

ANALISIS SPASIAL KESESUAIAN BUDIDAYA KERAPU BERBASIS DATA PENGINDERAAN JAUH (STUDI KASUS: PULAU AMBON MALUKU)

(SPATIAL ANALYSIS OF GROUPEL CULTIVATION SUITABILITY BASED ON REMOTE SENSING DATA (CASE STUDY: AMBON ISLAND MALUKU))

Nanin Anggraini^{1,a}, Syifa Wismayati Adawiah^{1,a}, Devica Natalia Br Ginting^{1,a}, Sartono Marpaung^{1,a}

¹Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN

^aKontributor utama

E-mail: nanin_rain@yahoo.com

Diterima: 8 Desember 2019; Direvisi: 18 Desember 2019; Disetujui: 21 Desember 2019

ABSTRACT

Indonesian waters have abundant marine aquaculture potential. This activity need to be maximized with remote sensing technology approach to determining locations that have the potential aquaculture areas. The research location is Ambon Island, Maluku Province. The method used for suitability site is Weighted Overlay Technique from biophysical parameters such as total suspended solids (TSS), sea surface temperature (SST), chlorophyll, and bathymetry. In addition, mangrove and coral reef data are used as a limiting factor for the suitability site. Based on the results of processing data, classes were quite suitable dominated in Piru Bay, Banguala Bay, and Ambon Bay; the appropriate classes were detected in Ambon Dalam Bay, and very suitable classes were detected in Piru Bay and Ambon Bay. The results of field measurement verification showed that the temperature of the image data with the insitu data correlated with the value of R^2 0.74 and TSS image with insitu data shown R^2 of 0.63.

Keywords: Aquaculture potential, Landsat 8, Total Suspended Solid, chlorophyll, sea surface temperature, suitability class

ABSTRAK

Perairan Indonesia memiliki potensi budidaya laut yang melimpah. Kegiatan ini perlu dimaksimalkan dengan pendekatan teknologi penginderaan jauh untuk menentukan lokasi yang memiliki potensi area akuakultur. Lokasi penelitian adalah Pulau Ambon, Provinsi Maluku. Metode yang digunakan untuk kesesuaian lokasi adalah overlay antara hasil pembobotan dalam parameter Muatan Padatan Tersuspensi (MPT), Suhu Permukaan Laut (SPL), klorofil, dan batimetri. Selain itu, data mangrove dan terumbu karang digunakan sebagai faktor pembatas untuk lokasi kesesuaian. Berdasarkan hasil pengolahan data, kelas-kelas cukup cocok didominasi di Teluk Piru, Teluk Banguala, dan Teluk Ambon; kelas yang sesuai terdeteksi di Teluk Ambon Dalam, dan kelas yang sangat cocok terdeteksi di Teluk Piru dan Teluk Ambon. Hasil verifikasi pengukuran lapangan menunjukkan bahwa suhu data gambar dengan data insitu berkorelasi dengan nilai R^2 0,74 dan gambar MPT dengan data insitu menunjukkan R^2 sebesar 0,63.

Kata kunci: *Potensi budidaya, Landsat 8, muatan padatan tersuspensi, klorofil, suhu permukaan laut, kelas kesesuaian*

1 PENDAHULUAN

Wilayah pesisir Indonesia memiliki ekosistem dan karakteristik geografis perairan yang beranekaragam seperti ekosistem mangrove, terumbu karang, lamun, estuarin serta memiliki banyak selat, teluk, dan substrat dasar yang berbeda-beda (Radiarta, 2008; Radiarta *et al.*, 2010). Kondisi ini sangat mendukung untuk pengembangan perikanan budidaya laut. Pada tahun 2013, produksi perikanan budidaya laut mencapai 8,4 juta ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2018) dan memiliki pola yang semakin meningkat. Namun, perairan pesisir Indonesia selalu mendapatkan tekanan dari aktivitas manusia di sekitarnya dari penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan, industri, maupun transportasi laut (Budhiman *et al.*, 2004) sehingga mengakibatkan kualitas perairan di beberapa kawasan mengalami penurunan. Produksi perikanan budidaya perlu dipertahankan, oleh karena itu diperlukan adanya informasi tentang lokasi yang memiliki potensi untuk kawasan budidaya dengan melihat aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi.

Faktor pendukung keberhasilan pembudidayaan ikan kerapu adalah pemilihan lokasi karena tidak semua lokasi secara teknis sesuai untuk budidaya kerapu. Informasi lokasi yang berpotensi untuk budidaya perikanan dapat diperoleh dari data penginderaan jauh salah satunya adalah data Landsat 8. Parameter yang dapat diturunkan dari

data Landsat 8 untuk penentuan lokasi parameter kualitas perairan pesisir diantaranya adalah muatan padatan tersuspensi (MPT), suhu permukaan laut (SPL), dan klorofil-a. Selain parameter kualitas air, kedalaman dan kecerahan perairan juga memiliki peranan yang sangat penting bagi penentuan lokasi budidaya.

