

Analisis Perkembangan Produksi Tanaman Biofarmaka (Obat) di Indonesia Menggunakan Algoritma Resilient

Indra Satria^{1*}, Azwar Anas Manurung², Mhd Ali Hanafiah³
^{1,2}Universitas Asahan, Kisaran, Indonesia

³Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Bina Karya, Tebing Tinggi, Indonesia

E-mail: ¹indrasatria87861@gmail.com, ²azwaranasmanurung87@gmail.com,
³ikh.alie84@gmail.com

Abstract

Biofarmaka (medicinal plants) in Indonesia play a crucial role in the pharmaceutical industry's development, providing natural resources for drug research, and supporting the utilization of traditional herbal remedies for public health. This research aims to analyze the development of biofarmaka plant production in Indonesia through predictions. This is essential for strategic planning, resource management, and future pharmaceutical industry development, ensuring an adequate supply of raw materials and supporting sustainable growth in the bio-pharmaceutical sector. The research dataset comprises biofarmaka plant production data in Indonesia by plant type, from 2018 to 2022, obtained from the Indonesian Central Statistics Agency. The research employs the Resilient algorithm, a machine learning technique. Architectural models used include 3-5-1, 3-10-1, 3-15-1, and 3-20-1. Among the four models, the 3-5-1 model is selected as the best due to its higher accuracy of 100%, and a lower Mean Squared Error (MSE) of 0.0023021, indicating the successful application of the Resilient algorithm in predicting the development of biofarmaka plant production in Indonesia.

Keywords: Development of Production, Plants, Biopharmaceuticals, Medicine, Resilient

Abstrak

Tanaman biofarmaka (obat) di Indonesia memegang peran penting dalam pengembangan industri farmasi, menyediakan sumber daya alam untuk penelitian obat-obatan, dan mendukung upaya pemanfaatan ramuan herbal tradisional untuk kesehatan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan produksi tanaman biofarmaka di Indonesia berupa prediksi. Hal ini penting dilakukan untuk menyusun strategi perencanaan, pengelolaan sumber daya, dan pengembangan industri obat di masa depan, memastikan ketersediaan bahan baku yang memadai, serta mendukung pertumbuhan sektor biofarmasi secara berkelanjutan. Dataset penelitian berupa data produksi tanaman biofarmaka di Indonesia menurut jenis tanaman, tahun 2018-2022 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia. Penelitian menggunakan algoritma Resilient yang merupakan salah satu teknik dari algoritma machine learning. Model arsitektur yang digunakan 3-5-1, 3-10-1, 3-15-1 dan 3-20-1. Berdasarkan 4 model yang digunakan, model 3-5-1 terpilih sebagai model terbaik karena tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan model lain, yakni sebesar 100%. Selain itu tingkat error (MSE) nya juga lebih rendah, yakni sebesar 0,0023021. Berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwa algoritma Resilient pada masalah analisis perkembangan produksi tanaman biofarmaka di Indonesia dapat diterapkan dengan cukup baik.

Kata Kunci: Perkembangan Produksi, Tanaman, Biofarmaka, Obat, Resilient

1. Pendahuluan

Tanaman biofarmaka, atau tanaman obat, merujuk pada jenis tanaman yang memiliki sifat-sifat farmakologis atau senyawa aktif yang dapat digunakan untuk keperluan medis

[1]-[3]. Tanaman ini menjadi sumber bahan baku penting dalam industri farmasi dan obat-obatan [4]. Tanaman biofarmaka di Indonesia mencakup berbagai jenis tumbuhan seperti jahe, kunyit, temulawak, sirih, dan sebagainya, yang telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional [5]. Sifat-sifat obat pada tanaman ini dapat mencakup antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, dan sejumlah manfaat kesehatan lainnya. Pemanfaatan tanaman biofarmaka tidak hanya mendukung industri farmasi tetapi juga mempromosikan penggunaan ramuan herbal tradisional untuk kesehatan masyarakat secara lebih luas. Keberadaan tanaman biofarmaka memiliki peran penting dalam perkembangan industri farmasi, di mana senyawa-senyawa yang terkandung dalam tanaman tersebut dapat diisolasi dan digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan obat-obatan. Selain itu, popularitas ramuan herbal tradisional yang bersumber dari tanaman biofarmaka juga semakin meningkat, menciptakan permintaan yang berkelanjutan untuk produk-produk kesehatan alami [6]. Analisis perkembangan produksi tanaman biofarmaka di Indonesia memiliki tujuan strategis. Prediksi perkembangan ini diperlukan untuk menyusun strategi perencanaan, mengelola sumber daya alam, dan mengembangkan industri obat di masa depan. Seiring dengan itu, hal ini juga bertujuan untuk memastikan ketersediaan bahan baku yang memadai, mendukung pertumbuhan sektor biofarmasi secara berkelanjutan, dan memberikan kontribusi positif terhadap kesehatan masyarakat secara umum.

