

# Literatur Review: Segmentasi Citra Tingkat Kematangan Buah Belimbing

Andika Ramadhani<sup>1\*</sup>, Putri Natalia Telaumbanua<sup>2</sup>, Asri Sastiana<sup>3</sup>, Fatwa Hillah Br. Nasution<sup>4</sup>

Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma, Medan, Indonesia

Author Email: andikaramadhani908@gmail.com<sup>1</sup>, nataliatelaumbanuaputri@gmail.com<sup>2</sup>,  
sastianaasri@gmail.com<sup>3</sup>, fatwahillanasution04@gmail.com<sup>4</sup>

**Abstrak.** Pada konteks pertanian, segmentasi citra memiliki peran yang sangat vital, terutama dalam penilaian kualitas dan pengawasan produk-produk pertanian seperti buah-buahan. Salah satu buah yang menarik untuk dianalisis adalah buah belimbing (*Averrhoa carambola*), yang dikenal dengan bentuknya yang unik dan kaya akan nutrisi. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan metode segmentasi citra yang efektif dan akurat untuk mengidentifikasi permukaan kulit buah belimbing yang tingkat kematangan nya yang sehat dan area yang mengalami kerusakan atau penyakit. Untuk mengidentifikasi dan pemisahan bagian-bagian yang relevan dari citra permukaan kulit buah belimbing, yang sering kali mengalami gangguan oleh kondisi pencahayaan yang tidak merata, tekstur kulit yang kompleks, dan variasi warna yang signifikan. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu studi literatur riview yang mengevaluasi berbagai metode segmentasi yang dapat digunakan, termasuk Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM), K-Nearest Neighbor (K-NN), Naïve Bayes, Ruang Warna CMYK, dan Fuzzy Tsukamoto. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mampu mengidentifikasi tingkat kematangan dan mendeteksi cacat atau penyakit pada buah belimbing dengan akurasi yang tinggi. Implikasi dari penelitian ini adalah peningkatan efisiensi dalam penilaian kualitas buah belimbing, yang dapat membantu petani dan industri pertanian dalam menjaga standar kualitas produk mereka.

**Kata kunci:** Literatur Riview, Segmentasi Citra, Tingkat Kematangan, Buah Belimbing

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat di bidang pertanian telah mendorong berkembangnya penelitian dan inovasi di segala aspek produksi dan pengolahan pertanian. Salah satu aspek yang mendapat perhatian khusus adalah penanganan dan pengolahan buah-buahan yang dipanen, termasuk buah belimbing (*Averroa carambola*). Ada kebutuhan yang kuat bagi pedagang lokal, eksportir, dan petani untuk memanen buah-buahan pada tahap kematangan yang benar dan sesuai untuk menjaga kualitas produk segar dan memastikan buah-buahan tetap aman sebelum mencapai tujuan pasar [1]. Namun dalam penentuan kematangan dan kualitas buah belimbing masih sering menemui kendala, salah satunya adalah identifikasi yang masih dilakukan secara manual, dengan kekurangannya membutuhkan waktu yang lama. Namun jika tidak ditangani dengan baik setelah panen, lambat laun kualitas buah yang dipanen akan menurun [2].

Segmentasi citra permukaan kulit belimbing merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis dan memantau kualitas buah. Teknologi ini melibatkan pemrosesan gambar digital untuk mengidentifikasi dan memisahkan berbagai bagian permukaan kulit berdasarkan karakteristik visual seperti warna, tekstur, dan bentuk. Melalui proses segmentasi, informasi penting tentang kondisi dan kualitas buah dapat diperoleh secara otomatis dan efisien, sehingga membantu petani dan produsen mengambil keputusan yang lebih tepat mengenai penanganan dan distribusi buah. Oleh karena itu, segmentasi gambar permukaan kulit belimbing merupakan langkah awal yang penting dalam proses deteksi otomatis belimbing wuluh. Tujuan dari segmentasi ini adalah untuk memisahkan area permukaan buah yang berbeda, seperti bagian yang sehat, rusak, atau terinfeksi[3].

