

# Segmentasi Citra Menggunakan Pendekatan Trial and Error dan Metode Otsu untuk Identifikasi Objek

Yudha Riwanto<sup>1</sup>, Ingrid Yanuar Risca Pratiwi<sup>2</sup>, Muhammad Ainul Fikri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Teknologi Informasi, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

<sup>3</sup>Teknik Informatika, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember, Indonesia

<sup>1</sup> [yudha.riwato@amikom.ac.id](mailto:yudha.riwato@amikom.ac.id), <sup>2</sup> [ingrid.yanuar@polinema.ac.id](mailto:ingrid.yanuar@polinema.ac.id), <sup>3</sup> [m.ainulfikri@polije.ac.id](mailto:m.ainulfikri@polije.ac.id)

---

## Abstrak

Segmentasi citra merupakan tahapan penting dalam pengolahan citra digital untuk memisahkan objek dari latar belakang agar analisis visual menjadi lebih efektif. Penelitian ini membandingkan dua metode segmentasi citra, yaitu trial and error thresholding dan metode Otsu, dalam mengidentifikasi objek pada citra aurora. Dataset yang digunakan berupa citra RGB aurora yang dikonversi ke grayscale, kemudian disegmentasi menggunakan kedua metode tersebut. Metode trial and error menentukan nilai ambang secara manual berdasarkan histogram, sedangkan metode Otsu secara otomatis menghitung nilai ambang optimal dengan memaksimalkan varians antar kelas. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode Otsu lebih unggul dengan akurasi segmentasi sebesar 92% dan waktu pemrosesan 1,2 detik, dibandingkan metode trial and error yang menghasilkan akurasi 85% dan waktu 2,5 detik. Dengan demikian, metode Otsu dinilai lebih efisien dan konsisten untuk segmentasi citra alami, meskipun masih memerlukan teknik pra-pemrosesan tambahan pada citra dengan noise tinggi.

**Kata kunci:** segmentasi citra, metode Otsu, trial and error, thresholding, pengolahan citra digital, identifikasi objek

---

## 1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, seiring dengan kemajuan teknologi komputer, bidang visual komputer telah mengalami perkembangan yang signifikan. Visual komputer telah memperkenalkan berbagai teknologi canggih dalam pemrosesan gambar digital. Pemrosesan citra digital kini telah berevolusi dari disiplin ilmu yang berkaitan dengan pengolahan data dan kontrol otomatis menjadi bidang penelitian yang mencakup akuisisi citra, termasuk aspek-aspek seperti transmisi, penyimpanan, konversi, tampilan, pemahaman, dan pengembangan citra sebagai disiplin ilmu baru. Berdasarkan tahapan yang berbeda dalam pemrosesan citra digital, proses ini dapat dibagi menjadi tiga tahap utama: pemrosesan citra, analisis citra, dan pemahaman citra (Cheng & Li, 2021).

Teknologi segmentasi gambar merupakan langkah krusial dalam proses pengolahan gambar digital dan memiliki peran yang sangat penting dalam pengembangan teknologi pengolahan gambar. Di satu sisi, kemampuan untuk mengekstrak objek dari gambar memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap proses pengenalan gambar (Zheng et al., 2022). Dalam segmentasi, piksel gambar dikelompokkan ke dalam berbagai wilayah berdasarkan tingkat intensitasnya (Bhandari et al., 2021). Di sisi lain, melalui segmentasi, pengenalan, karakterisasi, dan pengukuran pernyataan, pernyataan

target dapat mengubah gambar asli menjadi bentuk yang lebih abstrak. Hal ini memungkinkan kita untuk menganalisis dan memahami gambar dengan resolusi tinggi dengan lebih baik (Cheng & Li, 2021).

Hingga saat ini, telah dikembangkan ribuan metode untuk segmentasi gambar. Teknologi segmentasi citra ini sangat bermanfaat dan banyak diterapkan dalam berbagai bidang, seperti pemrosesan dokumen, pengenalan objek, citra penginderaan jauh, biomedis, dan berbagai aspek lainnya (Wang et al., 2023). Selain itu, sangat penting untuk membangun hubungan yang tepat pada gambar yang tersegmentasi, sehingga gambar tersebut dapat diakses dan digunakan kembali dengan baik. Di sisi lain, juga perlu menjamin bahwa gambar yang tersegmentasi tetap konsisten dan tidak mengalami perubahan. Proses segmentasi gambar dan ekstraksi fitur mengubah gambar asli menjadi bentuk yang lebih abstrak, yang memungkinkan analisis dan pemahaman gambar secara mendalam. Hal ini menjadi dasar yang kuat untuk penerapan teknologi segmentasi gambar yang lebih baik di masa depan (Cheng & Li, 2021).

