

Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Jumlah Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan

Nurhidayana¹, Irfan Sudahri Damanik^{2*}, Rafiqa Dewi³

^{1,2}STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

³AMIK Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Email: ¹nurhidayana16s04@gmail.com, ^{2,*}irfansudahri@gmail.com, ³rafiqa.atb@gmail.com

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah ekspor buah-buahan menurut negara tujuan di tahun yang akan datang berdasarkan data di tahun sebelumnya. Penerapan pada sebuah prediksi sangat penting dalam melakukan penelitian. Metode yang digunakan dalam melakukan prediksi ini adalah Jaringan Saraf Tiruan (JST) dengan algoritma Backpropagation. Arsitektur yang digunakan dalam penelitian ini adalah arsitektur 4-2-1, 4-4-1, 4-6-1, 4-8-1, 4-4-2-1, dan 4-3-6-1. Hasil pengujian diperoleh prediksi ekspor buah-buahan menurut Negara tujuan dengan tingkat akurasi 91% dengan arsitektur 4-4-1.

Kata Kunci: Jaringan Saraf Tiruan; Algoritma Backpropagation; Data Ekspor Buah-Buahan

Abstract—This research aims to predict the number of exports of fruits by country of destination in the coming year based on data in the previous year. The application of a prediction is very important in conducting research. The method used in conducting this prediction is the artificial neural network (JST) with its Backpropagation algorithm. The architecture used in this study is 4-2-1, 4-4-1, 4-6-1, 4-8-1, 4-4-2-1, and 4-3-6-1. Test results obtained prediction of export of fruits according to destination country with 91% accuracy rate with 4-4-1 architecture.

Keywords: Neural Networks; Backpropagation Algorithm; Fruit Export Data

1. PENDAHULUAN

Di era globalisasi ini, pemanfaatan teknologi informasi semakin maju. Teknologi informasi dapat digunakan untuk mengelola data, memproses, mendapatkan, menyusun, menyimpan, memanipulasi data dalam berbagai cara untuk menghasilkan informasi yang berkualitas. Salah satu pemanfaatan teknologi informasi adalah untuk memprediksi sebuah data.

Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam sistem prediksi atau peramalan. Metode JST yang sering digunakan pada peramalan atau prediksi ini yaitu *Backpropagation*. Dari beberapa penelitian sebelumnya, jaringan saraf tiruan *Backpropagation* dapat memberikan hasil yang baik untuk menyelesaikan kasus-kasus yang menggunakan data kompleks seperti kasus prediksi atau peramalan. Dengan menggunakan metode tersebut, memprediksi jumlah ekspor buah-buahan untuk saat ini dan untuk tahun-tahun berikutnya akan lebih mudah.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan [1] yang berjudul Penerapan Data Mining Pada Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan Menggunakan *K-Means Clustering*. Hasil dari penelitian ini adalah Cetroid data untuk cluster tingkat ekspor tinggi 904.276,5, Cetroid data untuk cluster tingkat ekspor sedang 265.501 dan Cetroid data untuk cluster tingkat ekspor rendah 34.280,1. Sehingga diperoleh penilaian berdasarkan indeks ekspor buah-buahan dengan 2 negara cluster tingkat ekspor tinggi yakni India dan Pakistan, 3 negara cluster tingkat ekspor sedang yakni Singapura, Bangladesh dan Negara lainnya dan 6 negara cluster tingkat ekspor rendah yakni Hongkong, Tiongkok, Malaysia, Nepal, Vietnam dan Iran. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan algoritma *K-Means* dalam mengelompokkan ekspor buah-buahan berdasarkan negara tujuan. Sedangkan tujuan dari penelitian yang dilakukan penulis adalah menerapkan metode *Backpropagation* dalam memprediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka penulis ingin mengembangkan penelitian sebelumnya dan menerapkan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Jumlah Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan, diharapkan penelitian ini dapat mengetahui prediksi jumlah ekspor buah-buahan saat ini dan untuk tahun-tahun berikutnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan (JST) adalah pemroses sistem informasi dengan karakteristik tertentu dan performa yang mendekati saraf biologi. Jaringan saraf adalah merupakan salah satu representasi buatan otak manusia. Hal ini dikarenakan pemrosesan informasi terletak pada suatu neuron yang memiliki sinyal. Pada tiap neuron masukan dan neuron keluaran memiliki lapis tersembunyi (hidden layer) [2].

