

Identifikasi Mutu Buah Pepaya California (*Carica Papaya L.*) Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan

Muhammad Ezar Al Rivan^{[1]*}, Gabriela Repca Sung^[2]

Teknik Informatika^{[1], [2]}

STMIK Global Informatika MDP

Palembang, Indonesia

meedzhar@mdp.ac.id^[1], gabrielarepca12@gmail.com^[2]

Abstract— Papaya is one of the fruits that grows in the tropics area, one of the kinds that people's love the most is papaya California. The quality identification of papaya California fruit can be measured using color, defect, and size. Color, defect and size extracted from image of papaya. The dataset that used in this research are 150 images papaya California. The dataset consist of 3 quality there are good, fair and low. Identification of papaya using the backpropagation neural network method with 17 training function in each training data with 3 different neurons in the hidden layer. The best result of the test is using training function trainrp with 10 neurons is 81,33% for accuracy, 73,37% for precision, and 72% for recall, with 20 neurons is 82,67% for accuracy, 75,24% for precision, and 74% for recall, and with 25 neurons is 80,89% for accuracy, 74,42% for precision, and 71,33% for recall.

Keywords— *Artificial Neural Network, Backpropagation, Identification quality, Papaya*

Abstrak— Pepaya adalah buah yang tumbuh pada daerah tropis, salah satu jenis buah pepaya yang paling digemari oleh masyarakat adalah buah pepaya California. Identifikasi mutu buah pepaya California dapat diukur dengan menggunakan warna, *defect*, dan ukuran. Warna, *defect* dan ukuran didapat dengan melakukan ekstraksi dari citra pepaya. Dataset yang digunakan berjumlah 150 citra pepaya California. Dataset terdiri dari 3 ukuran kualitas pepaya yaitu, bagus, sedang dan jelek. Pengujian dilakukn dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan menggunakan 17 *training function* pada setiap data latih dengan 3 neuron berbeda untuk setiap *hidden layer*nya. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang terbaik yaitu dengan menggunakan training function trainrp pada neuron 10 menghasilkan *accuracy* sebesar 81,33%, *precision* sebesar 73,37%, dan *recall* sebesar 72%, sedangkan pada neuron 20 menghasilkan *accuracy* sebesar 82,67%, *precision* sebesar

75,24%, dan *recall* sebesar 74%, kemudian untuk neuron 25 menghasilkan *accuracy* sebesar 80,89%, *precision* sebesar 74,42%, dan *recall* sebesar 71,33%.

Kata Kunci— *Jaringan syaraf tiruan, Backpropagation, Identifikasi mutu, Pepaya*

I. INTRODUCTION

Tanaman Pepaya (*Carica papaya L.*) adalah tanaman yang dapat tumbuh pada daerah tropis dan aslinya berasal dari daerah Amerika Tengah dan tersebar luas di Pasifik Selatan serta daerah tropis lainnya. Wilayah tropis dengan curah hujan yang memadai dan mempunyai suhu berkisar antara 21-23°C merupakan tempat yang sangat cocok untuk tumbuh kembang pepaya [1]. Terdapat beberapa jenis varietas pepaya yang paling populer dan banyak dijumpai di pasaran Indonesia yaitu pepaya California, pepaya Hawaii, pepaya Bangkok, pepaya *Red Lady*, dan pepaya gunung. Pepaya California paling disukai karena memiliki keunggulan berupa ukuran buah yang beratnya berkisar antara 0,8 – 2 kg/perbuah, berkulit tebal dan halus, berbentuk lonjong, daging buahnya yang kenyal, dan buah matangnya berwarna kuning [2].