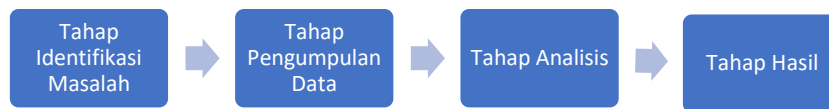
Dalam konteks citra permukaan kulit belimbing, segmentasi gambar dapat membantu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kualitas buah, mendeteksi kerusakan, dan memantau kondisi pertumbuhan belimbing memiliki fitur kulit yang unik dan kompleks sehingga menyulitkan segmentasi gambar[4]. Penggunaan metode segmentasi yang efisien dan akurat penting untuk memperoleh informasi yang relevan dan akurat dari citra kulit belimbing. Oleh karena itu, diperlukan tinjauan literatur untuk mengevaluasi berbagai metode segmentasi yang dapat digunakan, antara lain Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), K-Nearest Neighbors (K-NN), Naive Bayes, ruang warna CMYK, dan Fuzzy. Tsukamoto. Masing-masing teknik tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan yang perlu diperhatikan berdasarkan karakteristik gambar dan tujuan penerapannya. Penelitian ini akan membahas berbagai metode segmentasi citra yang diterapkan pada permukaan kulit belimbing, mengevaluasi kinerja masing-masing metode, dan memberikan analisis komprehensif mengenai efektivitas dan

efisiensi metode tersebut. Selain itu, tantangan dan peluang yang dihadapi dalam penerapan segmentasi citra pada permukaan kulit belimbing juga akan diulas guna mendapatkan pemahaman komprehensif mengenai perkembangan dan prospek penelitian di bidang tersebut. Kajian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi pengolahan belimbing serta mendorong inovasi lebih lanjut.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Tahapan Penelitian

Sebagai bagian dari proses tinjauan literatur, penulis melakukan beberapa langkah untuk membuat perbandingan antar jurnal yang direview. Gambar 1 di bawah menunjukkan tahapan penelitian.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

Berikut keterangan dari tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini:

a. Identifikasi Masalah

Pada tahapan penelitian ini penulis mencari apa yang akan menjadi pembahasan utama dan bagaimana membantu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kualitas buah, mendeteksi kerusakan, dan memantau kondisi pertumbuhan belimbing memiliki fitur kulit yang unik dan kompleks sehingga menyulitkan segmentasi gambar. Penggunaan metode segmentasi yang efisien dan akurat penting untuk memperoleh informasi yang relevan dan akurat dari citra kulit belimbing. Oleh karena itu, diperlukan tinjauan literatur untuk mengevaluasi berbagai metode segmentasi yang dapat digunakan, antara lain Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), K-Nearest Neighbors (K-NN), Naive Bayes, ruang warna CMYK, dan Fuzzy. Tsukamoto.

b. Tahap Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan studi literatur untuk pengumpulan data. Studi literatur ini bertujuan untuk melakukan tinjauan dengan mengumpulkan informasi dari literatur yang relevan dengan menggunakan metode dan pendekatan berbeda yang telah diterapkan pada segmentasi citra permukaan kulit buah belimbing. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran komprehensif tentang kemajuan terkini, teknik yang digunakan, dan tantangan dalam bidang ini dengan mengumpulkan informasi dari literatur yang relevan. Studi ini akan fokus pada temuan-temuan utama dari literatur, termasuk kekuatan dan kelemahan masing-masing teknik serta tantangan yang harus diatasi ketika menerapkannya dalam praktik. Selain itu, kemungkinan pengembangan teknik segmentasi citra untuk meningkatkan efisiensi dan konsistensi penilaian kualitas buah belimbing juga dibahas. Oleh karena itu, hal ini dapat memberikan landasan yang kuat bagi penelitian lebih lanjut guna mengembangkan metode analisis buah secara visual dan otomatis yang lebih efektif dan efisien.

c. Tahap Analisis

Pada tahap analisis terdapat beberapa bagian, berikut adalah tahapan tahapannya:

1. Identifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian

Membandingkan efektivitas dan efisiensi metode Grey Level Co-Occurrence (GLCM), K-nearest neighbour (K-NN), Naive Bayes, Ruang Warna CMYK, dan Fuzzy Tsukamoto dalam segmentasi citra Tingkat kematangan buah belimbing. Menilai performa tiap metode berdasarkan akurasi segmentasi. Mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan masing-masing metode. Mengkaji aplikasi praktis dari metode-metode tersebut dalam konteks pertanian atau industri makanan.

2. Pengumpulan Literatur yang Relevan

Sumber Literatur: Gunakan database akademik seperti IEEE Xplore, Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan lain-lain. Kata Kunci Pencarian: "Grey Level Co-Occurrence (GLCM) for image segmentation", "K-nearest neighbour (K-NN) for fruit skin segmentation", "Naive Bayes image segmentation", "CMYK color space segmentation", "Fuzzy Tsukamoto segmentation", "starfruit skin image analysis".

