasil dari nilai yang didapatkan tersebut diolah menggunakan metode *K-Nearest Neighbors* dan *Decision Tree* untuk menentukan kualitas dari susu sapi murni. Dimana pada metode *K-Nearest Neighbors* sebagai penentu kualitas warna susu serta metode *Decision Tree* sebagai penentu akhir kualitas susu apakah baik atau buruk konsumsi.

METODE PENELITIAN

Pada Metode Penelitian ini menerangkan bagaimana perancangan alat dan metode apa yang akan digunakan. Penelitian ini menggunakan metode *K-Nearest Neighbors* dan *Decision Tree*. Dimana metode *K-Nearest Neighbors* diterapkan pada pembacaan citra visual menggunakan kamera ESP32 Cam dengan menggunakan klasifikasi kualitas warna susu sapi yaitu putih dan putih kekuningan, warna putih menjelaskan kualitas susu yang baik dan warna putih kekuningan menjelaskan kualitas susu sapi yang buruk. Sedangkan pada Metode *Decision Tree* untuk menentukan kualitas susu sapi yang baik atau buruk berdasarkan pembacaan ketiga parameter deteksi.

1. Blok Diagram



Gambar 1. Blok Diagram

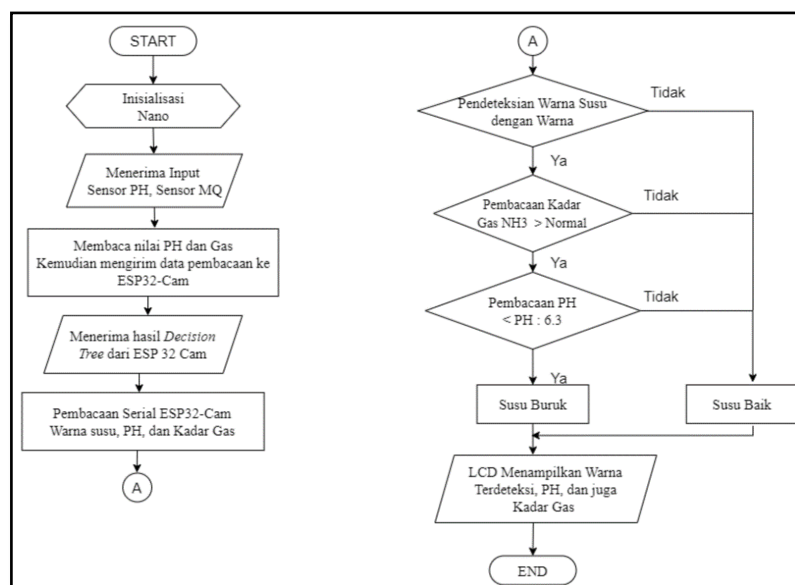
Berdasarkan Gambar 3.6 merupakan diagram blok dapat dijelaskan sistem kerja alat sebagai berikut:

- Mikrokontroler ESP32-Cam menerima input gambar dari tangkapan kamera ESP32-Cam kemudian diproses hingga mengeluarkan nilai RGB yang selanjutnya akan diolah menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors*.
- Mikrokontroler Arduino Nano menerima input dari Sensor PH 4502C dan Sensor Gas MQ-135 kemudian di proses oleh Arduino nano, hasil pembacaan nilai sensor PH dan Sensor Gas akan dikirimkan ke mikrokontroler ESP32-Cam untuk diolah menggunakan algoritma *Decision Tree*.
- Selanjutnya hasil olahan algoritma *Decision Tree* akan dikirimkan kembali ke Arduino Nano untuk di tampilkan pada layar LCD
- LCD menerima data dan menampilkan di layar. Data yang di tampilkan oleh LCD adalah nilai warna, PH, MQ, Kondisi

2. Flowchart

a. Flowchart Arduino Nano

Flowchart Arduino Nano merupakan alur kerja atau proses dari mikrokontroler yang akan dirancang dengan menggunakan simbol – simbol dan panah bertujuan untuk menggambarkan langkah – langkah di setiap proses secara berurutan agar pembaca dapat mengerti urutan pada setiap proses dari mulai pengujian hingga program atau pengujian selesai.



