

Perbandingan Metode Segmentasi *K-Means Clustering* dan Segmentasi *Region Growing* untuk Pengukuran Luas Wilayah Hutan Mangrove

Comparison of *K-Means Clustering* and *Growing Region Segmentation* Methods for Area Measurement of Mangrove Forests

Tyas Panorama Nan Cerah, Oky Dwi Nurhayati^{*)}, R. Rizal Isnanto

Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Cara sitasi: T. P. N. Cerah, O. D. Nurhayati, and R. R. Isnanto, "Perbandingan Metode Segmentasi *K-Means Clustering* dan Segmentasi *Region Growing* untuk Pengukuran Luas Wilayah Hutan Mangrove," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 7, no. 1, 2019. doi: 10.14710/jtsiskom.7.1.2019.31-37, [Online].

Abstract - This study aims to examine the *k-means clustering* and *region growing segmentation* methods to identify and measure the area of mangrove forests in the Southeast Sulawesi province. The image of the area of this study used Landsat 8 satellite imagery. The area of mangrove forest was carried out by calculating the number of pixels identified as mangrove forests with an area density of 900 m²/pixel. The accuracy of the two segmentation methods in calculating the area was compared based on the same area calculated by LAPAN. The overall accuracy of *k-means clustering segmentation* method has better accuracy, which is 59.26%, than *region growing* with 33.33% of accuracy. Both image segmentation methods, *k-means clustering* and *region growing*, can be used to calculate the area of mangrove forests in the Southeast Sulawesi region using Landsat 8 satellite imagery.

Keywords - mangrove forest area; digital image processing; *k-means clustering*; *region growing*; satellite imagery segmentation

Abstrak - Penelitian ini bertujuan mengkaji metode segmentasi *k-means clustering* dan *region growing* untuk mengidentifikasi dan mengukur luas hutan mangrove di wilayah provinsi Sulawesi Tenggara. Citra daerah yang dikaji menggunakan citra satelit Landsat 8. Luas wilayah hutan mangrove dilakukan dengan menghitung jumlah piksel yang diidentifikasi sebagai hutan mangrove dengan densitas luas area 900 m² per piksel. Akurasi kedua metode segmentasi dalam pengukuran luas daerah dibandingkan berdasarkan luas daerah dari LAPAN. Metode segmentasi *k-means clustering* secara keseluruhan mempunyai akurasi perhitungan luas yang lebih akurat sebesar 59,26% dibandingkan *region growing* sebesar 33,33%. Kedua metode segmentasi citra, baik *k-means clustering* maupun *region growing*, dapat

digunakan untuk menghitung luas hutan mangrove yang ada di wilayah Sulawesi Tenggara dengan menggunakan data citra satelit Landsat 8.

Kata-kunci - luas hutan mangrove; pengolahan citra digital; *k-means clustering*; *region growing*; segmentasi citra satelit

I. PENDAHULUAN

Hutan *mangrove* adalah tipe hutan yang khas yang hidup di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut dengan rentang salinitas yang tinggi. Hutan *mangrove* dapat tumbuh pada pantai karang, yaitu pada karang koral mati yang di atasnya ditumbuhi selapis tipis pasir atau ditumbuhi lumpur atau pasir berlumpur. *Mangrove* tidak tumbuh di pantai yang terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut yang kuat karena hal tersebut tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur dan pasir sebagai substrat yang diperlukan untuk pertumbuhan *mangrove* [1]. Luas ekosistem *mangrove* di Indonesia mencapai 75% dari total *mangrove* di Asia Tenggara atau sekitar 27% dari luas *mangrove* di dunia. Saat ini, tercatat Indonesia mempunyai hutan *mangrove* seluas 9,36 juta hektar yang tersebar di seluruh Indonesia. Namun, keberadaan hutan *mangrove* di Indonesia kian terancam yang disebabkan oleh banyaknya pemanfaatan lahan yang tidak terkontrol karena tingginya ketergantungan masyarakat yang menempati wilayah pesisir [2]. Identifikasi keberadaan hutan *mangrove* perlu dilakukan.

Pengolahan citra satelit telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis perubahan bentuk, luas, ataupun kondisi lainnya dari suatu wilayah. Citra satelit yang digunakan salah satunya adalah dari citra Landsat 8 [3]-[6]. Citra Landsat 8 ini telah digunakan dalam pengolahan untuk mengidentifikasi dan menghitung luas hutan *mangrove* [4], [5] dan luas daerah di pulau-pulau kecil [6].

