

Implementasi Metode Thresholding Dalam Mengenali Bentuk Citra Buah Salak

Preddy Marpaung^{1*}, Miftahul Jannah², Bosker Sinaga³

¹Sistem Informasi, Universitas Mahkota Tricom Unggul, Medan, Indonesia

²Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Negeri Medan, Indonesia

³Teknik Informasi, Universitas Mahkota Tricom Unggul, Medan, Indonesia

Email: ¹preddymarpaung2@gmail.com, ²miftahuljannah@polmed.ac.id, ³boskersinaga@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: preddymarpaung2@gmail.com

Abstrak— Pengenalan bentuk objek dalam citra digital merupakan salah satu aspek penting dalam bidang pengolahan citra dan visi komputer. Penelitian ini mengimplementasikan metode thresholding sebagai teknik segmentasi untuk mengenali bentuk buah salak dalam citra digital. Metode thresholding digunakan untuk memisahkan objek utama (buah salak) dari latar belakang berdasarkan perbedaan intensitas piksel. Proses dimulai dengan akuisisi citra buah salak, konversi citra ke skala keabuan, dan penerapan metode thresholding untuk menghasilkan citra biner. Selanjutnya, dilakukan analisis morfologi untuk mengekstraksi fitur bentuk dari objek hasil segmentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode thresholding cukup efektif dalam mengenali bentuk buah salak dengan tingkat akurasi yang baik pada kondisi pencahayaan dan latar belakang yang kontras. Implementasi metode ini dapat menjadi dasar bagi sistem klasifikasi atau buah berbasis citra digital di masa depan.

Kata Kunci: Thresholding, Pengolahan Citra, Segmentasi, Buah Salak, Deteksi Bentuk

Abstract— Object shape recognition in digital images is a crucial aspect of image processing and computer vision. This study implements the thresholding method as a segmentation technique to identify the shape of salak fruit (snake fruit) in digital images. The thresholding technique is applied to separate the main object (salak fruit) from the background based on pixel intensity differences. The process involves image acquisition, grayscale conversion, and the application of thresholding to produce a binary image. Morphological analysis is then conducted to extract shape features from the segmented object. The results indicate that the thresholding method is effective in recognizing the shape of salak fruit, achieving good accuracy under well-contrasted lighting and background conditions. This implementation can serve as a foundation for automated fruit classification or identification systems based on digital image processing.

Keywords: Thresholding, Image Processing, Segmentation, Salak fruit, Shape Detection

1. PENDAHULUAN

Buah Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang kaya akan keanekaragaman hayati, termasuk dalam sektor buah-buahan tropis. Salah satu buah yang cukup populer dan banyak dibudidayakan adalah buah salak (*Salacca zalacca*), atau yang juga dikenal dengan sebutan snake fruit. Buah ini memiliki karakteristik fisik yang unik, seperti bentuknya yang bulat hingga oval, kulit bersisik menyerupai sisik ular, serta tekstur yang khas. Penilaian mutu dan klasifikasi buah salak umumnya dilakukan secara manual, berdasarkan bentuk, ukuran, dan kondisi fisik lainnya. Namun, pendekatan manual ini memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan, konsistensi, dan subjektivitas penilaian. Oleh karena itu, dibutuhkan metode yang lebih objektif dan efisien untuk mendeteksi serta mengenali bentuk buah salak secara otomatis. Dalam bidang pengolahan citra digital, salah satu tahapan penting dalam proses identifikasi objek adalah segmentasi, yaitu pemisahan antara objek utama dan latar belakang citra. Salah satu metode segmentasi yang paling dasar namun masih banyak digunakan hingga saat ini adalah metode thresholding. Metode ini bekerja dengan cara membandingkan nilai intensitas piksel dalam citra skala keabuan terhadap suatu nilai ambang (threshold) yang telah ditentukan. Piksel yang nilainya berada di atas ambang akan diklasifikasikan sebagai objek, sedangkan piksel di bawah ambang akan dianggap sebagai latar belakang. Hasil dari proses ini adalah citra biner yang hanya memiliki dua nilai piksel: putih dan hitam. Meskipun tergolong sederhana, efektivitas metode thresholding sangat bergantung pada pemilihan nilai threshold yang sesuai. Nilai threshold yang tidak tepat dapat menyebabkan hilangnya informasi penting dari objek atau bahkan menggabungkan objek dengan latar belakang, terutama jika perbedaan kontras antara keduanya rendah atau kondisi pencahayaan tidak ideal. Oleh karena itu, pemilihan nilai ambang yang tepat menjadi kunci utama keberhasilan segmentasi menggunakan metode ini. Penelitian-penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa thresholding dapat diterapkan secara efektif untuk mengenali objek alami seperti ikan dan dedaunan, namun kualitas segmentasi sangat dipengaruhi oleh variasi nilai ambang yang digunakan[1],[2],[3].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi implementasi metode thresholding dalam mengenali bentuk buah salak pada citra digital. Fokus utama penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh berbagai nilai ambang terhadap kejelasan bentuk objek hasil segmentasi. Dataset yang digunakan terdiri dari 30 citra buah salak dengan latar belakang yang cukup kontras. Tiga nilai threshold yang berbeda—yaitu 60, 100, dan

