

Klasifikasi Jenis Buah Mangga dengan Metode *Backpropagation*

Jamaludin¹, Chaerur Rozikin², Agung Susilo Yuda Irawan³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika,

Fakultas Ilmu Komputer,

Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang

¹jamaludin.16124@student.unsika.ac.id, ²chaerur.rozikin@staff.unsika.ac.id, ³agung@unsika.ac.id

Abstrak

Di Indonesia buah mangga merupakan tanaman yang tumbuh subur. Namun pemilihan jenis mangga sendiri masih dilakukan secara manual yakni memilah jenis mangga dengan membanding warna, bentuk dan ukuran. Salah satu perkembangan teknologi pada bidang perindustrian yakni jaringan syaraf tiruan yang mampu belajar sendiri layaknya manusia. Dalam penelitian ini dibuat sebuah sistem yang mampu mengklasifikasi jenis-jenis mangga. Sistem yang akan dibangun ini menerapkan jaringan syaraf tiruan untuk pemodelannya dan menggunakan ekstraksi ciri berupa *mean* RGB dan standar deviasi RGB, perimeter, luas, panjang, lebar, kebulatan, dan kerampingan. Pada proses percobaan klasifikasi jenis buah mangga digunakan jaringan syaraf tiruan propagasi balik (*backpropagation*) dengan melakukan variasi 2 model, yakni *traingdx* dan *trainlm* dan fungsi transfer *layer* logsig dan fungsi transfer output *purelin*. Model pengujian yang digunakan pada proses klasifikasi adalah *k-fold cross validation* dengan dasar variasi *epoch*, *goal*, dan *learning rate* dari pengujian menggunakan *holdout validation*. Berdasarkan hasil percobaan, didapat akurasi terbaik dengan 1 *hidden layer* sebesar 100% dengan waktu 10,45 detik kemudian pengujian k-fold menghasilkan rata-rata akurasi tertinggi 95,31% dengan rata-rata waktu 0,06 detik.

Kata kunci: Jaringan syaraf tiruan, mangga, *mean* RGB, standar deviasi RGB, perimeter, *backpropagation*

Abstract

In Indonesia, the mango trees flourish and fruit abundantly. However, the selection of mango species is still done manually, namely sorting the types of mangoes by comparing their colors, shapes and sizes. One of the technological developments in the industrial sector is the neural networks that are able to learn on their own like humans. In this research, a system that can classify the types of mangoes is made. The system to be built implements an artificial neural network for the model and uses feature extraction in the form of mean RGB and standard deviation RGB, perimeter, area, length, width, roundness, and slenderness. The backpropagation artificial neural networks is utilized to classify the mango fruit types by varying 2 models, namely *traingdx* and *trainlm* and also employing the logsig layer transfer function and the *purelin* output transfer function. The testing approach used in the classification process is *k-fold cross validation* on the basis of variations in *epoch*, *goal*, and *learning rate* using *holdout validation*. Based on the experimental results, the best accuracy is 100% which is obtained with 1 hidden layer and with a processing time of 10.45 seconds, and then the k-fold test yields the highest average accuracy of 95.31% with an average time of 0.06 seconds.

Keywords: Artificial neural networks, mango, mean RGB, standard deviation of RGB, perimeter, backpropagation

1. Pendahuluan

Dengan adanya perkembangan teknologi membuat manusia tertarik untuk menciptakan hal-hal baru yang lebih berguna di masa yang akan datang. Salah satunya dalam bidang perkebunan di mana kemajuan teknologi ini sangatlah dibutuhkan untuk menunjang kegiatan-kegiatan yang ada pada bidang perkebunan terutama dalam pengolahan hasil pertanian dan perkebunan. Di Indonesia tanaman buah mangga tumbuh subur baik di daerah rendah yang berhawa panas, tapi juga masih bisa ditanam sampai dataran tinggi yang berhawa sedang.

Mangga memiliki nama ilmiah adalah *Mangifera Indica* yang mengandung arti “buah mangga yang berasal dari India” [1]. Jenis-jenis mangga yang beredar di masyarakat bermacam-macam, yaitu Mangga Gedong, Mangga Harum Manis, Mangga Cengkir, Mangga Golek, Mangga Gincu, dan sebagainya. Proses pemisahan buah mangga berdasarkan jenisnya masih dilakukan secara manual yakni berdasarkan bentuk, ukuran, dan warna pada buah mangga. Dengan proses pemilahan secara manual ini tentunya memerlukan waktu yang lama. Oleh karena itu, diperlukan cara untuk menentukan jenis buah mangga dengan cepat, akurat, dan mudah untuk dioperasikan. Pemanfaatan teknologi pengolahan citra digital (*image processing*) yang dikombinasikan dengan jaringan syaraf tiruan metode *backpropagation* mampu mengidentifikasi jenis buah mangga. *Backpropagation* merupakan suatu teknik pembelajaran atau pelatihan jenis *supervised learning*. Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola yang kompleks karena di dalam jaringan ini setiap unit berada di lapisan input output [2].