Dua metode yang umum digunakan untuk segmentasi citra adalah trial and error thresholding dan metode Otsu. Metode trial and error melibatkan penentuan nilai ambang (threshold) secara manual dengan mencoba berbagai nilai hingga hasil yang diinginkan dicapai. Pendekatan ini seringkali memerlukan pemahaman mendalam tentang

karakteristik citra dan dapat menjadi proses yang memakan waktu, terutama jika citra yang dianalisis memiliki variasi yang signifikan dalam intensitas atau warna [13]. Metode Otsu merupakan teknik otomatis yang berfungsi untuk menentukan nilai threshold optimal dengan memaksimalkan varians antara dua kelas (*foreground* dan *background*) dalam histogram citra (Zheng et al., 2022). Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya yang diuraikan pada literatur review, metode ini diharapkan sangat efisien dan efektif dalam situasi dimana histogram citra menunjukkan distribusi bimodal, yaitu ketika terdapat dua puncak yang jelas, mewakili objek dan latar belakang [26].

Tujuan penelitian ini yaitu menerapkan metode trial and error threshold dan metode Otsu yaitu ingin mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode dan membandingkan efektivitas hasil kedua metode yang akan diimplementasikan pada dataset peneliti. Dataset yang digunakan penulis yaitu menggunakan citra aurora yang didapatkan dari penelitian sebelumnya (Wang et al., 2023).

Untuk mencapai tujuan tersebut, penulis akan melakukan tahapan penelitian yaitu mengubah citra RGB menjadi citra grayscale, kemudian dilakukan segmentasi citra. Angka biner yang didapatkan dari segmentasi citra akan dihitung dengan metode trial and error threshold dan metode Otsu. Dengan menerapkan dua metode ini, Peneliti ingin mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode dan membandingkan hasilnya dalam dataset citra aurora.

Adapun beberapa literatur review dari penelitian sebelumnya yang menggunakan metode Otsu diantaranya pada penelitian Rosyani dan Amalia, dilakukan uji coba segmentasi citra pada 5 jenis bunga obat menggunakan segmentasi k-means dengan nilai  $k=2$  dan  $k=3$ , serta metode otsu. Kedua metode segmentasi tersebut dilakukan tiap metode untuk mendapatkan pola yang sesuai. Tujuannya untuk mendapatkan daerah penting yang dapat dihitung oleh algoritma pengidentifikasian gambar. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan nilai sebesar 96% untuk mengidentifikasi bunga jenis taraxacum laeticolor Dahlst dengan metode segmentasi K-means  $k=2$  (Rosyani & Amalia, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Budiman Baso dan rekan (Baso et al., 2022), Segmentasi citra tenun merupakan langkah yang dilakukan untuk memisahkan bagian area objek (*foreground*) dengan latar belakang (*background*) pada citra tenun, sehingga objek tenun yang tersegmentasi berupa motif dapat diproses untuk keperluan lain seperti pengenalan pola. Pada penelitian ini segmentasi dilakukan menggunakan metode *Otsu thresholding* pada citra tenun timor dengan terlebih dahulu melakukan preprocessing yaitu reduksi noise menggunakan Median Filter. Setelah mendapatkan citra hasil segmentasi menggunakan *Otsu thresholding* dengan Median Filter, selanjutnya melakukan pengukuran performa,

hasil segmentasi dari setiap pengujian dievaluasi dengan menggunakan RAE (*relative foreground area error*) dan ME (*misclassification error*). Hasil segmentasi dari 16 citra tenun timor dari 8 motif yang ada menunjukkan bahwa, segmentasi citra tenun dengan menggunakan metode *Otsu thresholding* dengan menambahkan Median Filter mendapatkan nilai rata-rata RAE terbaik yaitu 0.34 % dan nilai rata-rata ME sebesar 0.55 %. Selanjutnya pada penelitian Sirati dan rekan (Sirait et al., 2022), dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan gizi dalam makanan dengan melakukan segmentasi citra pada *Tray Box*. *Tray box* merupakan jenis kotak bekal makanan yang terdiri dari 4 kompartemen. Nasi, lauk, sayur masing-masing diletakkan pada setiap kompartemen agar tidak saling bercampur dan dapat memperhatikan takaran nilai gizi pada makanan tersebut. Data yang digunakan adalah 31 citra *tray box* (penuh) yang terdiri dari 124 citra kompartemen. Metode *Otsu thresholding* digunakan sebagai metode segmentasi citra makanan pada tray box dengan ruang warna. Tiap channel HSV dipilih sebagai ekstraksi fitur warna untuk proses segmentasi citra kompartemen, rata-rata HSV dan RGB digunakan untuk proses segmentasi citra penuh. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, metode *Otsu thresholding* dengan ruang warna memiliki akurasi yang baik dan memberikan tingkatan kesalahan yang kecil.

