

ANALISIS DATA UNTUK KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH NANAS MENGGUNAKAN SVM

Dwi Vernanda¹, Nunu Nugraha Purnawan², Tri Herdiawan Apandi³, Haryati⁴

^{1,2,3,4}Politeknik Negeri Subang, Jl. Brigjen Katamso No 37, Subang

*Email Korespondensi: nanda@polsub.ac.id

Abstrak. Tingkat kematangan buah nanas sangat diperlukan terutama bagi para petani dan penjual serta konsumen yang akan membeli buah nanas. Permasalahan yang terjadi yaitu saat pemanenan buah nanas, pemilihan sangat bergantung pada persepsi petani dengan cara melihat warna kulit dan mencium aroma. Pemilihan buah nanas secara manual membutuhkan waktu yang lama serta menghasilkan pemanenan buah nanas memiliki tingkat kematangan yang tidak merata, ini dikarenakan tingkat konsisten manusia sangat beragam dalam menilai kematangan. Pengolahan *data mining* sangat tepat digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah nanas. Penelitian ini menggunakan 299 buah nanas dengan tiga tingkat kematangan yaitu belum matang, setengah matang, dan matang. Langkah pertama adalah *preprocessing image* dengan ekstraksi warna *red*, *green*, dan *blue*, selanjutnya penentuan parameter nilai histogram yaitu *mean*, *variance*, *skewness*, *kurtosis*, dan *entropy*. Metode klasifikasi yang digunakan *Support Vector Machine* (SVM), metode ini digunakan untuk membentuk model klasifikasi saat proses pemanenan serta dapat mengurangi subjektivitas para petani dalam menentukan buah nanas yang akan dipanen. Hasil klasifikasi berdasar data histogram didapat nilai akurasi sebesar 65.59%, *precision* 65.99%, *class recall* sebesar 66.25%, dan *f-measure* sebesar 66.11%. Berdasarkan kurva *receiver operating characteristics* model klasifikasi yang telah dihasilkan merupakan *classifier* yang baik, hal ini ditandai dengan titik SVM berada diatas garis *threshold*.

Kata Kunci. Data Mining, Klasifikasi, Nanas, SVM

Abstract. Pineapple ripeness level is needed, especially for farmers and sellers as well as consumers who will buy pineapple fruit. The problem that occurs is that at this time the pineapple fruit is very dependent on the perception of farmers by looking at the composition of the skin color and smell the aroma. Manual pineapple selection takes a long time and results in uneven ripeness of pineapple fruit harvested, this is due to the fact that human consistency varies widely in the assessment of maturity. Data mining processing is very appropriate to use to classify the level of maturity of pineapples. This study used 299 pineapples with three levels of maturity, immature, half ripe, and ripe. The first step is image preprocessing with red, green, and blue color extraction, then determining the histogram value parameters, namely mean, variance, skewness, kurtosis, and entropy. The classification method used is the Support Vector Machine (SVM), a method used to form a classification model during the harvesting process and can reduce the subjectivity of farmers in determining which pineapple fruits to harvest. The classification results based on histogram data obtained an accuracy value of 65.59%, a precision of 65.99%, a class recall of 66.25%, and an f-measure of 66.11%. Based on the receiver curve the operating characteristics of the resulting classification model is a good classifier, this is at the SVM point above the threshold line.

Keyword: Classification, Data mining, Pineapple, SVM

*Penulis Korespondensi

Diterima : Juli 2022 Disetujui : Agustus 2022. Dipublikasikan : September 2022

Pendahuluan

Kabupaten Subang memiliki areal lahan terluas ketiga di Provinsi Jawa Barat, perekonomian Subang terbesar ada pada bidang pertanian. Salah satu potensi pertanian Subang yang terkenal yaitu buah nanas. Tingkat kematangan buah nanas sangat diperlukan terutama bagi para petani dan penjual untuk mengetahui apakah nanas yang akan di panen atau dijual sudah siap konsumsi (Kusumaningtyas & Asmara, 2016). Selain itu, kematangan nanas diperlukan oleh konsumen dalam memilih nanas yang hendak dibeli (Pathaveerat et al., 2008).