3. Evaluasi Metode Segmentasi

a) Grey Level Co-Occurrence (GLCM): Analisis penggunaan Grey Level Co-Occurrence (GLCM) untuk ekstraksi tekstur dan bagaimana ini diterapkan dalam segmentasi citra kematangan buah.

- b) K-nearest neighbour (K-NN): Evaluasi K-nearest neighbour (K-NN) sebagai metode klasifikasi berbasis jarak dan efektivitasnya dalam segmentasi citra.
  - c) Naïve Bayes: Tinjau penerapan Naïve Bayes sebagai klasifikasi probabilistik dalam segmentasi citra.
  - d) Ruang Warna CMYK: Kaji bagaimana penggunaan ruang warna CMYK dapat membantu dalam segmentasi berdasarkan perbedaan warna.
  - e) Fuzzy Tsukamoto: Tinjau penggunaan logika fuzzy dan metode Tsukamoto dalam menangani ketidakpastian dalam segmentasi citra.
- d. Tahap Hasil
- Pada tahapan penelitian ini adalah tahapan dimana semua hasil dari review dapat kita lihat dan simpulkan bahwa metode mana yang sangat berpengaruh pada Tingkat kematangan buah belimbing.

## 2.2 Segmentasi Citra

Segmentasi citra merupakan suatu proses pengolahan citra yang bertujuan untuk memisahkan area objek dengan area latar belakang sehingga objek dapat dengan mudah dianalisis dan kemudian diidentifikasi yang melibatkan persepsi visual dalam jumlah besar. Segmentasi citra permukaan kulit belimbing bertujuan mengidentifikasi dan memisahkan bagian-bagian yang relevan pada citra belimbing. Tujuan utamanya adalah memperoleh informasi penting dari gambar, seperti area kulit, bagian yang rusak, atau area yang menunjukkan tanda-tanda penyakit [5].

## 2.3 Citra

Citra adalah gambaran visual yang menyerupai atau meniru suatu benda. Citra digambarkan sebagai array yang ditampilkan dalam piksel, dengan setiap piksel berisi informasi tentang intensitas dan lokasinya. Untuk merepresentasikan suatu gambar digunakan matriks dua dimensi  $f(x, y)$  yang terdiri dari  $M$  kolom dan  $N$  baris [6].

## 2.4 Penilaian Kualitas

Penilaian kualitas kulit buah belimbing melalui segmentasi citra merupakan langkah penting dalam menilai kualitas buah belimbing. Penilaian ini bergantung pada analisis tekstur dan warna, yang keduanya berfungsi sebagai indikator penting kesegaran dan kematangan buah [7]. Tujuan utama penilaian ini adalah untuk mengidentifikasi area kulit yang sehat, menentukan tingkat kematangan, dan mendeteksi tanda-tanda kerusakan atau penyakit. Proses ini berperan penting dalam memastikan buah belimbing yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh industri pertanian. Dengan memanfaatkan teknologi segmentasi citra, penilaian kualitas buah belimbing dapat dilakukan dengan lebih cepat, akurat, dan konsisten, sehingga memberikan manfaat besar bagi petani dan industri pertanian dalam menegakkan standar kualitas produknya [8].

## 2.5 Buah Belimbing

Belimbing (*Averrhoa carambola*) merupakan buah tropis yang populer dengan rasa segar dan nilai gizi yang tinggi. Buah ini memiliki kulit berwarna kuning pucat hingga hijau serta tekstur yang unik dan bervariasi. Permukaan kulit buah belimbing seringkali terdapat garis-garis dan bintik-bintik yang mengganggu penilaian kualitas buah. Pengendalian mutu dan evaluasi kondisi buah belimbing sangat penting untuk memastikan produk yang dihasilkan memenuhi standar pasar dan konsumen. Salah satu tantangan terbesar dalam memantau kualitas belimbing wuluh adalah warna dan tekstur kulitnya yang sangat bervariasi, yang seringkali diperburuk oleh kondisi pencahayaan yang tidak merata saat fotografi [9].

## 2.6 Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)

GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) merupakan salah satu metode untuk mengekstraksi pola permukaan dari suatu citra buah belimbing. Ekstraksi tekstur dilakukan untuk mengekstrak informasi penting dari gambar buah belimbing sebelum digunakan pada proses selanjutnya. Metode GLCM menggunakan beberapa properti pendekatan statistik, seperti energi, entropi, kontras, dan sebagainya [10].