Salah satu metode yang dapat dimanfaatkan dalam proses prediksi adalah menggunakan algoritma Resilient. Algoritma Resilient merupakan salah satu algoritma dalam bidang machine learning yang dapat digunakan untuk tugas-tugas regresi atau prediksi. Keunggulan algoritma ini terletak pada kemampuannya menyesuaikan diri dengan perubahan kecil pada data dan menanggapi perubahan tersebut dengan efisien [7]. Beberapa alasan mengapa algoritma Resilient dapat digunakan untuk memprediksi perkembangan produksi tanaman biofarmaka di Indonesia, diantaranya: Algoritma Resilient memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan perubahan data, termasuk fluktuasi kecil yang mungkin terjadi dalam produksi tanaman biofarmaka. Hal ini membuatnya efektif untuk menghadapi variasi alamiah dalam dataset. Resilient dapat merespons perubahan data dengan cepat dan efisien tanpa memerlukan banyak iterasi. Hal ini menjadi keuntungan ketika berurusan dengan dataset yang besar dan dinamis seperti produksi tanaman biofarmaka yang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Data produksi tanaman biofarmaka mungkin mengandung noise atau gangguan. Algoritma Resilient memiliki kecenderungan untuk menangani noise dengan baik, memungkinkan identifikasi pola yang lebih konsisten dan relevan, Algoritma Resilient cenderung memiliki kemampuan generalisasi yang baik, artinya model yang dihasilkan mampu menggeneralisasi pola dari data pelatihan ke data uji dengan baik [8]. Hal ini penting untuk memastikan bahwa prediksi yang diberikan oleh model dapat diterapkan pada situasi dunia nyata. Oleh karena itu, algoritma Resilient dapat dianggap sebagai pilihan yang sesuai untuk tugas prediksi terkait perkembangan produksi tanaman biofarmaka di Indonesia, terutama ketika dihadapkan pada kondisi data yang dinamis dan berfluktuasi.

Beberapa studi sebelumnya terkait dengan topik penelitian ini, antara lain: Prediksi produksi biofarmaka dengan memanfaatkan model fuzzy time series menggunakan pendekatan percentage change dan frequency based partition. Prediksi difokuskan pada biofarmaka untuk empat jenis rimpang yaitu Jahe, Lengkuas, Kencur, dan Kunyit yang dinilai menjadi prioritas utama pengembangan tanaman obat di Indonesia. Hasil prediksi menunjukkan akurasi luar biasa dengan nilai Mean Absolute Percentage Error yang sangat kecil yakni Jahe 0,03%, Lengkuas 0,02%, Kencur 0,14%, dan Kunyit 0,03% [9]. Prediksi hasil panen tanaman biofarmaka di Indonesia menggunakan metode Extreme Learning Machine. Tahapan prediksi dengan metode ini dimulai dari proses pra-prosesing, normalisasi data, proses training, proses testing, denormalisasi, dan melakukan evaluasi nilai error menggunakan MAPE. Pada penelitian ini, dilakukan pengujian parameter rasio data dengan holdout validation berdasarkan nested cross validation, fitur, dan hidden neuron. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh parameter optimal dengan

nilai MAPE terkecil sebesar 9,34% [10]. Penelitian berikutnya dilakukan untuk peramalan produksi tanaman biofarmaka di provinsi Riau dengan metode sarimax. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Metode Sarimax ini untuk peramalan hasil produksi tanaman biofarmaka di Riau memiliki akurasi yang baik dengan nilai MAPE yang relative sebesar 84%. Oleh karena itu penerapan Metode Sarimax ini dapat direkomendasi untuk prediksi hasil panen padi di masa-masa yang akan mendatang [11].

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka diusulkan penelitian ini dengan tujuan untuk melihat perkembangan produksi tanaman biofarmaka (obat) di Indonesia berdasarkan model prediksi terbaik melalui serangkaian uji coba menggunakan metode Resilient. Perbedaan penelitian kami dengan penelitian yang sudah dijelaskan sebelumnya, terletak pada penerapan algoritma yang berbeda serta hasil akurasi penelitian yang lebih baik dan tingkat error yang lebih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menggunakan Algoritma Resilient sebagai pendekatan dalam menganalisis dan memprediksi perkembangan produksi tanaman biofarmaka di Indonesia. Keberhasilan prediksi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memberikan informasi demi menunjang perencanaan strategis, pengelolaan sumber daya, dan pertumbuhan berkelanjutan industri obat di masa depan.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Metode Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan adalah Jaringan Saraf Tiruan dengan metode Resilient. Metode ini mampu melakukan prediksi berdasarkan data yang telah lampau (times series). Resilient adalah merupakan hasil pengembangan dari Backpropagation. Perubahan bobot pada Backpropagation dipengaruhi oleh learning rate dan tergantung dari kemiringan kurva eror ($\partial E/\partial W_{ij}$). Semakin kecil learning rate yang digunakan, maka pembelajaran akan lebih lama. Sementara semakin besar tingkat pembelajaran, nilai pembobotan akan jauh dari bobot minimum. Untuk mengatasinya, dikembangkan metode baru yaitu Rprop (Resilient Backpropagation). Metode ini menggunakan tanda (positif atau negatif) dari gradien untuk menunjukkan arah penyesuaian bobot. Sementara ukuran perubahan bobotnya adalah ditentukan oleh penyesuaian nilai (Δ) [12]. Metode Resilient mengubah bobot dan jaringan bias dengan proses adaptasi langsung dari pembobotan berdasarkan informasi gradien lokal dari iterasi pembelajaran, sehingga jumlah iterasi diperlukan mencapai target [13].

