

PENGEMBANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN ALGORITMA GLCM DAN KNN DALAM PENGENALAN PENYAKIT PADA DAUN

Ali Akbar Lubis¹, Mega Silfia Dewy², Muhammad Isnaini³

^{1,2,3} Universitas Negeri Medan

ali.akbarlubis@gmail.com

Abstrak: Kemajuan teknologi memberikan dampak yang besar dalam kemajuan bidang Pendidikan. Dengan kemajuan ini menyediakan sumber belajar yang beragam, salah satunya pembelajaran sebuah algoritma/metode. Terkadang sebuah implementasi sebuah algoritma atau metode tidaklah mudah. Karena prosesnya yang kompleks dan membutuhkan waktu untuk memahami langkah-langkahnya. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah aplikasi pembelajaran dalam menerapkan algoritma Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM) dan KNN dalam pengenalan penyakit pada daun. Algoritma GLCM (Gray Level Co-Occurance Matrix) dan KNN memproses citra yang diinput dengan pengenalan pola untuk mendeteksi penyakit yang terdapat pada tanaman. Hasil dari penelitian ini berupa aplikasi pembelajaran yang dapat menunjukkan langkah-langkah dalam proses pengenalan pola pada daun yang ditampilkan secara detail. Dengan adanya aplikasi ini maka dapat menjadi alternatif bagi masyarakat untuk mempelajari kedua algoritma ini.

Kata Kunci: GLCM, KNN, aplikasi pembelajaran

Abstract: Technological advances have had a major impact on the progress of the education sector. This progress provides various learning resources, one of which is learning an algorithm/method. Sometimes implementing an algorithm or method is not easy. Because the process is complex and takes time to understand the steps. This research aims to build a learning application in applying the Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM) and KNN algorithms in recognizing disease on leaves. The GLCM (Gray Level Co-Occurance Matrix) and KNN algorithms process the input image with pattern recognition to detect diseases in plants. The results of this research are in the form of a learning application that can show the steps in the pattern recognition process on leaves which are displayed in detail. With this application, it can be an alternative for people to learn about these two algorithms.

Keywords: GLCM, KNN, Learning application

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan upaya menghasilkan suasana belajar dan pengalaman belajar bagi peserta didik agar peserta didik secara aktif dapat mengasah potensi pada dirinya. Perkembangan teknologi yang semakin berkembang pesat, maka mengharuskan sistem Pendidikan juga dapat menyesuaikan dengan perkembangan teknologi tersebut. Sehingga dibutuhkan pembaharuan agar sistem Pendidikan lebih maju dan bermutu. Salah satu pembaharuan yang dimaksud adalah dengan menerapkan kemajuan teknologi dalam proses pembelajaran yang dilakukan. Salah satunya adalah dengan mengembangkan aplikasi pembelajaran. Aplikasi pembelajaran ini merupakan salah satu dari banyak cara dalam memanfaatkan teknologi informasi dalam bidang Pendidikan. Pembelajaran berbasis multimedia ini menjadi umum, meskipun tentu masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Dan kehadiran aplikasi pembelajaran ini seharusnya tidak dianggap

sebagai pengganti proses belajar tatap muka yang umumnya berjalan pada proses pembelajaran, tetapi dianggap sebagai sarana alternatif tambahan untuk mendapatkan pembelajaran yang terstruktur. Karena Aplikasi pembelajaran adalah suatu media pembelajaran disajikan secara terstruktur untuk memudahkan proses belajar.

Informasi dan penjelasan terkait dengan algoritma Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM) dan KNN selama ini didapatkan melalui buku atau beragam referensi yang ada di internet. Informasi dan penjelasan tersedia pun disajikan secara terpisah antara GLCM dan -KNN. Tidak ada informasi atau penjelasan yang dapat menunjukkan bagaimana kedua algoritma tersebut dapat mengenali pola dan mendeteksi penyakit pada citra daun yang diinput.