Penelitian metode *Otsu thresholding* juga diterapkan pada segmentasi penyakit kanker payudara (Maulida et al., 2022). Penelitian merupakan upaya untuk melakukan deteksi dan segmentasi dengan menggunakan teknik pemrosesan citra terhadap objek yang dicurigai sebagai lesi kanker payudara pada citra mammogram dengan menggunakan metode *Otsu thresholding* dan selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur citra hasil dari segmentasi dengan menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Hasil ekstraksi fitur dari hasil segmentasi citra dari objek lesi kanker payudara tersebut maka dokter dapat mendiagnosa berdasarkan data yang diperoleh atau sebagai diagnosa pembanding dan mampu mempermudah bagi dokter ahli atau para radiolog untuk membedakan citra satu dengan citra yang lainnya. Hasil penelitian menunjukkan metode yang diajukan mampu melakukan deteksi dan segmentasi terhadap lesi kanker payudara dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode yang paling optimal pada segmentasi gambar bunga yang beragam bentuk. selanjutnya terdapat peneliti yang membandingkan Metode *Otsu thresholding* dan *multilevel thresholding* untuk menemukan metode yang baik. Hasil dari kedua metode tersebut menunjukkan bahwa pengukuran nilai *peak signal-to-noise ratio* (PSNR) dengan menggunakan metode *multilevel thresholding* lebih baik dibandingkan dengan metode *Otsu thresholding*, sedangkan nilai root mean square error (RMSE) pada metode *threshold Otsu* lebih baik dibandingkan dengan

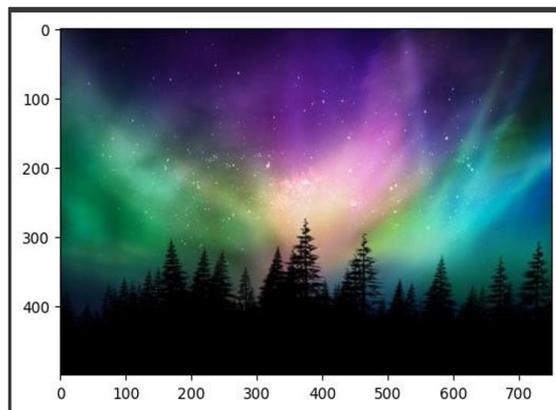
metode *Multilevel Thresholding* (Hadiq et al., 2023). Penelitian tentang daun bawang (Restuning, Pamuji & Putra, Pamungkas, 2023) bertujuan untuk mengaplikasikan metode Otsu dalam segmentasi citra daun bawang merah yang memiliki variasi intensitas, latar belakang, dan tingkat kecerahan yang signifikan. Metode Otsu secara otomatis dapat menentukan nilai yang optimal berdasarkan analisis citra. Hasil segmentasi dievaluasi menggunakan metrik evaluasi menggunakan MSE dan PSNR. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil terbaik menggunakan citra daun bawang merah dengan latar belakang pasir gelap.

Selanjutnya, pada penelitian pengenalan pola dasar (bujur sangkar, lingkaran /bulat, oval dan segi lima) menggunakan ekstraksi fitur untuk mengklasifikasi pola menggunakan pengolahan citra. Ekstraksi fitur menggunakan metode otsu yang bertujuan untuk pembagian histogram citra grey level secara otomatis sehingga pola sederhana tersebut dapat diidentifikasi berdasarkan hasil perhitungan yang terdiri dari area, perimeter, *metric*, *eccentricity*, *centroid* dan aspect ratio (Teuku Radillah et al., 2023). Pada tahun 2024 terdapat penelitian proses segmentasi citra untuk mengidentifikasi jenis-jenis ikan berdasarkan ciri-cirinya, menggunakan metode thresholding lokal dan global, serta penerapan metode Canny. Hasil segmentasi citra digital pada ikan menunjukkan keunggulan dalam pengolahan titik-titik mata ikan yang berhasil dideteksi dengan jelas dan akurat. Keberhasilan tersebut dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan dalam segmentasi citra digital tersebut mampu memberikan hasil yang memuaskan, terutama dalam menyoroti detail-detail penting seperti titik-titik mata ikan (Fahla et al., 2024). Pada tahun 2025 ini, terdapat penelitian yang dilakukan penulis yaitu menganalisis tingkat kematangan buah jeruk berdasarkan kemiripan warna. Dengan menggunakan segmentasi dan menerapkan metode thresholding dapat mempercepat pemilihan buah jeruk bagi penguji dna membantu penguji dalam meminimalisir kesalahan dalam memilih tingkat kematangan buah jeruk. Dataset yang digunakan berupa citra grayscale buah jeruk dan dilakukan proses segmentasi citra buah jeruk dengan metode thresholding menggunakan algoritma k-means. Berdasarkan dari hasil penentuan nilai thresholding dalam menentukan nilai biner, maka sebagai acuannya ditentukan dengan nilai dari threshold nya. Jika nilai matriks lebih kecil dari nilai threshold maka hasilnya bernilai 0 dan jika nilai matriks lebih besar dari nilai threshold maka hasilnya bernilai 1 (Simangunsong & Asahan, 2025).