Permasalahan yang terjadi pada saat pemanenan buah nanas yaitu pemilihan sangat bergantung pada persepsi petani, petani melakukan pengamatan visual secara langsung terhadap komposisi warna kulit dan mencium aroma. Pemilihan buah nanas secara manual dan subjektif membutuhkan waktu yang lama serta menghasilkan pemanenan buah nanas memiliki tingkat kematangan yang tidak merata hal ini dikarenakan tingkat konsisten manusia sangat beragam dalam menilai kematangan buah nanas.

Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan untuk menyelesaikan permasalahan pemanenan buah nanas, pengolahan *data mining* sangat tepat digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah nanas yang akan dipanen. Metode yang digunakan yaitu *Support Vector Machine* (SVM), metode ini digunakan untuk mempercepat pemilihan saat proses pemanenan serta dapat mengurangi subjektifitas para petani dalam menentukan buah nanas yang akan dipanen (Prasetio et al., 2019). SVM digunakan untuk mencari *hyperplane*

terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah *class* pada *input space*. Prinsip SVM adalah linier *classifier* dan dikembangkan agar dapat bekerja pada produk non-linier (Sarkar et al., 2020). Pada penelitian sebelumnya SVM digunakan untuk mengenali pola dan tekstur, memprediksi waktu panen yang tepat, dan dapat memutuskan kualitas suatu produk (Peng et al., 2018).

Pengolahan Citra Digital saat ini menjadi acuan yaitu mampu menginterpretasi digital dari citra dengan bantuan computer, penelitian ini akan mengidentifikasi dengan menggunakan ekstraksi fitur citra warna pada buah nanas untuk pengolahan dan indentifikasi tingkat kematangan buah nanas secara otomatis. *Red Green Blue* (RGB) digunakan sebagai acuan untuk membedakan tingkat kematangan buah nanas, setiap komponen pada RGB dilakukan perhitungan nilai histogram *mean*, *variance*, *skewness*, *kurtosis*, dan *entropy* untuk mendapatkan parameter yang selanjutnya digunakan pada proses SVM (Christian et al., 2019).

Pembentukan model klasifikasi SVM dengan kernel *polynomial* dapat menghasilkan buah nanas yang dipanen memiliki tingkat kematangan yang beragam karena kerja metode konsisten dan algoritma yang digunakan mempunyai tingkat akurasi yang tinggi serta lebih otomatis sehingga dapat menguntungkan berbagai pihak yaitu petani, penjual, dan konsumen.

Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah membentuk model klasifikasi tingkat

*Penulis Korespondensi

Diterima : Juli 2022 Disetujui : Agustus 2022. Dipublikasikan : September 2022

kematangan buah nanas dengan metode *Support Vector Machine* menggunakan kernel *polynomial*.

Kajian Pustaka

Nanas

Nanas (*Ananas Comocus L*) merupakan salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan di daerah tropis dan subtropis. Tanaman nanas berasal dari benua Amerika yaitu Brazil, Argentina dan Peru, di Indonesia tanaman nanas ini dibudidayakan dari dataran rendah sampai ke dataran tinggi. Daerah penghasil nanas yang terkenal di Indonesia adalah Subang, Bogor, Palembang, dll. Tumbuhan nanas merupakan tumbuhan kering berupa semak yang menyimpan air dan dikenal sebagai ratu buah (Sarkar et al., 2018).

Image Processing

Pengolahan citra atau *image processing* adalah suatu sistem yang mampu memproses gambar atau citra untuk menghasilkan informasi yang dapat dipahami oleh manusia. Citra sendiri merupakan fungsi dari intensitas cahaya yang direpresentasikan dalam bidang dua dimensi (Neneng et al., 2016). *Image processing* tidak terlepas dari *computer vision* hal ini dikarenakan *image processing* awal mula diperuntukan untuk memperbaiki kualitas citra, namun semakin berkembang dan memungkinkan manusia untuk mengambil informasi dari suatu citra.