Menurut Badan Pusat Statistik 2018 konsumsi buah pepaya califonia memiliki nilai produksi sebanyak 875,112 ton pada tahun 2017 dan mengalami peningkatan pada tahun 2018 mempunyai nilai produksi sebanyak 887,591 ton dan selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya [3]. *Food & Agriculture Organization (FAO)* menyatakan bahwa Indonesia adalah produsen buah pepaya terbesar ke lima di dunia setelah Brazil, Nigeria, India, dan Mexico [4]. Dengan nilai ekspor yang tinggi sangat dibutuhkan penanganan untuk menentukan mutu pepaya dan terdapat permasalahan dalam proses

penentuan mutu buah pepaya. Proses penentuan mutu buah pepaya masih dilakukan secara konvensional yaitu dengan menggunakan visual mata manusia yang memiliki keterbatasan. Dalam proses indentifikasi mutu pepaya tersebut memiliki beberapa kelemahan yaitu membutuhkan tenaga yang lebih dalam memilah buah pepaya, dan tingkat persepsi manusia yang berbeda dalam penentuan keputusan, serta dalam prosesnya manusia dapat mengalami kelelahan sehingga tidak dapat menjamin konsistensi penentuan mutu buah pepaya tersebut [5].

Penelitian identifikasi mutu pepaya telah dilakukan oleh [5]. Pada penelitian tersebut dilakukan identifikasi tingkat ketuaan dan kematangan pepaya menggunakan metode jaringan syaraf tiruan yang memberikan hasil 97,8%. Pada penelitian lain dilakukan oleh [6] dan [7] yaitu untuk menentukan identifikasi mutu pepaya menggunakan *fuzzy* memberikan hasil 75%. Jaringan syaraf tiruan dapat digunakan untuk mengenali pola. Jaringan syaraf tiruan digunakan pada penelitian [5] untuk menentukan tingkat ketuaan pepaya. Jaringan syaraf tiruan juga digunakan pada penelitian [8] untuk menentukan kematangan *roasting* biji kopi yang memberikan hasil sebesar 76,7%. Pada penelitian [9] jaringan syaraf tiruan digunakan untuk menentukan potensi glaukoma dan *diabetes retinopathy* yang memberikan hasil 91%. Selain itu pada penelitian yang menggunakan jaringan syaraf tiruan yaitu [10] yang digunakan untuk klasifikasi *American Sign Language* memberikan hasil 99%. Jaringan syaraf tiruan juga digunakan untuk klasifikasi jenis kacang-kacangan yang memberikan hasil 99%.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui performa dari penerapan metode jaringan syaraf tiruan untuk identifikasi mutu pepaya. Penelitian ini juga dapat menjadi perbandingan dengan metode yang sudah ada untuk identifikasi mutu pepaya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *backpropagation* yang dapat menghasilkan tingkat akurasi yang cukup baik untuk mengenali objek berdasarkan warna dan tekstur. Penelitian ini menggunakan metode *backpropagation* jaringan syaraf tiruan dengan ekstraksi citra fitur warna R dan G, ukuran, dan cacat (*defect*) dengan menggunakan *dataset* yang diambil secara langsung dalam penelitian.

Terdapat penelitian [6] diperoleh hasil tingkat akurasi menggunakan defuzzyfikasi metode *Centorid* dan *Bisector* sebesar 75%, sedangkan tingkat akurasi dengan menggunakan defuzzyfikasi metode *Means of Maximum*, *Largest of Maximum*, dan *Smallest of Maximum* sebesar 70%. Pada penelitian [8] mengenai klasifikasi *roasting* biji kopi menggunakan jaringan syaraf tiruan mendapatkan hasil

terbaik dengan tingkat akurasi hasil proses training sebesar 82,7% sedangkan akurasi proses testing sebesar 76,7%. Pada penelitian [7] untuk penentuan kualitas buah pepaya California dengan desain model fuzzy-tsukamoto menghasilkan tingkat akurasi sebesar 75%.

