

# APLIKASI WEB MAP DALAM PEMETAAN KESESUAIAN FISIK PERAIRAN UNTUK BUDIDAYA KERAMBA JARING APUNG DI TELUK LAMPUNG

*(Web Map Application in Physical Waters Suitability Mapping for Floating Net Cages Cultivation in Lampung Coastal Bay)*

**Andiyanti Putri Estigade, Ariani Puji Astuti, Arief Wicaksono, Tika Maitela, dan Wirastuti Widyatmanti**  
Departemen Sains Informasi Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada  
Jl. Sekip Utara, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281 Indonesia  
E-mail: [andiyantiputri@gmail.com](mailto:andiyantiputri@gmail.com)

Diterima: 16 Agustus 2018; Direvisi (revised): 24 September 2018; Disetujui untuk dipublikasikan (accepted): 21 Maret 2019

## ABSTRAK

Budidaya keramba jaring apung di Provinsi Lampung menjadi salah satu pengembangan budidaya perikanan laut yang potensial dalam meningkatkan produksi pangan. Akan tetapi, penelitian mengenai kesesuaian fisik perairan untuk budidaya perikanan pada wilayah tersebut belum banyak dilakukan karena wilayahnya yang luas dan juga mahal biaya analisis kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis spasial untuk menentukan lokasi potensial budidaya keramba jaring apung menggunakan citra Landsat 8 OLI dan SIG; dan menyajikan peta kesesuaian fisik perairan untuk budidaya keramba jaring apung ke dalam *Web Map*. Lokasi penelitian berada di sebagian Teluk Lampung. Parameter biofisik yang dipertimbangkan untuk kesesuaian keramba jaring apung antara lain kecerahan, suhu, salinitas, pH, kedalaman, material padatan tersuspensi, dan klorofil- $\alpha$ . Pengambilan sampel biofisik di lapangan menggunakan metode sistematis. Model akhir diperoleh dari hasil pembobotan kuantitatif berjenjang tertimbang. Setelah dihasilkan model kesesuaian fisik perairan, selanjutnya peta akhir dan semua data parameter dimasukkan ke dalam ArcGIS Online untuk disajikan ke dalam *Web Map*. Dengan memanfaatkan fasilitas yang disediakan oleh ArcGIS Online maka informasi mengenai kesesuaian fisik perairan untuk budidaya keramba jaring apung di Teluk Lampung diharapkan dapat tersebar luas dan dimanfaatkan secara umum, khususnya bagi pemerintah, swasta, dan masyarakat yang bekerja dalam bidang perikanan budidaya. Hasil penelitian ini mampu menunjukkan bahwa integrasi antara data penginderaan jauh, sistem informasi geografis, dan teknologi informasi geospasial dapat dimanfaatkan untuk mendukung tercapainya tujuan nomor 14 dari agenda pembangunan keberlanjutan di Indonesia.

**Kata kunci:** *web map*, kesesuaian fisik perairan, keramba jaring apung, Teluk Lampung, ArcGIS Online

## ABSTRACT

*The floating net cage culture in Lampung Province has become one of the potential marine culture developments in increasing food production. However, less research conducted on the water quality suitability in this region due to its vast areas and costly water analysis. This research aims to perform spatial analysis to determine the suitable area for floating net cages using remote sensing and GIS; and to present physical waters suitability of floating net cages cultivation map into the Web Map. The research area is in Lampung Bay. Biophysical factors considered for the suitability of floating net cages are water clarity, temperature, salinity, pH, water depth, total suspended solid, and chlorophyll- $\alpha$ . Biophysical factor data measured were sampled using systematic sampling method. The final map is obtained using weighted overlay approach. The final map and all parameter data are entered into ArcGIS Online to be presented in Web Map. By utilizing the facilities provided by ArcGIS Online, it is expected that information on the physical waters suitability for floating net cage cultivation in Lampung Bay can be widely distributed and utilized, especially for government, private, and people who working in marine aquaculture sector. The results of this research are able to show that the integration between remote sensing data, geographic information system, and geospatial information technology can be utilized to support the sustainable development goals agenda (goal no. 14) in Indonesia.*

**Keywords:** *web map*, physical suitability of waters, floating net cages, Lampung Bay, ArcGIS Online

## PENDAHULUAN

Indonesia dengan dua per tiga wilayahnya tersusun atas wilayah perairan tentunya menyebabkan Indonesia kaya akan hasil laut, salah satunya adalah ikan. Berdasarkan Pusat Data Statistik dan Informasi, Kelautan dan Perikanan

dalam Angka tahun 2015, tren produksi perikanan Indonesia mengalami peningkatan sejak tahun 2010. Kenaikan rata-rata tahun 2010-2014 sebesar 15,80% dengan rata-rata produksi sebesar 16,2 juta ton. Hal tersebut menunjukkan produksi perikanan Indonesia mengalami kenaikan yang stabil, walaupun setiap tahun perairan Teluk Lampung

mengalami fenomena *red tide*. Kontribusi produksi perikanan tangkap terhadap produksi perikanan nasional tahun 2014 sebesar 31,11%, sedangkan kontribusi perikanan budidaya sebesar 68,89%. Kontribusi perikanan budidaya terus meningkat sejak tahun 2010 dengan kontribusi yang tumbuh sebesar 6,42% dan rata-rata kontribusi selama lima tahun sebesar 62,35%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam 5 tahun terakhir dan beberapa tahun ke depan, perikanan budidaya memiliki potensi yang cukup besar bagi produksi perikanan Indonesia. Hasil budidaya perikanan di Teluk Lampung merupakan salah satu penyumbang devisa negara, namun hasil budidaya tersebut belum menghasilkan keuntungan yang maksimal (Tajerin, 2005). Padahal permintaan dari hasil budidaya laut di Teluk Lampung cukup tinggi, baik dikirim ke pembeli yang berada di beberapa tempat di luar Teluk Lampung maupun ke pembeli yang langsung datang ke tempat budidaya keramba jaring apung (KJA) untuk mengambil hasil panen (Noor, 2015). Selain itu, pemasaran hasil budidaya ini juga didukung dengan adanya wisatawan yang tertarik untuk melihat aktifitas penduduk dalam melakukan budidaya, pengolahan, maupun penjualan hasil budidaya (Putri, Noor, & Ali, 2018).

Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi budidaya laut adalah dengan menggunakan KJA. KJA digunakan sebagai wadah untuk memproduksi berbagai jenis ikan maupun komoditas perairan laut, diantaranya adalah ikan kerapu dan kerang hijau. Namun, tidak semua kondisi laut cocok untuk penempatan KJA. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi kesesuaian lahan karena lokasi yang sesuai akan menentukan tingkat keberhasilan usaha budidaya ikan kerapu dan kerang hijau yang berkelanjutan di kawasan perairan pesisir. Ketidaksesuaian dalam penentuan lokasi untuk tempat pengembangan kegiatan KJA dapat menyebabkan kegiatan tersebut tidak berlangsung lama (Pérez, Telfer, & Ross, 2003). Evaluasi kesesuaian perairan laut untuk KJA dapat dipetakan untuk mengetahui sebaran spasialnya. Penelitian ini mendukung agenda *Sustainable Development Goals* (SDGs) terkait Ekosistem laut. Ekosistem laut merupakan salah satu tujuan dari SDGs yaitu pemeliharaan, perlindungan, dan pemanfaatan laut serta sumberdaya laut secara berkelanjutan. Salah satu anggota dari ekosistem laut adalah ikan. Budidaya KJA termasuk ke dalam pemanfaatan laut dan sumberdaya laut secara berkelanjutan. Sumberdaya perikanan merupakan sumberdaya dapat pulih atau memiliki sifat terbarukan (Durand, 2010). Sumberdaya ini dapat pulih secara alamiah maupun di budidaya. Namun, untuk pembaruan ikan secara budidaya perlu mempertimbangkan habitat atau kondisi fisik tempat hidup dari ikan yang dibudidaya. Kesesuaian kondisi fisik perairan ini diindikasikan nantinya mempengaruhi hasil produksi dari budidaya KJA. Oleh karena itu perlu dilakukan pemetaan kesesuaian kondisi fisik perairan untuk KJA. Peta yang dihasilkan diharapkan dapat

menjadi referensi untuk penempatan KJA agar hasil produksi menjadi maksimal dan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap konsumsi ikan.

Pemetaan kesesuaian perairan laut untuk KJA memanfaatkan pengembangan peran Penginderaan Jauh (PJ), Sistem Informasi Geografis (SIG), dan Teknologi Informasi Geografis (TIG) untuk melakukan analisis spasial dalam penentuan lokasi potensial budidaya KJA. Menurut Syah (2010), penginderaan jauh merupakan penggunaan sensor radiasi elektromagnetik untuk mengenali objek dari citra penginderaan jauh, yaitu deteksi, identifikasi, dan analisis. Penggunaan teknologi penginderaan jauh untuk memetakan kesesuaian perairan laut ini memiliki kelebihan, yaitu biaya dan tenaga yang digunakan akan lebih efektif dan efisien dibandingkan pengumpulan data lapangan satu per satu. Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Landsat 8 OLI. Generasi Landsat terbaru adalah Landsat 8, yang diluncurkan pada 11 Februari 2013, merupakan lanjutan dari misi Landsat 7 yang telah mengalami kerusakan pada Mei 2003 pada *Scan Line Corrector* (Yanuar, Hanintyo, & Muzaki, 2017). Citra ini memiliki resolusi temporal 16 hari dan resolusi spasial hingga 30 m untuk saluran multispektral dan 15 m untuk saluran pankromatik sehingga sesuai untuk memetakan kondisi perairan dangkal. Keunggulan yang dimiliki oleh Landsat 8 adalah terdapat band 1 (*ultra blue*) yang mampu menangkap panjang gelombang elektromagnetik lebih rendah daripada band yang sama pada Landsat 7. Oleh karena itu, band 1 pada Landsat 8 akan lebih sensitif terhadap reflektansi untuk objek air laut pada kedalaman yang berbeda dan dapat digunakan untuk membedakan konsentrasi aerosol.

Selain teknologi PJ, teknologi SIG juga berkembang pesat dalam pengolahan data spasial. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem informasi berbasis komputer yang merupakan penggabungan antara unsur peta (geografis) dan informasi tentang peta tersebut (data atribut), yang dirancang untuk mendapatkan, mengolah, memanipulasi, menganalisis, memperagakan, dan menampilkan data spasial untuk menyelesaikan perencanaan, mengolah, dan meneliti permasalahan (Manongga, Papilaya, & Pandie, 2009). Selain itu, Affan (2012) menyatakan bahwa penggunaan teknologi SIG dapat membantu analisis untuk memilih lokasi yang tepat berdasarkan data pengukuran parameter fisika dan kimia perairan. Setelah dilakukan pengolahan data spasial dengan teknologi PJ maupun SIG, penyajian hasil pengolahan dapat dilakukan menggunakan TIG. Selain menyajikan data spasial, pemanfaatan TIG ini dapat digunakan sebagai sarana publikasi karena penyajian peta terhubung dengan internet dan dapat disebarluaskan kepada masyarakat.