Jaringan saraf tiruan (JST) (Artificial Neural Network (ANN) / Simulated Neural Network (SNN) / Neural Network(NN)) adalah jaringan yang terdiri atas sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan jaringan saraf manusia. Jaringan saraf tiruan sama seperti halnya manusia yang belajar dari suatu contoh untuk memecahkan suatu masalah yang memiliki pola yang sama dengan contoh yang diberikan. Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan saraf biologis (JSB) Jaringan Saraf Tiruan tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia (human cognition) [3].

2.2 Algoritma Backpropagation

Algoritma backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak layer untuk mengubah bobot-bobot yang ada pada lapisan tersembunyinya. Backpropagation adalah algoritma iteratif yang mudah dan sederhana yang biasanya berkinerja baik, bahkan dengan data yang kompleks. Algoritma ini sangat bermanfaat dalam berbagai aplikasi, seperti pengenalan, penyeleksian lokasi, dan evaluasi akhir. Pelatihan pada metode backpropagation meliputi 3 fase, fase forward propagation, backpropagation, dan modifikasi bobot. Ciri khas backpropagation melibatkan tiga lapisan : lapisan input, dimana data diperkenalkan ke jaringan; hidden layer, dimana data diproses; dan lapisan output, di mana hasil dari masukan yang diberikan oleh lapisan input [4] .

Algoritma Backpropagation untuk melakukan training terhadap suatu jaringan terdiri dari tiga tahap, yaitu feedforward dari pola input training, backpropagation dari error yang terkait, dan penyesuaian bobot. Langkah-langkah dalam algoritma backpropagation oleh Fausett (1994) [3] adalah sebagai berikut:

Langkah 0: Inisialisasi bobot (set bobot pada nilai random yang kecil).

Langkah 1: Ketika pada kondisi berhenti salah, lakukan langkah 2 – 9.

Langkah 2: Untuk setiap pasangan *training*, lakukan langkah 3 – 8.

Feedforward

Langkah 3: Setiap unit *input* ($X_i, i = 1, \dots, n$) menerima sinyal *input* X_i dan memancarkan sinyal ini kepada semua unit pada lapisan di atasnya (*hidden unit*).

Langkah 4: Setiap *hidden unit* ($Z_j, j = 1, \dots, p$) menjumlahkan bobot sinyal *input*.

$$z_{in_j} = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \quad (1)$$

mengaplikasikan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output*

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

dan mengirim sinyal ke semua unit di lapisan di atasnya (*output unit*).

Langkah 5: Setiap unit *output* ($Y_k, k = 1, \dots, m$) menjumlahkan bobot sinyal *input*.

$$y_{in_k} = W_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j W_{jk} \quad (3)$$

dan mengaplikasikan fungsi aktivasinya untuk menghitung sinyal *output*.

$$y_k = f(y_{in_k}) \quad (4)$$

Backpropagation

Langkah 6: Setiap unit *output* ($Y_k, k = 1, \dots, m$) menerima pola target sesuai dengan pola *training input*, menghitung informasi *error*.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (5)$$

menghitung koreksi bobotnya (digunakan untuk memperbaharui w_{jk})

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (6)$$

menghitung koreksi bias (digunakan untuk memperbaharui w_{0k})

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \quad (7)$$

mengirim ke unit lapisan dibawahnya.

Langkah 7: Setiap *hidden unit* ($Z_j, j = 1, \dots, p$) menjumlahkan delta *input* (dari unit di lapisan atas).

