

INTEGRASI DENSITY-BASED CLUSTERING DAN HMRF-EM PADA RUANG WARNA HSI UNTUK SEGMENTASI CITRA IKAN TUNA

Ryfial Azhar¹, Agus Zainal Arifin², Wijayanti Nurul Khotimah³
Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Speuluh Nopember
Email: ryfial.azhar14@mhs.if.its.ac.id¹, agusza@cs.its.ac.id², wijayanti@if.its.ac.id³

ABSTRAK

Segmentasi citra adalah tahapan yang penting dalam proses segmentasi citra ikan tuna. Namun, pada umumnya terdapat beberapa kendala yang sering dihadapi dalam proses segmentasi citra ikan seperti pencahayaan yang tidak seimbang, adanya noise, dan ketidakakuratan tepi objek yang dihasilkan setelah proses segmentasi. Pada penelitian ini diusulkan sebuah metode segmentasi citra ikan tuna baru dengan mengintegrasikan metode *Density-Based Clustering* (DBSCAN), *Hidden Markov Random Field* (HMRF), dan algoritma *Expectation-Maximization* (EM) pada ruang warna HSI. Metode ini terdiri dari tiga tahapan utama. Tahap Pertama ialah konversi ruang warna HSI. Tahap kedua ialah segmentasi menggunakan pengklasteran DBSCAN. Tahap terakhir ialah perbaikan tepi objek hasil segmentasi menggunakan HMRF-EM. Hasil uji coba menunjukkan bahwa metode yang diusulkan pada penelitian ini mencapai akurasi segmentasi sebesar 98%.

Kata Kunci: segmentasi citra, DBSCAN, HMRF-EM, ruang warna HSI.

ABSTRACT

Image segmentation is an important stage in the process of image tuna segmentation. However, in general, there are some problems that are often encountered in the process of image segmentation fish such unbalanced illumination, existence of noise and inaccuracy of object edges generated after the segmentation process. In this study, we proposed a new method of tuna fish image segmentation by integrating Density-Based Clustering method (DBSCAN), Hidden Markov Random Field (HMRF), and the expectation-maximization algorithm (EM) in the HSI color space. This method consists of three main stages. The first stage is conversion to HSI color space. The second stage is segmentation using clustering DBSCAN. The last stage is to refine the edges of objects segmentation results using HMRF-EM. The trial results showed that the method proposed in this study reached segmentation accuracy by 98%.

Keywords: Image Segmentation, DBSCAN, HMRF-EM, HSI color space.

1. Pendahuluan

Proses pengelompokan manual jenis ikan tuna seperti *Skipjack*, *Bigeye*, dan *Yellowfin*, seringkali mengalami kendala seperti kesalahan pengelompokan yang diakibatkan sifat manusia yang tidak luput dari kelalaian dan lupa, selain itu waktu yang dibutuhkan dalam melakukan pengelompokan cukup lama dan membutuhkan tenaga kerja yang tidak sedikit. Oleh karena itu, dibutuhkan proses otomatis klasifikasi jenis ikan tuna yang

cepat dan efisien. Dalam proses klasifikasi, ada 2 tahapan awal penting yaitu segmentasi, ekstraksi fitur. Segmentasi merupakan tahapan yang perlu diperhatikan yang bertujuan untuk membedakan antara objek (foreground) dan background. Hasil segmentasi yang akurat berdampak pada hasil klasifikasi yang optimal nantinya.

Penelitian mengenai pengklasifikasian citra ikan tuna telah dilakukan sebelumnya oleh [1]. Dalam penelitian tersebut, klasifikasi

ikan tuna dilakukan dengan menggunakan metode kombinasi Fuzzy Logic dan Decision Tree dengan parameter klasifikasi berupa hasil ekstraksi fitur geometri dan Multi Texton Co-occurrence Descriptor (MTCO). Namun pada penelitian ini proses segmentasi hanya menggunakan deteksi tepi sobel dan morfologi citra, sehingga rentan terhadap derau, inkonsistensi tepi, dan perpendaran cahaya. Metode segmentasi citra ikan dengan menggunakan pengembangan metode pengklasteran K-means yang dapat menentukan jumlah dan posisi awal kluster secara otomatis, dan juga menambahkan perbaikan segmentasi menggunakan mathematical morphology telah dilakukan oleh [2].