Secara umum cara kerja metode Resilient Backpropagation (Rprop) dapat diterangkan sebagai berikut [14]:

1. Inisialisasi Penyesuaian Awal $\Delta_{ij}(t) = \Delta_0 = 0$, Gradient Awal $\partial E/\partial W_{ij} . (t-1) = 0$
2. Lakukan langkah-langkah berikut sampai bobot konvergen

- a. Hitung Gradient $\partial E/\partial W.t$

- b. Untuk semua bobot, hitung nilai penyesuaian.

1. Jika $\partial E/\partial W.t * \partial E/\partial W_{ij} . (t-1) \geq 0$ maka

$$\Delta_{ij}(t) = \min(\Delta_{ij}(t-1) * \eta^+, \Delta_{max}) \quad (1)$$

2. Jika $\partial E/\partial W(t) * \partial E/\partial W_{ij} . (t-1) < 0$ maka

$$\Delta_{ij}(t) = \max(\Delta_{ij}(t-1) * \eta^-, \Delta_{min}) \quad (2)$$

- c. Hitung perubahan bobot

1. Jika $\partial E/\partial W(t) > 0$ maka

$$w(t+1) = w(t) - \Delta_{ij}(t) \quad (3)$$

2. Jika $\partial E/\partial W(t) < 0$ maka

$$w(t+1) = w(t) + \Delta_{ij}(t) \quad (4)$$

3. Selesai.

2.2. Dataset Penelitian

Dataset penelitian berupa data produksi tanaman biofarmaka di Indonesia menurut jenis tanaman, tahun 2018-2022 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia [15]. Data lengkap dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

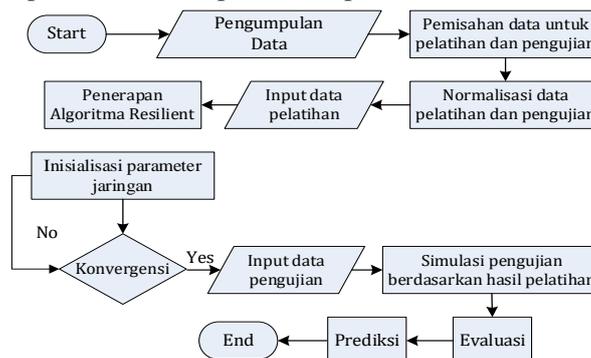
Tabel 1. Produksi Tanaman Biofarmaka di Indonesia (Kg) [15]

No	Jenis Tanaman	Produksi Tanaman Biofarmaka (Kg)				
		2018	2019	2020	2021	2022
1	Jahe	207.411.867	174.380.121	0	307.241.517	247.455.487
2	Kapulaga	81.724.526	72.529.554	0	124.765.802	128.671.039
3	Keji Beling	429.846	418.854	0	0	0
4	Kencur	35.966.755	35.296.213	0	54.408.609	52.477.225
5	Kunyit	203.457.526	190.909.203	0	184.825.890	196.499.570
6	Laos/Lengkuas	70.014.973	75.384.909	0	76.745.335	66.312.671
7	Lempuyang	9.150.995	6.609.056	0	8.428.689	7.219.608
8	Lidah Buaya	11.228.825	20.746.714	0	15.679.981	4.396.628
9	Mahkota Dewa	10.948.173	12.670.580	0	4.446.554	5.924.089
10	Mengkudu	5.741.585	8.119.231	0	9.560.491	5.162.852
11	Sambiloto	2.290.039	1.856.377	0	1.930.369	1.751.810
12	Temuireng	7.135.233	6.969.556	0	6.519.135	5.051.749
13	Temukunci	5.182.414	4.866.303	0	2.802.521	2.398.042
14	Temulawak	25.571.197	29.637.119	0	32.282.031	28.099.702
15	Jeruk Nipis	0	0	0	33.510.985	53.456.962
16	Serai	0	0	0	36.369.385	55.793.607

Pada Tabel 1 dapat dilihat ada beberapa informasi yang tidak lengkap, seperti produksi tanaman biofarmaka tahun 2020 yang tidak terdata karena pengaruh wabah Covid-19, produksi keji beling tahun 2020 hingga 2022 yang kosong, produksi jeruk nipis dan serai tahun 2018 hingga 2020 juga kosong. Data-data yang kosong ini akan di lakukan cleaning agar tidak mempengaruhi hasil penelitian. Cleaning yang dilakukan diantaranya: data produksi tahun 2020 kami buat sama dengan data produksi tahun 2019, dan data-data jenis tanaman biofarmaka yang kosong, seperti keji beling, jeruk nipis dan serai kami hilangkan. Sehingga dari 16 jenis tanaman biofarmaka, setelah dilakukan cleaning menjadi 13 tanaman saja (Jahe, Kapulaga, Kencur, Kunyit, Laos/Lengkuas, Lempuyang, Lidah Buaya, Mahkota Dewi, Mengkudu, Sambiloto, Temuireng, Temukunci, Temulawak, Jeruk Nipis, dan Serai).