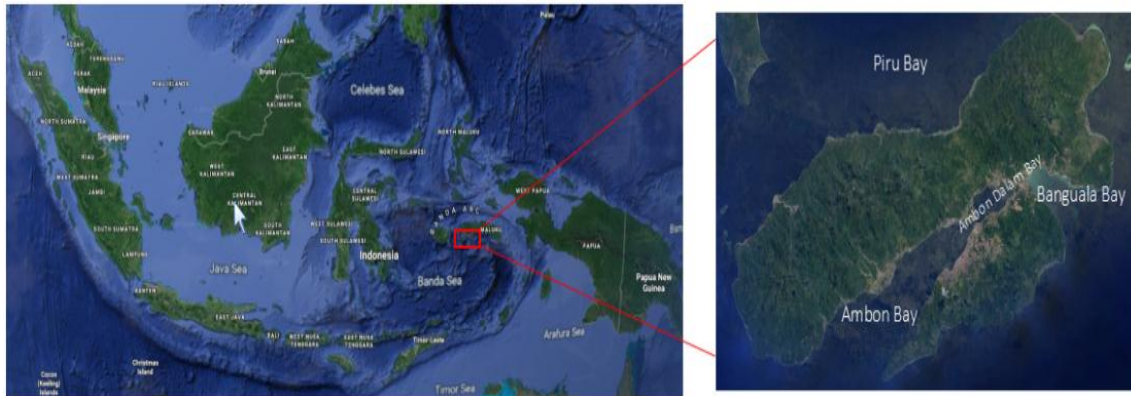
Penelitian terkait dengan penentuan lokasi budidaya berbasis data penginderaan jauh telah banyak dilakukan, diantaranya adalah Radiarta, 2008; Hastari *et al.*, 2017; Radiarta *et al.*, 2010; Hasnawi *et al.*, 2011; Utojo *et al.*, 2005; Trisakti, 2003; Trisakti, 2003; Manoppo *et al.*, 2014.

Tujuan dari penelitian ini adalah penentuan informasi spasial yang berpotensi untuk lokasi budidaya perikanan (kerapu) berbasis data penginderaan jauh, yaitu Landsat 8. Informasi spasial kesesuaian budidaya ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi pemerintah daerah untuk penyusunan Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.

2 METODOLOGI

2.1 Lokasi dan Data

Penelitian kesesuaian budidaya perikanan ini dilakukan di Pulau Ambon. Pulau Ambon adalah pulau yang terletak pada Kepulauan Maluku dan terbentang pada 127°52'55,07"E - 128°24'10,03"E dan 3°28'53,54"S-3°48'49,03"S.



Gambar 2-1. Lokasi Penelitian

Tabel 2-1. DATA YANG DIGUNAKAN PADA PENELITIAN

Data	Tipe	Resolusi/ Skala	Sumber	Situs
Landsat 8 (31 Oktober 2018)	Raster	30 m	Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh	http://landsat-catalog.lapan.go.id/
Batimetri (kedalaman)	Raster	30 arc second	<i>General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO)</i>	https://www.bodc.ac.uk/data/online_delivery/gebco/map
Peta dasar Rupa Bumi Indonesia	Vektor	1:50.000	Badan Informasi Geospasial	
Peta mangrove	Vektor	1:25.000	One Map Mangrove	
Peta Terumbu Karang	Vektor	1:50.000	Coremap Terumbu Karang	

Secara geografis, Pulau Ambon berbatasan dengan Semenanjung Huamual (utara), Laut Banda (selatan), Kabupaten Buru Selatan (barat), dan Pulau Haruku Kabupaten Maluku Tengah (timur) (Gambar 2-1). Data spasial yang digunakan pada penelitian ini adalah Landsat 8 dan data batimetri dari GEBCO. Selain itu, data mangrove (*One Map*) dan data terumbu karang (*Coremap*) digunakan sebagai faktor pembatas (Tabel 2-1).

2.2 Metode

Citra Landsat 8 akuisisi tanggal 31 Oktober 2018 dan pengukuran lapangan dilakukan pada tanggal 24-26 Oktober 2018. Data citra dilakukan penggabungan band dan koreksi radiometrik. Hasil koreksi selanjutnya diolah untuk mendapatkan informasi SPL, MPT, dan klorofil di daerah kajian. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2-1.

