

## Sistem Klasifikasi Kualitas Jenis-Jenis Madu berdasarkan Warna, Kecerahan, dan pH menggunakan Metode JST Backpropagation

Muhammad Habib Jufah Alhamdani<sup>1</sup>, Dahnia Syauqy<sup>2</sup>, Barlian Henryranu Prasetyo<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>habibdani@student.ub.ac.id, <sup>2</sup>dahnial87@ub.ac.id, <sup>3</sup>barlian@ub.ac.id

### Abstrak

Madu merupakan zat makanan yang memiliki rasa manis dan berstruktur kental yang dihasilkan oleh lebah. Madu dapat dibedakan dengan memperhatikan warna dan kejernihan madu, namun cukup sulit karena karena kurangnya pengetahuan dan setiap jenis madu memiliki warna dan tingkat kejernihan yang hampir serupa. Berdasarkan permasalahan tersebut pada penelitian ini dirancang sebuah sistem untuk mengklasifikasikan jenis serta keaslian madu. Sensor yang digunakan adalah sensor TCS3200, sensor LDR, dan sensor pH. Sensor TCS3200 dan sensor LDR diletakkan di sisi belakang dan di sisi depan gelas sampel ditambahkan lampu LED, sedangkan sensor pH berada di bagian atas gelas dan mata sensor pH ditenggelamkan dalam larutan dengan posisi tegak lurus sehingga sensor dapat mengetahui setiap karakteristik sampel madu dengan optimal. Algoritma JST backpropagation dalam penelitian ini diproses menggunakan Arduino Nano dengan struktur jaringan 3 input, 1 hidden layer yang berisi 24 perceptron, dan 1 output yang terbagi menjadi 6 kelas. Proses perancangan struktur menggunakan 900 dataset, learning rate sebesar 0.001, epoch sebanyak 28.451 dan proses training selama 2 jam 23 menit 14 detik. Dari proses pengujian algoritma JST backpropagation terbukti mampu mengklasifikasikan setiap kelas madu dengan baik dan didapatkan akurasi algoritma JST mencapai 94.45%, Dengan rata-rata waktu komputasi 0.80076 detik.

**Kata kunci:** Madu, TCS3200, LDR, PH, JST Backpropagation

### Abstract

*Honey is a food substance that has sweet taste and thick structure produced by bees. Honey can be distinguished by observing the color and clarity of honey, but it is quite difficult due to lack of knowledge and each type of honey has almost the same color and level of clarity. Based on these problems, this study designed a system to classify the type and authenticity of honey. The sensors used are the TCS3200 sensor, the LDR sensor, and the pH sensor. The TCS3200 sensor and LDR sensor are placed on the back side and on the front side of the sample glass an LED light is added, while the pH sensor is at the top of the glass and the pH sensor eye is immersed in the solution in an upright position so that the sensor can optimally determine each characteristic of the honey sample. The backpropagation ANN algorithm in this study is processed using Arduino Nano with a network structure of 3 inputs, 1 hidden layer containing 24 perceptrons, and 1 output which is divided into 6 classes. The structure design process uses 900 datasets, the learning rate is 0.001, the epochs are 28.451 and the training process is 2 hours 23 minutes 14 seconds. From the testing process the backpropagation neural network algorithm is proven to be able to classify each honey class well and the NN algorithm accuracy reaches 94.45%, with an average computation time of 0.80076 seconds.*

**Keywords:** Honey, TCS3200, LDR, pH, Backpropagation Neural Network

## 1. PENDAHULUAN

Madu merupakan zat makanan yang memiliki rasa manis dan berstruktur kental yang dibuat oleh lebah madu dan jenis lebah lainnya. Lebah menghasilkan madu dari nektar bunga

atau dari sekresi serangga lain seperti embun madu. Madu pada lebah biasanya disimpan dalam struktur lilin yang disebut sarang lebah yang terbuat dari campuran lilin dan resin, tergantung jenis lebahnya (Syifa, 2021).

