

Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Pinang Menggunakan Backpropagation dan Transformasi Ruang Warna

Stefanus Ndala, Albertus Joko Santoso, Suyoto

Magister Teknik Informatika, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Kampus III, Jalan Babarsari Yogyakarta, Indonesia 55281

e-mail: stefanusndala87@gmail.com, albjoko@staff.uajy.ac.id, suyoto@staff.uajy.ac.id

Abstract

Areca nut is one of the fruits that is very popular because it has many benefits. In the world of areca nut farming has its own characteristics, namely skin color. For green skin is raw betel nut, for yellowish green skin is mature betel nut, and for yellow skin is old areca nut. In this paper, it presents an application design that serves to identify the maturity of areca nuts by using Backpropagation and Color space transformation. Backpropagation test results can be seen from the output produced based on a predetermined target. There are three conditions that are used as parameters which are raw, mature, and old with RGB value ranges for each different condition. The data used were 30 image samples. Distance of shooting from camera to object 50 cm. The test results showed accuracy of 20%, 26.66%, and 30%.

Keywords: *Areca Fruit; Backpropagation; RGB; Matlab.*

Abstrak

Pinang merupakan salah satu buah yang sangat populer karena memiliki banyak manfaat. Dalam dunia pertanian buah pinang mempunyai ciri tersendiri yaitu warna kulit. Untuk kulit yang berwarna hijau adalah pinang mentah, untuk kulit yang berwarna hijau kekuningan adalah pinang matang, dan untuk kulit yang berwarna kuning adalah pinang tua. Pada paper ini, menyajikan perancangan aplikasi yang berfungsi untuk mengidentifikasi kematangan buah pinang dengan menggunakan *Backpropagation* dan Transformasi ruang warna. Hasil pengujian *Backpropagation* terlihat dari output yang dihasilkan berdasarkan target yang sudah ditentukan sebelumnya. Ada tiga kondisi yang digunakan sebagai parameter yaitu mentah, matang, dan tua dengan rentang nilai RGB untuk setiap kondisi yang berbeda-beda. Data yang digunakan sebanyak 30 sampel citra. Jarak pengambilan gambar dari kamera ke objek 50 cm. Hasil pengujian memperoleh akurasi sebesar 20% pinang mentah, 26,66% pada pinang matang dan 30% pada pinang tua.

Kata kunci: *Buah Pinang; Backpropagation; RGB; Matlab.*

1. Pendahuluan

Dalam bidang pertanian, buah pinang dikenal sebagai salah satu komoditi ekspor yang menjanjikan didaerah bagian pasifik, Asia dan Afrika Timur. Tanaman pinang umumnya terdapat diberbagai kota besar di Indonesia di antaranya Aceh, Batak Toba, Irian jaya, Nusa Tenggara Timur, dan Maluku. Pada biji pinang matang biasanya mengandung alkaloida yang terdapat racun sehingga bisa merangsang otak apabila mengkonsumsi secara berlebihan, sedangkan pada biji pinang muda bisa dimanfaatkan untuk membuat jus, dan juga bisa meningkatkan sel sperma pada pria. Buah pinang muda juga sangat bermanfaat untuk dikonsumsi bagi anak usia diatas 8 tahun karena hal ini dipercaya bisa menguatkan gusi dan gigi [1]. Di Kabupaten Nagekeo Provinsi Nusa Tenggara Timur umumnya sangat sulit membedakan warna kulit buah pinang mentah, matang, dan tua. Masyarakat Kabupaten Nagekeo membedakan warna kulit pada buah pinang masih manual yaitu cara tradisional dengan indra penglihatan sehingga sering terjadi kekeliruan pada saat penyortiran. Dengan menggunakan Jaringan syaraf tiruan, maka akan dibuat suatu Aplikasi yang mampu mengidentifikasi kematangan buah pinang dengan Algoritma *Backpropagation* dan Transformasi Ruang Warna, sehingga bisa mengatasi permasalahan dalam mengidentifikasi buah pinang berdasarkan warna kulit buah [2].

