

A Review Paper: Identifikasi Kualitas Beras Dengan Citra Digital Menggunakan Metode Neural Network Dan Support Vector Machine

Siti Sarah

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur, Jakarta
1811600970@student.budiluhur.ac.id

Abstract

Rice is the staple food of most Indonesians. So the need for rice staples is very high. But there are some traders who cheat by hoarding rice, so that the quality of rice decreases, such as ticks, yellowing, broken, musty, and others. Even to reduce operational costs, there are also traders who sell artificial rice containing plastic materials and rice mixed with bleach. Then an assessment of the quality of rice is needed. Visual testing of rice so far has been carried out in a traditional manner based on the vision of an experienced observer. But it has a weakness that is the subjectivity factor as there are differences in the judgments between observers with one another, if the observer works continuously then will experience physical fatigue so that it causes errors in testing that results in inconsistent observers' judgment and the time used is longer. The purpose of this review paper is to find out which method has more accurate and efficient results in identifying the quality of rice based on morphology, texture and color. In this review paper, the author compares several methods from the papers that the authors have collected. The methods used are using digital image processing, Neural Network, and SVM. Neural Network is widely used for classification of combinations based on morphology, texture and shape, able to show good performance results with high accuracy values. SVM shows high performance and accuracy results when classifying one type at a time.

Keywords: Rice, Digital Image, Neural Network, SVM.

Abstrak:

Beras merupakan makanan pokok sebagian besar orang Indonesia. Sehingga kebutuhan akan bahan pokok beras sangatlah tinggi. Tetapi ada beberapa pedagang yang bermain curang dengan cara menimbun beras, sehingga kualitas beras menurun seperti: berkutu, menguning, patah, apek, dan lain-lain. Bahkan untuk mengurangi biaya operasional, ada juga pedagang yang menjual beras tiruan yang mengandung bahan plastik dan beras yang di campur pemutih. Maka diperlukanlah penilaian terhadap kualitas beras. Pengujian beras secara visual selama ini dilakukan dengan cara tradisional yaitu berdasarkan penglihatan pengamat yang berpengalaman. Tetapi memiliki kelemahan yaitu faktor subjektivitas seperti terdapat perbedaan penilaian antara pengamat satu dengan yang lainnya, bila pengamat bekerja terus menerus maka akan mengalami kelelahan fisik sehingga menyebabkan kesalahan dalam pengujian yang berdampak penilaian pengamat tidak konsisten dan waktu yang digunakan lebih lama. Tujuan dari paper review ini adalah untuk mengetahui metode mana yang mempunyai hasil yang lebih akurat dan efisien dalam identifikasi kualitas beras berdasarkan morfologi, tekstur dan warna. Pada *paper review* ini, penulis membandingkan beberapa metode dari paper-paper yang telah penulis kumpulkan. Adapun metode-metode yang dipakai yaitu menggunakan *digital image processing*, *Neural Network*, dan *SVM*. *Neural Network* banyak digunakan untuk klasifikasi kombinasi berdasarkan morfologi, tekstur dan bentuk, mampu menunjukkan hasil kinerja yang baik dengan nilai akurasi yang tinggi. *SVM* menunjukkan hasil kinerja dan akurasi yang tinggi bila mengklasifikasikan satu jenis pada satu waktu.

Kata kunci: Beras, Citra Digital, Neural Network, SVM.

I. Latar Belakang

Beras merupakan bagian bulir padi (gabah) yang telah dipisahkan dari sekam tanaman padi yang berasal dari Asia. Keragaman varietas beras mencapai 20.000 varietas di dunia[1]. Beras adalah salah satu makanan utama bagi sebagian besar populasi dunia, termasuk orang Indonesia[2]. Berdasarkan hasil Kajian Konsumsi Bahan Pokok tahun 2017 pemenuhan konsumsi beras mencapai sekitar 29,13 juta ton[3]. Kebutuhan beras terus bertambah seiring dengan

bertambahnya penduduk di Indonesia setiap tahunnya. Tetapi terdapat beberapa beras

yang bermutu rendah, seperti: berketu, menguning, patah, dan lain-lain. Bahkan untuk mengurangi biaya operasional, ada juga beras tiruan yang mengandung bahan plastik dan beras yang di campur pemutih. Untuk memenuhi kebutuhan akan makanan pokok beras maka diperlukannya uji kualitas beras. Penilaian kualitas beras perlu dilakukan guna pemenuhan kebutuhan beras yang berkualitas yang akan beredar di masyarakat terjamin mutu dan layak dikonsumsi. Sifat fisik beras merupakan karakter yang termudah dan tercepat untuk diidentifikasi[4].