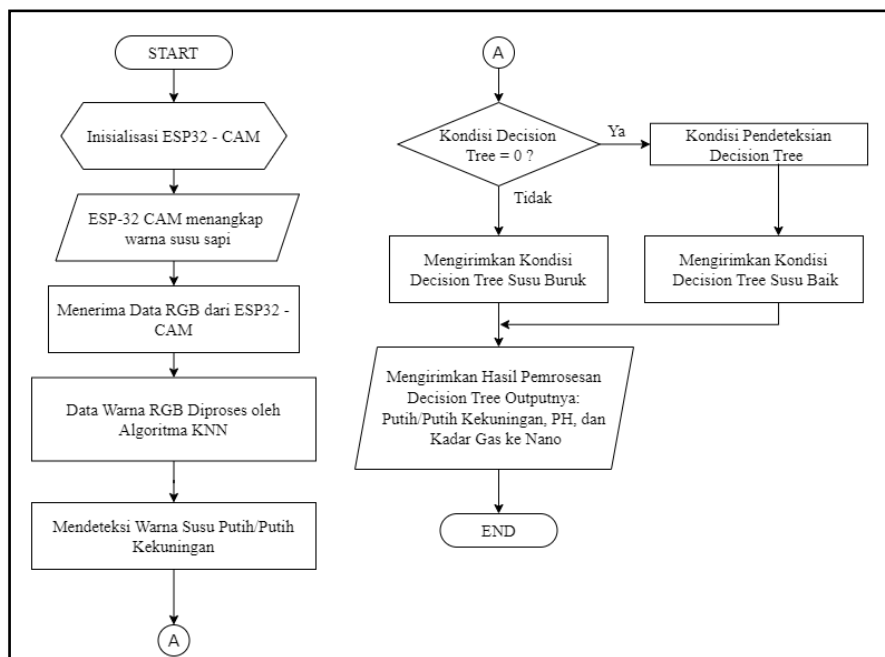
Gambar 1 Flowchart Arduino Nano

Berdasarkan *flowchart* gambar 3.2 diatas dapat dijelaskan cara kerja program deteksi kualitas susu sapi murni sebagai berikut:

- 1) Start program siap untuk digunakan
- 2) Inisialilasi Arduino Nano
- 3) Arduino nano menerima input sensor PH dan sensor MQ-135
- 4) Kemudian Arduino Nano akan memproses pembacaan nilai PH dan nilai gas amoniak. Hasil dari pembacaan nilai tersebut akan di kirim ke ESP32-Cam untuk diolah menggunakan algoritma *decision tree* untuk menentukan kualitas susu sapi murni.
- 5) Selanjutnya Arduino Nano menerima hasil algoritma *decision tree* dari ESP32-Cam.
- 6) Arduino membaca serial ESP32-Cam warna susu, PH, dan Kadar Gas
- 7) Program mengkonfirmasi hasil pembacaan ketiga parameter dengan pilihan ya atau tidak? Jika ya warna putih kekuningan, dan kadar gas lebih dari normal yaitu 4.5 ppm dan PH kurang dari 6.3 maka susu diklasifikasikan dalam kondisi yang buruk begitu juga sebaliknya.
- 8) Kemudian layar LCD menampilkan hasil pembacaan deteksi. Adapun yang ditampilkan pada layar LCD yaitu warna, nilai PH, nilai Gas amoniak dan Kondisi susu sapi baik atau buruk
- 9) Program Selesai

b. Flowchart ESP32 Cam

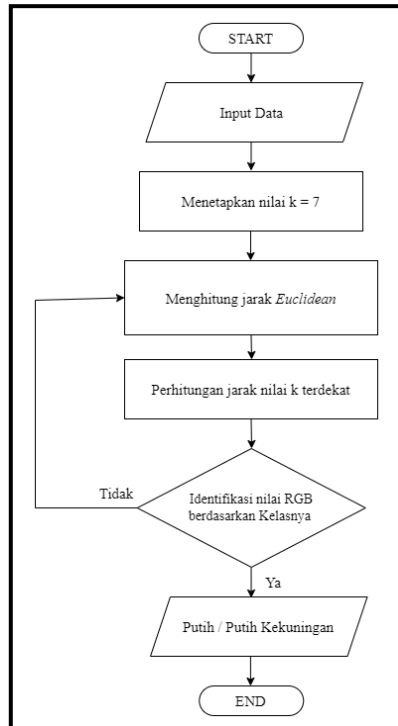
Flowchart ESP32 Cam merupakan alur kerja atau proses dari mikrokontroller yang akan dirancang dengan menggunakan simbol – simbol dan panah bertujuan untuk menggambarkan langkah – langkah di setiap proses secara berurutan agar pembaca dapat mengerti urutan pada setiap proses dari mulai pengujian hingga program atau pengujian selesai.