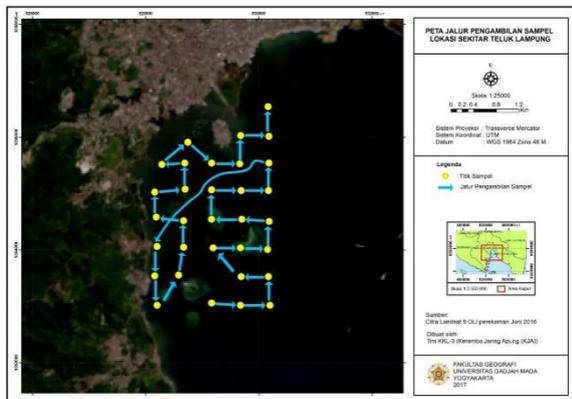
Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis spasial untuk menentukan lokasi potensial budidaya keramba jaring apung menggunakan citra Landsat 8 OLI dan SIG; serta menyajikan peta

kesesuaian fisik perairan untuk budidaya keramba jaring apung ke dalam *Web Map*. Lokasi spesifik penelitian berada di pangkal Teluk Lampung bagian barat. Jenis ikan yang dibudidayakan dalam KJA di Teluk Lampung bervariasi, tetapi komoditas dominan adalah kerapu dan kerang hijau.

**METODE**

**Pengumpulan Data dan Sampel Perairan Laut**

Peta kesesuaian fisik perairan untuk budidaya KJA ikan kerapu dan kerang hijau dihasilkan melalui pemodelan spasial beberapa parameter yang dipilih, seperti kedalaman karena terkait dengan pemasangan keramba, serta suhu permukaan laut (SPL), kecerahan, muatan padatan tersuspensi (MPT), salinitas, klorofil-α, dan pH karena terkait dengan kemampuan hidup serta perkembangan optimal dari ikan kerapu dan kerang hijau (Trisakti, Sucipto, & Sari, 2003). Data pengukuran lapangan tersebut selanjutnya diinterpolasi menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) karena menurut (Radiarta, Saputra, Haryadi, Johan, & Prihadi, 2006), metode IDW lebih tepat untuk menginterpolasi data fisik wilayah pesisir karena tidak menghasilkan nilai yang melebihi data yang disampel. Metode ini mengasumsikan bahwa tiap titik *input* memiliki pengaruh yang bersifat lokal sehingga memberikan bobot yang besar pada piksel yang terdekat dengan titik dibandingkan dengan piksel yang jauh dengan titik. Selain itu, parameter SPL, MPT, dan klorofil-α juga diperoleh dari pengolahan citra penginderaan jauh.



**Gambar 1.** Peta jalur pengambilan sampel perairan laut di sebagian Teluk Lampung.

Populasi dalam penelitian ini adalah perairan di sebagian Pulau Pasaran Teluk Lampung dengan luas 1.154,43 ha. Pemilihan lokasi kajian berdasarkan pada keberadaan muara sungai (*outlet*) dan keramba jaring apung. Sebanyak 32 titik sampel pengukuran lapangan ditentukan secara *systematic sampling* dengan jalur pengambilan sampel seperti pada **Gambar 1**. Elsayir (2014) menyatakan bahwa metode *systematic sampling* adalah metode yang digunakan ketika elemen populasi disusun dalam urutan tertentu. Metode *systematic sampling* dipilih karena mampu mengurangi potensi bias di dalam pemilihan sampel dan representatif terhadap populasi, dengan asumsi tidak ada data yang hilang. Sampel tersebut kemudian dipisah menjadi 16 sampel model dan 16 sampel uji dengan lokasi yang berselang-seling untuk dilakukan uji akurasi model parameter SPL, MPT, dan klorofil-α yang diolah dari data penginderaan jauh.

**Pengolahan dan Analisis Data**

Parameter SPL diolah menggunakan *split window algorithm* yang membutuhkan citra Terra MODIS dan saluran *thermal* citra Landsat 8 OLI. Parameter MPT diolah menggunakan formula *Normalized Suspended Material Index* (NSMI) (Arisanty & Saputra, 2017) seperti pada **Persamaan 1**. Parameter klorofil-α diolah menggunakan formula yang dikembangkan oleh (Hanintyo & Susilo, 2016) seperti pada **Persamaan 2**. Masing-masing parameter yang telah diolah dari citra kemudian dilakukan analisis korelasi antara nilai piksel citra dan data lapangan, serta analisis regresi untuk validasi model.

$$NSMI = \frac{L_4 + L_3 - L_2}{L_4 + L_3 + L_2} \dots\dots\dots (1)$$

dimana:  
 NSMI = konsentrasi MPT (dalam mg/l)  
 L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> = nilai piksel reflektansi saluran 2, 3 dan 4 pada citra Landsat 8 OLI

$$Chl-\alpha = 0.2818 \left( \frac{L_3}{L_2} \right)^{3.497} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:  
 Chl-α = konsentrasi klorofil-α (dalam mg/m<sup>3</sup>)  
 L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> = nilai piksel reflektansi saluran 2, 3 pada citra Landsat 8 OLI