Standar penilaian kualitas beras yang dilakukan oleh Bulog dilakukan dengan dua tahap, yaitu uji visual dan uji laboratorium. Uji visual dapat dilihat dari keutuhan, kebersihan dan putihnya beras[5]. Pengujian beras secara visual selama ini dilakukan dengan cara tradisional yaitu berdasarkan penglihatan pengamat yang berpengalaman. Tetapi memiliki kelemahan yaitu faktor subjektivitas seperti terdapat perbedaan penilaian antara pengamat satu dengan yang lainnya, bila pengamat bekerja terus menerus maka akan mengalami kelelahan fisik sehingga menyebabkan kesalahan dalam pengujian yang berdampak penilaian pengamat tidak konsisten dan waktu yang digunakan lebih lama. Sehingga diperlukan sebuah sistem untuk pengujian identifikasi kualitas beras yang dapat dilakukan dengan cepat dan tepat.

Penelitian mengenai kualitas beras pernah dilakukan salah satunya dengan memanfaatkan teknologi citra digital. Pengolahan citra digital mempunyai beberapa keunggulan, yaitu relatif murah, cepat dan tidak merusak sampel yang

diukur[4]. Penentuan kualitas beras dilakukan dengan menganalisa fitur morfologi, tekstur dan warna dari citra beras yang diambil untuk dijadikan sampel data penelitian. Ada banyak metode yang dapat diimplementasikan dalam citra digital, diantaranya *Neural Network* dan *SVM*. Penulis telah mengumpulkan beberapa paper mengenai kualitas beras dengan metode *Neural Network* dan *SVM* untuk dapat dikomparasi dengan tujuan untuk mengetahui metode mana yang mempunyai hasil yang lebih akurat dan efisien dalam identifikasi kualitas beras berdasarkan morfologi, tekstur dan warna.

Beberapa penelitian terdahulu yang membahas mengenai identifikasi kualitas beras dengan *Neural Network* dan *SVM*. Penentuan kualitas beras menggunakan neural network dengan menganalisis fitur warna, tekstur dan morfologi dari citra digital beras yang akan dijadikan sampel data penelitian. Hasil akurasi klasifikasi rata-rata 88% [1]. Penelitian dalam mendeteksi beras utuh dan pecah menggunakan metode neural network memiliki hasil rata-rata 95,5% [6]. Penelitian deteksi buah pada pohon menggunakan *SVM* dan fitur tekstur mampu menghasilkan akurasi sebesar 76% [7]. Penelitian klasifikasi dan penilaian beras menggunakan *SVM* multi kelas mengklasifikasi beras dengan memeriksa bentuk, *chalkiness*, persentase patah. Hasilnya *SVM* mampu mengklasifikasikan secara akurat lebih dari 86% Metode tersebut dapat mengklasifikasikan dan menilai berbagai varietas padi berdasarkan kualitas interior dan eksteriornya [8].

RQ : Metode apa yang lebih akurat dalam identifikasi kualitas beras berdasarkan morfologi, tekstur dan warna?

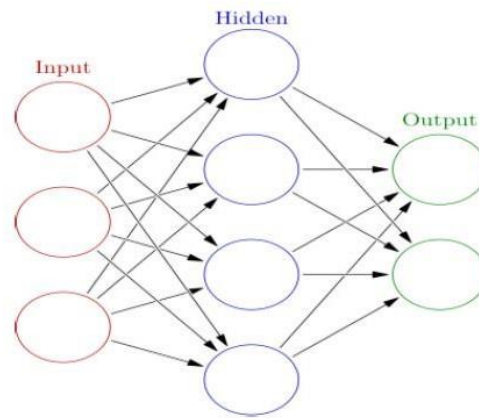
II. Metodologi

Secara keseluruhan proses penelitian yang dilakukan terdiri dari tahapan:

1. Proses pengumpulan data dilakukan menggunakan table SOTA yang terdiri dari judul, penulis, tahun terbit, metode, dan hasil. *Paper* yang relevan akan dinilai secara deskriptif dalam proses penilaian tersebut.
2. Proses *cleaning* atau pemilahan data.
3. Pengolahan data pada *paper* yang telah dipilih oleh peneliti.
4. Pengambilan kesimpulan.