Salah satu metode yang digunakan untuk identifikasi adalah dengan segmentasi citra menjadi wilayah-

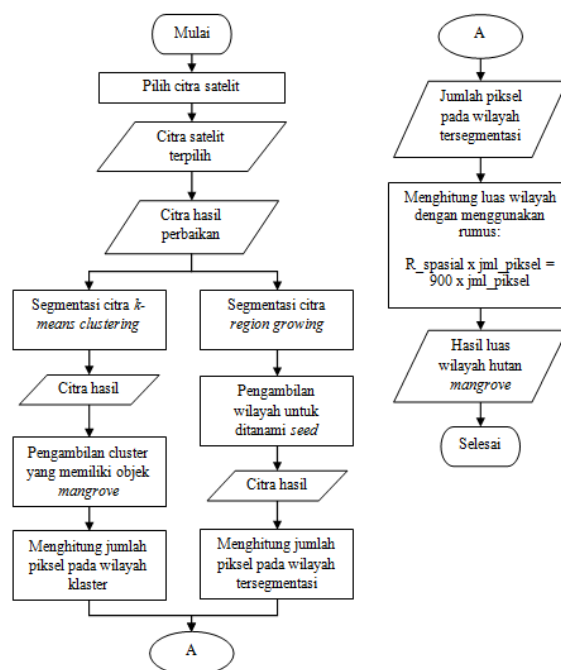
^{*)} Penulis korespondensi (Oky Dwi Nurhayati)
Email: okydwi.n@gmail.com

Tabel 1. Karakteristik kanal citra Landsat 8 [3]

Kanal	Panjang Gelombang (µm)	Keterangan
1 – aerosol pesisir	0.43 – 0.45	Studi aerosol dan wilayah pesisir
2 – biru	0.45 – 0.51	Pemetaan bathimetrik, membedakan tanah dari vegetasi dan daun dari vegetasi <i>conifer</i>
3 – hijau	0.53 – 0.59	Mempertegas puncak vegetasi untuk menilai kekuatan vegetasi
4 – merah	0.64 – 0.67	Membedakan sudut vegetasi
5 – Infra Merah Dekat-Near Infrared (NIR)	0.85 – 0.88	Menekankan konten biomassa dan garis pantai
6 – Short-Wave Infrared (SWIR 1)	1.57 – 1.65	Mendiskriminasikan kadar air tanah dan vegetasi; menembus awan tipis
7 – Short – Wave Infrared (SWIR 2)	2.11 – 2.29	Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi dan penetrasi awan tipis
8 – Pankromatic	0.50 – 0.68	Resolusi 15 m, penajaman citra
9 – Sirus	1.36 – 1.68	Peningkatan deteksi awan sirus yang terkontaminasi
10 – Thermal Infrared Sensor 1 (TIRS 1)	10.60– 11.19	Resolusi 100 m, pemetaan suhu dan penghitungan kelembaban tanah
11 – Thermal Infrared Sensor 2 (TIRS 2)	11.5–12.51	Resolusi 100 m, peningkatan pemetaan suhu dan penghitungan kelembaban tanah

wilayah homogen berdasarkan kriteria keserupaan yang tertentu, seperti halnya dalam [7]-[11]. Metode segmentasi di antaranya adalah *k-means clustering* seperti dalam [8], [9] dan *region growing* seperti dalam [10], [11]. Segmentasi *k-means clustering* membagi sejumlah objek ke dalam partisi-partisi berdasarkan kategori yang ada dengan melihat titik tengah yang diberikan, sedangkan segmentasi *region growing* dimulai dari piksel *seed* dan berkembang hingga membentuk wilayah. Segmentasi *k-means clustering* dalam [8] mampu menghilangkan noise citra, sedangkan *region growing* dalam [9] tidak mampu. Walau kedua metode memiliki karakteristik yang berbeda, segmentasi *k-means clustering* dan *region growing* memiliki beberapa persamaan. Salah satunya adalah dalam menentukan suatu piksel menjadi wilayah atau kelompok, yaitu dengan satu titik pusat dan membentuk wilayah dengan ketentuan atau properti tertentu, yaitu jarak terdekat antar-piksel.

Penghitungan luas hutan mangrove dalam [4] dan [5] tidak menggunakan segmentasi citra menggunakan *k-means clustering* dan *region growing*. Kajian ini bertujuan mengimplementasikan dan menganalisis metode segmentasi *k-means clustering* dan *region growing* untuk mengukur luas wilayah hutan mangrove menggunakan citra Landsat 8 dengan menghitung jumlah piksel yang teridentifikasi sebagai daerah hutan mangrove. Akurasi kedua metode dihitung menggunakan referensi data luas hutan mangrove dari LAPAN [12].