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk} \quad (8)$$

dikalikan dengan turunan dari fungsi aktivasi untuk menghitung informasi *error*.

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \quad (9)$$

menghitung koreksi bobot (digunakan untuk memperbaharui v_{ij})

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (10)$$

dan menghitung koreksi bias (digunakan untuk memperbaharui v_{0j})

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j \quad (11)$$

Update bobot dan bias

Langkah 8: Setiap unit *output* ($Y_k, k = 1, \dots, m$) memperbaharui bias dan bobot ($j = 0, \dots, p$)

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (12)$$

Setiap *hidden unit* ($Z_j, j = 1, \dots, p$) memperbaharui bobot dan bias ($i = 0, \dots, n$)

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (13)$$

Langkah 9: Tes kondisi berhenti.

Algoritma Aplikasi

Setelah *training*, jaringan saraf *backpropagation* diaplikasikan dengan hanya menggunakan fase *feedforward* dari algoritma *training*. Langkah-langkahnya sebagai berikut oleh Fausett (1994):

Langkah 0: Inisialisasi bobot (dari algoritma *training*).

Langkah 1: Untuk setiap vektor *input* lakukan langkah 2-4.

Langkah 2: Untuk $i = 1, \dots, n$ set aktivasi untuk unit *input* x_i .

Feedforward

Langkah 3: Untuk setiap $j = 1, \dots, p$

$$z_in_j = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \tag{14}$$

$$z_j = f(z_in_j) \tag{15}$$

Langkah 4: Untuk setiap $k = 1, \dots, m$

$$y_in_k = W_{0k} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{jk} \tag{16}$$

$$y_k = f(y_in_k) \tag{17}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam studi kasus ini, untuk data set penulis mengambil data dari Badan Pusat Statistik (BPS), data yang diambil yaitu data dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2018. Banyaknya data yang digunakan adalah 11 sampel data yang terdiri dari negara Malaysia, Vietnam, Tiongkok, Thailand, India, Jepang, Hongkong, Uni Emirat Arab, Singapura, Nigeria, dan lainnya. Data set dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan (ton)

Negara tujuan	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Malaysia	210.025,4	267.848,8	352.106,3	283.836,2	320.337,9	1.434.154,6
Vietnam	41.654,4	61.466,5	58.223,8	52.210,7	47.619,3	261.174,7
Tiongkok	158.424,4	206.541,1	204.561,7	268.223,9	188.629,4	1.026.380,5
Thailand	72.197,0	80.622,7	112.885,6	384.566,2	165.429,3	815.700,8
India	11.642,8	24.544,6	10.130,7	13.123,8	8.822,9	68.264,8
Jepang	71,2	3.240,7	7.377,4	4.919,7	4.675,1	20.284,1
Hongkong	1.871,9	7.251,3	5.926,8	1.596,0	3.620,9	20.266,9
Uni Emirat arab	4.238,0	5.514,4	4.133,0	4.044,7	10.377,6	28.307,7
Singapura	6.820,8	6.004,0	4.481,4	5.449,7	6.193,5	28.949,4
Nigeria	1,1	2,5	8,7	1,6	2,7	16,6
Lainnya	9.757,4	11.503,4	6.285,8	16.148,3	35.965,3	79.660,2
Jumlah	516.704,4	674.540,0	766.121,2	1.034.120,8	791.673,9	3.783.160,3

a) Prediksi Tahun 2019

Dalam melakukan prediksi ekspor buah-buahan tahun 2019 data yang akan digunakan merupakan data tahun 2014,2015,2016,2017, dan 2018. Model arsitektur yang akan digunakan adalah 4-2-1. Prediksi ekspor buah-buahan tahun 2019 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Prediksi Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan Tahun 2019