Gambar 3 *Flowchart* ESP32-Cam

c. Flowchart Algoritma K-Nearest Neighbors

Flowchart *K-Nearest Neighbors* merupakan alur kerja atau proses dari mikrokontroller yang akan dirancang dengan menggunakan simbol – simbol dan panah bertujuan untuk menggambarkan langkah – langkah di setiap proses secara berurutan agar pembaca dapat mengerti urutan pada setiap proses dari mulai pengujian hingga program atau pengujian selesai.



Gambar 2 Flowchart Algoritma *K-Nearest Neighbors*

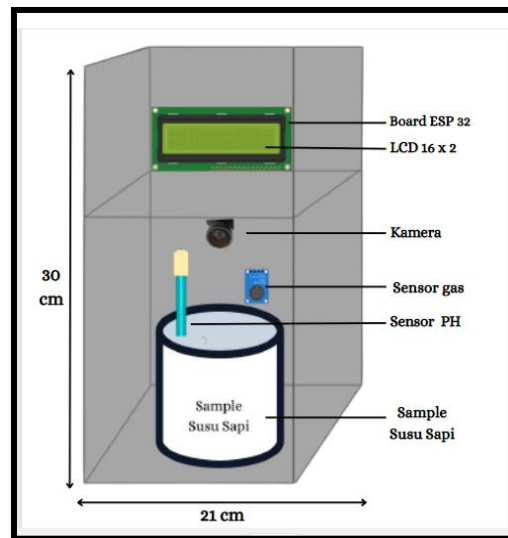
Berdasarkan gambar 4 menjelaskan flowchart algoritma *K-Nearest Neighbors* untuk menghasilkan kelas sesuai yang diinginkan yaitu sebagai berikut:

- 1) Start
- 2) Input Data RGB
- 3) Menentukan nilai k pada algoritma *K-Nearest Neighbors* dengan pengujian nilai k yang paling efektif
- 4) Menghitung jarak *Euclidean*

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$
- 5) Perhitungan jarak nilai k terdekat sesuai dengan nilai k yang sudah ditentukan
- 6) Mengidentifikasi nilai RGB berdasarkan kelas yang sudah ditentukan
- 7) Jika teridentifikasi “Ya” maka akan menghasilkan output kelas putih atau putih kekuningan, dan jika “Tidak” maka sistem akan menghitung jarak *Euclidean* kembali
- 8) Program Selesai atau End

3. Perancangan Mekanik

Skema perancangan mekanik bertujuan untuk proses pengambilan data yang menampilkan perangkat, bagian dan bahan yang akan digunakan. Desain perangkat hardware pada klasifikasi *K-Nearest Neighbors* menggunakan kamera, serta pada klasifikasi Decision Tree menggunakan hasil analisa Klasifikasi warna *K-Nearest Neighbors* berupa sample susu sapi, kamera esp 32, sensor pH, sensor Gas, board esp 32, dan LCD.

Gambar 3. Desain Perangkat *Hardware*

Pada gambar 3 menjelaskan rancangan pengambilan data citra menggunakan kamera yang diletakan di tengah alat dengan penempatan cahaya yang memadai agar kamera melakukan penangkapan kamera secara maksimal serta sensor pH yang diletakan disebelah kanan yang berfungsi untuk mendeteksi nilai keasaman dari susu sapi dan sensor gas diletakan di kiri namun lebih condong ke tengah agar tidak mengganggu tangkapan kamera dan mendeteksi kamera secara dekat dan langsung. Kemudian hasil dari pengambilan data citra diklasifikasikan dengan metode K-Nearest Neighbors menggunakan mikrokontroler ESP32, hasil dari klasifikasi citra, nilai sensor pH dan gas yang terbaca akan diklasifikasikan kembali menggunakan metode Decision Tree berdasarkan kelas layak atau tidak layak sebagai keluaran data yang ditampilkan pada layar LCD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian deteksi kualitas susu sapi menggunakan 3 parameter deteksi yaitu sensor PH sebagai pengukur tingkat keasamaan, kamera sebagai pendeteksi warna, sensor MQ-135 sebagai pendeteksi kandungan gas. Masing- masing pengujian kualitas susu dilakukan sebanyak 10x pengujian dengan sample susu yang berbeda dan 10x perulangan dalam pembacaan sensor. Susu sapi yang dideteksi berasal dari Koperasi Unit Desa Karangploso. Untuk sample susu sapi dengan kualitas yang baik adalah susu sapi yang didapatkan dari KUD fresh dalam waktu maksimal 4 jam pada suhu ruang. Sedangkan sample susu sapi dengan kualitas buruk didapatkan dari susu sapi yang diletakkan pada suhu ruang lebih dari 4 jam yaitu kurang lebih 9jam pada suhu ruang. Berikut merupakan hasil pengujian pada tiap-tiap sensor dan hasil akhir kualitas susu sapi menggunakan metode *K-Nearest Neighbors* pada penentuan kualitas warna susu sapid an metode *Decision Tree* pada penentuan kualitas susu sapi yang baik atau buruk.

