Klasifikasi Tanaman Jarak Pagar Menggunakan Algoritme Deep Learning H2O

^{1,*}) Muhammad Itqan Mazdadi, ²Rahmat Ramadhani, ³Triando Hamonangan Saragih & ⁴Muhammad Haekal

^{1,2,3,4}Prodi Ilmu Komputer, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia, 70123
Email : ^(a*)mazdadi@ulm.ac.id, ^(b)rahmat.ramadhani@ulm.ac.id, ^(c)triando.saragih@ulm.ac.id, ^(d)muhammadhaekal77@gmail.com

Abstrak — Tanaman jarak pagar merupakan tanaman multi fungsi yang memiliki banyak manfaat dari daun hingga buah. Tanaman jarak pagar sering digunakan untuk produk kecantikan hingga pengganti biodiesel. Penyakit yang menyerang tanaman jarak pagar dapat mengganggu hasil dari tanaman jarak pagar. Kurangnya pakar dibidang ini dan pengetahuan yang dimiliki petani menyebabkan sesuatu yang buruk. Persoalan ini dapat diselesaikan dengan metode Deep Learning. Metode Deep Learning yang digunakan adalah H2O. H2O digunakan karena dapat memberikan hasil komputasi yang cepat dan bisa memberikan akurasi yang baik. Pada penelitian ini bisa kita lihat bahwa H2O memberikan akurasi rata-rata maksimal sebesar 96,066% dengan parameter uji kombinasi data latih dan data uji 60:40, menggunakan satu layer dan jumlah epoch sebanyak 100. Pada penelitian ini membuktikan bahwa H2O bisa digunakan untuk identifikasi penyakit tanaman jarak pagar.

Kata kunci: Jarak Pagar, Klasifikasi, Deep Learning, H2O

Abstract — *Jatropha Curcas* is a multi-functional plant that has many benefits from leaves to fruit. *Jatropha Curcas* is often used for beauty products to substitute for biodiesel. The disease that attacks the *jatropha* plant can interfere with the yield of the *jatropha* plant. The lack of experts in this field and the knowledge that farmers have is causing something bad. This problem can be solved by using the deep learning method. The deep learning method used is H2O. H2O is used because it can provide fast computational results and can provide good accuracy. In this study we can see that H2O provides a maximum average accuracy of 96.066% with a test parameter of a combination of training data and testing data 60:40 , using single layer and the number of epochs of 100. This study proves that H2O can be used for *jatropha curcas* disease identification.

Keywords: *Jatropha Curcas*, Classification, Deep Learning, H2O

* Corresponding author :

Muhammad Itqan Mazdadi

Prodi Ilmu Komputer, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia, 70123

mazdadi@ulm.ac.id

1. PENDAHULUAN (style : ref_heading1)

Jarak Pagar merupakan tanaman memiliki berbagai fungsi yang sering digunakan sebagai obat luka dan daunnya digunakan untuk pengobatan penyakit malaria. Tanaman tersebut juga dapat digunakan untuk menyelamatkan dari erosi, mengelola degradasi tanah, dan menumbuhkan kesuburan tanah [1]. Dalam beberapa tahun terakhir, jarak pagar sudah cukup terkenal karena kegunaannya yang merupakan penyuplai minyak nabati sebagai alternatif minyak bumi, dan khususnya dalam pembuatan biodiesel [2]. Telah banyak penelitian tentang tanaman ini sebagai alternatif bahan bakar nabati. Saat ini, jarak pagar dapat diperdagangkan sebagai bahan baku pengobatan berbagai penyakit, termasuk kanker, penyakit kulit, pernafasan, dan penyakit infeksi [3].

Berbagai macam penyakit yang menyerang jarak pagar dapat menurunkan kualitas jarak pagar yang dihasilkan [4]

Kurangnya tenaga ahli dan informasi petani tentang jarak pagar memberikan hasil yang buruk bagi jarak pagar. Persoalan yang tidak diselesaikan secepat yang layak berdampak buruk pada kualitas *Jatropha curcas*. Masalah ini dapat diatasi dengan penggunaan sistem pakar. Sistem pakar adalah sistem yang mengadopsi pengetahuan pakar kemudian dimasukkan dengan benar ke dalam komputer dan kemudian komputer dapat memberikan solusi untuk masalah seperti seorang pakar.

