JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI : 10.31289/jite.v4i2.4449

Received: 12 November 2020

Accepted: 13 January 2021

Published: 18 January 2021

Classification of Wheat Seeds Using Neural Network Backpropagation Algorithm

Gerry^{1)*}, Bobby Salim Santoso²⁾ & Juliansyah Putra Tanjung³⁾

1) Prodi Teknik Informatika, Falkutas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Prima Indonesia, Indonesia

* juliansyahputratanjung@unprimdn.ac.id

Abstrak

Terdapat berbagai jenis gandum yang tersebar didunia. Biasanya membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengenali jenis bibit gandum dengan cara manual dikarenakan bibit-bibit gandum memiliki fisik yang terlihat sama dengan lainnya. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Artificial Neural Network. Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder berupa data dari variabel ciri-ciri fisik dari bibit gandum. Jenis bibit gandum yang diklasifikasi berjumlah 3. Untuk mendapatkan arsitektur ANN yang baik perlu dilakukan uji coba dengan melakukan pelatihan dan uji coba arsitektur terhadap data uji. Pada penelitian ini, dirancang 5 arsitektur ANN Dengan membandingkan ke 5 arsitektur ANN, didapatkan bahwa arsitektur yang terdiri atas 3 lapisan, dan 4 lapisan lebih tepat dalam klasifikasi jenis bibit gandum. Akurasi yang didapatkan oleh ke-2 arsitektur Artificial Neural Network berturut-turut adalah 90% dan 90%.

Kata Kunci: Klasifikasi, Bibit Gandum, Artificial Neural Network, Backpropagation

Abstract

There are various types of wheat scattered in the world. Usually it takes a long time to recognize the type of wheat seed by manual method because wheat germ has a physical appearance that looks the same as others. One method that can be used is an Artificial Neural Network. In this study, the data used were secondary data which consisted of data from the variable physical characteristics of wheat germ. The types of wheat seeds that are classified are 3. To get a good ANN architecture, it is necessary to conduct trials by conducting training and architectural testing of the test data. In this study, 5 ANN architectures were designed. By comparing the 5 ANN architectures, it was found that the architecture consisting of 3 layers and 4 layers was more appropriate in the classification of wheat germ types. The accuracy obtained by the 2 Artificial Neural Network architectures is 90% and 90%, respectively.

Keywords: Classification, Wheat Seeds, Artificial Neural Network, Backpropagation

How to Cite: Gerry, Santoso B.S., Tanjung J. P. (2021). Classification of Wheat Seeds Using Neural Network Backpropagation Algorithm. *JITE (Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering)*. 4 (2): 335-342

I. PENDAHULUAN

Gandum adalah salah satu makanan pokok manusia, pakan ternak dan bahan industri. Makanan pokok ini adalah sekelompok tanaman serelia dari suku padi-padian yang kaya akan karbohidrat. Gandum sering digunakan untuk memproduksi tepung terigu, pakan ternak, dan lain-lain. Terdapat berbagai jenis gandum yang tersebar di dunia (Widowati, Khumaida, Ardie, & Trikoesoemaningtyas, 2016). Pengenalan jenis bibit-bibit gandum menggunakan cara manual yang biasa dinilai oleh para ahli membutuhkan waktu yang cukup lama. Hal ini diakibatkan terkadang jenis-jenis gandum memiliki fisik yang terlihat sama dengan jenis gandum lainnya sehingga sulit untuk membedakannya secara manual (Agrawal & Dahiya, 2018).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Maglozata Charytowics, jenis gandum dapat dideteksi melalui morfologi gandum yang didapatkan melalui citra x-ray. Penelitian ini membedakan jenis gandum dengan melakukan analisa terhadap luas, keliling, kepadatan, panjang dari kernel, lebar dari kernel, koefisien

asimetri, dan panjang alur dari bibit gandum. Dengan analisa terhadap data-data tersebut, penulis berhasil membedakan jenis-jenis gandum (Charytanowicz et al., 2010).