Penelitian [11] mengenai klasifikasi jenis kacang-kacangan menggunakan jaringan syaraf tiruan memperoleh hasil terbaik yaitu 99,8% untuk *accuracy*, 99,6% untuk *precision*, 99,8% untuk *recall* yang menggunakan 20 neuron pada *hidden layer*. Pada penelitian [9] untuk mengidentifikasi potensi glaukoma dan diabetes retinopati melalui citra fundus dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan menghasilkan rata-rata untuk *recall* sebesar 86,6%, *precision* sebesar 86,6%, dan untuk *accuracy* sebesar 91,06%. Pada penelitian [12] melakukan klasifikasi mutu pepaya berdasarkan ciri tekstur GLCM menggunakan jaringan syaraf tiruan menghasilkan tingkat akurasi terbaik yaitu 86,11%.

II. METODE PENELITIAN

A. Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan pencarian dan pembelajaran berupa jurnal, buku, dan hasil penelitian yang berkaitan dengan topik penelitian ini, yaitu menggunakan metode *backpropagation* dengan ekstraksi fitur *red*, *green*, *defect*, *mayor axis*, dan *minor axis* untuk klasifikasi citra yang dalam penelitian ini merupakan citra buah pepaya California, dengan menggunakan beberapa faktor berupa warna kulit, ukuran, dan cacat (*defect*) dari objek tersebut.

B. Pengumpulan Data Uji dan Data Training

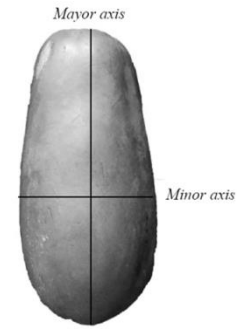
Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data *training* berupa *dataset* buah pepaya california yang diambil secara langsung pada saat penelitian. *Dataset* yang digunakan berupa format JPG. Kamera yang digunakan dalam penelitian ini ialah kamera Iphone 7+ dengan resolusi kamera belakang 12MP, pengambilan foto dengan jarak 25 cm yang diukur dari permukaan kulit buah pepaya. Tingkat pencahayaan pada media kotak adalah 497 Lux dengan *background* pengambilan foto menggunakan kertas putih.

TABEL 1. JUMLAH CITRA BUAH PEPAYA

No	Kategori Pepaya	Jumlah Citra yang difoto
1	Bagus	50
2	Sedang	50
3	Jelek	50
Jumlah		150



Gambar 1. Contoh Citra Pepaya



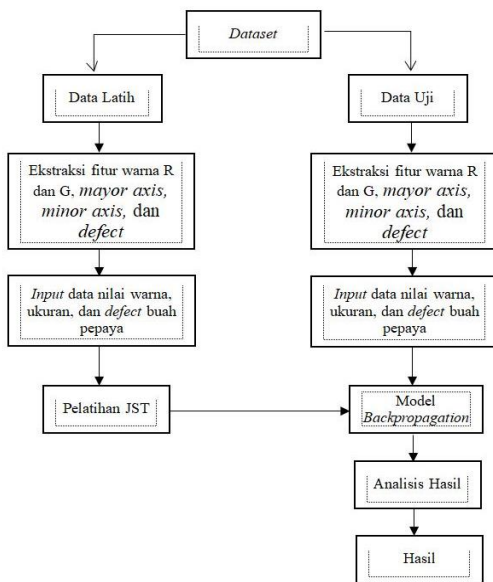
Gambar 3. Mayor Axis dan Minor Axis Citra Pepaya

C. Cropping Citra

Setelah melakukan pengambilan data selanjutnya adalah cropping citra, dari citra asli di crop berdasarkan ukuran pepaya masing-masing.

D. Perancangan Sistem

Pada tahap ini, penulis akan melakukan sebuah perancangan sistem untuk penelitian mengenai mutu buah pepaya.



Gambar 2. Rancangan Klasifikasi Metode Backpropagation

1. Terdapat lima variabel input pada penelitian ini yaitu *red*, *green*, *defect*, *mayor axis*, dan *minor axis* yang akan digunakan dalam proses ekstraksi.
2. Untuk mencari nilai warna *red* dan *green* dapat dilakukan dengan cara membaca data atau citra pepaya yang dibuat melalui fungsi *imread*, lalu mencari nilai rata-rata dari *red* dan *green*.