2.3. Flowchart Penelitian

Flowchart penelitian memberikan representasi visual yang jelas dari langkah-langkah penelitian, memastikan keselarasan, identifikasi potensi hambatan, komunikasi efektif dalam tim, dan memudahkan pemecahan masalah serta evaluasi keseluruhan proses penelitian. Flowchart penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Flowchart Penelitian [16]

Gambar 1 merupakan *Flowchart* penelitian untuk menyelesaikan masalah analisis perkembangan produksi tanaman biofarmaka (obat) di Indonesia menggunakan algoritma Resilient. Hal pertama yang dilakukan pada tahapan penelitian adalah dengan mengumpulkan dataset penelitian (Berdasarkan Tabel 1). Langkah berikutnya memisahkan dataset penelitian menjadi 2 bagian, yakni untuk data pelatihan dan pengujian. Tahapan berikutnya melakukan normalisasi data pelatihan dan pengujian dengan menggunakan rumus persamaan (2) [17]–[23].

$$x' = \frac{0,8(x - b)}{(a - b)} + 0,1 \quad (5)$$

Keterangan :

- x' : Data Transformasi
- x : Data yang akan di normalisasi
- a : Data paling kecil dari dataset
- b : Data paling besar dari dataset
- 0.1 / 0.8 : Nilai default Normalisasi

Selanjutnya data pelatihan yang sudah di normalisasi dimasukkan kedalam aplikasi Matlab 2021a untuk di proses, dilanjutkan dengan membuat jaringan saraf multi layer (input data pelatihan). Selanjutnya penerapan machine learning dengan teknik *Resilient*. Pembuatan jaringan saraf multi layer ini menggunakan fungsi *tansig* dan *logsig*. Tahapan selanjutnya adalah dilakukan inialisasi parameter jaringan berdasarkan fungsi pelatihan yang digunakan (*trainrp*). Kemudian memasukkan perintah untuk dilakukan proses pelatihan dan melihat hasil saat performance ditemukan. Apabila hasil pelatihan mencapai konvergensi, maka akan dilanjutkan memasukkan data pengujian yang sudah di normalisasi. Tetapi jika hasil pelatihan belum mencapai konvergensi, maka kembali ke tahap inialisasi parameter jaringan. Tahapan berikutnya dilanjutkan dengan simulasi data uji berdasarkan hasil pelatihan. Apabila semua sudah dilakukan, tahapan selanjutnya adalah melakukan evaluasi untuk melihat model arsitektur terbaik berdasarkan tingkat akurasi terbaik. Tahapan akhir melakukan prediksi tanaman biofarmaka (obat) di Indonesia tahun 2023 dan 2024.

2.4. Variabel Penelitian dan Kriteria

Variabel penelitian yang digunakan pada artikel ini ada 2 (dua) bagian, yakni variabel input dan variabel output. Variabel input masing-masing ada 6 (enam), yakni data produksi tahun 2014-2019 (pelatihan) dan data produksi tahun 2015-2020 (pengujian). Sedangkan variabel output masing-masing ada 1, yakni tahun 2020 dan 2021 yang menjadi target dari data input pelatihan dan pengujian. Sedangkan kriteria yang digunakan ada 33, yakni Provinsi Aceh hingga Papua.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Normalisasi

Tabel 2 berikut ini merupakan hasil normalisasi data tahun 2018-2020 dengan target 2021 yang digunakan sebagai data pelatihan. Data ini diambil berdasarkan pada tabel 1. Data ini dinormalisasi menggunakan fungsi seperti yang telah dituliskan pada persamaan (1).

Tabel 2. Data Pelatihan (Normalisasi)

Data	Produksi Tanaman Biofarmaka / Obat (Kg)			Target (2021)
	2018	2019	2020	
1	0,6385	0,5520	0,5520	0,9000
2	0,3092	0,2851	0,2851	0,4220
3	0,1894	0,1876	0,1876	0,2377
4	0,6281	0,5953	0,5953	0,5793
5	0,2786	0,2926	0,2926	0,2962
6	0,1191	0,1125	0,1125	0,1172
7	0,1246	0,1495	0,1495	0,1362

Data	Produksi Tanaman Biofarmaka / Obat (Kg)			Target (2021)
	2018	2019	2020	
8.	0,1238	0,1283	0,1283	0,1068
9	0,1102	0,1164	0,1164	0,1202
10	0,1011	0,1000	0,1000	0,1002
11	0,1138	0,1134	0,1134	0,1122
12	0,1087	0,1079	0,1079	0,1025
13	0,1621	0,1728	0,1728	0,1797

Tabel 3 berikut ini merupakan hasil normalisasi data tahun 2019-2021 dengan target 2022 yang digunakan sebagai data pelatihan. Data ini diambil berdasarkan pada tabel 1. Data ini dinormalisasi menggunakan fungsi seperti yang telah dituliskan pada persamaan (1).