Informasi lokasi kesesuaian budidaya diperoleh dari hasil pembobotan antara parameter SPL,

klorofil, MPT, dan batimetri. Parameter SPL, klorofil, dan MPT diturunkan dari data Landsat 8 dengan menggunakan algoritma berikut:

- a. Ekstraksi parameter SPL menggunakan algoritma *Split window* yang dikembangkan oleh Cahyono (2017).

$$T = BT_{10} + (2.946*(BT_{10}-BT_{11}))-0.038.....(1)$$

dengan:

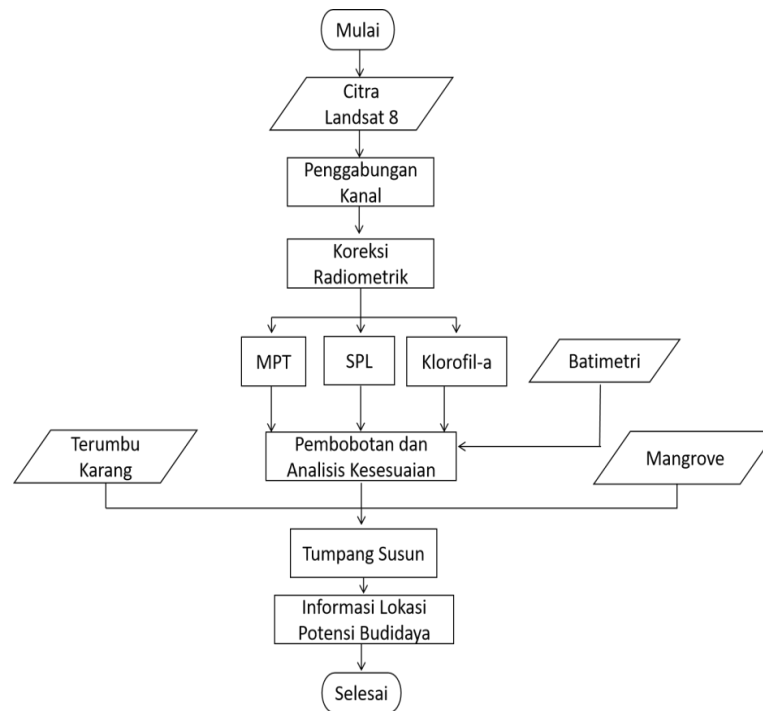
- T = SPL
- BT10 = *Brightness Temperature Band 10*
- BT11 = *Brightness Temperature Band 11*

- b. Ekstraksi parameter klorofil menggunakan algoritma yang dikembangkan oleh Pentury (1997)

$$Chl-a = 0.067 \times (B_3/B_2) + 0.126.....(2)$$

dengan:

- Chl-a = Klorofil-a
- B3 = Reflektan band hijau
- B2 = Reflektan band biru



Gambar 2-1. Diagram alir pengolahan data

c. Ekstraksi MPT menggunakan metode yang dikembangkan oleh Budhiman (2004).

$$TSS \text{ (mg/L)} = 8.1429 * \text{Exp}^{(23.704 * B4)} \dots\dots(3)$$

dengan:

B4 Reflektan Band merah

Langkah selanjutnya adalah pembobotan terhadap parameter MPT, SPL, dan Klorofil-a. Pembobotan tersebut mengacu Kangkan *et al.*, (2007) pada Tabel 2-2.

Berdasarkan rumus dan perhitungan diatas diperoleh nilai (skor) kesesuaian perairan. Untuk memperoleh kelas kesesuaian dari masing-masing parameter digunakan perhitungan menurut (Cornelia, 2005), yaitu sebagai berikut:

- 85,00 - 100% = Sangat Sesuai (S1)
- 75,00 - 84,99% = Cukup Sesuai (S2)
- 65,00 - 74,99% = Sesuai (S3)
- 0% - 64,99% = Tidak Sesuai (N)

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang kesesuaian lokasi budidaya perikanan telah banyak dilakukan dengan berbagai jenis data serta metode. Data penginderaan jauh yang banyak digunakan diantaranya adalah ALOS, NOAA, dan Landsat 7 serta didukung dengan informasi lainnya seperti data arus, tinggi ombak, topografi, pelabuhan, dan sebaran penduduk (Radiarta, 2008; Hastari *et al.*, 2017; Radiarta *et al.*, 2010; Hasnawi *et al.*, 2011; Utojo *et al.*, 2005; Trisakti, 2003; Trisakti, 2003; Manoppo *et al.*, 2014).

