



Terbit online pada laman web jurnal :
<http://ejournal.amikompurwokerto.ac.id/index.php/telematika/>

Telematika

Accredited SINTA “2” Kemenristek/BRIN, No. 85/M/KPT/2020



Klasifikasi Kanker Kulit Berdasarkan Fitur Tekstur, Fitur Warna Citra Menggunakan SVM dan KNN

Muhammad Faruk¹, Nur Nafi'iyah²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik
 Universitas Islam Lamongan
 Email: muhfaruk1@gmail.com¹, mynafe26@gmail.com²

ARTICLE INFO

Article History:

Received June 15, 2020

Revised July 4, 2020

Received July 20, 2020

Online August 31, 2020

Keywords:

Malignant Skin Cancer

Benign Skin Cancer

Color Texture Features

SVM

KNN

Kata Kunci:

Kanker Kulit Ganas,

Kanker Kulit Jinak,

Fitur Tekstur Warna,

SVM,

KNN

Correspondence:

Telepon: +62 (85) 649980150

E-mail:

mynaff26@gmail.com

ABSTRACT

Skin cancer is a serious type of cancer that cannot be controlled completely, so it still causes death, disability, and high medical costs. The diagnostic process carried out by dermatologists generally uses the Biopi process, which is expensive, painful and requires a long wound recovery time due to taking body tissue that scratches a small piece of tissue or using a syringe to obtain a sample. Therefore, a system is needed that can help determine the type of skin cancer that is suffered so that it can be handled early by using digital image processing techniques. The purpose of this study was to classify the types of skin cancer based on the texture and color features of the image using the SVM and KNN algorithms. The benefits that are expected to help the skin medicine team in early diagnosing skin cancer. The features used are the grayscale image, which features the mean value, standard deviation, skewness, entropy, variance, contrast, energy, correlation, and homogeneity. Furthermore, the feature value is trained, and the classification is carried out. The results of the classification using the SVM algorithm have an accuracy value of 69.85%. And the accuracy uses the KNN algorithm, with a value of $K = 2$, the accuracy is 67.27%, $K = 3$ is 67.88%, $K = 4$ is 70.15%, $K = 5$ is 70.61%, $K = 6$ is 69, 55%. Thus, the best K at KNN is 5, with an accuracy of 70.61%, where the data used are 2637 images as a training dataset, 660 images as test data, and classified into malignant skin cancer and benign skin cancer.

ABSTRAK

Kanker kulit merupakan salah satu jenis kanker yang cukup serius yang belum dapat dikendalikan dengan sempurna, sehingga masih banyak mengakibatkan kematian, cacat dan biaya pengobatan yang tinggi. Proses diagnosa yang dilakukan oleh dokter dermatologi umumnya menggunakan proses Biopi yang mahal, menyakitkan dan memerlukan waktu pemulihan luka yang cukup lama, karena pengambilan jaringan tubuh yang menggores sepotong kecil jaringan atau dengan menggunakan jarum suntik untuk mendapatkan sebuah sampel. Oleh sebab itu, dibutuhkan sistem yang bisa membantu mengetahui jenis kanker kulit yang diderita, sehingga dapat mengetahui penanganannya secara dini dengan menggunakan teknik pengolahan citra digital. Tujuan penelitian ini melakukan klasifikasi jenis kanker kulit berdasarkan fitur tekstur dan warna citra menggunakan algoritme SVM dan KNN. Manfaat yang diharapkan dapat membantu tim kedokteran kulit dalam mendiagnosa sejak dini kanker kulit. Adapun fitur yang digunakan adalah citra grayscale diambil fitur nilai rata-rata, standar deviasi, skewness, entropi, variance, kontras, energi, korelasi, dan homogeneity. Selanjutnya nilai fitur tersebut ditraining dan dilakukan klasifikasi. Hasil klasifikasi menggunakan algoritme SVM, nilai akurasi 69,85%, dan akurasi menggunakan algoritme KNN, dengan nilai $K=2$ akurasi 67,27%, $K=3$ akurasi 67,88%, $K=4$ akurasi 70,15%, $K=5$ akurasi 70,61%, $K=6$ akurasi 69,55%. Dengan demikian K terbaik pada KNN adalah 5, dengan akurasi 70,61%, di mana data yang digunakan sebanyak 2637 citra sebagai dataset training, 660 citra sebagai data tes dan diklasifikasi menjadi kelas kanker kulit ganas, dan kanker kulit jinak.