Aplikasi kematangan buah memang sangat berguna bagi kepentingan masyarakat umum sehingga dapat diidentifikasi lebih dini. Beberapa penelitian di berbagai bidang menggunakan metode *Backpropagation* dan Transformasi Ruang Warna. Penelitian sebelumnya melakukan penelitian yang berjudul "Deteksi kematangan buah pisang berdasarkan fitur warna citra kulit pisang menggunakan metode transformasi ruang warna HIS". Pada penelitian ini hasil deteksi yang di lakukann dengan menggunakan metode transformasi ruang warna HIS mempunyai akurasi persentase yang cukup baik, yaitu 70% [3]. Penelitian lain Hasil dari penelitian ini adalah berdasarkan warna RGB dengan data pelatihan 30 sampel dan data pengujian 18 sampel sehingga akurasi persentasenya yang sangat baik

yaitu 94,44% [4]. Sella dkk, melakukan penelitian yang berjudul "Identifikasi kematangan buah tomat berdasarkan warna menggunakan metode jaringan syaraf tiruan". Dari hasil identifikasi menunjukkan keberhasilan identifikasi kematangan buah tomat dengan menggunakan pembelajaran perceptron dari 30 sampel buah maka didapatkan tingkat akurasi sebesar 43,33% [5]. Tantry Meilany Siregar, Lukman Adlin Harahap, dan Ainun Rohanah (2015) melakukan penelitian yang berjudul "Identifikasi kematangan buah pisang dengan teknik jaringan syaraf tiruan". Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian dengan 20 sampel buah pisang, terlihat bahwa pada proses pelatihan semua data dapat dikenali dengan baik, sebaliknya pada proses pengujian terdapat dua sampel yang tidak dikenali hal ini disebabkan karena tingkat kesalahan yang digunakan masih terlalu besar sehingga tingkat akurasi yang didapatkan sebesar 95% [6].

Dari beberapa penelitian terdahulu di atas, dapat dijadikan tolak ukur untuk pengembangan Identifikasi kematangan buah pinang menggunakan metode *Backpropagation* dan transformasi ruang warna dapat digunakan sebagai referensi tambahan yang akan diterapkan pada penelitian ini.

2. Metode Penelitian

Metode deskriptif digunakan dalam penelitian ini yaitu mengidentifikasi adanya permasalahan yang signifikan untuk dipecahkan melalui metode deskriptif, membatasi dan merumuskan permasalahan secara jelas, menentukan tujuan dan manfaat penelitian, melakukan studi pustaka yang berkaitan dengan permasalahan, menentukan kerangka berfikir dan pertanyaan penelitian dan atau hipotesis penelitian. Metode penelitian yang hendak digunakan termasuk menentukan populasi, sampel, teknik sampling, instrument pengumpulan data, dan menganalisis data, mengumpulkan, mengorganisasi data dengan menggunakan teknik statistik yang relevan, dan terakhir membuat laporan penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data yang diperlukan untuk mendukung penelitian ini adalah dengan mengambil data citra buah pinang mentah, matang, dan tua untuk dijadikan sebagai data pelatihan dan pengujian dengan jarak pengambilan citra dari kamera ke objek 50 cm. Data yang dikumpulkan berupa 30 sampel buah pinang dengan masing-masing citra yang sesuai yaitu 10 buah pinang mentah, 10 buah pinang matang, dan 10 buah pinang tua. Berikut adalah contoh sampel buah pinang mentah, matang, dan tua.

