

Klasifikasi Kualitas Air Tebu berdasarkan PH dan Warna menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan berbasis Arduino

Hafidz Abdillah Masruri¹, Dahnia Syauqy², Barlian Henryranu Prasetio³

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹hfdzam@student.ub.ac.id, ²dahnial87@ub.ac.id, ³barlian@ub.ac.id

Abstrak

Air tebu (nira tebu) adalah salah satu hasil dari tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan gula merah, obat, bahan masakan, ataupun alkohol. Air tebu layak mempunyai pH 7 sampai 5 serta memiliki warna hijau, cokelat, kuning. Air tebu akan berkurang kualitas akibat terkontaminasi. Penurunan kualitas memiliki dampak yang sangat banyak seperti dampak konsumen, dampak manfaat, kerugian, bahkan bisa beracun. Parameter yang biasa dipakai petani untuk menentukan kualitas adalah aroma, rasa, dan warna yang terkadang sudut pandang seseorang akan berbeda-beda untuk menentukan standar tetap yang digunakan oleh petani ataupun pengolah tebu. Oleh sebab itu peneliti ingin membuat sistem penilaian dengan parameter yang tetap yaitu sistem klasifikasi kualitas air tebu dengan 3 kelas: kualitas terbaik, kualitas layak konsumsi, dan kualitas tidak layak konsumsi sesuai dengan parameter pengolah tebu Wajak, Kota Malang. Sistem menggunakan sensor pH 4502C dan sensor warna TCS3200 sebagai media untuk mendeteksi pH dan warna pada air tebu, lalu memanfaatkan Arduino UNO sebagai mikrokontroler dan memanfaatkan sintaks PROGMEM agar kapasitas memori yang digunakan dapat lebih ringan, proses klasifikasi memakai metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation*, selanjutnya melalui LCD I2C 16x2 ditampilkan hasil sistem. Berdasarkan hasil pengujian sistem sintaks PROGMEM mampu mendapatkan hasil 19% lebih ringan dibanding tanpa menggunakan, dan pengujian 10 sampel mendapatkan akurasi 90% karena 9/10 pengujian berhasil.

Kata kunci: Kualitas air tebu, Sensor warna, Sensor pH, jaringan syaraf tiruan, progmem.

Abstract

Sugarcane juice (sugar cane juice) is a product of the sugarcane plant (Saccharum officinarum) which can be used as a basic ingredient for making brown sugar, medicine, food, or alcohol. Good sugarcane juice has a pH of 7 to 5 and has a green, brown, yellow color. Sugarcane water have a decrease in quality due to contamination. Decreasing the quality has many impacts such as consumer impacts, benefits impacts, losses, and even be toxic. The parameters that are often used by farmers to determine the quality are color, scent, and taste which sometimes the point of view of a person will be different to determine a fixed standard that can be used. Therefore, the researcher wants to create a system that can fixed parameters, namely the sugarcane water quality classification system with 3 classes: best quality, quality suitable for consumption, and quality not suitable for consumption according to the parameters of sugarcane processing Wajak, Malang City. The system uses a 4502C pH sensor and a TCS3200 color sensor to detect the color and pH of sugarcane juice, then utilizes Arduino UNO as a microcontroller and utilizes PROGMEM syntax so that the memory capacity used can be lighter, the classification process uses the backpropagation artificial neural network method, then the results system is displayed via a 16x2 I2C LCD. Based on the test results, the PROGMEM syntax system was able to get 19% lighter results than without using it and testing 10 samples got 90% accuracy because 9/ 10 tests were successful.

Keywords: Sugarcane water quality, TCS3200, pH-4502C, Artificial Neural Network, progmem

1. PENDAHULUAN

Indonesia sangat kaya akan sumber daya

alam yang subur dan melimpah, membuat indonesia mudah ditumbuhi berbagai macam tanaman, Air tebu (nira tebu) adalah salah satu

hasil dari tanaman yang tumbuh di Indonesia yaitu tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) yang dapat tumbuh baik pada iklim subtropika dengan dataran rendah sampai ± 1.400 meter di atas permukaan laut dengan berbagai jenis tanah (Pemerintah Kabupaten Buleleng Dinas Pertanian, 2018). Air tebu merupakan bahan dasar pembuatan gula dan memiliki berbagai macam manfaat seperti obat, bahan masakan, ataupun alkohol.