PENDAHULUAN

Kanker kulit salah satu jenis kanker yang serius dan belum dapat diobati. Sehingga bisa mengakibatkan kematian, atau menimbulkan cacat serta biaya pengobatan yang tinggi. Kanker kulit dengan penyakit tumor kulit jenis penyakit yang hampir sama. Di mana organ yang diserang adalah kulit manusia bagian terluar. Dan kulit merupakan organ penting yang melindungi manusia dari sinar ultraviolet serta lapisan yang melindungi tulang serta organ dalam manusia. Penelitian yang melakukan pembuatan sistem berbasis komputer untuk mendiagnosa penyakit kulit salah satunya, penelitian (Widhyanti, 2020) dimana melakukan clustering tumor kulit menjadi tiga cluster, yaitu normal, atipikal, dan melanoma. Proses clustering berdasarkan fitur citra, border, color, dan diameter objek. Dan hasil ujicoba clustering tumor kulit menggunakan Fuzzy C-Means nilai akurasi sebesar 76,67% (Widhyanti, 2020). Diagnosa serta penanganan sejak dini pada kanker kulit sangat penting, karena dapat ditangani dan dapat mengurangi tingkat kematian.

Secara umum dokter kulit (dermatologi) menggunakan Biopsi untuk mendiagnosa kanker kulit. Di mana prosesnya dengan mengambil sampel potongan kecil pada jaringan kulit dan selanjutnya diperiksa di laboratorium. Biaya Biopsi cukup mahal serta dapat melukai atau menggores kulit manusia. Sehingga perlu memberikan alternatif dalam mendiagnosa kanker kulit yang berbasis komputer. Dengan harapan dapat membantu lebih cepat dan akurat dalam mendiagnosa kanker kulit berdasarkan citra berbasis komputer. Penelitian lain yang terkait klasifikasi jenis kulit manusia (Nusantara, Atmaja, & Azizah, 2018). Di mana melakukan klasifikasi kulit wajah pada laki-laki berdasarkan fitur tekstur GLCM dengan algoritme SVM. Penelitian (Damayana, Atmaja, & Fauzi, 2016) juga melakukan deteksi kanker kulit berbasis komputer. Proses deteksi kulit berdasarkan citra dengan fitur wavelet transform. Dan klasifikasi kanker kulit menggunakan KNN, dan $K=1$ akurasi 76%. Penelitian lainnya (Farhan, Widodo, & Rahman, 2019) yang mengambil fitur citra kulit menggunakan wavelet. Penelitian ini bertujuan melakukan pengambilan fitur wavelet adalah untuk klasifikasi jenis kanker kulit.

Ada juga klasifikasi kanker kulit, yaitu melanoma dan tidak melanoma menggunakan algoritme SVM. Adapun fitur yang diambil adalah Asymmetry, Border Irregularity, Colour Variation dan Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM). Hasil klasifikasi kanker kulit melanoma menggunakan SVM akurasi 90% (Wahaninggar, 2016).

Penelitian sebelumnya melakukan klasifikasi kanker kulit menjadi melanoma dan tidak melanoma (Widhyanti, 2020). Penelitian tersebut menggunakan algoritme SVM (Widhyanti, 2020), dan berdasarkan fitur GLCM (Nusantara, Atmaja, & Azizah, 2018). Dari beberapa penelitian terkait identifikasi atau klasifikasi kanker kulit di atas, menyebutkan bahwa diagnosa kanker kulit dapat menggunakan komputer berdasarkan citra. Akan tetapi penelitian sebelumnya algoritme yang digunakan untuk klasifikasi jenis kanker kulit SVM dan GLCM (Widhyanti, 2020) penelitian yang sama juga dilakukan dengan algoritme KNN dan Wavelet (Damayana, Atmaja, & Fauzi, 2016). Oleh karena itu, Peneliti akan melakukan klasifikasi kanker kulit dengan fitur tekstur dan warna citra menggunakan algoritme SVM dan KNN. Dikarenakan penelitian sebelumnya melakukan klasifikasi jenis kanker kulit menggunakan SVM, ataupun KNN. Akan tetapi yang membedakan adalah fitur yang digunakan, penelitian ini menggunakan fitur tekstur, dan fitur warna. Tujuan penelitian ini adalah membuat suatu sistem yang dapat melakukan klasifikasi kanker kulit (kanker kulit ganas dan jinak) menggunakan algoritme SVM dan KNN. Adapun fitur yang digunakan rata-rata nilai citra, standar deviasi, skewness, entropi, variance, kontras, energi, korelasi, dan homogeneity.

