

Application of Artificial Neural Network in Estimating Harvest Time of Lettuce and Spinach Plants in Nutrient Film Technique Hydroponic System

Zilfa Agustina Munawar^{1*)}, Gina Purnama Insany²⁾, Ivana Lucia Kharisma³⁾

¹⁾²⁾³⁾Teknik Informatika, Fakultas Komputer dan Desain, Universitas Nusa Putra

^{*)}Correspondence author: zilfa.agustina_ti20@nusaputra.ac.id, Sukabumi, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.37012/jtik.v12i1.3261>

Abstract

Hydroponic farming using the Nutrient Film Technique (NFT) system is widely implemented due to its efficiency in nutrient management and water use. Spinach and lettuce are leafy commodities widely cultivated using this system because they have a relatively short growth cycle and high economic value. However, determining harvest time is still often done manually based on experience, potentially leading to inaccurate decisions that impact the quality and quantity of production. This study aims to develop a prediction model for harvest time for hydroponic spinach and lettuce plants based on Artificial Neural Network (ANN) by utilizing environmental and physiological parameters of the plant. The parameters used include water temperature, air humidity, light intensity, pH, Electrical Conductivity (EC), and plant age. The dataset used consists of 1,200 observation data of NFT hydroponic cultivation results from January to July 2025. The data went through a preprocessing stage in the form of cleaning, normalization, and dividing training data and test data with a ratio of 80:20. The ANN model was built using the backpropagation method with training parameter optimization. Data was obtained from plant growth monitoring, then normalized and divided into training and test data. Test results showed a prediction accuracy of 92.8% based on MAPE, MAE, and R-squared. This model was implemented in a Streamlit-based web application to facilitate farmer use, making harvest timing more objective, measurable, and data-driven.

Keywords: Artificial Neural Network, Hydroponics, NFT, Harvest Time Prediction

Abstrak

Pertanian hidroponik dengan sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) banyak diterapkan karena efisiensinya dalam pengelolaan nutrisi dan penggunaan air. Tanaman bayam dan selada bokor merupakan komoditas daun yang banyak dibudidayakan dengan sistem ini karena memiliki siklus pertumbuhan yang relatif singkat dan nilai ekonomi yang tinggi. Namun, penentuan waktu panen masih sering dilakukan secara manual berdasarkan pengalaman, sehingga berpotensi menimbulkan ketidaktepatan keputusan yang berdampak pada kualitas dan kuantitas hasil produksi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model prediksi waktu panen tanaman hidroponik bayam dan selada bokor berbasis *Artificial Neural Network* (ANN) dengan memanfaatkan parameter lingkungan dan fisiologis tanaman. Parameter yang digunakan meliputi suhu air, kelembaban udara, intensitas cahaya, pH, *Electrical Conductivity* (EC), serta umur tanaman. Dataset yang digunakan terdiri dari 1.200 data pengamatan hasil budidaya hidroponik NFT selama periode Januari hingga Juli 2025. Data melalui tahap praproses berupa pembersihan, normalisasi, dan pembagian data latih serta data uji dengan rasio 80:20. Model ANN dibangun menggunakan metode *backpropagation* dengan optimasi parameter pelatihan. Data diperoleh dari pemantauan pertumbuhan tanaman, kemudian dinormalisasi dan dibagi menjadi data latih dan uji. Hasil pengujian menunjukkan akurasi prediksi sebesar 92,8% berdasarkan MAPE, MAE, dan R-squared. Model ini diimplementasikan dalam aplikasi web berbasis Streamlit untuk memudahkan penggunaan oleh petani, sehingga penentuan waktu panen menjadi lebih objektif, terukur, dan berbasis data.

Kata Kunci: Artificial Neural Network, Hidroponik, NFT, Prediksi Waktu Panen

PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat terhadap pangan sehat dan bergizi semakin meningkat seiring dengan kesadaran akan pentingnya gaya hidup sehat, terutama di wilayah perkotaan. Namun, urbanisasi yang pesat dan keterbatasan lahan di daerah perkotaan menjadikan pertanian konvensional sulit untuk diterapkan secara optimal (Pratio, 2024). Hidroponik merupakan metode bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, melainkan dengan larutan nutrisi yang diberikan langsung ke akar tanaman. Berbagai metode hidroponik yang ada, sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) menjadi salah satu teknik yang paling banyak digunakan karena mampu mengalirkan larutan nutrisi dalam lapisan tipis secara terus-menerus ke akar tanaman, sehingga memaksimalkan penyerapan unsur hara (Purwalaksana, 2024).