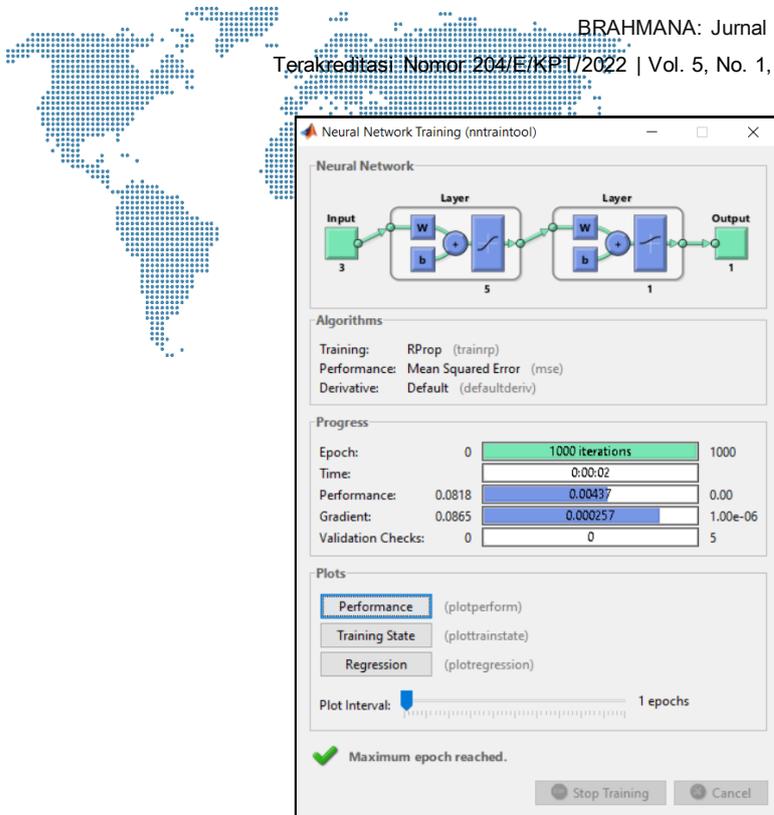
Tabel 3. Data Pengujian (Normalisasi)

Data	Produksi Tanaman Biofarmaka / Obat (Kg)			Target (2022)
	2019	2020	2021	
1	0,5521	0,5521	0,9000	0,7434
2	0,2853	0,2853	0,4221	0,4324
3	0,1878	0,1878	0,2379	0,2328
4	0,5954	0,5954	0,5794	0,6100
5	0,2928	0,2928	0,2964	0,2691
6	0,1127	0,1127	0,1175	0,1143
7	0,1497	0,1497	0,1365	0,1069
8	0,1286	0,1286	0,1071	0,1109
9	0,1167	0,1167	0,1204	0,1089
10	0,1003	0,1003	0,1005	0,1000
11	0,1137	0,1137	0,1125	0,1086
12	0,1082	0,1082	0,1028	0,1017
13	0,1730	0,1730	0,1800	0,1690

Pengolahan data berdasarkan tabel 2 dan 3 dibantu dengan tools matlab 2021a dalam menentukan model arsitektur terbaik dengan algoritma Resilient. Arsitektur yang digunakan sebanyak 4 (Empat) model, yakni: 3-5-1, 3-10-1, 3-15-1 dan 3-20-1. Cara menentukan model arsitektur terbaik dengan metode Resilient adalah menentukan error minimum dari proses training dan testing yang dilakukan. Tingkat error yang digunakan sebesar 0,04 dengan learning rate 0,01.

3.2. Pelatihan dan Pengujian

Penelitian ini dianalisis dengan menggunakan 4 (empat) model arsitektur jaringan, diantaranya: 3-5-1 (3 neuron lapisan input, 5 neuron lapisan tersembunyi dan 1 lapisan keluaran), 3-10-1 (3 neuron lapisan input, 10 neuron lapisan tersembunyi, dan 1 lapisan keluaran), 3-15-1 (3 neuron lapisan masukan, 15 neuron lapisan tersembunyi dan 1 lapisan keluaran) dan 3-20-1 (3 neuron lapisan masukan, 20 neuron lapisan tersembunyi dan 1 lapisan keluaran). Berdasarkan analisis dengan menggunakan aplikasi Matlab 2021a dan Microsoft Excel didapatkan model arsitektur terbaik adalah 3-5-1 dengan akurasi tinggi sebesar 100%. Pelatihan menggunakan model arsitektur 3-5-1 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Training dengan Model 3-5-1

Gambar 2 merupakan hasil pelatihan menggunakan model arsitektur 3-5-1. Untuk tabel pelatihan dan pengujian menggunakan *Microsoft Excel* dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Pelatihan dan Pengujian dengan Model Arsitektur 3-5-1