Beberapa penelitian sebelumnya pernah membahas klasifikasi jenis yakni klasifikasi jenis kendaraan dengan mengidentifikasi video yang diambil pada waktu pagi, siang siang dan malam hari menggunakan algoritma *backpropagation* [3]. Ekstraksi ciri berupa mean dari RGB dan standar deviasi dari RGB. Sementara pada penelitian [4], ekstraksi ciri berupa *mean*, standar deviasi, kurtois, *skewness* dan *entropy*, *uniformity* dan *smoothness* digunakan untuk mengklasifikasi jamur layak konsumsi dengan hasil akurasi sebesar 97%. Penelitian lainnya yang menggunakan metode *backpropagation* adalah aplikasi untuk yang mengidentifikasi jenis buah pisang dengan *image processing* menggunakan operasi morfologi, perimeter, dan ekstraksi ciri berupa *mean* dan standar deviasi dengan tingkat akurasi sebesar 89,99 % [5].

Berdasarkan pengamatan tersebut, maka dilakukan penelitian tentang implementasi aplikasi untuk mengidentifikasi jenis buah mangga dengan memanfaatkan pengolahan citra digital (*image processing*). Pada proses pemilihan buah mangga dapat dilakukan berdasarkan bentuk, ukuran, dan warna pada buah mangga. Pemilihan warna meliputi *mean* RGB dan standar deviasi RGB, ukuran meliputi perimeter, luas, dan lebar, sedangkan bentuk meliputi kebulatan dan kerampingan. Adapun jenis buah mangga yang akan digunakan yakni jenis mangga yang sering ditemui di Indonesia khususnya di daerah Karawang sendiri seperti buah mangga apel, arumanis, madu, dan manalagi. Kemudian penelitian ini menggunakan *holdout validation* pada percobaan 1 dan 2 untuk membagi data secara acak dari 4 jenis mangga, di mana pembagian tersebut meliputi data testing dan training. Selain *holdout validation*, penelitian ini menggunakan *k-fold validation* sebagai percobaan terakhir. *K-fold validation* akan membagi data menjadi 4 bagian, dan 4 bagian tersebut akan diuji satu per satu untuk mencari akurasi tertinggi. Sistem ini dirancang agar dapat mengelompokkan jenis mangga.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Mangga

Tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) bukanlah tanaman asli Indonesia. Di Indonesia mangga tumbuh baik di daerah rendah yang berhawa panas, tapi juga masih bisa ditanam sampai dataran tinggi yang berhawa sedang. Mangga tumbuh berupa pohon berbatang tegak, bercabang banyak, dan bertajuk rindang hijau sepanjang tahun. Tinggi pohon dewasa bisa mencapai 10-40 m. Umur pohon bisa mencapai 100 tahun lebih. Morfologi pohon mangga terdiri atas akar, batang, daun, dan bunga. Bunga menghasilkan buah dan biji (pelok) yang secara *generative* dapat tumbuh menjadi tanaman baru [6].

2.2. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. Jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh 3 hal yaitu pola hubungan antar *neuron* atau disebut juga arsitektur jaringan, metode untuk menentukan bobot penghubung dan fungsi aktivasi. Jaringan syaraf tiruan merupakan generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi [7].

2.3. Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Backpropagation neural network terdiri atas beberapa proses yang harus dilakukan. Fase pelatihan adalah tahap awal yang digunakan untuk melatih jaringan saraf tiruan. Data diberikan dengan output pola yang sudah ditentukan. Jaringan akan menyesuaikan bobot antara *output* dan pola yang telah ditentukan. Setelah mendapatkan bobot optimal dari jaringan dan dianggap telah cukup, maka fase *testing* dapat dimulai. Fase *testing* dilakukan dengan cara memasukkan data yang belum pernah dikenali oleh jaringan namun tetap mempunyai asal yang serupa dengan data *training* [8].

2.4. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital dapat diartikan sebagai pemrosesan gambar berdimensi dua melalui komputer digital. Pengolahan citra digital adalah istilah umum untuk berbagai teknik yang keberadaanya untuk memanipulasi dan memodifikasi citra dengan berbagai cara [9].

2.5. *Holdout Validation*

Metode *holdout* yang memisahkan data menjadi dua set, yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* digunakan untuk membangun model, sementara data *testing* digunakan untuk menguji unjuk kerja model yang dibentuk oleh data *training*. Namun, metode ini memiliki kekurangan karena hasil evaluasi mungkin akan jauh berbeda tergantung pada pembagian data ke dalam set *training* maupun *testing* [10].

2.6. *K-Fold Cross Validation*

K-fold cross validation merupakan salah satu teknik untuk melakukan estimasi tingkat kesalahan pengujian pemrosesan citra digital. Cara kerja *K-fold cross validation* yaitu dengan mengelompokkan data latih dan data uji yang saling terpisah, kemudian melakukan proses pengujian yang diulang sebanyak *K* kali [11].

2.7. Citra Berwarna

Citra berwarna menampilkan warna objek seperti warna aslinya. Warna yang diterima oleh mata dari sebuah objek ditentukan oleh warna sinar yang dipantulkan oleh objek tersebut. Warna-warna yang diterima oleh mata manusia merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah *red* (R), *green* (G), dan *blue* (B). Ketiga warna tersebut dinamakan warna pokok (*primaries*), dan sering disingkat sebagai warna dasar RGB [12].