Tabel 2-2. PEMBOBOTAN KESESUAIAN PERAIRAN UNTUK LOKASI KJA KERAPU (Kangkan *et al.*, 2007)

Parameter	Skor Kerapu			Bobot
	5	3	1	
Batimetri (m)	15 - 25	5 - 15	< 5	3
Klorofil (µg/L)	> 10	4 - 10	< 4	1
SPL (°C)	28 - 30	25 - 27	< 25	2
MPT (mg/L)	< 25	26 - 50	> 50	3

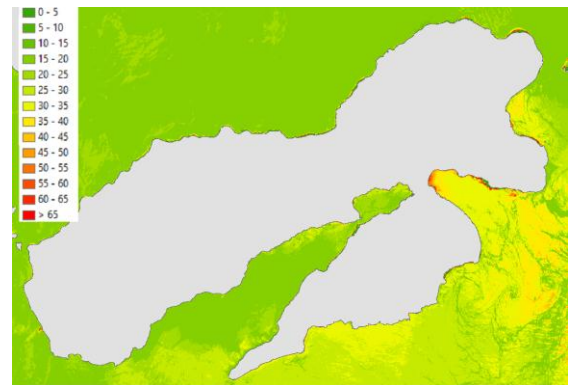
Informasi lokasi kesesuaian untuk budidaya perikanan kerapu diperoleh dari *overlay* antara hasil pembobotan beberapa parameter kualitas air, diantaranya adalah MPT, SPL, dan klorofil-a yang diturunkan dari data Landsat 8, serta data batimetri. Hasil kelas kesesuaian tersebut juga ditumpangsusunkan dengan informasi spasial mangrove dan terumbu karang.

Informasi parameter kualitas air seperti MPT, SPL, dan klorofil-a dari Landsat 8 difokuskan pada area penelitian yaitu Teluk Piru, Teluk Ambon Dalam, Teluk Ambon, dan Teluk Banguala. Hasil pengolahan untuk parameter MPT nilainya berkisar antara 0-60 mg/L; SPL berkisar 25-35°C; klorofil-a 0-0,21; dan batimetri 0-15 m.

Gambar 3-1 menunjukkan kondisi sebaran MPT dari perairan di sekitar Pulau Ambon. MPT memiliki pengaruh yang cukup signifikan bagi kegiatan budidaya perikanan laut. Hal ini dapat dilihat dari tingginya bobot pada skoring. Berdasarkan hasil pengolahan MPT dari data Landsat 8, pada perairan di Teluk Piru, MPT berada pada kisaran 0-15 mg/L, di sisi sebelah timur (Teluk Banguala) berkisar pada 30->70 mg/L. MPT di Teluk Banguala relatif lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah lainnya bahkan ada yang mencapai >120 mg/L, terlihat dari warnanya yang cenderung berwarna kuning hingga kemerahan. Hal ini disebabkan oleh adanya beberapa sungai yang bermuara pada Teluk Banguala yang membawa partikel dari daratan sehingga menyebabkan perairan di wilayah tersebut menjadi keruh. Sungai yang mengalir pada Teluk Banguala membawa partikel sedimen/tanah sehingga menjadi lebih keruh karena pada area daratan terjadi aktivitas pembukaan lahan.

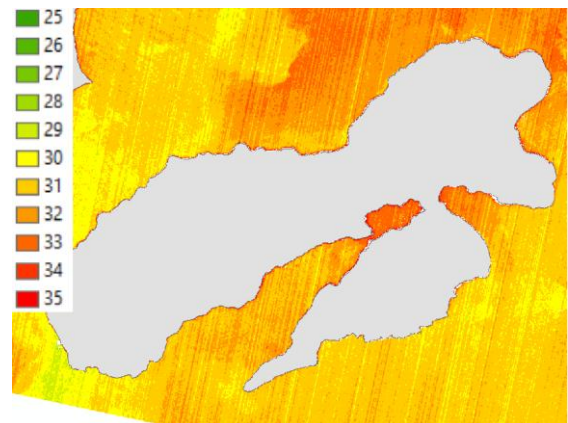
Lokasi penelitian lainnya pada Teluk Ambon Dalam dan Teluk Ambon. Dilihat dari segi variasi nilai, kedua lokasi ini berada pada rentang nilai yang sama, dimana Teluk Dalam Ambon nilai MPT berada pada rentang MPT 0-65 mg/L. MPT dengan nilai 5-25 mg/L mendominasi pada perairan tersebut, dan di beberapa wilayah pesisirnya mencapai nilai 45-65 mg/L sedangkan nilai MPT di Teluk Ambon berkisar pada

nilai 0-90 mg/L. MPT yang tinggi hanya berada di sekitar daerah pesisir, pada kisaran nilai 50-90 mg/L.



