



Aplikasi Data Mining Untuk Klasifikasi Kesuburan Tanaman Selada Hidroponik Dengan Metode *K Nearest Network*

¹Eka Firmansyah Yogatama, ²Latifah Rifani
^{1,2}Universitas Narotama Surabaya

Alamat Surat

Email: yogatama14@gmail.com

Article History:

Diajukan: 27 September 2021; **Direvisi:** 15 Oktober 2022; **Diterima:** 25 Oktober 2022

ABSTRAK

Teknologi pertanian dengan metode hidroponik mulai dilirik. Hal ini karena sistem hidroponik tidak memerlukan tanah yang luas dan tanah yang subur. Dengan teknologi hidroponik semua masyarakat dapat menikmati hasil panen sayuran dari kebun sendiri. Dari permasalahan yang dipaparkan tersebut, maka penulis merumuskan: bagaimana membangun aplikasi pendeteksi kesuburan tanaman selada dengan metode hidroponik? Pada mulanya penulis melakukan pengumpulan data berupa studi literatur, survey secara langsung ke kebun hidroponik di kota Baru, dan terakhir melakukan wawancara dengan pengelola kebun. Kemudian dilakukan perancangan sistem dari program ini untuk selanjutnya dilakukan implementasi sistem. Lalu terakhir untuk memastikan sistem berjalan lancar, maka penulis melakukan pengujian sistem. Berdasarkan hasil pengujian sistem, sistem yang dibuat dengan menggunakan metode KNN, dihasilkan tingkat akurasi terbaik adalah dengan nilai k sebesar 15. dengan tingkat akurasi 89% dari 100 kali pengujian.

Kata kunci: Hidroponik, *K Nearest Neighbour*, Sistem, Kesuburan Tanaman

ABSTRACT

Agricultural technology with the hydroponic method began to be glimpsed. This is because the hydroponic system does not require extensive soil and fertile soil. With hydroponic technology, all people can enjoy vegetable crops from their own gardens. From the problems described above, the authors formulate: how to build an application for detecting lettuce fertility using the hydroponic method? At first, the author collected data in the form of literature studies, surveys directly to hydroponic gardens in Kota Baru, and finally conducted interviews with garden managers. Then the system design of this program is carried out for further implementation of the system. Then lastly to make sure the system runs smoothly, the author conducts system testing. Based on the results of system testing, the system created using the KNN method, the best accuracy level was obtained with a k value of 15. with an accuracy rate of 89% from 100 times of testing.

Keywords: *Hydroponics, K Nearest Neighbour, System, Plant Fertility*

1. PENDAHULUAN

Semakin berkurangnya lahan pertanian dari tahun ke tahun (Iswara & Lestari, 2021) memaksa teknologi pertanian untuk semakin berkembang. Hal ini dikarenakan beralih fungsi lahan pertanian menjadi lahan hunian. Tiap tahun, masyarakat yang menjadi petani semakin sedikit. Salah satu penyebabnya dikarenakan lahan pertanian makin berkurang dan berganti fungsi menjadi pemukiman (Ariffandi, 2019). Akibatnya, mempengaruhi produksi kebutuhan pangan masyarakat sehari-hari.

Hidroponik merupakan salah satu solusi semakin sempitnya lahan pertanian. Hal ini karena sistem hidroponik tidak memerlukan tanah yang luas dan tanah yang subur (Wibowo et al., 2021). Hidroponik adalah metode menanam sayuran tanpa tanah, hanya menggunakan air yang menggenang. Dengan teknologi hidroponik semua masyarakat dapat menikmati hasil panen sayuran dari kebun sendiri. Selada *leaf lettuce* merupakan selada yang banyak ditanam dengan metode hidroponik. Tanaman ini cocok ditanam bagi pemula yang baru memulai belajar bercocok tanam dengan metode hidroponik. Karena, tanaman ini tidak membutuhkan sinar matahari penuh dan tumbuh dengan baik bahkan dalam cahaya dan suhu rendah. Selada jenis ini dapat dipanen dalam jangka waktu antara 40-55 hari setelah semai (Majid et al., 2021). Menanam selada dengan metode hidroponik butuh pengamatan yang akurat. Karena selada yang ditanam dengan metode hidroponik butuh perhatian yang cukup tinggi. Untuk memudahkan pemantauan pertumbuhan selada yang ditanam dengan menggunakan metode hidroponik, maka penulis bermaksud membuat membuat suatu sistem membangun aplikasi pendeteksi kesuburan tanaman selada dengan metode hidroponik dengan metode *k nearest neighbor*. Diharapkan dari penelitian ini dapat memudahkan orang untuk bercocok tanam dengan metode hidroponik khususnya tanaman selada. Kemudian bagi pemula yang baru memulai bercocok tanam dengan metode hidroponik akan terbantu karena dengan *software* ini dapat menjadi acuan kesuburan tanaman hidroponik.