Perbedaan tajam intensitas piksel pada tubuh ikan dan noise yang sering kali ada dalam citra ikan tidak dapat diatasi dengan hanya menggunakan segmentasi K-means karena metode ini tidak dapat menghindari adanya noise dalam citra ikan. Menggunakan density-based clustering, disingkat dengan DBSCAN, beberapa penelitian sebelumnya [3]–[5] menunjukkan keberhasilan metode ini. Pengklasteran DBSCAN dapat menentukan jumlah kluster yang alami terbentuk pada data dengan dua patokan nilai dasar yaitu radius kluster (*eps-neighborhood*) dan jumlah minimum poin (*MinPts*). Metode pengklasteran ini dapat mendeteksi kluster dengan bentuk acak dan dapat menghindari adanya noise pada citra. Menerapkan metode ini dalam citra ikan adalah hal baru yang akan meningkatkan kualitas segmentasi.

Penggunaan citra grayscale dalam segmentasi citra ikan tuna dengan pencahayaan yang tidak merata akan berdampak pada hasil segmentasi yang tidak akurat. Hal ini dapat diminimalisir dengan menggunakan komponen Saturation ataupun *Hue* yang tidak berpengaruh terhadap pencahayaan pada ruang warna HSI yang berarti *H* adalah

Hue, *S* adalah *Saturation*, dan *I* adalah *Intensity* [6]. Dengan menggunakan ruang warna HSI masalah pencahayaan pada citra ikan dapat diminimalisir dampaknya terhadap hasil segmentasi.

Dalam proses segmentasi citra ikan, bentuk kepala, bentuk sirip dan bentuk ekor ikan seringkali sulit untuk disegmentasi yang mengakibatkan hasil tepi objek ikan yang tidak akurat. Dalam proses selanjutnya (klasifikasi), keakuratan segmentasi terutama pada tepi objek dibutuhkan karena dalam proses klasifikasi jenis ikan tuna, fitur bentuk ikan sangat ditentukan oleh tepi objek pada hasil segmentasi. Dengan menggunakan metode mathematical morphology, hasil segmentasi akhir pada objek dan background akan diperbaiki sehingga bebas dari noise, namun keakuratan citra tepi tidak dipertimbangkan dalam metode ini. Dalam kasus lainnya, [7], [8] melakukan penelitian model *hidden Markov random field* (HMRF) dan algoritma *Expectation-Maximization* (EM) yang dapat mengatasi perbaikan segmentasi citra khususnya bagian tepi citra. Proses refinement untuk menghasilkan citra ikan yang akurat terutama pada tepi ikan dibutuhkan.

Dataset citra ikan yang ada di lapangan seringkali mengalami beberapa kendala. Tidak hanya background yang acak, namun juga faktor pencahayaan yang tidak merata, intensitas piksel pada tubuh ikan yang bervariasi, dan juga noise sering dijumpai pada citra ikan. Selain itu, hasil segmentasi dengan tepi citra yang akurat juga diperlukan untuk mendukung proses klasifikasi yang baik ke depannya. Sehingga perlu adanya metode yang dapat menangani permasalahan yang ada pada citra ikan tuna yang dapat permasalahan di atas.

Pada penelitian ini diusulkan sebuah metode segmentasi citra ikan tuna baru dengan mengintegrasikan metode *Density-Based Clustering* (DBSCAN), *Hidden*

Markov Random Field (HMRF), dan algoritma Expectation-Maximization (EM) pada ruang warna HSI. Ruang warna HSI dimanfaatkan meminimalisir dampak dari pencahayaan yang kurang merata pada citra dan DBSCAN clustering dimanfaatkan untuk mensegmentasi citra. Selanjutnya perbaikan hasil segmentasi dilakukan dengan menggunakan metode HMRF-EM.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ruang Warna HSI

Ruang warna HSI menggunakan hue, saturation dan intensity untuk melihat warna dari sistem visual manusia. Pencahayaan memiliki efek langsung pada I , tapi tidak ada hubungannya dengan H , S [6].