Pada penelitian ini akan digunakan metode *Artificial Neural network* (ANN) untuk melakukan klasifikasi jenis bibit gandum. ANN merupakan salah satu cabang dari kecerdasan buatan dan menjadi salah satu alternatif untuk memecahkan masalah dan banyak diminati saat ini. ANN mempunyai kemampuan untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan pola atau klasifikasi dengan menyimpan pengetahuan yang didapatkan dari hasil proses pelatihan. Proses pelatihan dilakukan berdasarkan data *history* yang telah didapat, lalu dihasilkan *experience* data yang dipresentasikan pada *decision Boundary* untuk mencapai nilai keluaran (Lestari & Van FC, 2017). Salah algoritma pelatihan pada ANN adalah *backpropagation*.

Beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan ANN dengan algoritma *Backpropagation* adalah klasifikasi bunga (Kholis, 2015), kualitas air (Sulaiman, Hakim Ismail, Adib Mohammad Razi, Shalahuddin Adnan, & Ghazali, 2019), jenis e-mail (Saritas & Yasaar, 2019), jenis tanah, dan lain lain (Nafisah, Puspitodjati, & Wulandari, 2008). Dari penelitian tersebut, terlihat bahwa ANN dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah klasifikasi.

Dibandingkan metode klasifikasi seperti Naïve Bayes (Saritas & Yasaar, 2019), *Logistic Regression* (Eftekhar, Mohammad, Ardebili, Ghodsi, & Ketabchi, 2005), ANN memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan metode tersebut. Hal ini terlihat dimana pada perbandingan terhadap metode Naïve Bayes dan *Logistic Regression* nilai akurasi ANN lebih dibandingkan dibandingkan metode tersebut

II. METODE PENELITIAN

Untuk menyelesaikan masalah tersebut, maka prosedur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder. Data ini didapatkan melalui website Machine learning UCI dengan alamat website <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/seeds>.

Data jenis gandum yang digunakan berjumlah 199. Data set ini memiliki variabel luas, keliling, kepadatan, panjang dari kernel, lebar dari kernel, koefisien asimetri, dan panjang alur dari bibit gandum.

2. Praproses Data

Praproses data adalah tahap yang penting dalam penelitian. Beberapa metode yang dilakukan pada proses ini adalah:

a. Normalisasi.

Metode normalisasi yang digunakan adalah *Z-score Normalization*. *Z-score Normalization* adalah metode normalisasi berdasarkan rata rata dan deviasi standart dari data. Rumus *Z-score Normalization* adalah sebagai berikut (Nasution, Khotimah, & Chamidah, 2019) :

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \dots (1)$$

b. Pengelompokan Data

Pengelompokan data adalah proses mengelompokan data menjadi beberapa kelompok yaitu data latih dan data uji. Tujuan pengelompokan data adalah menguji model *Neural Network* berdasarkan data latih terhadap data uji. Rasio pemisahan untuk data latih dan data uji adalah 4:1.

3. Pemodelan

ANN adalah salah satu metode untuk menyelesaikan masalah dengan meniru cara kerja otak manusia dengan proses pembelajaran (Kholis, 2015). *Backpropagation* adalah salah satu model dari ANN yang menggunakan *supervised learning*. *Backpropagation* memiliki proses pembelajaran maju dan perbaikan kesalah secara mundur. Model ini sering digunakan untuk proses prediksi, pengenalan dan peramalan (Suhartanto, Dewi, & Muflikhah, 2017).

Pelatihan *Backpropagation* melibatkan tiga tahap yaitu umpan-maju pelatihan pola masukan, komputasi dan perambatan-balik galat, serta perubahan bobot. Setelah pelatihan, aplikasi jaringan hanya melibatkan tahap komputasi umpan-maju.