Metode yang penulis gunakan dalam penelitian *paper review* ini adalah *Neural Network* dan *SVM*. Penelitian ini mengklasifikasikan beras berdasarkan fitur morfologi, tekstur dan warna. *Neural network* merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia. *Neural network* diimplementasikan menggunakan program komputer yang mampu

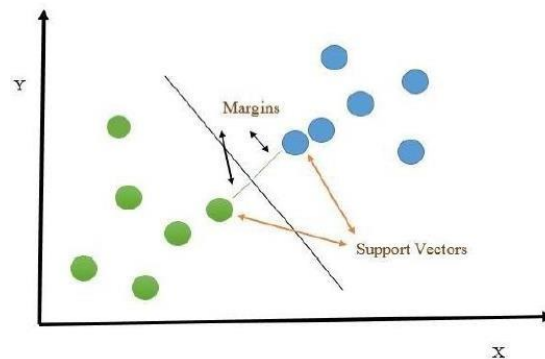
menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama pembelajaran [1]. *Neural Network* dapat digunakan untuk tujuan klasifikasi. Dalam klasifikasi, tujuannya adalah untuk menetapkan pola input ke salah satu dari beberapa kategori atau kelas, biasanya diwakili oleh output terbatas untuk berada dalam kisaran dari 0 hingga 1, sehingga mereka mewakili kemungkinan keanggotaan kelas [9]. Hal yang ingin dicapai dengan melatih *Neural Network* adalah untuk mencapai keseimbangan antara kemampuan menghafal kemampuan *Neural Network* untuk mengambil kembali dengan sempurna suatu pola yang telah dipelajari dan kemampuan generalisasi *Neural Network* untuk menghasilkan respons yang biasa diterima pada pola input mirip (tetapi tidak identik) dengan pola yang sebelumnya telah dipelajari [10].



Gambar 2.1 Arsitektur Neural Network [11]

SVM (*Support Vector Machine*) merupakan sebuah konsep pengklasifikasian dengan menggunakan sebuah garis yang didefinisikan sebagai garis batas antara dua buah kelas. Metode SVM pada dasarnya merupakan algoritma pengklasifikasian biner yaitu hanya dapat mengklasifikasi dua kelas saja [7]. Model SVM berhubungan erat menggunakan fungsi kernel. Pemilihan kernel juga dapat menjadi faktor keberhasilan dari metode klasifikasi SVM sebagai contoh untuk permasalahan dengan data *non-*

linear, kernel yang cukup handal digunakan adalah kernel *RBF (Radial Basis Function)*. Kernel lain yang umum adalah kernel linier, *polinomial*, dan *sigmoid*. *Support vector* merupakan vektor yang memiliki jarak terdekat ke *hyperplane*. Tujuannya adalah untuk memilih *hyper plane* dengan margin tertinggi dalam satu set pelatihan, sehingga data baru diklasifikasikan dengan benar. Setelah fitur diekstraksi dari gambar, *input* diberi label sebagai prediktor dan *output* sebagai respons [11].



Gambar 2.2 Support Vector [11]

III. Hasil dan Pembahasan

Seperti yang telah disampaikan sebelumnya penulis telah mengumpulkan *paper* yang telah penulis sajikan menggunakan table SOTA untuk dilakukan komparasi. Di bawah ini beberapa *paper* yang telah dikumpulkan:

Tabel 1. Tabel SOTA

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil
1	Analisis Citra Digital Untuk Klasifikasi Kualitas Beras[1]	Lilik Sumaryanti	2018	Citra Digital, Neural Network, Learning Vector Quantization (LVQ)	Hasil pengujian menghasilkan akurasi klasifikasi untuk kelas 1 (baik) 92 %, kelas 2 (sedang) 76 %, dan kelas 3 (buruk) 96 % dengan akurasi hasil klasifikasi rata-rata 88 %.
2	Analysis of rice granules using Image Processing and Neural Network[12]	Neelamegam. P, Abirami. S, Vishnu Priya. K, Rubalya Valantina.S.	2013	Image Processing, Neural Network with Backpropagation	Neural Network mampu mengklasifikasikan dataset uji dengan akurasi 96% dan dapat mengklasifikasikan dengan