Konversi dari RGB ke HSI dilakukan melalui rumus berikut [9]:

(1)

Pada rumus di atas, H menyatakan hue. Adapun diperoleh melalui rumus berikut

(2)

Selanjutnya, komponen saturation dihitung dengan menggunakan rumus:

(3)

Dimana R , G dan B adalah intensitas warna merah, hijau, dan biru pada masing - masing piksel.

Perlu diketahui, mengingat nilai pada HSI berada di dalam jangkauan (0, 1), maka untuk mendapatkan nilai H yang berkisar antara 0° - 360° , H perlu dikalikan terlebih dulu dengan 360. Dengan demikian, jangkauan H berada dalam (0, 360) [10].

2.2. DBSCAN

Algoritma Density-based clustering yang disingkat DBSCAN adalah sebuah algoritma clustering yang membagi data kedalam beberapa kluster berdasarkan tingkat kerapatan data (*density-based*). DBSCAN memiliki beberapa kelebihan yaitu jumlah kluster secara otomatis ditentukan oleh algoritma, bentuk kluster

tidak selamanya bertumpuk pada suatu poin (inti kluster) karena metode ini tidak mengelompokkan data berdasarkan inti kluster (tidak memiliki inti kluster) dan poin-poin pada daerah *low-density* akan diklasifikasikan sebagai noise dan disingkirkan, sehingga, DBSCAN tidak memasukkan semua data kedalam kluster [11].

Dalam penentuan kluster, pengklasteran DBSCAN dapat menentukan jumlah kluster yang alami terbentuk pada data dengan dua patokan nilai dasar yaitu radius kluster (*eps-neighborhood*) dan jumlah minimum poin (*MinPts*). Parameter *Eps* digunakan untuk menentukan jarak maksimal titik-titik anggota kluster dari pusat kluster, dan parameter *MinPts* digunakan untuk memberikan batasan jumlah titik-titik yang menjadi anggota cluster dalam radius *Eps* tersebut. Dalam algoritma ini data poin dikelompokkan menjadi 3 [11]. Pertama, *Core point* adalah sebuah poin yang jumlah poin dalam ketetanggaan di sekitar poin tersebut berada parameter jarak tertentu, *Eps* dan melebihi *threshold* tertentu, *MinPts*, yang ditentukan oleh pengguna. Kedua, *Border point* adalah poin yang menjadi anggota *core point*, tetapi berada pada tetangga *core point*. Ketiga ialah *Noise point*. *Noise point* adalah setiap poin selain *core point* dan *border point*, Dimana jika poin tersebut tidak memenuhi syarat *core point* ataupun *border point*.

Untuk menemukan sebuah cluster, DBSCAN dimulai dengan titik p secara acak dan mencoba lagi semua titik dengan kepadatan dicapai dari p . Jika p adalah *core point*, maka akan menghasilkan sebuah cluster. Jika p adalah *border point* tidak ada poin yang kepadatan dicapai dari p dan DBSCAN mengunjungi titik berikutnya dari database. Diandaikan jarak antara dua set poin $S1$ dan $S2$ didefinisikan

sebagai $dist(S1, S2) = \min \{dist(p, q) \mid p \in S1, q \in S2\}$.

Kemudian, dua set poin memiliki setidaknya kepadatan kluster tertipis akan terpisah satu sama lain jika jarak antara dua set lebih besar dari Eps .

Menggunakan DBSCAN dalam proses segmentasi butuh beberapa penyesuaian yang harus dilakukan. Berikut adalah penjelasan mengenai penyesuaian yang digunakan.

SpatialEps adalah lingkungan spasial dari piksel yang dimaksud disebut spasial *Eps* piksel. *SpatialEps* adalah jangkauan piksel terhadap piksel lainnya dalam citra. Gambar 2. menunjukkan *SpatialEps* dari piksel p dengan lingkaran berwarna merah. Nilai dari *SpatialEps* merupakan panjang jari-jari dari lingkaran, yang menentukan jarak maksimum ketetanggaan piksel. Piksel berwarna gelap didalam lingkaran menunjukkan piksel yang memiliki kesamaan warna dengan piksel p .