**Tabel 1.** Skor parameter untuk kesesuaian fisik perairan untuk KJA.

Parameter - (bobot)	Sangat Sesuai (S1)		Sesuai (S2)		Parameter - (bobot)	Sesuai Bersyarat (S3)		Tidak Sesuai (TS)	
	Kriteria	Skor	Kriteria	Skor		Kriteria	Skor	Kriteria	Skor
Kedalaman (m) – (9)	8<S1≤12	18	12<S2≤16	14	Kedalaman (m) – (9)	16<S3≤20 4<S3≤8	10	TS>20 TS≤4	5
Suhu Permukaan Laut (SPL) (°C) – (7)	28<S1≤29	14	29<S2≤31 26<S2≤28	12	Suhu Permukaan Laut (SPL) (°C) – (7)	31<S3≤32 24<S3≤26	10	TS>35 TS≤24	5
Salinitas (ppm) – (7)	31<S1≤32	14	32<S2≤33 30<S2≤31	12	Salinitas (ppm) – (7)	33<S3≤35 28<S3≤30	10	TS≤28 TS>35	5
Kecerahan (m) – (6)	5<S1≤10	12	3<S2≤5 10<S2≤15	10	Kecerahan (m) – (6)	0<S3≤3 15<S3≤20	8	TS=0 TS>20	3
MPT (mg/l) – (6)	S1≤25	12	25<S2≤80	10	MPT (mg/l) – (6)	80<S3≤400	8	TS>400	3
Klorofil-α (µg/l) – (5)	S1>30	10	20<S2≤30	9	Klorofil-α (µg/l) – (5)	10<S3≤20	7	TS≤10	5
pH – (5)	6.5<S1≤8.5	10	6<S2≤6.5 8.5<S2≤9	9	pH – (5)	5<S3≤6 S3>9	7	TS<5	5

Sumber: Trisakti, Sucipto, & Sari (2003) dengan modifikasi

Peta akhir dihasilkan melalui pembobotan dan skoring menggunakan metode berjenjang tertimbang, dengan mengacu pada kriteria kesesuaian oleh Trisakti, Sucipto, & Sari (2003) seperti pada **Tabel 1**. Pada dasarnya, Trisakti, Sucipto, & Sari (2003) menggunakan sembilan parameter dalam menentukan kesesuaian fisik perairan untuk budidaya perikanan yang terdiri atas kedalaman, keterlindungan (meliputi arah/kecepatan arus, tinggi gelombang, dan kecepatan angin), suhu permukaan laut, salinitas, kekeruhan, kecerahan, muatan padat tersuspensi, klorofil, dan pH. Namun kemudian dalam penelitian ini parameter yang digunakan seperti yang tersaji pada **Tabel 1**. Dari ketujuh parameter yang digunakan, tiga parameter diperoleh dari data penginderaan jauh, yaitu suhu permukaan laut, klorofil, dan muatan padatan tersuspensi. Sementara itu, empat parameter lainnya diperoleh dari pengukuran lapangan meskipun dalam pelaksanaannya pengukuran data di lapangan juga dilakukan terhadap ketiga parameter yang diekstraksi dari data penginderaan jauh. Hal ini bertujuan untuk membandingkan hasil pengukuran dari kedua metode perolehan data tersebut. Metode berjenjang tertimbang adalah proses berbasis SIG yang menggunakan skor untuk setiap parameter dalam menentukan model kesesuaian perairan laut yang mencakup pengelolaan pada skala evaluasi. Dengan menggunakan SIG dan data titik sebaran keberadaan KJA yang diperoleh dari *plotting* Google Earth maka luasan per kelas kesesuaian dapat dihitung, serta distribusi keberadaan KJA dapat diamati dan dibandingkan dengan hasil peta kesesuaian sehingga dapat membaca pola dan menyimpulkan kondisi terkini dari budidaya KJA di sekitar Pulau Pasaran. Penggunaan Google Earth

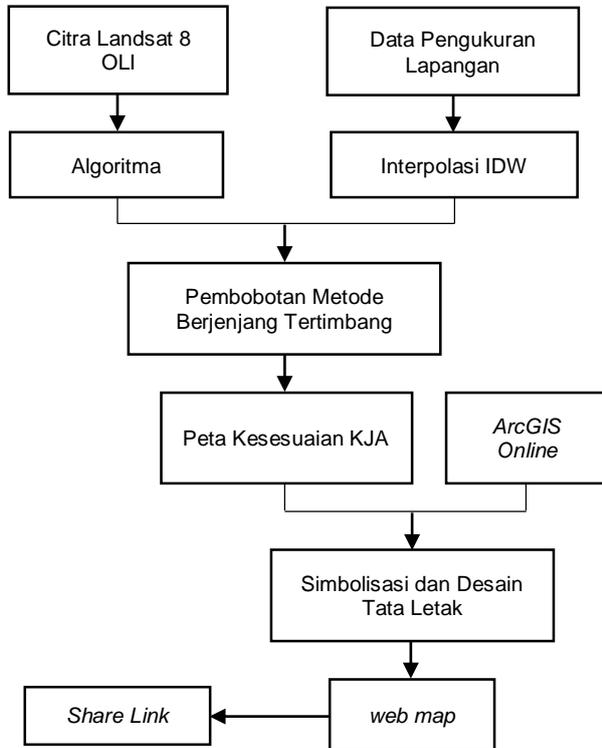
dalam *plotting* diharapkan dapat menghasilkan data titik sebaran KJA eksisting terkini karena waktu perekamannya tidak terlalu jauh dengan waktu survei sehingga tutupan perairan laut KJA belum banyak berubah.