Ekstraksi Ciri Statistik

Proses klasifikasi citra membutuhkan tahapan ekstraksi ciri, salah satu metode yang digunakan untuk

ekstraksi ciri yaitu dengan statistik. Metode statistik pada citra dilakukan dengan melakukan perhitungan terhadap derajat keabuan (histogram) untuk mengukur tingkat kontras warna, granularitas, dan gap antar pixel dalam suatu citra (Permadi & Murinto, 2015). Nilai-nilai pada histogram yang telah dihasilkan dapat menghasilkan beberapa parameter diantaranya *mean*, *variance*, *skewness*, *kurtosis*, dan *entropy* (Yadav et al., 2015).

- *Mean* (μ)

Mean dapat merepresentasikan ukuran dispersi dari suatu citra

$$\mu = \sum_{n=0}^N fn P(fn) \quad (1)$$

- *Variance* (σ^2)

Variance dapat merepresentasikan variasi elemen pada histogram dari suatu citra

$$\sigma^2 = \sum_{n=0}^N (fn - \mu)^2 P(fn) \quad (2)$$

- *Skewness* (α_3)

Skewness dapat merepresentasikan kemiringan relative kurva histogram dari suatu citra

$$\alpha_3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum_{n=0}^N (fn - \mu)^3 P(fn) \quad (3)$$

- *Kurtosis* (α_4)

Kurtosis dapat merepresentasikan tingkat keruncingan relative histogram dari suatu citra

$$\alpha_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum_{n=0}^N (fn - \mu)^4 P(fn) - 3 \quad (4)$$

- *Entropy* (H)

Entropy dapat merepresentasikan ukuran ketidakaturan bentuk dari suatu citra

$$H = - \sum_{n=0}^N P(fn)^2 \log P(fn) \quad (5)$$

Data Mining

*Penulis Korespondensi

Diterima : Juli 2022 Disetujui : Agustus 2022. Dipublikasikan : September 2022

Data mining adalah proses menemukan hubungan baru yang mempunyai arti, pola dan kebiasaan dengan cara memilah data (Apandi et al., 2018). Pengolahan data yang disimpan dalam media penyimpanan dengan menggunakan teknologi pengenalan pola seperti teknik statistik dan matematika (Schuh et al., 2019). Data mining merupakan gabungan dari beberapa disiplin ilmu, data mining menyatukan teknik dari pemrograman, pembelajaran mesin, statistik, *database*, pengenalan pola, dan visualisasi data untuk menangani berbagai permasalahan atau pengambilan informasi dari kumpulan data yang besar atau *big data* (Han & Kamber, 2011).

Klasifikasi – Support Vector Machines

Klasifikasi merupakan pengelompokan data dengan membedakan kelas data yang bertujuan untuk memprediksi kelas dari objek kelas label atau kelas target. Algoritma klasifikasi termasuk dalam kategori *supervised learning* yaitu pembelajaran yang diawasi berupa data label atau target yang berperan sebagai *supervisor* untuk mengawasi proses pembelajaran dalam mencapai tingkat akurasi atau presisi (Mouton et al., 2020).

Support Vector Machines (SVM) adalah algoritma yang digunakan dalam proses klasifikasi dan regresi. SVM secara teori dapat mengelola permasalahan klasifikasi secara akurat dan kuat serta regresi baik untuk *linear* maupun *non linear* (Shao et al., 2020).

SVM diperuntukan untuk pencarian *hyperplane* terbaik dengan cara memaksimalkan jarak antar kelas atau

data, *hyperplane* yang dimaksud adalah sebuah fungsi pembatas antar kelas. Penggunaan multi kernel pada klasifikasi SVM bertujuan untuk memisahkan data non-linier yaitu dengan menambahkan fungsi kernel *polynomial* (Padierna et al., 2018).

Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan metode atau alat yang digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap model klasifikasi yang telah dihasilkan (Prasetio et al., 2019). Evaluasi dilakukan dengan menghitung nilai akurasi, *precision*, *recall* dan *f-measure* (Ruuska et al., 2018). Pada *Confusion matrix* terdapat model seperti pada tabel berikut:

Tabel 1 Model *Confusion Matrix*

Nilai Prediksi	Nilai Sebenarnya	
	Positif	Negatif
Positif	TP (<i>true positives</i>)	FN (<i>false negatives</i>)
Negatif	FP (<i>false positives</i>)	TN (<i>true negatives</i>)

Akurasi

Akurasi dihitung untuk melihat tingkat kedekatan antara nilai prediksi dengan nilai sebenarnya.

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (6)$$

Precision

Nilai *precision* menunjukkan tingkat ketepatan antara data yang sebenarnya dengan data hasil prediksi.

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (7)$$

Class Recall

Class recall dihitung untuk mengetahui tingkat ketepatan data yang diprediksi benar dengan data yang sebenarnya.

$$\text{Class Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (8)$$

*Penulis Korespondensi

Diterima : Juli 2022 Disetujui : Agustus 2022. Dipublikasikan : September 2022

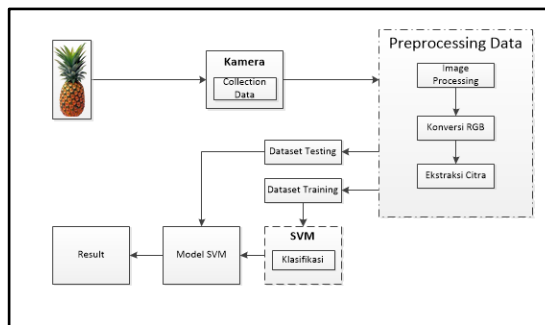
F-Measure

Perhitungan evaluasi yang mengkombinasikan nilai *precision* dan *recall* merupakan nilai *f-measure*.

F Measure

$$= 2 * \frac{\text{precision} * \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \quad (9)$$

Metode Penelitian



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Pada gambar 1 diatas digambarkan langkah-langkah sistematis dalam penyelesaian penelitian. Penelitian ini menggunakan buah nanas yang didapat dari perkebunan nanas di Jalan Cagak. Subang, Jawa Barat. Berdasar pernyataan tenaga ahli diperkebunan dalam menilai buah nanas, bahwa buah nanas dikelompokkan menjadi tiga tingkat kematangan yaitu belum matang, setengah matang, dan matang. Ditotal terdapat 92 buah nanas belum matang, 64 setengah matang, dan 143 buah matang .

Hasil dan Pembahasan

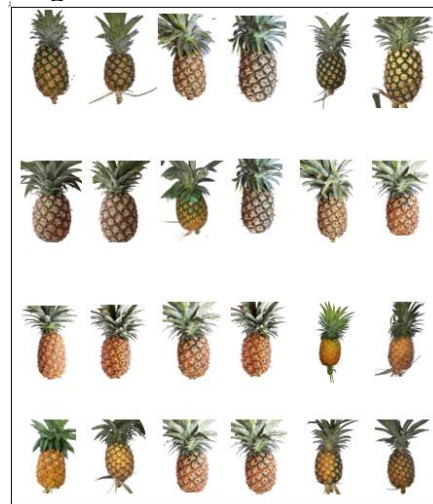
Collection Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah buah nanas sejumlah 299 buah dengan tingkat kematangan belum matang, setengah matang, dan matang. Citra buah nanas diambil menggunakan kamera dengan jarak kurang lebih 30 cm dan pencahayaan

yang cukup. Dua ratus enam puluh sembilan buah nanas sebagai data *training* sedangkan untuk data *testing* sebanyak tiga puluh buah nanas.