## 2.7 K-Nearest Neighbor (K-NN)

K-Nearest Neighbors (K-NN) adalah algoritma sederhana yang menyimpan semua kasus yang tersedia dan mengklasifikasikan data atau kasus baru berdasarkan ukuran kemiripannya pada buah belimbing. Hal ini terutama digunakan untuk mengklasifikasikan titik data berdasarkan klasifikasi permukaan kulit buah belimbing. KNN cenderung bekerja paling baik pada kumpulan data kecil yang tidak memiliki banyak fitur [11].

## 2.8 Naïve Bayes

Naive Bayes adalah algoritma yang termasuk dalam pembelajaran terawasi. Pengetahuan sebelumnya diperlukan untuk mengambil keputusan [12]. Proses klasifikasi Naive Bayes dilakukan dengan menggunakan data pelatihan yang telah dipartisi sebelumnya menggunakan k-fold cross-validation. Saat melatih dan menguji data, karakter diperoleh secara individual dari fungsi yang ada. Pengklasifikasian yang dilakukan didasarkan pada ciri-ciri warna buah belimbing yang menunjukkan apakah buah belimbing tersebut manis, sedang, atau asam [13].

## 2.9 Ruang Warna CMYK

CMYK adalah singkatan dari Cyan-Magenta-Yellow-Black, biasa juga disebut dengan warna proses atau empat warna [14]. Pengolahan citra digital untuk menyeleksi kematangan buah belimbing dilakukan dalam ruang warna CMYK. Input gambar belimbing, lalu crop gambar belimbing, lalu ubah nilai RGB menjadi nilai CMYK, dan cari nilai rata-rata dari setiap komponen warna. Tambahkan komponen warna yang terdapat pada setiap piksel dan bagi dengan jumlah piksel [15].

## 2.10 Fuzzy Tsukamoto

Fuzzy Tsukamoto yang termasuk dalam kategori Sistem Inferensi metode Fuzzy adalah suatu sistem pengambilan keputusan [11]. Metode yang digunakan Tsukamoto menggunakan aturan internal berupa “sebab-akibat” atau “jika-maka. Fuzzy Tsukamoto awal melibatkan penghitungan aturan yang mewakili himpunan fuzzy. Selanjutnya derajat keanggotaan dihitung berdasarkan aturan tersebut. Setelah keanggotaan diperoleh, langkah selanjutnya dapat diambil. Dalam proses mencari nilai minimum derajat keanggotaan untuk nilai predikat alpha ( $\alpha$ ), kelas berupaya menentukan nilai crisp (z) melalui proses defuzzifikasi. Langkah terakhir ini melibatkan pencarian nilai keluaran menggunakan persamaan yang disediakan.

# 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

## 3.1 Hasil

Pada penelitian literatur review ini penulis melakukan perbandingan dari beberapa jurnal penelitian pengolahan citra seperti melakukan deteksi gambar, Teknik pengambilan gambar, metode dan algoritma yang digunakan, objek yang dijadikan penelitian dan faktor/tujuan yang dilakukan dalam penelitian. Berikut urainnya

No	Nama	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1.	Qurnia Shandy, DKK (2019)	Penerapan Metode Grey Level Co-Occurrence Matriks (GLCM) dan K-Nearest Neighbor (K-NN) Untuk Mendeteksi Tingkat Kematangan Buah Belimbing Bintang	Grey Level Co-Occurrence Matriks (GLCM) dan K-Nearest Neighbor (K-NN)	Pada penerapan kinerja model deteksi tingkat kematangan buah belimbing bintang menggunakan metode KNearest Neighbor dengan fitur ekstraksi Gray Level Cooccurrence Matrix setelah diukur menggunakan Confusion Matrix menghasilkan akurasi sebesar 90% dengan jumlah K-5, dan arah GLCM = 0° dan 135° dengan jarak = 1.
2.	Yisti Vita Via, DKK (2020)	Penerapan Metode Naïve Bayes Sebagai Diagnose	Naive Bayes	Berdasarkan analisa percobaan yang sudah dilakukan dalam penelitian ini diperoleh hasil

Hama Penyakit Tanaman  
 Belimbing

performansi kerja dengan confusion matrix pada 25 data uji dengan nilai presisi sebesar 91,66% dan nilai recall sebesar 90%. Sedangkan untuk JIFTI – Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Robotika Volume 2 Nomor 2 Bulan Desember 2020 32 pengujian akurasi diperoleh hasil 100% ketika menggunakan 75 data training dan hasil 96% dengan menggunakan 25 data uji.