Classification of Wheat Seeds Using Neural Network Backpropagation Algorithm (Gerry)

Gambar 1. Arsitektur Neural Network

Backproagation mempunyai 3 lapisan yaitu : input, *hidden* dan output. Pada lapisan input tidak terjadi proses komputasi, yang terjadi adalah proses pengiriman sinyal ke lapisan *hidden*. Proses komputasi terhadap bobot dan bias terjadi pada lapisan *hidden* dan output. Perhitungan output dari *hidden* dan output tersebut berdasarkan fungsi aktivasi (Suhartanto et al., 2017).

Fungsi aktivasi berfungsi untuk menentukan keluaran. Beberapa fungsi aktivasi yang digunakan adalah :

a. *Rectifier Linear Unit* (RELU)

Fungsi Relu adalah adalah fungsi aktivasi yang telah banyak digunakan untuk proses pembelajaran. Relu menggunakan operasi ambang atas dimana elemen yang bernilai kurang dari nol ditetapkan ke nilai 0. Kelebihan dari fungsi Relu adalah pengurangan waktu pelatihan dan pengujian yang signifikan (Nwankpa, Ijomah, Gachagan, & Marshall, 2018).

Gambar 2. Fungsi Aktivasi RELU

b. Softmax

Fungsi Softmax adalah fungsi aktivasi menggunakan untuk menghitung probabilitas dari sebuah kejadian. Fungsi Softmax menghasilkan nilai antara 0 sampai 1. Fungsi Softmax digunakan dalam model multi-kelas di mana fungsi ini mengembalikan probabilitas masing-masing kelas, dengan kelas target memiliki probabilitas tertinggi. Fungsi aktivasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Nwankpa et al., 2018):

$$f(x) = \frac{\exp(x_i)}{\sum_j \exp(x_j)} - (1.12) \dots (2)$$

4. Pelatihan

Proses pelatihan adalah proses melatih model yang telah disusun arsitekturnya pada proses permodelan terhadap data latih. Pelatihan akan direncanakan akan dilakukan sebanyak 1000 iterasi.

5. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menguji model yang telah dilatih menggunakan *backproagation* terhadap data uji. Fungsi proses ini untuk menganalisa apakah model yang dilatih sudah cukup baik dalam mengklasifikasi jenis bibit gandum. Pengujian akan dipaparkan menggunakan metode *confusion matrix*.

Gambar 3. Prosedur Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Praproses Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang dapat diunduh melalui website *Machine Learning* UCI dengan alamat <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/seeds>. Data berjumlah 199 data yang terdiri atas beberapa kolom yaitu : luas, keliling, kepadatan, panjang dari kernel, lebar dari kernel, koefisien asimetri, panjang alur dari bibit gandum dan jenis bibit gandum.

Data yang akan digunakan sebagai input adalah luas, keliling, kepadatan, panjang dari kernel, lebar dari kernel, koefisien asimetri, panjang alur dari bibit gandum. Sedangkan untuk target, data yang digunakan adalah jenis bibit gandum. Pada dataset jenis bibit gandum dengan terdiri atas 3 jenis dengan nilai berupa 1,2, dan 3. Jenis bibit gandum ini akan dilabel menjadi 1,2,dan 3 sesuai dengan jenisnya.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	15.26	14.84	0.8710	5.763	3.312	2.221	5.220	1
1	14.88	14.57	0.8811	5.554	3.333	1.018	4.956	1
2	14.29	14.09	0.9050	5.291	3.337	2.699	4.825	1
3	13.84	13.94	0.8955	5.324	3.379	2.259	4.805	1
4	16.14	14.99	0.9034	5.658	3.562	1.355	5.175	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...
194	12.19	13.20	0.8783	5.137	2.981	3.631	4.870	3
195	11.23	12.88	0.8511	5.140	2.795	4.325	5.003	3
196	13.20	13.66	0.8883	5.236	3.232	8.315	5.056	3
197	11.84	13.21	0.8521	5.175	2.836	3.598	5.044	3
198	12.30	13.34	0.8684	5.243	2.974	5.637	5.063	3

199 rows × 8 columns

Gambar 4. Data Penelitian

Sebelum melakukan pelatihan, akan dilakukan normalisasi kepada data input. Metode yang digunakan adalah *Z-score Normalization*. Target akan diubah menjadi variabel *dummy*, dimana setiap kolom menyatakan nilai target dari tersebut. Hasil normalisasi dan variabel *dummy* adalah sebagai berikut.