METODE PENELITIAN

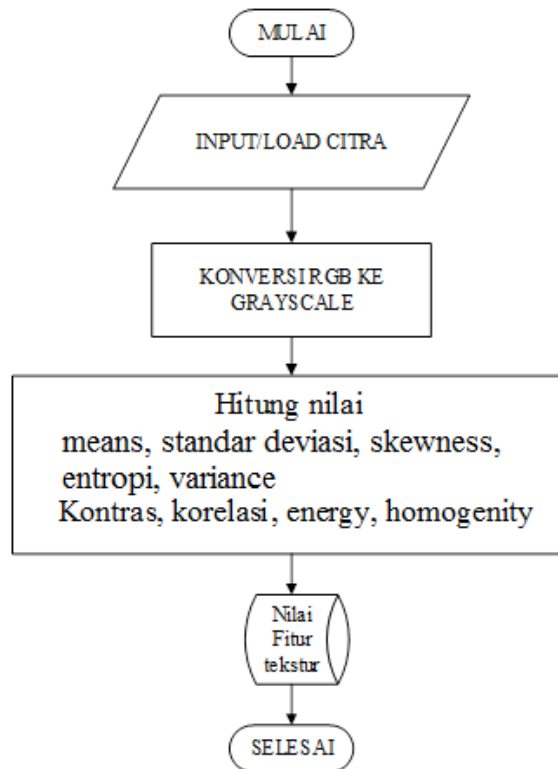
Penelitian ini melakukan klasifikasi kanker kulit (ganas dan jinak) menggunakan algoritme SVM dan KNN. Di mana citra diambil dari url: <https://www.kaggle.com/fanconic/skin-cancer-malignant-vs-benign>. Langkah-langkah dalam melakukan klasifikasi adalah Gambar 1 dan Gambar 2. Pada Gambar 1, proses melakukan pengambilan fitur (ekstraksi fitur). Fitur yang digunakan adalah fitur tekstur dan warna, yaitu nilai rata-rata, standar deviasi, skewness, entropi, variance, kontras, energi, korelasi, dan homogeneity. Gambar 1 menjelaskan bagaimana proses pengambilan fitur atau fitur ekstraksi. Gambar 2, menjelaskan proses klasifikasi jenis kanker kulit. Klasifikasi jenis kanker kulit dibagi menjadi ganas dan jinak berdasarkan fitur warna dan fitur tekstur. Fitur-fitur tersebut ditraining menggunakan SVM dan hasil training berupa persamaan garis yang digunakan sebagai ujicoba.

Dalam penelitian (Abdullah & Pahrianto, 2017) proses klasifikasi tomat menggunakan fitur tekstur dan bentuk. Sedangkan penelitian (Pamungkas, Nafi'iyah, & Nawafilah, 2019) menunjukkan bahwa berdasarkan fitur statistik dan nilai L^*a^*b citra dapat mengklasifikasi kematangan buah Mangga manalagi dengan akurasi 62,5%. Beberapa penelitian terkait klasifikasi ataupun ekstraksi fitur citra dapat menggunakan fitur statistik (Evy, 2019), fitur dari citra HSV (Khotimah, Nafi'iyah, & Masruroh, 2020; Lestari, Nafi'iyah, & Susilo, 2019), fitur wavelet (Indriyani & Sudarma, 2020; Damayana, Atmaja, & Fauzi, 2016) (Farhan, Widodo, & Rahman, 2019) (Nurviarelda & Adiwijaya, 2018), fitur tekstur (Pratama, Nafi'iyah, & Masruroh, 2020), fitur GLCM (gray level co-occurrence matrix) (Setiawan & Putra, 2018) (Nusantara, Atmaja, & Azizah, 2018), fitur bentuk (Gustina, Fadlil, & Umar, 2016; Sari, Dewi, & Fatichah, 2014).