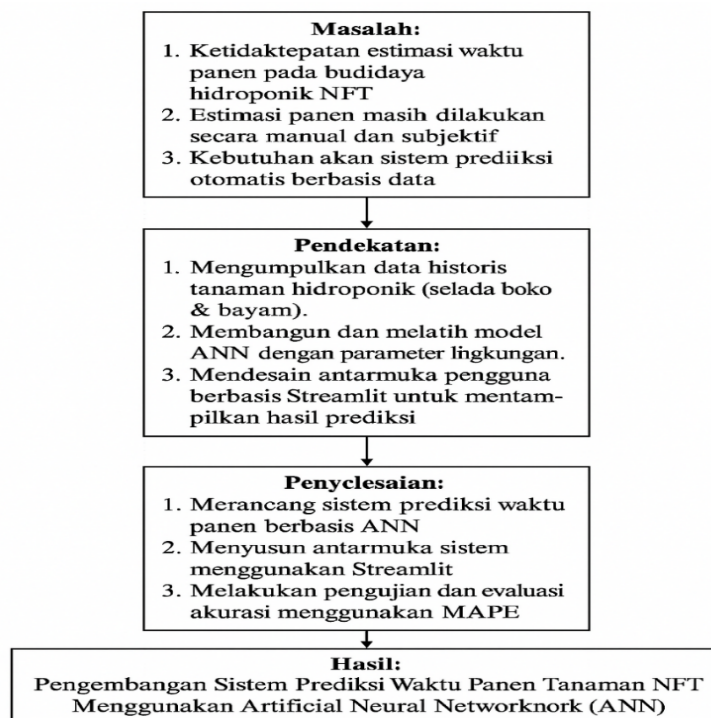
Tanaman selada (*Lactuca sativa*) dan bayam (*Amaranthus spp.*) merupakan jenis tanaman daun yang sangat cocok dibudidayakan dengan sistem NFT karena memiliki siklus hidup yang relatif pendek, pertumbuhan yang cepat, serta permintaan pasar yang tinggi. Namun demikian, dalam praktiknya, salah satu tantangan utama yang masih dihadapi oleh petani hidroponik adalah dalam hal estimasi waktu panen. Saat ini, penentuan waktu panen masih banyak dilakukan secara manual dan intuitif berdasarkan pengamatan visual atau pengalaman subjektif petani. Cara ini tidak hanya menyulitkan bagi petani pemula, tetapi juga dapat menyebabkan ketidaktepatan dalam waktu panen, yang berdampak pada kualitas, kuantitas, dan kesegaran produk hasil pertanian (Suryanto, 2020).

Meskipun demikian, dalam praktik budidaya hidroponik NFT masih terdapat permasalahan dalam penentuan waktu panen. Proses panen umumnya dilakukan berdasarkan pengamatan visual dan pengalaman subjektif petani, sehingga berpotensi menimbulkan ketidaktepatan waktu panen yang berdampak pada kualitas dan kuantitas hasil produksi. Padahal, pertumbuhan dan kematangan tanaman dipengaruhi oleh berbagai parameter lingkungan dan fisiologis, seperti suhu air, kelembapan udara, intensitas cahaya, pH larutan nutrisi, *Electrical Conductivity* (EC), serta umur tanaman. Ketidakterkendalian parameter-parameter tersebut dapat menyebabkan keterlambatan panen atau penurunan mutu hasil tanaman.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya *Artificial Neural Network* (ANN), menawarkan pendekatan yang lebih presisi dalam memodelkan hubungan kompleks