Classification of Wheat Seeds Using Neural Network Backpropagation Algorithm (Gerry)

	0	1	2	3	4	5	6
0	0.117164	0.186797	0.008144	0.270860	0.123135	-1.007371	-0.408265
1	-0.013302	-0.019760	0.442341	-0.201481	0.178783	-1.827187	-0.945420
2	-0.215868	-0.386972	1.469798	-0.795861	0.189383	-0.681625	-1.211962
3	-0.370368	-0.501725	1.061395	-0.721281	0.300679	-0.981475	-1.252656
4	0.419297	0.301550	1.401014	0.033559	0.785615	-1.597530	-0.499825
...	...	...	...	...	...	...	...
194	-0.936866	-1.067843	0.321970	-1.143902	-0.753989	-0.046488	-1.120402
195	-1.266465	-1.312651	-0.847353	-1.137122	-1.246874	0.426457	-0.849790
196	-0.590100	-0.715932	0.751868	-0.920162	-0.088859	3.145549	-0.741952
197	-1.057032	-1.060193	-0.804363	-1.058022	-1.138227	-0.068977	-0.766368
198	-0.899099	-0.960740	-0.103629	-0.904341	-0.772538	1.320554	-0.727709

199 rows x 7 columns

Gambar 5. Hasil Normalisasi

	0	1	2	3
0	0	1	0	0
1	0	1	0	0
2	0	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	0	0
...	...	...	...	...
194	0	0	0	1
195	0	0	0	1
196	0	0	0	1
197	0	0	0	1
198	0	0	0	1

199 rows x 4 columns

Gambar 6. Hasil Pengubahan Target Menjadi Variabel Dummy

2. Permodelan

Pada penelitian model yang digunakan berjumlah 5. Fungsi aktivasi Relu digunakan pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*) sedangkan fungsi aktivasi sigmoid digunakan pada lapisan output (*output layer*). Arsitektur dari model *Artificial Neural Network* yang digunakan dalam percobaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Model 1

Arsitektur pada model 1 terdiri atas 3 lapisan yaitu 1 lapisan input, 1 lapisan tersembunyi, dan 1 lapisan output. Pada lapisan tersembunyi, neuron yang digunakan berjumlah 8. Parameter yang dilatih pada model ini berjumlah 100.

b. Model 2

Arsitektur pada model 2 terdiri atas 3 lapisan yaitu 1 lapisan input, 1 lapisan tersembunyi, dan 1 lapisan output. Pada lapisan tersembunyi, neuron yang digunakan berjumlah 16. Parameter yang dilatih pada model ini berjumlah 196.

c. Model 3

Arsitektur pada model 3 terdiri atas 4 lapisan yaitu 1 lapisan input, 2 lapisan tersembunyi, dan 1 lapisan output. Pada lapisan tersembunyi pertama, neuron yang digunakan berjumlah 16, sedangkan pada lapisan tersembunyi kedua neuron yang digunakan berjumlah 8. Parameter yang dilatih pada model ini berjumlah 300.

d. Model 4

Arsitektur pada model 4 terdiri atas 4 lapisan yaitu 1 lapisan input, 2 lapisan tersembunyi, dan 1 lapisan output. Pada lapisan tersembunyi pertama, neuron yang digunakan berjumlah 32, sedangkan pada lapisan tersembunyi kedua neuron yang digunakan berjumlah 16. Parameter yang dilatih pada model ini berjumlah 852.

e. Model 5.

