

## Klasifikasi Kematangan *Musa Paradisiaca L* Berbasis Warna Kulit Menggunakan Metode *Decision Tree*

Ahmad Luthfi Baihaqi<sup>1</sup>, Tegar Palyus Fiqar<sup>2</sup>, Bobby Mugi Pratama<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Kalimantan Timur, 76127, Indonesia

e-mail: <sup>\*1</sup>11181004@student.itk.ac.id, <sup>2</sup>tegar@lecturer.itk.ac.id, <sup>3</sup>bmpratama@lecturer.itk.ac.id

---

Diterima  
17-01-2023

Direvisi  
12-08-2023

Disetujui  
24-10-2023

---

**Abstract:** Bananas are one of the cultivated products that contribute significantly to domestic fruit production. With the increasing market demand for bananas, farmers have the opportunity to further optimize the quality of bananas they produce in their gardens. In terms of meeting the market share standards in the horticultural sector is a goal that needs to be achieved. The technique used is Hue Saturation Value (HSV) used to classify banana images. Then the maturity is determined using a decision tree. The image data of 150 fruits were divided into 2 categories, namely 100 training data and 50 test data, then the test data were divided as a comparison of 70:30, 80:20 and 90:10. Based on the results of the decision tree analysis, bananas are declared raw if the color mode is  $\leq 31.5$ , bananas are declared half-ripe if the color mode is  $\leq 31.5$ , bananas are considered ripe if the color mode is  $\leq 21.5$ , bananas are said to be overripe if in the shade mode  $\leq 20.5$  and bananas are said to be rotten if in the shade mode  $\leq 14.5$ . Based on all comparisons between training data and test data, the best accuracy achieved is 100 with a ratio of 80:20. The calculation in this study was achieved to clearly distinguish banana fruit in terms of its maturity threshold.

**Keywords:** Dataset Color; A kind of Banana; Image Processing; HSV method; Decision Tree.

**Abstrak:** Pisang merupakan salah satu produk budidaya yang memberikan kontribusi signifikan terhadap produksi buah dalam negeri. Dengan meningkatnya permintaan pasar terhadap pisang, para petani mempunyai peluang untuk lebih mengoptimalkan kualitas pisang yang mereka hasilkan di kebunnya. Dalam hal memenuhi standar pangsa pasar di sektor hortikultura adalah tujuan yang perlu dicapai. Teknik yang dipakai ialah *Hue Saturation Value (HSV)* dipergunakan mengklasifikasikan citra pisang. Kemudian kematangan ditentukan dengan menggunakan pohon keputusan. Data gambar sebanyak 150 buah tersebut dibagi menjadi 2 kategori yaitu 100 data latih dan 50 data uji, kemudian data uji tersebut dibagi sebagai perbandingan 70: 30, 80:20 dan 90:10. Berdasarkan hasil analisis pohon keputusan, pisang dinyatakan mentah jika modus warnanya  $\leq 31,5$ , pisang dinyatakan setengah matang jika modus warnanya  $\leq 31,5$ , pisang dianggap matang jika modus warnanya  $\leq 21.5$ , pisang dikatakan terlalu matang jika dalam mode naungan  $\leq 20.5$  dan pisang dikatakan busuk jika dalam mode naungan  $\leq 14,5$ . Berdasarkan seluruh perbandingan antara data latih dan data uji, akurasi terbaik yang dicapai adalah 100 dengan perbandingan 80:20. Perhitungan pada penelitian ini tercapai membedakan secara jelas buah pisang ditinjau dari ambang kematangannya.

**Kata kunci:** Dataset warna; Jenis pisang; Pengolahan Citra; Metode HSV; *Decision Tree*.

---

### I. PENDAHULUAN

Pisang yang dikenal juga dengan nama (*Musa Paradisiaca*) merupakan tanaman yang banyak mengandung karbohidrat dan vitamin. Pisang juga merupakan buah lokal yang dikaitkan dengan sektor industri atau agroindustri karena tumbuhnya industri pengolahan produk hortikultura, misalnya UMKM produksi pisang goreng dll (Binuang, Tapin, Kurniawan, Santoso, & Rosni,