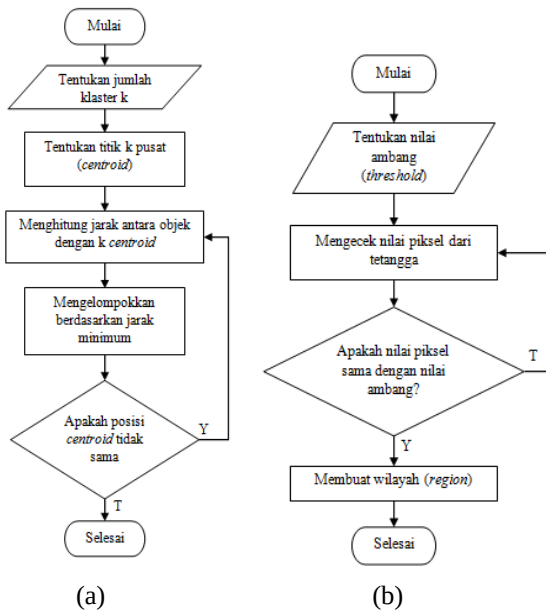


Gambar 1. Diagram alir sistem penghitung luas wilayah hutan mangrove

II. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan untuk mengidentifikasi hutan mangrove adalah data citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS dari Provinsi Sulawesi Tenggara, meliputi Kabupaten Bombana, Kabupaten Buton Utara, Kabupaten Kolaka, Kabupaten Konawe, Kabupaten Konawe Selatan, dan Kabupaten Muna. Data diperoleh secara gratis pada website resmi USGS *Earth Explorer* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Dari data satelit yang diperoleh, dipilih kombinasi kanal 5, 6, dan 3 untuk mengidentifikasi objek hutan mangrove. Karakteristik kanal citra Landsat 8 secara lengkap dinyatakan dalam Tabel 1. Data satelit yang telah jelas objeknya dilakukan koreksi radiometrik dan koreksi geometrik sehingga diperoleh citra satelit yang telah terkoreksi yang selanjutnya diolah oleh sistem. Citra masukan memiliki ukuran antara 109x113 piksel sampai dengan 505x519 piksel, dengan jumlah data masukan berjumlah 27 gambar dengan ekstensi jpg.

Diagram alir sistem penghitung luas wilayah hutan mangrove ditunjukkan oleh Gambar 1. Perbaikan citra meliputi enam tahap, yaitu penggabungan kanal citra satelit, koreksi radiometrik, koreksi geometrik, pemilihan kombinasi kanal, penggabungan citra satelit, dan pemotongan citra pada bagian objek mangrove. Perhitungan luas wilayah dilakukan dengan mengetahui jumlah piksel wilayah hutan mangrove yang telah dinyatakan dengan intensitas warna yang sama dengan menggunakan segmentasi citra. Jumlah piksel tersebut kemudian dikalikan dengan satuan luas per-piksel menggunakan resolusi spasial dari Landsat 8 untuk semua kanal, yaitu sebesar 30 x 30 m² untuk tiap piksel.



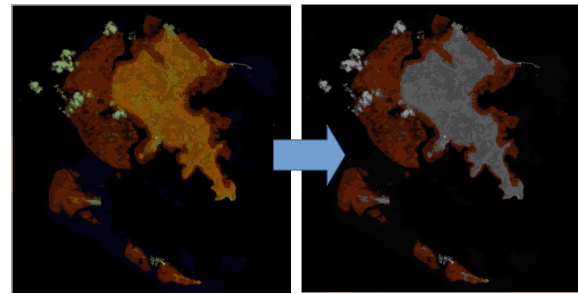
Gambar 2. Alir proses segmentasi pada citra: a) *k-means clustering*, dan b) *region growing*

Diagram alir metode segmentasi *k-means clustering* dan *region growing* ditunjukkan dalam Gambar 2. Pada segmentasi *k-means clustering*, proses klustering dimulai dengan mengidentifikasi data yang akan dikluster, $c_{ij}(i=1, \dots, n; j=1, \dots, m)$ dengan n adalah jumlah data yang akan dikluster dan m adalah jumlah variabel (Gambar 2a). Pada awal iterasi, pusat setiap kluster ditetapkan secara bebas, $c_{kj}(k=1, \dots, k; j=1, \dots, m)$. Jarak antara setiap data dengan setiap pusat kluster dihitung. Untuk melakukan penghitungan jarak data ke- i (c_i) pada pusat kluster ke- k (c_k), diberi nama (d_{ik}). Persamaan jarak *euclidean* digunakan seperti dinyatakan dalam Persamaan 1.