Gambar 3-1. Distribusi MPT (mg/L)

Suhu permukaan laut memiliki pengaruh bagi kehidupan dari objek yang akan dibudidayakan. Pada penelitian ini, yang menjadi objek untuk budidaya perikanan adalah ikan kerapu. Berdasarkan SNI 6487.4-2011 (kerapu bebek di KJA) secara umum ikan kerapu memerlukan suhu yang ideal, yaitu pada kisaran nilai 26-32°C sedangkan menurut Yoseda *et al.*, (2006); dan Langkosono (2007) suhu optimal sekitar 26-31°C. Berdasarkan hasil pengolahan data, SPL di sekitar Pulau Ambon relatif tinggi, bervariasi antara 30-35°C. SPL terdistribusi merata pada kisaran 30-32°C tetapi di Teluk Ambon Dalam, Teluk Ambon, dan Teluk Banguala, SPL mencapai 35°C (Gambar 3-2).



Gambar 3-2. Distribusi SPL (°C)

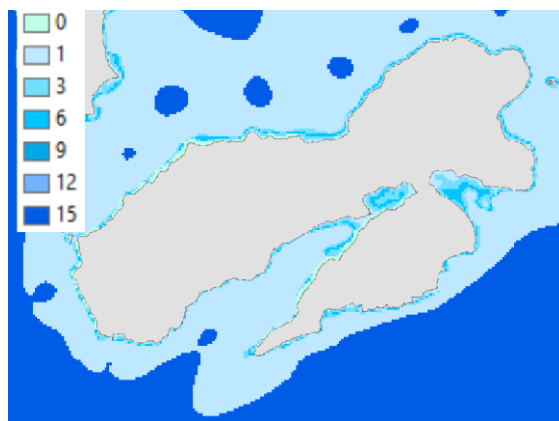
Parameter lainnya yang dianalisis adalah klorofil-a. Klorofil-a menjadi salah satu indikator dari tingkat kesuburan suatu perairan yang diindikasikan kelimpahan fitoplankton sebagai sumber makanan biota laut. Berdasarkan hasil pengolahan data, nilai klorofil berkisar 0-0,21 µg/L. Klorofil di Teluk Piru, Teluk

Ambon, dan Teluk Ambon Dalam berada pada nilai 0-0,16 $\mu\text{g/L}$, Teluk Banguala 0-0,18 $\mu\text{g/L}$. Beberapa wilayah pesisirnya, nilai klorofil hanya berkisar 0-0,05 $\mu\text{g/L}$ (Gambar 3-3).



Gambar 3-3. Distribusi klorofil ($\mu\text{g/L}$)

Kedalaman perairan memiliki peranan yang sangat penting bagi perikanan budidaya. Hal ini dapat dilihat dari tingginya skor pada nilai pembobotan, yaitu 3. Kedalaman perairan juga menjadi salah satu faktor masuknya cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Gambar 3-4 menyajikan kondisi kedalaman dari perairan di Pulau Ambon yang bervariasi antara 0-15 m. Kedalaman di sekitar Pulau Ambon relatif dangkal berkisar 1-6 m tetapi di beberapa titik pada Teluk Piru memiliki kedalaman yang mencapai 15 m karena pada sisi selatan Pulau Ambon adalah Laut Banda.

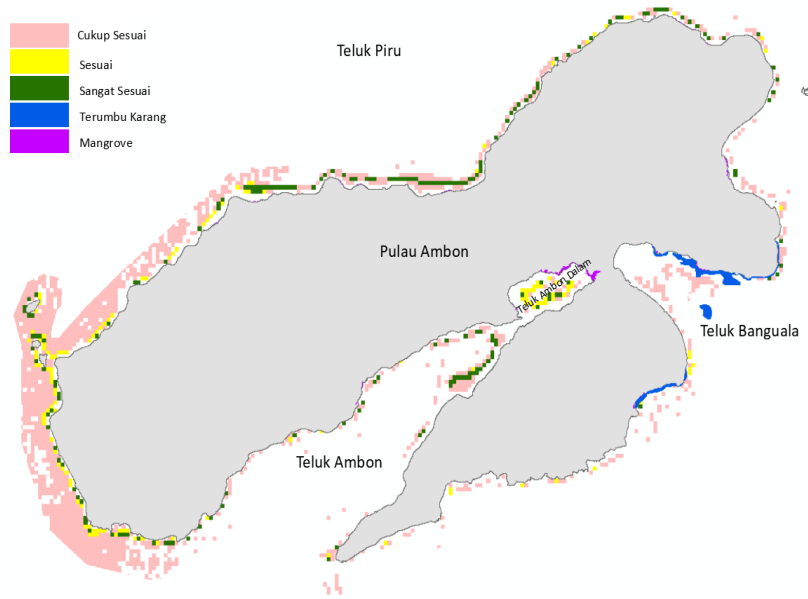


Gambar 3- 4. Distribusi kedalaman (m)