3.	Duwen Imantata Muhammad, DKK (2021)	Penggunaan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk Mengklasifikasi Citra Belimbing Berdasarkan Fitur Warna	K-Nearest Neighbor (K-NN)	Dengan menggunakan algoritma KNN didapatkan akurasi sebesar 93.33% pada percobaan dengan menggunakan nilai K=7. Dari ekstraksi ciri HSV dapat klasifikasikan oleh algoritma KNN, dari penelitian yang dibuat ini algoritma KNN dengan jarak K=7 dapat mengklasifikasikan ciri HSV pada citra buah belimbing dengan keakuratan sebesar 93.33% Bisa dibilang pada penelitian ini semakin tinggi nilai K maka semakin meningkat nilai akurasi, walaupun terjadi penurunan akurasi pada nilai K=9 Pada metode ruang warna CMYK penelitian ini dapat melakukan proses mendeteksi kematangan buah belimbing dengan mencari nilai minimum dan maximum CMYK dari citra acuan untuk ditetapkan menjadi nilai acuan dalam mendeteksi tingkat kematangan buah belimbing. Hasil tingkat kematangan yang diperoleh mempunyai tingkat akurasi yang cukup baik yaitu, 86,66%. Sehingga metode ekstraksi ciri warna dapat digunakan untuk mendeteksi kematangan buah belimbing serta mempercepat proses penanganan pasca panen.
4.	Khairi Ibnutama, DKK (2023)	Seleksi Tingkat Kematangan Citra Buah Belimbing Menggunakan Ruang Warna CMYK	Ruang Warna CMYK	Pada penerapan metode fuzzy tsukamoto identifikasi menghasilkan 2 tipe buah yaitu mentah dan masak. Akurasi keberhasilan dalam mengidentifikasi tipe mentah mencapai 85%. Akurasi keberhasilan dalam mengidentifikasi tipe matang mencapai 75%. Akurasi keberhasilan pada sistem ini dalam mengidentifikasi citra buah
5.	Mulyadi Mulyadi, DKK(2021)	Implementasi Fuzzy Tsukamoto Pada Penentuan Kematangan Citra Buah Belimbing Berdasarkan Warna Rgb	Fuzzy Tsukamoto	