Metode GLCM dan -KNN merupakan metode yang memiliki kemampuan yang baik dalam pengenalan pola. Dimana GLCM digunakan untuk ekstraksi fitur warna dan

tekstur dari citra, sementara KNN digunakan untuk identifikasi. Dari hasil penelitian sebelumnya (Ratnasar, et al: 2017) Penggunaan GLCM dalam melakukan ekstraksi fitur mendapatkan akurasi sebesar 93%, semestara pada penelitian lainnya (abbatangelo, et al: 2020) dinyatakan penggunaan KNN dalam identifikasi mendapatkan akurasi 96,51%. Inilah yang mendasari pemilihan kedua algoritma tersebut untuk dibuatkan dalam bentuk aplikasi pembelajaran.

A. Aplikasi Pembelajaran

Aplikasi pembelajaran adalah sarana atau alat bantu pendidikan yang dapat digunakan sebagai perantara dalam proses pembelajaran untuk mempertinggi efektifitas dan efisiensi dalam mencapai tujuan pengajaran. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa aplikasi pembelajaran adalah suatu perantara yang digunakan untuk menyampaikan informasi atau pelajaran dengan tujuan agar memicu peserta didik untuk belajar. Sedangkan penggunaan aplikasi pembelajaran merupakan cara yang dilakukan untuk menyampaikan informasi berupa materi pembelajaran. Adanya aplikasi pembelajaran ini diharapkan proses pembelajaran akan lebih mudah bagi peserta didik, karena aplikasi pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan ruang dan waktu dalam belajar, selain itu aplikasi juga dapat memberikan motivasi bagi peserta didik untuk belajar

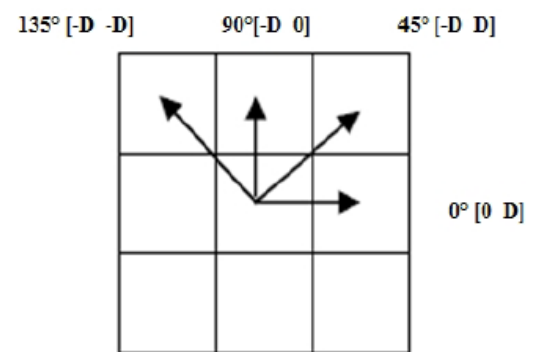
B. Algoritma

Algoritma adalah deskripsi langkah-langkah proses dalam menyelesaikan suatu masalah. Sebuah proses dikerjakan oleh pemroses berdasarkan algoritma yang diberikan. Setiap langkah penyelesaian dinyatakan dengan sebuah pernyataan (Statement). Sebuah pernyataan menggambarkan aksi algoritmik yang dieksekusi, bila suatu aksi dieksekusi, maka sejumlah operasi yang bersesuaian dengan aksi itu dikerjakan oleh pemroses. Jika dilihat dalam bentuk tertulis, algoritma dapat berupa narasi yang disusun menjadi kalimat, dapat juga disusun dalam bentuk gambar atau bagan atau tabel. Algoritma dapat dikatakan sebagai langkah-langkah yang diambil

dalam menyelesaikan suatu pekerjaan.

C. Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM)

GLCM menggunakan perhitungan tekstur pada orde kedua. Pengukuran tekstur pada orde pertama menggunakan perhitungan statistik didasarkan pada nilai piksel citra asli semata, seperti varians dan tidak memperhatikan hubungan ketetanggaan piksel. Pada orde kedua, hubungan antar pasangan dua piksel citra asli diperhitungkan. Penggunaan metode ini berdasarkan hipotesis bahwa dalam suatu tekstur akan terjadi perulangan konfigurasi atau pasangan tingkat keabuan. Minsal, d didefinisikan sebagai jarak antara dua posisi piksel, yaitu (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) dan θ didefinisikan sebagai sudut diantara keduanya, Orientasi sudut θ terdiri atas empat arah sudut dengan interval sudut 45° , yaitu $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ dan 135° .



Gambar 1. Arah GLCM Sudut $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ,$ dan 135° .