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (c_{ij} - c_{kj})^2} \quad (1)$$

Suatu data akan menjadi anggota dari kluster ke- k apabila jarak data tersebut ke pusat kluster ke- k bernilai paling kecil dibandingkan dengan jarak ke pusat kluster lainnya. Hal ini dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2. Selanjutnya, kelompokkan data-data yang menjadi anggota pada setiap kluster. Nilai pusat kluster yang baru dapat dihitung dengan cara mencari nilai rata-rata dari data-data yang menjadi anggota pada kluster tersebut dengan menggunakan Persamaan 3, dimana x_{ij} adalah kluster ke- k dan p adalah banyaknya anggota kluster ke- k .

$$\min \sum_{k=1}^k d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (c_{ij} - c_{kj})^2} \quad (2)$$



Gambar 3. Hasil akhir dari proses segmentasi *k-means clustering*

$$c_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^p x_{ij}}{p} \quad (3)$$

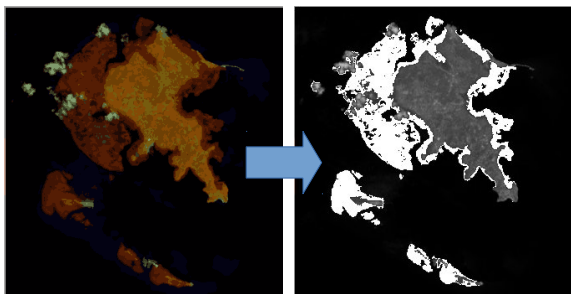
Segmentasi dengan metode *region growing* mengelompokkan piksel atau subwilayah ke dalam wilayah yang lebih besar berdasarkan pada kriteria yang sudah ditentukan untuk pertumbuhannya (Gambar 2b). Pendekatan dasarnya adalah memulai dengan sejumlah titik *seed* dan dari titik ini menumbuhkan wilayah oleh penambahan pada setiap *seed* piksel tetangga yang mempunyai *property* sama dengan *seed* (seperti kisaran spesifik dari aras keabuan atau warna). Penumbuhan wilayah akan berhenti ketika tidak ada lagi piksel yang mencapai kriteria untuk inklusi dalam wilayah tersebut. Metode *region growing* tidak menggunakan kriteria lokal, seperti intensitas, tekstur, dan warna [13].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Segmentasi dengan *K-Means Clustering*

Proses segmentasi dilakukan dengan mengelompokkan citra menjadi beberapa kelompok atau kluster secara acak berdasarkan histogram. Jarak piksel ditentukan dengan *centroid* (titik tengah kluster). Jarak minimal piksel dengan *centroid* kemudian ditentukan sehingga terbentuklah kelompok-kelompok berdasarkan nilai minimum piksel dengan *centroid*. Dari kelompok tersebut dilakukan penghitungan rerata dari setiap anggota dari satu kluster. Dari nilai rerata setiap kluster tersebut, didapatkan nilai *centroid* baru. Dengan nilai *centroid* baru ini proses diulang sampai nilai rerata dari anggota kluster tidak lagi mengalami perubahan.

Hasil dari proses segmentasi adalah citra yang telah terkelompokkan sesuai dengan nilai jumlah kluster (antara 2 sampai 20 kluster). Dari hasil segmentasi, dilakukan tahap penghitungan luas wilayah hutan *mangrove*. Pengambilan objek *mangrove* dilakukan dengan teknik penutupan objek dengan hanya menampilkan objek yang diinginkan (*masking*) menggunakan metode pengambangan dengan ruang warna HSV sebagai acuan. Cara kerjanya adalah dengan menentukan nilai minimal dan nilai maksimal dari setiap kanal pada ruang warna HSV. Dari nilai minimal



Gambar 4. Hasil akhir dari proses segmentasi *region growing*

dan maksimal yang telah ditentukan, diloloskan gambar kluster yang memiliki kecocokan nilai dari citra hasil segmentasi sebelumnya. Objek *mangrove* memiliki warna yang sama dengan hasil segmentasi *k-means clustering* pada proses sebelumnya dan objek *non-mangrove* ditampilkan dengan warna aras keabuan. Hasil proses segmentasi *k-means clustering* ditunjukkan dalam Gambar 3.