**2. Metode**

Dataset yang digunakan penulis pada penelitian ini yaitu gambar berwarna (RGB) dari lingkungan dunia nyata seperti pemandangan, langit, gunung dan pohon. Sampel dalam penelitian ini adalah subset dari dataset citra alami yang peneliti gunakan. Gambar

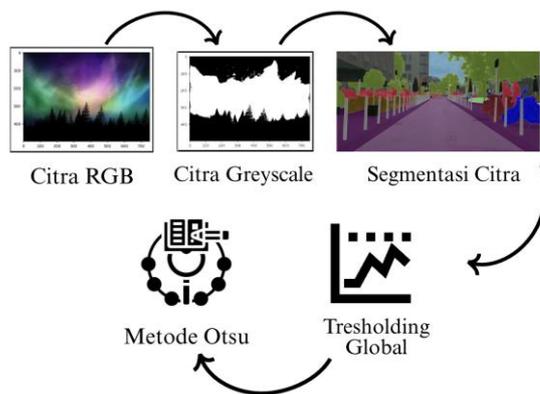
aurora yang ditunjukkan pada Gambar 1 digunakan sebagai sampel dalam proses segmentasi citra.



Gambar 1. Dataset Gambar Aurora

Gambar aurora ini didapatkan penulis melalui penelitian terdahulu (Wang et al., 2023). Pada penelitian Wang dilakukan identifikasi otomatis untuk struktur lipatan aurora pada citra ASI tanpa anotasi manual. Wang menganalisis hubungan antara struktur lipatan dan tipe kemunculan aurora pada siang hari dan memperoleh distribusi kemunculan struktur lipatan aurora pada siang hari.

Pendekatan yang dilakukan penulis pada penelitian ini yaitu pendekatan kuantitatif. Penelitian ini melakukan pengolahan citra digital secara sistematis melalui berbagai langkah teknis untuk menghasilkan data objektif. Adapun alur pendekatan yang dilakukan disajikan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Desain Pendekatan Penelitian

Citra RGB (*Red, Green, Blue*) merupakan sebuah gambar yang tersusun dari tiga lapisan gambar yang terpisah. Setiap lapisan tersebut terdiri dari warna dasar, yaitu: merah, hijau, dan biru, yang ada di setiap piksel (Fahla et al., 2024). Citra *grayscale* merupakan gambar (citra) yang memiliki rentang nilai dari putih dengan intensitas tertinggi yaitu 255 hingga hitam yang memiliki intensitas terendah yaitu 0 (Restuning, Pamuji & Putra, Pamungkas, 2023). Segmentasi citra adalah elemen penting dalam pengolahan citra. Artinya, segmentasi citra adalah memisahkan sebuah gambar menjadi area-area yang seragam berdasarkan kriteria kesamaan tertentu antara nilai keabuan suatu

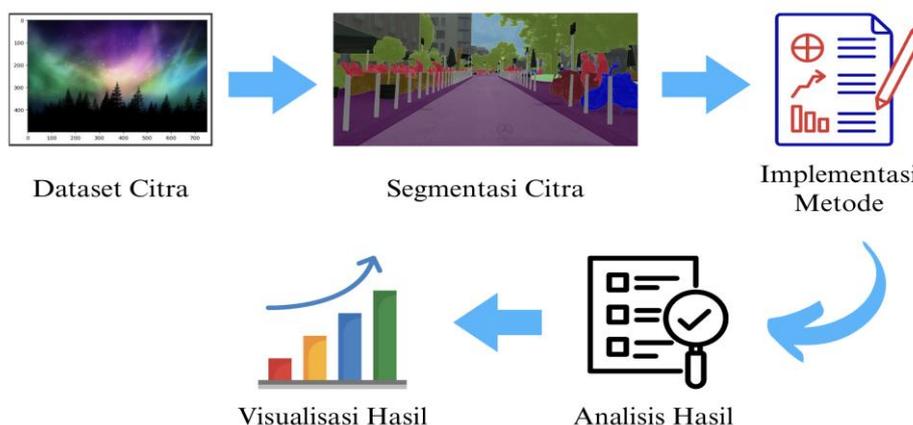
piksel dengan nilai keabuan piksel-piksel yang ada di sekitarnya; selanjutnya, hasil dari proses segmentasi ini akan dimanfaatkan untuk tahap-tahap berikutnya (Cheng & Li, 2021).

*Thresholding* merupakan salah satu metode yang sangat penting dalam segmentasi gambar. Metode ini sering dipilih sebagai langkah awal dalam berbagai aplikasi analisis gambar. Selain itu, *thresholding* juga memainkan peran krusial dalam menyelesaikan berbagai masalah di berbagai bidang, seperti pemrosesan gambar medis, analisis gambar dokumen, analisis jaringan, deteksi objek, pengenalan sidik jari, pengenalan wajah, serta dalam pembuatan peta dan analisis gambar secara umum (Elen & Dönmez, 2024).