### 3.2 Pembahasan

- a. Qurnia Shandy, DKK  
Pada penelitian ini berjudul “Penerapan Metode Grey Level Co-Occurrence Matriks (GLCM) dan K-Nearest Neighbor (K-NN) Untuk Mendeteksi Tingkat Kematangan Buah Belimbing Bintang” pada tahun 2019. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kematangan buah belimbing bintang perlu dilakukan dengan lebih akurat, handal, efisien, efektif, cepat, atau optimal agar didapatkan nilai akurasi yang tinggi. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah data real dengan cara mengambil foto secara langsung menggunakan kamera Smartphone Samsung A20 dengan resolusi kamera 13 Megapixel. Dengan jumlah data 60 citra gambar buah belimbing dengan. qualization. Hal ini dilakukan karena Histogram equalization adalah proses yang mengubah distribusi nilai derajat keabuan pada sebuah citra sehingga menjadi seragam. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kinerja model deteksi tingkat kematangan buah belimbing bintang menggunakan metode K Nearest Neighbor dengan fitur ekstraksi Gray Level Co occurrence Matrix setelah diukur menggunakan Confusion Matrix menghasilkan akurasi sebesar 90%. Oleh karena itu, Penerapan Metode Grey Level Co-Occurrence Matriks (GLCM) dan K-Nearest Neighbor (K-NN) dapat diandalkan untuk mendeteksi kematangan buah belimbing, sekaligus mempercepat proses penanganan pasca panen.
- b. Yisti Vita Via, DKK  
Pada penelitian ini berjudul “ Penerapan Metode Naive Bayes Sebagai Diagnose Hama Penyakit Tanaman Belimbing “ pada tahun 2020. Penelitian ini bertujuan untuk mencoba membantu petani dalam mendeteksi hama penyakit ini maka diterapkan Metode Naive Bayes dalam pengambilan keputusan. Metode Naive Bayes mengimpletasikan 3 tahapan yaitu menghitung nilai prior peluang hama tanaman belimbing, menghitung nilai likelihood dan menghitung nilai posterior dari nilai prior dan likelihood yang dimana dapat mendeteksi meskipun tingkat keakuratannya tidak 100%. Proses perhitungan metode Naive Bayes dimulai dari proses masukan yang berupa gejala hama dan penyakit tanaman belimbing hingga keluaran berupa jenis hama dan penyakit yang menyerang tanaman belimbing. Berdasarkan analisa percobaan yang sudah dilakukan dalam penelitian ini diperoleh hasil performansi kerja dengan confusion matrix pada 25 data uji dengan nilai presisi sebesar 91,66% dan nilai recall sebesar 90%. Sedangkan untuk JIFTI – Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Robotika Volume 2 Nomor 2 Bulan Desember 2020 32 pengujian akurasi diperoleh hasil 100% ketika menggunakan 75 data training dan hasil 96% dengan menggunakan 25 gata uji. Terdapat 1 kesalahan hasil diagnosa sistem yang dikarenakan hanya memasukkan satu gejala saja sehingga mempengaruhi diagnosa sistem. Untuk itu pada pengujian selanjutnya sebaiknya memasukkan gejala lebih dari satu. Pada penelitian selanjutnya metode Naive Bayes bisa dikombinasi dengan metode lain untuk menutup kekurangan kekurangan pada penelitian ini.
- c. Duwen Imantata Muhammad, DKK  
Pada penelitian ini berjudul “Penggunaan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk Mengklasifikasi Citra Belimbing Berdasarkan Fitur Warna” pada tahun 2021. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi tingkat kematangan buah belimbing berdasarkan citra dengan algoritma K-Nearest Neighbor dan dengan menggunakan metode ekstraksi ciri Hue saturation Value (HSV) guna merubah nilai RGB kedalam nilai HSV dari suatu citra dan dengan menggunakan program Matlab guna membantu proses pengolahan citra digital. Pada penelitian ini, menggunakan buah belimbing berjenis belimbing dewi sebanyak 15 buah dalam pengambilan data. Dari 15 buah belimbing terdapat 5 belimbing mentah, 5 belimbing setengah matang, dan 5 belimbing matang. Proses pengambilan citra dilakukan 5 kali setiap buah dengan cara memutar buah belimbing sesuai dengan sisi nya, jumlah citra yang diambil sebanyak 75 citra yang terdiri dari 25 citra belimbing mentah, 25 citra belimbing setengah matang, dan 25 citra belimbing matang. Pengambilan citra diperoleh dari kamera handphone di kejauhan 20 cm dari buah belimbing yang merupakan objek penelitian. Setelah data didapatkan, hal yang dilakukan yaitu pra proses data. Tahapan pra proses bertujuan untuk mendapatkan ciri dari citra belimbing, tahapan ini dilakukan untuk mempermudah proses perubahan Red Green Blue (RGB) ke Hue saturation Value (HSV). Pada hasil penelitian ini mempresentasikan bahwa akurasi dari nilai  $k=1$ ,  $k=3$ ,  $k=5$ ,  $k=7$ ,  $k=9$ , Didapatkan hasil optimal yaitu  $k=7$ , dengan akurasi = 93.33% dan dengan nilai rata-rata akurasi yaitu 82.66%, Hasil evaluasi sistem diatas menunjukkan kenaikan akurasi terhadap peningkatan nilai K. Tetapi ada penurunan pada  $K=9$  yang nilainya sama dengan  $K=5$ . Oleh karena itu, penggunaan k-nearest

neighbor (knn) untuk mengklasifikasi citra belimbing berdasarkan fitur warna dapat diandalkan untuk mendeteksi kematangan buah belimbing, sekaligus mempercepat proses penanganan pasca panen.