antar variabel lingkungan dan pertumbuhan tanaman. ANN memiliki kemampuan pembelajaran nonlinier yang baik dan telah banyak digunakan dalam berbagai bidang prediksi dan pengambilan keputusan berbasis data, termasuk di sektor pertanian. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan ANN pada sistem hidroponik mampu meningkatkan akurasi prediksi hasil dan waktu panen dibandingkan metode konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa ANN berpotensi menjadi solusi efektif dalam mendukung pertanian presisi berbasis hidroponik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, hipotesis penelitian ini adalah bahwa penerapan model *Artificial Neural Network* dengan memanfaatkan parameter lingkungan dan umur tanaman mampu memprediksi waktu panen tanaman bayam dan selada bokor pada sistem hidroponik NFT secara akurat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model prediksi waktu panen berbasis ANN, serta mengimplementasikannya dalam sistem berbasis web yang mudah diakses. Diharapkan hasil penelitian ini dapat membantu petani hidroponik dalam menentukan waktu panen secara lebih tepat, terukur, dan berbasis data, sehingga meningkatkan efisiensi dan kualitas hasil budidaya.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran dan Hipotesis

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain penelitian eksperimental berbasis pemodelan dan analisis data dengan pendekatan kuantitatif. Fokus penelitian adalah pengembangan dan evaluasi model prediksi waktu panen tanaman hidroponik menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN). Metode ini menekankan pada makna, pemahaman, dan interpretasi terhadap gejala sosial dalam konteks yang alamiah, sehingga data yang diperoleh disajikan dalam bentuk deskripsi naratif berupa kata-kata atau bahasa, bukan angka-angka statistic (Assyakurrohim, 2023).

Subjek dalam penelitian ini adalah tanaman bayam (*Amaranthus spp.*) dan selada bokor (*Lactuca sativa*) yang dibudidayakan menggunakan sistem hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT). Data penelitian diperoleh dari aktivitas budidaya hidroponik yang dilakukan selama periode Januari hingga Juli 2025. Dataset yang digunakan terdiri dari 1.200 data pengamatan, dengan 604 data untuk selada bokor dan 596 data untuk bayam. Setiap data pengamatan merepresentasikan kondisi pertumbuhan tanaman berdasarkan parameter lingkungan dan fisiologis pada waktu tertentu hingga mendekati masa panen.

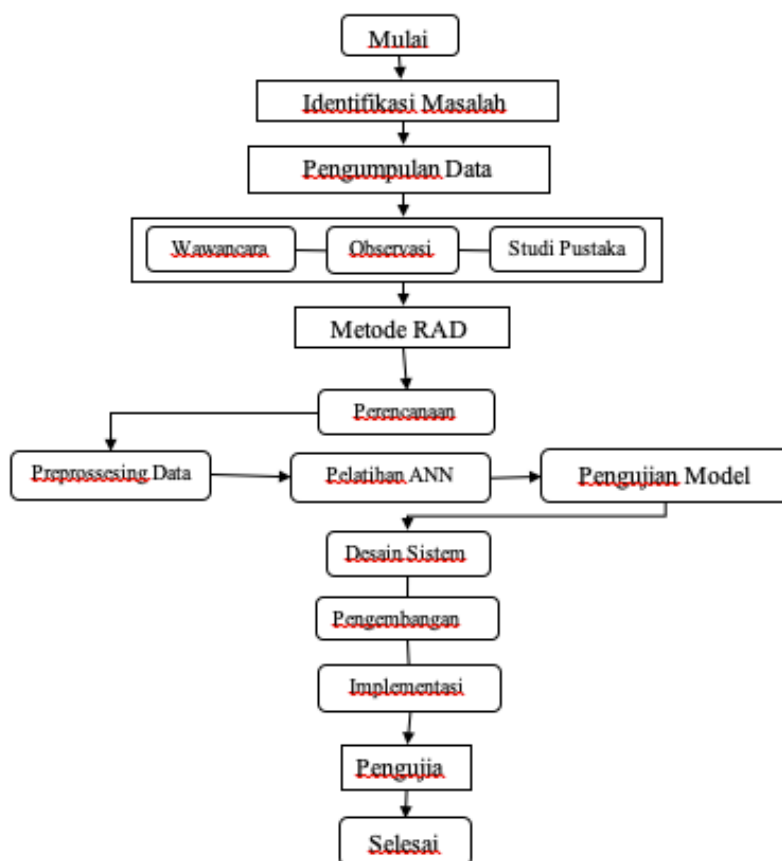
Instrumen penelitian berupa dataset numerik hasil pencatatan budidaya hidroponik NFT yang mencakup variabel umur tanaman, pH larutan nutrisi, suhu air, *Electrical Conductivity* (EC), intensitas cahaya, kelembapan udara, jenis tanaman, serta estimasi waktu panen.