Data Pelatihan (Training)					Data Pengujian (Testing)					
Data	Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE	Hasil	
1	0,9000	0,7406	0,1594	0,0254084	0,7434	0,7365	0,0069	0,0000481	1	
2	0,4220	0,3841	0,0379	0,0014348	0,4324	0,4140	0,0184	0,0003374	1	
3	0,2377	0,2123	0,0254	0,0006435	0,2328	0,2293	0,0035	0,0000125	1	
4	0,5793	0,7408	-0,1615	0,0260775	0,6100	0,7405	-0,1305	0,0170316	1	
5	0,2962	0,3470	-0,0508	0,0025824	0,2691	0,3687	-0,0996	0,0099264	1	
6	0,1172	0,1091	0,0081	0,0000659	0,1143	0,1092	0,0051	0,0000262	1	
7	0,1362	0,1463	-0,0101	0,0001017	0,1069	0,1498	-0,0429	0,0018382	1	
8	0,1068	0,1239	-0,0171	0,0002929	0,1109	0,1179	-0,0070	0,0000486	1	
9	0,1202	0,1100	0,0102	0,0001037	0,1089	0,1129	-0,0040	0,0000157	1	
10	0,1002	0,0973	0,0029	0,0000084	0,1000	0,0974	0,0026	0,0000068	1	
11	0,1122	0,1086	0,0036	0,0000131	0,1086	0,1084	0,0002	0,0000001	1	
12	0,1025	0,1036	-0,0011	0,0000013	0,1017	0,1023	-0,0006	0,0000004	1	
13	0,1797	0,1868	-0,0071	0,0000503	0,1690	0,1942	-0,0252	0,0006351	1	
				Jlh SSE	0,0567839					
				MSE	0,0043680					
								Jlh SSE	0,0299271	100%
								MSE	0,0023021	

Penjelasan:

- Data = Jumlah Provinsi di Indonesia yang digunakan sebagai data penelitian
- Target = Hasil dari normalisasi target pelatihan dan normalisasi target pengujian.
- Output = Hasil dari Matlab dengan rumus $[a, Pf, Af, e, Perf] = sim(net, P, [], [], T)$
- Error = Diperoleh dari nilai Target-Output
- SSE = Diperoleh dari nilai dari nilai $error^2$
- Jlh SSE = Nilai keseluruhan SSE
- Hasil = Jika nilai kesalahan $\leq 0,04$ maka hasilnya benar (1), sebaliknya salah (0).
- 100% = Diperoleh dari nilai dari jumlah hasil yang benar / 13×100
- MSE = Diperoleh dari total (SSE) / 13 (jumlah data)

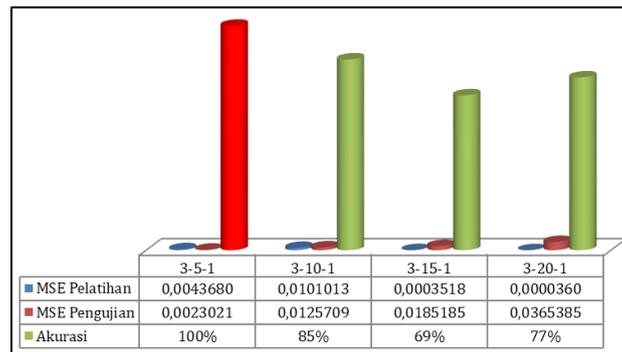
3.3. Penentuan Model Arsitektur Terbaik

Setelah dianalisis proses pelatihan dan pengujian pada model arsitektur 3-5-1, 3-10-1, 3-15-1 dan 3-20-1 menggunakan Matlab 2021a dan Microsoft Excel, maka didapatkan model arsitektur 3-5-1 yang terbaik, karena memiliki nilai Mean Square Error (MSE) pengujian yang lebih rendah dibandingkan tiga model yang lain, yaitu sebesar 0,0023021 dan tingkat akurasi yang sangat baik, yakni sebesar 100%.

Tabel 5. Perbandingan Model Arsitektur

Model Arsitektur	Epoch	MSE Pelatihan	MSE Pengujian	Akurasi
3-5-1	1000 Iterasi	0,0043680	0,0023021	100%
3-10-1		0,0101013	0,0125709	85%
3-15-1		0,0003518	0,0185185	69%
3-20-1		0,0000360	0,0365385	77%

Tabel 5 merupakan perbandingan dari 4 (empat) model arsitektur yang digunakan pada penelitian ini. Model 3-5-1 terpilih sebagai model terbaik karena memiliki MSE Pengujian (tingkat error) yang lebih rendah dibandingkan empat model yang lain. Selain itu, model arsitektur 3-5-1 juga menghasilkan akurasi yang tertinggi, yakni sebesar 100% (lebih tinggi dibandingkan model yang lain).



Gambar 3. Perbandingan MSE Pengujian dan Akurasi

Berdasarkan perbandingan dari hasil masing-masing model arsitektur yang dianalisis pada tabel 6, terdapat perbedaan kemampuan dari yang cukup mencolok, diantaranya nilai *Mean Square error* (MSE) pengujian dan akurasi prediksi yang dapat dilihat pada Gambar 3. Sebagaimana perlu diketahui, bahwa semakin rendah tingkat kesalahan maka kemampuannya dalam sebuah sistem akan semakin baik, sedangkan semakin tinggi akurasi prediksi maka diharapkan akan semakin baik hasil prediksi yang diperoleh.