No	Negara tujuan	Tahun					Prediksi 2019
		2014	2015	2016	2017	2018	
1	Malaysia	0,5369	0,6572	0,8325	0,6905	0,7664	0,4025
2	Vietnam	0,1867	0,2279	0,2211	0,2086	0,1991	0,1764
3	Tiongkok	0,4296	0,5297	0,5255	0,6580	0,4924	0,3935
4	Thailand	0,2502	0,2677	0,3348	0,9000	0,4441	0,8307
5	India	0,1242	0,1511	0,1211	0,1273	0,1184	0,1683
6	Jepang	0,1001	0,1067	0,1153	0,1102	0,1097	0,1506
7	Hongkong	0,1039	0,1151	0,1123	0,1033	0,1075	0,1521
8	Uni Emirat arab	0,1088	0,1115	0,1086	0,1084	0,1216	0,1614
9	Singapura	0,1142	0,1125	0,1093	0,1113	0,1129	0,1587
10	Nigeria	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1516
11	Lainnya	0,1203	0,1239	0,1131	0,1336	0,1748	0,1960

Tabel 2 merupakan tabel prediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan tahun 2019

Tabel 3. Tabel Denormalisasi

No	Negara tujuan	Tahun					Prediksi 2019
		2014	2015	2016	2017	2018	
1	Malaysia	210.025,40	267.848,80	352.106,30	283.836,20	320.337,90	145.435
2	Vietnam	41.654,40	61.466,50	58.223,80	52.210,70	47.619,30	36.721
3	Tiongkok	158.424,40	206.541,10	204.561,70	268.223,90	188.629,40	141.070
4	Thailand	72.197,00	80.622,70	112.885,60	384.566,20	165.429,30	351.250
5	India	11.642,80	24.544,60	10.130,70	13.123,80	8.822,90	32.837
6	Jepang	71,2	3.240,70	7.377,40	4.919,70	4.675,10	24.348
7	Hongkong	1.871,90	7.251,30	5.926,80	1.596,00	3.620,90	25.029
8	Uni Emirat arab	4.238,00	5.514,40	4.133,00	4.044,70	10.377,60	29.514
9	Singapura	6.820,80	6.004,00	4.481,40	5.449,70	6.193,50	28.232
10	Nigeria	1,1	2,5	8,7	1,6	2,7	24.789
11	Lainnya	9.757,40	11.503,40	6.285,80	16.148,30	35.965,30	46.131

Tabel 3 merupakan tabel denormalisasi dari tabel prediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan tahun 2019.

b) Prediksi Tahun 2020

Dalam melakukan prediksi ekspor buah-buahan tahun 2020 data yang akan digunakan merupakan data tahun 2015,2016,2017,2018, dan 2019. Model arsitektur yang akan digunakan adalah 4-2-1. Prediksi ekspor buah-buahan tahun 2020 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. Prediksi Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan Tahun 2020

No	Negara tujuan	Tahun					Prediksi 2020
		2015	2016	2017	2018	2019	
1	Malaysia	0,6572	0,8325	0,6905	0,7664	0,4025	0,4594
2	Vietnam	0,2279	0,2211	0,2086	0,1991	0,1764	0,2286
3	Tiongkok	0,5297	0,5255	0,6580	0,4924	0,3935	0,4501
4	Thailand	0,2677	0,3348	0,9000	0,4441	0,8307	0,8963
5	India	0,1511	0,1211	0,1273	0,1184	0,1683	0,2204
6	Jepang	0,1067	0,1153	0,1102	0,1097	0,1506	0,2023
7	Hongkong	0,1151	0,1123	0,1033	0,1075	0,1521	0,2038
8	Uni Emirat arab	0,1115	0,1086	0,1084	0,1216	0,1614	0,2133
9	Singapura	0,1125	0,1093	0,1113	0,1129	0,1587	0,2106
10	Nigeria	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1516	0,2033
11	Lainnya	0,1239	0,1131	0,1336	0,1748	0,1960	0,2486