Informasi spasial kesesuaian budidaya di perairan Pulau Ambon diperoleh dari hasil *overlay* dan analisis spasial antara parameter MPT, SPL, klorofil-a, dan batimetri. Kesesuaian lokasi budidaya perikanan, perairan Pulau Ambon terbagi menjadi empat kelas kesesuaian yaitu: cukup sesuai, sesuai, sangat sesuai, dan tidak sesuai. Kelas cukup sesuai diwakilkan dengan warna merah muda, kelas sesuai dengan warna kuning, dan sangat sesuai diwakilkan dengan warna hijau sedangkan kelas yang tidak sesuai tidak ditampilkan. Selain kelas kesesuaian budidaya perikanan, informasi spasial tersebut juga dilengkapi dengan data spasial distribusi mangrove dan terumbu karang. Lokasi yang terindikasi terdapat kelas kesesuaian budidaya tetapi terdapat pula terumbu karang, maka lokasi tersebut tidak dapat digunakan sebagai kawasan budidaya. Hal ini disebabkan bahwa dengan adanya kegiatan budidaya akan merusak ekosistem terumbu karang.

Gambar 3-5 menunjukkan kondisi kesesuaian budidaya kerapu untuk perairan di sekitar Pulau Ambon. Secara umum, kelas cukup sesuai mendominasi di perairan Pulau Ambon, kelas sesuai dan sangat sesuai hanya berupa spot-spot tertentu.

Kesesuaian budidaya di perairan Teluk Piru didominasi dengan kelas cukup sesuai dan sangat sesuai. Hanya di beberapa titik yang terdapat kelas sesuai. Perairan Teluk Ambon Dalam didominasi dengan kelas sesuai, beberapa kelas cukup sesuai, dan sangat sesuai. Perairan di Teluk Ambon didominasi dengan kelas cukup sesuai dan sangat sesuai sedangkan di Teluk Banguala didominasi oleh kelas cukup sesuai untuk perikanan budidaya perikanan kerapu.

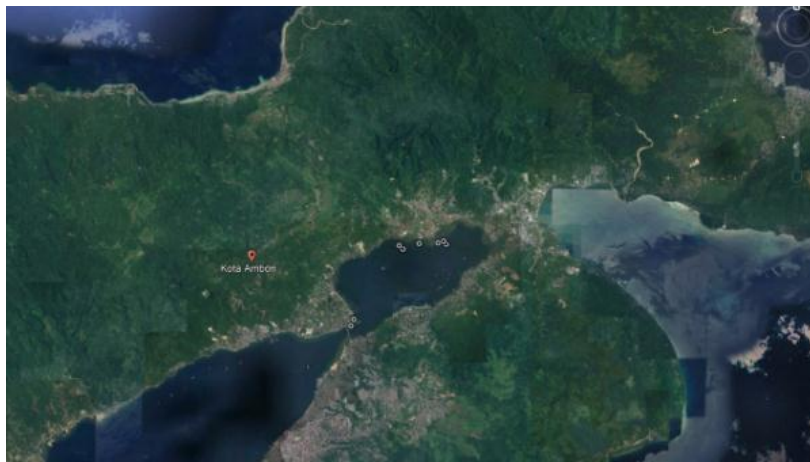


Gambar 3-5. Informasi Spasial Kawasan Kesesuaian Budidaya Ikan Kerapu

Validasi lapangan dilakukan untuk mendukung tingkat akurasi informasi spasial kesesuaian budidaya yang dihasilkan. Validasi lapangan dilaksanakan pada tanggal 24 - 26 Oktober 2018 dengan lokasi di Teluk Dalam Ambon dan Pulau Osi Seram Bagian Barat dan menghasilkan 12 titik sampel pengukuran (Gambar 3-6 dan

Gambar 3-7).

Keramba jaring apung ikan kerapu yang terdapat di Teluk Ambon Dalam dikelola oleh perseorangan atau secara berkelompok. Selain ikan kerapu jenis cantang, tikus, dan macan yang dibudidayakan, pada keramba jaring apung tersebut juga dibudidayakan ikan bubara dan kakap putih.