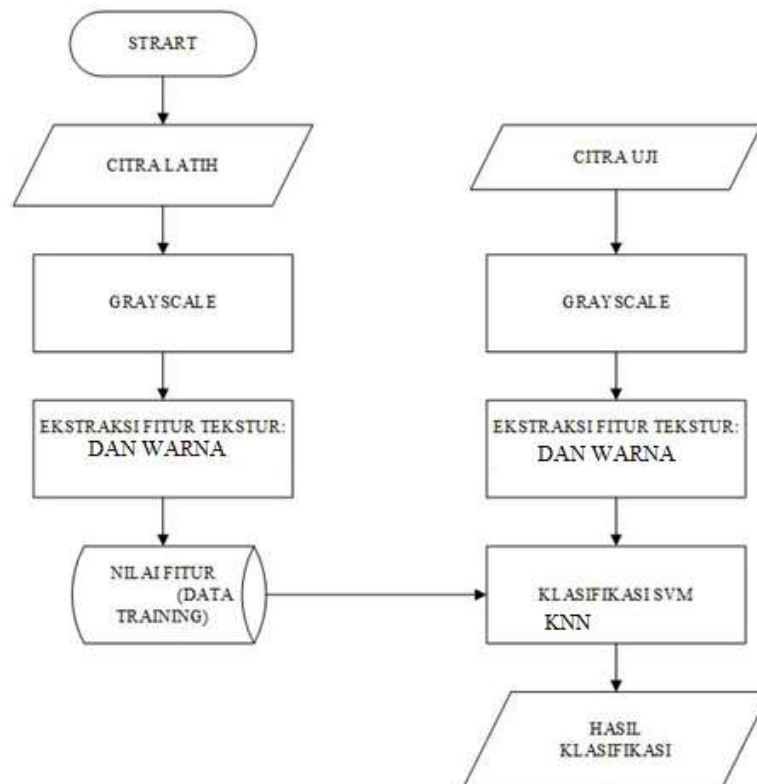
Citra input dari sistem klasifikasi berupa citra berwarna kulit manusia dan dataset sampel dapat dilihat dalam Tabel 1. Dari citra seperti Tabel 1, kemudian dilakukan konversi ke bentuk grayscale, kemudian citra Tabel 1 diambil fitur tekstur dan warna seperti Gambar 1. Adapun fitur tekstur dan warna seperti Tabel 2. Tabel 1 merupakan citra input yang akan diklasifikasi menjadi kanker kulit ganas, dan jinak. Tabel 1 akan diambil fitur warna dan tekstur.

Tabel 1. Dataset sampel citra

Kanker Kulit Ganas	Kanker Kulit Jinak
	
	



Gambar 1. Proses pengambilan fitur (ekstraksi fitur)



Gambar 2. Proses klasifikasi kanker kulit

Tabel 2. Nilai fitur tekstur warna

Means	Std	Skew	Entropi	Variance	Konstras	Energi	Correla	Homogen	Jenis
172.82	7.85	-0.97	7.20	146024.05	0.14	0.20	0.96	0.94	1
211.86	5.41	-0.08	6.11	33903.41	0.13	0.36	0.85	0.94	1
189.96	13.50	-0.48	6.05	376756.40	0.10	0.49	0.94	0.95	1
153.55	12.14	-0.56	6.12	238616.03	0.11	0.36	0.93	0.94	1
153.27	10.75	-1.37	6.68	360788.10	0.19	0.26	0.89	0.91	1
198.77	19.12	-0.56	6.15	1216371.38	0.13	0.34	0.96	0.94	2
120.19	3.13	-0.23	6.87	57211.19	0.12	0.24	0.97	0.94	2
127.90	9.51	-0.58	5.54	115244.14	0.18	0.43	0.81	0.91	2
141.69	11.13	-0.31	6.53	357615.00	0.17	0.27	0.92	0.93	2
167.31	10.43	-1.04	6.35	323045.39	0.13	0.36	0.92	0.93	2

Tabel 2, terdapat 9 fitur, yaitu rata-rata, standar deviasi, skewness, entropi, variance, kontras, energi, korelasi, homogeneity, dan jenis. Di mana jenis adalah kanker kulit (ganas dilambangkan 1, dan jinak dilambangkan 2). Adapun Persamaan 1 digunakan untuk menghitung mean. Sebagai contoh proses menghitung nilai mean suatu citra diilustrasikan dalam Gambar 3, dan untuk menghitung fitur standar deviasi, skewness, entropi, variance, kontras, energi, korelasi, homogeneity secara berturut-turut dalam Persamaan 2 sampai Persamaan 9. Secara keseluruhan dataset yang digunakan adalah 3297, secara rinci dalam Tabel 3.