Arsitektur pada model 5 terdiri atas 5 lapisan yaitu 1 lapisan input, 3 lapisan tersembunyi, dan 1 lapisan output. Jumlah neuron yang digunakan pada setiap lapisan tersembunyi masing masing adalah 32,16, dan 8. Parameter yang dilatih pada model ini berjumlah 956.

Gambar 7. Arsitektur Model

3. Pelatihan

Pelatihan model terhadap data pelatihan direncanakan dilakukan sebanyak 1000 iterasi. Pelatihan akan dihentikan ketika model telah mengalami *overfitting*. Proses pelatihan akan divisualisasikan dalam bentuk grafik pada gambar dibawah ini.

Gambar 8. Grafik Akurasi dan Loss Pelatihan

4. Pengujian

Pengujian model terhadap data uji akan divisualisasikan menggunakan metode *confusion matrix*. Hasil pengujian dapat terlihat pada tabel dibawah ini.

Classification of Wheat Seeds Using Neural Network Backpropagation Algorithm (Gerry)

Tabel 1 Confussion Matrix Pengujian

		Model 1			Model 2			Model 3			Model 4			Model 5		
		Predict			Predict			Predict			Predict			Predict		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Actual	1	9	2	1	9	2	1	10	1	1	9	2	1	0	0	12
	2	1	13	0	1	13	0	1	13	0	1	13	0	0	0	14
	3	2	0	12	0	0	14	1	0	13	1	0	13	0	0	14

Dari hasil pengujian, data ditarik beberapa nilai evaluasi seperti presisi, recall, f-score dan akurasi. Berikut adalah nilai evaluasi dari setiap model dalam mengklasifikasikan jenis bibit gandum.

Tabel 2 Nilai Akurasi

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Akurasi	0.85	0.9	0.9	0.88	0.75

Tabel 3 Perbandingan Nilai Akurasi

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Presisi	0.85	0.9	0.9	0.87	0.9
Recall	0.85	0.89	0.9	0.87	0.89
F-1 Score	0.85	0.89	0.9	0.87	0.89

B. Pembahasan

Dari seluruh variasi arsitektur, model 2 dan model 3 dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi jenis bibit menggunakan data ciri dari gandum. Model 2 dan model 3 memiliki performansi terbaik dibandingkan model lainnya. Akurasi yang didapatkan lebih tinggi dibandingkan dengan model lainnya yaitu 90%. Perbandingan dari setiap model dapat dilihat melalui grafik perbandingan pada gambar dibawah ini.

Gambar 9. Grafik Perbandingan Nilai Evaluasi

Untuk menemukan arsitektur yang performansi yang terbaik, perlu mencoba berbagai arsitektur. Kedalaman ataupun jumlah parameter yang dilatih dari suatu arsitektur tidak akan menjamin performansi dari model tersebut. Arsitektur model 5 memiliki kedalaman lapisan yang paling dalam dengan parameter yang dilatih paling banyak. Pada saat pelatihan, tidak ada perubahan loss maupun akurasi yang terjadi. Hasil klasifikasi menggunakan model ini juga paling buruk dimana akurasi yang didapatkan adalah 35%. Pada saat proses pengujian, seluruh data uji diklasifikasi sebagai gandum dengan jenis 3 yang membuat arsitektur