150—dipilih untuk dibandingkan dalam menghasilkan citra biner yang mampu menampilkan bentuk buah secara akurat.

Proses implementasi dilakukan menggunakan platform Google Colaboratory (Colab) dengan memanfaatkan pustaka OpenCV untuk pemrosesan citra dan Matplotlib untuk visualisasi hasil. Analisis dilakukan secara kualitatif berdasarkan visualisasi bentuk yang dihasilkan dari masing-masing nilai threshold. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem klasifikasi atau identifikasi buah secara otomatis berbasis citra digital. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga dapat menjadi referensi dalam studi lanjutan terkait pemrosesan citra sederhana namun efektif, yang dapat diimplementasikan pada perangkat komputasi ringan maupun sistem embedded. Pemanfaatan teknologi ini sangat potensial untuk mendukung sektor pertanian dalam rangka meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam penilaian mutu produk secara digital [4].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Studi Literatur

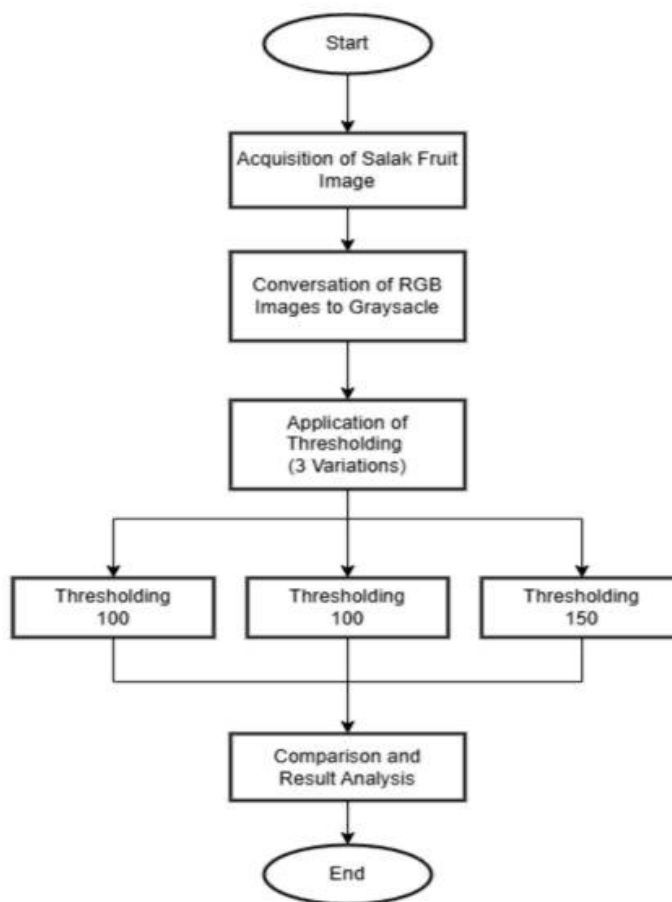
Berisi penjelasan tentang Untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai konsep dan penerapan pengolahan citra digital, khususnya yang berkaitan dengan metode thresholding dalam analisis citra biner, dilakukan tinjauan pustaka secara komprehensif. Kegiatan ini mencakup pengumpulan, pembacaan, dan analisis terhadap berbagai sumber literatur yang relevan dan kredibel. Sumber-sumber tersebut meliputi buku teks ilmiah yang membahas dasar-dasar teori pengolahan citra, jurnal-jurnal ilmiah terkini yang memuat hasil penelitian terkait metode segmentasi thresholding, artikel ilmiah dari konferensi internasional maupun nasional, serta referensi daring terpercaya yang mendukung konteks dan arah penelitian ini [5]. Tinjauan pustaka ini tidak hanya bertujuan untuk memperluas wawasan peneliti terhadap teori dasar dan teknik-teknik yang digunakan dalam pemrosesan citra digital, tetapi juga untuk mengidentifikasi celah penelitian (*research gap*) serta pendekatan yang paling relevan untuk diterapkan pada objek penelitian berupa citra buah salak. Melalui studi literatur yang sistematis, diperoleh informasi mengenai kelebihan dan keterbatasan metode thresholding dalam mendeteksi objek alami, termasuk faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan segmentasi seperti kualitas citra, pencahayaan, dan nilai ambang yang digunakan. Dengan demikian, tinjauan pustaka ini berperan penting dalam membentuk landasan teoritis dan metodologis dari penelitian, sekaligus memastikan bahwa pendekatan yang digunakan sesuai dengan perkembangan keilmuan di bidang pengolahan citra digital.