1. Pengujian Nilai RGB Menggunakan Kamera Esp 32 Cam

Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan program Arduino IDE yang dijalankan pada perangkat laptop. Hal pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan 2 program untuk pembacaan warna pada tangkapan kamera. Program pertama dilakukan dengan menguji nilai pembacaan RGB pada kamera. Program kedua dilakukan dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* untuk menguji nilai pembacaan RGB yang dibutuhkan pada sistem yaitu putih dan putih kekuningan. Hal selanjutnya yang perlu disiapkan adalah melakukan pencarian secara manual nilai RGB pada color pitcher. Proses pengklasifikasian berguna untuk

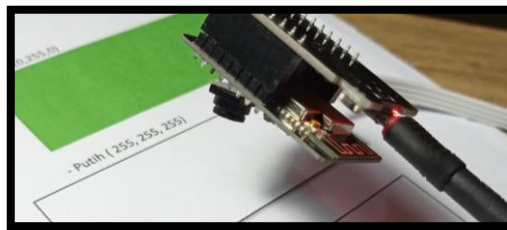
mendapatkan titik c terdekat dari c baru. Berikut merupakan formula dalam teknik pencarian tetangga terdekat menggunakan jarak Eucliden dengan rumus:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \tag{2.2}$$

Dimana formula diatas untuk mencari jarak dekat atau jauhnya titik pada kelas k menggunakan jarak Eucliden. d adalah jarak antara dua titik, (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) adalah jarak antara dua titik. Setelah persiapan yang dilakukan sudah cukup maka selanjutnya dilakukan proses pengujian program.

2. Pengujian Klasifikasi Objek Warna

Pada pengujian ini dilakukan setelah menentukan data latih yang telah ditentukan pada nilai RGBnya. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan apakah data latih dapat terbaca sesuai dengan klasifikasi yang telah ditentukan yaitu putih dan putih kekuningan. Pada pembacaan kelas putih menunjukkan bahwa kondisi susu dalam keadaan yang baik atau dapat dikonsumsi. Sedangkan pada pembacaan kelas putih kekuningan menunjukkan bahwa susu dalam kondisi yang baik atau buruk untuk dikonsumsi.



Gambar 4. Pengujian Klasifikasi warna Putih

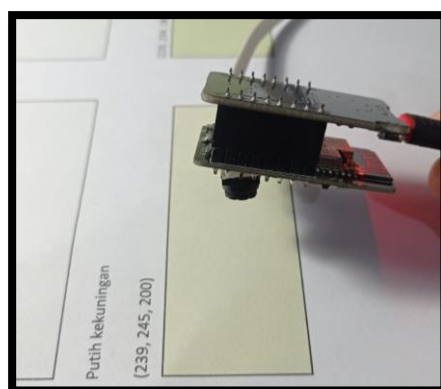
Pada gambar 4 pengujian dilakukan untuk mendeteksi warna terhadap kertas yang berwarna putih sesuai dengan data latih RGB. Pengujian ini dilakukan 10 kali, dengan data latih RGB. Pengujian ini dilakukan dengan membaca nilai akurasi Metode *K-Nearest Neighbors* pada objek deteksi. Berikut pada Tabel 1 merupakan hasil pembacaan nilai pengujian pada kelas putih.