ColorEps adalah kemiripan warna. Jika jumlah piksel dengan kemiripan warna dengan titik p tidak kurang dari ambang batas *MinPts*, maka p adalah pixel inti. Sebaliknya, jika jumlah piksel dengan kemiripan warna dengan titik p kurang dari ambang batas *MinPts*, maka p adalah *border point* ataupun *noise point*.

2.3. Hidden Markov Random Field dan Expectation-Maximization

Segmentasi tepi objek pada citra ikan tuna yang akurat sangat berperan penting pada proses klasifikasi jenis ikan tuna. Pertama segmentasi citra dilakukan dengan menerapkan pengklasteran DBSCAN. Selanjutnya segmentasi yang akurat terutama pada tepi citra ikan tuna diperoleh dengan menerapkan penggabungan metode *Hidden Markov Random Field* (HMRF)

dan algoritma *Expectation-Maximization* (EM) yang disebut (HMRF-EM) framework [7], [8].

Dari citra $y = (y_1, \dots, y_N)$ dimana setiap y_i adalah intensitas piksel pada channel hue, dapat disimpulkan bahwa konfigurasi label

$x = (x_1, \dots, x_N)$ dimana $x_i \in L$ dan L adalah

himpunan semua kemungkinan label yang diperoleh dari segmentasi DBSCAN. Sebuah label yang optimal harus memenuhi probabilitas posteriori maksimum (MAP) kriteria dengan Persamaan (4):

(4)

MAP dapat ditulis sebagai minimization problem dengan Persamaan (5):

(5)

Dengan diberikan y dan Θ , dimana energi kemungkinan pada Persamaan (6):

(6)

Fungsi energi sebelum $U(x)$ memiliki bentuk pada Persamaan (7):

(7)

Dimana $V_c(x)$ adalah *clique potential* dan C adalah himpunan semua anggota mungkin.

Dalam domain gambar, satu pixel diasumsikan memiliki paling banyak 4 tetangga: piksel di ketetanggaan 4. Maka potensi kelompok didefinisikan pada pasangan piksel tetangga dengan Persamaan (8) dan Persamaan (9):

(8)

Dimana

(9)

Algoritma EM untuk mengestimasi parameter Θ . Berikut adalah penjelasannya:

- 1) *Start*: Parameter set awal $\Theta^{(0)}$ telah diperoleh dari segmentasi sebelumnya.
- 2) *E-step*: Pada iterasi ke t , $\Theta^{(t)}$ telah diperoleh, kemudian hitung ekspektasi bersyarat dengan Persamaan (10):

$$(10)$$

Dimana χ adalah himpunan semua konfigurasi yang mungkin dari label.

- 3) *M-step*; Sekarang memaksimalkan $Q(\Theta | \Theta^{(t)})$ untuk mendapatkan perkiraan Persamaan (11):

$$(11)$$

Lalu anggap $\Theta^{(t+1)} \rightarrow \Theta^{(t)}$ dan ulangi *M-step*. Selanjutnya, dihitung distribusi posterior

untuk semua $l \in L$ dan semua piksel y_i

dengan Persamaan (12), Persamaan (13), Persamaan (14), dan Persamaan (15) berikut :

$$(12)$$

Dimana adalah konfigurasi lingkungan dari y_i , dan

$$(13)$$

Anggap $G(z; \theta_i)$ menunjukkan fungsi distribusi Gaussian dengan parameter $\theta_i = (\mu_i, \sigma_i)$:

$$(14)$$

Dengan catatan persamaan berikut telah diperoleh:

$$(15)$$

Selanjutnya gunakan $P^{(t)}(l | y_i)$ untuk memperbarui parameter dan dengan Persamaan (16) dan Persamaan (17):

$$(16)$$

$$(17)$$

Untuk menggunakan framework HMRF-EM untuk segmentasi citra, pertama dihasilkan segmentasi menggunakan K-means klaster pada citra *grayscale*. Namun, pada penelitian ini, diusulkan menggunakan pengklasteran DBSCAN yang pada ruang warna HSI. Segmentasi memberikan awal label $x^{(0)}$ untuk algoritma MAP, dan awal parameter $\Theta^{(0)}$ untuk EM Algoritma. Kemudian algoritma EM dijalankan, dan dihasilkan konfigurasi label x yang akan menjadi hasil segmentasi halus [7].