Di Indonesia sendiri terdapat beragam jenis

madu yang dihasilkan oleh jenis-jenis lebah yang berbeda seperti madu klanceng yang dihasilkan oleh lebah klanceng yang baik untuk anti peradangan karena mengandung senyawa fenolik (Rina E, 2021), madu hutan yang dihasilkan oleh lebah hutan yang merupakan lebah penghasil madu terbesar di dunia (Avry P, 2019). Kandungan nutrisi pada madu hutan antara lain: Niacin, Riboflavin, Asam pantotenat, Kalsium, Magnesium, Mangan, Kalium, Fosfor, Zinc. Madu hutan juga sangat bermanfaat untuk mengatasi gejala diare (dr. Fadhli R, 2020).

Setiap jenis madu memiliki harga yang berbeda-beda karena beberapa faktor seperti kesulitan untuk mendapat madu, keunikan rasa, hingga kandungan dan manfaat yang pada madu. Di Indonesia, salah satu jenis madu yang paling sulit di jumpai adalah jenis madu klanceng karena ukuran sarangnya yang lebih kecil sehingga madu yang dihasilkan tidak begitu banyak (Kurnia A, 2021).

Membedakan jenis madu dapat dilakukan dengan memperhatikan warna dan kejernihan madu, namun cukup sulit dilakukan karena kurangnya pengetahuan masyarakat tentang ciri-ciri madu ditambah lagi setiap jenis madu memiliki warna dan tingkat kejernihan yang hampir serupa. Sulit dan lamanya proses panen madu juga menjadi faktor kendala lainnya. Hal ini yang dimanfaatkan oleh beberapa oknum untuk mengubah jenis madu biasa menjadi madu dengan kualitas yang lebih tinggi dengan menambahkan air gula, dan mencampur madu murah dengan madu mahal untuk meraup untung yang lebih banyak dengan efek samping menimbulkan diabetes (Maylee, 2019).

Dalam mengatasi masalah ini biasanya dilakukan pengetesan dengan cara memanaskan madu, jika madu berubah warna dan mengeras setelah dipanaskan maka madu tersebut dapat dikatakan madu campuran. Adapun cara lain yaitu dengan melihat kadar keasaman untuk menentukan keaslian jenis madu tersebut. Madu bersifat asam dengan pH berkisar antara 3,2 - 4,5. Nilai pH madu cukup rendah disebabkan asam organik yang terdapat dalam madu (National Honey Board, 2006). Akan tetapi uji pengetesan ini cukup memakan waktu dan tidak praktis (Syifa, 2021).

Penelitian tentang madu pernah dilakukan oleh Ardiansyah pada tahun 2019 dengan judul "Implementasi Metode Klasifikasi Bayes Untuk Penentuan Keaslian Madu Lebah Berbasis Embedded System". Penelitian tersebut

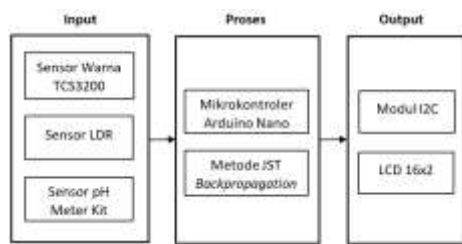
membuat sistem klasifikasi keaslian madu menggunakan sensor warna TCS3200 dan sensor pH menggunakan algoritma Bayes. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan akurasi sebesar 88,89% (Ardiansyah, 2019). Akan tetapi penelitian tersebut masih menggunakan metode Bayes yang akurasinya sangat bergantung pada data latih yang digunakan. Kekurangan lain pada penelitian tersebut adalah sistem dibuat hanya untuk membedakan kualitas madu pada jenis tertentu saja tanpa mengetahui jenis-jenis madu lain. Sehingga jika sistem diterapkan pada jenis madu yang berbeda maka tingkat error sistem akan tinggi.

Penelitian yang lain juga pernah dilakukan oleh Syarief pada tahun 2021 dengan judul "Klasifikasi Sumber Nektar Madu Berdasarkan Kecerahan dan Warna dengan Metode Naive Bayes berbasis Embedded System". Penelitian tersebut bertujuan untuk mengklasifikasikan madu terhadap sumber nektarnya. Sistem dibuat menggunakan sensor TCS3200 dan sensor LDR menggunakan algoritma Naive Bayes. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan akurasi sensor sebesar 94% dan rata-rata error pada sensor sebesar 5,69% (Syarief, 2021). Akan tetapi penelitian tersebut masih menggunakan metode Naive Bayes yang akurasinya sangat bergantung pada data latih yang digunakan. Kekurangan lain pada penelitian tersebut adalah sistem tidak dapat membedakan keaslian madu tersebut karena hanya menggunakan parameter warna dan kejernihan. Sehingga memungkinkan sistem dapat salah menilai kualitas madu dari sumbernya jika madu tersebut diberi bahan campuran lain seperti pewarna.