Tabel 1 Data Pembacaan Nilai RGB Program KNN Warna Putih

No	Nilai data latih Red, Green, Blue (RGB)			Nilai Pembacaan Red, Green, Blue (RGB)			Kondisi	Eror
	Red	Green	Blue	Red	Green	Blue		
1	255	255	255	239	239	239	Putih	6,3%
2	250	250	250	255	255	255	Putih	1%
3	240	240	240	225	225	225	Putih	6,3%
4	252	239	239	254	254	254	Putih	3,4%
5	255	255	245	193	193	193	Putih	23,3%
6	253	249	254	193	193	193	Putih	23,5%
7	255	246	246	254	254	254	Putih	2%
8	249	250	235	201	201	201	Putih	17,8%
9	251	252	248	190	191	191	Putih	24%

10	251	255	245	196	196	196	Putih	21,7%
Error rata-rata nilai RGB pada pengujian KNN								12,93%

Tabel 1 merupakan data hasil pengujian nilai RGB program KKN pada saat ksmera mendeteksi objek yang berwarna putih. Warna putih diibaratkan sebagai kondisi sample susu pada keadaan baik. Nilai pembacaan RGB pada kamera memiliki perbedaan dengan data latih yaitu eror sebesar 12,93%. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu kondisi kamera ESP 32 cam yang hanya mempunyai spesifikasi 2 MP, serta factor utama yang mempengaruhi pembacaan nilai RGB adalah kondisi penerangan pada kamera melakukan pengambilan gambar. Penerangan yang kurang dapat mengakibatkan pembacaan nilai RGB yang tidak maksimal.



Gambar 5 Pengujian Klasifikasi warna Putih Kekuningan

Pada gambar 5 pengujian dilakukan untuk mendeteksi warna terhadap kertas yang berwarna putih kekuningan sesuai dengan data latih RGB. Pengujian ini dilakukan 10 kali pengujian dengan data latih RGB. Pengujian ini dilakukan dengan membaca nilai akurasi Metode *K-Nearest Neighbors* pada objek deteksi. Berikut pada Tabel 2 merupakan hasil pembacaan nilai pengujian pada kelas putih kekuningan.

Tabel 2 Data Pembacaan Nilai RGB Program KNN Warna Putih Kekuningan

No	Nilai data latih Red, Green, Blue (RGB)			Nilai Pembacaan Red, Green, Blue (RGB)			Kondisi	Eror
	Red	Green	Blue	Red	Green	Blue		
1	239	245	200	250	250	250	Putih kekuningan	9,5%
2	220	234	180	221	221	221	Putih kekuningan	4,8%
3	234	243	160	211	212	211	Putih kekuningan	3%
4	228	234	140	171	171	171	Putih kekuningan	10%
5	233	235	240	236	236	236	Putih kekuningan	1%
6	256	231	255	234	234	234	Putih kekuningan	5,8%
7	244	246	213	222	222	222	Putih kekuningan	4,9%
8	251	253	224	235	235	236	Putih kekuningan	2,8%
9	231	243	207	190	190	190	Putih kekuningan	16%

10	234	235	220	187	187	187	Putih kekuningan	18,6%
Total eror data pada nilai RGB program KNN								7,64 %

Tabel 2 merupakan data hasil pengujian nilai RGB program KNN pada saat ksmera mendeteksi objek yang berwarna putih kekuningan. Warna putih kekuningan diibaratkan sebagai kondisi sample susu pada keadaan buruk. Nilai pembacaan RGB pada kamera memiliki perbedaan dengan data latih yaitu eror sebesar 7,64%. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu kondisi kamera ESP 32 cam yang hanya mempunyai spesifikasi 2 MP, serta factor utama yang mempengaruhi pembacaan nilai RGB adalah kondisi penerangan pada kamera melakukan pengambilan gambar. Penerangan yang kurang dapat mengakibatkan pembacaan nilai RGB yang tidak maksimal.

3. Pengujian Metode *Decision Tree* Sebagai Penentuan Kualitas Susu Sapi Murni

Pada pengujian untuk menentukan klasifikasi kualitas susu sapi murni berdasarkan warna, tingkat keasaman dan kandungan gas pada kamera, sensor PH 4502C, dan sensor MQ-135 yaitu dengan menggunakan metode *Decision Tree*. Dimana ketiga parameter tersebut dibutuhkan sebagai penentuan kualitas susu sapi murni yang baik dan kualitas susu yang buruk. Metode *Decision Tree* berfungsi sebagai penentu utama pada proses pengklasifikasian susu sehingga perlu diketahui tingkat keakuratan dari sistem. Pada pengujian metode *Decision Tree* parameter yang sebagai penentu kualitas susu adalah sensor PH4502C. Sedangkan untuk parameter warna dan gas sebagai pendukung dalam penentuan kualitas susu sapi. Pada Tabel 3 berikut merupakan definisi klasifikasi kualitas susu sapi murni.