Air tebu yang baru jatuh dari batang tebu memiliki nilai pH atau keasaman sekitar ± 7 , namun pH nira selalu menurun akibat kondisi lingkungan dan mudah terkontaminasi oleh mikroorganisme (Natawijaya, Suhartono and Undang, 2018). Nira yang baik mempunyai pH 5 sampai 7 (Dewi et al., 2014). Warna air tebu juga akan mengalami kualitas yang menurun dikarenakan wadah untuk menyimpan serta faktor lama menyimpan dan perubahan suhu yang acak (Ansar, Nazaruddin and Azis, 2019).

Penurunan kualitas dari air tebu memiliki dampak yang sangat banyak seperti dampak konsumen, dampak manfaat, kerugian, dan jika penurunan kualitas yang berlebihan bisa terjadi adanya kandungan yang beracun. Parameter yang biasa dipakai oleh petani untuk menentukan kualitas air tebu adalah aroma, rasa, dan warna (Ansar, Nazaruddin and Azis, 2019). terkadang sudut pandang dari seseorang akan berbeda beda untuk menentukan standar tetap yang dapat digunakan oleh petani ataupun pengolah tebu.

Dalam penelitian pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap perubahan pH dan warna nira aren (Ansar, Nazaruddin and Azis, 2019), dijelaskan penyimpanan selama 10 jam dengan suhu 40°C merubah tingkat keasaman 7,1 berubah hingga 2,6, lalu pada suhu 29°C tingkat keasaman 7,1 berubah hingga 4,8, dan pada suhu 10°C tingkat keasaman 7,1 berubah hingga 6,6. Bersamaan perubahan tingkat keasaman, nilai L^* (*lightness*) dan b^* mulai dari -60 (biru) hingga +60 (kuning) juga menurun secara signifikan, namun nilai +60 (merah) hingga -60 (hijau) tidak berubah. Data ini menunjukkan bahwa tingkat keasaman dan warna dapat menentukan kualitas nira.

Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian ini mengusulkan membuat alat yang dapat mengklasifikasikan kualitas air nira berdasarkan pH dan warna dengan parameter 3 kelas yaitu: kualitas terbaik, kualitas layak konsumsi, kualitas tidak layak konsumsi menyesuaikan dengan parameter pada

pengolahan istana gula, Wajak, Malang, dengan mikrokontroler Arduino UNO ATMEGA328 yang memiliki kapasitas penyimpanan memori 32KB. Dikarenakan menyimpan banyak penulisan *source code* kadang program membutuhkan penyimpanan lebih banyak, sehingga penelitian ini akan mengaplikasikan sintaks PROGMEM agar penggunaan memori dapat lebih efisien (Dirga, 2016).

Klasifikasi juga dilakukan dengan inputan sensor pH serta sensor warna TCS3200 lalu diproses menggunakan pengenalan pola dengan metode klasifikasi *Artificial Neural Network* (ANN) atau bisa disebut Jaringan Syaraf Tiruan (JST) untuk memberikan keputusan. JST adalah sebuah metode pengenalan pola yang cara kerjanya mirip seperti otak manusia buatan. JST yang digunakan adalah *backpropagation* karena kinerja jaringan identifikasi dan mengirimkan *feedback* yang tepat pada suatu pola baru meskipun berbeda dengan data latih, Jaringan Syaraf Tiruan juga mempunyai keakurasian tinggi bila dibandingkan dengan metode KNN (*K-Nearest Neighbour*) dan *Naive bayes* serta biaya yang bisa dibilang cukup rendah (Dharmawan, Syauqy and Setyawan, 2020).