Berdasarkan permasalahan diatas maka diperlukan sebuah sistem yang dapat bekerja secara otomatis mengklasifikasikan jenis-jenis madu serta keaslian madu dengan menggunakan metode yang digunakan pada zaman sekarang salah satunya menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan (JST). JST memiliki kemampuan perhitungan secara paralel yang membuat proses menjadi lebih singkat (Rahmad F, 2019) sehingga diharapkan sistem dapat bekerja lebih baik. Maka dari itu pada penelitian ini akan dilakukan implementasi sistem menggunakan sensor TCS3200 untuk mendeteksi warna madu, sensor LDR untuk mendeteksi tingkat kecerahan madu, dan sensor pH untuk mendeteksi keaslian dari madu tersebut dengan memperhatikan tingkat keasaman madu. Pada penelitian ini juga diterapkan metode jaringan syaraf tiruan (JST) yang ditambahkan algoritma backpropagation

untuk melakukan klasifikasi jenis-jenis madu dan kemurnian madu.

**2. METODE**



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Berdasarkan diagram blok sistem pada Gambar 1, sistem memiliki 3 kategori utama. Dijelaskan bahwa Arduino Nano berperan sebagai pemroses utama sistem yang menerima masukan dari sensor warna, sensor LDR, dan sensor pH. Masukan dari ketiga sensor selanjutnya akan diproses menggunakan metode JST backpropagation dan akan ditampilkan pada LCD 16x2. Integrasi ketiga kategori akan dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alur Sistem dalam Mengakuisisi Data

Tahap pertama akuisisi data adalah deteksi ciri sampel madu oleh 3 sensor yaitu sensor TCS3200 untuk mengukur tingkat kemerahan madu, sensor LDR untuk mengukur tingkat kekeruhan madu dan sensor Analog pH meter kit untuk mengukur kadar keasaman madu. Hasil dari tahap pertama berupa perubahan sinyal listrik dari seluruh sensor.

Tahap kedua pengkondisian sinyal listrik pada sensor LDR dan sensor pH, untuk meningkatkan perubahan sinyal listrik yang didapat, karena nilai perubahan sinyal listrik yang didapat dari hasil proses pengukuran sensor tersebut sangat kecil.

Tahap ketiga mengubah sinyal listrik hasil deteksi setiap sensor menjadi bentuk tegangan dan dikonversi menjadi bentuk digital menggunakan analog digital converter (ADC) proses perubahan ini terjadi di setiap bagian pada masing-masing sensor, pada TCS3200 dan

modul LDR proses konversi terjadi di dalam modul sensor sedangkan pada sensor pH proses konversi membutuhkan batuan komponen lain yaitu modul pH probe. Sehingga hasil dari tahap kedua adalah berupa sinyal digital dari seluruh sensor.

Tahap keempat menerjemahkan sinyal digital ke dalam bentuk angka, pada tahap ini diperlukan mikrokontroler Arduino nano untuk menerjemahkan dan menampilkan sinyal digital dari seluruh sensor agar sinyal pembacaan sensor dapat dipahami oleh peneliti. Pada bagian ini didapatkan 3 nilai antara lain:

1. Nilai (R) yang mewakili warna kemerahan madu.
2. Nilai (Clarity) yang mewakili kecerahan madu.
3. Nilai (pH) yang mewakili kadar keasaman madu.

Tahap kelima kalibrasi nilai sensor, pada tahap ini nilai angka hasil pembacaan sensor dikalibrasi dengan mencocokkan nilai hasil pengukuran terhadap nilai atau ukuran sebenarnya, fungsinya untuk meningkatkan pengukuran ciri madu oleh sensor. Proses kalibrasi pada tahap ini dilakukan menggunakan mikrokontroler Arduino nano yang diprogram kalibrasi pada masing-masing sensor menggunakan software arduino IDE.