Banyak penelitian sebelumnya yang telah dilakukan untuk mengatasi masalah ini seperti penggunaan *Fuzzy Neural Network* [5], *Optimized Fuzzy Neural Network* [6], *Extreme Learning Machine* [7], dan *Optimized Extreme Learning Machine* [8]. *Fuzzy Neural Network* dari Saragih dkk. memberikan akurasi rata-rata 11,2% dengan menggunakan 30 gejala dan 9 penyakit [5]. Kemudian Fajri dkk melanjutkan penelitian ini menggunakan *Optimized Fuzzy Neural Network* dengan *Simulated Annealing*, memberikan rata-rata akurasi 32,5% dengan data yang sama dari penelitian sebelumnya [6]. Karena kompleksitas komputasi dalam proses defuzzifikasi *fuzzy* biasanya sangat tinggi, Saragih dkk. menggunakan *Extreme Learning Machine* dan memberikan akurasi rata-rata 60.61% [7]. Terakhir, Saragih dkk. *Extreme Learning Machine* yang dioptimalkan dengan *Simulated Annealing* yang dimodifikasi menghasilkan akurasi rata-rata yang baik sebesar 90,955% [8]. Namun terlalu banyak waktu komputasi dan kompleksitas untuk mendapatkan akurasi yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

Masalah waktu komputasi dan kompleksitasnya dapat diselesaikan dengan menggunakan *Deep Learning*. Salah satu metode *Deep Learning* yang biasa digunakan untuk klasifikasi adalah Algoritme H2O. Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Suleiman dan Al-Naymat untuk deteksi *spam SMS* menyatakan bahwa algoritme ini lebih bagus dibanding dengan *Naïve Bayes* [9]. Penelitian lain yang dilakukan Kochura dkk menyatakan bahwa Algoritme H2O lebih cepat dibandingkan dengan metode *Machine Learning* saat menggunakan mode *single thread* dan *multi thread* [10].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, peneliti berencana menggunakan Algoritme H2O untuk klasifikasi penyakit tanaman jarak pagar. Menggunakan Algoritme H2O diharapkan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penyakit jarak muncul karena adanya patogen hidup [4]. Jenis jamur patogen yang menyerang tanaman jarak pagar, antara lain *Helminthosporium tetramera*, *Pestalotiopsis paraguarensis*, *P. Vesicolor*, *Cercospora jatrophae-curces*, *Phutophthora spp.*, *Pythium spp.*, *Fusarium spp.*, *Dothiorella sp.*, *Colletotrichum sp.*, *O. .*, *Alternaria sp.*, *Fusarium sp.*, *Xanthomonas sp.*, *J. Gossypiellap* , dan *Armillaria tabescens* [11]. Varietas patogen ini menimbulkan berbagai penyakit, seperti bercak daun, busuk akar, dan lain-lain. Informasi tentang penyakit jarak pagar dan beberapa gejalanya dapat dilihat pada Tabel 1 [4].