Citra Grayscale										
10	15	20	15	25						
10	20	20	10	25						
15	15	10	10	15						
15	15	10	10	25						
10	10	15	15	25						
Ukuran 5x5										
N=25										
=(10+15+20+15+25)+(10+20+20+10+25)+										
=(15+15+10+10+15)+(15+15+10+10+25)+										
=(10+10+15+15+25)										
=385/25										
15 Nilai Mean=15										

Gambar 3. Ilustrasi mengambil fitur mean

Tabel 3. Dataset citra kanker kulit

	Ganas	Jinak	Total
Dataset	1197	1440	2637
Datates	300	360	660
Jumlah	1497	1800	3297

$$\bar{x} = \frac{\sum_i^N f(i)}{N} \quad (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^N |f(i) - \bar{x}|^2}{N-1}} \quad (2)$$

$$\text{Skewness} = \frac{E(x - \bar{x})^3}{\sigma^3} \quad (3)$$

$$\text{Entropi} = -\sum_i p(i) \cdot \log_2 p(i) \quad (4)$$

$$\text{Var} = \frac{\sum_{i=1}^N |f(i) - \bar{x}|^2}{N-1} \quad (5)$$

$$\text{Kontras} = \sum_{i,j} |i - j|^2 p(i, j) \quad (6)$$

$$\text{Energi} = \sum_{i,j} p(i, j)^2 \quad (7)$$

$$\text{Correlation} = \frac{\sum_{i,j} (i - \bar{x}_i)(j - \bar{x}_j) p(i, j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (8)$$

$$\text{Homogeneity} = \frac{\sum_{i,j} p(i, j)}{1 + |i - j|} \quad (9)$$

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Data Benar}}{\text{Jumlah Data Keseluruhan}} \times 100\% \quad (10)$$

Penjelasan dari Persamaan di atas: $f(i)$ adalah nilai intensitas dari setiap piksel citra, dan N adalah ukuran baris x kolom citra atau lebar x tinggi. $\bar{x}$ adalah nilai rata-rata dari intensitas citra. Nilai i , dan j adalah baris dan kolom dari citra atau indeks baris dan kolom. $P(i,j)$ adalah nilai probabilitas dari intensitas citra.

Dalam penelitian ini klasifikasi SVM, kernel yang digunakan adalah Linear, sehingga fungsi yang digunakan adalah: $K(x,y)=x.y$. Contoh kasus dalam operasi Tabel Kebenaran AND Tabel 4. Sedangkan untuk klasifikasi KNN, melakukan ujicoba dengan nilai $K=2, 3, 4, 5$, dan 6 . Untuk melihat hasil ujicoba maka Peneliti menghitung nilai akurasi dengan Persamaan 10.

Tabel 4. Tabel operasi AND

X1	X2	Y
1	1	1
1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	-1

Syarat: $y_i (w \cdot x_i + b) \geq 1, i = 1, 2, 3, \dots, N$

1. $(w_1 + w_2 + b) \geq 1$, untuk baris data ke-1: $y=1, x_1=1, x_2=1$
2. $(-w_1 + w_2 - b) \geq 1$, untuk baris data ke-2: $y=-1, x_1=1, x_2=-1$
3. $(w_1 - w_2 - b) \geq 1$, untuk baris data ke-1: $y=-1, x_1=-1, x_2=1$
4. $(w_1 + w_2 - b) \geq 1$, untuk baris data ke-1: $y=-1, x_1=-1, x_2=-1$

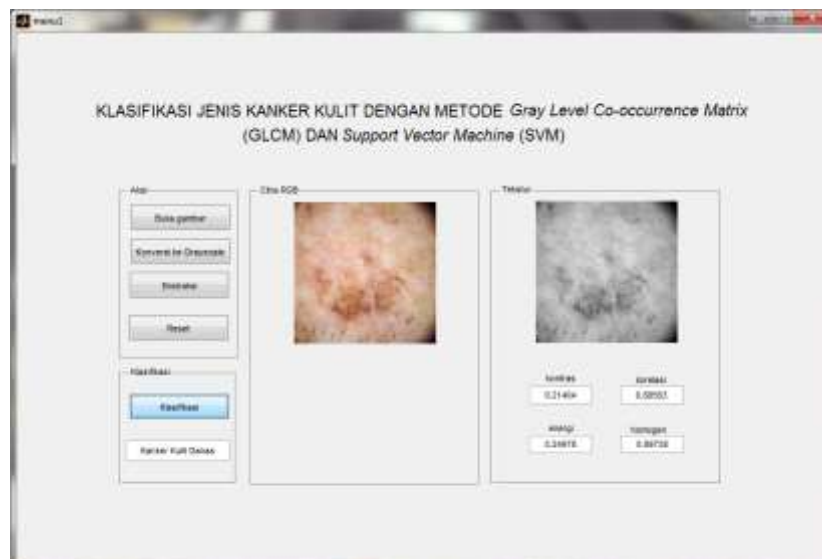
Dengan menjumlahkan persamaan syarat (1) dan (2) didapatkan $w_2=1$, dengan menjumlahkan persamaan syarat (1) dan (3) didapatkan $w_1=1$. Dengan menjumlahkan persamaan syarat (2) dan (3) didapatkan $b=-1$, sehingga persamaan hiperbolik yang didapatkan: $f(x)=w_1x_1+w_2x_2+b$; $f(x)=x_1+x_2-1$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