B. Proses Segmentasi dengan *Region Growing*

Proses pertama segmentasi *region growing* adalah penentuan nilai intensitas untuk dijadikan nilai *seed*. Agar nilai *seed* dan nilai ambang dapat terimplementasi secara otomatis pada lebih dari satu citra satelit, dilakukan perbandingan histogram pada masing-masing citra satelit agar dapat dicari kesamaannya. Perbandingan kesamaan histogram pada citra satelit ditemukan kesamaan dimulai dari intensitas 0 yang memiliki jumlah piksel yang relatif banyak. Seiring bertambahnya nilai intensitas, jumlah piksel yang sama semakin menurun dan berhenti pada nilai intensitas kurang lebih 10 dan relatif stabil sampai nilai intensitas kurang lebih 35.

Pada pengujian, nilai intensitas *mangrove* ada yang bernilai lebih dari 35. Untuk menanggulangi masalah ini, dilakukan penyamaan intensitas dari nilai 45 sampai dengan 55 menjadi nilai 35 sehingga nilai *seed* yang digunakan adalah 35 dan nilai ambang adalah 10 untuk menentukan batas nilai intensitas. Dari hasil segmentasi *region growing* dilakukan perubahan nilai intensitas untuk menjadikan nilai pada hasil segmentasi menjadi 1 apabila mempunyai nilai intensitas lebih dari 1 dan bernilai 0 jika nilai intensitas kurang dari 1.

Dari nilai *seed* dan nilai ambang yang telah ditentukan, diperoleh hasil citra hasil segmentasi berbentuk citra biner dengan daerah *mangrove* yang memiliki nilai 1, dan daerah bukan *mangrove* memiliki nilai 0 (Gambar 4). Dari citra hasil segmentasi dilakukan penggabungan citra awal dengan citra segmentasi agar diperoleh gambar objek *mangrove* dan objek bukan *mangrove* yang jelas.

C. Proses Operasi Penghitung Luas *Mangrove*

Proses ini menghitung luas daerah *mangrove* berdasarkan jumlah piksel yang telah diperoleh. Proses

penghitungan jumlah wilayah dilakukan dengan menjumlahkan nilai 1 pada citra tersegmentasi, yaitu citra yang memiliki objek *mangrove*. Setiap piksel mewakili luasan *mangrove* sebesar 900 m². Luas perbandingan pada daerah yang sama dari data luas *mangrove* LAPAN [12].

Hasil penghitungan luas daerah *mangrove* di wilayah Sulawesi Tenggara menggunakan segmentasi *k-means clustering* ditunjukkan dalam Tabel 2. Jumlah kluster yang ditampilkan adalah 11, 12, dan 13. Jumlah kluster ini mempunyai kemiripan data dengan data yang didapatkan di LAPAN. Hasil penghitungan luas daerah *mangrove* menggunakan segmentasi *region growing* ditunjukkan dalam Tabel 3.

C. Perbandingan Akurasi Metode Segmentasi

Akurasi metode segmentasi untuk menghitung luas hutan *mangrove* dinyatakan sebagai akurasi bobot pada setiap citra (Persamaan 4) dan akurasi data yang benar secara keseluruhan dari kedua metode segmentasi (Persamaan 5). Parameter N_{hasil} menyatakan luas *mangrove* hasil penghitungan metode, sedangkan N_{ref} menyatakan luas perbandingan. Parameter $N_{\text{data benar}}$ menyatakan jumlah identifikasi citra *mangrove* yang mempunyai akurasi di atas 80%, sedangkan $N_{\text{data total}}$ menyatakan jumlah citra yang diidentifikasi, yaitu sebesar 27 citra. Akurasi keseluruhan ini menunjukkan persentase identifikasi citra yang mempunyai akurasi lebih dari 80% terhadap jumlah citra yang digunakan dalam identifikasi.

$$\text{Akurasi bobot} = 100 - \left(\left| \frac{N_{\text{hasil}} - N_{\text{ref}}}{N_{\text{ref}}} \right| \right) \times 100 \% \quad (4)$$

$$\text{Akurasi total} = \frac{N_{\text{data benar}}}{N_{\text{data total}}} \times 100 \% \quad (5)$$

Akurasi penghitungan luas hutan *mangrove* menggunakan metode segmentasi *region growing* dan *k-means clustering* ditunjukkan dalam Tabel 4. Akurasi terbesar dalam segmentasi *k-means clustering* adalah 98,81% (dengan 11 kluster), 99,03% (dengan 12 kluster), dan 98,24% (dengan 13 kluster). Hal ini tidak terdapat korelasi antara jumlah kluster dengan akurasi yang diperoleh. Akurasi yang tinggi menunjukkan bahwa *k-means clustering* dapat digunakan sebagai metode segmentasi dalam identifikasi daerah *mangrove*, seperti halnya dalam [8], [9]. Akurasi terbesar dalam segmentasi *region growing* adalah 99,90%. Hal ini juga menunjukkan bahwa *region growing* dapat digunakan sebagai metode segmentasi dalam identifikasi daerah *mangrove*, seperti halnya dalam [10], [11].