2.8. Citra Biner

Citra biner adalah citra yang berisi dua warna, yaitu hitam dan putih. Warna hitam dinotasikan dengan 0. Pada model RGB, warna hitam dihasilkan dengan memberikan nilai 0 pada semua *channel* warna R, G dan B. Sedangkan warna putih yang bernilai biner 1, pada model RGB dihasilkan dengan memberikan nilai 255 pada semua *channel* warna R, G dan B. Warna yang lain memiliki nilai dalam rentang 0 sampai 255 pada semua *channel* warna [13].

2.9. Operasi Morfologi

Operasi morfologi memiliki peranan yang penting dalam pengolahan citra digital. Prinsip dari operasi morfologi adalah mengekstrak komponen-komponen citra yang berguna dalam representasi dan deskripsi bentuk seperti ekstrak *boundary* dari suatu *region* [14].

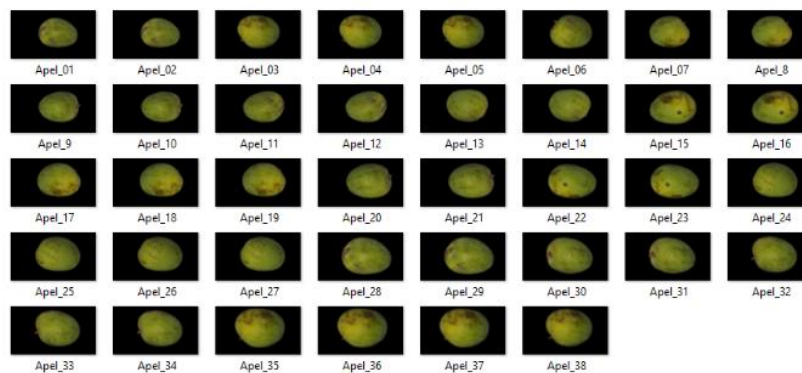
2.10. Segmentasi

Segmentasi citra memiliki arti membagi citra menjadi beberapa grup *pixel* di mana antara masing-masing grup memiliki kontras yang tinggi dan pada satu grup memiliki kesamaan yang tinggi [15].

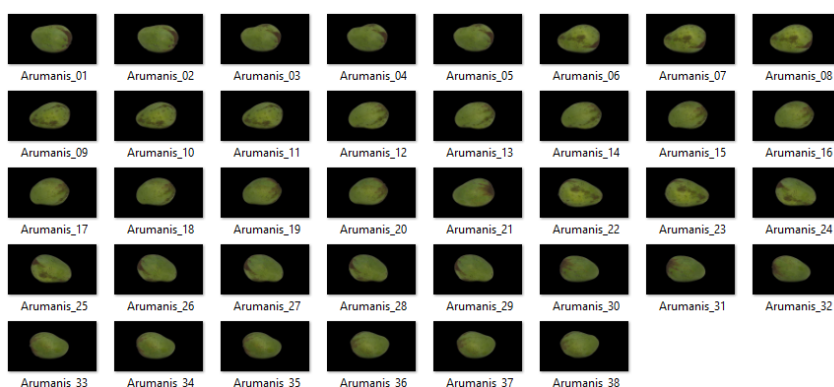
3. Metode Penelitian

3.1. Data Mangga

Data mangga yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 4 jenis buah mangga, antara lain: mangga apel, mangga arumanis, mangga madu, dan mangga manalagi. Berikut ini merupakan contoh mangga tersebut seperti yang ditunjukkan Gambar 1 - 4.



Gambar 1. Contoh gambar mangga apel



Gambar 2. Contoh gambar mangga arumanis



Gambar 3. Contoh gambar mangga madu



Gambar 4. Contoh gambar mangga manalagi

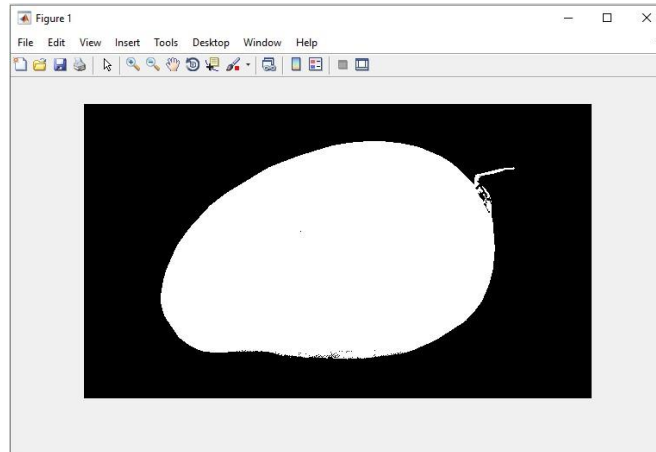
3.2. *Resizing image mangga*

Pada tahap selanjutnya yakni *resizing* semua ukuran citra mangga. Ukuran *image* mangga yang digunakan yakni [225 400], di mana 225 sebagai lebar dan 400 sebagai panjang. Pada Gambar 4 dapat dilihat contoh gambar mangga hasil *resizing*.