2.2 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa citra digital buah salak yang diperoleh melalui proses pemotretan menggunakan kamera digital. Citra yang telah diambil kemudian diolah dengan bantuan platform Google Colab untuk menjalankan serangkaian tahapan pengolahan citra. Tahap awal pemrosesan dilakukan dengan mengonversi citra berwarna dalam format RGB ke skala keabuan (grayscale) [3], guna menyederhanakan proses segmentasi. Selanjutnya, diterapkan metode thresholding dengan tiga variasi nilai ambang yang berbeda, yaitu 60, 100, dan 150, dalam skala intensitas piksel 0–255 [1]. Masing-masing nilai ambang menghasilkan citra biner yang merepresentasikan objek dan latar belakang secara kontras. Hasil segmentasi biner dari ketiga nilai threshold tersebut kemudian dianalisis untuk mengevaluasi sejauh mana perbedaan nilai ambang memengaruhi kualitas deteksi bentuk objek buah salak. Analisis ini dilakukan secara visual dan kualitatif untuk menilai ketajaman dan kejelasan bentuk objek yang dihasilkan dari tiap proses thresholding.

2.3 Alur Penelitian

Alur penelitian ini digambarkan dalam bentuk diagram blok yang menunjukkan setiap tahapan proses pengolahan citra buah salak, mulai dari akuisisi citra hingga hasil citra biner yang diperoleh melalui penerapan metode thresholding. Diagram ini memberikan representasi visual dari langkah-langkah penelitian yang dilakukan secara sistematis dan berurutan, guna memudahkan pemahaman terhadap alur kerja yang diterapkan dalam studi ini. Berikut merupakan diagram alur penelitian yang menggambarkan proses lengkap dari input citra hingga output citra hasil segmentasi biner berdasarkan nilai ambang yang digunakan:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini diawali dengan tahapan "Mulai", dilanjutkan dengan proses akuisisi citra buah salak, yaitu pengumpulan data berupa citra digital buah salak yang akan digunakan sebagai data masukan (input) dalam penelitian. Citra yang diperoleh masih dalam format RGB, kemudian dikonversi ke format grayscale untuk menyederhanakan data dan mengurangi kompleksitas pemrosesan. Tahap selanjutnya adalah penerapan metode thresholding dengan menggunakan tiga variasi nilai ambang, yaitu 60, 100, dan 150. Tujuan dari proses ini adalah untuk menghasilkan citra biner yang memisahkan objek buah salak dari latar belakang. Dalam pengolahan citra, thresholding digunakan untuk mengurangi jumlah tingkat keabuan pada suatu citra, sehingga hanya terdapat dua nilai piksel—hitam dan putih. Secara prinsip, thresholding bekerja dengan membandingkan nilai intensitas piksel dalam citra grayscale terhadap suatu nilai ambang (T). Jika nilai intensitas piksel lebih besar dari nilai T , maka piksel tersebut akan diubah menjadi putih. Sebaliknya, jika nilai intensitas piksel sama dengan atau lebih kecil dari T , maka piksel akan diubah menjadi hitam. Dengan demikian, proses binarisasi citra grayscale ini menghasilkan citra biner yang menyederhanakan representasi objek untuk keperluan segmentasi dan analisis lebih lanjut [6].

1. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses Input Citra

Pada penelitian ini, citra yang digunakan sebagai data masukan berupa gambar digital berwarna buah salak dengan model warna RGB (Red, Green, Blue) dan format file JPG. Pemilihan model warna RGB didasarkan pada kenyataan bahwa model ini merupakan standar dalam representasi citra digital berwarna, di mana setiap piksel direpresentasikan melalui kombinasi tiga komponen warna utama—merah, hijau, dan biru. Sementara itu, format JPG (Joint Photographic Experts Group) dipilih karena merupakan format kompresi citra yang umum digunakan. Format ini mampu mengurangi ukuran file secara signifikan tanpa mengorbankan kualitas visual gambar secara drastis, sehingga sangat sesuai untuk pengolahan citra dalam jumlah besar atau pada sistem dengan keterbatasan ruang penyimpanan. Proses pembacaan citra dilakukan menggunakan platform Google Colaboratory (Google Colab), sebuah lingkungan pemrograman berbasis cloud yang mendukung eksekusi kode Python secara interaktif. Dalam penelitian ini, digunakan pustaka OpenCV (Open Source Computer Vision Library), khususnya fungsi "imread()", yang berfungsi untuk memuat dan membaca citra dari direktori file ke dalam memori program sebagai array numerik. Citra yang dibaca pada tahap

ini masih berada dalam model warna RGB, yang nantinya akan dikonversi ke format grayscale guna menyederhanakan data sebelum proses segmentasi menggunakan metode thresholding. Adapun gambar berikut memperlihatkan contoh citra masukan berwarna yang digunakan dalam penelitian sebelum mengalami proses konversi dan segmentasi lebih lanjut.



Gambar 2. Contoh Citra salak

3.2 Proses Konversi Grayscale

Berisi hasil implementasi ataupun pengujian. Setelah citra masukan disiapkan, langkah selanjutnya adalah melakukan konversi model warna. Citra digital buah salak yang semula berada dalam model warna RGB dikonversi ke dalam format grayscale dengan menggunakan fungsi `rgb2gray`. Proses konversi ini bertujuan untuk menyederhanakan data citra dari tiga kanal warna (merah, hijau, dan biru) menjadi satu tingkat intensitas keabuan, sehingga memudahkan tahap-tahap pemrosesan citra berikutnya. Penggunaan citra grayscale sangat umum dalam pengolahan citra digital karena dapat mengurangi kompleksitas data, mempercepat waktu pemrosesan, dan meminimalkan beban komputasi tanpa kehilangan informasi penting mengenai struktur dan bentuk objek dalam citra[5]. Dalam konteks penelitian ini, konversi ke grayscale merupakan tahap penting sebelum penerapan metode thresholding, yang hanya dapat bekerja secara optimal pada citra dengan satu saluran intensitas.

Setelah citra masukan disiapkan, langkah selanjutnya adalah melakukan konversi model warna. Citra digital buah salak yang semula berada dalam model warna RGB dikonversi ke dalam format grayscale dengan menggunakan fungsi `rgb2gray`. Proses konversi ini bertujuan untuk menyederhanakan data citra dari tiga kanal warna (merah, hijau, dan biru) menjadi satu tingkat intensitas keabuan, sehingga memudahkan tahap-tahap pemrosesan citra berikutnya. Penggunaan citra grayscale sangat umum dalam pengolahan citra digital karena dapat mengurangi kompleksitas data, mempercepat waktu pemrosesan, dan meminimalkan beban komputasi tanpa kehilangan informasi penting mengenai struktur dan bentuk objek dalam citra [5]. Dalam konteks penelitian ini, konversi ke grayscale merupakan tahap penting sebelum penerapan metode thresholding, yang hanya dapat bekerja secara optimal pada citra dengan satu saluran intensitas. Gambar berikut menunjukkan hasil konversi citra buah salak dari model warna RGB ke model warna grayscale, yang selanjutnya akan digunakan pada proses segmentasi biner.