Untuk mendapatkan fitur Gray Level Co-occurrence Matrix, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

- Energi

Energi menyatakan ukuran konsentrasi pasangan dengan intensitas keabuan tertentu pada matriks. Nilai energi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Energi = \sum_{i,j} p(i,j)^2$$

dengan:

- i = tingkat keabuan baris ke-I
- j = tingkat keabuan kolom ke-j
- $P(i,j)$ = peluang keabuan baris ke-i, kolom ke-j

- Korelasi

Menunjukkan ukuran ketergantungan linear intensitas, yang digunakan untuk memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra.

$$Korelasi = \sum_{i,j} \frac{(i - \mu_x)(j - \mu_y)p(i,j)}{\sigma_x \sigma_y}$$

dengan:

I = tingkat keabuan baris ke-i

j = tingkat keabuan kolom ke-j

P(i,j) = peluang keabuan baris ke-i, kolom ke-j

μ, σ = mean dan standar deviasi probabilitas

- Kontras

Kontras menyatakan perbedaan intensitas antara nilai tertinggi (terang) dan nilai terendah (gelap) dari sepasang piksel yang saling berdekatan. Nilai kontras dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Kontras = \sum_{i,j} |i - j|^2 \cdot p(i,j)$$

dengan:

i = tingkat keabuan baris ke-i

j = tingkat keabuan kolom ke-j

P(i,j) = peluang keabuan baris ke-i, kolom ke-j

- Homogenitas

Homogenitas digunakan untuk mengukur kehomogenan variasi intensitas citra.

Nilai homogenitas dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Homogenitas = \sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{1 + |i - j|}$$

dengan:

i = tingkat keabuan baris ke-i

j = tingkat keabuan kolom ke-j

D. KNN

Algoritma K-NN menggunakan klasifikasi dengan nilai ketetangaan sebagai nilai prediksi dari query instance yang baru. Dalam hal ini jumlah data terdekat ditentukan oleh user yang dinyatakan dengan k, minsal user menentukan k=6, maka setiap data testing atau data latih dihitung jaraknya terhadap data training dan dipilih 6 data training yang jaraknya paling dekat ke data testing. Kemudian akan diperiksa outputnya atau labelnya masing-masing. Dan kemudian ditentukan output mana

yang frekuensinya paling banyak. Tujuan algoritma K-NN adalah untuk mengklasifikasikan objek baru berdasarkan data training sebelumnya. Untuk menghitung nilai jarak antar dua titik yaitu titik pada data latih dan titik pada data testing maka dapat dipergunakan rumus *Euclidian Distance*. Tahapan algoritma K-Nearest Neighbor adalah sebagai berikut:

- Menentukan parameter k (jumlah tetangga paling dekat)
- Menghitung jarak Euclidean
- Kemudian mengurutkan objek-objek termasuk kedalam kelompok yang mempunyai jarak kecil
- Mengumpulkan kategori Y (klasifikasi nearest neighbor berdasarkan nilai k)
- Mencari label mayoritas untuk menentukan hasil klasifikasi

E. Citra

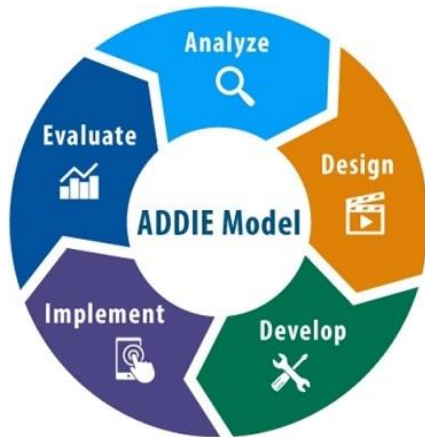
Citra merupakan salah satu komponen multimedia yang memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra dapat memberikan informasi yang lebih banyak dari pada informasi yang disajikan dalam bentuk tekstual. Citra terbagi atas 2, yaitu citra analog dan citra digital. Citra analog adalah citra yang bersifat continue seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar x, hasil CT Scan dan lain-lain. Sedangkan pada citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer. Citra analog tidak dapat direpresentasikan dalam komputer, sehingga tidak bisa diproses oleh komputer secara langsung. Tentu agar bisa diproses dikomputer, citra analog harus dikonversi menjadi citra digital.

Citra juga dapat didefinisikan sebagai suatu representasi, kemiripan atau imitasi dari suatu objek atau benda yang didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi $f(x,y)$, dimana x dan y adalah nilai koordinat dan amplitude f dari pasangan koordinat (x,y) disebut dengan nilai intensitas atau gray level dari citra pada titik tersebut.