Pengolahan pada sensor warna dilakukan untuk membedakan warna kualitas dari warna air nira sedangkan untuk PH untuk mendeteksi berapa tingkat keasaman pada air nira. Yang selanjutnya akan dilakukan analisis dengan mengetahui pola inputan warna dan Ph sehingga dapat menghasilkan karakteristik dan tingkat keasaman pada air nira untuk digunakan dalam proses klasifikasi kualitas. Hasil kualitas akan diperlihatkan pada layer LCD I2C 16x2.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

2.1 Gambaran Umum



Gambar 1. Gambaran Sistem

Secara umum fungsi dari sistem ini sebagai klasifikasi kualitas air tebu otomatis yang dibagi menjadi tiga kelas: kualitas terbaik, kualitas layak konsumsi, dan kualitas tidak layak konsumsi. Proses pada sistem klasifikasi kualitas air tebu menggunakan Arduino Uno

ATMEGA328 yang memiliki kapasitas penyimpanan memori 32KB. Arduino UNO memiliki tiga jenis memori yaitu SRAM, *Flash Memory*, dan EEPROM

Tabel 1. Jumlah Memori

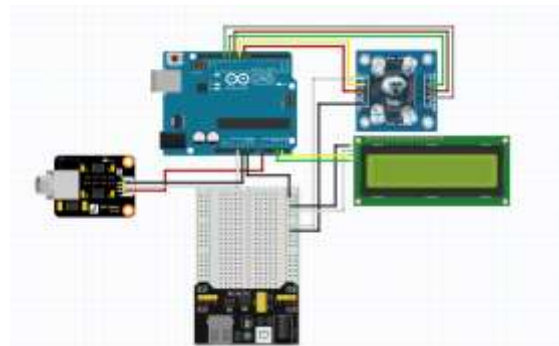
Memori	Flash	SRAM	EEPROM
ATMega168	16 kBytes	1024 bytes	512 bytes
ATMega328P	32 kBytes	2048 bytes	1024 bytes
ATMega1280	128 kBytes	8 kBytes	4 kBytes
ATMega2560	256 kBytes	8 kBytes	4 kBytes

Dikarenakan menyimpan banyak *source code* yang tertulis kadang program membutuhkan penyimpanan lebih banyak, sehingga penelitian ini akan mengaplikasikan sintaks PROGMEM yaitu sebuah sintaks yang digunakan untuk menyimpan data di dalam *Flash Memory*. Tanpa menggunakan sintaks ini data yang kita tuliskan dalam variabel yang ada di program secara otomatis akan dituliskan di dalam SRAM. Selanjutnya arduino tersambung dengan LCD, sensor warna TCS3200 dan sensor pH 4502C. Fungsi dari dua sensor sebagai mendapatkan data yang akan diperlukan oleh sistem untuk dikirimkan kepada mikrokontroler agar diproses, sensor warna TCS3200 mengeluarkan hasil *red* (R), *green* (G), dan *blue* (B) lalu untuk sensor pH 4502C untuk mendapatkan tingkat keasaman (pH) pada air tebu. Untuk pemrosesan sistem ini menggunakan Arduino Uno yang sudah diimplementasikan algoritma Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *backpropagation* sebagai pengambil keputusan. Algoritma JST *backpropagation* akan mengolah hasil dari data yang diberikan oleh sensor pH 4502C dan sensor warna TCS3200 selanjutnya akan mencocokkan sesuai dengan kelas yang ada lalu hasil dari kelas akan ditampilkan melalui *output* LCD. Hasil kelas dari pengolahan sistem akan ditampilkan pada layar LCD I2C 16x2.

2.2 Perancangan

Perancangan yang diharapkan agar terciptanya sistem klasifikasi kualitas air tebu berdasarkan sensor warna dan sensor pH. yang hasilnya ditampilkan melalui LCD I2C 16x2. Klasifikasi menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* sehingga pada input terdapat sensor warna dan sensor pH yang siap untuk mengukur, pada proses arduino

terdapat hasil bobot yang nantinya diolah menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation*, lalu pada hasil akan ditampilkan oleh LCD I2C 16x2.



Gambar 2. Perancangan Skematik Perangkat Keras

Terdapat 5 komponen utama agar sistem dapat melakukan kerja. Komponen utama tersebut meliputi LCD 16x2 I2C untuk menampilkan hasil dari sistem, sensor warna TCS3200, sensor pH 4502C, MB-102 dan Arduino Uno sebagai mikrokontroler. Sistem dapat bekerja bila seluruh komponen sudah saling terhubung serta hubungan antar pin sudah sesuai dengan kebutuhan. Hubungan pin tertera pada tabel berikut.