Metode Otsu merupakan pendekatan yang mengoptimalkan varians antar-kelas. Tujuannya adalah untuk menentukan ambang batas terbaik dalam proses segmentasi gambar. Dalam metode

Otsu, gambar dibedakan menjadi dua bagian, yakni latar depan dan latar belakang, berdasarkan ambang batas tertentu. Nilai ambang batas yang dipilih adalah nilai yang menghasilkan varians kelas terbesar antara latar depan dan latar belakang, sehingga dapat dianggap sebagai ambang batas segmentasi yang paling optimal (Zheng et al., 2022). Metode *Otsu thresholding* secara otomatis mencari ambang batas optimal dengan cara memaksimalkan perbedaan antara kelas-kelas yang ada. Dibandingkan dengan metode *thresholding* tradisional lainnya, pendekatan ini mengurangi unsur subjektif dalam pengaturan ambang batas secara manual. Hal ini menjadikan proses segmentasi gambar lebih objektif dan konsisten (Sun et al., 2025).

Berdasarkan desain pendekatan penelitian yang telah diuraikan, tahapan penelitian ini disajikan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dari dataset citra aurora dilakukan pemilihan citra uji. Pemilihan citra uji yang representatif untuk diterapkan pada kedua metode segmentasi. Citra ini harus memiliki karakteristik yang sesuai untuk analisis, seperti variasi intensitas dan kontras. Segmentasi citra menggunakan pustaka Python yaitu NumPy, Matplotlib, Scikit-image.

Implementasi metode trial and error *thresholding* dan metode Otsu pada citra uji, pada metode trial and error *thresholding* Peneliti mencoba berbagai nilai ambang secara manual untuk menentukan nilai yang paling efektif dalam memisahkan objek dari latar belakang. Metode Otsu digunakan untuk secara otomatis menghitung nilai ambang optimal berdasarkan distribusi intensitas piksel dalam citra. Setelah menerapkan metode trial and error *thresholding* dan metode Otsu pada citra uji, hasil segmentasi dicatat untuk analisis lebih lanjut tentang performa masing-masing metode dalam konteks aplikasi yang diteliti.

Setelah menerapkan kedua metode, langkah pertama adalah mengolah hasil segmentasi yang

diperoleh mencakup: menampilkan citra asli bersama hasil segmentasi untuk perbandingan visual. Ini membantu dalam menilai seberapa baik objek terpisah dari latar belakang; menyimpan hasil segmentasi dalam format yang sesuai seperti citra biner untuk analisis lebih lanjut; analisis Histogram ini dilakukan pada citra asli dan hasil segmentasi untuk memahami distribusi intensitas piksel. Identifikasi nilai ambang berfungsi untuk menghentikan nilai ambang yang digunakan dalam metode trial and error dan membandingkannya dengan nilai ambang yang dihasilkan oleh metode Otsu.

Pada tahap evaluasi kinerja metode menggunakan matrik citra untuk mengevaluasi kinerja masing-masing metode segmentasi, termasuk akurasi segmentasi untuk menghitung rasio antara jumlah piksel yang tersegmentasi dengan benar (benar positif) terhadap total jumlah piksel objek, waktu pemrosesan untuk mencatat waktu yang dibutuhkan untuk menerapkan masing-masing metode, sehingga dapat dibandingkan efisiensinya dan Signal to Noise Ratio (SNR) untuk mengukur kualitas hasil segmentasi dengan menghitung rasio antara sinyal

(objek yang tersegmentasi) dan noise (kesalahan dalam segmentasi) 12.

Hasil dari kedua metode segmentasi divisualisasikan menggunakan grafik dan citra, sehingga peneliti dapat melakukan analisis visual terhadap efektivitas masing-masing metode.

**3. Hasil dan Pembahasan**

Penelitian ini menggunakan dataset citra aurora sebagai data uji dalam proses segmentasi citra digital. Beberapa tahapan analisis dilakukan untuk membandingkan efektivitas metode trial and error thresholding dengan metode Otsu.

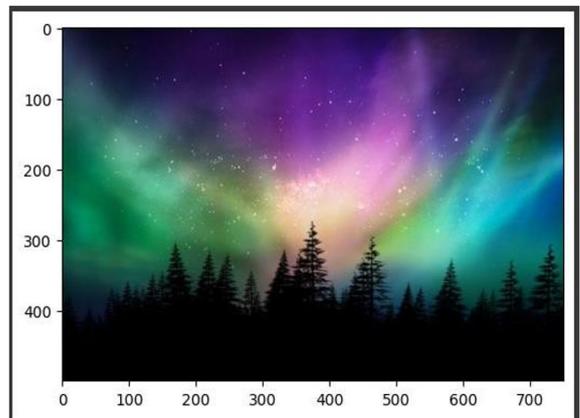
**3.1 Tahapan Proses Segmentasi**

Citra aurora (Gambar 4) diimpor sebagai objek penelitian untuk dianalisis melalui berbagai teknik segmentasi.