Dari seluruh deteksi yang dilakukan terhadap 27 citra, akurasi keseluruhan berurutan dari yang tertinggi adalah menggunakan 12 kluster sebesar 59,26%, 13 kluster sebesar 51,85%, dan 11 kluster sebesar 44,44%. Akurasi keseluruhan metode *region growing* dari 27 citra adalah sebesar 33,33% dan lebih rendah daripada metode *k-means clustering*. Hal ini menunjukkan bahwa

Tabel 2. Hasil penghitungan pada citra satelit pada segmentasi *k-means clustering*

No	Nama Citra	Jumlah kluster						Luas pembanding (ha)
		11		12		13		
		Jumlah piksel	Luas mangrove (ha)	Jumlah piksel	Luas mangrove (ha)	Jumlah piksel	Luas mangrove (ha)	
1	Peta Mangrove P. Kabaena 1	6.823	614,070	6.841	615,690	8.186	736,740	716,56
2	Peta Mangrove P. Kabaena 2	2.218	199,620	2.148	193,320	1.829	164,610	168
3	Peta Mangrove Konawe 1	6.314	568,260	6.249	562,410	9.459	851,310	557
4	Peta Mangrove Konawe 2	48.743	4.386,870	49.398	4.445,820	48.294	4.346,460	5.803,83
5	Peta Mangrove Konawe 3	-	-	7.197	647,730	7.125	641,250	814,34
6	Peta Mangrove Konawe 4	8.907	801,630	8.765	788,850	5.860	527,400	1.448
7	Peta Mangrove Konawe 5	7.385	664,650	7.351	661,590	7.331	659,790	1.313
8	Peta Mangrove Konawe 6	1.451	130,590	2.387	214,830	1.444	129,960	1.185,77
9	Peta Mangrove Konawe 7	-	-	-	-	-	-	526,02
10	Peta Mangrove Kolaka 1	-	-	2.452	220,680	2.261	203,490	266,65
11	Peta Mangrove Buton Utara 1	4.347	391,230	4.334	390,060	3.612	325,080	450
12	Peta Mangrove Buton Utara 2	10.348	931,320	10.150	913,500	9.802	882,180	1.039,15
13	Peta Mangrove Buton Utara 3	9.247	832,230	14.906	1.341,540	14.749	1.327,410	1.213
14	Peta Mangrove Buton Utara 4	14.380	1.294,200	13.503	1.215,270	12.657	1.139,130	1.279
15	Peta Mangrove Buton Utara 5	10.989	989,010	10.903	981,270	6.882	619,380	1.053
16	Peta Mangrove Buton Utara 6	36.957	3.326,130	31.897	2.870,730	32.526	2.927,340	3.604,19
17	Peta Mangrove Buton Utara 7	22.774	2.049,660	38.502	3.465,180	28.279	2.545,110	5.687
18	Peta Mangrove Buton Utara 8	1.650	148,500	1.784	160,560	1.776	159,840	819
19	Peta Mangrove Muna 1	14.328	1.289,520	16.085	1.447,650	15.962	1.436,580	1.350,77
20	Peta Mangrove Muna 2	12.056	1.085,040	12.005	1.080,450	11.914	1.072,260	1.205,85
21	Peta Mangrove Muna 3	1.852	166,680	2.747	247,230	2.729	245,610	251,26
22	Peta Mangrove Muna 4	1.475	132,750	1.422	127,980	2.276	204,840	208,51
23	Peta Mangrove Muna 5	5.508	495,720	5.506	495,540	5.465	491,850	471
24	Peta Mangrove Muna 6	6.195	557,550	8.911	801,990	8.834	795,060	846
25	Peta Mangrove Muna 7	3.141	282,690	3.136	282,240	3.064	275,760	317
26	Peta Mangrove Muna 8	2.078	187,020	1.950	175,500	1.888	169,920	236
27	Peta Mangrove Muna 9	3.769	339,210	3.304	297,360	3.214	289,260	257