2019). Pisang juga merupakan buah yang bernilai ekonomi tinggi dan membawa peluang komersial yang menjanjikan. Namun di Indonesia, perawatan pohon pisang di tingkat rumah tangga dan perkebunan terkadang kurang efektif. Oleh karena itu, produksi pisang di Indonesia tidak mampu bersaing di pasar internasional karena kualitas yang relatif rendah. Ada dua cara untuk menentukan panen pisang. Pisahkan terlebih dahulu bunga pisangnya, hitung jumlah hari mulai mekar hingga panen, atau periksa bentuk buahnya. Sebelum dipanen, perhatikan kualitas dan warna pisang yang sudah matang. Jika buah pisang sudah lewat panen dan busuk maka nilai penjualan pada agroindustri akan menurun khususnya pada subsektor buah lokal. (Indarto & Murinto, 2017).

Oleh karena itu, perlu dirancang sistem penilaian kematangan pisang yang dapat membantu mencegah permasalahan tersebut. Sistem penilaian kematangan pisang membantu menentukan apakah pisang sudah matang atau mentah. Berdasarkan permasalahan diatas, penulis melakukan penelitian terkait pengklasifikasian kematangan tanaman pisang raja (*Musa paradisiaca L.*) berdasarkan warna kulit dengan pengolahan citra spasial HSV menggunakan metode pohon. Hal ini dilakukan guna mencari cara untuk menciptakan sistem grading yang mampu menentukan tingkat kematangan buah pisang berdasarkan gambar buah pisang yang diambil. Pisang raja juga merupakan pisang yang populer di Indonesia sehingga penulis ingin membahas topik tersebut.

Dalam pembuatan sistem klasifikasi ini, *Hue Saturation Value* (HSV) merupakan metode yang digunakan dan Pohon Keputusan (*Decision Tree*). Nilai saturasi warna (HSV) digunakan karena terdapat warna yang identik dengan yang dilihat mata manusia, dan banyak aplikasi yang menggunakan warna HSV. model. (Setiawan, 2019).

Pohon keputusan adalah metode klasifikasi yang menggunakan aturan untuk mengambil keputusan dalam bentuk pohon untuk mendapatkan kemungkinan suatu hasil. Pohon keputusan juga memiliki keuntungan karena mudah dibaca, dipahami, dan dipersiapkan tanpa harus melakukan perhitungan yang rumit. (Bahri, 2020) (Novita Ranti Muntiari; Khoirun Nisa; et al., 2023). Contoh penelitian sebelumnya yang menggunakan pohon keputusan dan HSV adalah penelitian Robianto yang mengklasifikasikan kualitas buah jeruk berdasarkan karakteristik warna dan ukuran, dengan karakteristik warna yang digunakan sebagai HSV. Berdasarkan implementasi yang dilakukan, hasil akurasi yang diperoleh sebesar 92%. (Robianto, Sitorus, & Ristian, 2021).

Berdasarkan penelitian yang telah *publish*, penulis terdorong untuk bergerak dengan melakukan penelitian yang menggunakan pohon keputusan dan HSV tentang pengklasifikasian kematangan pohon pisang berdasarkan warna kulit untuk mengetahui tingkat akurasi yang dicapai dan cara kerja metode tersebut ketika digunakan untuk membuat klasifikasi. sistem. Penerapan pengolahan citra, metode pohon keputusan dan nilai saturasi warna (HSV) diharapkan dapat memberikan hasil klasifikasi kematangan pisang yang akurat tanpa hambatan dan dapat diimplementasikan oleh instansi yang terkait dan lapisan elemen masyarakat Indonesia, untuk meningkatkan nilai perekonomian industri melalui subsektor.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *decision tree* untuk mengklasifikasi kematangan buah pisang tersebut. Pohon keputusan adalah metode klasifikasi yang mengimplementasi struktur pohon untuk mengklasifikasikan data untuk mengambil nilai keputusan dari model pohon keputusan. Pada pohon keputusan terdapat daun-daun yang menggambarkan setiap lapisan, di bagian atas terdapat simpul yang merupakan simpul akar. Setiap poin mempunyai nilai masukan dan keluarannya sendiri. Pada label kelas diwakilkan dengan adanya daun pada pohon keputusan (Robianto et al., 2021).