3. Untuk mencari ukuran pepaya, menggunakan *mayor axis* dan *minor axis* sehingga mendapat ukuran dalam satuan piksel. *Mayor axis* sebagai panjang buah dan *minor axis* sebagai lebar buah.

4. Untuk mencari nilai *defect*, maka citra pepaya akan diekstraksi fitur dari RGB ke HSV, *grayscale*, dan *black and white* (hitam dan putih). Maka, didapatkan besar nilai hitam dan putih, yang mana warna putih merupakan bagian yang cacat atau busuk dan hitam merupakan bagian yang bagus. Berdasarkan nilai tersebut, maka dapat dihitung persentase kecacatan (*defect*) pada citra buah pepaya dengan rumus sebagai berikut:

$$Defect (\%) = \frac{Nilai\ white}{Nilai\ black + nilai\ white} * 100 \quad (1)$$

5. Kemudian nilai yang didapatkan dari ruang warna R dan G, nilai piksel, dan nilai *defect* akan digunakan pada pelatihan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Dataset akan dibagi menjadi data latih dan data uji dengan menggunakan *cross validation* yang akan di *training* menggunakan arsitektur *multi layer network* dengan 17 *training function* yang terdiri dari satu lapisan *hidden layer* dan dengan menggunakan neuron 10, 20, dan 25.

E. Implementasi dan Training Data

Pada tahap ini dilakukan implementasi dari penelitian dan sistem yang telah dirancang sebelumnya. Data training diekstraksi fiturnya untuk mendapatkan fitur warna *red* dan *green*, fitur *defect* dan fitur ukuran berupa *mayor axis* dan *minor axis*. Fitur-fitur ini kemudian dijadikan input untuk jaringan syaraf tiruan. Jaringan syaraf tiruan dilatih menggunakan fitur-fitur ini untuk mengenali mutu pepaya tersebut. Setelah jaringan syaraf tiruan dilatih, langkah selanjutnya jaringan syaraf tiruan digunakan untuk menentukan mutu pepaya menggunakan data *testing*.

F. Uji Coba

Pada tahap ini dilakukan pengujian dari sistem dalam melakukan klasifikasi mutu buah pepaya California dan hasil pengujian tersebut akurat atau tidak sesuai dengan pendapat pakar mengenai kategori mutu pepaya bagus, sedang, dan jelek. Hasil akan dicatat untuk dilakukan analisa setelah semua pengujian selesai. Untuk menghitung tingkat akurasi dengan menggunakan *Confusion Matrix*.

TABEL 2. CONFUSION MATRIX

Aktual (Hasil Pakar)	Classified As (Hasil Sistem)	Aktual (Hasil Pakar)
	+	-
+	<i>True Positives (A)</i>	+
-	<i>False Positives (C)</i>	-

Perhitungan akurasi dengan tabel *confusion matrix* adalah sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{(A+D)}{(A+B+C+D)} \tag{2}$$

Akurasi dapat didefinisikan sebagai tingkat kedekatan antara nilai prediksi dengan nilai aktual.

Presisi didefinisikan sebagai tingkat ketepatan antara informasi yang diminta oleh pengguna dengan jawaban yang diberikan oleh sistem. Rumus presisi adalah :

$$Presisi = \frac{A}{(C+A)} \tag{3}$$

Recall didefinisikan sebagai tingkat keberhasilan sistem dengan menemukan kembali sebuah informasi. *Recall* dihitung dengan rumus :

$$Recall = \frac{A}{(A+D)} \tag{4}$$

Presisi dan *Recall* dapat diberi nilai dalam bentuk angka dengan menggunakan perhitungan persentase (1 – 100%) atau dengan menggunakan bilangan antara 0 – 1. Sistem rekomendasi akan dianggap baik jika nilai presisi dan *recallnya* tinggi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses ini mengimplementasikan proses metodologi pada penelitian untuk mendapatkan hasil yang dibutuhkan dalam penelitian seperti, ekstraksi ciri dan model jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.