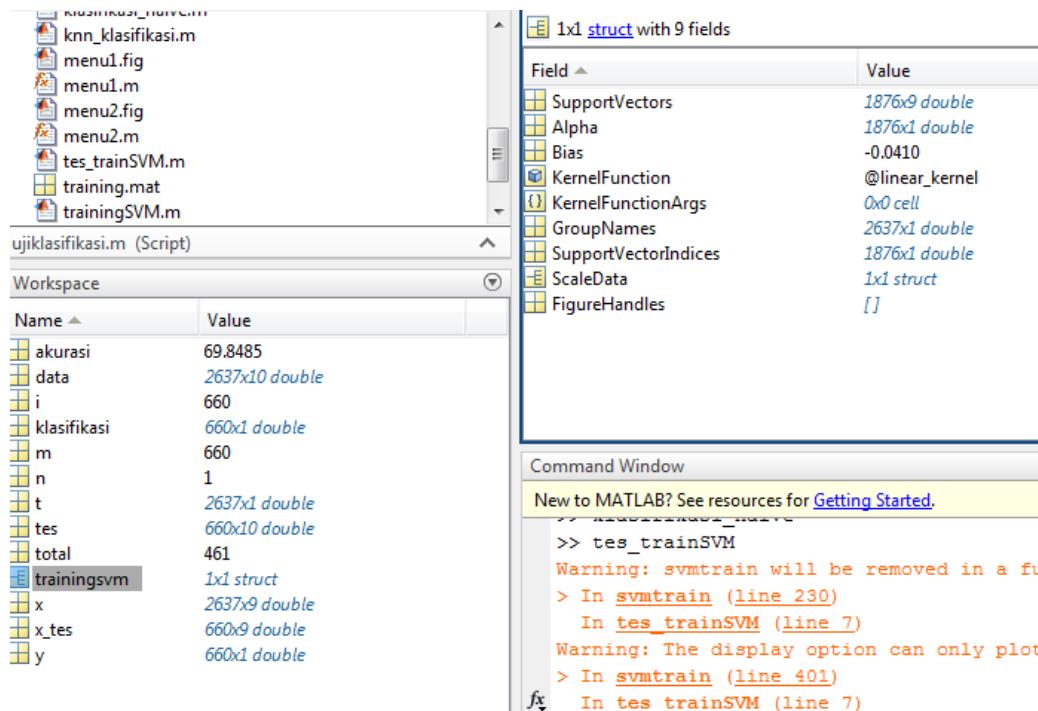
Penelitian ini menghasilkan suatu sistem yang dapat digunakan untuk klasifikasi atau identifikasi jenis kanker kulit (ganas dan jinak) menggunakan algoritme SVM dan KNN. Hasil ujicoba pada klasifikasi kanker kulit dengan algoritme SVM dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Di mana fungsi kernel menggunakan linear kernel seperti Gambar 5. Hasil keseluruhan proses pengambilan fitur dataset dan fitur warna dalam klasifikasi menggunakan SVM seperti Gambar 6.