3.3 Proses Segmentasi Gambar

Salah satu metode segmentasi yang umum digunakan dalam pengolahan citra digital adalah thresholding. Operasi thresholding bertujuan untuk memisahkan citra menjadi dua area utama, yaitu wilayah objek dan wilayah latar belakang. Dalam proses ini, bagian citra yang termasuk ke dalam objek akan diatur bernilai putih, sedangkan sisanya akan diubah menjadi hitam—atau sebaliknya, tergantung pada logika yang diterapkan[7]. Hasil dari operasi thresholding berupa citra biner, yaitu citra yang hanya memiliki dua tingkat keabuan: hitam dan putih. Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode thresholding biner pada citra buah salak untuk mendeteksi bentuk objek secara lebih jelas dan akurat. Tiga variasi nilai ambang digunakan dalam eksperimen, yaitu 60, 100, dan 150. Masing-masing nilai threshold diterapkan pada 30 citra digital buah salak yang telah dikonversi ke format grayscale sebelumnya. Hasil dari setiap percobaan kemudian dievaluasi berdasarkan seberapa baik bentuk buah salak dapat dipisahkan dari latar belakang citra. Selain itu, dilakukan pula pengamatan terhadap kemunculan noise atau gangguan visual yang mungkin muncul dalam hasil segmentasi. Evaluasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi nilai ambang yang paling optimal dalam menghasilkan segmentasi bentuk objek yang bersih dan representatif [2].



(a) Thresholding 60

(b) Thresholding 100

(c) Thresholding 150

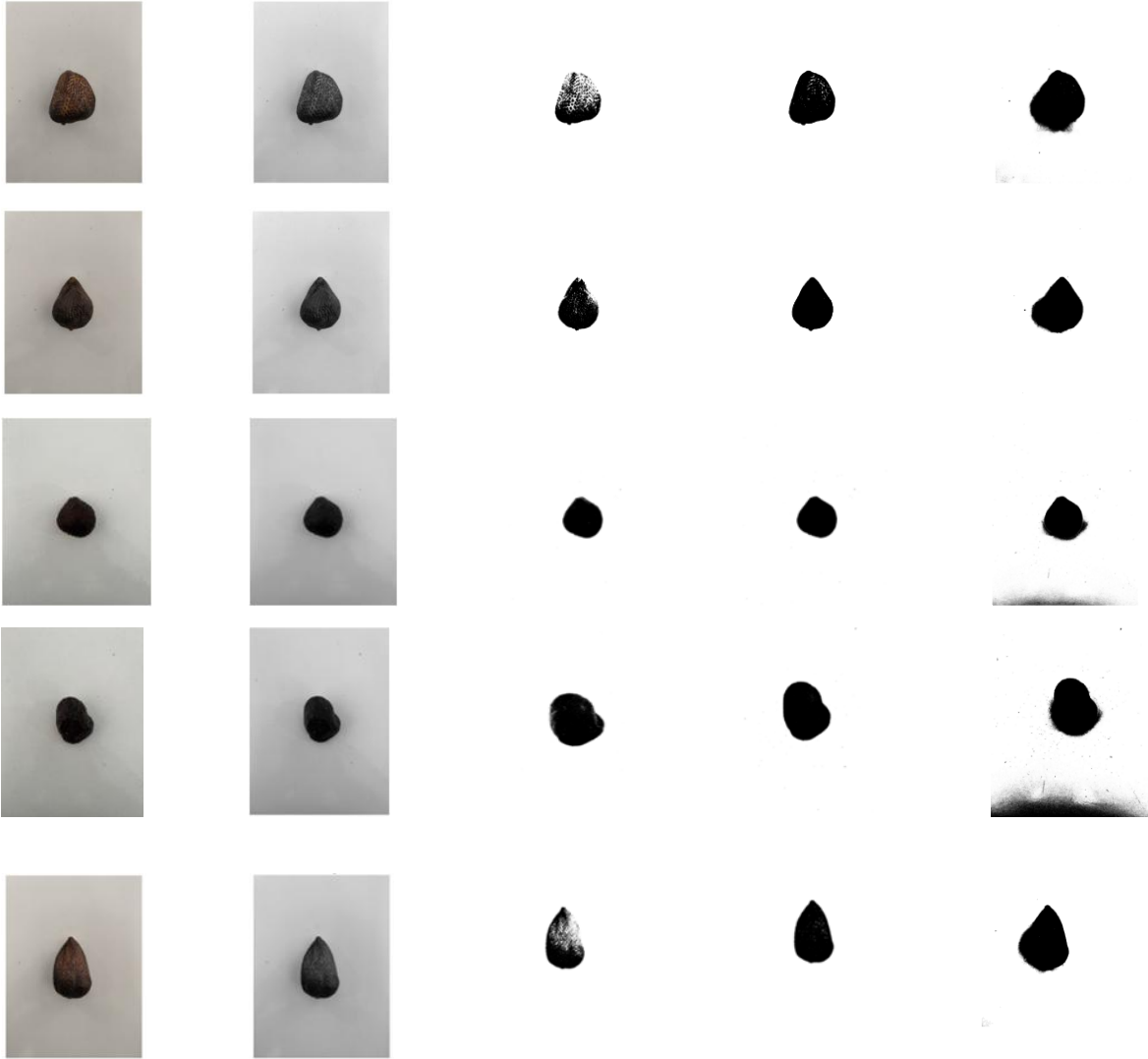
Gambar 3. Perbandingan Hasil Thresholding