Sistem alat ini akan berjalan dengan *desktop* dengan menggunakan sistem penunjang keputusan menggunakan metode KNN. Algoritma *K Nearest Neighbour* (KNN) adalah algoritma pembelajaran mesin yang diawasi dan sederhana yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah klasifikasi dan regresi. Mudah untuk diterapkan dan dipahami, tetapi memiliki kelemahan utama yaitu melambat secara signifikan seiring dengan bertambahnya ukuran data yang digunakan. KNN bekerja dengan mencari jarak antara *query* dan semua contoh dalam data, memilih contoh nomor tertentu (K) yang paling dekat dengan *query*, lalu memilih label yang paling sering (dalam kasus klasifikasi) atau rata-rata label (dalam kasus regresi)(Buttrey, 1998; Peterson, 2009).

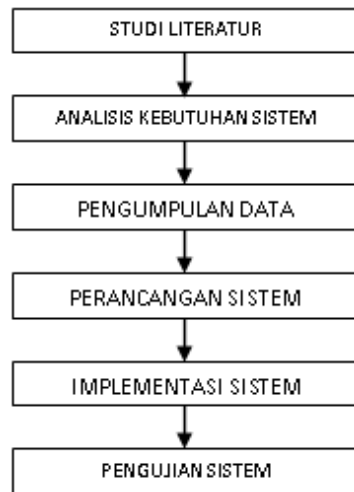
Masukan yang akan diinputkan diantaranya adalah usia tanaman, tinggi tanaman, jumlah daun, pH larutan. Dari data ini akan dijadikan sebagai parameter kesuburan. Data yang digunakan yaitu data pertumbuhan selada yang ada di kebun sayur selama 33 hari dimulai dari hari ke-5 hingga ke-38 setelah penyemaian. Masing-masing hari akan diambil 100 data latih sebagai acuan data atau total data latih yang digunakan kurang lebih 17.000 data. Kemudian data tersebut diolah dalam memprediksi tingkat kesuburan. Adapun atribut yang digunakan adalah hari, pertumbuhan tinggi, banyak daun, dan pH. Kemudian data yang keluar dari hasil pengukuran dapat disimpan dan dijadikan sebagai data pembanding agar data keluaran selanjutnya dapat lebih akurat lagi.

Adapun penelitian sebelumnya yang dijadikan sebagai bahan referensi penulis diantaranya:

1. “Penerapan Metode *Case Based Reasoning* (CBR) Dalam Sistem Pakar Untuk Menentukan Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Hidroponik” (Nugraha, 2020) yang menjelaskan tentang sebuah sistem dengan metode KNN untuk mendeteksi diagnosa penyakit pada tanaman hidroponik serta dapat memberikan solusi penanganannya. Dengan mengumpulkan data-data gejala penyakit yang dapat menyerang tanaman hidroponik.
2. “Deteksi Penyakit Daun pada Tanaman Padi Menggunakan Algoritma *Decision Tree, Random Forest, Naïve Bayes, SVM dan KNN*” (Purnamawati, Nugroho, Putri, & Hidayat, 2020) dijelaskan tingkat akurasi dengan metode KNN cukup tinggi. Memiliki tingkat akurasi hingga 87%.
3. “Aplikasi Klasifikasi Jenis Tumbuhan Mangrove Berdasarkan Karakteristik Morfologi Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) Berbasis Web” (Wardani, Rismawan, & Bahri, n.d.) dijelaskan bagaimana metode KNN berjalan. Metode KNN bekerja dengan cara mencari kerabat terdekat dari data uji terhadap data latih. Sehingga dihasilkan data yang cukup

akurat. Pada penelitian ini terdapat dua kesalahan dikarenakan kurangnya data pohon mangroove karena terdapat 1 pohon yang memiliki 1 spesies pada 1 genus.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alur