Tabel 2. Hubungan Antar Pin

No	Komponen	Pin Arduino	Pin Komponen	Mb-102
1	LCD I2C	-	VCC	5V
		GND	Ground	GND
		A5	SCL	-
		A4	SDA	-
		-	VCC	5V
2	Sensor Warna TCS3200	GND	Ground	GND
		12	Output	-
		11	S3	-
		10	S2	-
		9	S1	-
3	Sensor pH 4502C	8	S0	-
		A	A0	-
		VCC	5V	-
		GND	Ground	-

Proses selanjutnya adalah rancangan pada perangkat lunak yang menerapkan proses berlangsungnya sistem, dimulai dari input untuk sensor dapat membaca, mendapatkan data latih, pengenalan pola JST, dan akhirnya menampilkan *output* melalui LCD I2C

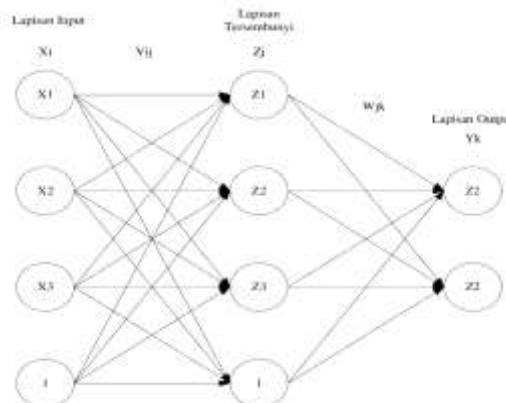


Gambar 3. Flowchart Sistem

Pertama sebelum melakukan pengambilan data tebu pastikan melakukan kalibrasi pada TCS3200 dan pH baik modul pH ataupun probe pH untuk mengetahui pembacaan sudah tepat atau belum. Kedua melakukan pembacaan data menggunakan TCS3200 dan pH pada sampel air tebu yang sudah disiapkan oleh pengolah tebu pada istana gula Wajak, Sampel disediakan langsung oleh pabrik penggiling tebu dengan 3 kualitas: kualitas terbaik, kualitas layak konsumsi, dan kualitas tidak layak konsumsi. Setelah sampel berhasil didapat kemudian diambil air tebu ±250ml untuk ditaruh pada wadah 750ml yang nantinya akan dijadikan sampel. Hasil sampel berupa *red* (R), *green*(G), dan *blue*(B). dan keasaman (pH). Ketiga hasil pembacaan pada sensor menjadi nilai normalisasi.

$$\text{Normalisasi} = 0.8 * \left(\frac{\text{nilai} - \text{nilai}_{\min}}{\text{nilai}_{\max} - \text{nilai}_{\min}} \right) + 0.1$$

Keempat melakukan proses Jaringan Syaraf Tiruan, Setelah mendapatkan nilai normalisasi dari beberapa sampel nantinya akan dijadikan sebagai acuan untuk membuat data latih pada JST, selanjutnya menggunakan 4 inputan R, G, B, dan pH untuk menjadikan sebagai input pemrosesan jaringan syaraf tiruan yang menghasilkan 1 output akan berisi antara 3 kelas (kualitas terbaik, kualitas layak konsumsi, kualitas tidak layak konsumsi). Seperti gambar yang tertera.



Gambar 4. Jaringan Syaraf Tiruan

Rancangan klasifikasi kualitas air tebu dalam proses ini memakai MLP Topology Workbench dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk mendapatkan bobot, memasukan *inputs*, *hidden*, dan *output* sesuai yang dibutuhkan. Data latih yang dinormalisasi dapat dimasukan pada *training* MLP. Setelah memasukan *training* MLP maka atur *learning rate* dan *goal* sesuai yang dibutuhkan maka MLP akan memproses dan mendapatkan MSE (*mean squared error*) dengan beberapa kali iterasi. Pada proses ini memakai fungsi sigmoid dimana nilai berkisar antara 0-1. Kelima adalah memunculkan hasil pada serial monitor berisi nilai R, G, B, dan pH serta hasil pemrosesan JST dan pemilihan 3 kelas, berikutnya menampilkan pada LCD I2C 16x2.