d. Khairi Ibnutama, DKK

Pada penelitian ini berjudul “Seleksi Tingkat Kematangan Citra Buah Belimbing Menggunakan Ruang Warna CYMK” pada tahun 2023. Penelitian ini bertujuan mendeteksi Tingkat kematangan pada buah belimbing dengan pengolahan citra yaitu menggunakan Ruang Warna CYMK (Cyan, Yellow, Magenta, and Black). Proses pengambilan gambar buah belimbing pada bagian Tengah sehingga dapat mendeteksi pada bagian kematangan buah belimbing. Dalam Proses pengolahan citra, peneliti menggunakan metode Ruang Warna CYMK (Cyan, Yellow, Magenta, and Black) dengan menghitung nilai RGB (Red Green Blue) hasil dari cropping citra buah belimbing menggunakan 9 sampel pixel kemudian di normalisasikan ke dalam nilai [0,255]. Hasil dari penelitian ini dapat melakukan proses mendeteksi kematangan pada buah belimbing dengan menggunakan metode ekstraksi ciri pada ruang warna CYMK (Cyan, Yellow, Magenta, and Black) dengan mencari nilai minimum dan maximum CYMK (Cyan, Yellow, Magenta, and Black) dari citra acuan untuk ditetapkan menjadi nilai acuan dalam mendeteksi Tingkat kematangan buah belimbing. Hasil penilaian tingkat kematangan menunjukkan akurasi yang cukup baik, yaitu 86,66%. Oleh karena itu, metode ekstraksi ciri warna dapat diandalkan untuk mendeteksi kematangan buah belimbing, sekaligus mempercepat proses penanganan pasca panen.

e. Mulyadi Mulyadi, DKK

Pada penelitian ini berjudul “ Implementasi Fuzzy Tsukamoto Pada Penentuan Kematangan Citra Buah Belimbing Berdasarkan Warna Rgb “ pada tahun 2021. Pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan kematangan citra buah belimbing berdasarkan warna rgb. Pengambilan data citra belimbing dilakukan secara offline dengan menggunakan kamera digital. Data untuk pelatihan meliputi 200 data buah dengan 100 data mentah dan 100 data matang. Proses pengambilan citra belimbing diambil dengan jarak  $\pm 15$  cm dari permukaan cahaya yang terang dan merata. Objek citra belimbing harus berukuran 100 x 150 piksel dan penamaan file harus secara berurutan dengan tujuan untuk mempermudah proses pencarian. Citra buah belimbing yang digunakan harus dengan format JPEG. Inputan awal yang digunakan pada fungsi keanggotaan metode fuzzy adalah merupakan average dari pixel R, G, dan B dari citra. Hasil perhitungan dari fuzzy tsukamoto dari tiap pixel kemudian akan terlihat pada textbox Ztotal, dari hasil Ztotal tersebut akan menentukan apakah citra buah mentah dan citra buah matang. Hasil dari penelitian ini akurasi keberhasilan dalam mengidentifikasi tipe mentah mencapai 85%. 4. Akurasi keberhasilan dalam mengidentifikasi tipe matang mencapai 75%. 5. Akurasi keberhasilan pada sistem ini dalam mengidentifikasi citra buah menggunakan fuzzy tsukamoto adalah 80 %. Oleh karena itu, metode Fuzzy Tsukamoto dapat diandalkan untuk mendeteksi kematangan buah belimbing.

#### 4. KESIMPULAN

Segmentasi Gambar Tingkat Kematangan Buah Belimbing Pada penelitian ini digunakan matriks Grey Level Co-Occurrence (GLCM), K-nearest neighbour (K-NN), Naive Bayes, CMYK, dan Fuzzy Tsukamoto untuk menentukan tingkat kematangan buah belimbing yaitu sebagai berikut:

- Grey Level Co-Occurrence (GLCM): Metode ini menunjukkan kinerja yang baik dalam analisis tekstur gambar dan segmentasi kematangan buah memberikan hasil yang akurat.
- K-nearest neighbour (K-NN): Ini adalah metode klasifikasi jatuh tempo yang sederhana namun sangat akurat dan efektif.
- Naive Bayes: Metode ini kurang efektif dalam berkontribusi pada peningkatan pemisahan warna, untuk mengidentifikasi tingkat kematangan bisa dikombinasi dengan metode lain untuk menutupi kekurangan pada penelitian ini.
- CMYK: Metode ini dapat diandalkan untuk mendeteksi kematangan buah belimbing, sekaligus mempercepat proses penanganan pasca panen.
- Fuzzy Tsukamoto: Metode ini dapat menangani ketidakpastian data dan memberikan hasil segmentasi yang kuat pada tingkat kematangan buah belimbing.

Seluruh metode yang diulas menunjukkan kemampuan menentukan kematangan belimbing dengan akurasi tinggi. Metode yang paling efektif untuk melihat tingkat kematangan buah belimbing yaitu Grey Level Co-Occurrence (GLCM) ini juga efektif dalam mendeteksi cacat dan penyakit buah, yang penting untuk menjamin kualitas produk. Penerapan metode segmentasi ini meningkatkan efisiensi evaluasi kualitas buah belimbing. Hasil penelitian ini akan membantu petani dan industri pertanian menjaga standar kualitas produk dengan meminimalkan kesalahan dalam penilaian kematangan dan deteksi cacat.