METODE

Dalam penelitian ini diterapkan metode penelitian dan pengembangan atau Research and Development (R&D). Dalam pengembangan aplikasi digunakan model

ADDIE. Dimana aktivitas pada ADDIE model dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. ADDIE Model

Dari model ADDIE ini terlihat ada 5 kegiatan yang dilakukan yaitu *Analyze*, *Design*, *Develop*, *Implement*, dan *Evaluate*.

Analyze

Pada tahapan ini dilakukan analisis terhadap segala kebutuhan didalam pengembangan aplikasi ini. Analisis dilakukan mulai dari analisis kepustakaan (*studi literature*, penelitian sejenis, dll), analisis kebutuhan fungsional dan analisis kebutuhan fungsional dari aplikasi yang akan dibangun.

Design

Setelah proses analisis selesai, maka proses dilanjutkan pada tahapan desain. Pada tahapan ini dilakukan perancangan untuk proses kerja dari aplikasi serta dilakukan perancangan untuk tampilan User interface dari aplikasi yang akan dibangun.

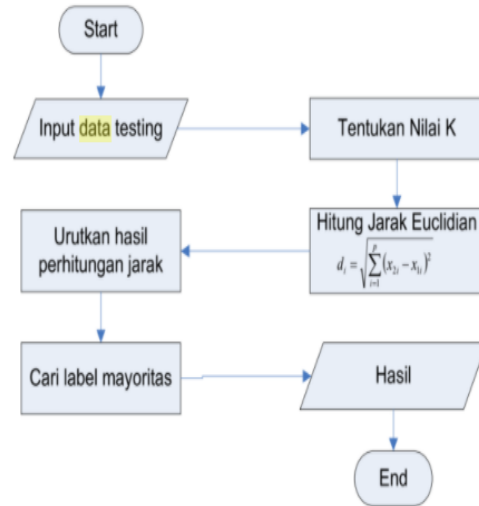
Develop

Hasil dari rancangan yang telah dibuatkan akan dilanjutkan pada tahapan pengembangan. Pada tahapan ini akan dilakukan proses membuat coding dari aplikasi yang akan dibangun. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan Bahasa pemrograman C#.

Implement dan Evaluate

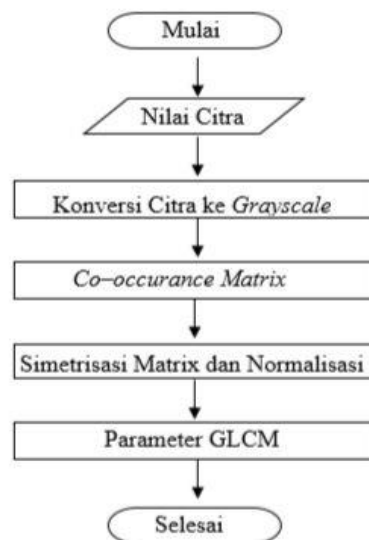
Setelah aplikasi berhasil dibangun dan menjadi sebuah produk. Maka aplikasi sudah dapat digunakan oleh peserta didik atau user untuk dapat digunakan dan sekaligus diminta umpan balik sebagai bentuk evaluasi dari produk aplikasi yang telah dibangun.

Sebelum aplikasi mulai dibangun, dilakukan analisis kepustakaan untuk memahami cara kerja algoritma GLCM dan KNN. Alur proses penggunaan GLCM dalam mengambil nilai fitur tekstur pada citra ditunjukkan pada flowchart yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Ekstraksi Fitur Tekstur GLCM

Sementara itu, Tahapan algoritma K-NN dalam klasifikasi dapat digambarkan dalam flowchart pada Gambar 4. berikut ini:



Gambar 4. Flowchart klasifikasi dengan algoritma K-NN

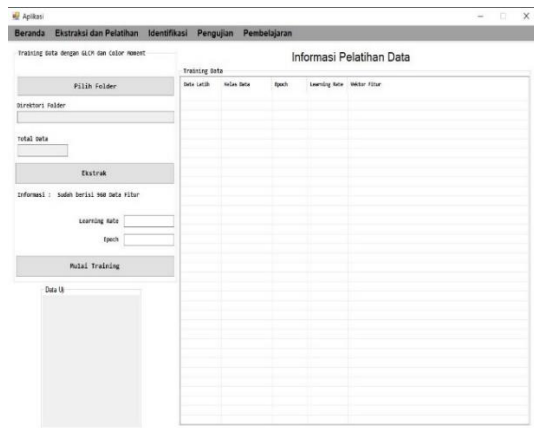
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil dari penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan inovasi media pembelajaran