3.4 Analisis Hasil Segmentasi

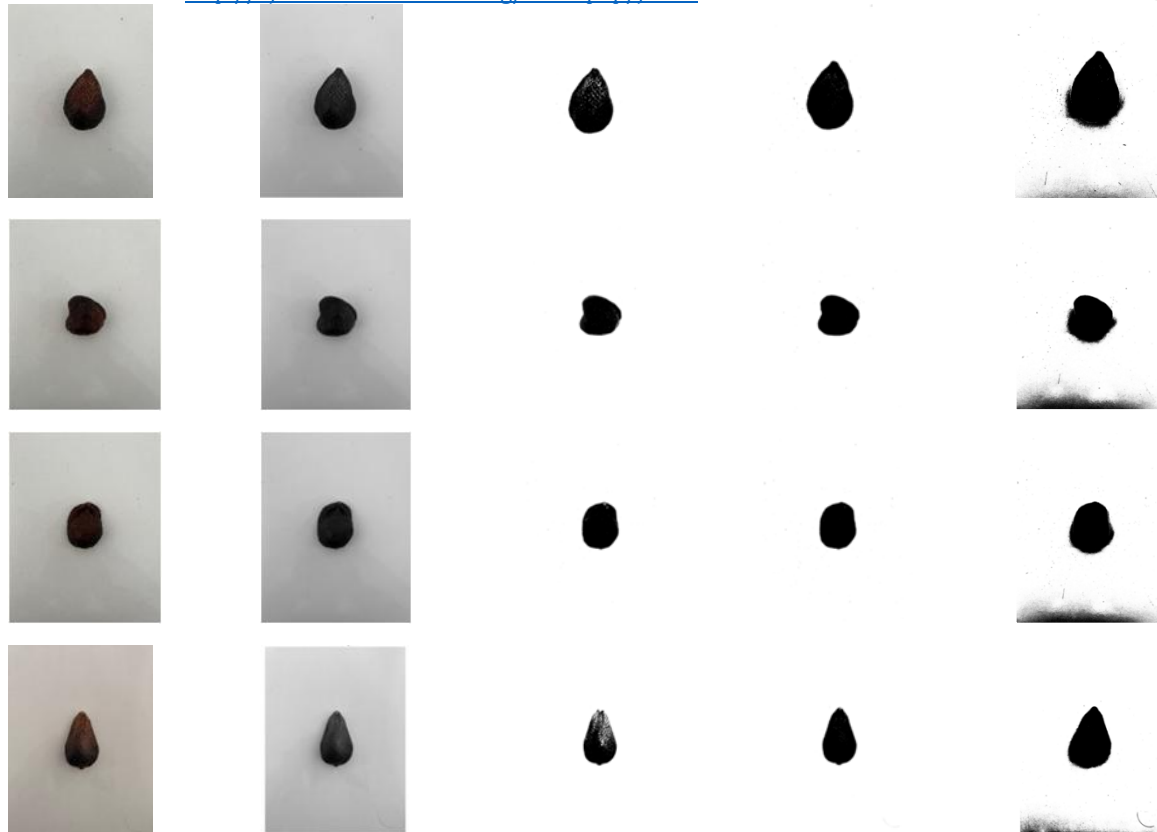
Salah Setelah citra buah salak dikonversi ke format grayscale, tahap selanjutnya adalah melakukan segmentasi menggunakan metode thresholding biner[5]. Proses ini bertujuan untuk memisahkan objek utama (buah salak) dari latar belakang citra secara tegas dengan menghasilkan citra biner. Hasil dari penerapan metode thresholding dengan tiga variasi nilai ambang yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 1, yang memperlihatkan perbandingan visual hasil segmentasi untuk masing-masing nilai threshold.