Image Processing

Pemilihan saluran warna dan Segmentasi Citra merupakan proses membagi suatu gambar menjadi beberapa wilayah, kategori yang digunakan dalam segmentasi gambar terdiri dari segmentasi ambang batas, berdasar wilayah, berbasis tepi, dan berbasis spesifik. Metode yang digunakan yaitu *Thresholding Otsu* atau segmentasi Otsu (Goh et al., 2018). Penggunaan Otsu untuk mengubah gambar awal menjadi dua bagian yaitu (*foreground*) dan (*background*). Cara kerja Otsu dengan membandingkan intensitas pixel dan jumlah pixel yang sesuai, sedangkan kriteria yang digunakan pada segmentasi yaitu nilai minimum histogram.



Gambar 2. Segmentasi Gambar

Ekstraksi Warna Red, Green, dan Blue

Setiap gambar memiliki nilai warna *red*, *green*, dan *blue* yang berbeda-

*Penulis Korespondensi

Diterima : Juli 2022 Disetujui : Agustus 2022. Dipublikasikan : September 2022

beda, Berikut data warna dominan (RGB) untuk masing-masing gambar buah nanas.

Tabel 2. Ekstraksi Warna RGB

Id_Nanas	color#1	color#2
b_matang_1	(155,152,127)	(144,139,107)
b_matang_2	(183,117,26)	(178,176,158)
b_matang_3	(133,131,105)	(132,123,86)
b_matang_4	(168,153,117)	(191,172,131)
b_matang_5	(198,190,207)	(121,112,110)
b_matang_6	(165,92,20)	(102,100,83)
b_matang_7	(148,96,28)	(192,192,192)
b_matang_8	(200,193,216)	(199,178,167)
b_matang_9	(109,121,108)	(141,167,115)
b_matang_10	(222,159,27)	(157,159,83)

Ekstraksi Ciri Statistik Orde Pertama

Metode statistik merupakan salah satu proses klasifikasi citra berbasis analisis tekstur, metode statistik menggunakan perhitungan statistik distribusi histogram atau derajat keabuan. Nilai-nilai histogram masing-masing segmentasi dapat dihitung parameter ciri lainnya yaitu *mean*, *variance*, *skewness*, *kurtosis*, dan *entropy* (Yadav et al., 2015). Berikut nilai minimal ekstraksi ciri Orde Pertama.

Tabel 3. Nilai Histogram

	Nilai Minimal Histogram		
	Belum Matang	Setengah Matang	Matang
Mean	6298	1629	923
Variance	3786479	3276568	2973771
Skewness	-0.73678	-0.27864	-0.13243
Kurtosis	-1.93376	-2.00078	-2.98700
Entropy	-987.237	-1283.87	-865.236

Klasifikasi Menggunakan SVM

Pada proses klasifikasi terhadap data histogram citra buah nanas perlu ditambahkan fungsi kernel, hal ini dikarenakan data yang akan diolah merupakan data non-linier sehingga dengan penambahan fungsi kernel maka data histogram nanas dapat

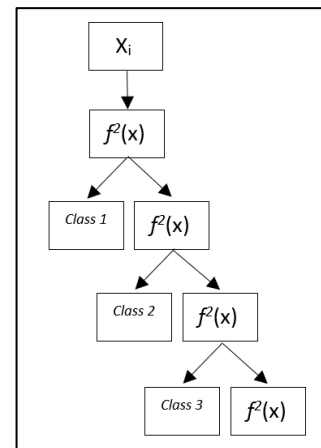
dipetakan pada ruang vector yang lebih tinggi sehingga *hyperlane* dapat dikonstruksikan pada model klasifikasi.

Fungsi kernel yang digunakan yaitu Kernel *Polynomial* dengan tujuan untuk meningkatkan mesin vector pada proses klasifikasi. Rumus *Kernel Polynomial* yang digunakan:

$$K(X_i X_j) = (X_i X_j^T + 1)^p \quad (9)$$

Setelah dilakukan penambahan fungsi kernel langkah selanjutnya yaitu pembentukan model atau proses *training* pada data nilai histogram yang telah disiapkan, pemilihan kematangan buah nanas menjadi tiga kelas.