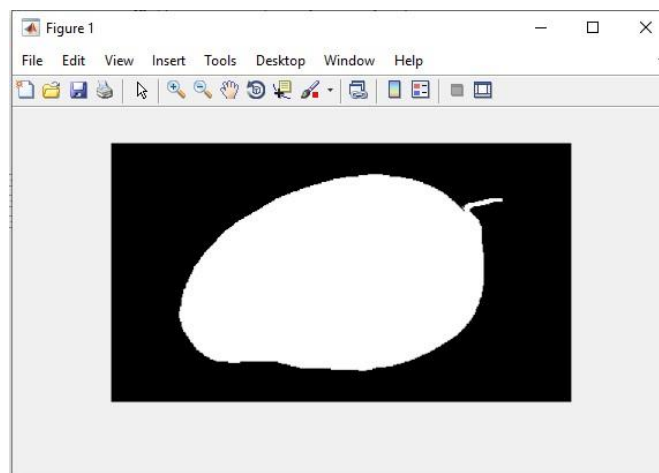
3.3. *Binerisasi image mangga*

Tahap selanjutnya yakni binerisasi *image* mangga dengan ukuran 0,1. Ukuran ini digunakan untuk melihat komposisi bentuk mangga yang menyerupai keasliannya. Tahap ini memiliki lanjutan yakni dilasi. Bagian dilasi ini piksel image diubah sedikit untuk

membuat bentuk gambar menyerupai gambar asli. Gambar 5 merupakan contoh gambar mangga hasil binerisasi dengan ukuran 0,1, sedangkan Gambar 6 menunjukkan contoh gambar mangga hasil dilasi.



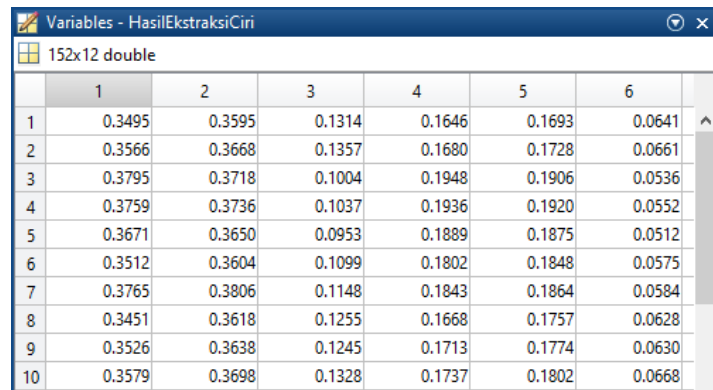
Gambar 5. Gambar mangga hasil biner 0,1



Gambar 6. Gambar mangga hasil dilasi

3.4. Ekstraksi Ciri

Pada tahap ini dilakukan ekstraksi ciri berupa *mean red*, *mean green*, *mean blue*, *standard deviation red*, *standart deviation green*, *standart deviation blue*, *perimeter*, *luas*, *panjang*, *lebar*, *kebulatan*, dan *kerampingan*. Untuk ekstraksi ciri *mean red*, *mean green*, *mean blue*, *standard deviation red*, *standart deviation green*, dan *standart deviation blue* menggunakan citra hasil *resizing*. Kemudian untuk *perimeter*, *luas*, *panjang*, *lebar*, *kebulatan*, dan *kerampingan* menggunakan citra hasil binerisasi dengan dilasi. Hasil yang didapatkan saat ekstraksi ciri dapat dilihat pada Gambar 7.



	1	2	3	4	5	6
1	0.3495	0.3595	0.1314	0.1646	0.1693	0.0641
2	0.3566	0.3668	0.1357	0.1680	0.1728	0.0661
3	0.3795	0.3718	0.1004	0.1948	0.1906	0.0536
4	0.3759	0.3736	0.1037	0.1936	0.1920	0.0552
5	0.3671	0.3650	0.0953	0.1889	0.1875	0.0512
6	0.3512	0.3604	0.1099	0.1802	0.1848	0.0575
7	0.3765	0.3806	0.1148	0.1843	0.1864	0.0584
8	0.3451	0.3618	0.1255	0.1668	0.1757	0.0628
9	0.3526	0.3638	0.1245	0.1713	0.1774	0.0630
10	0.3579	0.3698	0.1328	0.1737	0.1802	0.0668

Gambar 7. Contoh hasil ekstraksi ciri

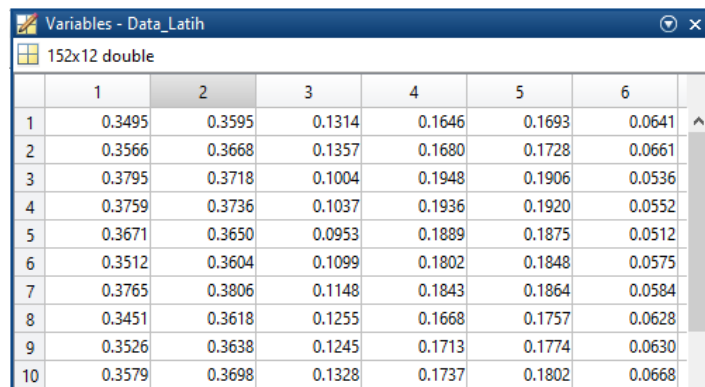
Pada Gambar 7 terdapat deret kolom yang merupakan jumlah fitur yang di ekstraksi sebanyak 12 fitur, meliputi: *mean red*, *mean green*, *mean blue*, standar deviasi *red*, standar deviasi *green*, standar deviasi *blue*, perimeter, luas, panjang, lebar, kebulatan, dan kerampingan. Deret baris adalah nilai dari masing-masing ciri dari citra mangga dengan format file .JPEG.