model gagal untuk melakukan klasifikasi. Pada arsitektur model 2, dan 3 memiliki arsitektur yang sangat berbeda, tetapi akurasi dapat sama yaitu 90%. Perbedaannya hanya berada pada nilai nilai evaluasi recall, dan f-score yaitu 0,01% dimana nilai tersebut sangatlah tidak signifikan.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, kesimpulan dapat diambil adalah dari 5 model yang diusulkan, terdapat 2 model yang tepat untuk kasus ini, yaitu model 2 dan model 3. Pengujian dari 2 model yang terbaik mendapatkan akurasi sebesar 90%. Berdasarkan percobaan tersebut kedalaman suatu arsitektur tidak akan menjamin performansi dari arsitektur tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, D., & Dahiya, P. (2018). Comparisons of classification algorithms on seeds dataset using machine learning algorithm. *Compusoft*, 7(5), 2760–2765. <https://doi.org/10.6084/ijact.v7i5.720>
- Charytanowicz, M., Niewczas, J., Kulczycki, P., Kowalski, P. A., Łukasik, S., & Zak, S. (2010). Complete gradient clustering algorithm for features analysis of X-ray images. *Advances in Intelligent and Soft Computing*, 69, 15–24. https://doi.org/10.1007/978-3-642-13105-9_2
- Eftekhari, B., Mohammad, K., Ardebili, H. E., Ghodsi, M., & Ketabchi, E. (2005). Comparison of artificial neural network and logistic regression models for prediction of mortality in head trauma based on initial clinical data. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 5, 1–8. <https://doi.org/10.1186/1472-6947-5-3>
- Ignatius, H., Chandra, R., Bohdan, N., & Dharma, A. (2019). COMPARISON OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MODEL IN CLASSIFICATION OF DIABETIC RETINOPATHY. *Jurnal Penelitian Pos Dan Informatika*, 9(2), 141–150. <https://doi.org/10.17933/jppi.2019.090205>
- K, S., & S, S. (2014). Review on Classification Based on Artificial Neural Networks. *The International Journal of Ambient Systems and Applications*, 2(4), 11–18. <https://doi.org/10.5121/ijasa.2014.2402>
- Kholis, I. (2015). Artificial Neural Network Terhadap Pengenalan Pola Data Iris an Analysis of the Variation Parameters of the Artificial Neural Network Backpropagation. *Jurnal Teknik Dan Ilmu Komputer*, 04(14), 129–138.
- Kumar, N., & Kumar, D. (2020). Classification using Artificial Neural Network Optimized with Bat Algorithm. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9(3), 696–700. <https://doi.org/10.35940/ijitee.c8378.019320>
- Lestari, N., & Van FC, L. L. (2017). Implementasi jaringan syaraf tiruan untuk menilai kelayakan tugas akhir mahasiswa (studi kasus di amik bukittinggi). *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 8(1), 10–24. <https://doi.org/10.31849/digitalzone.v8i1.614>
- Nafisah, S., Puspitodjati, S., & Wulandari, S. (2008). Pengklasifikasian Jenis Tanah menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Algoritma Backpropagation. *Seminar Ilmiah Nasional Komputer Dan Sistem Intelligent (KOMMIT 2008)*, (Kommit), 444–449.
- Nasution, D. A., Khotimah, H. H., & Chamidah, N. (2019). Perbandingan Normalisasi Data untuk Klasifikasi Wine Menggunakan Algoritma K-NN. *Computer Engineering, Science and System Journal*, 4(1), 78. <https://doi.org/10.24114/cess.v4i1.11458>
- Nwankpa, C., Ijomah, W., Gachagan, A., & Marshall, S. (2018). *Activation Functions: Comparison of trends in Practice and Research for Deep Learning*. 1–20. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1811.03378>
- Saritas, M. M., & Yasaar, A. (2019). Performance Analysis of ANN and Naive Bayes Classification Algorithm for Data Classification. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering ISSN:2147-6799*, 7(2), 88–91. <https://doi.org/10.1039/b000000x>
- Suhartanto, R. S., Dewi, C., & Muflikhah, L. (2017). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Mendiagnosis Penyakit Kulit pada Anak. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, 1(7), 555–562.
- Sulaiman, K., Hakim Ismail, L., Adib Mohammad Razi, M., Shalahuddin Adnan, M., & Ghazali, R. (2019). Water Quality Classification Using an Artificial Neural Network (ANN). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 601(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/601/1/012005>
- Widowati, S., Khumaida, N., Ardie, S. W., & Trikoesoemaningtyas, D. (2016). Karakterisasi Morfologi dan Sifat Kuantitatif Gandum (*Triticum aestivum* L.) di Dataran Menengah. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 44(2), 162. <https://doi.org/10.24831/jai.v44i2.13485>