Tabel 3 Klasifikasi Kualitas Susu Sapi Murni

Klasifikasi Kualitas Susu Sapi Murni	Definisi Kualitas Susu Sapi Murni
Susu sapi dalam kondisi Baik	Susu sapi fresh yang telah diproduksi dan diperjualkan oleh KUD Karangploso Kabupaten Malang dengan penyimpanan susu sapi pada suhu ruang maksimal 4 jam.
Susu sapi dalam kondisi Buruk	Susu sapi yang telah diproduksi dan diperjualkan oleh KUD Karangploso Kabupaten Malang dengan penyimpanan susu sapi yang lebih dari 4 jam pada suhu ruang.

Tabel 3 menunjukkan kondisi pada kualitas susu sapi murni yang kemudian akan diklasifikasikan dengan menggunakan Metode *Decision Tree* berdasarkan pembacaan parameter pengujian.

4. Pengujian Kualitas Susu Sapi Murni dalam Kondisi Baik

Pengujian pertama ini menggunakan susu sapi fresh yang telah diproduksi dan diperjualkan oleh KUD Karangploso Kabupaten Malang dengan penyimpanan susu sapi pada suhu ruang maksimal 4 jam. Pengujian ini menggunakan 10 sampel susu sapi dengan masing-masing sample sebanyak 400ml. Berikut gambar 6 merupakan proses pengujian susu dalam kondisi baik.



Gambar 6. Pengujian Susu Sapi Kualitas Baik

Gambar 6 merupakan proses pengambilan data pada pengujian susu sapi dalam kondisi baik. 3 parameter di tempatkan sejajar pada tutup gelas breaker, dimana Sensor PH diletakkan dipaling kanan, kamera diletakkan ditengah agar penangkapan gambar menyeluruh, dan sensor MQ-135 diletakkan pada bagian paling kiri dibantu dengan penerangan lampu LED strip agar pembacaan kamera dapat dilakukan secara maksimal. Berikut pada Tabel 4 merupakan hasil pembacaan kualitas susu sapi dalam kondisi baik.

Tabel 4. Pengujian Susu Sapi Kualitas Baik

No	Sample susu	Nilai PH	Nilai gas (MQ-135)	Warna	Kondisi Sistem	Kondisi Real	Akurasi
1	Sample 1	± 6.91	± 0	Putih 100%	Baik	Baik	Baik 100%
2	Sample 2	± 6.8	± 0	Putih 100%	Baik	Baik	Baik 100%
3	Sample 3	± 6.9	± 0.3	Putih 100%	Baik	Buruk	Baik 100%
4	Sample 4	± 6.5	± 0.9	Putih 100%	Baik	Baik	Baik 100%
5	Sample 5	± 6.8	± 0.9	Putih 100%	Baik	Baik	Baik 100%
6	Sample 6	± 6.97	± 1.3	Putih 100%	Baik	Baik	Baik 100%
7	Sample 7	± 6.9	± 1	Putih 100%	Baik	Baik	Baik 100%
8	Sample 8	± 6.56	± 1.6	Putih 80%	Baik	Baik	Baik 80%
9	Sample 9	± 6.89	± 1.7	Putih 90%	Baik	Baik	Baik 90%
10	Sample 10	± 6.99	± 1.2	Putih 70%	Baik	Baik	Baik 70%
Total Akurasi susu kualitas baik							Baik 95%

Pada Tabel 4 didapatkan hasil pengujian susu sapi murni pada saat sampel dalam kualitas baik. Pengujian ini menunjukkan perbandingan kondisi pada sistem prediksi dengan kondisi yang sebenarnya. Dari hasil pembacaan ke 10 sampel susu sapi didapatkan nilai akurasi dari kondisi sistem prediksi. Tingkat akurasi kualitas susu sapi yang baik pada pengujian secara real sebesar 95% baik. Hal tersebut dipengaruhi karena faktor cahaya lampu pada saat kamera mendeteksi. Serta sensor MQ-135 yang dapat mendeteksi dalam kondisi tertutup rapat.

5. Pengujian Kualitas Susu Sapi Murni dalam Kondisi Buruk

Pengujian kedua ini menggunakan susu sapi yang telah diproduksi dan diperjualkan oleh KUD Karangploso Kabupaten Malang dengan penyimpanan susu sapi yang lebih dari 4 jam pada suhu ruang. Pengujian kedua ini sama seperti pengujian pertama pada kualitas susu sapi yang baik yaitu menggunakan 10 sampel susu sapi dengan masing-masing sample sebanyak 400ml. Berikut gambar 4.5 merupakan proses pengujian susu dalam kondisi buruk.