2.1. Studi Literatur

Menurut Danial dan Warsiah Studi Literatur adalah merupakan penelitian yang dilakukan oleh peneliti dengan mengumpulkan sejumlah buku buku, majalah yang berkaitan dengan masalah dan tujuan penelitian. Teknik ini dilakukan dengan tujuan untuk mengungkapkan berbagai teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang sedang dihadapi/diteliti sebagai bahan rujukan dalam pembahasan hasil penelitian.

Studi Literatur pada penelitian ini digunakan untuk mempelajari teori-teori yang digunakan untuk mendukung penelitian yang sedang dikerjakan. Teori yang digunakan diantaranya *K Nearest Network* dan Hidroponik. Teori tersebut diambil dari karya ilmiah sebelumnya, jurnal, serta buku yang dapat membantu penulis untuk menganalisa pertumbuhan tanaman selada yang dibudidayakan dengan metode hidroponik.

2.2. Analisa Kebutuhan Sistem

Analisa kebutuhan sistem sangat diperlukan dalam mendukung kinerja aplikasi, apakah aplikasi yang akan dibuat telah sesuai dengan kebutuhan atau belum. Karena kebutuhan sistem akan mendukung tercapainya tujuan suatu aplikasi.

2.3. Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang akan penulis lakukan dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

a. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan merupakan teknik pengumpulan data dengan mengadakan studi penelaah terhadap buku-buku, literatur-literatur, catatan dan laporan yang ada hubungannya dengan masalah yang dipecahkan. Pengumpulan data yang dilakukan secara langsung dari sumber lain seperti buku, skripsi, jurnal, dan dokumen lainnya yang mendukung penelitian ini.

b. Observasi

Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung obyek yang akan diteliti. Pengamatan akan dilakukan secara langsung pada masa 1 kali panen sayur selada pada kebun hidroponik di kota Batu. Data yang akan diambil adalah sampel berupa tanaman selada dengan varian umur dari 1 minggu hingga 40 hari. Sampel data yang akan diambil berupa tinggi tanaman, panjang akar, banyak daun.

c. Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilaksanakan secara langsung dari pakarnya. Tujuan wawancara pada penelitian ini adalah untuk mencari tahu bagaimana spesifikasi selada yang baik dan permasalahan yang sering dialami dalam menanam selada. Wawancara dilakukan dengan cara mewawancarai secara langsung dengan narasumber yaitu petani hidroponik di kota Batu. Pada proses wawancara tersebut didapati bagaimana kondisi selada yang subur dan parameter apa saja selada yang subur.

2.4. Perancangan Sistem

Adapun analisa perancangan sistem yang akan penulis lakukan dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

a. Analisa Kebutuhan Sistem

Analisa kebutuhan sistem digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem, kebutuhan masukan, proses dan keluaran dari sebuah sistem. Berikut ini kebutuhan yang digunakan dalam aplikasi data mining untuk klasifikasi kesuburan tanaman selada hidroponik dengan metode k nearest network.

- 1) Kebutuhan perangkat keras meliputi komputer dan layar monitor
- 2) Kebutuhan perangkat lunak meliputi python, microsoft excel

b. Analisa Kebutuhan masukan

Kebutuhan masukan dari sistem diambil dari data hasil survey selada yang telah dilakukan di kebun hidroponik di kota Batu. Data tersebut berupa umur tanaman, banyak daun, tinggi selada, dan pH air.

2.5. Implementasi Sistem

Proses implementasi dalam sistem ini dilakukan berdasarkan hasil perancangan sistem. Berikut ini adalah tahapan implementasi sistem, yaitu:

1. Pembuatan program ini menggunakan bahasa pemrograman *python*
2. Implementasi Algoritman berdasarkan hasil perancangan
3. Pembuatan antarmuka pengguna (*User Interface*)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Selection

Data yang digunakan yaitu data pertumbuhan selada yang ada di kebun sayur selama 33 hari dimulai dari hari ke-5 hingga ke-38 setelah penyemaian. Kemudian data tersebut diolah dalam memprediksi tingkat kesuburan. Adapun atribut yang digunakan adalah hari, pertumbuhan tinggi, banyak daun, dan pH. Data diambil langsung dengan survey pada kebun selada di kota Batu.