### 1. Studi Literatur

Studi literatur dikerjakan melalui membaca berbagai jurnal maupun buku mengenai pengolahan citra, *Hue Saturation Value* (HSV), dan *OpenCv Python*. Hasil studi mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang telah dipublikasi tersebut akan dijadikan sebagai pedoman atau acuan dalam menjalankan penelitian. Teknik studi literatur ini bertujuan untuk mendapatkan

pengetahuan mengenai metode-metode yang cocok untuk diterapkan pada permasalahan yang akan sedang diteliti.

## 2. Melakukan Wawancara

Pada tahap melakukan wawancara ialah wawancara dengan seorang petani pisang Desa Batu Kajang yang bernama Bapak Rapi'i. Hasil dari wawancara menunjukkan bahwa memiliki pisang memiliki warna yang berbeda-beda dari tingkat kematangannya.

## 3. Pengumpulan Dataset

Pada tahapan pengumpulan *dataset* akan dilakukan dengan mengambil citra menggunakan kamera hp dari beberapa buah pisang sebagai pembuatan dataset klasifikasi. Citra atau gambar yang diperlukan ada sebanyak 150 citra yang memiliki resolusi 1417 x 606 pixel untuk pembuatan sistem klasifikasi tersebut.

## 4. Input Label Citra Pisang

Pada tahap *input label* citra pisang, citra yang akan dijadikan sebagai alat sistem untuk mengidentifikasi kematangan pisang akan dilakukan *labelling* untuk membedakan kategori kematangan pisang yaitu belum matang, setengah matang dan matang.

## 5. Penginputan Citra Pisang

Pada tahapan Penginputan citra pisang, akan diinputkan suatu citra dengan buah pisang dengan didalamnya untuk mengklasifikasi kematangan pisang tersebut. Citra tersebut akan diinput kedalam sistem untuk dilakukan suatu klasifikasi kematangan pisang yang ada di citra tersebut.

## 6. Melakukan Cropping Citra

Pada tahap *Cropping* Citra, akan dilakukannya *resize* untuk mengecilkan ukuran *pixel* citra tersebut kemudian *cropping* untuk *crop* dan segmentasi citra tersebut agar citra pisang tersebut akan fokus kearah pisang tersebut dengan mencari titik tengah citra tersebut. *Cropping* akan dilakukan dengan menggunakan teknik *slicing array* (matriks) untuk memilih titik tengah citra tersebut yang akan *dicrop* menjadi 20 x 20 *pixel* dan akan disimpan.

## 7. Menghitung nilai normalisasi RGB

Pada tahap menghitung nilai normalisasi RGB, akan dihitung nilai RGB dari citra tersebut. RGB adalah ruang warna aditif yang mempunyai warna primer yakni merah, biru, dan hijau yang dicampurkan dengan berbagai cara untuk menciptakan susunan warna yang luas. Untuk menghitung nilai RGB dari citra tersebut akan digunakan rumus pada persamaan 1 (Gonzalez & Woods, 2018).

$$r = \frac{R}{255}, \quad g = \frac{G}{255}, \quad b = \frac{B}{255} \quad (1)$$

## 8. Mengkonversi RGB ke HSV

Tahap konversi RGB ke HSV dilakukan dengan menggunakan rumus pada persamaan (2), (3), (4) dan menggunakan fungsi yang ada di *library Opencv* yaitu *cv2.cvtColor* (*COLOR\_BGR2HSV*). Rumus untuk mendapatkan HSV dapat RGB bisa dilihat pada persamaan (2), (3), dan (4) (Deswal & Sharma, 2014)

$$V = \max(r, g, b) \quad (2)$$

$$H = \begin{cases} 0, & \text{jika } \max(r, g, b) = \min(r, g, b) \\ 60^\circ \times \left( \frac{(G - B)}{\max - \min} \bmod 6 \right), & \text{jika } \max(r, g, b) = r \\ 60^\circ \times \left( \frac{(B - R)}{\max - \min} + 2 \right), & \text{jika } \max(r, g, b) = g \\ 60^\circ \times \left( \frac{(R - G)}{\max - \min} + 4 \right), & \text{jika } \max(r, g, b) = b \end{cases} \quad (3)$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{jika Value} = 0 \\ \left( \frac{\max(r, g, b) - \min(r, g, b)}{\max(r, g, b)} \right), & \text{jika Value lain} \end{cases} \quad (4)$$