3.5. Normalisasi data

Pada tahapan normalisasi data ini, penulis menggunakan normalisasi dengan *query im2double()*.

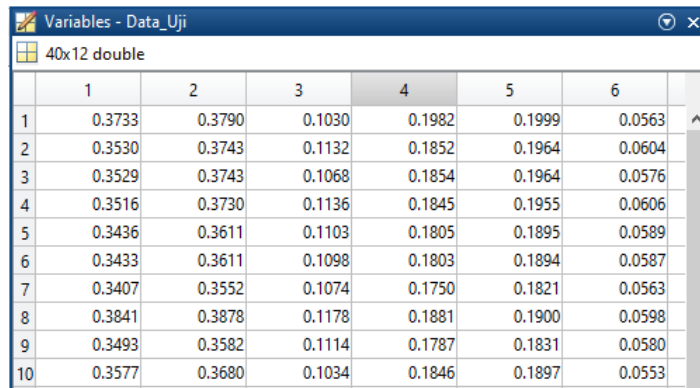
3.6. Membagi data menggunakan *Hold Validation*

Pada tahap ini *holdout validation* digunakan sebagai pembagi antara data *training* dan *testing* untuk percobaan 1. Sebanyak 192 data dibagi menjadi 2 bagian. Jumlah data yang di *training* ialah 152, dan data yang di *testing* ialah 40. Dari 40 data *testing* ini terdiri dari 4 jenis mangga yang akan diujicobakan. Adapun contohnya dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



	1	2	3	4	5	6
1	0.3495	0.3595	0.1314	0.1646	0.1693	0.0641
2	0.3566	0.3668	0.1357	0.1680	0.1728	0.0661
3	0.3795	0.3718	0.1004	0.1948	0.1906	0.0536
4	0.3759	0.3736	0.1037	0.1936	0.1920	0.0552
5	0.3671	0.3650	0.0953	0.1889	0.1875	0.0512
6	0.3512	0.3604	0.1099	0.1802	0.1848	0.0575
7	0.3765	0.3806	0.1148	0.1843	0.1864	0.0584
8	0.3451	0.3618	0.1255	0.1668	0.1757	0.0628
9	0.3526	0.3638	0.1245	0.1713	0.1774	0.0630
10	0.3579	0.3698	0.1328	0.1737	0.1802	0.0668

Gambar 8. Pembagian data latihan menggunakan *holdout validation*

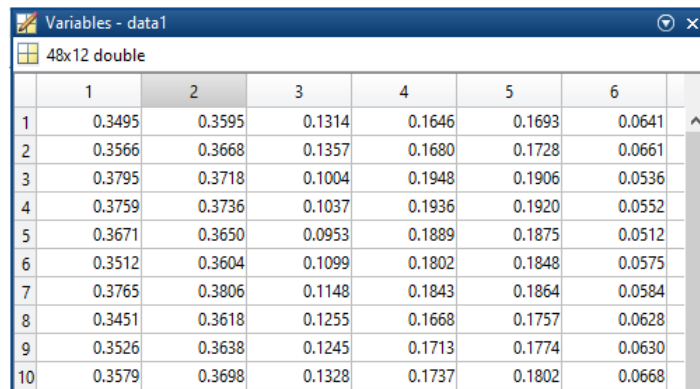


	1	2	3	4	5	6
1	0.3733	0.3790	0.1030	0.1982	0.1999	0.0563
2	0.3530	0.3743	0.1132	0.1852	0.1964	0.0604
3	0.3529	0.3743	0.1068	0.1854	0.1964	0.0576
4	0.3516	0.3730	0.1136	0.1845	0.1955	0.0606
5	0.3436	0.3611	0.1103	0.1805	0.1895	0.0589
6	0.3433	0.3611	0.1098	0.1803	0.1894	0.0587
7	0.3407	0.3552	0.1074	0.1750	0.1821	0.0563
8	0.3841	0.3878	0.1178	0.1881	0.1900	0.0598
9	0.3493	0.3582	0.1114	0.1787	0.1831	0.0580
10	0.3577	0.3680	0.1034	0.1846	0.1897	0.0553

Gambar 9. Pembagian data uji menggunakan *holdout validation*

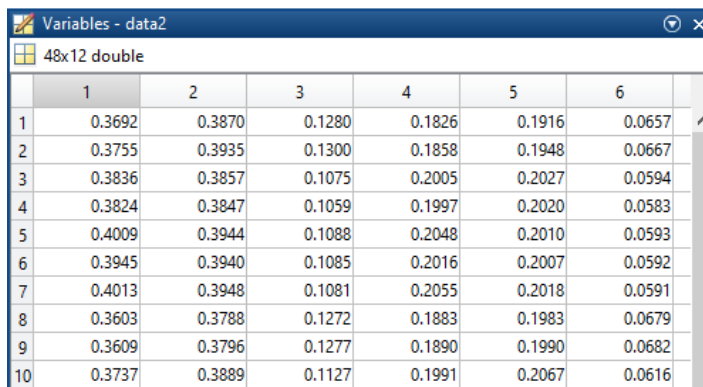
3.7. Membagi data dengan *K-Fold Validation*