					baik ketika tidak ada 4aralle tindih butiran
3	Digital Image Based Identification of Rice Variety Image Processing and Neural Network[2]	Lilik Sumaryanti, Aina Musdholifah, Sri Hartati	2015	Image Processing, Neural Network, Learning Vector Quantization (LVQ)	Hasil identifikasi menggunakan kombinasi dari semua fitur memberikan akurasi rata-rata 70,3% dengan klasifikasi tingkat akurasi tertinggi 96,6% untuk Mentik Wangi dan akurasi klasifikasi terendah 30% untuk Cilosari.
4	Identifikasi Mutu Fisik Beras Dengan Menggunakan Teknologi Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan[13]	Agus Supriatna Somantri, Emmy Darmawati, I Wayan Astika	2013	Pengolahan Citra, Jaringan Syaraf Tiruan	Training citra beras kepala, beras patah, beras menir dan gabah dengan 5 parameter input menunjukkan hasil yang baik yaitu Inpari13 97,14%, Inpari19 13,99%, Cirata 98,37%, Muncul 97,9%, Way Apo Buru 99,6%. Nilai validasinya adalah Inpari13 96,74%, Inpari19 95,35%, Cirata 96,37%, Muncul 96,02%, Way Apo Buru 98,68%. Training citra beras merah, beras kuning/rusak, beras hijau mengapur dan benda asing adalah 98,55% dan hasil validasinya 90,48%.
5	Identifikasi Varietas Berdasarkan Warna dan Tekstur Permukaan Beras Menggunakan Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan[4]	Adnan, Suhartini, dan Bram Kusbiantoro	2013	Pengolahan Citra, Jaringan Syaraf Tiruan	Analisis warna sebagai parameter masukan JST tidak dapat diandalkan pada penelitian ini . Untuk analisis tekstur dapat diandalkan sebagai parameter masukan JST dan mampu mengenali varietas beras Basmati, Inpari 1, dan Sintanur secara curah dengan tingkat keakuratan 100% pada proses <i>testing</i> data.
6	Image analysis based on color, shape and texture for rice seed (<i>Oryza sativa</i> L.) germination evaluation[14]	Benjamaporn Lursthut, Chomtip Pornpanomchai	2017	Digital Image Processing, Artificial Neural Network	Percobaan dilakukan pada benih spesies padi Thailand CP-111 di Bangkok dan Chiang Mai, Thailand. RSGES mengekstraksi 18 fitur: 3 fitur warna, 7 fitur morfologis, dan 8 fitur tekstur. Sistem ini menerapkan teknik jaringan saraf tiruan untuk melakukan prediksi perkecambahan. Tingkat presisi 4arall adalah 7,66% salah diterima dan 5,42% salah ditolak, dengan

					kecepatan pemrosesan 8,31 s per gambar.
7	Neural Network-based Classification of Germinated Hang Rice Using Image Processing[15]	Jumpol Itsarawisit & Kiattisin Kanjanawanishkul	2018	Neural Network with PCA	Set pelatihan yang diterapkan ke NN classifier untuk pelatihan memperoleh akurasi 99,6%. Akurasi klasifikasi keseluruhan adalah 94,0%, sedangkan akurasi klasifikasi kelompok adalah 96.0%, 92.0%, 92.0%, 96.0% dan 92.0% untuk masing-masing butiran berubah warna, butir cacat, butir padi tanpa kulit, butir padi dan butir layu. Metode ini mencapai akurasi 98,0% ketika butir padi diklasifikasikan menjadi baik atau buruk karena mereka diperiksa secara manual.
8	Research on Rice Grain Shape Detection Method Based on Machine Vision[6]	Yadan Hu, Yunming Du, Linna San, Jing Tian	2019	Computer Vision, Neural networks	Menurut karakteristik bentuk butir beras, metode pendeteksian beras pecah atau beras gandum utuh dalam beras menggunakan teknologi jaringan saraf dipelajari. Hasil percobaan menunjukkan bahwa tingkat yang benar untuk mengidentifikasi beras utuh adalah lebih dari 95%.
9	Classification and Grading Rice Using Multi Class SVM[8]	Harpreet Kaur, Baljit Singh	2013	Support Vector Machine	SVM Multi-Kelas Dengan mengembangkan algoritma untuk menilai butiran beras menjadi Kualitas Premium, Grade A, Grade B dan Grade C, dengan SVM dengan membedakan antara beras sehat dan tidak sehat dengan beras kasar (<i>Head Rice, Broken, Brewers, chalky, Long, Short, Selender, Bold and Round</i>). SVM mengklasifikasikan secara akurat lebih dari 86%.
10	Deep-Rice: Deep Multi-sensor Image Recognition for Grading Rice[16]	Yiqiang Wu, Zhao Yang, Wanyin Wu, Xiang Li, and Dapeng Tao	2018	Compared to the traditional AdaBoost and SVM methods with Hog features	Hasil eksperimen menunjukkan model Deep-Beras mencapai peningkatan kinerja dalam kondisi yang berbeda dari intensitas cahaya.
11	Identifikasi Kualitas Beras Menggunakan Metode k-Nearest Neighbor dan Support Vector Machine[17]	Sofia Saidah, Muhammad Bayu Adinegara, Rita Magdalena, Nor Kumalasari Caecar Pratiwi	2019	K-Nearest Neighbor, Support Vector Machine OAO dan OAA	Mampu melakukan identifikasi kualitas beras beras pandan wangi dan beras IR 64/ Setra Ramos dengan akurasi terbaik yang diperoleh yaitu 96,67%