Tabel 3. Hasil penghitungan pada citra satelit pada segmentasi *region growing*

No	Nama Citra	Jumlah piksel	Luas mangrove (ha)	Luas pembanding (ha)
1	Peta Mangrove Pulau Kabaena 1	8.210	738,9	716,56
2	Peta Mangrove Pulau Kabaena 2	185	16,65	168
3	Peta Mangrove Konawe 1	10.315	928,35	557
4	Peta Mangrove Konawe 2	49.245	4.432,05	5.803,83
5	Peta Mangrove Konawe 3	15.407	1.386,63	814,34
6	Peta Mangrove Konawe 4	11.954	1.075,86	1.448
7	Peta Mangrove Konawe 5	9.940	894,6	1.313
8	Peta Mangrove Konawe 6	1.910	171,9	1.185,77
9	Peta Mangrove Konawe 7	3.830	344,7	526,02
10	Peta Mangrove Kolaka 1	2.678	241,02	266,65
11	Peta Mangrove Buton Utara 1	3.820	343,8	450
12	Peta Mangrove Buton Utara 2	8.860	797,4	1.039,15
13	Peta Mangrove Buton Utara 3	2.699	242,91	1.213
14	Peta Mangrove Buton Utara 4	11.028	992,52	1.279
15	Peta Mangrove Buton Utara 5	8.305	747,45	1.053
16	Peta Mangrove Buton Utara 6	36.657	3.299,13	3.604,19
17	Peta Mangrove Buton Utara 7	24.264	2.183,76	5.687
18	Peta Mangrove Buton Utara 8	2.663	239,67	819
19	Peta Mangrove Muna 1	14.049	1.264,41	1.350,77
20	Peta Mangrove Muna 2	10.798	971,82	1.205,85
21	Peta Mangrove Muna 3	2.789	251,01	251,26
22	Peta Mangrove Muna 4	2.950	265,5	208,51
23	Peta Mangrove Muna 5	4.613	415,17	471
24	Peta Mangrove Muna 6	7.095	638,55	846
25	Peta Mangrove Muna 7	2.755	247,95	317
26	Peta Mangrove Muna 8	2.412	217,08	236
27	Peta Mangrove Muna 9	2.726	245,34	257

Tabel 4. Tingkat akurasi segmentasi *k-means clustering* dan *region growing*

No	Nama Citra	<i>k-means clustering</i>			<i>region growing</i>
		Akurasi Setiap Jumlah Kluster (%)			Akurasi Setiap Citra (%)
		11	12	13	
1	Peta Mangrove P. Kabaena 1	85,70	85,92	97,18	96,88
2	Peta Mangrove P. Kabaena 2	81,18	84,93	97,98	9,91
3	Peta Mangrove Konawe 1	97,98	99,03	47,16	33,33
4	Peta Mangrove Konawe 2	75,59	76,60	74,89	76,36
5	Peta Mangrove Konawe 3	0,00	79,54	78,74	29,72
6	Peta Mangrove Konawe 4	55,36	54,48	36,42	74,30
7	Peta Mangrove Konawe 5	50,62	50,39	50,25	68,13
8	Peta Mangrove Konawe 6	11,01	18,12	10,96	14,50
9	Peta Mangrove Konawe 7	0,00	0,00	0,00	65,53
10	Peta Mangrove Kolaka 1	0,00	82,76	76,31	90,39
11	Peta Mangrove Buton Utara 1	86,94	86,68	72,24	76,40
12	Peta Mangrove Buton Utara 2	89,62	87,91	84,89	76,74
13	Peta Mangrove Buton Utara 3	68,61	89,40	90,57	20,03
14	Peta Mangrove Buton Utara 4	98,81	95,02	89,06	77,60
15	Peta Mangrove Buton Utara 5	93,92	93,19	58,82	70,98
16	Peta Mangrove Buton Utara 6	92,29	79,65	81,22	91,54
17	Peta Mangrove Buton Utara 7	36,04	60,93	44,75	38,40
18	Peta Mangrove Buton Utara 8	18,13	19,60	19,52	29,26
19	Peta Mangrove Muna 1	95,47	92,83	93,65	93,61
20	Peta Mangrove Muna 2	89,98	89,60	88,92	80,59
21	Peta Mangrove Muna 3	66,34	98,40	97,75	99,90
22	Peta Mangrove Muna 4	63,67	61,38	98,24	72,67
23	Peta Mangrove Muna 5	94,75	94,79	95,57	88,15
24	Peta Mangrove Muna 6	65,90	94,80	93,98	75,48
25	Peta Mangrove Muna 7	89,18	89,03	86,99	78,22
26	Peta Mangrove Muna 8	79,25	74,36	72,00	91,98
27	Peta Mangrove Muna 9	68,01	84,30	87,45	95,46
	Total Hasil Paling Mendekati	12	16	14	9
	Akurasi Keseluruhan (%)	44,44	59,26	51,85	33,33