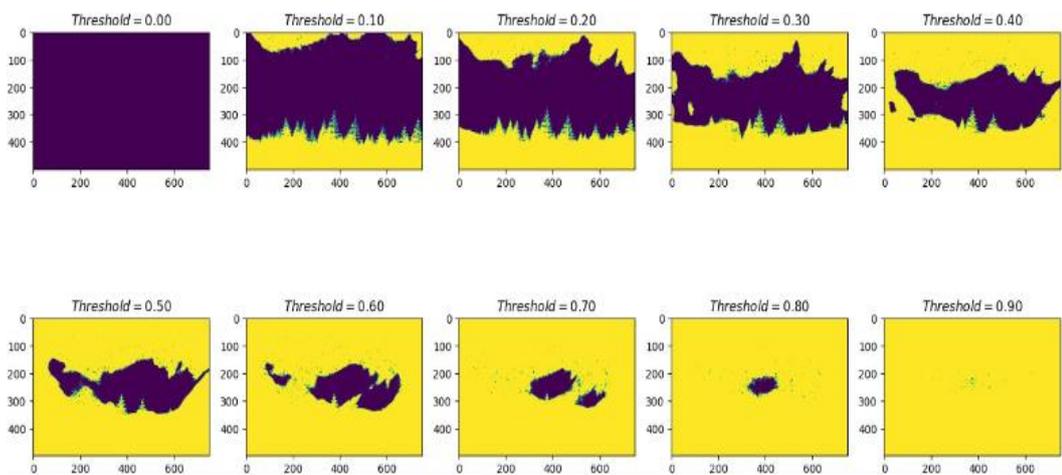
**3.2 Penentuan Nilai Ambang Batas**

Rentang nilai ambang batas antara 0,40 hingga 0,60 dipilih berdasarkan analisis visual histogram

citra. Rentang ini dianggap mampu menangkap mayoritas elemen dedaunan pada objek pohon dalam citra. Histogram citra yang digunakan dalam analisis ambang batas ditampilkan pada Gambar 5.



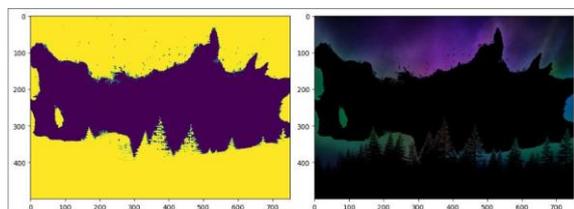
Gambar 4. Citra aurora sebagai objek penelitian dalam segmentasi citra digital.



Gambar 5. Distribusi intensitas citra.

**3.3 Metode Otsu**

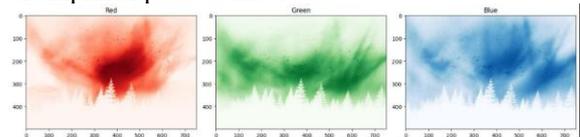
Metode Otsu bekerja berdasarkan asumsi bahwa citra terdiri dari latar belakang (background) dan objek utama (foreground). Metode ini secara otomatis menentukan nilai ambang batas dengan cara memaksimalkan varians antar kelas dan meminimalkan varians intra kelas dalam histogram citra. Gambar 6 memperlihatkan hasil segmentasi citra berdasarkan ambang batas yang ditentukan secara otomatis oleh metode Otsu.



Gambar 6. Ilustrasi penentuan nilai ambang batas otomatis menggunakan metode Otsu.

**3.4 Ruang Warna RGB**

Pendekatan awal menggunakan thresholding dalam ruang warna RGB, dengan menganalisis rasio intensitas pada saluran merah, hijau, dan biru. Proses segmentasi berdasarkan analisis rasio intensitas pada masing-masing saluran warna (R, G, dan B) ditampilkan pada Gambar 7.

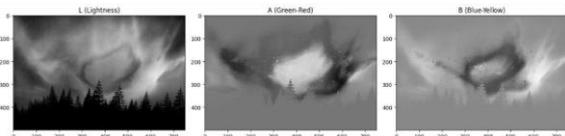


Gambar 7. Hasil segmentasi citra menggunakan thresholding pada ruang warna RGB.

**3.5 Konversi ke Ruang Warna Lab (rgb2lab)**

Konversi citra ke ruang warna Lab dilakukan untuk meningkatkan kualitas visualisasi dan segmentasi. Ruang warna Lab (Gambar 8) memberikan pemisahan yang lebih baik antara

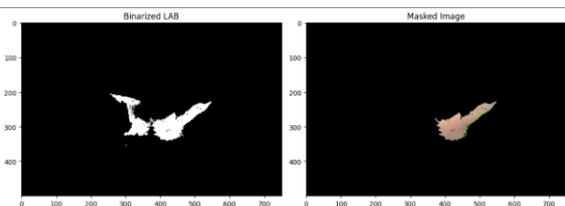
komponen luminans (terang-gelap) dan krominans (warna), dibandingkan ruang warna RGB.