					ketika digunakan metode K-NN jenis Euclidean dengan nilai $k=1$, dan 96,67% pada saat digunakan parameter SVM OAO dan OAA dengan tipe kernel Polynomial serta kernel option 7.
12	Image Analysis of Broken Rice Grains of Khao Dawk Mali Rice[18]	Dollawat Ngampak dan Punpiti Piamsa-nga	2015	Least-Square Support Vector Machine (LS-SVM) with Radius Basis Function (RBF) kernel is used as a classifier in the algorithm.	Algoritma digunakan untuk mengkategorikan “rusak kecil” menjadi empat jenis: rusak kecil, rusak, rusak besar dan kepala beras. Akurasi dari algoritma ini adalah 98,20%.
13	Quality Analysis of Rice Grains Using ANN and SVM[11]	Divya Mohan, Murugananth Gopal Raj	2020	Neural Network, Support Vector Machine, Colour Feature, Geometric Features.	Analisis eksperimental menunjukkan bahwa classifier JST yang diusulkan memiliki akurasi keseluruhan 83%, sedangkan SVM menghasilkan 91%. Di sisi lain, ketika parameter lain dipertimbangkan, sehingga waktu komputasi dan pemrosesan paralel (mengklasifikasikan lebih dari satu sampel pada satu waktu), kinerja SVM jauh lebih baik daripada rekannya. Alasannya mungkin karena rasio pelatihan ketidakseimbangan.
14	Rice Sample Segmentation and Classification Using Image Processing and Support Vector Machine[19]	Nadeesha Nagoda dan Lochandaka Ranathunga	2018	Support Vector Machine. Algoritma DAS, Local Binary Pattern (LBP)	Percobaan dilakukan pada enam kategori beras yaitu beras penuh, beras pecah, beras rusak, padi, batu dan benda asing. Keakuratan segmentasi dan klasifikasi adalah 96,0% dan 88,0% masing-masing.

Tabel 2. Kelebihan Neural Network dan SVM

Kelebihan	
Neural Network	Support Vector Machine
Mampu melakukan analisis perhitungan perimeter, panjang sumbu minor, luas, panjang sumbu utama, mengurangi kompleksitas masalah penilaian. <i>Neural Network</i> yang dikembangkan dapat diadaptasi untuk menilai produk biji-bijian dan makanan lainnya juga, dengan hasil klasifikasi yang baik. [12]	Penelitian ini memberikan beberapa ide baru dan metode pemrosesan gambar untuk mengevaluasi kualitas penampilan beras. SVM dapat meningkatkan efektivitas dan akurasi inspeksi. [8]
Mampu mendapatkan parameter yang optimal untuk proses identifikasi. [2]	Tingkat akurasi berdasarkan morfologi menunjukan kinerja yang baik [11]
Pelatihan dan validasi JST dengan menggunakan 10 parameter input dan 5 parameter input menunjukan	Kemampuan untuk menyederhanakan masalah dengan pembelajaran statistik [19]