A. Implementasi Hasil Ekstraksi Ciri

Hasil identifikasi buah papaya menggunakan model

jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan 17 *training function*. Dataset yang digunakan berupa 12 citra *training* dan 30 citra *testing*. Tahapan pertama adalah melakukan ekstraksi fitur berupa ekstraksi *red, green, defect, mayor axis*, dan *minor axis* yang disimpan dengan nama “hasil_kates”. Berikut hasil ekstraksi fitur yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.

	1	2	3	4	5	6	7
1	139.1203	164.1073	153.1783	143.4603	164.1727	150.6413	143.6511
2	145.6318	168.5767	160.2293	146.9411	149.3365	143.6411	147.3518
3	20.2796	29.4155	39.6849	16.8766	25.0638	23.4351	20.6925
4	2.5665e+03	2.8975e+03	2.5423e+03	2.9205e+03	3.3433e+03	2.8091e+03	2.6504e+03
5	1.2191e+03	1.3651e+03	1.2898e+03	1.3681e+03	1.4222e+03	1.1676e+03	1.2121e+03

Gambar 4. Hasil Ekstraksi Fitur

B. Implementasi Model Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation

Proses implementasi model jaringan syaraf tiruan dilakukan dengan menggunakan *train tool* pada MATLAB 2019a terhadap hasil ekstraksi ciri sehingga mampu untuk mengenali data latih. Kemudian untuk nilai target pada data latih disimpan dengan nama “dbtarget”.

TABEL 3. NILAI TARGET DATA LATIH

Pepaya Bagus	Pepaya Sedang	Pepaya Jelek
1	0	0
0	1	0
0	0	1

Kemudian tahap berikutnya adalah dengan melakukan *cross validation* untuk membentuk kelompok data yang ditentukan secara acak yang akan digunakan sebagai data latih dan data uji. Pada tahap ini menggunakan *k-fold* sebanyak 5, sehingga akan menghasilkan 5 kelompok data yang masing-masing terdiri dari 120 data latih dan 30 data uji.

C. Pengujian Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Dalam pengujian arsitektur jaringan syaraf tiruan menggunakan arsitektur *multi layer network* dimana model jaringan syaraf tiruan terdiri dari satu lapisan *hidden layer*. Dengan menggunakan data inputan sebanyak 4 neuron yang digunakan *single hidden layer* dan akan menghasilkan 3 output. *Function training* yang digunakan sebanyak 17 dan jumlah neuron yang dicoba adalah 10, 20, dan 25 sehingga terdapat 3 arsitektur jaringan syaraf tiruan yang berbeda.

TABEL 4. PENENTUAN *HIDDEN LAYER* PADA *TRAINING FUNCTION*

No	Nama <i>Training Function</i>	Jumlah neuron pada <i>hidden layer</i>
1	trainbr	10, 20, dan 25
2	trainlm	10, 20, dan 25
3	trainbfg	10, 20, dan 25
4	traingcb	10, 20, dan 25
5	traingcf	10, 20, dan 25
6	traingcp	10, 20, dan 25
7	traingd	10, 20, dan 25
8	traingda	10, 20, dan 25
9	traingdm	10, 20, dan 25
10	traingdx	10, 20, dan 25
11	trainoss	10, 20, dan 25
12	trainrp	10, 20, dan 25
13	trainscg	10, 20, dan 25
14	trainb	10, 20, dan 25
15	traingc	10, 20, dan 25
16	trainr	10, 20, dan 25
17	trains	10, 20, dan 25

D. Hasil Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan *Training Function*

Pengujian jaringan syaraf tiruan menggunakan 17 *training function* menggunakan hasil dari implementasi jaringan syaraf tiruan yang dilakukan terhadap data latih menggunakan 1