Gambar 8. Hasil konversi citra menjadi rgb2lab.

### 3.6 Hasil Segmentasi

Dalam penelitian ini, data yang berhasil dikumpulkan mencakup hasil segmentasi gambar menggunakan metode trial and error thresholding dan metode Otsu.



Gambar 9. Hasil Segmentasi Citra Dua Metode

Eksperimen segmentasi dilakukan dengan dua metode, yaitu trial and error dan metode Otsu seperti di Gambar 9 dengan hasil dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan hasil segmentasi

Model	Akurasi	Time	Nilai ambang
<i>Trial and Error</i>	85	2,5	128
<i>Thresholding</i>			
<i>Metode Otsu</i>	92	1,2	135

#### 3.6.1 Analisis dan Interpretasi Hasil

##### 3.6.1.1. Akurasi

Metode Otsu menunjukkan akurasi yang lebih tinggi (92%) dibandingkan trial and error (85%). Hal ini disebabkan karena metode Otsu menggunakan pendekatan statistik yang objektif dalam menentukan nilai ambang batas, sementara metode trial and error sangat bergantung pada intuisi dan pengalaman pengguna.

##### 3.6.1.2. Efisiensi Waktu

Waktu pemrosesan dengan metode Otsu (1,2 detik) lebih singkat dibandingkan trial and error (2,5 detik). Keunggulan ini menjadikan Otsu lebih unggul untuk aplikasi real-time dan pengolahan citra dalam skala besar.

##### 3.6.1.3. Nilai Ambang Batas

Nilai ambang pada metode trial and error ditentukan secara manual berdasarkan pengamatan histogram, sedangkan metode Otsu secara otomatis menghasilkan nilai ambang optimal berdasarkan distribusi intensitas piksel.

### 3.7. Kesesuaian Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode Otsu memberikan hasil segmentasi yang lebih

baik dibandingkan metode trial and error, baik dari segi akurasi maupun efisiensi waktu pemrosesan. Temuan ini selaras dengan berbagai penelitian terdahulu yang juga menegaskan keunggulan metode Otsu dalam proses segmentasi citra.

Penelitian oleh Fan et al. (2024) mengembangkan algoritma optimasi Moth-Flame orde fraksional untuk meningkatkan performa Otsu, dan hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dalam akurasi dan kecepatan segmentasi citra alami (Zheng et al. (2022) juga mengusulkan modifikasi algoritma Otsu menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO), yang terbukti mampu menghasilkan ambang optimal dalam segmentasi multi-kelas dan meningkatkan efisiensi proses segmentasi.

Sementara itu Sun et al., 2025, menunjukkan bahwa integrasi metode Otsu dengan Random Forest dapat meningkatkan akurasi klasifikasi tutupan lahan berbasis citra resolusi tinggi, yang memperluas cakupan aplikasi metode ini dalam domain penginderaan jauh.

Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat temuan-temuan sebelumnya, dan menegaskan bahwa metode Otsu merupakan pendekatan segmentasi yang lebih objektif, efisien, dan sesuai untuk aplikasi identifikasi objek pada citra alami.

## 4. Kesimpulan

Metode Otsu menunjukkan keunggulan dalam segmentasi citra dibandingkan dengan metode trial and error thresholding. Dengan akurasi mencapai 92% dan waktu pemrosesan rata-rata hanya 1,2 detik, metode Otsu memberikan hasil yang lebih konsisten, efisien, dan objektif. Sebaliknya, trial and error thresholding menghasilkan akurasi sebesar 85% dengan waktu pemrosesan 2,5 detik, namun metode ini bersifat subjektif dan memerlukan pemahaman mendalam dari pengguna dalam menentukan nilai ambang secara manual.

Penelitian ini juga memperkuat hasil-hasil sebelumnya yang menunjukkan kehandalan metode Otsu dalam berbagai domain aplikasi pengolahan citra, baik medis, pertanian, maupun lingkungan. Keunggulan utama dari penelitian ini adalah penerapan dan evaluasi metode Otsu pada citra aurora alami yang kompleks, sebuah studi kasus yang belum banyak dieksplorasi sebelumnya. Dengan demikian, penelitian ini menambahkan kontribusi baru pada literatur khususnya untuk segmentasi citra alami berbasis histogram.