Tabel 1. Efek dan Penyebab Penyakit Tanaman Jarak Pagar

No	Penyakit	Patogen	Gejala	Penyebab
1	Layu Bakteri	Bakteri <i>Ralstonia solanacearum</i>	Tanaman yang terinfeksi menjadi layu.	<ul style="list-style-type: none"> - Busuk di pangkal batang dan akar. - Sisi lain dari tanaman itu layu. - Mengalami pembusukan di pangkal cabang. - Pangkal batang utama terkadang membusuk. - Daun layu di seluruh bagian tanaman secara tiba-tiba. - Daun layu menguning di bagian bawah tanaman dan rontok. - Akar tampak kehitaman.
2	Busuk Arang	Jamur <i>Rhizoctonia bataticola</i>	Dapat menyebabkan kecambah mati sebelum atau sesudah permukaan.	<ul style="list-style-type: none"> - Daun rontok atau pucuk tidak berkembang dan mati - Buah muda berubah bentuk dan jatuh - Daun atau buah rusak - Tunas Lepas
3	Embun Tepung	Jamur <i>Pseudoidium jatrophae</i>		Adanya embun tepung berwarna putih pada daun, buah, dan batang saat masih muda atau pucuk.
4	Antraknosa	Jamur <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>		<ul style="list-style-type: none"> - Bintik bulat coklat dibatasi lingkaran kuning. - Jika menyerang bagian pinggir daun terdapat bercak tidak beraturan. - Bintik coklat kehitaman di permukaan buah - Bintik-bintik encer yang berbatasan dengan daun berulang membentuk bintik-bintik miring. - Bintik kehitaman pada daun. - Di bawah permukaan, daun tampak mengilap - Tanaman layu dengan daun kekuningan. - Jika batangnya dipertahankan akan terlihat bagian yang
5	Hawar Bakteri	<i>Xanthomonas campestris.</i>		
6	Layu Fusarium	Jamur <i>Fusarium spp.</i>	Tanaman mati	

No	Penyakit	Patogen	Gejala	Penyebab
7	Mati Pucuk	Tidak diketahui		berkayu berusuk berwarna coklat. - Pembusukan dimulai dari ujung / puncak tanaman. - Daun rontok dan batang terlihat gundul. - Tunas samping tidak bisa tumbuh karena cabangnya membusuk. - Bagian yang busuk biasanya berair dan pucuknya mengering. - Jika dibelah akan terlihat pembuluh dan empulur berwarna coklat.
8	Hawar Daun Cercospora	Jamur <i>Cercospora jatrophiicola</i>		Warna coklat tidak beraturan pada daun.
9	Hawar Daun Altenaria	Jamur <i>Altenaria</i>		Bintik-bintik melingkari daun bulat

H2O adalah perangkat lunak untuk pembelajaran mesin dan analisis data, yang dapat mengerjakan proses seperti *tree*, *linear model*, *unsupervised learning*, dsb. H2O dikembangkan secara *open source*. Tujuan dikembangkannya H2O adalah untuk memudahkan user dalam penggunaan seperti, melakukan penskalaan pada *big data*, pengkodean yang terdokumentasi dengan baik untuk mendukung proses komersil, berjalan pada sistem pihak ketiga, dan memiliki *support programming language* yang luas [12].

Salah satu contoh penggunaan H2O yaitu pada penelitian yang dilakukan oleh Domingos dkk. yaitu proses untuk mengidentifikasi anomali pada pembelian infrastruktur IT. Pada penelitian tersebut dilakukan pengujian metode dan modeling berbasis *CRISP-DM* menggunakan H2O Tool. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan hasil MSE sebesar 0.0012775 [13]. Pada penelitian lain berjudul “Superchord : decoding EEG signals in the milisecond range” oleh Normand dan Ferreira, (2015) menggunakan H2O.Ai sebagai algoritma klasifikasi. Penggunaan H2O.Ai bertujuan untuk membangun model yang kemudian akan diuji pada dataset validasi. Pada penelitian tersebut menghasilkan akurasi rata-rata diatas 80% untuk 109 subjek. Penelitian oleh Lopes dkk. untuk memprediksi pemulihan operasi kredit dengan mengimplementasikan platform yang terintegrasi antara H2O.ai dan R programming, yang memiliki keunggulan dalam mode grid dan parallel

processing model. Pada penelitian tersebut menghasilkan hasil evaluasi dari grafik ROC yang bernilai tinggi, yaitu memiliki akurasi rata rata diatas 90% [14].

Algoritme H2O didasarkan pada jaringan saraf tiruan penerusan umpan multi-lapisan yang dilatih dengan penurunan gradien stokastik menggunakan propagasi balik. Jaringan dapat berisi sejumlah besar lapisan tersembunyi yang terdiri dari neuron dengan tanh, penyearah, dan fungsi aktivasi maxout. Setiap node komputasi melatih salinan parameter model global pada data lokalnya dengan multi-threading (secara asinkron) dan berkontribusi secara berkala ke model global melalui rata-rata model di seluruh jaringan [15].