Tahap keenam menormalisasi nilai hasil pembacaan sensor yang sudah dikalibrasi, tahap ini dilakukan menggunakan mikrokontroler Arduino nano yang ditambahkan program normalisasi data menggunakan software arduino IDE. Tujuan dari tahap ini adalah agar seluruh nilai hasil pembacaan sensor memiliki rentang yang sama.

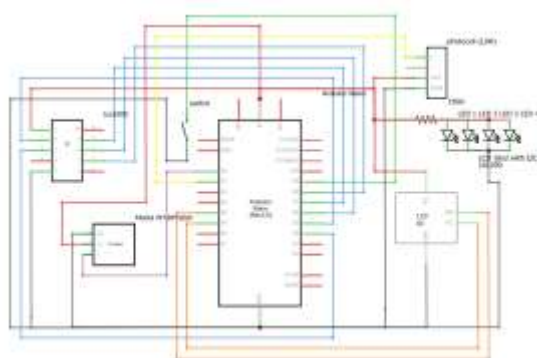
Tahap ketujuh proses klasifikasi JST, pada tahap ini 3 fitur R, Clarity, dan pH yang telah dinormalisasi akan dijadikan sebagai parameter input pada struktur JST yang telah di buat. Output pada proses ini akan dibagi kedalam 6 kelas antara lain madu hutan murni, madu klanceng murni, madu hutan buatan, madu klanceng buatan, madu hutan oplosan, dan madu klanceng oplosan. Pada tahap ini diperlukan mikrokontroler Arduino nano yang ditambahkan library Neurona dalam program menggunakan software arduino IDE. Hasil dari tahap ini berupa rentan angka antara 0-1 yang dibagi menjadi 6 bagian dan setiap bagian tersebut mewakili kelas yang ada.

Tahap terakhir mengubah output angka hasil klasifikasi JST dan menampilkannya pada LCD 16x2, pada tahap ini hasil klasifikasi JST

yang berupa angka akan diubah kedalam kelas yang terwakili. Pada tahap ini diperlukan mikrokontroler Arduino nano dan LCD 16x2 yang ditambahkan program untuk merubah output dan program untuk menampilkan kelas hasil klasifikasi JST pada LCD menggunakan software arduino IDE. Output dari tahap terakhir ini adalah visualisasi kelas madu dalam LCD 16x2.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Perancangan Sistem



Gambar 3 Diagram Skematik Perancangan Perangkat Keras

Gambar 3 menjelaskan mengenai perancangan *hardware* yang merupakan salah satu tahapan penting dalam pembuatan sistem. Perancangan ini dimulai dari TCS3200, Modul LDR, dan pH Meter sebagai sensor dengan Arduino nano sebagai unit pemrosesan sistem hingga dihubungkan dengan LCD 16x2 sebagai aktuator sistem.

Arduino terhubung pada sensor TCS3200, LDR, dan pH. Setelah mendapatkan masing – masing data, Arduino akan mengolah data hasil sensor menjadi klasifikasi madu pada jenis tertentu sebanyak 6 kelas klasifikasi.

Sistem dirancang menggunakan akrilik berwarna hitam solid dengan ketebalan 3 mm agar akurasi sensor LDR tidak terganggu oleh paparan cahaya dari lingkungan. Sedangkan gelas sampel madu dirancang dari kaca bening dengan ketebalan 5 mm agar sensor warna dapat membaca sampel dengan baik.

#### 3.2. Perancangan Pengolahan Data Mentah

Nilai hasil deteksi yang didapatkan oleh sensor TCS3200, LDR, pH meter merupakan data mentah yang memiliki rentang yang berbeda-beda. Maka data harus dinormalisasi terlebih dahulu sehingga didapatkan hasil yang siap untuk di proses menggunakan algoritma

JST *Backpropagation*. Normalisasi bertujuan untuk mengubah nilai kolom numerik agar berada pada rentang yang sama yaitu antara 0-1. Tujuan lain dilakukan normalisasi data adalah untuk mempercepat proses komputasi.