Dikarenakan SVM hanya dapat mengklasifikasikan dua kelas, sedangkan pada penelitian ini kelas yang akan dihasilkan berjumlah tiga maka dilakukan teknik *training* dengan cara *one-against-all*. Skema yang dilakukan pada *training one-against-all* sebagai berikut:



Gambar 3 Teknik *Training* 3 Kelas

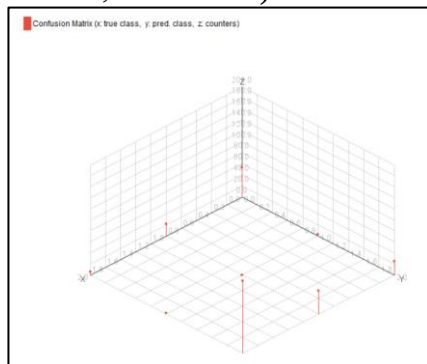
Penggunaan metode *one against all* dengan cara pembentukan model klasifikasi dilakukan sesuai dengan jumlah kelas, pada klasifikasi ke-i menggunakan *data training* keseluruhan (Polat & Nour, 2020).

*Penulis Korespondensi

Diterima : Juli 2022 Disetujui : Agustus 2022. Dipublikasikan : September 2022

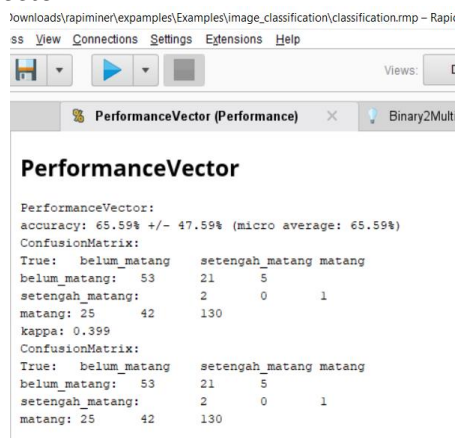
Pembahasan

Model SVM yang didapat digunakan untuk menganalisis data yaitu identifikasi pola dan digunakan untuk klasifikasi tingkat kematangan buah nanas. Model klasifikasi terdiri dari tiga kelas yaitu belum matang, setengah matang, dan matang. Berikut hasil *confusion matrix* (x: *true class*, y: *pred class*, z: *counters*).



Gambar 4. *Confusion Matrix*

Dari hasil uji coba terhadap data histogram buah nanas, sebanyak 269 data histogram buah nanas sebagai data *training* dan 30 buah nanas sebagai data *testing* telah mampu merepresentasikan keadaan data tes sehingga didapat *confusion matrix* dengan tingkat akurasi sebesar 65.59%. Seperti pada Gambar 5. *Performance Vector*



Gambar 5. *Performance Vector*

Akurasi merupakan rasio atau perbandingan prediksi benar dan salah dari hasil *testing*. Berdasarkan hasil sebesar 65.59% maka model klasifikasi ini dapat dijadikan acuan performansi algoritma dalam klasifikasi tingkat kematangan buah nanas. Serta dapat menjawab pertanyaan “Berapa persen nanas yang benar diprediksi belum matang, setengah matang, dan matang dari keseluruhan data nanas?”.

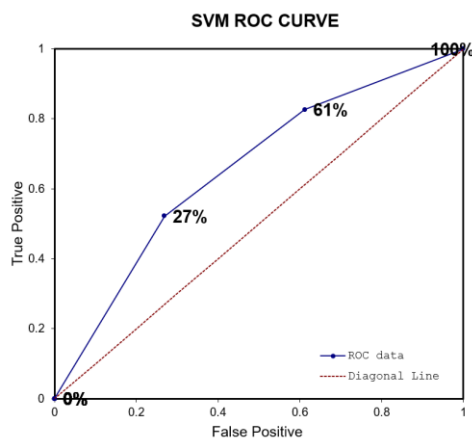
Precision yang didapat dari hasil pemodelan sebesar 65.99%, *Precision* merupakan rasio prediksi benar belum matang, benar setengah matang, dan benar matang dibandingkan dengan keseluruhan hasil yang diprediksi benar. Adapun pertanyaan yang dapat dijawab dari *precision* yaitu “Berapa persen nanas yang benar matang dari keseluruhan data nanas yang diprediksi matang?”.