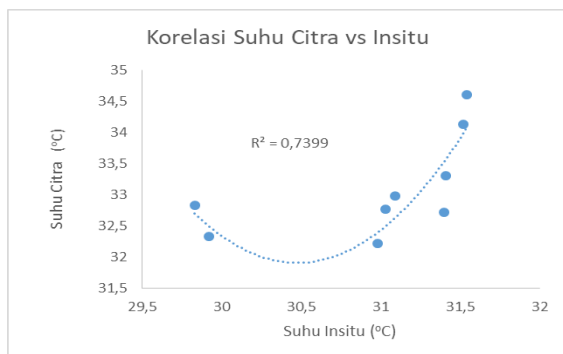


Gambar 3-6. Lokasi Pengambilan Data Lapangan di Teluk Ambon Dalam



Gambar 3-7. Contoh Keramba Jaring Apung di Teluk Ambon Dalam

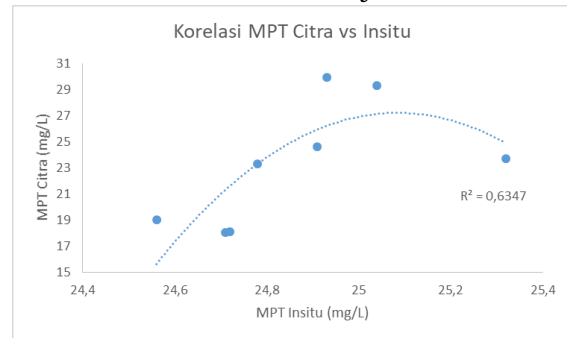
Data lapangan yang diperoleh adalah data suhu dan MPT. Validasi dilakukan dengan metode regresi antara hasil ekstraksi informasi MPT dan suhu dari citra dengan data lapangan. Gambar 3-8 dapat dilihat korelasi antara data suhu ekstraksi citra dengan insitu. Berdasarkan hasil korelasi dengan menggunakan regresi dapat dilihat bahwa suhu hasil ekstraksi citra dengan Insitu memiliki korelasi yang baik (0,7399). Korelasi ini menunjukkan algoritma yang digunakan cukup baik dalam mengekstrak informasi suhu di daerah kajian hanya saja diperlukan modifikasi lebih lanjut untuk menghasilkan informasi suhu dari citra yang tidak *overestimate*. Informasi suhu yang diekstrak melalui data citra menghasilkan nilai tinggi karena algoritma yang digunakan belum merepresentasikan kondisi lokasi kajian. Nilai yang *overestimate* ini mempengaruhi pembobotan skor sehingga mempengaruhi kelas kesesuaian lokasi budidaya.



Gambar 3-8. Korelasi suhu dari citra dan pengamatan langsung

Gambar 3-9 menunjukkan korelasi antara MPT yang diperoleh dari ekstraksi citra dengan data pengamatan langsung. Hasil korelasi menunjukkan hubungan yang cukup baik antara kedua data tersebut (0,6347). Berdasarkan hasil berikut dapat disimpulkan bahwa nilai yang diperoleh dari citra masih perlu dianalisis lebih lanjut untuk memperoleh algoritma dalam mengekstrak informasi MPT di daerah kajian. Algoritma yang digunakan pada data citra mewakili perairan yang memiliki turbiditas tinggi sedangkan pada perairan Ambon masih relatif jernih hanya pada Teluk Ambon

Dalam yang lebih keruh dibandingkan lokasi lainnya. Pembobotan skor MPT pada lokasi ini tidak terlalu berpengaruh secara besar untuk penentuan kelas kesesuaian lokasi budidaya.



Gambar 3-9. Korelasi MPT dari citra dan pengamatan langsung

Skor pembobotan yang diadaptasi dari Kangkan (2007), untuk setiap parameter pengukuran menghasilkan skor yang rendah terutama pada nilai klorofil dan MPT dari data citra. Informasi klorofil dari data citra tidak ada yang bernilai > 1 sehingga mempengaruhi pengukuran bobot kelas kesesuaian secara keseluruhan. Hasil penelitian di lokasi lain, sangat sulit untuk menemukan nilai konsentrasi klorofil > 4 µg/L bahkan pada perairan laut lepas sangat jarang ditemui nilai konsentrasi tersebut. Skor pembobotan perlu dilakukan evaluasi interval untuk klorofil.