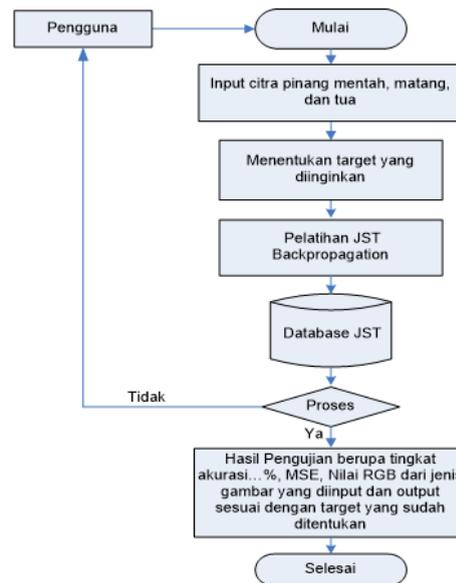


Gambar 1. Sampel buah pinang mentah, matang, dan tua

2.2. Sistem Identifikasi

Pada Gambar 1 menunjukkan alur penelitian yang dilakukan yaitu dengan memulai proses identifikasi dengan menginput salah satu citra buah pinang yaitu mentah, matang, atau tua. Tahap selanjutnya menentukan target yang diinginkan. Tahap berikutnya proses pelatihan JST *Backpropagation*. Setelah proses pelatihan maka data akan disimpan dalam database user. Tahap selanjutnya sistem akan melakukan proses identifikasi.

Selanjutnya jika proses identifikasi sudah dapat dikenali sesuai target, maka akan tampil hasil pengujian *Backpropagation* dan transformasi ruang warna berupa tingkat akurasi, MSE, dan Nilai RGB. Apabila dalam proses identifikasi belum dapat dikenali sesuai target, maka pengguna disarankan untuk menginput ulang salah satu citra buah pinang (melakukan proses dari awal).



Gambar 2. Alur sistem identifikasi kematangan buah pinang

2.1. Pelatihan Algoritma *Backpropagation*

Pelatihan *Backpropagation* dilakukan melalui langkah-langkah berikut ini:

1. Hitung output dari setiap elemen pemroses melalui lapisan input.
2. Hitung error dari selisih antara data aktual dan target.
3. Transformasikan error sesuai di sisi input elemen pemroses.
4. Propagasi balik error. Ulangi proses ini sampai input tercapai.
5. Ubah seluruh bobot dengan menggunakan kesalahan pada sisi elemen input dan elemen output pemroses yang terhubung.

Persamaan untuk menghitung neuron pada lapisan tersembunyi:

$$Z_{in_j} = v0_j + \sum_{i=1}^n x_i \cdot v_{ij} \quad (1)$$

$$z_j = f(z_{in_j}) \quad (2)$$

Persamaan untuk menghitung neuron pada lapisan *output*:

$$Y_{in_j} = w0_j + \sum_{i=1}^n z_i \cdot v_{ij} \quad (3)$$

$$y_j = f(y_{in_j}) \quad (4)$$

Lalu menghitung kesalahan (error) antara target dengan output yang dihasilkan jaringan :

$$\delta_j = (t_j - y_j) \quad (5)$$

Persamaan untuk mengubah bobot:

$$w_{ij}(\Delta w_{ij}) \quad (6)$$

$$\Delta W_{ij} = \alpha \delta_j z_i \quad (7)$$

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (8)$$

2.2. Pengujian *Backpropagation*

Pengujian dilakukan melalui feedforward dengan langkah-langkah sebagai berikut:

0. Inisialisasi bobot
1. Untuk setiap vektor *input*, kerjakan langkah 2 – 4
2. Untuk $i=1, \dots, n$: set aktivasi unit *input* X_i