Tabel 1. Contoh Hasil Pengolahan Citra

RGB	Grayscale	Hasil Thresholding		
		Threshold 60	Threshold 100	Threshold 150
				
RGB	Grayscale	Hasil Thresholding		
		Threshold 60	Threshold 100	Threshold 150
				
				



RGB	Grayscale	Hasil Thresholding		
		Threshold 60	Threshold 100	Threshold 150
				



3.5 Analisis Hasil Segmentasi

Pemilihan nilai threshold memiliki dampak yang signifikan terhadap kejelasan dan ketepatan hasil segmentasi objek[3]. Nilai ambang yang terlalu rendah, seperti 60, tidak mampu secara efektif menghilangkan latar belakang, sehingga menghasilkan citra dengan tingkat noise yang tinggi. Sebaliknya, nilai ambang yang terlalu tinggi, seperti 150, menyebabkan sebagian besar detail objek hilang atau tidak tersegmentasi dengan baik. Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa nilai threshold yang paling optimal untuk citra buah salak adalah 100, karena nilai ini mampu mempertahankan bentuk objek secara utuh, meminimalkan noise, serta menghasilkan pemisahan yang jelas antara objek dan latar belakang. Keberhasilan proses thresholding sangat bergantung pada kemampuan nilai ambang dalam membedakan objek dari latar belakang, yang didasarkan pada distribusi intensitas piksel dalam citra. Temuan ini sejalan dengan prinsip dasar metode thresholding, yang menyatakan bahwa nilai ambang harus cukup representatif untuk memisahkan kedua area tersebut secara jelas [5], [4]. Melalui pengujian yang konsisten terhadap seluruh dataset, diperoleh bukti bahwa nilai threshold 100 memberikan keseimbangan terbaik dalam proses segmentasi citra grayscale buah salak[1], baik dari segi akurasi bentuk objek, kejernihan latar belakang, maupun minimnya gangguan visual.

Tabel 2. Segmentation Results Based on Threshold Values

Nilai Threshold	Kejelasan Bentuk Objek	Image Noise	Bentuk Kontur	Akurasi Visual
60	Rendah (gelap, bentuk objek kurang terlihat)	Tinggi (latar belakang masih tampak jelas)	Tidak tajam	Rendah
100	Tinggi (bentuk salak terlihat jelas)	Rendah	Tajam dan terdefinisi dengan baik	Tinggi
150	Sedang (beberapa bagian)	Rendah	Cukup tajam, tetapi bentuk	Medium