Sekarang diharapkan segmentasi dapat mempertahankan tepi diperoleh oleh beberapa algoritma deteksi tepi, deteksi tepi *Canny*. Anggaplah kita memiliki peta tepi biner z , di mana $z_i = 1$ jika piksel ke i adalah pada tepi, dan $z_i = 0$ jika tidak [7].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan tentang metode-metode yang akan dilakukan. Metode dalam penelitian ini terdiri atas tiga tahapan utama yaitu: *preprocessing*, segmentasi dan *refinement*. Adapun ketiga tahapan penelitian dan bagian kontribusi (garis merah putus-putus) ditampilkan pada Gambar 3. Kontribusi penelitian ini ialah pengintegrasian HSI dan segmentasi DBSCAN pada inputan awal proses *refinement* HMRF-EM.

Penelitian ini dimulai dengan pengambilan sampel citra tuna berupa citra RGB yang kemudian dilakukan inversi ke ruang warna HSI. Setelah itu, komponen H dan S pada ruang warna HSI akan disegmentasi menggunakan DBSCAN. Hasil segmentasi DBSCAN terkadang mengalami segmentasi yang tidak sempurna, khususnya di bagian tepi citra oleh karena itu metode selanjutnya ialah metode *refinement* yang akan menyempurnakan hasil segmentasi DBSCAN. Proses *refinement* dalam penelitian ini ialah HMRF-EM. Hasil akhir dari proses ini ialah citra ikan tuna yang terpisah dari *background* dengan tepi citra yang akurat.

3.1. Inversi RGB ke HSI

Tahapan ini merupakan tahapan pertama dari keseluruhan proses, dimana proses inversi citra ikan tuna dari ruang warna RGB ke HSI diimplementasikan. Input dari tahapan ini adalah berupa citra ikan tuna sebanyak 30 citra ikan tuna. Pada tahapan ini akan dilakukan konversi dari citra input RGB menjadi citra HSI dengan menggunakan rumus (1), (2), dan (3). Output dari proses ini ialah citra komponen H , S , dan I . Pada tahap ini, hanya komponen H dan S yang akan diambil karena hanya komponen ini yang tidak terpengaruhi oleh intensitas cahaya yang tidak merata pada citra ikan. Selanjutnya komponen H dan S akan dieksekusi pada tahap selanjutnya, segmentasi DBSCAN.

3.2. Segmentasi

Setelah komponen H dan S diperoleh dari proses inversi RGB ke HSI, dilakukan proses segmentasi menggunakan metode pengklasteran DBSCAN. Proses ini akan mengelompokkan intensitas citra yang berupa komponen H dan S dengan berpatokan pada tingkat kepadatan intensitas tiap piksel. Parameter yang harus disetting pada proses ini adalah nilai *SpatialEps*, *ColorEps* dan *MinPts*. *SpatialEps* digunakan untuk menentukan jangkauan jarak ketetanggaan piksel yang akan diukur tingkat kepadatannya. *ColorEps* ialah parameter tingkat kemiripan antar piksel maksimum. Sedangkan *MinPts* ialah jumlah piksel minimum kepadatan data. Jika dalam range *SpatialEps* dan *ColorEps* terpenuhi jumlah piksel lebih besar sama dengan nilai *MinPts* maka piksel tersebut memenuhi syarat untuk membentuk klaster. Proses ini dilakukan kepada seluruh piksel pada citra. Output yang diperoleh dari tahapan ini adalah citra ikan tuna yang telah tersegmentasi.