Hasil pemodelan klasifikasi mempunyai nilai *class recall* sebesar 66.25%, *class recall* merupakan rasio prediksi benar belum matang, benar setengah matang, dan benar matang yang dibandingkan dengan keseluruhan data yang benar. *Class recall* dapat menjawab dari pertanyaan “Berapa persen nanas yang diprediksi setengah matang dibandingkan keseluruhan data nanas yang benar setengah matang?”.

Setelah mendapatkan hasil *precision* dan *class recall* maka ditentukan nilai F1 atau *F-Measure*, *F-Measure* merupakan perbandingan nilai rata-rata *precision* dan *class recall* yang dibobotkan. Pada model klasifikasi ini didapatkan nilai *F-Measure* nya sebesar 66.11%.

ROC (Receiver Operating Characteristics)

Kurva *receiver operating characteristics* digunakan untuk mengevaluasi kualitas atau keberhasilan dari model klasifikasi yang telah dihasilkan. Kurva ROC yang dihasilkan menggunakan *cross-validation* dan data yang didapat dari *confusion matrix* berupa *accuracy*, *precision*, dan *class recall*, serta *F1 sector*. Pada kurva ROC terdapat sumbu X dan Y, sumbu Y menampilkan *true positive rate* dan sumbu X menampilkan *false positive true*. Kurva ROC yang dihasilkan dapat menentukan apakah kualitas model klasifikasi yang telah dihasilkan baik atau tidak, jika garis kurva berada diatas garis *threshold* maka model yang dihasilkan baik, namun jika garis kurva berada dibawah dari garis *threshold* maka model klasifikasi yang dihasilkan buruk atau tidak baik.



Gambar 6. Kurva ROC

Gambar diatas merupakan kurva ROC, dimana model SVM berada pada titik {0,8}. Berdasarkan kurva tersebut maka terlihat titik SVM *Polynomial* berada diatas garis *threshold*, hal ini menandakan model klasifikasi yang telah dihasilkan merupakan *classifier* yang baik dalam pengklasifikasian tingkat kematangan buah nanas.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa model klasifikasi dengan metode Support Vector Machine telah dihasilkan untuk mengetahui tingkat kematangan buah nanas. Penentuan tingkat kematangan buah nanas berdasarkan ekstraksi fitur citra dengan parameter mean, variance, skewness, kurtosis, dan entropy. Klasifikasi support vector machine ini memanfaatkan fungsi kernel polynomial sehingga dari 269 data training dan 30 data testing menghasilkan nilai akurasi sebesar 65.59%. Berdasarkan kurva receiver operating characteristics model klasifikasi yang telah dihasilkan merupakan classifier yang baik, hal ini ditandai dengan titik SVM berada diatas garis threshold.

Daftar Pustaka

- Apandi, T., Vernanda, D., & Piarna, R. (2018). Optimization of Feature Selection Using Genetic Algorithms to Increase Payment Delay Prediction Results (Subang Polytechnic State Case Study). *International Conference on Computer Science and Engineering Technology*, 807–813.
<https://doi.org/10.4108/eai.24-10-2018.2280507>
- Christian, B. F., Lestari, U., & Andayati, D. (2019). SISTEM APLIKASI IDENTIFIKASI KEMATANGAN BUAH JERUK NIPIS BERDASARKAN FITUR WARNA DAN MENGGUNAKAN SUPPORT VECTOR MACHINE. *Jurnal Script*, 7(2), 248–256.