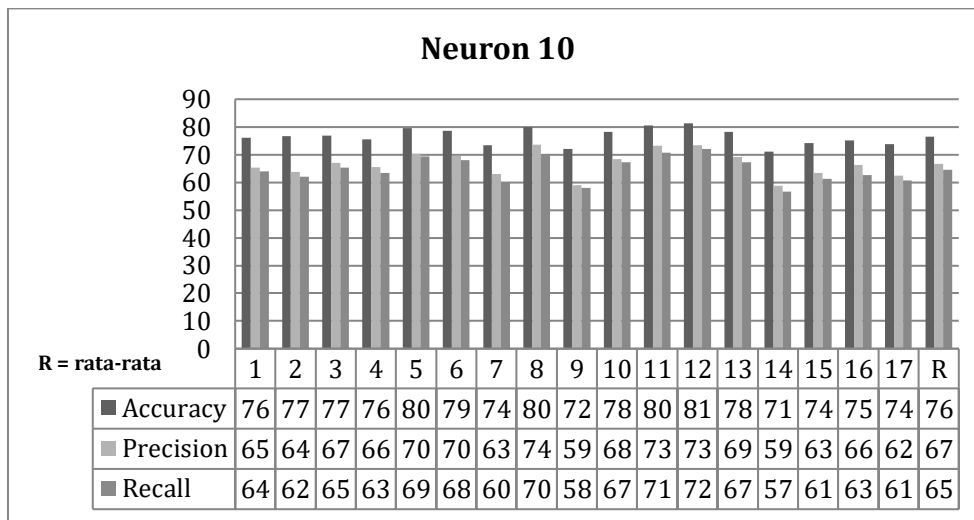
hidden layer dengan jumlah neuron yang digunakan adalah 10 neuron, 20 neuron, dan 25 neuron.

Pada Tabel 5 dapat dilihat perbandingan hasil pengujian menggunakan 17 *training function*. Pada Tabel 5 dapat diketahui hasil terbaik untuk *accuracy* yaitu pada *training function* trainrp dengan menggunakan 20 neuron yaitu sebesar 82,67% dengan *precision* 75,24% dan *recall* 74%. Hasil terendah yaitu pada *training function* trains dengan *accuracy* 71,11% menggunakan neuron 10 dan 25.

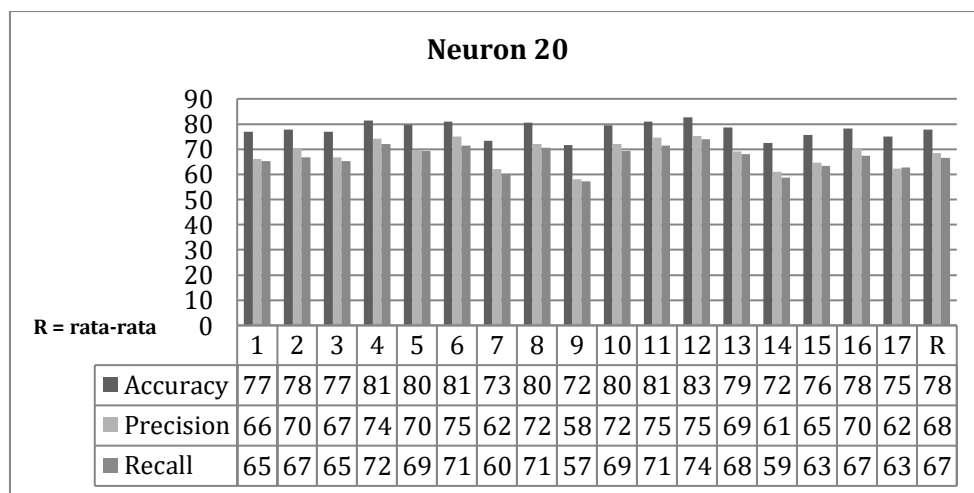
Secara keseluruhan, jaringan saraf tiruan dengan 20 neuron merupakan hasil yang terbaik dibandingkan dengan 10 neuron dan 25 neuron yaitu sebesar 77,76%. Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 merupakan grafik perbandingan performa 17 *training function*. Gambar 5 merupakan perbandingan hasil *training function* menggunakan 10 neuron. Gambar 6 merupakan perbandingan hasil *training function* menggunakan 20 neuron. Gambar 7 merupakan perbandingan hasil *training function* menggunakan 25 neuron.