Citra dataset sebanyak 1197 dikonversi menjadi grayscale kemudian diambil fiturnya. Fitur tersebut berupa fitur tekstur dan fitur warna seperti Tabel 2. Fitur-fitur dataset digunakan sebagai training SVM. Hasil training SVM berupa persamaan garis (hyperplane) yang digunakan ujicoba data tes. Citra data tes dirubah grayscale, kemudian diambil fitur warna dan bentuk seperti Tabel 2. Hasil fitur data tes kemudian diujicoba untuk ditentukan kelas kanker (ganas atau jinak) seperti Gambar 4. Proses training algoritme SVM terlihat pada Gambar 5. Training SVM menggunakan fungsi `svmtrain`, dan kernel yang digunakan adalah kernel linear. Dataset yang sudah diambil fiturnya kemudian disimpan dalam file Excel. Data tes yang sudah diambil fiturnya juga disimpan dalam file Excel. Selanjutnya untuk menguji akurasi, dataset fitur di-load untuk dilakukan training seperti Gambar 6. Data tes fitur juga di-load (pada Gambar 6) untuk diujicoba ditentukan kelas kanker, hasil klasifikasi kanker kulit ditampilkan dalam tabel yang ada dalam Gambar 6.

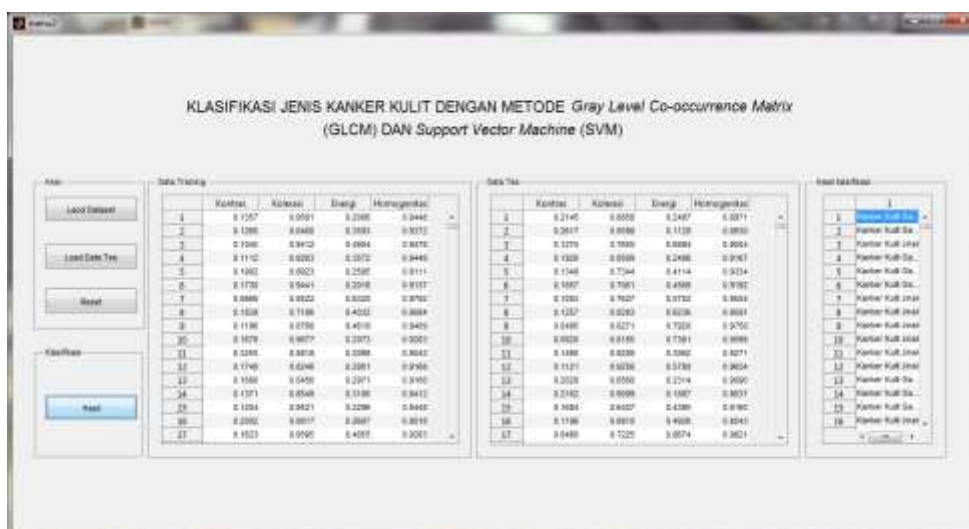
Peneliti mengujicoba klasifikasi kanker kulit (ganas dan jinak) menggunakan algoritme SVM, KNN, dan Naïve Bayes. Hasil ujicoba ditampilkan dalam Tabel 5. Algoritme SVM digunakan klasifikasi dengan fungsi `svmclassify`, dengan nilai akurasi 69,85%. Algoritme KNN digunakan klasifikasi dengan fungsi `predict`, dengan ujicoba $K=2$ akurasi 67,27%, $K=3$ akurasi 67,88%, $K=4$ akurasi 70,15%, $K=5$ akurasi 70,61%, dan $K=6$ akurasi 69,55%. Nilai KNN $k=5$ merupakan ujicoba dengan akurasi tertinggi. Ujicoba klasifikasi dengan Naïve Bayes juga dilakukan dengan fungsi `predict`, dengan nilai akurasi 67,27%.



Gambar 4. Hasil ujicoba klasifikasi dengan SVM



Gambar 5. Fungsi kernel di SVM



Gambar 6. Proses load dataset dan data tes klasifikasi SVM

Tabel 5. Hasil akurasi ujicoba klasifikasi kanker kulit (ganas dan jinak)

No	Algoritme	Akurasi (%)
1	SVM	69,85
2	KNN K=2	67,27
3	KNN K=3	67,88
4	KNN K=4	70,15
5	KNN K=5	70,61
6	KNN K=6	69,55
7	Naïve Bayes	67,27