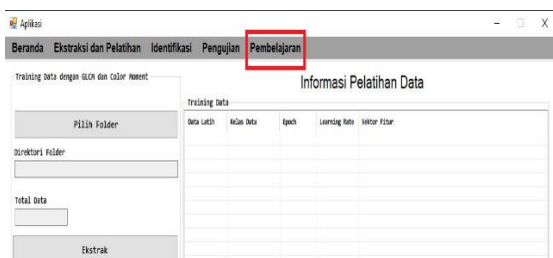
berupa produk aplikasi pembelajaran algoritma *Gray Level Co-Occurance Matrix* (GLCM) dan KNN dalam pengenalan pola penyakit pada daun.

Aplikasi pembelajaran ini digunakan sebagai media pembelajaran memiliki fitur-fitur yang mudah dipahami oleh pengguna. Tujuannya agar peserta didik dapat mengakses fitur-fitur yang diinginkan. Adapun tampilan hasil dari aplikasi yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar.5 di bawah ini.



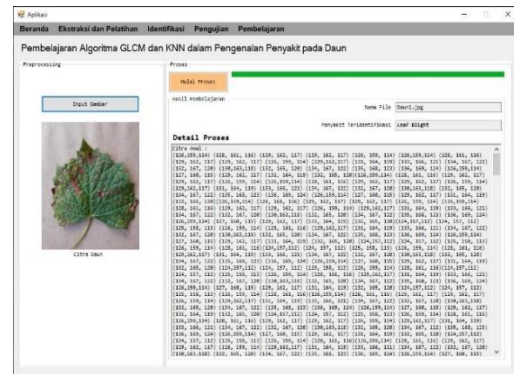
Gambar 5. Tampilan awal aplikasi

Gambar 5. merupakan tampilan awal dari aplikasi, dimana selain dapat digunakan untuk pembelajaran, aplikasi ini memiliki fungsi awal sebagai aplikasi deteksi penyakit pada daun. Untuk dapat mengakses aplikasi pembelajaran, maka pengguna dapat memilih menu “Pembelajaran” seperti pada Gambar 6. berikut:



Gambar 6. Menu aplikasi pembelajaran

Setelah mengakses menu pembelajaran, maka pengguna akan diberikan tampilan layar aplikasi pembelajaran. Pada tampilan aplikasi pembelajaran, pengguna akan diberikan informasi dan penjelasan terkait langkah-langkah dan proses yang dilakukan oleh algoritma GLCM dan KNN dalam melakukan pengenalan penyakit pada daun. Tampilan aplikasi pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 7. berikut ini:

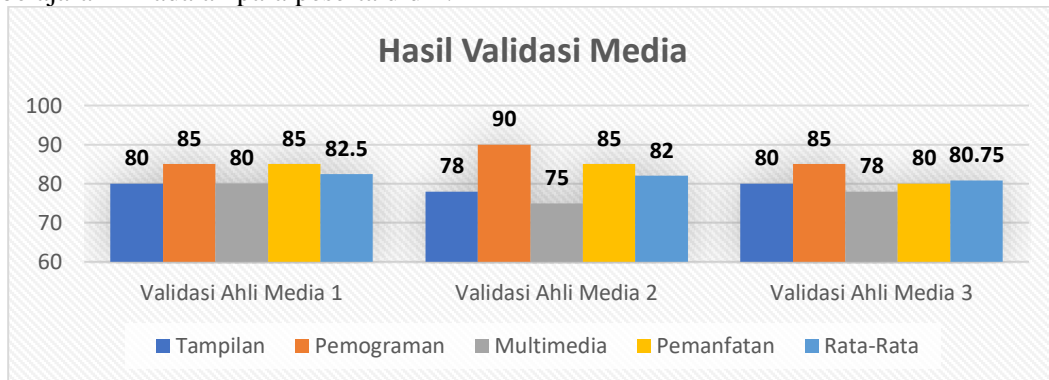


Gambar 7. Tampilan aplikasi pembelajaran

Pembahasan

Setelah produk aplikasi pembelajaran algoritma GLCM dan KNN dalam pengenalan pola penyakit pada daun selesai dibangun. Maka dilakukan kegiatan uji dilanjutkan dengan uji validasi ahli untuk mengetahui pendapat para ahli media terkait dengan aplikasi yang sudah dibangun. Hasil validasi ahli media didapatkan dari 3 orang narasumber yang merupakan dosen pada bidang Teknik Informatika atau Komputer. Hasil dari validasi media yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar.8. Dari Gambar.8 dapat terlihat bahwa didapatkan rata-rata hasil validasi dari ahli media 1 adalah sebesar 82,5 % dimana skor hasil validasi menunjukkan berada kategori sangat valid sedangkan skor rata-rata validasi dari ahli media kedua adalah sebesar 82 % dimana skor validasi ahli menunjukkan berada pada kategori sangat valid. Dan dari ahli media 3 didapatkan rata-rata hasil validasi adalah 80,75% dimana skor validasi menunjukkan skor validasi berada pada kategori valid. Dari tiga orang ahli media didapatkan skor rata-rata validasi yaitu sebesar 81,75 % dimana kategori dari hasil validasi media aplikasi pembelajaran yang dibangun menunjukkan berada pada kategori valid. Dan ketiga ahli validasi media memberikan beberapa saran untuk perbaikan dari aplikasi pembelajaran yang dibangun yaitu Perancangan antarmukanya masih dapat ditingkatkan lagi, menambahkan beberapa fitur untuk memudahkan pengoperasian aplikasi, serta penyajian informasi disarankan untuk lebih detail. Hasil validasi secara keseluruhan telah menunjukkan bahwa aplikasi pembelajaran yang dibangun sudah layak untuk diuji ke pengguna, untuk mendapatkan umpan balik kepuasan pengguna dalam menggunakan aplikasi pembelajaran. Pengguna yang dimaksud pada aplikasi

pembelajaran ini adalah para peserta didik.



Gambar 8. Hasil Validasi Media

Uji kepuasan pengguna dilakukan secara terbatas. Uji kepuasan pengguna dilakukan pada kelompok kecil mahasiswa yang berjumlah 10 orang. Dari hasil uji kepuasan pengguna didapatkan skor rata-rata kepuasan pengguna berada pada angka 82,5 %. Angka ini mengartikan bahwa aplikasi pembelajaran yang dibangun sudah dapat memuaskan pengguna.

Berdasarkan hasil uji validasi media dan hasil uji kepuasan pengguna, dapat disimpulkan bahwa aplikasi pembelajaran algoritma Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM) dan KNN dalam pengenalan pola penyakit pada daun sudah layak dan dapat digunakan oleh pengguna. Sehingga aplikasi pembelajaran ini dapat menjadi sebuah alternatif untuk media pembelajaran yang dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih baik.

PENUTUP

Pada penelitian ini telah dihasilkan aplikasi pembelajaran algoritma Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM) dan KNN dalam pengenalan pola penyakit pada daun. Dari hasil validasi yang telah dilakukan didapatkan rata-rata hasil validasi secara keseluruhan adalah 81,75%., dimana hasil validasi pada nilai tersebut dapat dikatakan berada pada kategori valid. Sehingga dapat dinyatakan aplikasi pembelajaran algoritma Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM) dan KNN dalam pengenalan pola penyakit pada daun layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Namun, meskipun sudah mendapatkan hasil yang layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Aplikasi pembelajaran ini tetap harus dilakukan perbaikan dan pengembangan agar dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih baik lagi untuk peserta didik.

Dari hasil uji kepuasan pengguna, didapatkan rata-rata skor secara keseluruhan adalah 82,5%. Hasil ini menunjukkan bahwa pengguna yang sudah menggunakan aplikasi tersebut merasa sudah puas dalam menggunakan aplikasi tersebut. Pernyataan puas yang didapatkan dari uji kepuasan ini dapat diartikan pengguna merasa terbantu dalam mempelajari proses algoritma GLCM dan KNN dalam proses pengenalan penyakit pada citra daun. Berdasarkan hasil uji validasi dari ahli dan hasil uji kepuasan pengguna, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi pembelajaran aplikasi pembelajaran algoritma Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM) dan KNN dalam pengenalan pola penyakit pada daun sudah layak untuk digunakan dan dapat dijadikan sebagai alternatif media pembelajaran untuk memahami cara kerja algoritma GLCM dan KNN.