Tabel 1. Data Hasil Survey (15 Dari 3400 Data)

No	Hari	Tinggi	Banyak Daun	pH	Kondisi Tanaman
1	5	1	2	6.3	Normal
2	5	0.5	2	6.2	Lambat
3	5	0.5	2	5.7	Lambat
4	5	1	2	6.1	Normal
5	5	2	2	5.8	Normal
6	5	1.5	2	6.4	Normal
7	5	1.5	2	5.6	Normal
8	5	0.5	2	6.5	Lambat
9	5	0.5	2	6.2	Lambat
10	5	0.5	2	5.7	Lambat
...
...
...
3396	38	24	20	6.8	Bolting
3397	38	19	20	6.5	Lambat
3398	38	19	20	7	Lambat
3399	38	19	20	6.9	Lambat
3400	38	19	20	7	Lambat

3.2. Proses *k*-Nearest Neighbour



Gambar 2. Flowchart Proses *K*-Nearest Neighbour

Proses klasifikasi pada metode *K-Nearest Neighbour* bermula dari menempatkan data uji pada salah satu kelas diantara 4 kondisi yang telah ditentukan. Kemudian setelah itu, menentukan data ke dalam sebuah kelas pada proses euclidian. Sebelum memasuki proses euclidian, data akan dinormalisasi terlebih dahulu. Berikut persamaan untuk proses normalisasi dan proses *eucladian*.

$$\text{Normalisasi} = \frac{\text{Data}_x - \text{Data}_{\min}}{\text{Data}_{\max} - \text{Data}_{\min}} \quad (1)$$

$$d_{(x_1, y_1)} = \sqrt{\sum_i (x_i - y_i)^2} \quad (2)$$

Pada proses normalisasi Data_x pada satu baris dikurangi dengan data terkecil lalu dibagi dengan pengurangan dari data terbesar dan terkecil. Sedangkan pada proses pencarian *euclidian distance* X_i adalah data yang atributnya sudah dinormalisasi dan Y_i adalah data uji yang sudah dinormalisasi (Deschrijver & Kerre, 2005).

3.2.1. Contoh Perhitungan *K-Nearest Neighbour*

Berikut contoh perhitungan *K-Nearest Neighbour* yang dilakukan secara manual. Data training yang digunakan adalah data dari tabel 1 di atas. Sedangkan data testing yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Data Testing

Hari	Tinggi	Banyak Daun	pH	Kondisi Tanaman
20	7	6	6.5	?

3.2.2. Normalisasi Data

Normalisasi bertujuan agar nilai dari setiap atribut mempunyai jarak yang tidak terlalu jauh. Normalisasi merupakan hasil dari pembagian dari data latih dikurangi data minimum kemudian dibagi dengan hasil dari pengurangan data maksimum dan minimal. Berikut hasil normalisasi data dengan menggunakan bantuan *microsof excel*.

Tabel 3. Hasil Normalisasi Data Pada Hari ke-20

Hari	Tinggi	Banyak Daun	pH	Kondisi
...
...
...
0.424242	0.285714	0.217391	0.35	Normal
0.424242	0.212245	0.304348	0.3	Normal
0.424242	0.212245	0.304348	0.75	Normal
0.424242	0.212245	0.173913	0.55	Lambat
0.454545	0.253061	0.217391	0.45	Normal
0.454545	0.253061	0.173913	0.5	Lambat
0.454545	0.261224	0.217391	0.75	Normal
...
...
...

3.2.3. Menghitung Euclidean Distance

Menghitung jarak antara data uji coba dengan data training dengan menggunakan persamaan (1). Proses dilakukan dengan menggunakan bantuan *microsoft excel* untuk mengelola tabel yang banyak. Hasil dari proses tersebut merupakan nilai *eucledian distance*.