Tabel 1. Tabel Fitur Data

Nama Kolom	Deskripsi	Satuan
Umur	Usia tanaman saat dilakukan pengukuran	Hari
pH	Derajat keasaman larutan nutrisi pada sistem hidroponik	Skala 0–14
Suhu	Suhu larutan nutrisi dalam sistem hidroponik	°C (derajat Celsius)
EC	<i>Electrical Conductivity</i> , yaitu tingkat kepekatan nutrisi dalam larutan	mS/cm
Cahaya	Intensitas cahaya yang diterima tanaman	Lux
Kelembaban	Kelembaban udara di lingkungan pertumbuhan tanaman	Persen (%)
Tanaman	Jenis tanaman yang diamati	Kategori (<i>Bayam</i> / <i>Selada Bokor</i>)
Estimasi_Panen	Waktu estimasi panen tanaman berdasarkan kondisi lingkungan dan perawatan	Hari

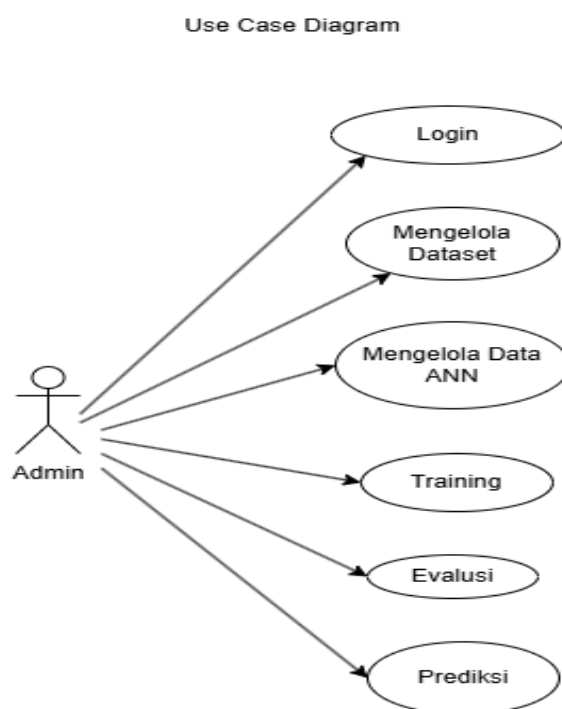
Selain itu, perangkat lunak Python digunakan sebagai alat utama dalam pengolahan data dan pengembangan model ANN, dengan dukungan pustaka pembelajaran mesin. Untuk implementasi sistem, digunakan framework Streamlit sebagai antarmuka aplikasi berbasis web yang menampilkan hasil prediksi secara interaktif.

Prosedur pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses budidaya tanaman hidroponik NFT, wawancara dengan petani dan pengelola kebun hidroponik, serta studi pustaka terhadap penelitian terdahulu yang relevan. Observasi bertujuan untuk mencatat kondisi lingkungan dan praktik budidaya tanaman, sementara wawancara digunakan untuk memperoleh informasi kontekstual mengenai kriteria penentuan waktu panen berdasarkan pengalaman praktis. Data numerik hasil observasi kemudian dikompilasi menjadi dataset terstruktur yang digunakan dalam proses pemodelan. Seluruh data yang terkumpul melalui proses seleksi dan pembersihan untuk memastikan kelengkapan dan konsistensi sebelum dianalisis lebih lanjut.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Analisis data diawali dengan tahap *preprocessing* yang meliputi pembersihan data dari nilai kosong dan pencilan, normalisasi data agar seluruh variabel berada pada skala yang seragam, serta pembagian dataset menjadi data latih dan data uji dengan rasio 80:20. Selanjutnya, model ANN dibangun menggunakan algoritma *backpropagation* dengan dua *hidden layer* dan parameter pelatihan yang disesuaikan untuk memperoleh performa optimal. Model yang telah dilatih kemudian diuji menggunakan data uji untuk mengevaluasi akurasi prediksi waktu panen. Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan koefisien determinasi (*R-squared*). Hasil analisis digunakan untuk menilai efektivitas ANN dalam memprediksi waktu panen dan sebagai dasar implementasi sistem prediksi berbasis web.