2.3 Implementasi

Pada Implementasi sistem terdapat hasil implementasi berisi implementasi prototipe, perangkat keras, dan perangkat lunak. Implementasi prototipe dibuat dengan akrilik dengan ukuran 30 cm x 17 cm x 17 cm. bentuk alat balok dan berwarna hitam karena penggunaan sensor warna harus ditempat tertutup dan berwarna hitam atau putih. Pemilihan warna hitam dikarenakan objek berbentuk cairan sehingga apabila tumpah atau terkena cairan alas alat tidak terlalu berubah warna.



Gambar 5. Implementasi Prototipe

Implementasi Perangkat keras berisi yang dipakai adalah Arduino, MB-102, LCD I2C, TCS3200, Sensor pH 4502C.



Implementasi sensor pH dan warna



Implementasi LCD I2C



Implementasi Mb dan modul pH



Implementasi keseluruhan

Gambar 6. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi progmem Agar dapat menghemat penggunaan memori pada arduino digunakannya sintaks PROGMEM yang berfungsi untuk memindahkan beberapa data yang kita tuliskan dalam variabel yang tersimpan pada SRAM masuk ke dalam *Flash Memory*. Penggunaan sintaks PROGMEM adalah sebagai berikut:

```
const PROGMEM float ...
```

Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan bobot hasil MLP yang dimasukkan kedalam *source code* pada arduino dengan logika

Tabel 3. Penerapan Logika JST

Penerapan	Keluaran
Jika Level > 0 && Level ≤ 0.4)	KUALITAS TERBAIK

Jika Level ≥ 0.4 && Level ≤ 0.7 KUALITAS LAYAK KONSUMSI

Jika Level > 0.7 && Level ≤ 1 KUALITAS TIDAK LAYAK KONSUMSI

3. PENGUJIAN

3.1 Pengujian Sintaks Progmem

Pengujian PROGMEM pada Arduino Uno agar dapat mengetahui apakah dengan sintaks PROGMEM dapat meringankan memori pada arduino atau tidak.

Tabel 4. Pengujian Sintaks PROGMEM

Tanpa sintaks PROGMEM
Sketch yang digunakan 11162 bytes (34%) dari memori penyimpanan program. Maksimalnya adalah 32256 bytes.
Global variable yang digunakan 1175 bytes (57%) dari memori dinamis, meninggalkan 873 bytes untuk variabel lokal. Maksimalnya adalah 2048 bytes.
Menggunakan sintaks PROGMEM
Sketch yang digunakan 11158 bytes (34%) dari memori penyimpanan program. Maksimalnya adalah 32256 bytes.
Global variable yang digunakan 787 bytes (38%) dari memori dinamis, meninggalkan 1261 bytes untuk variabel lokal. Maksimalnya adalah 2048 bytes.

Sintaks PROGMEM dapat mempengaruhi penggunaan memori sebesar 787 bytes/32256 bytes (38% memori dari keseluruhan memori) tanpa penggunaan sintaks PROGMEM memori yang digunakan 1175 bytes/32256 bytes (57% dari keseluruhan memori) selisih sebesar 19% dari penggunaan memori.

3.2 Pengujian Sensor Warna

Pengujian menggunakan sensor warna menghasilkan 3 output yaitu RGB atau bisa disebut warna merah (*Red*), hijau (*Green*), dan biru (*Blue*) dengan nilai RGB. Pengujian menggunakan perbandingan antara warna internasional hitam (Red: 0, Green: 0, Blue: 0), untuk putih (Red: 255, Green: 255, Blue: 255) dilakukan agar mengetahui akurasi dan presisi pada sensor warna. Rumus selisih menggunakan MAPE

$$MAPE = \frac{\sum \left(\frac{\text{Selisih}}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100 \right)}{n}$$

Tabel 5. Pembacaan Sensor Warna

Warna	Nilai Sensor			Nilai Internasional		
	R	G	B	R	G	B
Hitam	17	18	10	0	0	0
Hitam	5	15	2	0	0	0
Hitam	20	23	18	0	0	0
Putih	230	230	238	255	255	255
Putih	238	253	254	255	255	255
Putih	243	248	250	255	255	255

Tabel 6. Persentase Kesalahan Sensor Warna

Warna	Persentase kesalahan
Hitam	5.88235
Hitam	2.87582
Hitam	7.97386
Putih	8.75817
Putih	6.01307
Putih	3.13725
ERROR	5.77342