Gambar 1. Arsitektur Permodelan Algoritme H2O

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, kami menggunakan data sebanyak 166 kasus dengan 9 penyakit dan 30 gejala. Data tersebut kemudian dibagi menjadi data latih dan data uji. Kemudian kami menguji algoritme H2O menggunakan data latih untuk mendapatkan parameter terbaik dan mengimplementasikan ke data uji. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali untuk setiap parameter dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan mengambil rata-rata akurasi dari setiap parameter tersebut.

Pengujian pertama dilakukan dengan jumlah epoch sebanyak 1. Pengujian dilakukan dengan melakukan pembagian data latih dan data uji sebanyak 60:40, 70:30, 80:20 dan 90:10. Pengujian juga dilakukan dari satu layer, dua layer dan tiga layer. Hasil dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Pengujian Epoch 1

Pada pengujian pertama bisa kita lihat bahwa akurasi rata-rata terbaik sebesar 88,75% terdapat pada kombinasi data latih dan data uji sebesar 90:10 pada tiga layer.

Pengujian kedua dilakukan dengan jumlah epoch sebanyak 10. Pengujian dilakukan dengan melakukan pembagian data latih dan data uji sebanyak 60:40, 70:30, 80:20 dan 90:10. Pengujian juga dilakukan dari satu layer, dua layer dan tiga layer. Hasil dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Pengujian Epoch 10

Pada pengujian kedua bisa kita lihat bahwa akurasi rata-rata terbaik sebesar 94,75% terdapat pada kombinasi data latih dan data uji sebesar 60:40 pada tiga layer.

Pengujian kedua dilakukan dengan jumlah epoch sebanyak 100. Pengujian dilakukan dengan melakukan pembagian data latih dan data uji sebanyak 60:40, 70:30, 80:20 dan 90:10. Pengujian juga dilakukan dari satu layer, dua layer dan tiga layer. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Pengujian Epoch 100

Pada pengujian ketiga bisa kita lihat bahwa akurasi rata-rata terbaik sebesar 96,066% terdapat pada kombinasi data latih dan data uji sebesar 60:40 pada satu layer

Berdasarkan pengujian diatas dapat kita lihat bahwa semakin banyak jumlah iterasi yang dilakukan yang diinisialkan epoch, maka semakin bagus. Parameter yang terbaik justru satu layer lebih baik dibandingkan dua dan tiga layer. Kombinasi pembagian data latih dan data uji terbaik terdapat pada 60:40.

Setelah itu, kita membandingkan dengan penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan. Perbandingan dengan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Efek dan Penyebab Penyakit Tanaman Jarak Pagar

Algoritme	Akurasi
Fuzzy Neural Network [5]	11,2
Optimized Fuzzy Neural Network [6]	32,5
Extreme Learning Machine [7]	60,61
Optimized Extreme Learning Machine [8]	90,955
Algoritme H2O	96,066

Berdasarkan perbandingan dengan penelitian sebelumnya, dapat kita lihat bahwa Algoritme H2O dapat memberikan akurasi rata-rata yang lebih baik dibandingkan algoritme yang digunakan sebelumnya. Algoritme hanya menggunakan satu layer dan 100 epoch sudah bisa melampaui hasil akurasi dari penelitian sebelumnya. Ini membuktikan Algoritme H2O dapat diimplementasikan untuk identifikasi penyakit tanaman jarak pagar

4. KESIMPULAN

Algoritme H2O memberikan hasil akurasi 96,066% dengan kombinasi data latih dan data uji sebesar 60:40, menggunakan satu layer dan jumlah epoch sebanyak 100. Dengan parameter ini, Algoritme H2O bisa lebih baik dibandingkan dengan algoritme Machine Learning lainnya yang telah dilakukan pengujian pada sebelumnya. Hal ini membuktikan bahwa Algoritme H2O cocok untuk diimplementasikan untuk identifikasi penyakit tanaman jarak pagar.