### ArcGIS Online

*ArcGIS Online* adalah *platform* teknologi yang kolaboratif dan berbasis *cloud* yang membantu pengguna dan komunitas dalam menciptakan, berbagi, dan mengakses peta, aplikasi, serta data (Rohim, Awaluddin, & Suprayogi, 2015). Setelah dihasilkan model kesesuaian fisik perairan, peta akhir dan semua data parameter dimasukkan ke dalam *ArcGIS Online* untuk disajikan ke dalam *Web Map*. Pada *Web Map* ditambahkan *tools* analisis yang memungkinkan pengguna peta untuk menunjukkan pola baru, menemukan lokasi kesesuaian, memperkaya data, menemukan objek terdekat, dan meringkas data. Fasilitas yang disediakan *ArcGIS Online* tidak sama persis dan selengkap *ArcGIS* versi *desktop*, namun penyajian peta dengan *ArcGIS online* membuat peta lebih interaktif dan memudahkan diseminasi peta melalui *website*. Untuk dapat mengakses *ArcGIS online* dibutuhkan akun pengguna (*User Account*) atau pengguna dapat pula memanfaatkan akun publik/akun sosial media seperti *facebook* maupun *google*, namun fasilitas yang disediakan akan berbeda, khususnya pada fasilitas berbagi data (*sharing*) dan analisis data (*analysis*).

*Web Map* dibuat dengan menggunakan data *shapefile* pengguna yang diunggah ke internet. Selain menambahkan *layer* peta, pengguna juga dapat menambahkan *layer* peta dasar yang menjadi latar belakang peta sehingga peta yang dihasilkan tidak terkesan “mengambang”. Cara simbolisasi data tidak begitu berbeda dengan *ArcGIS* versi

desktop. Fasilitas *pop-ups* dapat ditambahkan ke dalam data untuk menambahkan kesan interaktif sehingga ketika pengguna memilih data dengan cara mengkliknya, maka akan keluar informasi tertentu dalam bentuk teks, gambar, grafik, dan juga alamat *web* dari luar. Langkah terakhir yang dilakukan adalah menyimpan peta hasil dan membagikan peta yang telah dibuat secara bebas. Adapun diagram alir penelitian disajikan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Diagram alir penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembuatan Peta Kesesuaian KJA

Lokasi kajian dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan keberadaan muara sungai dan penggunaan lahan di sekitar lokasi kajian. Hasil pengamatan melalui citra penginderaan jauh menunjukkan bahwa penggunaan lahan terbangun berupa permukiman dan kawasan industri mendominasi kawasan pesisir Teluk Lampung dan pada lokasi tersebut terdapat dua muara sungai yang cukup besar jika dibandingkan dengan *outlet* di sekitarnya. Penggunaan lahan di suatu lokasi berpengaruh terhadap kesesuaian lokasi lingkungan air untuk budidaya keramba jaring apung, sedangkan keberadaan muara sungai digunakan untuk mengamati pengaruh sungai terhadap salah satu parameter dalam pembuatan peta kesesuaian KJA, yaitu muatan padat tersuspensi.

Nilai kedalaman dari data pemeruman oleh Badan Informasi Geospasial tahun 2016 berkisar antara 0,3–21,1 m, sedangkan hasil pengukuran lapangan berkisar antara 1–21,1 m. Dalam hal ini, topografi dasar perairan memengaruhi luasan kelas

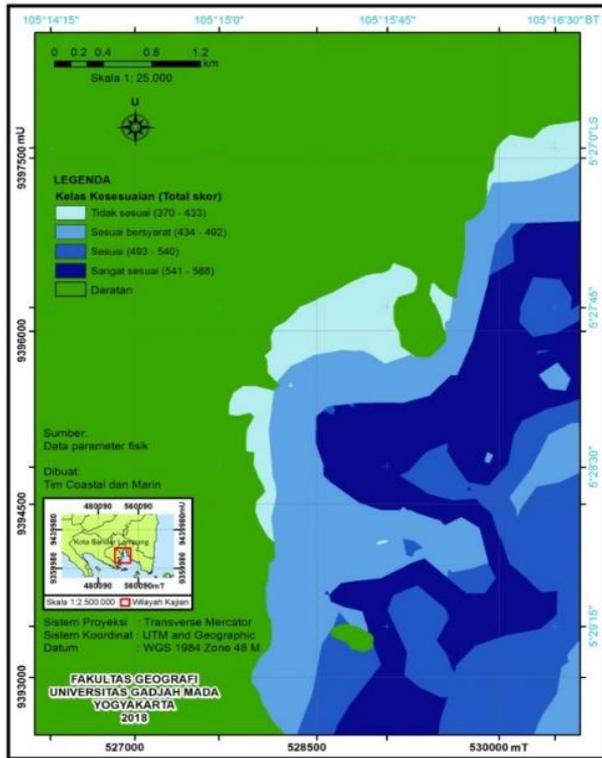
kesesuaian KJA. Lokasi kajian merupakan bagian pangkal dari Teluk Lampung sehingga memiliki kedalaman yang dangkal. Oleh karena itu, sebagian besar kelas tidak sesuai dan sesuai bersyarat di lokasi satu disebabkan oleh laut yang relatif dangkal (antara 0–8 m). Kedalaman berkaitan dengan kualitas air dan penggunaan jaring untuk budidaya KJA. Kedalaman yang terlalu dangkal (<5 m) dapat memengaruhi kualitas air akibat akumulasi sisa pakan dan sisa kotoran ikan yang membusuk, sedangkan kedalaman lebih dari 15 m membutuhkan tali jangkar yang terlalu panjang dan hal ini menjadikan pemasangan sistem pengikatan menjadi semakin rumit. Sementara hasil pengukuran menunjukkan bahwa lokasi kajian umumnya memiliki kecepatan arus yang berkisar antara 0,1–0,2 m/detik dan tergolong pada kelas sesuai untuk kegiatan budidaya KJA. Yusrudin (2011) menyatakan bahwa arus merupakan faktor penentu budidaya laut karena memiliki peranan yang cukup penting dalam menunjang proses budidaya dengan fungsi utama yaitu sebagai pembawa nutrisi dan gas-gas terlarut yang diperlukan organisme budidaya.