Tabel 4 merupakan tabel prediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan tahun 2019

Tabel 5. Tabel Denormalisasi

No	Negara tujuan	Tahun					Prediksi 2020
		2015	2016	2017	2018	2019	
1	Malaysia	267.848,80	352.106,30	283.836,20	320.337,90	145.435	172.762
2	Vietnam	61.466,50	58.223,80	52.210,70	47.619,30	36.721	61.819
3	Tiongkok	206.541,10	204.561,70	268.223,90	188.629,40	141.070	168.307
4	Thailand	80.622,70	112.885,60	384.566,20	165.429,30	351.250	382.796
5	India	24.544,60	10.130,70	13.123,80	8.822,90	32.837	57.855
6	Jepang	3.240,70	7.377,40	4.919,70	4.675,10	24.348	49.193
7	Hongkong	7.251,30	5.926,80	1.596,00	3.620,90	25.029	49.887
8	Uni Emirat arab	5.514,40	4.133,00	4.044,70	10.377,60	29.514	54.464
9	Singapura	6.004,00	4.481,40	5.449,70	6.193,50	28.232	53.156
10	Nigeria	2,5	8,7	1,6	2,7	24.789	49.642
11	Lainnya	11.503,40	6.285,80	16.148,30	35.965,30	46.131	71.422

Tabel 5 merupakan tabel denormalisasi dari tabel prediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan tahun 2020.

c) Prediksi Tahun 2021

Dalam melakukan prediksi ekspor buah-buahan tahun 2021 data yang akan digunakan merupakan data tahun 2016,2017,2018,2019, dan 2020. Model arsitektur yang akan digunakan adalah 4-2-1. Prediksi ekspor buah-buahan tahun 2021 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 6. Prediksi Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan Tahun 2021

No	Negara tujuan	Tahun					Prediksi 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	
1	Malaysia	0,8325	0,6905	0,7664	0,4025	0,4594	0,5174
2	Vietnam	0,2211	0,2086	0,1991	0,1764	0,2286	0,2819
3	Tiongkok	0,5255	0,6580	0,4924	0,3935	0,4501	0,5079
4	Thailand	0,3348	0,9000	0,4441	0,8307	0,8963	0,9633
5	India	0,1211	0,1273	0,1184	0,1683	0,2204	0,2735
6	Jepang	0,1153	0,1102	0,1097	0,1506	0,2023	0,2551
7	Hongkong	0,1123	0,1033	0,1075	0,1521	0,2038	0,2565
8	Uni Emirat arab	0,1086	0,1084	0,1216	0,1614	0,2133	0,2663
9	Singapura	0,1093	0,1113	0,1129	0,1587	0,2106	0,2635
10	Nigeria	0,1000	0,1000	0,1000	0,1516	0,2033	0,2560
11	Lainnya	0,1131	0,1336	0,1748	0,1960	0,2486	0,3023

Tabel 6 merupakan tabel prediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan tahun 2021

Tabel 7. Tabel Denormalisasi

No	Negara tujuan	Tahun					Prediksi 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	
1	Malaysia	352.106,30	283.836,20	320.337,90	145.435	172.762	200.649
2	Vietnam	58.223,80	52.210,70	47.619,30	36.721	61.819	87.432
3	Tiongkok	204.561,70	268.223,90	188.629,40	141.070	168.307	196.103
4	Thailand	112.885,60	384.566,20	165.429,30	351.250	382.796	414.989
5	India	10.130,70	13.123,80	8.822,90	32.837	57.855	83.387
6	Jepang	7.377,40	4.919,70	4.675,10	24.348	49.193	74.547
7	Hongkong	5.926,80	1.596,00	3.620,90	25.029	49.887	75.256
8	Uni Emirat arab	4.133,00	4.044,70	10.377,60	29.514	54.464	79.926
9	Singapura	4.481,40	5.449,70	6.193,50	28.232	53.156	78.592
10	Nigeria	8,7	1,6	2,7	24.789	49.642	75.006
11	Lainnya	6.285,80	16.148,30	35.965,30	46.131	71.422	97.232