Namun demikian, metode Otsu memiliki keterbatasan dalam menangani citra dengan tingkat noise tinggi atau distribusi intensitas yang tidak bimodal. Untuk itu, penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi integrasi metode Otsu dengan teknik preprocessing seperti Gaussian blur atau median filter, serta pendekatan hibrida berbasis machine learning atau metaheuristic optimization untuk

meningkatkan akurasi segmentasi pada kondisi citra yang lebih kompleks.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan dasar yang kuat bagi pengembangan algoritma segmentasi yang lebih adaptif dan otomatis di masa depan, serta dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi seperti klasifikasi objek, penginderaan jauh, dan sistem pengenalan citra otomatis.

#### Daftar Pustaka:

- Cheng, Y., & Li, B. (2021): *Image segmentation technology and its application in digital image processing*. Proceedings of IEEE Asia-Pacific Conference on Image Processing, Electronics and Computers, IPEC 2021, 1174–1177. <https://doi.org/10.1109/IPEC51340.2021.9421206>
- Zheng, J., Gao, Y., Zhang, H., Lei, Y., & Zhang, J. (2022): *OTSU Multi-Threshold Image Segmentation Based on Improved Particle Swarm Algorithm*. Applied Sciences (Switzerland), 12(22). <https://doi.org/10.3390/app122211514>
- Bhandari, A. K., Singh, A., & Kumar, I. V. (2021): *Spatial Context Energy Curve-Based Multilevel 3-D Otsu Algorithm for Image Segmentation*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 51(5), 2760–2773. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2019.2916876>
- Wang, Q., Fang, H., & Li, B. (2023): *Automatic Identification of Aurora Fold Structure in All-Sky Images*. Universe, 9(2). <https://doi.org/10.3390/universe9020079>
- Rosyani, P., & Amalia, R. (2021): *Segmentasi Citra Tanaman Obat dengan metode K-Means dan Otsu*. 6(2), 246–251.
- Baso, B., Nababan, D., Risald, R., & Kolloh, R. Y. (2022): *Segmentasi Citra Tenun Menggunakan Metode Otsu thresholding dengan Median Filter*. Jurnal Teknologi Dan Ilmu Komputer Prima (Jutikomp), 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v5i1.2586>
- Sirait, G. A., Yulistira, N., & Ridok, A. (2022): *Segmentasi Citra Makanan pada Tray Box menggunakan Metode Otsu thresholding dengan Ruang Warna*. Segmentasi Citra Makanan Pada Tray Box Menggunakan Metode Otsu thresholding Dengan Ruang Warna, 6(2), 649–657. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Maulida, A., Nurhidayah, N., Fendriani, Y., & Haryono, H. (2022): *Segmentasi Citra Mammogram Untuk Deteksi Dini Kanker Payudara Dengan Menggunakan Metode Otsu thresholding*. Jurnal Fisika Unand, 11(2), 180–186. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.2.180-186.2022>
- Hadiq, H., Solehatin, S., Djuniarto, D., Muslim, M. A., & Salahudin, S. N. (2023): *Comparison of the suitability of the otsu method thresholding and multilevel thresholding for flower image segmentation*. Journal of Soft Computing Exploration, 4(4), 242–249. <https://doi.org/10.52465/josce.v4i4.266>
- Restuning, Pamuji, M. A., & Putra, Pamungkas, D. (2023): *Segmentasi Citra Daun Bawang Merah Menggunakan Metode Thresholding Otsu*. Jurnal Nusantara of Engineering, 6(2), 169–174. <https://doi.org/https://doi.org/10.29407/noe.v6i2.20553>
- Teuku Radillah, Kiki Ameliza, & Idir Fitriyanto. (2023): *Segmentasi Citra Menggunakan Metode Otsu dalam Pengenalan Pola Sederhana*. Indonesian Journal of Computer Science, 12(6), 4004–4012. <https://doi.org/10.33022/ijcs.v12i6.3492>
- Fahla, A., Jalil, A., & Rahmadewi, R. (2024): *Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Metode Thresholding*. Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi, 10(2), 448. <https://doi.org/10.35799/jis.13.1.2013.2057>
- Simangunsong, D. L., & Asahan, U. (2025). *Segmentasi citra pada citra asli buah jeruk berdasarkan nilai thresholding*. 4307(1), 751–756.
- Elen, A., & Dönmez, E. (2024): *Histogram-based global thresholding method for image binarization*. Optik, 306, 171814. <https://doi.org/10.1016/J.IJLEO.2024.171814>
- Sun, X., Li, X., Tan, B., Gao, J., Wang, L., & Xiong, S. (2025): *Integrating Otsu thresholding and Random Forest for Land Use/Land Cover (LULC) Classification and Seasonal Analysis of Water and Snow/Ice*. Remote Sensing, 17(5), 1–24. <https://doi.org/10.3390/rs17050797>
- Fan, Q., Ma, Y., Wang, P., & Bai, F. (2024): *Otsu Image Segmentation Based on a Fractional Order Moth-Flame Optimization Algorithm*. Fractal and Fractional, 8(2). <https://doi.org/10.3390/fractalfract8020087>

*Halaman ini sengaja dikosongkan*