Untuk penelitian selanjutnya, kami menyarankan untuk dilakukan penelitian menggunakan metode lain seperti Random Forest[16], [17]. Kami juga menyarankan untuk melakukan optimasi pada Algoritme H2O menggunakan Algoritma Genetika [18], [19] atau Bayesian Optimization [20].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. F. Abobatta, "Jatropha curcas: an overview," *J. Adv. Agric.*, vol. 10, pp. 1650–1656, 2019.
- [2] A. J. King, W. He, J. A. Cuevas, M. Freudenberger, D. Ramiarmanana, and I. A. Graham, "Potential of Jatropha curcas as a source of renewable oil and animal feed," *J. Exp. Bot.*, vol. 60, no. 10, pp. 2897–2905, 2009.
- [3] H. A. Abdelgadir and J. Van Staden, "Ethnobotany, ethnopharmacology and toxicity of Jatropha curcas L. (Euphorbiaceae): A review," *South African J. Bot.*, vol. 88, pp. 204–218, Sep. 2013.
- [4] T. Yulianti and N. Hidayah, *Jatropha Curcas Disease*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, 2015.
- [5] T. H. Saragih, D. M. N. Fajri, A. Hamdianah, W. F. Mahmudy, and Y. P. Anggodo, "Jatropha Curcas Disease Identification Using Fuzzy Neural Network," in *International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET), Batu, Indonesia, 25-25 November, 2017*.
- [6] D. M. N. Fajri, T. H. Saragih, A. Hamdianah, W. F. Mahmudy, and Y. P. Anggodo, "Optimized Fuzzy Neural Network for Jatropha Curcas Plant Disease Identification," in *International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET), Batu, Indonesia, 25-25 November, 2017*.
- [7] T. H. Saragih, D. M. N. Fajri, W. F. Mahmudy, A. L. Abadi, and Y. P. Anggodo, "Jatropha curcas disease identification with extreme learning machine," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 12, no. 2, pp. 883–888, 2018.
- [8] T. H. Saragih, W. F. Mahmudy, A. L. Abadi, and Y. P. Anggodo, "Application of extreme learning machine and modified simulated annealing for jatropha curcas disease identification," *Int. J. Adv. Soft Comput. its Appl.*, vol. 10, no. 2, pp. 108–119, 2018.
- [9] D. Suleiman and G. Al-Naymat, "SMS Spam Detection using H2O Framework,"

Procedia Comput. Sci., vol. 113, pp. 154–161, 2017.

- [10] Y. Kochura, S. Stirenko, O. Alienin, M. Novotarskiy, and Y. Gordienko, “Comparative analysis of open source frameworks for machine learning with use case in single-threaded and multi-threaded modes,” *Proc. 12th Int. Sci. Tech. Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. CSIT 2017*, vol. 1, pp. 373–376, 2017.
- [11] K. Anitha and K. S. Varaprasad, “Jatropha Pests and Diseases: An Overview,” in *Jatropha, Challenges for a New Energy Crop*, New York, NY: Springer New York, 2012, pp. 175–218.
- [12] D. Sarkar, R. Bali, and T. Sharma, *Practical Machine Learning with Python*. Berkeley, CA: Apress, 2018.
- [13] S. L. Domingos, R. N. Carvalho, R. S. Carvalho, and G. N. Ramos, “Identifying it purchases anomalies in the Brazilian Government Procurement System using deep learning,” *Proc. - 2016 15th IEEE Int. Conf. Mach. Learn. Appl. ICMLA 2016*, no. Cic, pp. 722–727, 2017.
- [1] W. F. Abobatta, “Jatropha curcas: an overview,” *J. Adv. Agric.*, vol. 10, pp. 1650–1656, 2019.
- [2] A. J. King, W. He, J. A. Cuevas, M. Freudenberger, D. Ramiarmanana, and I. A. Graham, “Potential of Jatropha curcas as a source of renewable oil and animal feed,” *J. Exp. Bot.*, vol. 60, no. 10, pp. 2897–2905, 2009.
- [3] H. A. Abdelgadir and J. Van Staden, “Ethnobotany, ethnopharmacology and toxicity of Jatropha curcas L. (Euphorbiaceae): A review,” *South African J. Bot.*, vol. 88, pp. 204–218, Sep. 2013.
- [4] T. Yulianti and N. Hidayah, *Jatropha Curcas Disease*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, 2015.
- [5] T. H. Saragih, D. M. N. Fajri, A. Hamdianah, W. F. Mahmudy, and Y. P. Anggodo, “Jatropha Curcas Disease Identification Using Fuzzy Neural Network,” in *International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET), Batu, Indonesia, 25-25 November, 2017*.
- [6] D. M. N. Fajri, T. H. Saragih, A. Hamdianah, W. F. Mahmudy, and Y. P. Anggodo, “Optimized Fuzzy Neural Network for Jatropha Curcas Plant Disease Identification,” in *International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET), Batu, Indonesia, 25-25 November, 2017*.
- [7] T. H. Saragih, D. M. N. Fajri, W. F. Mahmudy, A. L. Abadi, and Y. P. Anggodo, “Jatropha curcas disease identification with extreme learning machine,” *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 12, no. 2, pp. 883–888, 2018.
- [8] T. H. Saragih, W. F. Mahmudy, A. L. Abadi, and Y. P. Anggodo, “Application of extreme learning machine and modified simulated annealing for jatropha curcas disease identification,” *Int. J. Adv. Soft Comput. its Appl.*, vol. 10, no. 2, pp. 108–119, 2018.