Secara keseluruhan akurasi ujicoba pada dataset dan data tes pada Tabel 3 seperti Tabel 5. Akurasi tertinggi menggunakan algoritme KNN dengan K=6. Nilai akurasi SVM hanya 69,85%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dapat disimpulkan bahwa proses klasifikasi kanker kulit (ganas dan jinak) dengan fitur tekstur warna paling baik pada algoritme KNN. Di mana K=5 nilai akurasinya 70,61%. Nilai rata-rata akurasi algoritme KNN 69%. Sedangkan akurasi algoritme SVM 69,85%, dan dengan Naïve Bayes 67,27%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., & Pahrianto. (2017). Sistem Klasifikasi Kematangan Tomat Berdasarkan Warna Dan Bentuk. *Jurnal Sistem Informasi*.
- Burbidge, R., & Buxton, B. (2001). An introduction to support vector machine for data mining. Technical Report [http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/r.burbidge/pubs/yor12-svm-intro.html].
- Damayana, I., Atmaja, R. D., & Fauzi, H. (2016). Deteksi Kanker Kulit Melanoma Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Wavelet Transform. *e-Proceedings of Engineering*. Page 4718- 4723
- Evy, P. (2019). *Analisa Citra Panas Menggunakan Metode Wavelet dan Statistika Dalam Struktur ANN (Artificial Neural Network) Pada Kanker Payudara.(Pada Tikus Model Kanker)*. malang: STIKI.
- Farhan, M. R., Widodo, A. W., & Rahman, M. A. (2019). Ekstraksi Ciri Pada Klasifikasi Tipe Kulit Wajah Menggunakan Metode Haar Wavelet. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2903-2909.
- Gustina, S., Fadlil, A., & Umar, R. (2016). Identifikasi Tanaman Kamboja menggunakan Ekstraksi Ciri Citra Daun dan Jaringan Syaraf Tiruan. *Seminar Nasional Ilkom* (pp. 128-132). UNSRI.

- Indriyani, I., & Sudarma, M. (2020). Classification Of Facial Skin Type Using Discrete Wavelet Transform, Contrast, Local Binary Pattern And Support Vector Machine. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*.
- Kadir, A. (2013). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta: Andi.
- Khotimah, H., Nafi'iyah, N., & Masruroh. (2020). Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Citra HSV dengan KNN. *Jurnal Elektronika Listrik dan Teknologi Informasi Terapan*, 1-4. doi: <https://doi.org/10.37338/e.v1i2.100>.
- Lestari, Z. D., Nafi'iyah, N., & Susilo, P. H. (2019). Sistem Klasifikasi Jenis Pisang Berdasarkan Ciri Warna HSV Menggunakan Metode K-NN. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Madiun.
- Madan V, Lear JT, Szeimies RM. Non-melanoma skin cancer. *Lancet*. 2010; 375(9715): 673-685. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61196-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61196-X).
- Nurviarelda, R., & Adiwijaya, A. A. (2018). Klasifikasi Data Microarray Menggunakan Discrete Wavelet. *e-Proceeding of Engineering*, (pp. 1536-1540).
- Nusantara, T. F., Atmaja, R. D., & Azizah. (2018). Klasifikasi Jenis Kulit Wajah Pria Berdasarkan Tekstur Menggunakan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (glcm) Dan Support Vector Machine (svm). *eProceedings of Engineering*.
- Pamungkas, A. P., Nafi'iyah, N., & Nawafilah, N. Q. (2019). K-NN Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Manalagi Menggunakan L*A*B dan Fitur Statistik. *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual*, 4(1), 1-8.
- Prasetyo, E. (2011). *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi.
- Pratama, I. W., Nafi'iyah, N., & Masruroh. (2020). Algoritme Knn Untuk Klasifikasi Kematangan Buah Apel Berdasarkan Tekstur. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 45-48.
- Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.
- Sari, Y. A., Dewi, R. K., & Fatichah, C. (2014). Seleksi Fitur Menggunakan Ekstraksi Fitur Bentuk, Warna, Dan Tekstur Dalam Sistem Temu Kembali Citra Daun. *Juti*, 1-8. doi: <http://dx.doi.org/10.12962/j24068535.v12i1.a39>
- Setiawan, K. N., & Putra, I. M. (2018). Klasifikasi Citra Mammogram Menggunakan Metode K-Means, GLCM, dan Support Vector Machine (SVM). *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, 13-24. doi: <https://doi.org/10.24843/JIM.2018.v06.i01.p02>
- Sutojo, Mulyanto, E., & Suhartono, V. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Tjarta, A. (1993). *Kanker Kulit di Indonesia, Antisipasi peningkatan pada masa mendatang*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Wahaninggar, K. (2016). *Klasifikasi Citra Kanker Kulit Melanoma Menggunakan Metode Support Vectore Machine (SVM)*. ITS Surabaya: Thesis Fakultas Matematika dan Science.
- Widhyanti, D. (2020). Clustering Jenis Tumor Kulit Menggunakan Metode FCM (Fuzzy C-Means). *Mathunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 65-68.