Hasil pengolahan data suhu menggunakan saluran 10 dan 11 citra Landsat 8 TIRS menunjukkan nilai antara 28,92–34,42°C dan 29,12–33,78°C, sedangkan hasil pengukuran suhu lapangan menggunakan termometer digital berkisar antara 30,1–31,7°C. Suhu permukaan laut berpengaruh terhadap metabolisme dan perkembangan organisme laut. Suhu perairan laut juga memberikan pengaruh terhadap aktivitas biologi di dalamnya, sehingga suhu memberikan pengaruh terhadap densitas populasi ikan pada suatu perairan.

Salinitas berkaitan dengan tingkat kadar garam yang ada di laut. Salinitas antara bibir pantai hingga ke laut dalam memiliki nilai yang berbeda. Bibir pantai memiliki tingkat salinitas yang lebih rendah dibandingkan *offshore* dan *inshore* marine. Hal ini disebabkan oleh suplai air tawar pada bibir pantai lebih banyak dibandingkan yang lain. Hasil klasifikasi nilai salinitas pada lokasi kajian didominasi oleh nilai salinitas sangat sesuai dan sesuai, sedangkan area lainnya memiliki kelas salinitas yang tergolong sesuai bersyarat. Di sisi lain, kondisi perairan yang baik untuk budidaya KJA memiliki kecerahan lebih dari 5 m. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai kecerahan kondisi perairan sebesar 0,5–6,94 m dengan distribusi nilai kecerahan yang didominasi nilai kecerahan yang berkisar antara 0–3 m dan 15–20 m sehingga tergolong pada kelas sangat sesuai.

Klorofil merupakan parameter yang sangat menentukan produktivitas primer lautan (Nuriya, Hidayah, & Nugraha, 2010). Rasyid (2009) menyatakan bahwa sebaran dan tinggi rendahnya konsentrasi klorofil sangat terkait dengan kondisi oseanografis suatu perairan. Berdasarkan pengujian kandungan klorofil- $\alpha$  diketahui bahwa lokasi kajian memiliki kandungan klorofil- $\alpha$  yang tergolong sangat sesuai untuk lokasi penempatan

KJA dengan nilai >30 µg/L. Selain klorofil-α, pH merupakan salah satu parameter yang penting dalam penentuan lokasi budidaya perikanan. Hasil dari pengukuran menunjukkan nilai pH terendah sebesar 4,14 dan nilai tertinggi sebesar 8,25, namun didominasi oleh nilai pH yang berkisar antara 8–8,1.



**Gambar 3.** Peta kesesuaian KJA di sebagian Teluk Lampung.

Distribusi kelas kesesuaian budidaya KJA menggunakan metode berjenjang tertimbang disajikan pada **Gambar 3**. Sementara itu, luas area kesesuaian budidaya KJA yang dihitung dengan aplikasi Sistem Informasi Geografis disajikan pada **Tabel 2**. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kelas dominan yang ada di lokasi penelitian adalah kelas sangat sesuai yang membentuk pola memanjang tidak beraturan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yulianto et al., (2017), perairan di Teluk Lampung sangat sesuai untuk kegiatan budidaya KJA khususnya budidaya ikan kerapu, dengan lokasi budidaya berada di sekitar Pulau Puhawang, Pulau Kelagian, Pulau Maitem, dan Pulau Tegal sampai ke Teluk Hurun.

**Tabel 2.** Luas area kesesuaian KJA di sebagian Teluk Lampung.

Kelas	Area (ha)	Area (%)
Sangat sesuai	355,98	32,13
Sesuai	277,12	25,01
Sesuai bersyarat	355,74	32,11
Tidak sesuai	119,18	10,75

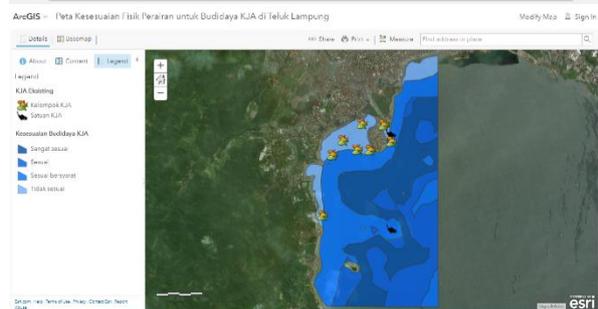
### Penyajian Peta Kesesuaian Keramba Jaring Apung (KJA) di ArcGIS Online

Dewasa ini, peta dapat divisualisasikan dalam berbagai media, salah satunya dengan memanfaatkan media digital. Peta yang dihasilkan dapat relatif lebih interaktif apabila dibandingkan dengan peta statis. ArcGIS *online* merupakan salah satu media yang dapat digunakan untuk menyajikan peta kesesuaian fisik perairan untuk budidaya KJA di sebagian Teluk Lampung dalam bentuk peta digital.