#### 3.3. Perancangan JST Backpropagation

Perancangan awal yang dilakukan adalah merancang dataset. Setiap data pada dataset ini didapatkan dari hasil pembacaan ketiga sensor secara serentak, dari hasil pembacaan tersebut didapatkan 3 fitur yaitu fitur R (*Red*) yang didapat dari nilai raw ADC sensor warna, kemudian fitur K (kekeruhan) yang didapat dari nilai resistansi sensor LDR, dan fitur PH (*Potential of Hydrogen*) yang didapat dari nilai resistansi sensor pH Kit.

Setelah merancang pembagian dataset dilakukan proses selanjutnya yaitu merancang struktur JST *Backpropagation*, proses perancangan ini dilakukan menggunakan *MLP Topology Workbench*. Struktur JST yang dirancang pada bagian ini adalah perancangan jumlah *input layer*, perancangan jumlah *hidden layer* perancangan banyaknya *perceptron* pada *hidden layer*, dan pemilihan aktivasi *sigmoid* pada model yang digunakan.

Setelah merancang struktur JST *backpropagation* sudah dibuat proses selanjutnya yaitu melakukan *training* data. Proses *training* data bertujuan untuk mengecek apakah struktur yang dibuat sebelumnya dapat menghasilkan akurasi yang baik dengan performa yang bagus, pada proses ini harus dilakukan pengamatan dengan membandingkan kecepatan perubahan nilai *error* mendekati nol dengan rancangan-rancangan struktur yang lainnya, jika struktur yang digunakan memiliki performa training yang buruk maka struktur akan dirancang kembali.

Setelah proses *training* selesai dilakukan menggunakan struktur yang telah ditentukan maka sistem akan menyimpan nilai bobot setiap *perceptron* yang ada. Nilai bobot dan struktur yang sudah diputuskan ini nantinya akan dijadikan acuan pada implementasi algoritma JST pada Arduino IDE yang digunakan untuk melakukan *testing* data menggunakan nilai pembacaan sensor. Kode yang sudah dirancang kemudian ditanamkan pada Arduino nano.

#### 3.4. Pengujian Sensor Warna TCS3200

Proses pengujian sensor TCS3200 memerlukan kalibrasi terlebih dahulu dengan mencatat nilai minimal dan maksimal hasil pembacaan sensor TCS3200 terhadap objek kertas berwarna putih dan objek kertas berwarna hitam yang diletakkan di dalam gelas madu. Kalibrasi ini berfungsi untuk memberikan nilai pembacaan antara 0 – 255.

Setelah proses kalibrasi sensor selesai maka dapat dilakukan pengujian terhadap 3 jenis objek warna yang berbeda (merah, putih dan hitam). Hasil dari pembacaan sensor akan dibandingkan dengan nilai standar warna RGB internasional.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor TCS3200

| Warna             | Hasil Pembacaan Sensor |     |     | RGB Internasional |     |     | Akurasi (%) |
|-------------------|------------------------|-----|-----|-------------------|-----|-----|-------------|
|                   | R                      | G   | B   | R                 | G   | B   | R           |
| Merah             | 222                    | 21  | 15  | 255               | 0   | 0   | 87.06%      |
| Merah             | 230                    | 20  | 15  | 255               | 0   | 0   | 90.20%      |
| Merah             | 229                    | 20  | 14  | 255               | 0   | 0   | 89.81%      |
| Merah             | 224                    | 21  | 15  | 255               | 0   | 0   | 88.00%      |
| Merah             | 230                    | 20  | 15  | 255               | 0   | 0   | 90.20%      |
| Merah             | 230                    | 20  | 15  | 255               | 0   | 0   | 90.20%      |
| Putih             | 242                    | 250 | 252 | 255               | 255 | 255 | 94.91%      |
| Putih             | 243                    | 250 | 253 | 255               | 255 | 255 | 95.93%      |
| Putih             | 249                    | 250 | 251 | 255               | 255 | 255 | 97.65%      |
| Putih             | 243                    | 250 | 253 | 255               | 255 | 255 | 95.30%      |
| Putih             | 243                    | 250 | 253 | 255               | 255 | 255 | 95.30%      |
| Putih             | 243                    | 250 | 253 | 255               | 255 | 255 | 95.30%      |
| Hitam             | 5                      | 5   | 6   | 0                 | 0   | 0   | 95.00%      |
| Hitam             | 7                      | 6   | 6   | 0                 | 0   | 0   | 93.00%      |
| Hitam             | 10                     | 8   | 7   | 0                 | 0   | 0   | 90.00%      |
| Hitam             | 7                      | 6   | 6   | 0                 | 0   | 0   | 93.00%      |
| Hitam             | 8                      | 7   | 6   | 0                 | 0   | 0   | 92.00%      |
| Hitam             | 7                      | 6   | 6   | 0                 | 0   | 0   | 93.00%      |
| Rata – rata Error |                        |     |     |                   |     |     | 92.54%      |