metode segmentasi *k-means clustering* lebih akurat dalam identifikasi daerah *mangrove* dibandingkan dengan segmentasi *region growing* berdasarkan hasil hitung luas daerah *mangrove* terhadap luas daerah referensi dari LAPAN [12]. Dengan akurasi keseluruhan tersebut, metode *k-means clustering* dan *region growing* dapat digunakan untuk menghitung luas hutan mangrove menggunakan citra satelit Landsat 8, seperti halnya dalam [4], [5].

V. KESIMPULAN

Metode segmentasi *k-means clustering* secara keseluruhan menunjukkan identifikasi objek *mangrove* yang lebih akurat daripada dengan segmentasi *region growing*, yaitu sebesar 59,26% dibandingkan 33,33%. Kedua metode segmentasi citra baik *k-means clustering* maupun *region growing* dapat digunakan untuk menghitung luas hutan *mangrove* yang ada di wilayah Sulawesi Tenggara dengan menggunakan data citra satelit Landsat 8.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Majid, H. H. I. Al Muhdar, R. Fachur, and I. Syamsuri, "Konservasi Hutan Mangrove di Pesisir Pantai Kota Ternate Terintegrasi dengan Kurikulum Sekolah," *Bioedukasi*, vol. 4, no. 2, pp.488-496, 2016.
- [2] M. Vitasari, "Kerentanan Ekosistem Mangrove Terhadap Ancaman Gelombang Ektrim/Abrasi di Kawasan Konservasi Pulau Dua Banten," *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, vol. 8, no. 2, pp. 33-36, 2015.
- [3] Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, *Pedoman Teknik Pengolahan Data Penginderaan Jauh Landsat 8 untuk Mangrove*. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2015.
- [4] E. T. Opa, "Analisis Perubahan Lahan Mangrove di Kabupaten Pohuwato Propinsi Gorontalo dengan Menggunakan Citra Landsat," *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, vol. 6, no. 2, pp. 79-82, 2010.
- [5] A. K. S. Manoppo, N. Anggraini, and Y. Marini, "Identifikasi Mangrove dengan Metode Optimum Index Factor (OIF) pada Data SPOT6 dan Landsat 8 di Pulau Lingayan," in *Pertemuan Ilmiah Tahunan XX dan Kongres VI MAPIN: Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh*, Bogor, Indonesia, Feb. 2015.
- [6] K. T. Setiawan, N. Aggraini, and A. K. S. Manoppo, "Estimasi Perhitungan Luas Daerah di Pulau-Pulau Kecil Menggunakan data Citra Satelit

- Landsat 8 Studi Kasus: Pulau Pramuka Kepulauan Seribu DKI Jakarta,” in *Seminar Nasional Pengindraan Jauh*, Indonesia, 2016, pp. 294-300.
- [7] D. Heksaputra, P. W. Dhina, and S. Nilawati, “Perbaikan Kualitas Citra Iris Mata untuk Pengenalan Pola (Biometric),” *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*, vol. 7, no. 2, pp. 11-23, 2015.
- [8] I. A. Kesuma, H. Herman, and M. Munawir, “Penerapan Metode Klaster K-Means pada Segmentasi Warna Citra Digital dengan Pemrograman R”, in *Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi Informasi*, Medan, Indonesia, Nov. 2016, pp. 427-430.
- [9] A. Atina, “Segmentasi Citra Paru Menggunakan Metode K-Means Clustering,” *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan*, vol. 3, no. 2, pp. 57-65, 2017.
- [10] F. Kanditami, D. Saepudin, and A. Rizal, “Analisis Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan Region Growing dalam Deteksi Gejala Kanker Payudara pada Citra Mammogram,” *Jurnal Elektro Unika Atma Jaya*, vol. 7, no. 1, pp. 15-28, 2014.
- [11] D. P. Agrisativa, “Estimasi Bobot Karkas Sapi Berdasarkan Metode Region Growing dan Klasifikasi K-NN,” Skripsi, Universitas Telkom, Bandung, 2018.
- [12] Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN, “Sebaran Perubahan Hutan Mangrove Indonesia Tahun 2016,” Oct. 2017. [Online]. Available: http://spbn.pusfatja.lapan.go.id/layers/geonode/%3Amangrove_2014_2016_penyusutan2#info
- [13] E. Prasetyo, *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2011.