TABEL 5. HASIL 17 *TRAINING FUNCTION*

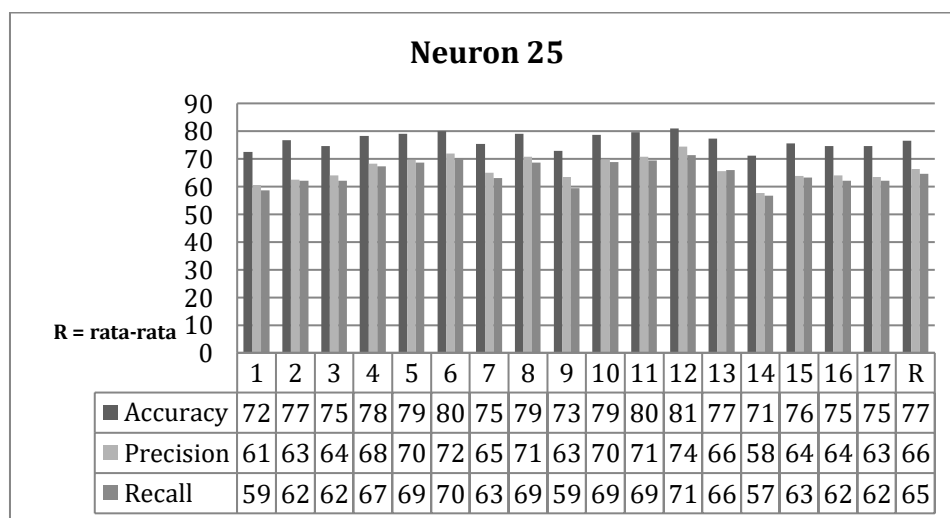
No	<i>Training function</i>	10 Neuron			20 Neuron			25 Neuron		
		<i>Accuracy</i> (%)	<i>Precision</i> (%)	<i>Recall</i> (%)	<i>Accuracy</i> (%)	<i>Precision</i> (%)	<i>Recall</i> (%)	<i>Accuracy</i> (%)	<i>Precision</i> (%)	<i>Recall</i> (%)
1	trainbr	76,15	65,28	64	76,8	66,12	65,33	72,44	60,61	58,67
2	trainlm	76,67	63,71	62	77,78	70,32	66,67	76,64	62,52	62
3	trainbfg	76,89	67,04	65,33	76,89	66,80	65,33	74,67	64	62
4	traingcb	75,56	65,50	63,33	81,33	74,15	72	78,22	68,27	67,33
5	traingcf	79,60	70,42	69,33	79,60	69,80	69,33	79,11	69,60	68,70
6	traingcp	78,70	69,60	68	80,90	74,94	71,33	80	72	70
7	traingd	73,50	63	60	73,33	62	60	75,40	65	63
8	traingda	80	73,53	70	80,44	72,10	70,67	79,11	70,68	68,67
9	traingdm	72	59	58	71,56	58,12	57,33	72,89	63,41	59,33
10	traingdx	78,22	68,49	67,33	79,56	72,07	69,33	78,67	69,78	68,8
11	trainoss	80,44	73,12	70,67	80,89	74,53	71,33	79,56	70,72	69,33
12	trainrp	81,33	73,37	72	82,67	75,24	74	80,89	74,42	71,33
13	trainscg	78,22	69,23	67,33	78,67	69	68	77,33	65,50	66
14	trainb	71,11	58,72	56,67	72,44	61	58,67	71,11	57,74	56,67
15	traingc	74,22%	63,31%	61,33%	75,56%	64,55%	63,33%	75,56%	63,84%	63,33%
16	trainr	75,11%	66,33%	62,67%	78,22%	70,35%	67,33%	74,67%	63,96%	62%
17	trains	73,78%	62,45%	60,67%	75,11%	62,25%	62,67%	74,67%	63,46%	62%
Rata-rata		76,44%	66,59%	64,63%	77,76%	68,44%	66,63%	76,53%	66,27%	64,61%