Keterangan :

$H$	: jumlah <i>hue</i>
$S$	: jumlah pada <i>saturation</i>
$V$	: jumlah pada <i>value</i>
$Max(r, g, b)$	: jumlah <i>maximum</i> dari normalisasi RGB,
$Min(r, g, b)$	: jumlah <i>minimum</i> dari normalisasi RGB.
$R$	: jumlah saluran pada warna merah ( <i>red</i> ),
$G$	: jumlah saluran pada warna hijau ( <i>green</i> )
$B$	: jumlah saluran pada warna biru ( <i>blue</i> )

## 9. Mencari nilai *modus hue*

Dalam tahapan ini, akan dihitung nilai modus dari *hue* menggunakan fungsi *library mode/modus numpy* untuk mendapatkan nilai *hue* dari citra pisang tersebut berapa saja nilai *hue* dari citra tersebut yang memiliki *hue* dengan rentan 32-48 (belum matang), memiliki rentan nilai *hue* antara 25- 30(setengah matang) atau memiliki nilai *hue* rata – rata 21 -24 (matang), nilai *hue* rata – rata 18 -20 (terlalu matang), atau memiliki nilai *hue* 8 - 11 (busuk).

## 10. Melakukan Prediksi memakai *Decision Tree*

Tahap Prediksi memakai *Decision Tree* akan melakukan prediksi menggunakan fungsi yang ada *library scikit-learn* yaitu *Decision Tree Classifier* yang menggunakan algoritma *CART (Classification and Regression Tree)*.

## 11. Menghitung Akurasi

Pada tahap menghitung akurasi, akan dihitung akurasi dari klasifikasi memakai *confusion matrix* dan menggunakan persamaan (5). Matriks konfusi/matriks kesalahan merupakan metode evaluasi kinerja yang dapat digunakan untuk menghitung keakuratan atau mengetahui nilai kinerja suatu metode klasifikasi (Wulansari, 2017).

$$\text{overall accuracy} = \frac{A+B+C+D+E+F}{\sum \text{Total data}} \times 100\% \quad (5)$$

$At_1$  merupakan kelas 1,  $At_2$  ialah kelas 2,  $At_3$  ialah kelas 3,  $At_4$  ialah kelas 4,  $At_5$  ialah kelas 5 dan  $At_6$  ialah kelas 6,  $A+B+C+D+E+F$  adalah jumlah data yang benar dan  $\sum \text{Total data}$  adalah total dari semua data.

### III. HASIL

#### 1. Hasil Wawancara

Hasil wawancara didapatkan dengan melakukan wawancara dengan seorang petani pisang yang berada di Kabupaten paser yang bernama Bapak Rapi'I. wawancara dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kriteria dan ciri – ciri dari kematangan dari suatu pisang. Berikut hasil dari wawancara tersebut.

Pisang yang belum matang ditandai dengan warna hijau, hijau muda dan hijau gelap.

Pisang setengah matang ditandai dengan warna hijau kekuningan akan tetapi rasanya sudah matang tetapi masih agak keras.

Pisang matang memiliki warna kuning sempurna.

Pisang terlalu matang memiliki warna kuning tetapi sudah mau busuk bermunculan bintik coklat.

Pisang coklat dia terlalu matang memasuki pembusukan.

#### 2. Pengumpulan Dataset Citra Pisang

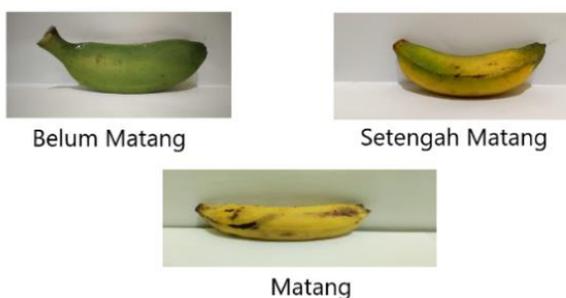
Tahap Pengumpulan *Dataset* Citra Pisang dilakukan dengan menggunakan kamera hp dengan resolusi 1417 x 606. Citra yang akan dikumpulkan sebanyak 150 citra dengan kategori yang berbeda. Citra akan memiliki 5 kategori yang berbeda – beda yaitu Belum matang, Setengah Matang, Matang, Terlalu Matang dan Busuk.