3. Untuk $j=1, \dots, p$

$$z_{in_j} = v_{oj} + \sum_i x_i \cdot v_{ij} \quad (9)$$

$$z_j = f(z_{in_j}) \quad (10)$$

4. Untuk $k=1, \dots, p$

$$y_{in_j} = w_0 + \sum_i z_j \cdot w_{ij} \quad (11)$$

$$y_j = f(y_{in_j}) \quad (12)$$

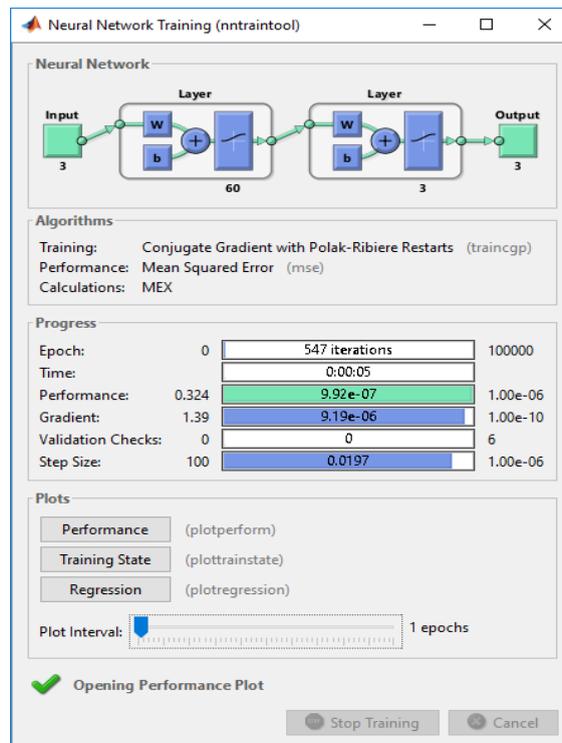
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian *Backpropagation*

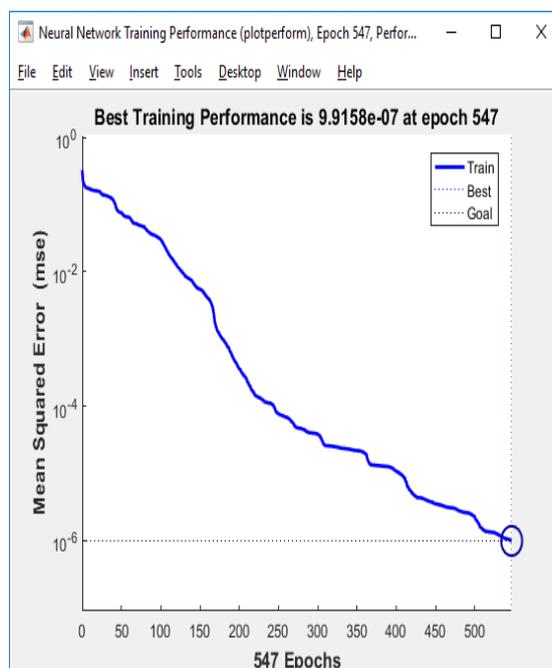
Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian menggunakan metode *Backpropagation* dengan citra uji yaitu pinang mentah, matang dan tua. Epoch yang digunakan adalah 100000, dan MSE atau tingkat kesalahan 0,000001. Sesuai dengan target yang sudah ditentukan maka, hasil yang diperoleh harus betul-betul akurat walaupun mendekati target yang diinginkan