**3.5. Pengujian Sensor LDR**

Analisis pada proses pengujian sensor LDR dilakukan pada 3 jenis larutan dengan tingkat kekeruhan yang berbeda (air mineral, teh, kopi). Hasil dari pembacaan sensor akan dibandingkan dengan nilai nilai normal atau nilai sebenarnya.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor LDR

| No                | Jenis sampel | Variabel linguistik | Sensor LDR | Nilai normal | Akurasi (%) |
|-------------------|--------------|---------------------|------------|--------------|-------------|
| 1                 | Air Mineral  | Jernih              | 0.80%      | 0%           | 99.20%      |
| 2                 | Air Mineral  | Jernih              | 0.60%      | 0%           | 99.40%      |
| 3                 | Air Mineral  | Jernih              | 0.80%      | 0%           | 99.20%      |
| 4                 | Air Mineral  | Jernih              | 0.70%      | 0%           | 99.30%      |
| 5                 | Air Mineral  | Jernih              | 0.60%      | 0%           | 99.40%      |
| 6                 | Air Mineral  | Jernih              | 0.90%      | 0%           | 99.10%      |
| 7                 | Teh          | Keruh               | 37%        | 50%          | 74%         |
| 8                 | Teh          | Keruh               | 41%        | 50%          | 82%         |
| 9                 | Teh          | Keruh               | 42%        | 50%          | 84%         |
| 10                | Teh          | Keruh               | 39%        | 50%          | 78%         |
| 11                | Teh          | Keruh               | 44%        | 50%          | 88%         |
| 12                | Teh          | Keruh               | 42%        | 50%          | 84%         |
| 13                | Kopi         | Sangat Keruh        | 95.90 %    | 100%         | 95.90%      |
| 14                | Kopi         | Sangat Keruh        | 94.10 %    | 100%         | 94.10%      |
| 15                | Kopi         | Sangat Keruh        | 93.70 %    | 100%         | 93.70%      |
| 16                | Kopi         | Sangat Keruh        | 94.60 %    | 100%         | 94.60%      |
| 17                | Kopi         | Sangat Keruh        | 96%        | 100%         | 96%         |
| 18                | Kopi         | Sangat Keruh        | 99%        | 100%         | 99%         |
| Rata-rata akurasi |              |                     |            |              | 92.16%      |

**3.6. Pengujian Sensor Analog pH Meter Kit**

Analisis pada proses pengujian sensor Analog pH meter Kit memerlukan proses kalibrasi dengan mencatat nilai tegangan pada saat sensor membaca larutan pH 4.00 dan pH 7.00.

Setelah proses kalibrasi sensor selesai maka dapat dilakukan pengujian kembali terhadap 2 kondisi larutan yang berbeda. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali, selanjutnya nilai tingkat keasaman dari pembacaan sensor akan dibandingkan dengan tingkat keasaman larutan yang sebenarnya.

Tabel 3 Pengujian Sensor Analog pH Meter Kit

| Percobaan | Hasil Pembacaan Sensor | Tingkat pH Larutan | Akurasi (%) |
|-----------|------------------------|--------------------|-------------|
|-----------|------------------------|--------------------|-------------|

|                   |      |      |        |
|-------------------|------|------|--------|
| 1                 | 4.00 | 4.00 | 100%   |
| 2                 | 4.01 | 4.00 | 99.75% |
| 3                 | 4.03 | 4.00 | 99.25% |
| 4                 | 4.01 | 4.00 | 99.75% |
| 5                 | 4.00 | 4.00 | 100%   |
| 6                 | 4.01 | 4.00 | 99.75% |
| 7                 | 6.98 | 7.00 | 99.72% |
| 8                 | 7.00 | 7.00 | 100%   |
| 9                 | 6.98 | 7.00 | 99.72% |
| 10                | 7.00 | 7.00 | 100%   |
| 11                | 7.00 | 7.00 | 100%   |
| 12                | 7.00 | 7.00 | 100%   |
| Rata – rata error |      |      | 99.82% |