Gambar 1. Contoh Citra.

#### 3. Penginputan Label Citra Pisang

Tahap penginputan *label* citra pisang dilakukan dengan melakukan labelling *di setiap citra* untuk membedakan kategori kematangan pisang yaitu belum matang, setengah matang dan matang.



Gambar 2. Citra yang telah diberi label

#### 4. Penginputan Citra Pisang

Tahap penginputan citra pisang dilakukan dengan akan diinputkan suatu citra dengan buah pisang dengan didalamnya untuk mengklasifikasi kematangan pisang tersebut. Citra tersebut akan diinput kedalam sistem untuk dilakukan suatu klasifikasi kematangan pisang yang ada di citra tersebut.



Gambar 3. Citra yang Diinputkan

#### 5. Melakukan *Cropping* Citra

Pada tahap *cropping* citra, akan dilakukannya *resize* untuk mengecilkan ukuran *pixel* citra tersebut kemudian *cropping* untuk *crop* dan segmentasi citra tersebut agar citra pisang tersebut akan fokus kearah pisang tersebut dengan mencari titik tengah citra tersebut. *Cropping* akan dilakukan dengan menggunakan teknik *slicing array* (matriks) untuk memilih titik tengah citra tersebut yang akan *dicrop* menjadi 20 x 20 *pixel* (Kurniawati & Harto, 2020) (Fadllullah, Arifin, & Navastara, 2016).



Gambar 4. Hasil *Cropping*

#### 6. Konversi RGB ke HSV

Pada tahap Konversi RGB ke HSV, akan digunakan Fungsi *BGR2HSV* untuk mengubah ruang warna citra dari RGB menjadi HSV (*Hue Saturation Value*). RGB ditulis sebagai BGR dikarenakan format citra OpenCV adalah BGR oleh karena itu RGB ditulis menjadi BGR. Berikut hasil dari konversi dari RGB menjadi HSV.



Gambar 5. Hasil Konversi

#### 7. Mencari Nilai Modus Hue

Pada tahap selanjutnya adalah mencari Modus dari Hue dari masing – masing kategori kematangan pisang tersebut. Untuk mencari modus dari citra digunakannya *library numpy* pada gambar 6 untuk menemukan modus dari citra tersebut. Hasil dari modus hue bisa dilihat pada tabel 1 untuk contoh modus hue.

```
#Membuat Fungsi Modus
def find_mode(np_array) :
    vals,counts = np.unique(np_array, return_counts=True)
    index = np.argmax(counts)
    return(vals[index])

Modus_citra = (find_mode(H))
```

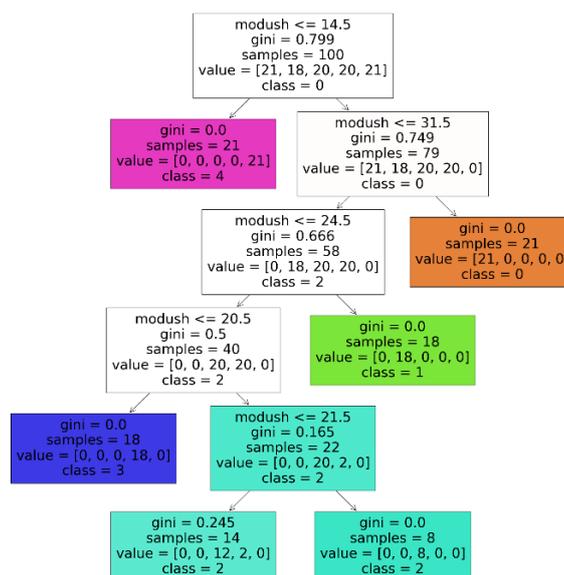
Gambar 6. Fungsi library numpy

Tabel 1. Modus Hue

Pisang	Modus Hue
Matang1	22
Matang2	21
Matang3	24
Setengahmatang1	24
Setengahmatang2	28
Setengahmatang3	28
Belummatang1	39
Belummatang2	32
Belummatang3	32

### 8. Melakukan Prediksi Memakai Decision Tree

Pada tahapan prediksi, akan dicoba untuk menentukan hasil prediksi menggunakan library Decision Tree scikit-learn dengan algoritma CART yang ada pada gambar 7 untuk menentukan kematangan pisang tersebut. memakai citra data uji  $test\ size = 50$ .