Gambar 7. Pengujian Susu Sapi Kualitas Buruk

Gambar 7 merupakan proses pengambilan data pada pengujian susu sapi dalam kondisi buruk. 3 parameter di tempatkan sejajar pada tutup gelas breaker, dimana Sensor PH diletakkan dipaling kanan, kamera diletakkan ditengah agar penangkapan gambar menyeluruh, dan sensor MQ-135 diletakkan pada bagian paling kiri dibantu dengan penerangan lampu LED strip agar pembacaan kamera dapat dilakukan secara maksimal. Berikut pada Tabel 5 merupakan hasil pembacaan kualitas susu sapi dalam kondisi buruk.

Tabel 5 Pengujian Susu Sapi Kualitas Buruk

No	Sample susu	Nilai PH	Nilai gas (MQ-135)	Warna	Kondisi Sistem	Kondisi Real	Akurasi
1	Sample 1	± 5.09	± 4.4	Putih Kekuningan 100%	Buruk	Buruk	Buruk 100%
2	Sample 2	± 5.05	± 4.5	Putih Kekuningan 100%	Buruk	Buruk	Buruk 100%
3	Sample 3	± 5.1	± 4.3	Putih Kekuningan 100%	Buruk	Buruk	Buruk 100%
4	Sample 4	± 5.03	± 5.4	Putih Kekuningan 70%	Buruk	Buruk	Buruk 70%
5	Sample 5	± 5.05	± 5	Putih Kekuningan 80%	Buruk	Buruk	Buruk 80%
6	Sample 6	± 5	± 4.8	Putih Kekuningan 70%	Buruk	Buruk	Buruk 70%
7	Sample 7	± 4.9	± 4.9	Putih kekuningan 80%	Buruk	Buruk	Buruk 80%
8	Sample 8	± 4.97	± 4.2	Putih Kekuningan 90%	Buruk	Buruk	Buruk 90%
9	Sample 9	± 5.01	± 4.4	Putih Kekuningan 100%	Buruk	Buruk	Buruk 100%

No	Sample susu	Nilai PH	Nilai gas (MQ-135)	Warna	Kondisi Sistem	Kondisi Real	Akurasi
10	Sample 10	±5.03	± 4.2	Putih Kekuningan 70%	Buruk	Buruk	Buruk 70%
Total Akurasi susu kualitas buruk							Buruk 86%

Pada Tabel 5 didapatkan hasil pengujian susu sapi murni pada saat sampel dalam kualitas buruk. Pengujian ini menunjukkan perbandingan kondisi pada sistem dengan kondisi sebenarnya. Dari hasil pembacaan ke 10 sampel susu sapi didapatkan nilai akurasi dari kondisi sistem prediksi. Tingkat akurasi kualitas susu sapi yang buruk pada pengujian secara real sebesar 86% buruk. Hal tersebut dipengaruhi karena kondisi pada saat pengujian kamera tidak maksimal dalam pembacaan akibat penerangan. Serta sensor MQ-135 yang dapat mendeteksi dalam kondisi tertutup rapat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan pengujian yang telah dibahas maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Pada penelitian ini menggunakan sistem pembacaan citra visual pada kamera ESP 32 cam sebagai deteksi warna, sensor PH sebagai pendeteksi tingkat keasaman, dan sensor MQ-135 sebagai pendeteksi kandungan gas pada sampel susu sapi yang diteliti. Pada sistem ini menggunakan microprocessor Arduino Nano sebagai pengolah data untuk menentukan kualitas susu sapi murni pada kondisi yang baik dan buruk.
2. Pada penerapan metode *K-Nearest Neighbors* pada sistem menggunakan kamera ESP 32 cam untuk mendeteksi klasifikasi warna dari kualitas susu sapi yang baik dan buruk dengan total data latih sebanyak 35 dan data uji sebanyak 23 data menggunakan nilai pengujian tetangga terdekat yaitu $k=7$ pada setiap pengujian. Nilai akurasi pada pengujian sensor berdasarkan penerapan metode *K-Nearest Neighbors* untuk klasifikasi warna pada susu sapi yaitu pada warna susu sapi yang baik berwarna putih sebesar 95% dan nilai akurasi pada warna putih kekuningan sebesar 86%.