3.4. Prediksi Berdasarkan Model Arsitektur Terbaik

Prediksi diperoleh berdasarkan model terbaik 3-5-1 dengan menggunakan rumus persamaan (2) [24].

$$\text{Estimasi} = \frac{(x-0,1)(b-a)}{0,8} + a \quad (6)$$

Penjelasan :

x = Target yang akan di estimasi, a = Data terendah, b = Data tertinggi, $0,1$ dan $0,8$ = Nilai default untuk melakukan prediksi.

Tabel 6. Perbandingan Data Awal Produksi Tanaman Biofarmaka dan Hasil Prediksi

No	Provinsi	Produksi Biofarmaka (Kg)		Perkembangan Biofarmaka / Prediksi	
		2021	2022	2023	2024
1	Jahe	307.241.517	247.455.487	199.512.557	199.983.406
2	Kapulaga	124.765.802	128.671.039	102.951.012	102.393.783
3	Kencur	54.408.609	52.477.225	43.797.852	44.528.935

No	Provinsi	Produksi Biofarmaka (Kg)		Perkembangan Biofarmaka / Prediksi	
		2021	2022	2023	2024
4	Kunyit	184.825.890	196.499.570	157.835.071	157.805.260
5	Laos/Lengkuas	76.745.335	66.312.671	55.100.221	55.804.527
6	Lempuyang	8.428.689	7.219.608	5.437.365	5.820.202
7	Lidah Buaya	15.679.981	4.396.628	6.942.300	4.258.966
8	Mahkota Dewa	4.446.554	5.924.089	1.260.403	3.267.706
9	Mengkudu	9.560.491	5.162.852	5.621.643	5.151.101
10	Sambiloto	1.930.369	1.751.810	3.164.606	3.936.807
11	Temuireng	6.519.135	5.051.749	4.055.282	4.680.252
12	Temukunci	2.802.521	2.398.042	2.519.634	3.589.865
13	Temulawak	32.282.031	28.099.702	19.749.604	16.947.104
Jumlah		829.636.924	751.420.472	607.947.550	608.167.915

4. Kesimpulan

Melalui analisis perkembangan produksi tanaman biofarmaka (obat) di Indonesia menggunakan Algoritma Resilient, penelitian ini menghasilkan temuan bahwa pendekatan ini memberikan prediksi yang akurat dan dapat diandalkan. Berdasarkan penerapan algoritma Resilient, penelitian ini mampu memberikan wawasan mendalam terkait tren pertumbuhan produksi tanaman biofarmaka. Hasil prediksi yang diperoleh dapat memberikan landasan yang kokoh untuk perencanaan strategis dalam industri biofarmasi, termasuk aspek-aspek krusial seperti pengelolaan sumber daya, ketersediaan bahan baku yang memadai, dan dukungan terhadap pengembangan industri obat di masa depan.

References

- [1] I. Sulistiyawati, G. Anggraeni, and T. Setyaningtyas, 'Membangun Desa Sehat Mandiri dengan Pengembangan Produk Olahan Tanaman Biofarmaka menjadi Obat Herbal di Desa Sirkandi Banjarnegara', *Jurnal Madaniya*, vol. 4, no. 4, pp. 1356–1367, 2023, doi: 10.53696/27214834.558.
- [2] I. G. A. A. H. Triandini, A. Anri, Y. Mulyani, R. Ziska, C. A. Muhtar, and I. G. A. S. Wangiyana, 'Implementasi Konsep Merdeka Belajar Kolaboratif Melalui Pengolahan Tanaman Biofarmaka Galaktagog Di Kota Mataram', *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, vol. 7, no. 1, pp. 83–89, 2023, doi: 10.31764/jpmb.v7i1.12496.
- [3] D. Purliantoro and I. Ayesha, 'Data Mining K-Means Clusterization Using the Davies Bouldin Index Based on Arima Forecasting Results of Biopharmaco Crop Production in Indonesia Province', *Journal of Scientech Research and Development*, vol. 5, no. 1, pp. 580–594, 2023, doi: 10.56670/jsrd.v5i1.181.
- [4] I. Adi nugroho and R. Pinnusa, 'Standar Pengembangan Produk Tumbuhan Obat di Pulau Jawa', *STANDAR: Better Standard Better Living*, vol. 1, no. 6, pp. 14–17, 2022.
- [5] S. Widayati and L. Marliyah, 'Sosialisasi Pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga Bagi Masyarakat', *MANGGALI: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 3, no. 1, pp. 99–109, 2023, doi: 10.31331/manggali.v3i1.2441.
- [6] B. Wahyuddin and R. Sidi, 'Pengaturan dan Dampak Hukum Produk Obat Herbal dalam Upaya Pemenuhan Hak Kesehatan di Indonesia', *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, vol. 6, no. 9, pp. 6754–6762, 2023, doi: 10.54371/jiip.v6i9.2817.
- [7] W. Saputra, T. Tulus, M. Zarlis, R. W. Sembiring, and D. Hartama, 'Analysis Resilient Algorithm on Artificial Neural Network Backpropagation', *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 930, no. 1, p. 012035, 2017, doi: 10.1088/1742-6596/930/1/012035.
- [8] W. Saputra, A. P. Windarto, and A. Wanto, 'Analysis of the Resilient Method in Training and Accuracy in the Backpropagation Method', *The IJICS (International Journal of Informatics and Computer Science)*, vol. 5, no. 1, pp. 52–56, 2021, doi: 10.30865/ijics.v5i1.2922.
- [9] D. E. Harmadji, S. Solikhin, U. Yudatama, and A. Purwanto, 'Prediksi Produksi