Gambar 7. Hasil Program Decision Tree

Berdasarkan gambar 7, diperoleh hasil decision tree yaitu sebagai berikut:

- Modus <= 14,5** maksud tersebut adalah jika modus memiliki nilai 14,5 maka akan menghasilkan kelas busuk dengan indeks 4.
- Modus <=21,5** maksud tersebut adalah jika modus memiliki nilai 21,5 maka akan menghasilkan kelas matang dengan indeks 2.
- Modus <=24,5** maksud tersebut adalah jika modus memiliki nilai 24,5 maka akan menghasilkan kelas matang dengan indeks 2.

**Modus**  $\leq 31,5$  maksud tersebut adalah jika modus memiliki nilai 31,5 maka akan menghasilkan kelas belum matang dengan indeks 0.

## 9. Menghitung Akurasi Menggunakan *Confusion Matrix*

Melakukan perhitungan akurasi dilakukan dengan *confusion matrix* menggunakan *test size* yang berbeda untuk mendapatkan akurasi yang tertinggi. *Test size* merupakan perbandingan data *training* dengan data validasi yang ada di *library scikit-learn*. Berikut hasil perbandingan dari kategori 100:50, 70:30, 80:20 dan 90:10 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel hasil dari semua perbandingan

Perbandingan data training dengan data validasi	Hasil Akurasi
100 data <i>training</i> : 50 data validasi	96%
70 data <i>training</i> : 30 data validasi	97%
80 data <i>training</i> : 20 data validasi	100%
90 data <i>training</i> : 10 data validasi	100%

## IV. PEMBAHASAN

Hasil prediksi dari klasifikasi kematangan pisang raja yang ditunjukkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil prediksi yang paling bagus adalah 100%. Setelah berhasil mendapatkan hasil prediksi yang bagus, akan dibuat *gui* menggunakan *library python tkinter* untuk bisa menampilkan hasil dari pembuatan model prediksi tersebut. Tampilan pada hasil klasifikasi dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Tampilan GUI hasil klasifikasi

## V. KESIMPULAN

Klasifikasi nilai kematangan pada buah pisang *Musa paradisiaca L* berdasarkan warna yang memanfaatkan pengolahan citra pada warna HSV berhasil dikembangkan pada *rules* metode 'pohon keputusan'. Dalam pengklasifikasian kematangan buah pisang jenis *Musa paradisiaca L* berdasarkan warna kulit dengan memanfaatkan fitur pengolahan citra warna HSV terdapat perbandingan prediksi yang mencapai hasil 100% dan dapat memprediksi kematangan pisang dengan baik.

## REFERENSI

- Bahri, Z. (2020). Metode Pusat dan Circular Hough Transformation untuk Mendeteksi Lingkaran pada Sebuah Citra. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 11(2), 301–310. doi:10.31849/digitalzone.v11i2.5086
- Binuang, D. I. K., Tapin, K., Kurniawan, P., Santoso, D., & Rosni, M. (2019). ANALISIS KINERJA USAHA INDUSTRI PENGOLAHAN PISANG ( STUDI KASUS USAHA