d) Prediksi Negara dengan tingkat ekspor buah-buahan tertinggi

Dalam melakukan prediksi negara dengan tingkat ekspor buah-buahan tertinggi data yang digunakan merupakan data prediksi tahun 2019, 2020 dan 2021. Prediksi negara dengan tingkat ekspor buah-buahan tertinggi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Tabel Prediksi Negara Dengan Tingkat Ekspor Buah-Buahan Tertinggi

No	Negara tujuan	Tahun			
		2018	2019	2020	2021
1	Malaysia	320.337,90	145.435	172.762	200.649
2	Vietnam	47.619,30	36.721	61.819	87.432
3	Tiongkok	188.629,40	141.070	168.307	196.103
4	Thailand	165.429,30	351.250	382.796	414.989
5	India	8.822,90	32.837	57.855	83.387
6	Jepang	4.675,10	24.348	49.193	74.547
7	Hongkong	3.620,90	25.029	49.887	75.256
8	Uni Emirat arab	10.377,60	29.514	54.464	79.926
9	Singapura	6.193,50	28.232	53.156	78.592
10	Nigeria	2,70	24.789	49.642	75.006
11	Lainnya	35.965,30	46.131	71.422	97.232

Pada tabel 8 dapat dilihat prediksi negara dengan tingkat ekspor buah-buahan tertinggi pada setiap tahunnya berbeda. Pada tahun 2018 negara dengan hasil ekspor buah-buahan tertinggi adalah negara Malaysia. Sedangkan pada tahun 2019, 2020 dan 2021 negara dengan hasil ekspor buah-buahan tertinggi adalah Thailand.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan pelatihan dan pengujian data pada jaringan saraf tiruan dengan menggunakan algoritma *backpropagation*, jaringan Saraf Tiruan dapat digunakan untuk memprediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan berdasarkan data dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2018. Akuratnya sebuah hasil pelatihan ataupun pengujian terhadap nilai *output* dalam memprediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan,

tergantung pada pola arsitektur jaringan yang digunakan. Arsitektur yang terbaik untuk penelitian metode Jaringan Saraf Tiruan dalam memprediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan adalah dengan menggunakan algoritma *backpropagation* adalah model 4-4-1 dengan proses perulangan (*epoch*) pada saat pelatihan dengan nilai *epoch* = 3036 dan pencapaian MSE pada saat pengujian dengan MSE = **0,0363**. Hasil dari penelitian Jaringan Saraf Tiruan ini dapat mengetahui prediksi jumlah ekspor buah-buahan menurut negara tujuan di tahun 2020 dan 2021.

REFERENCES

- [1] A. P. Windarto, "Penerapan Datamining Pada Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan Menggunakan K-Means Clustering Method," *Techno.Com*, vol. 16, no. 4, pp. 348–357, 2017, doi: 10.33633/tc.v16i4.1447.
- [2] A. S. Ritonga and S. Atmojo, "Pengembangan Model Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru di PTS Surabaya (Studi Kasus Universitas Wijaya Putra)," *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 12, no. 1, p. 15, 2018, doi: 10.32815/jitika.v12i1.213.
- [3] S. Solikhun, M. Safii, and A. Trisno, "Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Tingkat Pemahaman Sisiwa Terhadap Matapelajaran Dengan Menggunakan Algoritma Backpropagation," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 1, p. 24, 2017, doi: 10.30645/j-sakti.v1i1.26.
- [4] I. S. Purba and A. Wanto, "Prediksi Jumlah Nilai Impor Sumatera Utara Menurut Negara Asal Menggunakan Algoritma Backpropagation," *Techno.Com*, vol. 17, no. 3, pp. 302–311, 2018, doi: 10.33633/tc.v17i3.1769.