Tabel 1. Hasil pengujian *Backpropagation*

Citra Uji	Epoch	Goal MSE	Target	Output	Hasil	Keterangan
Mentah	100000	0.000001	1.0.0	3	0.9970, 0.0019, 0.0001	Tidak dikenali
Mentah	100000	0.000001	1.0.0	3	0.9977, 0.0020, 0.0001	Tidak dikenali
Mentah	100000	0.000001	1.0.0	3	0.0023, 0.0014, 0.0004	Tidak dikenali
Mentah	100000	0.000001	1.0.0	3	0.9995, 0.0000, 0.0006	Dikenali
Mentah	100000	0.000001	1.0.0	3	0.9987, 0.0002, 0.0003	Tidak dikenali
Mentah	100000	0.000001	1.0.0	3	0.9993, 0.0001, 0.0005	Dikenali
Mentah	100000	0.000001	1.0.0	3	0.9994, 0.0000, 0.0017	Dikenali
Mentah	100000	0.000001	1.0.0	3	0.9992, 0.0000, 0.0021	Dikenali
Mentah	100000	0.000001	1.0.0	3	0.9997, 0.0000, 0.0006	Dikenali
Mentah	100000	0.000001	1.0.0	3	0.9996, 0.0000, 0.0008	Dikenali
Matang	100000	0.000001	0.1.0	3	0.0004, 1.0000, 0.0000	Dikenali
Matang	100000	0.000001	0.1.0	3	0.0014, 1.0000, 0.0000	Dikenali
Matang	100000	0.000001	0.1.0	3	0.0002, 1.0000, 0.0000	Dikenali
Matang	100000	0.000001	0.1.0	3	0.0001, 1.0000, 0.0000	Dikenali
Matang	100000	0.000001	0.1.0	3	0.0002, 0.9999, 0.0008	Dikenali
Matang	100000	0.000001	0.1.0	3	0.0003, 0.9999, 0.0003	Dikenali
Matang	100000	0.000001	0.1.0	3	0.0016, 0.9999, 0.0004	Dikenali
Matang	100000	0.000001	0.1.0	3	0.0002, 0.9999, 0.0007	Dikenali
Matang	100000	0.000001	0.1.0	3	0.0015, 0.9967, 0.0025	Tidak dikenali
Matang	100000	0.000001	0.1.0	3	0.0018, 0.9982, 0.0000	Tidak dikenali
Tua	100000	0.000001	0.0.1	3	0.0005, 0.0004, 0.9993	Dikenali
Tua	100000	0.000001	0.0.1	3	0.0010, 0.0002, 0.9991	Dikenali
Tua	100000	0.000001	0.0.1	3	0.0009, 0.0002, 0.9996	Dikenali
Tua	100000	0.000001	0.0.1	3	0.0004, 0.0002, 0.9997	Dikenali
Tua	100000	0.000001	0.0.1	3	0.0017, 0.0002, 0.9984	Tidak dikenali
Tua	100000	0.000001	0.0.1	3	0.0007, 0.0002, 0.9994	Dikenali
Tua	100000	0.000001	0.0.1	3	0.0012, 0.0002, 0.9990	Dikenali
Tua	100000	0.000001	0.0.1	3	0.0001, 0.0023, 0.9992	Dikenali
Tua	100000	0.000001	0.0.1	3	0.0003, 0.0004, 0.9996	Dikenali
Tua	100000	0.000001	0.0.1	3	0.0008, 0.00026, 0.9996	Dikenali



(a)



(b)

Gambar 3. Tampilan hasil pelatihan dengan jaringan syaraf tiruan

Gambar 2 (a) merupakan proses pelatihan jaringan syaraf tiruan dengan menggunakan datalatih. Dalam prose pelatihan ini menggunakan 3 input, 60 neuron, 1 *hidden layer* dan 3 output. Apabila proses pelatihan sudah selesai, maka secara otomatis *performance* atau goalnya sudah bisa diketahui. Pertama-tama yang harus dilakukan adalah menguji coba dengan menginput nilai bobot dari kolom 1 citra 1 samapi kolom 30 citra 30 melalui *hidden layer* dan hasilnya akan diketahui melalui output layer, hal ini dikatakan 1 epoch. Jika outputnya belum sesuai dengan target yang ditentukan maka lakukan epoch kedua sampai 100000 epoch sehingga hasil output dari target yang sudah ditentukan dapat diketahui. Gambar 2 (b) merupakan tampilan *Means Squared Error* dengan 547 epoch dari 100000 epoch yang sudah ditentukan sebelumnya [7].