- KERIPIK PISANG “ HAPPY ” BINUANG ) Performance Analysis of Banana Home Industry in Binuang Sub District , Tapin District ( Case Study on “ Happy ” Banana Chips ), 3(4), 198–207.
- Deswal, M., & Sharma, N. (2014). A Simplified Review on Fast HSV Image Color and Texture Detection and Image Conversion Algorithm, 3(5), 1216–1222.
- Fadlullah, A., Arifin, A. Z., & Navastara, D. A. (2016). Segmentasi Citra Ikan Tuna Menggunakan Gradient-Barrier Watershed Berbasis Analisis Hierarki Klaster dan Regional Credibility Merging. *Jurnal Buana Informatika*, 7(3), 225–234. doi:10.24002/jbi.v7i3.661
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *4TH EDITION Digital image processing*.
- Indarto, & Murinto. (2017). Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS ( Banana Fruit Detection Based on Banana Skin Image Features Using HSI Color Space Transformation Method ). *Jurnal Ilmiah Informatika*, 5(November), 15–21.
- Kurniawati, A., & Harto, D. (2020). Rancang Bangun Sistem Identifikasi Penyakit Ice-Ice Pada Backpropagation, 6(2), 54–59.
- Novita Ranti Muntiari; Khoirun Nisa; Arif Setia Sandi A.; Imam Ahmad Ashari; Kharis Hudaiby Hanif; Ramadya Wahyu Dwinanto. (2023). Comparison of random forest, k-nearest neighbor, and support vector, 2706(1). doi:https://doi.org/10.1063/5.0120218
- Robianto, Sitorus, S., & Ristian, U. (2021). Penerapan Metode Decision Tree Untuk Mengklasifikasikan Mutu Buah Jeruk Berdasarkan Fitur Warna Dan Ukuran, 09(01), 76–86.
- Setiawan, G. (2019). BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local.*, 1(69), 5–24.
- Wulansari, H. (2017). Menggunakan Metode Defuzzifikasi Maximum Likelihood Berbasis Citra Alos Avnir-2. *Bhumi : Jurnal Agraria Dan Pertanahan*, 3(Mei), 98–110.
- Bahri, Z. (2020). Metode Pusat dan Circular Hough Transformation untuk Mendeteksi Lingkaran pada Sebuah Citra. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 11(2), 301–310. doi:10.31849/digitalzone.v11i2.5086
- Binuang, D. I. K., Tapin, K., Kurniawan, P., Santoso, D., & Rosni, M. (2019). ANALISIS KINERJA USAHA INDUSTRI PENGOLAHAN PISANG ( STUDI KASUS USAHA KERIPIK PISANG “ HAPPY ” BINUANG ) Performance Analysis of Banana Home Industry in Binuang Sub District , Tapin District ( Case Study on “ Happy ” Banana Chips ), 3(4), 198–207.
- Deswal, M., & Sharma, N. (2014). A Simplified Review on Fast HSV Image Color and Texture Detection and Image Conversion Algorithm, 3(5), 1216–1222.
- Fadlullah, A., Arifin, A. Z., & Navastara, D. A. (2016). Segmentasi Citra Ikan Tuna Menggunakan Gradient-Barrier Watershed Berbasis Analisis Hierarki Klaster dan Regional Credibility Merging. *Jurnal Buana Informatika*, 7(3), 225–234. doi:10.24002/jbi.v7i3.661
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *4TH EDITION Digital image processing*.
- Indarto, & Murinto. (2017). Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS ( Banana Fruit Detection Based on Banana Skin Image Features Using HSI Color Space Transformation Method ). *Jurnal Ilmiah Informatika*, 5(November), 15–21.
- Kurniawati, A., & Harto, D. (2020). Rancang Bangun Sistem Identifikasi Penyakit Ice-Ice Pada Backpropagation, 6(2), 54–59.
- Novita Ranti Muntiari; Khoirun Nisa; Arif Setia Sandi A.; Imam Ahmad Ashari; Kharis Hudaiby Hanif; Ramadya Wahyu Dwinanto. (2023). Comparison of random forest, k-nearest neighbor, and support vector, 2706(1). doi:https://doi.org/10.1063/5.0120218
- Robianto, Sitorus, S., & Ristian, U. (2021). Penerapan Metode Decision Tree Untuk Mengklasifikasikan Mutu Buah Jeruk Berdasarkan Fitur Warna Dan Ukuran, 09(01), 76–86.
- Setiawan, G. (2019). BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local.*, 1(69), 5–24.
- Wulansari, H. (2017). Menggunakan Metode Defuzzifikasi Maximum Likelihood Berbasis Citra Alos Avnir-2. *Bhumi : Jurnal Agraria Dan Pertanahan*, 3(Mei), 98–110.