Gambar 3. Use Case Diagram

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah tanaman bayam (*Amaranthus spp.*) dan selada bokor (*Lactuca sativa*) yang dibudidayakan menggunakan sistem hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT). Data yang dianalisis terdiri dari 1.200 data pengamatan, dengan 596

data bayam dan 604 data selada bokor, yang dikumpulkan selama periode Januari hingga Juli 2025. Setiap data merepresentasikan kondisi pertumbuhan tanaman berdasarkan parameter lingkungan dan fisiologis, yaitu umur tanaman, pH larutan nutrisi, suhu air, *Electrical Conductivity* (EC), intensitas cahaya, dan kelembapan udara, serta estimasi waktu panen dalam satuan hari. Karakteristik data menunjukkan bahwa kedua jenis tanaman memiliki rentang umur panen yang relatif pendek, sesuai dengan karakter tanaman daun yang responsif terhadap kondisi lingkungan terkontrol.

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan distribusi masing-masing variabel penelitian secara deskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa umur tanaman memiliki rentang nilai yang bervariasi, mencerminkan fase pertumbuhan dari awal tanam hingga mendekati panen. Nilai pH larutan nutrisi umumnya berada pada kisaran optimal untuk pertumbuhan bayam dan selada bokor, meskipun terdapat beberapa variasi yang berpotensi memengaruhi laju pertumbuhan tanaman. Suhu air dan kelembapan udara menunjukkan fluktuasi yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar, sedangkan nilai EC mencerminkan tingkat kepekatan nutrisi yang diberikan selama masa tanam. Intensitas cahaya juga menunjukkan variasi yang cukup signifikan, terutama akibat perbedaan waktu pengamatan dan sumber pencahayaan.

2. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk melihat hubungan antara masing-masing variabel independen dengan variabel dependen, yaitu estimasi waktu panen. Hasil analisis menunjukkan bahwa umur tanaman memiliki hubungan yang paling kuat dengan waktu panen, di mana peningkatan umur tanaman secara langsung berkorelasi dengan semakin dekatnya waktu panen. Parameter pH, EC, dan suhu air menunjukkan hubungan yang signifikan terhadap waktu panen, karena ketidaksesuaian nilai-nilai tersebut dari kisaran optimal dapat memperlambat pertumbuhan tanaman. Intensitas cahaya dan kelembapan udara juga berkontribusi terhadap variasi waktu panen, meskipun pengaruhnya cenderung tidak linier. Pola hubungan antar variabel ini mengindikasikan bahwa faktor lingkungan bekerja secara simultan dalam memengaruhi kecepatan pertumbuhan dan kematangan tanaman, sehingga pendekatan prediktif berbasis data menjadi relevan.

3. Analisis Multivariat

Analisis multivariat dilakukan dengan membangun model *Artificial Neural Network* (ANN) untuk mempelajari hubungan kompleks dan nonlinier antara seluruh variabel input terhadap waktu panen. Model ANN dilatih menggunakan data latih sebesar 80% dari total dataset dan diuji menggunakan 20% data uji. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa ANN mampu memodelkan interaksi antarparameter lingkungan secara efektif, yang ditunjukkan oleh nilai kesalahan prediksi yang relatif rendah. Evaluasi performa model menggunakan metrik MAPE, MAE, RMSE, dan koefisien determinasi menunjukkan bahwa model memiliki tingkat akurasi prediksi yang tinggi.

Tabel 2. Hasil Pengujian

Metrik Evaluasi	Hasil
<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	6.75%
<i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	1.42 hari
<i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	1.87 hari
<i>Akurasi Prediksi (Estimasi Panen)</i>	93.25%