Dari hasil 6 kali pengujian sensor warna TCS3200 menggunakan warna hitam 3 kali dan putih 3 kali nilai error pada sensor warna berkisar rata-rata ±5.77342%

3.3 Pengujian Sensor pH

Pengujian menggunakan sensor pH menghasilkan output berupa angka tingkat keasaman (pH) dengan skala 0 - 14. Pengujian menggunakan buffer pH 4, pH 6, pH 9 dan menggunakan pH meter untuk melakukan perbandingan agar mengetahui akurasi dan presisi pada sensor pH. Rumus selisih menggunakan MAPE

$$MAPE = \frac{\sum \left(\frac{\text{Selisih}}{\text{Nilai sebenarnya}} \times 100 \right)}{n}$$

Tabel 7 Pengujian Sensor pH

Buffer pH	Hasil pH Meter	Hasil Sensor pH	Persentase kesalahan
4.00	4.1	4.28	4.390243902
4.00	4.0	4.33	8.25
6.86	6.7	6.76	0.895522388
6.86	6.7	6.65	0.746268657
9.18	9.0	8.88	1.333333333
9.18	9.1	8.89	2.307692308
MAPE			2.987176765

Dari hasil 6 kali pengujian sensor pH 4502C menggunakan warna buffer pH 4.00, 6.86, dan 9.18 lalu dilakukan pengecekan ulang menggunakan pH meter nilai error pada sensor warna berkisar rata-rata ±2.987176765%

3.4 Pengujian LCD I2C

Pengujian menggunakan LCD I2C dimaksud guna apakah output sudah dapat terlihat, sesuai atau belum karena seluruh hasil nantinya akan ditampilkan oleh output LCD I2C, pengujian dilakukan dengan cara melakukan tampilan output "Coba" dengan koordinat yang berbeda-beda, perhitungan persentase keberhasilan LCD dengan cara:

$$\text{Persentase Kesesuaian} = \frac{\text{Kesesuaian}}{\text{Total}} \times 100\%$$

Tabel 8. Pengujian LCD I2C

Masukkan	Hasil pada LCD	Kesesuaian
Pada titik (1,0) menuliskan "Coba 1"		Sesuai
Pada titik (1,1) menuliskan "Coba 2"		Sesuai
Pada titik (5,0) menuliskan "Coba 3"		Sesuai
Pada titik (1,0), (8,0), (0,1), dan (7,1) menuliskan "Coba 4"		Sesuai
Pada titik (4,0), (2,1), dan (9,1) menuliskan "Coba 5"		Sesuai
Presentasi Kesesuaian		100%

Dari hasil 5 kali pengujian menampilkan hasil pada LCD I2C menggunakan titik koordinat yang berbeda-beda dengan hasil kesesuaian 100% dikarenakan seluruh pengujian dapat berhasil dan sesuai seperti apa yang diharapkan.

3.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian dari sensor dapat membaca hingga melakukan proses jaringan syaraf tiruan sehingga dapat mengklasifikasikan masuk kedalam kelas apa objek air tebu yang dibaca dan menampilkannya ke dalam LCD I2C adalah Pengujian keseluruhan sistem. Bertujuan melihat apakah sistem klasifikasi kualitas air tebu dapat memberikan output yang benar dan sesuai dengan 3 kelas yaitu: kualitas terbaik (terbaik), kualitas layak konsumsi (layak), dan

kualitas tidak layak konsumsi (tidak). Hitungan analisis hasil dapat dilakukan dengan cara

$$\text{Persentase Kesesuaian} = \frac{\text{Kesesuaian}}{\text{Total}} \times 100\%$$

Tabel 9. Pengujian Keseluruhan Sistem

Air Tebu	Nilai JST	Hasil JST	Keterangan
Kualitas Terbaik	0.01	Kualitas Terbaik	Sesuai
Kualitas Terbaik	0.03	Kualitas Terbaik	Sesuai
Kualitas Terbaik	0.27	Kualitas Terbaik	Sesuai
Kualitas Terbaik	0.41	Kualitas Layak Konsumsi	Tidak Sesuai
Kualitas Layak Konsumsi	0.41	Kualitas Layak Konsumsi	Sesuai
Kualitas Layak Konsumsi	0.68	Kualitas Layak Konsumsi	Sesuai
Kualitas Layak Konsumsi	0.52	Kualitas Layak Konsumsi	Sesuai
Kualitas Tidak Layak Konsumsi	0.96	Kualitas Tidak Layak Konsumsi	Sesuai
Kualitas Tidak Layak Konsumsi	0.84	Kualitas Tidak Layak Konsumsi	Sesuai
Kualitas Tidak Layak Konsumsi	0.78	Kualitas Tidak Layak Konsumsi	Sesuai
Kesesuaian		90%	