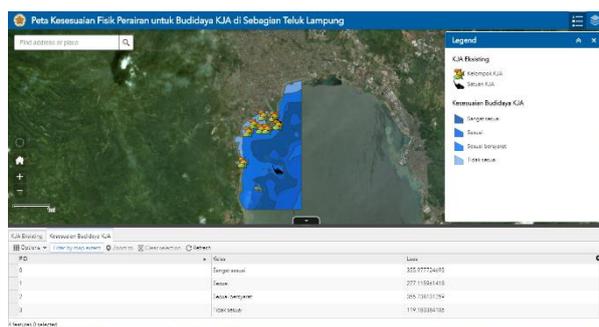
Peta berbasis *web* atau biasa dikenal dengan *Web Map* sangat membantu dalam penyampaian informasi. Terlebih dewasa ini dapat dikatakan bahwa berbagai kalangan sudah mengenal internet sehingga informasi yang ditampilkan pada *Web Map* dapat diakses kapan saja dan dimana saja selama masih terdapat jaringan internet. Pembuatan *Web Map* KJA bertujuan untuk memberikan informasi terkait kondisi perairan di sebagian Teluk Lampung. Kondisi ini berkaitan dengan kesesuaiannya terhadap lokasi penempatan KJA. *Web Map* ini memungkinkan tak hanya masyarakat Lampung saja yang tahu tentang kondisi perairan Teluk Lampung untuk KJA, tetapi informasi ini dapat diketahui oleh seluruh rakyat Indonesia bahkan dunia.

**Gambar 4** merupakan hasil visualisasi peta pada ArcGIS *Online*. Melalui media tersebut, dapat dilakukan desain simbol sesuai kehendak pembuat peta. Peta hasil visualisasi tersebut dapat diakses pada laman berikut <http://arcg.is/8DWyz>. Sementara itu, hasil akhir dari *web application* peta kesesuaian fisik perairan untuk budidaya KJA disajikan pada **Gambar 5** dan dapat diakses pula pada laman berikut <http://wicaksono-arief.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=4869515b2cd14ea79a2151939afd0dad>.

Peta akhir dan parameter yang berbentuk raster selanjutnya dikonversi menjadi data vektor agar dapat dimasukkan ke dalam ArcGIS *Online*. Dalam penyajiannya pada *web*, data yang dapat ditampilkan hanya layer keberadaan KJA, MPT, klorofil-α, dan kesesuaian KJA, sedangkan layer kedalaman, kecerahan, SPL, salinitas, dan pH tidak dapat ditampilkan. Data yang tidak dapat tampil di-*input* ulang, tetapi *layer* yang sebelumnya tidak dapat tampil tetap tidak dapat ditampilkan. Hal ini diduga disebabkan oleh ukuran data yang besar sehingga tidak mampu ditampilkan seluruhnya oleh ArcGIS *Online*.



**Gambar 4.** Web map pemetaan kesesuaian fisik perairan untuk budidaya KJA di sebagian Teluk Lampung.



**Gambar 5.** Web application pemetaan kesesuaian fisik perairan untuk budidaya KJA di sebagian Teluk Lampung.

Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung, yang dahulunya bernama Balai Budidaya Laut Lampung (BBL), mempunyai tugas pengelolaan produksi, pengujian laboratorium, mutu pakan ikan, kesehatan ikan, dan lingkungan kehidupan ikan, serta bimbingan teknis perikanan budidaya laut. BBPBL Lampung juga bertugas untuk melayani masyarakat tentang info benih atau bibit ikan, dan bimbingan teknologi untuk para pengusaha peternak ikan. Dengan memanfaatkan fasilitas yang disediakan oleh ArcGIS Online maka informasi mengenai kesesuaian fisik perairan untuk budidaya keramba jaring apung di Teluk Lampung diharapkan dapat tersebar luas dan dimanfaatkan secara umum, khususnya bagi BBPBL Lampung, pemerintah, swasta, dan masyarakat yang bekerja dalam bidang perikanan budidaya. Hasil penelitian ini mampu menunjukkan bahwa integrasi antara data penginderaan jauh, sistem informasi geografis, dan teknologi informasi geospasial dapat dimanfaatkan untuk mendukung tercapainya tujuan nomor 14 dari agenda pembangunan keberlanjutan di Indonesia.

Dalam kaitannya dengan persyaratan lokasi budidaya ikan di keramba, penelitian ini baru mempertimbangkan faktor kelayakan fisik bagi usaha budidaya laut. Untuk itu, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengkajian mengenai rencana tata ruang/zonasi dan penilaian daya dukung perairan agar menghindari potensi konflik sosial dalam pemanfaatan lahan (WWF, 2015) dan dapat mengimplementasikan kebijakan pembangunan perikanan budidaya yang berkelanjutan. Namun demikian, informasi peta yang disajikan mampu menunjukkan lokasi ideal untuk budidaya KJA sehingga untuk wilayah dengan kelas sangat sesuai dan sesuai dalam peta kesesuaian maka tindakan yang perlu dilakukan adalah dikelola dengan baik dan dipertahankan kondisinya, sedangkan kelas sesuai bersyarat dan tidak sesuai perlu mendapat perhatian khusus dan dikaji lebih lanjut mengenai penyebab ketidaksesuaian lokasi tersebut untuk dijadikan sebagai lokasi budidaya KJA.