Tabel 4. Hasil Penghitungan *Euclidean Distance*

Hari	Hari	Tinggi	Banyak Daun	pH	Total	akar	Kondisi Tanaman
...
...
...
20	0.00000000	0.00014994	0.00000000	0.00000000	0.00014994	0.012245	Lambat
20	0.00000000	0.00014994	0.00000000	0.00000000	0.00014994	0.012245	Lambat
20	0.00000000	0.00134944	0.00000000	0.00000000	0.00134944	0.036735	Lambat
20	0.00000000	0.00001666	0.00189036	0.00000000	0.00190702	0.043669	Normal
20	0.00000000	0.00006664	0.00189036	0.00000000	0.001957	0.044238	Normal
20	0.00000000	0.00006664	0.00189036	0.00000000	0.001957	0.044238	Normal
20	0.00000000	0.00026656	0.00189036	0.00000000	0.00215691	0.046443	Normal
20	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00250000	0.0025	0.05	Lambat
20	0.00000000	0.00014994	0.00000000	0.00250000	0.00264994	0.051478	Lambat
...
...
...

3.2.4. Menentukan Nilai K

Langkah selanjutnya setelah menghitung *Euclidean Distance* adalah mengurutkan dari urutan terkecil hingga terbesar. Berdasarkan tabel kondisi berikut ini.

Tabel 5. Perhitungan Jarak K

Hari	Tinggi	Banyak Daun	pH	Total	<i>Euclidean Distance</i>	Kondisi Tanaman
0.00000000	0.00014994	0.00000000	0.00000000	0.00014994	0.012245	Lambat
0.00000000	0.00014994	0.00000000	0.00000000	0.00014994	0.012245	Lambat
0.00000000	0.00134944	0.00000000	0.00000000	0.00134944	0.036735	Lambat
0.00000000	0.00001666	0.00189036	0.00000000	0.00190702	0.043669	Normal
0.00000000	0.00006664	0.00189036	0.00000000	0.001957	0.044238	Normal
0.00000000	0.00006664	0.00189036	0.00000000	0.001957	0.044238	Normal
0.00000000	0.00026656	0.00189036	0.00000000	0.00215691	0.046443	Normal
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00250000	0.0025	0.05	Lambat
0.00091827	0.00166597	0.00000000	0.00000000	0.00258425	0.050835	Lambat
0.00000000	0.00014994	0.00000000	0.00250000	0.00264994	0.051478	Lambat

Setelah data diurutkan berdasarkan nilai *Euclidean Distance* dari yang terkecil hingga terbesar, selanjutnya tentukan nilai K. Tujuannya untuk mengambil keputusan berdasarkan data mayoritas yang ada sesuai jumlah dari nilai K. Tidak ada aturan dalam menentukan besarnya nilai K. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan K=5.