3.2. Hasil Data Pelatihan

Hasil data pelatihan aplikasi identifikasi kematangan buah pinang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data pelatihan

Sampel Buah	Bobot Nilai			Klasifikasi	Keterangan	Hasil Pengujian
	R	G	B			
1	1218011	1205290	1137311	Mentah	Dikenali	Benar
2	1205110	1193556	1125868	Mentah	Dikenali	Benar
3	1218537	1202381	1126826	Mentah	Dikenali	Benar
4	1241694	1225549	1140698	Mentah	Dikenali	Benar
5	1261513	1240040	1152349	Mentah	Dikenali	Benar
6	1286545	1260711	1168140	Mentah	Dikenali	Benar
7	1362550	1324059	1220406	Mentah	Dikenali	Benar
8	1394871	1351279	1241772	Mentah	Dikenali	Benar
9	1449799	1392710	1268329	Mentah	Dikenali	Benar
10	1385396	1337451	1211188	Mentah	Dikenali	Benar
11	1698525	1573506	1325336	Matang	Dikenali	Benar
12	1476053	1467167	1047103	Matang	Dikenali	Benar
13	1736454	1616662	1351012	Matang	Dikenali	Benar
14	1367632	1402476	898691	Matang	Dikenali	Benar
15	1840090	1702601	1406504	Matang	Dikenali	Benar
16	1375361	1420922	923189	Matang	Dikenali	Benar
17	1359895	1412994	908101	Matang	Dikenali	Benar
18	1378230	1331004	1177973	Matang	Dikenali	Benar
19	1370307	1324670	1173554	Matang	Dikenali	Benar
20	1361629	1318497	1169166	Matang	Dikenali	Benar
21	2001707	1611461	1025316	Tua	Dikenali	Benar
22	2006477	1534503	921698	Tua	Dikenali	Benar
23	1908207	1570812	1175022	Tua	Dikenali	Benar
24	1963363	1625989	1235701	Tua	Dikenali	Benar
25	1471551	1056747	650470	Tua	Dikenali	Benar
26	1415459	1035607	665040	Tua	Dikenali	Benar
27	1405036	1153335	908185	Tua	Dikenali	Benar
28	1402652	1103566	814447	Tua	Dikenali	Benar
29	1462138	1252900	1039733	Tua	Dikenali	Benar
30	1463306	1240326	1011494	Tua	Dikenali	Benar

Tabel 2 di atas menjelaskan bahwa 30 sampel citra buah pinang yang dilatih dengan bentuk indeks warna RGB, dengan klasifikasi 10 buah mentah, 10 buah matang, dan 10 buah tua, dengan keterangan semuanya dikenali [8]. Berikut adalah hasil persentase keberhasilan identifikasi:

$$\frac{\text{Jumlah data pelatihan yang dikenali}}{\text{Jumlah seluruh data pelatihan}} \times 100\% \quad (13)$$

$$= \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

Tabel 3. Data pengujian

Sampel Buah	Bobot Nilai			Klasifikasi	Keterangan	Hasil Pengujian
	R	G	B			
1	1109626	1091022	862064	Mentah	Tidak dikenali	Salah
2	514812	552773	477019	Mentah	Tidak dikenali	Salah
3	1023185	1088948	902874	Mentah	Tidak dikenali	Salah
4	559970	581588	534728	Mentah	Dikenali	Benar
5	533537	553364	502074	Mentah	Tidak dikenali	Salah
6	523050	540168	500171	Mentah	Dikenali	Benar
7	436949	440082	451256	Mentah	Dikenali	Benar
8	428397	431649	444443	Mentah	Dikenali	Benar
9	447974	466404	467250	Mentah	Dikenali	Benar