hasil yang konsisten dan akurat dalam identifikasi mutu fisik beras. [13]	
Karakteristik gambar beras dapat dianalisis secara efektif. [6]	SVM dapat menemukan solusi optimal, selalu mencapai solusi yang sama untuk setiap kali dilakukannya percobaan. [17]
Kemampuan untuk memperoleh pengetahuan dalam kondisi ketidakpastian, kemampuan merepresentasikan pengetahuan melalui pengaturan diri, kemampuan untuk mentolerir gangguan kecil dan mampu memproses pengetahuan secara efisien memakai sistem paralel sehingga meningkatkan proses kerja. [10]	SVM linear Memiliki komputasi yang lebih rendah daripada menggunakan <i>Deep Neural Network</i> . Pemrosesan yang rendah dianggap penting pada penelitian ini karena metode ini nantinya akan diimplementasikan pada perangkat-perangkat <i>embedded</i> seperti robot dimana perangkat-perangkat tersebut memiliki keterbatasan dalam hal pemrosesannya. [7]

Tabel 3. Kelemahan Neural Network and SVM

Kelemahan	
Neural Network	Support Vector Machine
Analisis warna sebagai parameter masukan JST tidak dapat diandalkan pada penelitian identifikasi beras berdasarkan warna [4]	Kelemahan utama SVM sudut pandang teoretis, SVM awalnya dikembangkan hanya untuk memecahkan masalah klasifikasi biner. Klasifikasi multi-kelas biasanya dibangun dengan menggabungkan beberapa pengklasifikasi biner. [8]
Jika ada tumpang tindih butir, Jaringan Saraf Tiruan tidak dapat mengklasifikasikan dengan benar [12]	Kinerja dan akurasi hanya optimal bila hanya satu jenis klasifikasi dalam satu waktu. [11]

Tabel 4. Klasifikasi Kriteria Identifikasi Kualitas Beras

Referensi (Penulis dan Tahun)	Klasifikasi Kriteria		
	Morfologi	Tekstur	Warna
(Lilik, 2018) [1]	√	√	√
(Neelamegam <i>et al.</i> , 2013) [12]	√		
(Lilik, Aina and Sri, 2015) [2]	√	√	√
(Agus Supriatna, Emmy and I Wayan, 2013) [13]	√		√
(Adnan, Suhartini and Bram, 2013) [4]		√	√
(Lursthut and Pornpanomchai, 2017) [14]	√	√	√
(Itsarawisut and Kanjanawanishkul, 2018) [15]	√	√	√
(Hu <i>et al.</i> , 2019) [6]	√		
(Kaur and Singh, 2013) [8]	√		
(Wu <i>et al.</i> , 2018) [16]	√	√	
(Saidah <i>et al.</i> , 2019) [17]	√		
(Dollawat and Punpiti, 2015) [18]	√		
(Mohan and Muruganath Gopal, 2020) [11]	√		
(Nagoda and Ranathunga, 2018) [19]		√	√

IV. Kesimpulan

Ada banyak sekali algoritma yang bisa digunakan, dan setiap algoritma tersebut pasti memiliki kekurangan dan kelebihan. Pada *paper review* ini penulis menggunakan algoritma yaitu hanya Neural Network dan Support Vector Machine untuk identifikasi kualitas beras dengan citra digital. Algoritma *Neural Network* merupakan algoritma yang populer dalam mengidentifikasi kualitas beras, Neural Network banyak digunakan untuk klasifikasi kombinasi berdasarkan morfologi, tekstur dan bentuk, mampu menunjukkan hasil kinerja yang baik dengan nilai akurasi yang tinggi. Hasil yang

konsisten dan akurat dalam identifikasi mutu fisik beras. Sedangkan metode *Support Vector Machine* menunjukkan hasil kinerja dan akurasi yang tinggi bila

mengklasifikasikan satu jenis pada satu waktu. SVM lebih banyak digunakan untuk klasifikasi kualitas beras berdasarkan morfologi.

Kesimpulan ini tidak sepenuhnya menjadi tolak ukur yang absolut, dikarenakan akurasi dari setiap algoritma ini dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya adalah jumlah data yang digunakan, validasi data yang dikumpulkan, tool dan atribut yang digunakan serta proses cleaning data yang dilakukan. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya diperlukan data yang lebih banyak kuantitasnya. Karena semakin banyak data yang digunakan maka nilai akurasi yang didapatkan dalam proses penelitian semakin baik.