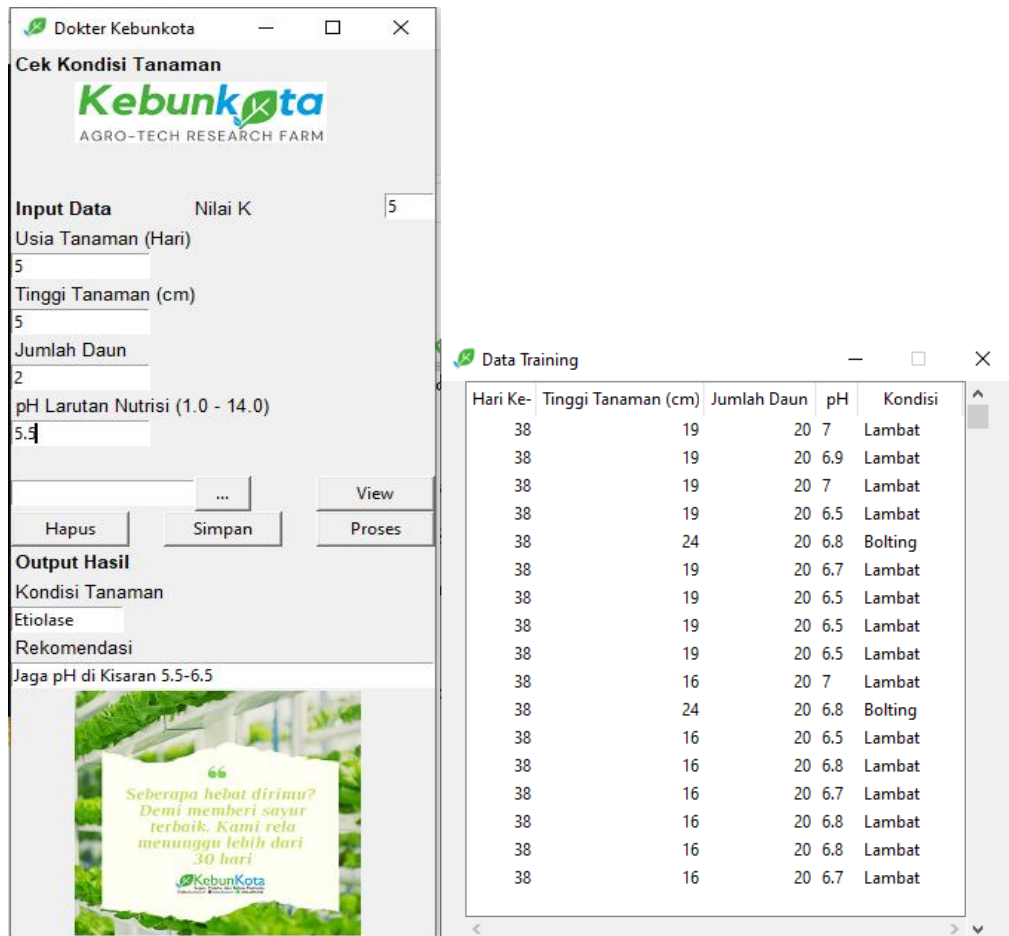
Tabel 6. Data K Terdekat

Hari	Tinggi	Banyak Daun	pH	Total	akar	Kondisi Tanaman
0.00000000	0.00014994	0.00000000	0.00000000	0.00014994	0.012245	Lambat
0.00000000	0.00014994	0.00000000	0.00000000	0.00014994	0.012245	Lambat
0.00000000	0.00134944	0.00000000	0.00000000	0.00134944	0.036735	Lambat
0.00000000	0.00001666	0.00189036	0.00000000	0.00190702	0.043669	Normal
0.00000000	0.00006664	0.00189036	0.00000000	0.001957	0.044238	Normal
0.00000000	0.00006664	0.00189036	0.00000000	0.001957	0.044238	Normal
0.00000000	0.00026656	0.00189036	0.00000000	0.00215691	0.046443	Normal
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00250000	0.0025	0.05	Lambat
0.00091827	0.00166597	0.00000000	0.00000000	0.00258425	0.050835	Lambat
0.00000000	0.00014994	0.00000000	0.00250000	0.00264994	0.051478	Lambat

Berdasar tabel di atas dengan nilai K=5. Dapat diambil kesimpulan bahwa kondisi tanaman Lambat. Kesimpulan diambil dari data mayoritas dari nilai K=5.

3.3. Tampilan Program

Implementasi antar muka merupakan hubungan antara program dengan pengguna untuk meakukan interaksi. Berikut ini interaksi antarmuka program dengan *user*.



Gambar 3. Tampilan Program

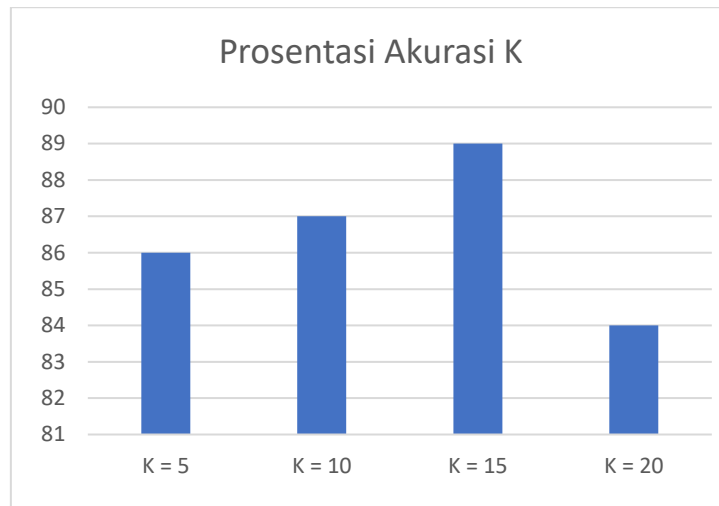
Ketika *user* mengisi masukan yang dibutuhkan, maka selanjutnya akan menekan tombol proses. Maka kemudian akan muncul hasil pada kolom kondisi tanaman dan juga rekomendasi.