- Biofarmaka Menggunakan Model Fuzzy Time Series dengan Pendekatan Percentage Change dan Frequency Based Partition', *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 1, pp. 173–184, 2023; doi: 10.25126/jtiik.20231016267.
- [10] Z. A. N. Azizah, I. Chohissodin, and L. Muflikhah, 'Prediksi Hasil Panen Tanaman Biofarmaka di Indonesia dengan Menggunakan Metode Extreme Learning Machine', *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK)*, vol. 6, no. 11, pp. 5331–5338, 2022.
- [11] S. Dahlia and D. Rahmi, 'Peramalan Produksi Tanaman Biofarmaka di Provinsi Riau dengan Metode Sarimax', *Jurnal Pendidikan Ilmiah Transformatif*, vol. 7, no. 12, pp. 266–273, 2023.
- [12] M. Riedmiller and H. Braun, 'RPROP - A Fast Adaptive Learning Algorithm', *The International Symposium on Computer and Information Science VII*, vol. 1, no. 4, pp. 4–10, 1992; doi: 10.1007/978-1-4419-1603-7_12.
- [13] W. Saputra, J. T. Hardinata, and A. Wanto, 'Resilient method in determining the best architectural model for predicting open unemployment in Indonesia', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 725, no. 1, pp. 1–7, 2020; doi: 10.1088/1757-899X/725/1/012115.
- [14] Apriliyah and A. W. W. M. Wayan Firdaus, 'Perkiraan Penjualan Beban Listrik Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Resilient Backpropagation (RPROP)', *Jurnal Kursor*, vol. 4, no. 2, pp. 41–47, 2008; doi: 10.1089/fpd.2015.2079.
- [15] B. P. Statistik, 'Produksi Tanaman Biofarmaka Menurut Jenis Tanaman, 2018 - 2022', *Tabel Statistik Pertanian, Kehutanan, Perikanan*, 2023. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table?subject=557#> (accessed Dec. 14, 2023).
- [16] A. A. Manurung, I. Satria, and A. Wanto, 'JST : Prediksi Perkembangan Produksi Tanaman Sayuran Dalam Upaya Pemenuhan Gizi Masyarakat dengan Algoritma Resilient', *Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika (JURASIK)*, vol. 8, no. 2, pp. 802–815, 2023; doi: 10.30645/jurasik.v8i2.658.
- [17] P. Parulian *et al.*, 'Analysis of Sequential Order Incremental Methods in Predicting the Number of Victims Affected by Disasters', *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012033, pp. 1–6, 2019; doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012033.
- [18] I. M. Muhamad, S. A. Wardana, A. Wanto, and A. P. Windarto, 'Algoritma Machine Learning untuk penentuan Model Prediksi Produksi Telur Ayam Petelur di Sumatera', vol. 1, no. 4, pp. 126–134, 2022.
- [19] E. Siregar, H. Mawengkang, E. B. Nababan, and A. Wanto, 'Analysis of Backpropagation Method with Sigmoid Bipolar and Linear Function in Prediction of Population Growth', *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 012023, pp. 1–6, 2019; doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012023.
- [20] R. Sinaga, M. M. Sitomorang, D. Setiawan, A. Wanto, and A. P. Windarto, 'Akurasi Algoritma Fletcher-Reeves untuk Prediksi Ekspor Karet Remah Berdasarkan Negara Tujuan Utama', *Journal of Informatics Management and Information Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 91–99, 2022; doi: 10.47065/jimat.v2i3.170.
- [21] Y. Andriani, H. Silitonga, and A. Wanto, 'Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia', *Register - Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 30–40, 2018.
- [22] M. Mahendra, R. C. Telaumbanua, A. Wanto, and A. P. Windarto, 'Akurasi Prediksi Ekspor Tanaman Obat , Aromatik dan Rempah-Rempah Menggunakan Machine Learning', *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 2, no. 6, pp. 207–215, 2022.
- [23] A. Wanto, N. L. W. S. R. Ginantra, S. Hendraputra, I. O. Kirana, and A. R. Damanik, 'Optimization of Performance Traditional Back-propagation with Cyclical Rule for Forecasting Model', *Matrik: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika, dan Rekayasa Komputer*, vol. 22, no. 1, pp. 51–82, 2022; doi: 10.30812/matrik.v22i1.1826.
- [24] Safruddin, E. Efendi, R. M. Ch, and A. Wanto, 'Pemanfaatan Algoritma BFGS Quasi-Newton untuk Melihat Potensi Perkembangan Luas Tanaman Kopi di Pulau Sumatera', *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 7, no. 1, pp. 473–483, 2023; doi: 10.30865/mib.v7i1.5524.