

RINGKASAN

Pisang Cavendish merupakan salah satu komoditas dalam sektor pertanian yang mempunyai banyak nilai komersial yang menjanjikan. Buah pisang sangat rentan terhadap kerusakan, terutama pada kulitnya yang mudah rusak (*perishable*). Salah satu kerusakan yang sering terjadi yaitu kerusakan mekanis. Kerusakan mekanis merupakan kerusakan yang terjadi karena adanya lecet, terkelupas dan memar. Pendeteksian kerusakan mekanis sangat diperlukan guna meminimalisir adanya kerugian. Pemanfaatan pengolahan citra digital memungkinkan mesin komputer mengenali citra buah layaknya manusia terutama dalam menentukan tingkat kerusakan buah. Suatu teknologi membutuhkan sistem untuk dapat mendeteksi dan mengklasifikasikan tingkat kerusakan mekanis pada buah. Metode CNN dan SVM dapat diterapkan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kerusakan mekanis pada buah pisang Cavendish. Penelitian ini bertujuan untuk 1) Mengetahui dampak kerusakan mekanis akibat benturan pendulum terhadap luas memar dan susut bobot pisang. 2) Mengetahui kinerja metode CNN dan SVM dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan kerusakan memar pada buah pisang Cavendish.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pusat Riset Teknologi Tepat Guna Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Subang, Jawa Barat dari bulan November 2024 sampai April 2025. Sebanyak 64 buah pisang Cavendish tanpa cacat permukaan dipilih dari sampel yang telah disiapkan sebelumnya untuk dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan. Metode pengambilan sampel penelitian dilakukan dengan melakukan percobaan benturan pendulum dari ketinggian 30 cm pada bagian tengah pisang Cavendish dengan variasi berat pendulum 50 gram, 100 gram, dan 150 gram. Kemudian pisang disimpan selama 3 hari pada suhu ruang ($\pm 24^{\circ}\text{C}$) dan pengambilan data citra, luas memar dan berat pisang dilakukan di 0 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Variabel yang diukur adalah luas memar, susut bobot, dan perubahan nilai rata-rata RGB. Data citra yang diperoleh dianalisis menggunakan algoritma CNN dan data luas memar, susut bobot, dan nilai rata-rata RGB dianalisis menggunakan algoritma SVM untuk deteksi dan klasifikasi kerusakan yang terjadi pada kelompok perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan mekanis akibat benturan bola pendulum berpengaruh signifikan terhadap luas memar pisang Cavendish, dimana energi benturan yang lebih besar menghasilkan memar lebih luas selama 72 jam penyimpanan. Sebaliknya, perbedaan berat pendulum tidak berpengaruh signifikan terhadap susut bobot, yang lebih mempengaruhi peningkatan persentase susut bobot oleh sifat klimaterik pisang dan aktivitas metabolisme pascapanen. Dari kedua metode yang diujikan, SVM memiliki performa yang lebih optimal karena mampu mengolah data numerik yang secara langsung merepresentasikan kondisi pisang tidak memar dan pisang memar. Kinerja metode SVM memperoleh akurasi mencapai 94% dan memiliki nilai rata-rata *macro precision* sebesar 94%, *recall* sebesar 91%, dan *F1-score* sebesar 92%. Sedangkan metode CNN menghasilkan akurasi sebesar 82% dengan nilai rata-rata *macro precision* sebesar 83%, *recall* sebesar 82%, dan *F1-score* sebesar 82%.

SUMMARY

Cavendish banana is one of the commodities in the agricultural sector that has many promising commercial values. Banana fruit is very susceptible to damage, especially on its perishable skin. One of the damages that often occurs is mechanical damage. Mechanical damage is damage that occurs due to blisters, peeling and bruising. Detection of mechanical damage is needed to minimize losses. The use of digital image processing allows computer machines to recognize fruit images like humans, especially in determining the level of fruit damage. A technology requires a system to be able to detect and classify the level of mechanical damage on fruit. CNN and SVM methods can be applied to detect and classify mechanical damage on Cavendish banana fruit. This research aims to 1) Knowing the impact of mechanical damage due to pendulum impact on the area of bruising and weight loss of banana fruit. 2) Knowing the performance of CNN and SVM methods in detecting and classifying bruises damage on Cavendish banana fruit.

The research was conducted at the Laboratory of the Appropriate Technology Research Center of the National Research and Innovation Agency (BRIN) in Subang, West Java from November 2024 to April 2025. A total of 64 Cavendish bananas without surface defects were selected from previously prepared samples to be divided into 4 treatment groups. The research sampling method was carried out by conducting a pendulum impact experiment from a height of 30 cm on the center of Cavendish bananas with variations in pendulum weight of 50 grams, 100 grams, and 150 grams. The bananas were then stored for 3 days at room temperature ($\pm 24^{\circ}\text{C}$) and data were taken on the image, bruise area, and banana weight at the 0th hour, 24th hour, 48th hour, and 72nd hour. The measured variables are bruise area, weight loss, and changes in average RGB value. The image data obtained were analyzed using CNN algorithm and the data of bruise area, weight loss, and average RGB value were analyzed using SVM algorithm to detect and classify the damage that occurred in the treatment groups.

The results showed that mechanical damage due to pendulum ball impact had a significant effect on bruise area in Cavendish bananas, where greater impact energy resulted in more extensive bruising during 72 hours of storage. In contrast, different pendulum weights had no significant effect on weight loss, which was more influenced by banana climatic properties and postharvest metabolic activity. Of the two methods tested, SVM had a more optimal performance because it was able to process numerical data that directly represented the conditions of non-bruised and bruised bananas. The performance of the SVM method obtained an accuracy of 94% and had an average macro precision of 94%, recall of 91%, and F1-score of 92%. While the CNN method produces an accuracy of 82% with an average value of macro precision of 83%, recall of 82%, and F1-score of 82%.