10	505705	511038	504535	Mentah	Dikenali	Benar
11	1004152	1085313	712303	Matang	Dikenali	Benar
12	1013722	1100840	719288	Matang	Dikenali	Benar
13	1019782	1113712	781150	Matang	Dikenali	Benar
14	987866	1095377	743806	Matang	Dikenali	Benar
15	544603	537446	430133	Matang	Dikenali	Benar
16	469981	488033	375799	Matang	Dikenali	Benar
17	454818	473997	354036	Matang	Dikenali	Benar
18	522165	517748	395894	Matang	Dikenali	Benar
19	550019	543559	469399	Matang	Tidak dikenali	Salah
20	1449849	1496321	1003120	Matang	Tidak dikenali	Salah
21	446514	427652	414278	Tua	Dikenali	Benar
22	462450	445779	434285	Tua	Dikenali	Benar
23	535962	507835	483421	Tua	Dikenali	Benar
24	558874	524053	497665	Tua	Dikenali	Benar
25	540430	519360	504769	Tua	Tidak dikenali	Salah
26	491130	471063	456947	Tua	Dikenali	Benar
27	485683	468330	456836	Tua	Dikenali	Benar
28	537692	487057	448108	Tua	Dikenali	Benar
29	511590	472109	445423	Tua	Dikenali	Benar
30	523369	483780	456061	Tua	Dikenali	Benar

Tabel 3 di atas menunjukkan pengujian yang digunakan sebanyak 30 sampel citra buah pinang yang belum pernah dilatih sistem. Dari hasil pengujian sistem identifikasi tingkat kematangan buah pinang dengan metode Transformasi Ruang Warna terlihat bahwa keberhasilan dalam mengidentifikasi kematangan buah pinang secara keseluruhan adalah sebesar 76,66%, dengan total pengujian 30 sampel, pengujian benar 23 sampel, dan pengujian salah 7 sampel [9]. Berikut adalah hasil persentase keberhasilan identifikasi:

$$\frac{\text{Jumlah data pelatihan yang dikenali}}{\text{Jumlah seluruh data pelatihan}} \times 100\% \quad (14)$$

$$\frac{23}{30} \times 100\% = 76,66\%$$

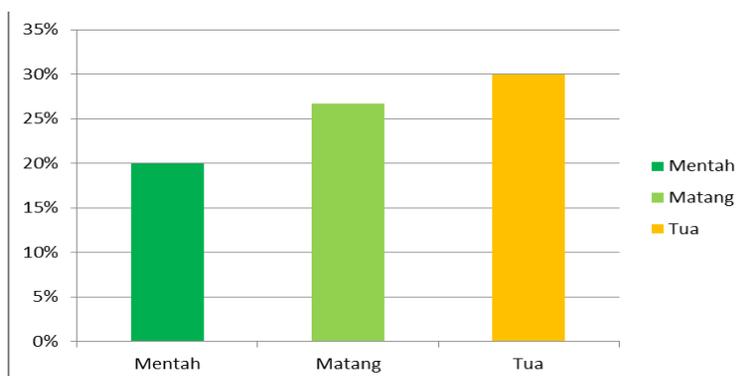
Tabel 4. Pengujian akurasi

Kategori Pinang	Jumlah Sampel	Sesuai	Error	Tingkat Akurasi
Mentah	10	6	4	20%
Matang	10	8	2	26,66%
Tua	10	9	1	30%

Dari hasil identifikasi pada Tabel 4 didapatkan tingkat keberhasilan identifikasi kematangan buah pinang menggunakan metode *Backpropagation* dan Transformasi Ruang Warna. Proses identifikasi tingkat kematangan buah pinang terdapat beberapa perbedaan tingkat akurasi. Untuk buah pinang mentah tingkat akurasi uji yang didapat 20%, buah pinang matang 26,66%, dan buah pinang tua 30% [10].

Data di atas dapat dilihat bahwa sistem yang telah dibangun dapat mengenali beberapa gambar. Tingkat keberhasilan identifikasi kematangan buah pinang sebesar 76,66%, hal ini dilakukan secara berulang kali sampai mendapatkan hasil yang maksimal sesuai dengan target yang sudah ditentukan sebelumnya. Untuk tabel data pengujian terlihat jelas bahwa 23 sampel citra hasil identifikasi yang dikenali dan 7 sampel citra hasil identifikasi yang tidak dikenali dari 30 jumlah sampel citra secara keseluruhan. Proses pelatihan dan pengujian sistem menggunakan tingkat kesalahan 0,000001 dan 100000 Epoch.

Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan bahwa tingkat akurasi yang tertinggi 30% adalah jenis citra buah pinang tua, sedangkan 26,66% untuk jenis citra buah pinang matang, dan yang terkecil 20% untuk jenis citra buah pinang mentah.



Gambar 4. Grafik tingkat akurasi kematangan buah pinang

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian aplikasi dengan tingkat akurasi secara keseluruhan sebesar 76,66% maka dapat ditarik kesimpulan bahwa identifikasi kematangan buah pinang dengan metode *Backpropagation* dan Transformasi Ruang Warna berdasarkan tiga kondisi parameter mentah, matang, dan tua dengan jarak pengambilan citra dari kamera ke objek 50 cm. Aplikasi ini diharapkan dapat berguna bagi masyarakat Nagekeo Provinsi Nusa Tenggara Timur dalam mengidentifikasi kematangan buah pinang berdasarkan warna kulit sehingga tidak terjadi kekeliruan pada saat penyortiran. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat dikembangkan proses identifikasinya lebih dari tiga jenis buah dan diperbaharui untuk fitur tambahan aplikasi kematangan buah pinang sehingga dapat mempermudah pengguna. Untuk perancangan aplikasi selanjutnya diharapkan yang berbasis *smartphone* sehingga dapat diakses oleh semua orang.

Referensi

- [1] B. Toba, N. Tenggara, P. Kemerdekaan, J. Tanaman, and P. Lainnya, "Pinang," pp. 1–6, 2012.
- [2] T. A. Wijaya, H. Ginardi, and W. N. Khotimah, "Paduan Elemen Warna Sa * b * pada Analisa Urin Dipstick dari Citra Hasil Kamera Smartphone dengan Jaringan *Backpropagation*," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi* vol. 5, no. 1, pp. 404–415, 2014.
- [3] M. Detection, C. Transformation, and D. Kematangan, "Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS (Banana Fruit Detection Based on Banana Skin Image Features Using HSI Color Space Transformation Method)," *JUITA*, vol. V, no. 1, pp. 15–21, 2017.
- [4] D. G. Agian, L. A. Harahap, and S. Panggabean, "Identification of Passion fruit Maturity with Image Processing Using Artificial Neural Network," *J.Rekayasa Pangan dan Pert.*, vol. 3, no. 3, pp. 365–370, 2015.
- [5] S. Kusumaningtyas and R. A. Asmara, "Identifikasi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan," *J. Inform. Polinema*, vol. 2, no. 2, pp. 72–75, 2016.
- [6] T. M. Siregar, L. A. Harahap, and A. Rohanah, "Identification Of Banana Maturity (Musa Paradisiaca) With Artificial Neural Network," *J.Rekayasa Pangan dan Pert.*, vol. 3, no. 2, pp. 261–265, 2015.
- [7] C. D. Suhendra and R. Wardoyo, "Penentuan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* (Bobot Awal dan Bias Awal) Menggunakan Algoritma Genetika," *Ijccs*, vol. 9, no. 1, pp. 77–88, 2015.
- [8] F. Y. Manik and K. S. Saragih, "Klasifikasi Belimbing Menggunakan Naïve Bayes Berdasarkan Fitur Warna RGB," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.*, vol. 11, no. 1, p. 99, 2017.
- [9] I. F. Sen, "Deteksi Kematangan Buah Rambutan Berdasarkan Warna Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform," *Gener. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 40–47, 2018.
- [10] K. D. Septiaji and K. Firdausy, "Deteksi Kematangan Daun Selada (*Lactuca Sativa L*) Berbasis Android Menggunakan Nilai RGB Citra", *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, vol. 4, no. 1, pp. 20–27, 2018.