4 KESIMPULAN

Penginderaan jauh memiliki potensi untuk memperoleh informasi parameter dasar pendukung informasi budidaya keramba jaring apung seperti suhu dan MPT. Berdasarkan analisis korelasi dari parameter yang diekstraksi melalui data citra dengan data lapangan dapat disimpulkan bahwa citra Landsat 8 efektif digunakan untuk memperoleh informasi parameter fisik untuk potensi wilayah keramba jaring apung untuk budidaya kerapu di daerah kajian. Parameter pendukung lainnya tentu dapat digunakan untuk menambah analisis lebih mendalam lokasi kesesuaian budidaya. Skor pembobotan yang diadaptasi dapat mempengaruhi kelas kesesuaian lokasi budidaya sehingga perlu dikaji ulang atau pencarian alternatif lain untuk skor pembobotan parameter yang digunakan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Budidaya Perikanan Ambon yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian di lapangan. Terima kasih juga disampaikan kepada Pustkedata LAPAN yang telah menyediakan data Landsat 8, serta Atriyon Julzarika atas bimbingan dan saran, serta Tim Redaksi Jurnal Penginderaan Jauh dan Mitra Bestari. Semua penulis merupakan kontributor utama dalam karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Budhiman, Syarif. (2004). *Mapping TSM Concentrations from Multi Sensor Satellite Images in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam Delta, Indonesia*. Master Thesis. International Institute of Geo-Information Science and Earth Observation-ITC, Netherlands.
- Cahyono, B. A., Armono, D. B., & Saptarini, D. (2017). Estimation of Sea Surface Temperature (SST) Using Split Window Methods for Monitoring Industrial Activity in Coastal Area. *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 862, pp. 90-95.
- Cornelia, M. (2005). *Modul Prosedur dan Spesifikasi Teknis Analisis Kesesuaian Budidaya Rumput Laut*. Jakarta: Pusat Survey Sumberdaya Alam Laut.
- Hasnawi, A M. & Mudian P. (2011). Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Budidaya Ikan dalam Keramba Jaring Apung di Perairan Pesisir Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, Vol. 6(1) pp.157-167.
- Hastari, I. F., Rahmat K., & M. Mukhlis K. (2017). Analisis Kesesuaian Budidaya KJA Ikan Kerapu Menggunakan SIG di Perairan Ringgung Lampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 9(1), pp.151-159.
- Kangkan, L., A., Hartoko, A., & Suminto. (2007). Studi Penentuan Lokasi untuk Pengembangan Budidaya Laut Berdasarkan Parameter Fisika, Kimia, dan Biologi di Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Pasir Laut*, Vol.3(1), pp.76-93.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2018). *Dashboard produksi Perikanan dan Kelautan 2017*. Diperoleh 12 November 2018. 11:15, dari https://satudata.kkp.go.id/dashboard_produk.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2018). *Produksi Perikanan Budidaya 2013*. Diperoleh 12 November 2018. 11:15, dari http://www.djpb.kkp.go.id/index.php/arsip/c/207/Data-Produksi-Perikanan-Indonesia-Direktorat-Jenderal-Perikanan-Budidaya/?category_id=35.
- Langkosono, 2007. Budidaya Ikan Kerapu (Serranidae) dan Kualitas Perairan. *Neptunus, Majalah Ilmiah Kelautan*, Vol. 014, pp.61-67.
- Manoppo, A. K.S, Emiyati, S. Budhiman, & B. Hasyim. (2014). *Ekstraksi Informasi Keterlindungan Perairan Dari Data Penginderaan Jauh Untuk Kesesuaian Budidaya Rumput Laut Di Pulau Lombok*. *Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014*.
- Pentury R. (1997). *Algoritma Pendugaan Konsentrasi Klorofil-a Di Perairan Teluk Ambon Dengan Menggunakan Citra Landsat-ETM*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Radiarta, I. N., Achmad S., & Endhay K. (2010). Analisis Spasial Potensi Kawasan Budidaya Laut Di Provinsi Maluku Utara Dengan Aplikasi Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *J. Ris. Akuakultur*, Vol. 5(1) pp.143-153.
- Radiarta, I. N. (2008). Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Manajemen Sumber Daya Perikanan Budidaya Di Indonesia. *Media Akuakultur*, Volume 3 Nomor 1 Tahun 2008.

Trisakti, B. (2003). *Pemanfaatan Penginderaan Jauh Untuk Budidaya Perikanan Pantai*. Teknologi Penginderaan Jauh Dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Laut. ISBN/ISSN: 979-95466-8-0.

Trisakti, B. (2003). *Aplikasi Data Landsat untuk Budidaya Ikan Kerapu*. Berita Inderaja Vol.II, No. 3, Juli 2003.

Utojo, Abdul M., Tarunamulia, Brata P, & Hasnawi. (2005). *Identifikasi Kelayakan Lokasi Lahan Budi*

Dayalaut Di Perairan Teluk Kupang Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* Vol.11(5).

Yoseda, K., Dan, S., Sugaya, T., Yokogi, K., Tanaka, M., & Tawada, S. (2006). *Effects Of Temperature And Delayed Initial Feeding On The Growth Of Malabar Grouper (Ephinephelus malabaricus) Larvae*. *Aquaculture*, Vol. 256, pp.192-200.