3.6 Analisis Hasil Segmentasi

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan sistem otomatis berbasis pengolahan citra digital, khususnya dalam deteksi bentuk buah seperti buah salak[4]. Salah satu temuan utama yang dapat dijadikan pijakan adalah bahwa pemilihan nilai ambang (threshold) yang tepat memiliki pengaruh langsung terhadap tingkat keberhasilan deteksi objek. Ketepatan dalam memilih nilai threshold tidak hanya menentukan kualitas hasil segmentasi, tetapi juga memengaruhi sejauh mana objek dapat dikenali dan dianalisis lebih lanjut dalam sistem berbasis komputer. Dengan menghasilkan segmentasi yang akurat dan minim gangguan visual, metode thresholding biner yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan potensi besar sebagai metode dasar dalam sistem klasifikasi atau penilaian kualitas buah secara otomatis. Dalam konteks pertanian modern dan industri agroindustri, teknologi ini dapat diterapkan untuk berbagai tujuan, seperti evaluasi mutu pascapanen, penyortiran buah berdasarkan ukuran dan bentuk, serta pengawasan visual dalam lini produksi. Lebih jauh lagi, penerapan thresholding sederhana ini dapat diintegrasikan dengan teknologi lanjutan seperti machine learning dan computer vision, guna meningkatkan kapabilitas sistem dalam melakukan analisis citra secara real-time. Hal ini sangat relevan untuk mendukung otomatisasi di sektor pertanian digital (smart farming), di mana proses identifikasi dan klasifikasi produk dapat dilakukan dengan efisien dan konsisten tanpa intervensi manusia yang bersifat subjektif. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya bersifat eksperimental, tetapi juga memiliki implikasi praktis yang luas untuk pengembangan sistem berbasis citra di masa depan. Penelitian lanjutan dapat mengarah pada penggabungan thresholding dengan teknik segmentasi lanjutan, serta eksplorasi penerapan pada berbagai jenis buah atau komoditas pertanian lainnya. Hal ini diharapkan dapat menjadi kontribusi nyata terhadap digitalisasi proses pertanian dan industri pangan berbasis teknologi.

2. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode thresholding biner berhasil diterapkan untuk proses segmentasi dan deteksi bentuk objek pada citra buah salak. Melalui pengujian terhadap tiga variasi nilai ambang, yaitu 60, 100, dan 150, diperoleh beberapa temuan penting sebagai berikut. Konversi citra RGB ke grayscale merupakan tahapan yang sangat penting, karena mampu menyederhanakan data citra serta memungkinkan penerapan thresholding biner secara lebih efektif. Pemilihan nilai threshold memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kualitas hasil segmentasi. Nilai ambang yang terlalu rendah, seperti 60, cenderung menghasilkan noise dari latar belakang yang masih terbaca sebagai bagian dari objek. Sebaliknya, nilai ambang yang terlalu tinggi, seperti 150, menyebabkan hilangnya detail objek yang seharusnya penting untuk proses identifikasi bentuk. Nilai ambang yang dianggap paling optimal dalam penelitian ini adalah 100. Hal ini dibuktikan melalui hasil segmentasi yang menunjukkan bentuk buah salak secara jelas dan akurat, dengan pemisahan latar belakang yang rapi, detail tekstur objek yang tetap terjaga, serta minimnya gangguan visual (noise). Penerapan metode thresholding biner yang sederhana ini menunjukkan potensi besar untuk dijadikan dasar dalam pengembangan sistem otomatis, baik untuk deteksi bentuk buah, klasifikasi jenis, maupun penilaian kualitas buah berbasis citra digital.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan selama proses penelitian ini, sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENCES

- [1] A. Fahla, A. Jalil, and R. Rahmadewi, "Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Metode Thresholding," *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, vol. 10, no. 2, Oct. 2024.
- [2] M. R. Kumaseh, L. Latumakulita, and N. Nainggolan, "Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Metode Thresholding," in *Program Studi Matematika FMIPA Universitas Sam Ratulangi*, Manado.
- [3] D. L. S. W, "Segmentasi Citra pada Citra Asli Buah Jeruk Berdasarkan Nilai Thresholding," *Journal of Science and Social Research*, vol. VIII, no. 1, pp. 751–756, Feb. 2025.
- [4] M. M. Riska, "Deteksi Area Kerusakan pada Citra Terumbu Karang Akibat Coral Bleaching Berbasis Pengolahan Citra Digital," *Jurnal Innovation and Future Technology (IFTECH)*, vol. 5, no. 2, 2023.
- [5] S. I. Syafi'i, R. T. Wahyuningrum, and A. Muntasa, "Segmentasi Obyek pada Citra Digital Menggunakan Metode Otsu Thresholding," *Jurnal Informatika*, vol. 13, no. 1, pp. 1–8, 2015.
- [6] W. M. Nabella and J. Sampurno, "Nurhasanah, " Analisis Citra Sinar-X Tulang Tangan Menggunakan Metode Thresholding Otsu Untuk Identifikasi Osteoporosis," *POSITRON*, vol. III, no. 1, pp. 12–15, 2013.



- [7] R. Munir, “Aplikasi Image Thresholding untuk segmentasi Objek”, in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2006*, 2006.