REFERENSI

- [1] S. Lilik, "Analisis Citra Digital Untuk Klasifikasi Kualitas Beras," *J. Ilm. Mustek Anim*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [2] S. Lilik, M. Aina, and H. Sri, "Digital Image Based Identification of Rice Variety Using Image Processing and Neural Network," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 16, no. 1, pp. 182–190, 2015.
- [3] B. P. Statistik, *Kajian Konsumsi Bahan Pokok tahun 2017*. 2017.
- [4] Adnan, Suhartini, and K. Bram, "Identifikasi Varietas Berdasarkan Warna dan Tekstur Permukaan Beras Menggunakan Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan," *Penelit. Pertan. Tananman Pangan*, vol. 32, no. 2, pp. 91–97, 2013.
- [5] M. G. Alfianto, R. N. Whidhiasi, and M. Maimunah, "Identifikasi Beras Berdasarkan Warna Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System," *PIKSEL Penelit. Ilmu Komput. Sist. Embed. Log.*, vol. 5, no. 2, pp. 51–59, 2018.
- [6] Y. Hu, Y. Du, L. San, and J. Tian, "Research on Rice Grain Shape Detection Method Based on Machine Vision," *2019 5th Int. Conf. Control. Autom. Robot. ICCAR 2019*, pp. 300–304, 2019.
- [7] J. Sahertian and A. Sanjaya, "Deteksi Buah Pada Pohon Menggunakan Metode SVM dan Fitur Tekstur," *Semmas Teknomedia*, pp. 19–24, 2017.
- [8] H. Kaur and B. Singh, "Classification and Grading Rice Using Multi-Class SVM," *Int. J. Sci. Res. Publ.*, vol. 3, no. 4, pp. 1–5, 2013.
- [9] B. Verma, "Image processing techniques for grading & classification of rice," *2010 Int. Conf. Comput. Commun. Technol. ICCCT- 2010*, pp. 220–223, 2010.
- [10] S. Widyarto *et al.*, "Wood texture detection with conjugate gradient neural network algorithm," *Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. Informatics*, vol. 4, no. September, pp. 244–249, 2017.
- [11] D. Mohan and R. Muruganath Gopal, "Quality analysis of rice grains using ANN and SVM," *J. Crit. Rev.*, vol. 7, no. 1, pp. 395–402, 2020.
- [12] P. Neelamegam, S. Abirami, K. Vishnu Priya, and S. R. Valantina, "Analysis of rice granules using image processing and neural network," *2013 IEEE Conf. Inf. Commun. Technol. ICT 2013*, no. Ict, pp. 879–884, 2013.
- [13] S. Agus Supriatna, D. Emmy, and A. I Wayan, "Identifikasi Mutu Fisik Beras Dengan Menggunakan Teknologi Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan," *J. Pascapanen*, pp. 95–103, 2013.
- [14] B. Lurstwut and C. Pornpanomchai, "Image analysis based on color, shape and texture for rice seed (*Oryza sativa* L.) germination evaluation," *Agric. Nat. Resour.*, vol. 51, no. 5, pp. 383–389, 2017.
- [15] J. Itsarawisut and K. Kanjanawanishkul, "Neural Network-based Classification of Germinated Hang Rice Using Image Processing," *IETE Tech. Rev. (Institution Electron. Telecommun. Eng. India)*, vol. 36, no. 4, pp. 375–381, 2018.
- [16] Y. Wu, Z. Yang, W. Wu, X. Li, and D. Tao, "Deep-rice: Deep multi-sensor image recognition for grading rice," *2018 IEEE Int. Conf. Inf. Autom. ICIA 2018*, no. August, pp. 116–120, 2018.
- [17] S. Saidah, M. B. Adinegara, R. Magdalena, and N. K. Caecar, "Identifikasi Kualitas Beras Menggunakan Metode k-Nearest Neighbor dan Support Vector Machine," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 5, no. 2, pp. 114–121, 2019.
- [18] N. Dollawat and P. Punpiti, "Image Analysis of Broken Rice Grains of Khao Dawk Mali Rice," *IEEE*, pp. 115–120, 2015.
- [19] N. Nagoda and L. Ranathunga, "Rice Sample Segmentation and Classification Using Image Processing and Support Vector Machine," *2018 13th Int. Conf. Ind. Inf. Syst. ICIIS 2018 - Proc.*, no. 978, pp. 179–184, 2018.