3.3. Refinement

Tahapan ini bertujuan untuk menyempurnakan hasil segmentasi yang diperoleh dari tahapan sebelumnya. Dalam tahapan ini penyempurnaan segmentasi citra tepi dilakukan berdasarkan citra komponen Hue dan ekstrasi tepi objek komponen Hue dengan metode *Canny*. Output yang akan diperoleh adalah perbaikan hasil segmentasi yang sempurna memisahkan objek ikan tuna dan *background*.

Tujuan dari sub-tahapan ini adalah untuk mendapatkan label X^* yang berupa nilai $0 = \text{objek}$ dan $1 = \text{background}$. Hasil segmentasi yang diperoleh biasanya menyisakan objek yang tidak sempurna yang diakibatkan *noise*. Hal ini tentu akan mengganggu proses yang akan dilakukan setelah tahap segmentasi sehingga bagian yang tidak terdeteksi ini perlu untuk disempurnakan, baik objek dan *background* maupun tepi objek.

3.4. Uji Coba

Pada tahapan ini digunakan beberapa sampel citra untuk disegmentasi dengan menggunakan empat skenario. Pertama, akan dilakukan pengujian pengaruh pemilihan ruang warna sebagai citra inputan awal proses segmentasi DBSCAN. Ruang warna yang akan diuji diantaranya adalah grayscale, RGB dan HSI. Kedua, Pengaruh pemilihan metode segmentasi awal terhadap hasil segmentasi akhir. Segmentasi menggunakan DBSCAN akan dibandingkan dengan metode dalam penelitian sebelumnya [7] yang menggunakan K-means. Selanjutnya, perbandingan metode *refinement* yang diusulkan yaitu HMRF-EM dengan *mathematical morphology* [2]. Terakhir, dilakukan perbandingan metode yang diusulkan dengan dua metode segmentasi citra pada penelitian [2] dan metode [7]. Seperti terlihat pada tabel 1, perhitungan tingkat keakuratan hasil segmentasi dengan menggunakan persamaan (19):

(19)

Tabel 1. Confusion Matrix

Nilai Prediksi	Nilai Sebenarnya	
	+	-
+	<i>True positives (tp)</i>	<i>True negative (tn)</i>
-	<i>False positive (fp)</i>	<i>False negative (fn)</i>

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Berdasarkan skenario dan langkah-langkah yang telah dijelaskan pada Bab sebelumnya, maka pada Bab ini akan dibahas hasil dan pembahasan. Uji coba algoritma segmentasi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 30 data citra ikan tuna dari PT. Aneka Tuna Indonesia (ATI), Indonesia. Data citra ikan berukuran sekitar 300 x 150 piksel. Contoh citra ikan tuna dapat dilihat pada Gambar 5.a. dan groundtruth pada Gambar 5.b. Data citra diambil pada lingkungan yang memiliki pencahayaan tidak merata. Seperti yang dijelaskan pada Bab sebelumnya bahwa ada 4 skenario yang telah dilakukan dalam penelitian ini. Pengujian pertama ialah pengujian terhadap pemilihan ruang warna, dimana pengujian ini dilakukan dengan membandingkan ruang warna usulan yaitu HSI dengan ruang warna lain yaitu *Grayscale* dan RGB. Skenario kedua ialah pengujian mengenai metode segmentasi, dimana pengujian ini dilakukan dengan membandingkan metode segmentasi usulan yaitu DBSCAN dengan metode segmentasi menggunakan K-means. Kemudian, skenario ketiga ialah pengujian terhadap proses *refinement*. Perbandingan metode *refinement* usulan yaitu HMRF-EM dengan metode segmentasi *refinement mathematical morphology* dilakukan pada tahap skenario ini. skenario terakhir ialah pengujian keseluruhan metode yang diusulkan dengan metode yang telah ada

sebelumnya [2], [7]. Hasil segmentasi pada setiap skenario diatas ditunjukkan pada Gambar 5.