Penerapan metode *decision tree* pada sistem digunakan untuk menentukan kualitas susu sapi yang baik dan buruk dengan berbagai kondisi pada 3 parameter deteksi. Metode ini sangat efektif dalam penentuan kualitas susu sapi karena memiliki tingkat keakurasian yang cukup tinggi. Nilai akurasi pada perhitungan untuk menentukan kualitas susu sapi yang baik sebesar 86% baik sedangkan nilai akurasi pada hasil perhitungan pada kualitas susu sapi yang buruk sebesar 84% buruk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Miskiyah. 2021. *Kajian Standart Nasional Indonesia Susu Cair di Indonesia*. Bogor: Balai besar penelitian dan pengembangan pascapanen.
- [2] Badrudin, Ahmad. 2017. *Sistem Report Bahan Baku Susu Sapi Pada KUD Mitra Tani Sejahtera*. Kediri: Prodi sistem informasi Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- [3] Nugroho, Muhammad Daffa Bintang, Dahnia Syauqy, dan Hurriyatul Fitriyah. 2022. *Klasifikasi Kelayakan Susu Sapi UHT Berdasarkan PH, Warna, Dan Aroma Menggunakan Metode Naïve Bayes Berbasis Arduino*. Malang: Prodi Teknik Komputer Universitas Brawijaya.
- [4] Puwandaru, kresna, dkk. 2021. *Rancang Bangun Fermentasi Yogurt Susu Kambing Etawa Dengan Sistem Kontrol Sensor Ph 4502C Dan Susu DS18B20 Berbasis Arduino UNO R3*. Malang: Prodi Teknik kimia Universitas Brawijaya.

- [5] Seryani, Rani, dkk. 2021. *Aplikasi Time Temperature Indicator (TTI) Ekstrak Kunyit (Curcuma Domestica.Val) Untuk Monitoring Kualitas Susu Kedelai*. Jakarta: Prodi Teknologi Industri Cetak kemas Politeknik Negeri Jakarta.
- [6] Putra, Marson Ady. 2018. *Identifikasi Kualitas Susu Sapi Dengan Menggunakan Deret Sensor Gas Dan Potensiometer Dengan Metode Neural Network*. Surabaya: Fakultas Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Widyarto, Izaaz Waskito. 2022. *Sistem Klasifikasi Keju Mozzarella Berdasarkan Warna dan pH menggunakan Metode Naïve Bayes*. Malang: Fakultas Teknik Elektro Ilmu komputer Universitas Brawijaya.
- [8] Fimansyah, Dimas Rizqi dkk. 2019. *Rancang Bangun Sistem Klasifikasi Kemurnian Susu Sapi dengan menggunakan Metode Naïve Bayes*. Malang: Fakultas Teknik Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
- [9] Muhammad Afif Izzaty. 2020. *Rancang bangun alat deteksi kelayakan susu sapi dan susu kedelai menggunakan sensor ph dan sensor suhu berbasis arduino*. Pekanbaru: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- [10] Novy Dwi dkk. 2015. *Pendeteksi Susu Basi Dengan Sensor pH dan Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroller*. Surabaya: Fakultas Ilmu Komputer Universitas Narotama.
- [11] Rofiq, Ahmad Hakim dkk. 2020. *Studi Literatur Pemanfaatan Sensor TCS 230 Untuk Membedakan Warna Suatu Obyek*. Samarinda : Fakultas Teknologi Informasi Politeknik Negeri Samarinda.
- [12] Annas, Trian T. S. 2020. *Perbandingan Model Warna RGB, HSL, dan HSV sebagai Fitur dalam Prediksi Cuaca pada Citra Langit Menggunakan K-Means*. Bandung: Fakultas Teknik Informatika. Institut Teknologi Bandung.
- [13] Awaludin, Nizam Wahyu dan Painem. 2021. *Raspberry Pi 3 Sebagai Sistem Keamanan Gudang PT. Karya Andalan Mandiri Jaya Menggunakan Sensor PIR dan Kamera Pi Via Telegram*. Jakarta Selatan : Fakultas Teknologi Informasi. Universitas Budi Luhur.
- [14] Hasanati, Zahri dan Dwiny Meidelfi. 2020. *Kajian Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation Untuk Deteksi Bau*. Padang : Fakultas Teknologi Informasi. Politeknik Negeri Padang.
- [15] Abraham, Reinhard Immanuel dkk. 2018. *Identifikasi Kualitas Kesegaran Susu Sapi Melalui Pengolahan Citra Digital Berdasarkan Metode Content-Based Image Retrieval (CBIR) dengan Klasifikasi Decision Tree*. Jakarta : Fakultas Teknik Elektro. Universitas Telkom.