- [9] D. Suleiman and G. Al-Naymat, "SMS Spam Detection using H2O Framework," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 113, pp. 154–161, 2017.
- [10] Y. Kochura, S. Stirenko, O. Alienin, M. Novotarskiy, and Y. Gordienko, "Comparative analysis of open source frameworks for machine learning with use case in single-threaded and multi-threaded modes," *Proc. 12th Int. Sci. Tech. Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. CSIT 2017*, vol. 1, pp. 373–376, 2017.
- [11] K. Anitha and K. S. Varaprasad, "Jatropha Pests and Diseases: An Overview," in *Jatropha, Challenges for a New Energy Crop*, New York, NY: Springer New York, 2012, pp. 175–218.
- [12] D. Sarkar, R. Bali, and T. Sharma, *Practical Machine Learning with Python*. Berkeley, CA: Apress, 2018.
- [13] S. L. Domingos, R. N. Carvalho, R. S. Carvalho, and G. N. Ramos, "Identifying it purchases anomalies in the Brazilian Government Procurement System using deep learning," *Proc. - 2016 15th IEEE Int. Conf. Mach. Learn. Appl. ICMLA 2016*, no. Cic, pp. 722–727, 2017.
- [14] R. G. Lopes, R. N. Carvalho, M. Ladeira, and R. S. Carvalho, "Predicting Recovery of Credit Operations on a Brazilian Bank," in *2016 15th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)*, 2016, pp. 780–784.
- [15] A. A. Candel, Arno, Viraj Parmar, Erin LeDell, "Deep learning with H2O," *H2O. ai Inc*, no. October, pp. 1–21, 2016.
- [16] N. Farnaaz and M. A. Jabbar, "Random Forest Modeling for Network Intrusion Detection System," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 89, pp. 213–217, 2016.
- [17] A. Primajaya and B. N. Sari, "Random Forest Algorithm for Prediction of Precipitation," *Indones. J. Artif. Intell. Data Min.*, vol. 1, no. 1, pp. 27–31, 2018.
- [18] I. Wahyuni and W. F. Mahmudy, "Rainfall Prediction in Tengger, Indonesia Using Hybrid Tsukamoto FIS and Genetic Algorithm Method," *J. ICT Res. Appl.*, vol. 11, no. 1, pp. 38–55, Apr. 2017.
- [19] G. A. F. Alfarisy, A. N. Sihananto, T. N. Fatyanosa, M. S. Burhan, and W. F. Mahmudy, "Hybrid Genetic Algorithm and Simulated Annealing for Function Optimization," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 82–97, 2017.
- [20] J. Wu, X. Y. Chen, H. Zhang, L. D. Xiong, H. Lei, and S. H. Deng, "Hyperparameter optimization for machine learning models based on Bayesian optimization," *J. Electron. Sci. Technol.*, vol. 17, no. 1, pp. 26–40, 2019.