4.2. Analisa Hasil Uji Coba

Berdasarkan hasil uji coba, setiap tahapan uji coba membuktikan bahwa metode yang diusulkan memperoleh hasil yang akurat dalam mensegmentasi citra ikan tuna dengan intensitas cahaya tidak merata dan adanya *noise* pada citra ikan. Selain itu, hasil segmentasi citra ikan tuna pada penelitian menghasilkan tepi objek ikan tuna yang terekstrak dengan baik. Hal ini dapat dilihat pada diagram rata-rata akurasi setiap tahapan metode pada Gambar 6. Hal ini menunjukkan bahwa hasil setiap tahapan dari metode ini memiliki akurasi lebih tinggi dibandingkan tahapan lain yang menjadi pembandingnya. Pada pemilihan ruang warna, ruang warna HSI jauh mengungguli ruang warna lainnya dengan rata-rata akurasi mencapai 98.02%. Pada tahap segmentasi awal, rata-rata akurasi metode BDSCAN ialah sebesar 98.02%. Namun, hanya dengan menggunakan segmentasi K-means, rata-rata akurasi sebesar 97.93% dapat dicapai. Ini membuktikan bahwa segmentasi citra berintensitas cahaya tidak merata pada ruang warna HSI dapat meningkatkan akurasi segmentasi. Namun di sisi lainnya, terjadi penurunan akurasi sekitar 0.06% pada metode *refinement* menggunakan HMRF-EM. Hal ini disebabkan ikut terekstraknya bagian background pada citra ikan tuna, lihat Gambar 5.h. Hasil segmentasi dari proses *refinement* menggunakan *mathematical morphology* menghasilkan objek yang bersih dari *noise* yang ada pada objek dan *background* namun, berbeda dengan metode HMRF-EM metode ini tidak memperbaiki tepi citra melainkan hanya membersihkan *noise* pada bagian objek dan *background*.

Berdasarkan diagram pada Gambar 7., uji coba metode yang diusulkan dengan dua metode sebelumnya juga menunjukkan

bahwa metode ini lebih unggul. Hasil segmentasi metode yang telah diusulkan Wong yang menggunakan HMRF-EM dengan segmentasi awal K-means pada ruang warna grayscale dan metode yang telah diusulkan Yao dkk yang menggunakan K-means dan *mathematical morphology* mengalami hasil yang tidak sempurna, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.g. Hal ini disebabkan intensitas cahaya yang tidak merata yang pada dataset citra ikan tuna yang digunakan. Namun, dengan metode yang diusulkan yaitu segmentasi DBSCAN pada ruang warna HSI dan metode *refinement* HMRF-EM, citra ikan tuna dengan intensitas cahaya dan *noise* dapat disegmentasi dengan akurasi yang tinggi serta tepi citra ikan tuna yang akurat bisa diperoleh. Dampak intensitas cahaya yang tidak merata pada citra dapat dihindari menggunakan komponen H dan S pada ruang warna HSI karena berdasarkan metode penelitian sebelumnya [6]. Beberapa penelitian sebelumnya [12]–[14] juga menunjukkan bahwa akurasi segmentasi DBSCAN menunjukkan akurasi yang lebih baik dibandingkan segmentasi K-means karena metode ini bisa menangani kluster bentuk acak dan menghindari *noise*. Hasil segmentasi yang ditunjukkan dalam penelitian ini membuktikan segmentasi DBSCAN dapat diimplementasikan dengan baik pada citra ikan tuna dengan pencahayaan tidak merata dan *noise*. Proses *refinement* dengan metode HMRF-EM juga berhasil memperbaiki keakuratan tepi citra ikan tuna. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya [7].

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uji coba dan analisis hasil pengujian pada metode segmentasi citra ikan Tuna dengan mengintegrasikan DBSCAN dan HMRF-EM pada ruang warna HSI maka dapat diuraikan beberapa kesimpulan. Tingkat akurasi segmentasi

citra ikan tuna dengan intensitas cahaya yang tidak merata dapat diatasi dengan menggunakan komponen H dan S pada ruang warna HSI. Segmentasi dengan menggunakan DBSCAN dapat meningkatkan akurasi karena metode ini dapat menghindari dampak adanya *noise* pada citra. Hal ini disebabkan karena metode DBSCAN hanya mengelompokkan data yang memiliki tingkat kepadatan data yang tinggi. Segmentasi tepi citra yang terekstrak dengan baik ditunjukkan dengan metode *refinement* HMRF-EM. Dari hasil uji coba hasil segmentasi akurasi untuk seluruh sampel menghasilkan akurasi segmentasi 96.69% lebih akurat dibandingkan dengan sistem segmentasi yang diusulkan oleh Wang dan Yao dkk menghasilkan akurasi segmentasi 81.17% dan 73.81%.