Pada tahap ini penulis menggunakan *K-fold validation* sebagai pembagian data untuk percobaan 2. Data yang ada berjumlah 192 data dan dibagi menjadi 4 bagian, maka didapat masing-masing bagian terdiri dari bagian1 = 48, bagian2 = 48, bagian3 = 48, bagian4 = 48 data. Sehingga 3 bagian sebagai data *training* dan 1 bagian sebagai data *testing*. Adapun contoh hasilnya dapat dilihat pada Gambar 10 - 13.



	1	2	3	4	5	6
1	0.3495	0.3595	0.1314	0.1646	0.1693	0.0641
2	0.3566	0.3668	0.1357	0.1680	0.1728	0.0661
3	0.3795	0.3718	0.1004	0.1948	0.1906	0.0536
4	0.3759	0.3736	0.1037	0.1936	0.1920	0.0552
5	0.3671	0.3650	0.0953	0.1889	0.1875	0.0512
6	0.3512	0.3604	0.1099	0.1802	0.1848	0.0575
7	0.3765	0.3806	0.1148	0.1843	0.1864	0.0584
8	0.3451	0.3618	0.1255	0.1668	0.1757	0.0628
9	0.3526	0.3638	0.1245	0.1713	0.1774	0.0630
10	0.3579	0.3698	0.1328	0.1737	0.1802	0.0668

Gambar 10. Contoh data 1



	1	2	3	4	5	6
1	0.3692	0.3870	0.1280	0.1826	0.1916	0.0657
2	0.3755	0.3935	0.1300	0.1858	0.1948	0.0667
3	0.3836	0.3857	0.1075	0.2005	0.2027	0.0594
4	0.3824	0.3847	0.1059	0.1997	0.2020	0.0583
5	0.4009	0.3944	0.1088	0.2048	0.2010	0.0593
6	0.3945	0.3940	0.1085	0.2016	0.2007	0.0592
7	0.4013	0.3948	0.1081	0.2055	0.2018	0.0591
8	0.3603	0.3788	0.1272	0.1883	0.1983	0.0679
9	0.3609	0.3796	0.1277	0.1890	0.1990	0.0682
10	0.3737	0.3889	0.1127	0.1991	0.2067	0.0616

Gambar 11. Contoh data 2

	1	2	3	4	5	6
1	0.3596	0.3778	0.1190	0.1880	0.1973	0.0626
2	0.3526	0.3692	0.1152	0.1842	0.1926	0.0606
3	0.3648	0.3828	0.1198	0.1903	0.1994	0.0629
4	0.3820	0.3958	0.1336	0.2051	0.2128	0.0756
5	0.3802	0.3949	0.1333	0.2040	0.2120	0.0752
6	0.3721	0.3873	0.1313	0.1966	0.2047	0.0715
7	0.3693	0.3854	0.1293	0.1948	0.2032	0.0704
8	0.3661	0.3827	0.1210	0.1922	0.2010	0.0651
9	0.3699	0.3873	0.1240	0.1933	0.2026	0.0663
10	0.3721	0.3890	0.1238	0.1952	0.2041	0.0664

Gambar 12. Contoh data 3

	1	2	3	4	5	6
1	0.3841	0.3773	0.0983	0.2154	0.2110	0.0580
2	0.3721	0.3640	0.0955	0.2042	0.1995	0.0549
3	0.3733	0.3790	0.1030	0.1982	0.1999	0.0563
4	0.3530	0.3743	0.1132	0.1852	0.1964	0.0604
5	0.3529	0.3743	0.1068	0.1854	0.1964	0.0576
6	0.3516	0.3730	0.1136	0.1845	0.1955	0.0606
7	0.3436	0.3611	0.1103	0.1805	0.1895	0.0589
8	0.3433	0.3611	0.1098	0.1803	0.1894	0.0587
9	0.3407	0.3552	0.1074	0.1750	0.1821	0.0563
10	0.3841	0.3878	0.1178	0.1881	0.1900	0.0598

Gambar 13. Contoh data 4

4. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini penulis mempunyai data sejumlah 200 data manga, di mana 192 data digunakan sebagai *testing* dan *training group*, sementara 8 sebagai data *testing* tunggal. Dari 192 data yang digunakan, masing-masing jenis mangga terwakili dengan 38 mangga sejenis. Penelitian ini menggunakan model *traingdx* yang biasa digunakan pada banyak penelitian terkait klasifikasi ataupun identifikasi. Dalam model ini akan diuji dengan variasi *epochs*, *goal*, *learning rate* & jumlah *neuron* untuk mendapatkan akurasi terbaik, serta digunakan dalam pengujian data tunggal untuk menunjukkan hasil dari klasifikasi yang dilakukan.