## References

- [1] Shandy, Q., Panna, S. S., & Malago, Y. (2019). Penerapan Metode Grey Level Co-Occurrence Matriks (GLCM) dan K-Nearest Neighbor (K-NN) Untuk Mendeteksi Tingkat Kematangan Buah Belimbing Bintang. *Jurnal Cosphi*, 3(1).
- [2] Via, Y. V., Maulana, H., & Miftakhoneki, S. (2020). Penerapan Metode Naive Bayes Sebagai Diagnosa Hama Penyakit Tanaman Belimbing. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Robotika*, 2(2).
- [3] Muhammad, D. I., Ermatita, E., & Falih, N. (2021). Penggunaan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk Mengklasifikasi Citra Belimbing Berdasarkan Fitur Warna. *Informatik: Jurnal Ilmu Komputer*, 17(1), 9-16.
- [4] Ibnutama, K., Suryanata, M. G., Putri, R. O., & Al Hafiz, A. (2023). Seleksi Tingkat Kematangan Citra Buah Belimbing Menggunakan Ruang Warna CMYK. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, 22(2), 302-310.
- [5] Mulyadi, M., Zulferiadi, Z., & Sakry, S. A. (2021). IMPLEMENTASI FUZZY TSUKAMOTO PADA PENENTUAN KEMATANGAN CITRA BUAH BELIMBING BERDASARKAN WARNA RGB. *Sisfo: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, 5(1).
- [6] Rizal, R. A., Gulo, S., Sihombing, O. D. C., Napitupulu, A. B. M., Gultom, A. Y., & Siagian, T. J. (2019). Analisis Gray Level Co-Occurrence Matrix (GlcM) Dalam Mengenali Citra Ekspresi Wajah: Analisis Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) Dalam Mengenali Citra Ekspresi Wajah. *Jurnal Mantik*, 3(2), 31-38.
- [7] Khairul, A. P. U., Perangin-angin, M. I., Lubis, A. H., Nuzullina, S., & Rahmadhani, D. S. (2018). Implementation of Fuzzy Tsukamoto Algorithm in Determining the Level of Financial Distress in Microfinance Institutions. *Int. J. Sci. Res. Sci. Technol*, 4(11), 09-15.
- [8] Wahyudi, J., & Maulida, I. (2019). Pengenalan Pola Citra Kain Tradisional Menggunakan Glcm Dan Knn. *Jurnal Teknologi Informasi Universitas Lambung Mangkurat (JTIULM)*, 4(2), 43-48.
- [9] Mursalim, M., & Aprilia, T. (2024). Segmentasi Citra Digital berbasis histogram: Systematic Literature Review. *Jurnal Teknik Informatika dan Desain Komunikasi Visual*, 3(1), 58-66.
- [10] Pristian, D. H., Mulyana, D. I., Stepanus, S., & Donald, E. (2022). Klasifikasi Deteksi Hama pada Buah Mangga dengan Citra Digital Sistematis Literatur Review (SLR). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 1978-1983.
- [11] Akbar, M. (2023). LITERATURE REVIEW METODE PENGOLAHAN CITRA PADA UDANG DAN IKAN: LITERATURE REVIEW METODE PENGOLAHAN CITRA PADA UDANG DAN IKAN. *ABEC Indonesia*, 148-160.
- [12] Anisatul, M., & Aeni, K. (2023). Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Belimbing menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN). *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Peradaban*, 4(2), 27-32.
- [13] Al Razaq, D., Badri, F., & Wirateruna, E. S. (2023). Rancang Bangun Konveyor Penyortir Buah Belimbing Berdasarkan Tingkat Kematangan dari Warna Berbasis Arduino Uno. *SCIENCE ELECTRO*, 16(3).
- [14] Sumiasih, I. H., & Nurainani, N. (2023). Kajian Stadia Kematangan dan Jenis Kemasan Selama Pengangkutan Terhadap Mutu Buah Belimbing (Averrhoa Carambola). *Jurnal Ilmiah Respati*, 14(2), 135-143.
- [15] Sundari, S., Siburian, I. N., & Wulan, N. (2023). Mendeteksi Tingkat Kematangan Belimbing Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Transformasi Ruang Warna HSI. *ALGORITMA: JURNAL ILMU KOMPUTER DAN INFORMATIKA*, 7(1).