**4. KESIMPULAN**

Implementasi sensor memerlukan beberapa penyesuaian yang perlu diperhatikan agar sistem dapat mengakuisisi data. Peletakan sensor harus sesuai dengan karakteristik dan menyesuaikan objek yang akan di ukur sensor agar sensor dapat bekerja dengan optimal, selalu menjaga kebersihan gelas madu dan sensor pH, melakukan kalibrasi seluruh sensor. Seluruh sensor dapat mengetahui karakteristik sampel madu dengan baik dan sesuai harapan.

Algoritma JST *backpropagation* dapat mengambil keputusan untuk menentukan kemurnian dan jenis-jenis madu dari 900 data yang diambil menggunakan bantuan MLP *Topology Workbench* dengan *learning rate* 0.001 dan menggunakan struktur jaringan 3 parameter *input* (Red, Clarity, pH), 1 lapis *hidden layer* yang berisi 24 *perceptron*, dan 1 *output* yang terbagi menjadi 6 kelas dengan fungsi aktivasi sigmoid mendapatkan waktu training selama 2 jam 23 menit 14 detik. Dari proses pengujian 18 dataset yang dipilih secara acak yang di uji didapatkan akurasi algoritma JST mencapai 90.26%, sehingga dapat disimpulkan bahwa algoritma JST *backpropagation* ini memiliki tingkat akurasi yang sangat baik.

Dari pengujian keseluruhan sistem, terbukti sistem dapat mengklasifikasikan ke 6 jenis sampel dari 18 percobaan hanya terdapat 1 kesalahan pembacaan. Dengan waktu komputasi 0.80076 detik dan ditambahkan delay 3 detik untuk memberi jeda pada LCD agar dapat dibaca oleh pengguna.

**5. DAFTAR PUSTAKA**

Adriansyah. (2019). Implementasi Metode Klasifikasi Bayes Untuk Penentuan Keaslian Madu Lebah Berbasis Embedded System: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/4550>

Avry, P. (2019). Karakteristik Madu Lebah Hutan (Apis Dorsata Fabr.) Dari Berbagai Bioregion Di Riau (Apis dorsata Forest Honey Characteristics from Bioregions in Riau): <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPHH/article/view/5205/4835>

Fadhli, R. (2020, Desember). Kenali Manfaat madu Hutan bagi Kesehatan Tubuh: <https://www.halodoc.com/artikel/kenali-manfaat-madu-hutan-bagi-kesehatan-tubuh>

Kurnia, A. (2021, Maret). Madu Klanceng vs Madu Biasa, Kenali Kelebihan dan Khasiatnya untuk Kesehatan: <https://www.merdeka.com/trending/madu-klanceng-vs-madu-biasa-kenali-kelebihan-dan-khasiatnya-untuk-kesehatan-klnc.html>

Maylee, L. (2019). Everything You Need To Know About Fake Honey: <https://mynaturi.com/blogs/natucademy/everything-you-need-to-know-about-fake-honey>

National Honey Board. (2006). Carbohydrate and the Sweetness of Honey: [www.nhb.org](http://www.nhb.org).

Rahmad, F. (2019). Jaringan Syaraf Tiruan - Pengertian, Kelebihan, Kekurangan, dan Manfaat: <https://duniapemrogramanque.blogspot.com/2019/08/jaringan-syaraf-tiruan.html>

Rina, E. (2021). Madu Klanceng, Madu Asam dengan Segudang Manfaat: <https://bantulkab.go.id/berita/detail/4724/madu-klanceng--madu-asam-dengan-segudang-manfaat.html>

Syarief. (2021). Klasifikasi Sumber Nektar Madu berdasarkan Kecerahan dan Warna dengan Metode Naive Bayes berbasis Embedded System: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/9590>

Syifa. (2021). 4 Cara Sederhana Uji Keaslian Madu:  
<https://www.kompas.com/food/read/2021/07/24/113300375/4-cara-sederhana-uji-keaslian-madu-larutkan-dengan-air-dingin?page=all>