4.1. Pengujian dengan Variasi Jumlah Neuron, Epoch, Goal, Learning Rate

Percobaan ini menggunakan 1 *hidden layer* dengan variasi jumlah *neuron*, *epochs*, *goal*, dan *learning rate* dan digunakan data sebanyak 192 data. Setelah melakukan ekstraksi ciri dari citra mangga maka didapat 12 ciri seperti dijelaskan pada bagian sebelumnya. Sehingga didapat total data berjumlah 192×12 . Dalam percobaan ini hanya menggunakan 1 *hidden layer* dan beberapa pergantian *neuron*. Adapun perbandingan dari percobaan yang dilakukan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan percobaan

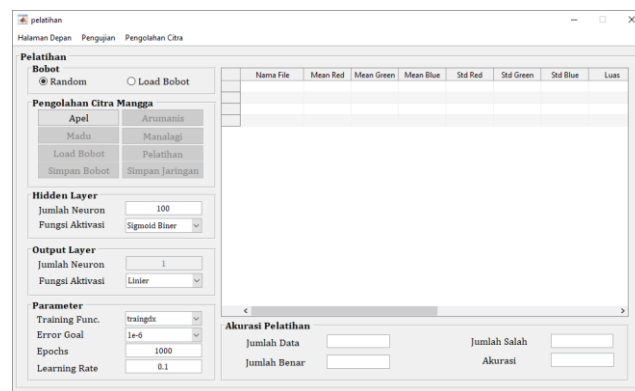
No.	Percobaan 1	Percobaan 2
1	Model <i>traingdx</i> sebesar 96.05% dengan waktu 0.07 detik.	Model <i>traingdx</i> sebesar 98.61% dengan waktu 0.06 detik.
2	Model <i>trainlm</i> sebesar 100% dengan waktu 10.45 detik.	Model <i>trainlm</i> sebesar 98.61% dengan waktu 1.52 detik.

4.2. Implementasi User Interface

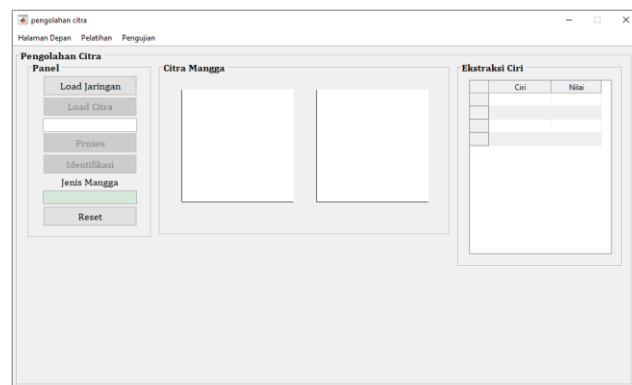
Pada bagian ini akan dibahas mengenai tampilan antarmuka dari program klasifikasi mangga menggunakan jaringan syaraf tiruan beserta penjelasan dari sisi *user* yang dapat dilihat pada Gambar 14 - 16.



Gambar 14. Halaman depan

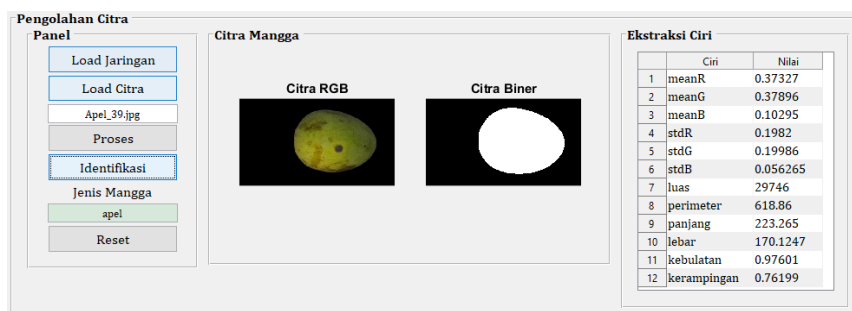


Gambar 15. Halaman pelatihan



Gambar 16. Halaman pengolahan citra

Untuk melakukan pengolahan citra, *user* perlu menyesuaikan jumlah *neuron*, model jaringan, *goal*, *epochs* dan *learning rate* terlebih dahulu lalu pilih *load* citra untuk menguji citra yang sudah disimpan kemudian pilih citra yang akan diuji guna mengidentifikasi citra dan sistem akan mengenali jenis citra tersebut yang akan ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Hasil klasifikasi citra mangga

4.3. Pengujian Data Tunggal

Data tunggal merupakan data yang tidak termasuk dalam proses pelatihan dan pengujian data kelompok. Proses pengujiannya menggunakan arsitektur jaringan syaraf tiruan dengan akurasi tertinggi pada proses pelatihan sebelumnya. Penulis menggunakan 1 *hidden layer* dengan jumlah *neuron* sebanyak 100, dengan model *trainidx*. Data tunggal diuji secara masing-masing sebanyak 8 gambar dengan masing-masing jenis diwakili oleh 2 gambar. Tabel 2 ini menunjukkan hasil uji data tunggal tersebut.