Gambar 5. Grafik Hasil 17 *Training Function* pada 10 Neuron



Gambar 6. Grafik Hasil 17 *Training Function* pada 20 Neuron



Gambar 7. Grafik Hasil 17 *Training Function* pada 25 Neuron

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa arsitektur jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yang memberikan hasil rata-rata terbaik yaitu dengan menggunakan 20 neuron *hidden layer* dengan hasil terbaik yaitu *accuracy* 77,76%, *precision* 68,44%, dan *recall* 66,63%. Dengan menggunakan 17 *training function* didapatkan hasil tertinggi pada trainrp dengan *accuracy* 82,67%, *precision* 75,24%, dan *recall* 74% pada neuron 20.

REFERENCES

- [1] S. Ashari, *Hortikultura aspek budidaya*. Jakarta: UI-Press, 1995.
- [2] I. Y., "Budidaya Pepaya California," 2011. .
- [3] Badan Pusat Statistik, "Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-Buahan Semusim Indonesia 2018," *Subdirektorat Stat. Hortik.*, p. 101, 2018.
- [4] F. E. and S. D. Department, "Medium-term prospects for agricultural commodities (tropical fruits)," 2010. .
- [5] E. Syaefulloh and H. Purwadaria, "IDENTIFIKASI TINGKAT KETUAAN DAN KEMATANGAN PEPAYA (Carica papaya L.) IPB 1 DENGAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN," *Agritech J. Fak. Teknol. Pertan. UGM*, vol. 27, no. 2, pp. 75–81, 2007, doi: 10.22146/agritech.9496.
- [6] M. E. Al Rivan and J. Suherman, "Penentuan Mutu Buah Pepaya California (Carica Papaya L.) Menggunakan Fuzzy Mamdani," *ELKHA*, vol. 12, no. 2, p. 76, Oct. 2020, doi: 10.26418/elkha.v12i2.41164.
- [7] M. E. Al Rivan, A. Octavia, and I. Wijaya, "DESAIN MODEL FUZZY-TSUKAMOTO UNTUK PENENTUAN KUALITAS BUAH PEPAYA CALIFORNIA (CARICA PAPAYA L.) BERDASARKAN BENTUK FISIK," *Saintekom*, vol. 11, no. 1, pp. 11–21, 2021.
- [8] D. A. Nugraha and A. S. Wiguna, "Klasifikasi Tingkat Roasting Biji Kopi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Berbasis Citra Digital," *SMARTICS J.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–4, 2018, doi: 10.21067/smartics.v4i1.2165.
- [9] M. E. Al Rivan and T. Juangkara, "Identifikasi Potensi Glaukoma dan Diabetes Retinopati Melalui Citra Fundus Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 6, no. 1, pp. 43–48, Sep. 2019, doi: 10.35957/jatisi.v6i1.158.
- [10] M. E. Al Rivan and M. T. Noviardy, "Klasifikasi American Sign Language Menggunakan Ekstraksi Fitur Histogram of Oriented Gradients dan Jaringan Syaraf Tiruan," vol. 6, pp. 442–451, 2020.
- [11] M. E. Al Rivan, N. Rachmat, and M. R. Ayustin, "Klasifikasi Jenis Kacang-Kacangan Berdasarkan Tekstur Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan," *J. Komput. Terap.*, vol. 6, no. 1, pp. 89–98, 2020, doi: doi.org/10.35143/jkt.v6i1.3546.
- [12] F. Wibowo and A. Harjoko, "Klasifikasi Mutu Pepaya Berdasarkan Ciri Tekstur GLCM Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan," *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 2, p. 100, 2018, doi: 10.23917/khif.v3i2.4516.