*Penulis Korespondensi

Diterima : Juli 2022 Disetujui : Agustus 2022. Dipublikasikan : September 2022

- <http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/401581>
- Goh, T. Y., Basah, S. N., Yazid, H., Aziz Safar, M. J., & Ahmad Saad, F. S. (2018). Performance analysis of image thresholding: Otsu technique. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 114(September 2017), 298–307. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2017.09.052>
- Han, J., & Kamber, M. (2011). *Data Mining: Concepts and Techniques*.
- Kusumaningtyas, S., & Asmara, R. A. (2016). IDENTIFIKASI KEMATANGAN BUAH TOMAT BERDASARKAN WARNA MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN (JST). *Informatika Polinema*, 2, 72–75.
- Mouton, J. P., Ferreira, M., & Helberg, A. S. J. (2020). A comparison of clustering algorithms for automatic modulation classification. *Expert Systems with Applications*, 151, 113317. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113317>
- Neneng, N., Adi, K., & Isnanto, R. (2016). Support Vector Machine Untuk Klasifikasi Citra Jenis Daging Berdasarkan Tekstur Menggunakan Ekstraksi Ciri Gray Level Co-Occurrence Matrices (GLCM). *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.21456/vol6iss1pp1-10>
- Padierna, L. C., Carpio, M., Rojas-Domínguez, A., Puga, H., & Fraire, H. (2018). A novel formulation of orthogonal polynomial kernel functions for SVM classifiers: The Gegenbauer family. *Pattern Recognition*, 84, 211–225. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2018.07.010>
- Pathaveerat, S., Terdwongworakul, A., & Phaungsombut, A. (2008). Multivariate data analysis for classification of pineapple maturity. *Journal of Food Engineering*, 89(2), 112–118. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.04.012>
- Peng, H., Shao, Y., Chen, K., Deng, Y., & Xue, C. (2018). Research on Multi-class Fruits Recognition Based on Machine Vision and SVM. *IFAC-PapersOnLine*, 51(17), 817–821. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.094>
- Permadi, Y., & Murinto, . (2015). Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Kematangan Mentimun Berdasarkan Tekstur Kulit Buah Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik. *Jurnal Informatika*, 9(1), 1028–1038. <https://doi.org/10.26555/jifo.v9i1.a2044>
- Polat, K., & Nour, M. (2020). Parkinson disease classification using one against all based data sampling with the acoustic features from the speech signals. *Medical Hypotheses*, 140(February), 109678. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109678>
- Prasetio, M., Cahyo, D., & Adhi, B. P. (2019). Kinerja Algoritma Support Vector Machine dalam Menentukan Kebenaran Informasi Banjir di Twitter. *Jurnal Pinter*, 3(2), 116–121.
- Ruuska, S., Hämäläinen, W., Kajava, S., Mughal, M., Matilainen, P., & Mononen, J. (2018). Evaluation of the confusion matrix method in the validation of an automated

- system for measuring feeding behaviour of cattle. *Behavioural Processes*, 148, 56–62.
<https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.01.004>
- Sarkar, T., Bhattacharjee, R., Salauddin, M., Giri, A., & Chakraborty, R. (2020). Application of Fuzzy Logic Analysis on Pineapple Rasgulla. *Procedia Computer Science*, 167(2019), 779–787.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.410>
- Sarkar, T., Nayak, P., & Chakraborty, R. (2018). Review Pineapple [Ananas Comosus (L .)] Product Processing Techniques and Packaging: a Review. *THE IIOAB JOURNAL*, 9, 6–12.
- Schuh, G., Prote, J.-P., & Hunnekes, P. (2019). Data mining methods for macro level process planning. *Procedia CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering*, 83, 808–813.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.05.005>
- Shao, M., Wang, X., Bu, Z., Chen, X., & Wang, Y. (2020). Prediction of energy consumption in hotel buildings via support vector machines. *Sustainable Cities and Society*, 57(December 2019), 102128.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102128>
- Yadav, A. R., Anand, R. S., Dewal, M. L., & Gupta, S. (2015). Performance Analysis of Discrete Wavelet Transform Based First-order Statistical Texture Features for Hardwood Species Classification. *Procedia Computer Science*, 57, 214–221.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.435>

*Penulis Korespondensi

Diterima : Juli 2022 Disetujui : Agustus 2022. Dipublikasikan : September 2022