Dalam penelitian ini penulis mengusulkan beberapa saran yang nantinya bisa diterapkan pada implementasi dan penelitian selanjutnya. Pertama, agar hasil yang diperoleh lebih akurat, sebaiknya menggunakan dataset yang memiliki intensitas warna berbeda antara objek dan background. Pada data uji, sebaiknya menggunakan data yang memiliki background yang tidak terlalu luas. Hal ini akan berakibat hasil akurasi yang cukup tinggi lebih dari 50% akan diperoleh walaupun objek citra tidak terekstrak dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] S. D. Puspita, A. Z. Arifin, and N. Khotimah, "Penggunaan Multi Texton Co-occurrence Descriptor untuk Klasifikasi Ikan Tuna," *J. Tek. ITS*, vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2015.
- [2] H. Yao, Q. Duan, D. Li, and J. Wang, "An improved K-means clustering algorithm for fish image segmentation," *Math. Comput. Model.*, vol. 58, no. 3–4, pp. 790–798, 2013.

- [3] T. T. Nguyen, T. N. Tran, T. A. Willemsz, H. W. Frijlink, T. Ervasti, J. Ketolainen, and K. Van Der Voort, "A density based segmentation method to determine the coordination number of a particulate system," *Chem. Eng. Sci.*, vol. 66, no. 24, pp. 6385–6392, 2011.
- [4] T. N. Tran, T. T. Nguyen, T. A. Willemsz, G. Van Kessel, H. W. Frijlink, and K. V. D. V. Maarschalk, "Analytica Chimica Acta A density-based segmentation for 3D images , an application for X-ray," *Anal. Chim. Acta*, vol. 725, pp. 14–21, 2012.
- [5] D. Reddy, P. K. Jana, and I. S. Member, "A prototype-based modified DBSCAN for gene clustering," *2nd Int. Conf. Commun. Comput. Secur.*, vol. 6, pp. 485–492, 2012.
- [6] G. Gao and M. Li, "Study on Navigating Path Recognition for the Greenhouse Mobile Robot Based on K-means Algorithm," *IEEE 11th Int. Conf. Networking, Sens. Control*, 2014.
- [7] Q. Wang, "HMRF-EM-image: Implementation of the Hidden Markov Random Field Model and its Expectation-Maximization Algorithm," *arXiv:1207.3510 [cs.CV]*, no. 5, pp. 5–8, 2012.
- [8] Y. Zhang, M. Brady, and S. Smith, "Segmentation of Brain MR Images Through a Hidden Markov Random Field Model and the Expectation-Maximization Algorithm," *IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, vol. 20, no. 1, pp. 45–57, 2001.
- [9] R. C. Gonzalez and R. E. Woodz, *Digital Image Processing Third Edition*. Pearson Education, Inc., 2008.
- [10] A. Kadir and A. Susanto, *Pengolahan Citra teori dan aplikasi*. Yogyakarta: ANDI, 2013.
- [11] P.-N. Tan, M. Steinbach, and V. Kumar, *Introduction to Data Mining*. United States of America: Pearson Education, Inc., 2006.
- [12] M. E. Celebi, Y. a. Aslandogan, and P. R. Bergstresser, "Mining biomedical images with density-based clustering," *Int. Conf. Inf. Technol. Coding Comput. - Vol. II*, pp. 163–168 Vol. 1, 2005.
- [13] R. Manavalan and K. Thangavel, "TRUS image segmentation using morphological operators and DBSCAN clustering," *Proc. 2011 World Congr. Inf. Commun. Technol. WICT 2011*, 2011.
- [14] Q. Y. Q. Ye, W. G. W. Gao, and W. Z. W. Zeng, "Color image segmentation using density-based clustering," *IEEE Int. Conf. Acoust. Speech, Signal Process.*, vol. 3, 2003.