Dari hasil 10 kali pengujian keseluruhan sistem dimulai tebu dimasukan kedalam alat hingga menampilkan hasil pada LCD I2C, mendapatkan hasil yang baik yaitu kesesuaian 90% dikarenakan 9 dari 10 pengujian dapat berhasil dan sesuai seperti apa yang diharapkan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dalam penelitian sistem klasifikasi kualitas air tebu adalah Implementasikan sensor pH 4502 dan sensor warna TCS3200 untuk klasifikasi kualitas air tebu diperlukan pengaturan yang sesuai baik tata

letak sensor, kalibrasi tiap sensor sehingga mendapatkan karakteristik air tebu dengan optimal. JST backpropagation mengambil keputusan melalui 30 sampel data latih yang selanjutnya diolah melalui MLP Topology Workbench dengan 16 hidden layer, learning rate 0.1 dan goal 0.001 didapat epoch 15.024, serta 97 nilai bobot. Memori pada arduino berhasil berkurang berkat penggunaan sintaks PROGMEM menjadi 787 bytes/32256 bytes (38% memori dari keseluruhan memori) tanpa PROGMEM sebesar 1175 bytes/32256 bytes (57% dari keseluruhan memori) yang memiliki selisih sebesar 19% dari penggunaan memori. Pada proses pengujian keseluruhan sistem klasifikasi kualitas air tebu berdasarkan pH dan warna menggunakan JST backpropagation, sistem dapat mengklasifikasikan 3 kelas air tebu dan mendapatkan akurasi sebesar 90% dikarenakan 9 dari 10 pengujian dapat sesuai.

Saran untuk selanjutnya menambahkan kelas atau lebih memfokuskan apakah air tebu yang digunakan dapat diolah menjadi gula merah bukan hanya dikonsumsi saja. Menambahkan variabel penilaian bukan hanya sekedar dari pH dan warna karena uji organoleptik (indra manusia) bukan hanya sekedar warna dan pH.

5. DAFTAR PUSTAKA

Ansar, Nazaruddin and Azis, A.D., 2019. PENGARUH SUHU DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP PERUBAHAN PH DAN WARNA NIRA AREN (Arenga pinnata Merr) SETELAH PENYADAPAN. *Teknik Pertanian Lampung*, 8(2), pp.97–106.

Dewi, S.R., Izza, N., Agustiningrum, D.A., Indriani, D.W., Sugiarto, Y., Maharani, D.M. and Yulianingsih, R., 2014. PENGARUH SUHU PEMASAKAN NIRA DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP KUALITAS GULA MERAH TEBU. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(3), pp.149–158.

Dharmawan, M.R., Syauby, D. and Setyawan, G.E., 2020. Sistem Pembeda Daging Sapi dan Daging Babi berdasarkan Warna dan Kadar Amonia menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Berbasis Android. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, [online]

3(11), p.10. Available at: <<https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/6755>>.

Dirga, 2016. Penyimpanan Berbicara Berbasis Mikrokontroler. [online] (1), p.10. Available at: <https://repository.usd.ac.id/5580/2/125114022_full.pdf>.

Natawijaya, D., Suhartono and Undang, 2018. The analysis of Sap Water Yield and Palm Sugar (*Arenga pinnata* Merr.) Quality in Tasikmalaya District. *Jurnal Agroforestri Indonesia*, 1(1), pp.57–64.

Pemerintah Kabupaten Buleleng Dinas Pertanian, 2018. *Tebu (Saccharum officinarum Linn)*. [online] Pemerintah Kabupaten Buleleng Dinas Pertanian. Available at: <<https://distan.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/tebu-saccharum-officinarum-linn-12>>.