Saran dari penelitian ini yaitu: membuat media pembelajaran menjadi lebih interaktif untuk pengalaman belajar yang lebih baik, proses yang ditunjukkan pada aplikasi dibuat lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, Abu. 2010. *Konstruksi Pengembangan Pembelajaran*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Ansyar, Rayandra. 2011. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Gaung Persada.
- Arsyad, A. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.
- Agaputra, M. D., Wardani, K. R., & Siswanto, E. 2013. *Pencarian Citra Digital Berbasis Konten dengan Ekstraksi Fitur HSV, ACD, dan GLCM*.

- Agung, I. G., & Sugiarta. 2017. Ekstraksi Fitur Warna, Tekstur dan Bentuk untuk Clustered- Based Retrieval of Images (CLUE). 613.
- Andono, N. P., Sutojo, T., & Muljono. 2017. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Andi.
- Arriawati, A. J., Santoso, i., & Christyono, Y. 2011. KLASIFIKASI CITRA TEKSTUR MENGGUNAKAN K-NEAREST NEIGHBOUR BERDASARKAN EKSTRAKSI CIRI METODE MATRIKS KOOKURENSI.
- Asmara, R. A. 2018. Pengolahan Citra Digital. Malang: UPT Percetakan dan Penerbitan Polinema.
- Budiarti, L. P., Hidayat, N., & Afirianto, T. 2018. Implementasi Algoritma Modified K-Nearest Neighbor (MK-NN) Untuk Diagnosis Penyakit Anjing. Penelitian, 4340-4346.
- Hidayatullah, P. 2017. Pengolahan citra digital: teori dan aplikasi nyata. Bandung: Penerbit Informatika Bandung.
- Madenda, S. 2015. Pengolahan Citra & Video Digital. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Malik, A. S. 2008. Pengolahan Citra Digital Dengan ER. Makassar.
- Munir, R. 2004. Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik. Bandung: Informatika Bandung
- Ni'mah, et, al. 2018. Identifikasi Tumbuhan Obat Herbal Berdasarkan Citra Daun Menggunakan. Penelitian, 6.
- P.N. Andono, T. 2017. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Andi.
- Pamungkas, D. P. 2019. Ekstraksi Citra menggunakan Metode GLCM dan KNN untuk Identifikasi Jenis Anggrek (Orchidaceae). 51-56.
- prahudaya T. Y. & harjoko A. 2017. METODE KLASIFIKASI MUTU JAMBU BIJI MENGGUNAKAN KNN. Penelitian, 59-138.
- Putra, D. 2010. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Andi Offset.
- Rafael C. Gonzalez, R. E. 2011. Digital Image Processing. Bandung: Technology & Engineering.
- Ratnasari, E. K., Ginardi, R. V., & Faticah, C. 2017. Klasifikasi penyakit noda pada citra daun tebu berdasarkan ciri tekstur dan warna menggunakan segmentation-based gray level co-occurrence matrix dan lab color moments. Unipidu, 1-10.
- Setiawan, M. 2018. KLASIFIKASI PENYAKIT PADA CITRA DAUN.
- Sinaga, h. 2020. KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN ANGGUR MENGGUNAKAN METODE K*TREE.
- Sutoyo, Mulyanto, E., & Suhartono, V. 2009. Teori Pengolahan Citra Digital. 1st ed. Yogyakarta: Andi.
- Taningrum, et, al. 2016. Sistem Pengidentifikasian Plat Nomor Kendaraan Mobil Menggunakan Metode Pricinpal Component Analysis Dan Klasifikasi K-NN.
- Wanto, Anjar; Siregar, M Noor Hasan; Widarto, Agus Perdana; et al. 2020. Data Mining: Algoritma dan Implementasi. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Xie, X., Ma, Y., Liu, B., He, J., Li, S., & Wang, H. 2020. A Deep-Learning-Based Real-Time Detector for Grape Leaf Diseases Using Improved Convolutional Neural Networks. Front.Plant Sci, 11-751