Tabel 2. Akurasi uji tunggal

No.	Gambar Mangga	Hasil Klasifikasi Mangga	Status
1	Apel_49	Apel	Benar
2	Apel_50	Apel	Benar
3	Arumanis_49	Arumanis	Benar
4	Arumanis_50	Arumanis	Benar
5	Madu_49	Madu	Benar
6	Madu_50	Arumanis	Salah
7	Manalagi_49	Manalagi	Benar
8	Manalagi_50	Manalagi	Benar

5. Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa metode *backpropagation* dapat mengklasifikasi melalui indikator neuron yang didapat dari hasil ekstraksi ciri kemudian dilakukan perhitungan *backpropagation* untuk memperkecil tingkat *error* dengan cara menyesuaikan bobotnya berdasarkan perbedaan *output* dan target yang diinginkan. Kemudian dalam citra biner, *region* yang warnanya putih adalah sebuah objek maka *background* tidak dihitung. Adapun akurasi tertinggi dalam proses klasifikasi jenis buah mangga ini menggunakan *epoch* 3000, *goal* 0,0001 dan *learning rate* 0,1 menggunakan *hidden layer 1*, model *trainlm* dengan nilai akurasi sebesar 100% dan waktu pemrosesan 10,45 detik. Sedangkan pada model *trainidx*, diperoleh akurasi tertinggi 96,05% dengan waktu 0,07 detik. Kemudian model jaringan syaraf tiruan yang dihasilkan sudah mampu mengenali jenis mangga dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji data tunggal yang datanya tidak tergabung dalam proses training mampu mengenali 7 foto mangga dan 1 foto mangga gagal atau tidak sesuai harapan. Saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya atau pengembangan dari penelitian ini bisa menambahkan jenis mangga yang akan digunakan

pada penelitian selanjutnya dan dari sisi tampilan dapat ditambah untuk memudahkan membaca grafik sehingga pengguna dapat melihat bagian grafik dari akurasi yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

- [1] H. Edha, S. H. Sitorus, U. Ristian, "Penerapan metode transformasi ruang warna hue saturation intensity (HSI) untuk mendeteksi kematangan buah mangga harum manis," *J. Komput. dan Apl.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [2] D. Ardhiyanta, "Prediksi jumlah produksi roti menggunakan metode backpropagation," Sanata Dharma, 2016.
- [3] R. Adistya dan M. A. Muslim, "Deteksi dan klasifikasi kendaraan menggunakan algoritma backpropagation dan sobel," *J. Mech. Eng. Mechatronics*, vol. 1, no. 2, pp. 65–73, 2016.
- [4] R. Hanseliani dan C. K. Adi, "Klasifikasi berbagai jenis jamur layak konsumsi dengan metode backpropagation," *MEANS (Media Informasi Analisa dan Sistem)*, vol. 4, no. 2, pp. 200–209, 2019.
- [5] H. H. Setiawan, "Klasifikasi jenis buah pisang dengan image processing menggunakan metode backpropagation," Skripsi S1, Universitas Sanata Dharma, 2018.
- [6] Pracaya, *Bertanam Mangga*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2011.
- [7] M. I. U. Muddin, D. W. Soedibyo, dan S. Wahyuningsih, "Identifikasi varietas benih jagung (*zea mays* l.) menggunakan pengolahan citra digital berbasis jaringan syaraf tiruan," *Teknika*, vol. 8, no. 2, pp. 78–85, 2019.
- [8] A. H. Tandrian dan A. Kusnadi, "Pengenalan pola tulang daun dengan jaringan syaraf tiruan backpropagation," *Ultim. Comput.*, vol. 10, no. 2, pp. 53–58, 2019.
- [9] Abdul dan Adhi, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, Edisi I. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta, 2013.
- [10] M. R. Dewi, "Klasifikasi akses internet oleh anak-anak dan remaja dewasa di Jawa Timur menggunakan support vector machine," *J. Ris. dan Apl. Mat.*, vol. 4, no. 1, pp. 17, 2020.
- [11] P. A. Jusia dan F. M. Irfan, "Clustering data untuk rekomendasi penentuan jurusan perguruan tinggi menggunakan metode K-Means," *J. IKRA-ITH Inform.*, vol. 3, no. 3, pp. 75–84, 2019.
- [12] M. I. Sultoni, B. Hidayat, dan A. Slamet Subandrio, "Klasifikasi jenis batuan beku melalui citra berwarna dengan menggunakan metode local binary pattern dan k-nearest neighbor," *TEKTRIKA - J. Penelit. dan Pengemb. Telekomun. Kendali, Komputer, Elektr. dan Elektron.*, vol. 4, no. 1, pp. 10, 2019.
- [13] T. Mulyana, "Segmentasi citra menggunakan hebb-rule dengan input variasi RGB," *J. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 34–43, 2015.
- [14] E. M., Agnestasia, "Deteksi penyakit diabetes makula edema pada citra fundus retina menggunakan operasi morfologi dan transformasi watershed," Skripsi S1, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [15] F. G. Febrinanto, C. Dewi, dan A. T. Wiratno, "Implementasi algoritma k-means sebagai metode segmentasi citra dalam identifikasi penyakit daun jeruk," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 11, pp. 5375–5383, 2018.