Pada kolom kondisi tanaman, program mengeluarkan bagaimana kondisi tanaman. Apakah tanaman dalam kondisi subur atau tidak dan kondisi lainnya. Sehingga *user* dapat menentukan apakah tanaman yang ditanam dapat dilanjutkan atau tidak.

Kemudian pada tombol simpan, pengguna dapat menyimpan data hasil perhitungan untuk ditambahkan ke *database* sebagai data uji.

3.4. Pengujian Nilai K

Pengujian nilai K dilakukan untuk mengetahui nilai akurasi tertinggi diantara sejumlah nilai K yang ditentukan. Sehingga hasil dari pengujian dapat dijadikan sebagai ketetapan nilai K pada proses perhitungan metode *K-Nearest Neighbour*. Pada pengujian nilai K yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20 dengan data latih sebanyak 17.000 dan data uji sebanyak 100. Berikut hasil pengaruh variasi K terhadap tingkat akurasi.



Gambar 4. Diagram Batang Prosentasi Akurasi K

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan percobaan pada program ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan metode *k-Nearest Neighbour* dapat diterapkan dengan baik untuk menganalisa kondisi kesuburan tanaman selada hidroponik.
2. Hasil tingkat akurasi terbaik adalah dengan nilai k sebesar 15. dengan tingkat akurasi 89% dari 100 kali pengujian.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ariffandi, M. I. (2019). *Alih Fungsi Lahan Kawasan Pertanian Menjadi Perumahan Dan Kawasan Permukiman*. 8.
- Buttrey, S. E. (1998). Nearest-neighbor classification with categorical variables. *Computational Statistics & Data Analysis*, 28(2), 157–169. [https://doi.org/10.1016/S0167-9473\(98\)00032-2](https://doi.org/10.1016/S0167-9473(98)00032-2)
- Deschrijver, G., & Kerre, E. E. (2005). Triangular norms and related operators in L*-fuzzy set theory. In *Logical, Algebraic, Analytic and Probabilistic Aspects of Triangular Norms* (pp. 231–259). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-044451814-9/50008-2>
- Iswara, R. A., & Lestari, E. (2021). *Persepsi Pemuda Mengenai Alih Fungsi Lahan Pertanian Padi Sawah Di Kecamatan Kebakkramat Kabupaten Karanganyar*. 2(10), 11.
- Majid, M., Khan, J. N., Ahmad Shah, Q. M., Masoodi, K. Z., Afroza, B., & Parvaze, S. (2021). Evaluation of hydroponic systems for the cultivation of Lettuce (*Lactuca sativa* L., var. *Longifolia*) and comparison with protected soil-based cultivation. *Agricultural Water Management*, 245, 106572. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106572>
- Nugraha, I. (2020). Penerapan Metode *Case Based Reasoning* (CBR) Dalam Sistem Pakar Untuk Menentukan Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Hidroponik. 2020, 2, 6.
- Peterson, L. (2009). K-nearest neighbor. *Scholarpedia*, 4(2), 1883. <https://doi.org/10.4249/scholarpedia.1883>
- Purnamawati, A., Nugroho, W., Putri, D., & Hidayat, W. F. (2020). *Deteksi Penyakit Daun pada Tanaman Padi Menggunakan Algoritma Decision Tree, Random Forest, Naïve Bayes, SVM dan KNN*. 5, 4.

- Wardani, S. H., Rismawan, T., & Bahri, S. (n.d.). *Aplikasi Klasifikasi Jenis Tumbuhan Mangrove Berdasarkan Karakteristik Morfologi Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) Berbasis Web*.
- Wibowo, C. D., Damayanti, A. A., Nissa, H., Wibawa, I. G. A. C., Yudiantara, I. M. B., Mahendra, I. N. Y., ... Yohanes. (2021). Hidroponik Dan Akuoponik: Solusi Budidaya Tanaman Dan Ikan Di Lingkungan Lahan Terbatas. *Abdi Insani*, 8(1), 134–142. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v8i1.381>