## KESIMPULAN

Peta kesesuaian fisik perairan untuk budidaya KJA dihasilkan melalui pemodelan spasial parameter kedalaman, suhu permukaan laut, kecerahan, muatan padatan tersuspensi, salinitas, keterlindungan, klorofil-a, dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi kajian memiliki empat kelas kesesuaian, yaitu kelas sangat sesuai seluas 355,98 ha (32,13%), kelas sesuai seluas 277,12 ha (25,01%), kelas sesuai bersyarat seluas 355,74 ha (32,11%), dan kelas tidak sesuai seluas 119,18 ha (10,75%). Peta tersebut dapat disajikan ke dalam Web Map dengan memanfaatkan ArcGIS Online sehingga peta lebih interaktif dibandingkan peta statis serta lebih memungkinkan interaksi yang lebih luas kepada pembaca peta. Peta tersebut dapat juga diakses oleh siapa saja melalui laman website peta.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Muawanah, S.P., M.Si. selaku Kepala Laboratorium Kualitas Air BBPBL Lampung, Wahyu Widiatmoko dan tim kualitas air BBPBL Lampung atas bantuan selama kegiatan kerja lapangan dan laboratorium, serta kepada USGS atas penyediaan data citra Landsat 8 OLI dan Badan Informasi Geospasial atas penyediaan data pemeruman tahun 2016 yang menjadi sumber data dalam pembuatan paper ini, dan seluruh reviewer atas masukan yang telah diberikan kepada penulis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affan, J. M. (2012). Identifikasi lokasi untuk pengembangan budidaya keramba jaring apung (KJA) berdasarkan faktor lingkungan dan kualitas air di perairan pantai timur Bangka Tengah Identification of location for the development of floating net cages based on environmental. *Depik*, 1(April), 78–85. <https://doi.org/10.13170/depik.1.1.30>
- Arisanty, D., & Saputra, A. N. (2017). Remote Sensing Studies of Suspended Sediment Concentration Variation in Barito Delta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 98, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/98/1/012058>
- Durand, S. (2010). Studi Potensi Sumberdaya Alam di Kawasan Pesisir Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 6(1), 1–7.
- Elsayir, H. A. (2014). Comparison Of Precision of Systematic Sampling with Some Other Probability Samplings. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 3(4), 111–116.
- Hanintyo, R., & Susilo, E. (2016). Comparison of Chlorophyll-a Measurement Using Multi Spatial Imagery and Numerical Model in Bali Strait. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 47, 1–15. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/47/1/012010>
- Manongga, D., Pampilaya, S., & Pandie, S. (2009). Sistem Informasi Geografis Untuk Perjalanan Wisata Di Kota Semarang. *Jurnal Informatika*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.9744/informatika.10.1.1-9>
- Noor, N. M. (2015). Prospek Pengembangan Usaha

- Budidaya Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Pulau Pasaran, Bandar Lampung. *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Sumberdaya Perairan*, 3(2), 239–246.
- Nuriya, H., Hidayah, Z., & Nugraha, W. A. (2010). Pengukuran Konsentrasi Klorofil-a dengan Pengolahan Citra Landsat ETM-7 dan Uji Laboratorium di Perairan Selat Madura Bagian Barat. *Jurnal Kelautan*, 3(1), 60–65.
- Pérez, O. M., Telfer, T. C., & Ross, L. G. (2003). Use of GIS-based models for integrating and developing marine fish cages within the tourism industry in Tenerife (Canary Islands). *Coastal Management*, 31(4), 355–366. <https://doi.org/10.1080/08920750390232992>
- Putri, B., Noor, N. M., & Ali, M. (2018). Pembinaan Usaha Budidaya Kerang Hijau dan Ikan di Pulau Pasaran, Lampung. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 30–36.
- Radiarta, I. N., Saputra, A., Haryadi, J., Johan, O., & Prihadi, T. H. (2006). Pemilihan Lokasi Budidaya Ikan dalam Keramba Jaring Apung Menggunakan Analisis Multi Kriteria dan Sistem Informasi Geografis di Teluk Kapontori, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Riset Akuakultur*, 1(3), 337–348.
- Rasyid, A. (2009). Distribusi Klorofil-a pada Musim Peralihan Barat-Timur di Perairan Spermonde Propinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 9(2), 125–132.
- Rohim, W. N., Awaluddin, M., & Suprayogi, A. (2015). Semarang Charity Map, Penyajian Peta Donasi Sosial Kota Semarang Berbasis Blogger Javascript. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(2), 117–130.
- Syah, A. F. (2010). Penginderaan Jauh dan Aplikasinya di Wilayah Pesisir dan Lautan. *Jurnal Kelautan*, 3(1), 18–28. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21107/jk.v3i1.838>
- Tajerin. (2005). Pendugaan Fungsi Keuntungan dan Skala Usaha Budidaya Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dalam Keramba Jaring Apung di Perairan Teluk Lampung, Provinsi Lampung. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Dan Perikanan Indonesia*, 12(1), 39–49.
- Trisakti, B., Sucipto, U. H., & Sari, J. (2003). *Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh sebagai Tahap Awal untuk Pengembangan Budidaya Laut dan Wisata Bahari di Kabupaten Banyuwangi dan Situbondo*. Jakarta.
- WWF. (2015). *Budidaya Ikan Kerapu Macan Sistem Keramba Jaring Apung*. Jakarta: WWF Indonesia.
- Yanuar, R. C., Hanintyo, R., & Muzaki, A. A. (2017). Penentuan Jenis Citra Satelit dalam Interpretasi Luasan Ekosistem Lamun Menggunakan Pengolahan Algoritma Cahaya Tampak Studi Kasus: Wilayah Pesisir Sanur. *Geomatika*, 23(2), 75–86. <https://doi.org/10.24895/JIG.2017.23-2.704>
- Yulianto, H., Hartoko, A., Anggoro, S., Hasani, Q., Mulyasih, D., & Delis, P. C. (2017). Suitability Analysis of Lampung Bay Waters for Grouper *Epinephelus* sp. Farming Activities. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 16(2), 234–243. <https://doi.org/10.19027/jai.16.2.234-243>
- Yusrudin, S. (2011). Analisis Kualitas Perairan Untuk Keramba Jaring Apung Ikan Kerapu di Kabupaten Situbondo. *Neptunus Jurnal Kelautan*, 17(1), 17–26.