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Penelitian ini membuktikan bahwa hipotesis yang diajukan dapat diterima, yaitu bahwa penerapan *Artificial Neural Network* (ANN) dengan memanfaatkan parameter lingkungan dan umur tanaman mampu memprediksi waktu panen tanaman bayam dan selada bokor pada sistem hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT) secara akurat dan konsisten. Tujuan penelitian untuk mengembangkan model prediksi waktu panen berbasis ANN serta mengimplementasikannya dalam sistem berbasis web telah tercapai, ditunjukkan melalui kemampuan model dalam mempelajari hubungan nonlinier antara variabel pertumbuhan tanaman dan kondisi lingkungan sebagaimana dibahas pada bagian hasil dan diskusi. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis kecerdasan buatan mampu menggantikan metode estimasi manual yang subjektif menjadi proses pengambilan keputusan yang objektif dan berbasis data, serta relevan untuk diterapkan pada praktik budidaya hidroponik modern. Diskusi hasil juga menegaskan bahwa integrasi model prediktif ke dalam aplikasi web memberikan nilai tambah dari sisi kemudahan akses dan

pemanfaatan praktis oleh petani. Untuk pengembangan ke depan, penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas jenis tanaman, memperkaya variasi dan volume data, serta mengintegrasikan sumber data real-time berbasis sensor guna meningkatkan ketahanan dan generalisasi model prediksi dalam mendukung sistem pertanian presisi yang berkelanjutan.

REFERENSI

- Assyakurrohim, D, Ikham, D, Sirodj, RA, & ... (2022). Metode studi kasus dalam penelitian kualitatif. ... *Pendidikan Sains Dan ...*, researchgate.net,
- A. Suryanto. (2020). Analisis Faktor Penentu Kualitas Panen Sayuran Hidroponik, *Jurnal Pertanian Modern*, vol. I, no. 5, pp. 25-23
- Albahri, AS, Alnoor, A, Zaidan, AA, Albahri, OS, & ... (2022). Hybrid artificial neural network and structural equation modelling techniques: a survey. *Complex & Intelligent ...*, Springer, <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00503-w>
- Babatunde, DE, Anozie, A, & Omoleye, J (2020). Artificial neural network and its applications in the energy sector: an overview. *International Journal of Energy Economics and ...*
- Chen, Y, Song, L, Liu, Y, Yang, L, & Li, D (2020). A review of the artificial neural network models for water quality prediction. *Applied Sciences*, mdpi.com, <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/17/5776>
- Dastres, R, & Soori, M (2021). Artificial neural network systems. *International Journal of Imaging and Robotics (IJIR ...*, hal.science, <https://hal.science/hal-03349542/>
- Guha, S, Jana, RK, & Sanyal, MK (2022). Artificial neural network approaches for disaster management: A literature review. *International Journal of Disaster Risk ...*, Elsevier, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420922004952>
- Kurucan, M, ÷zbaltan, M, Yetgin, Z, & Alkaya, A (2024). Applications of artificial neural network based battery management systems: A literature review. *Renewable and Sustainable ...*, Elsevier, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032123011206>
- Musleh, MM, Alajrami, E, Khalil, AJ, & ... (2019). Predicting liver patients using artificial neural network. ... *Journal of Academic ...*, researchgate.net,

- Okwu, MO, & Tartibu, LK (2020). Artificial neural network. ... *optimization: nature-inspired algorithms swarm and ...*, Springer, https://doi.org/10.1007/978-3-030-61111-8_14
- Paul, AK, Prasad, A, & Kumar, A (2022). Review on artificial neural network and its application in the field of engineering. *J. Mech. Eng. Prakash*, researchgate.net,
- Pratio, GA, Rohmah, SN, Akbarsyah, MA, & ... (2024). Konsep urban farming pada kota tanpa lahan pertanian. *Jurnal Bengawan Solo ...*, elibrary.ru, <https://elibrary.ru/item.asp?id=82084992>
- Purwalaksana, AZ, Wahyu, S, & ... (2024). Penerapan Sistem Hidroponik Berbasis Sensor untuk Pemberdayaan Desa Majalaya. ... *Masyarakat Sains dan ...*, journal.unj.ac.id, <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jpm-sains/article/view/49491>
- Sadanand, D, & Bhosale, S (2023). Basic of artificial neural network. *Int. J. Adv. Res. Sci. Commun. Technol*, researchgate.net,
- Thorat, M, Pandit, S, & Balote, S (2022). Artificial neural network: a brief study. ... *In Technology (AJCT)* ISSN-2350-1146, asianssr.org, <http://www.asianssr.org/index.php/ajct/article/view/1241>