

SEBARAN SPASIAL KLOOROFIL-A DAN SUHU PERMUKAAN LAUT MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH DAN SIG DI PERAIRAN TELUK KUPANG

Marlin Fanggi Tasik¹, Chaterina A. Paulus², Alexander L. Kangkan³
^{1,2,3}Dosen Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan,
Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui 85001, Kotak Pos 1212, Tlp (0380) 881589
Email Korespondensi: marlinfanggitasik9@gmail.com

Abstrak - Teknik penginderaan jauh melalui satelit merupakan metode yang efisien untuk mengetahui sebaran klorofil-a dan sebaran suhu permukaan laut. Penentuan suhu dan klorofil-a optimum membantu dalam mengidentifikasi daerah penangkapan ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran dari klorofil-a dan suhu permukaan laut menggunakan metode penginderaan jauh dan SIG di perairan Teluk Kupang. Penginderaan jauh yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software* SeaDAS versi 8.2.0 untuk *cropping* daerah yang dijadikan lokasi penelitian, sedangkan SIG menggunakan *software* ArcGIS versi 10.8 untuk *layout* tampilan peta, dan *microsoft excel* 2007 untuk menampilkan titik koordinat lokasi penelitian dan nilai sebaran klorofil-a dan suhu permukaan laut. Nilai sebaran klorofil-a di perairan Teluk Kupang tertinggi pada bulan Agustus dengan nilai 8,26 mg/m³ dan terendah pada bulan Oktober dengan nilai 1,97 mg/m³; dan pada sebaran suhu permukaan laut di perairan Teluk Kupang tertinggi pada bulan April dengan nilai 31,25°C dan terendah pada bulan Agustus dengan nilai 26,77°C. Konsentrasi klorofil-a pada bulan April sampai bulan Oktober 2021 termasuk dalam kategori yang subur, meskipun pada konsentrasi klorofil-a pada bulan September dan bulan Oktober mengalami penurunan konsentrasi klorofil-a. Suhu permukaan laut pada bulan April – Oktober 2021 termasuk dalam kategori suhu yang hangat, dan bersifat homogen seperti kisaran sebaran suhu permukaan laut di perairan Indonesia.

Kata Kunci : Klorofil-A, Suhu Permukaan Laut, SIG, Penginderaan Jauh, Teluk Kupang

Abstract - Remote sensing techniques via satellite are an efficient method to determine the chlorophyll-a distribution and the distribution of sea surface temperature. Determination of optimum temperature and chlorophyll-a helps in identifying fishing grounds. This study aims to determine the distribution of chlorophyll-a and sea surface temperature using remote sensing and GIS methods in the waters of Kupang Bay. The remote sensing method used in this study is SeaDAS software version 8.2.0 for cropping the area of research sites, while GIS method uses ArcGIS software version 10.8 for display map layouts, and Microsoft Excel 2007 to display the coordinates of the research location and the distribution value of chlorophyll-a and sea surface temperature. The highest value of the chlorophyll-a distribution in August with a value of 8.26 mg/m and the lowest in October with a value of 1.97 mg/m³; while the highest sea surface temperatures distribution was in April with a value of 31.25°C and the lowest was in August with a value of 26.77°C. The concentration of chlorophyll-a in April to October 2021 was in the category of fertile waters, despite the chlorophyll-a in September and October experienced a decrease in the concentration of chlorophyll-a. The sea surface temperature is in the warm temperature category in April – October 2021, and is homogeneous like the range of sea surface temperature distribution in Indonesian waters.

Keywords : Chlorophyll-a, Sea Surface Temperature, GIS, Remote Sensing, Kupang Bay

I. PENDAHULUAN

Teluk Kupang yang terletak di ujung barat pulau Timor, Nusa Tenggara Timur, memiliki peranan penting bagi kehidupan masyarakat setempat. Teluk Kupang telah dimanfaatkan secara intensif, diantaranya untuk pelabuhan laut di Tenau, pengembangbiakan tiram mutiara, perikanan bagan, taman rekreasi di Pulau Kera dengan terumbu karang dan penyu hijaunya, dan pemukiman penduduk yang sangat berdekatan dengan pantai Teluk Kupang, terutama di Kota Lama. Karena pentingnya peranan Teluk Kupang bagi kehidupan masyarakat setempat, maka Teluk Kupang perlu di jaga kelestariannya. Sumber daya wilayah pesisir di Teluk Kupang, baik yang sumber daya alam hayati, sumber daya alam non hayati, sumber daya buatan telah dimanfaatkan oleh para pihak terkait sesuai dengan kepentingan masing-masing. Studi terbaru menemukan beberapa kerusakan ekologi di Teluk Kupang, seperti menurunnya ekosistem terumbu karang itu mencapai 16,7% (Kangkan et al., 2017).

Potensi sumber daya perikanan dan kelautan sangat erat kaitannya dengan produktivitas primer dari suatu perairan yang dihasilkan oleh fitoplankton. Pigmen fotosintesis yang umum terdapat pada fitoplankton adalah klorofil-a, sehingga hasil pengukuran klorofil-a digunakan untuk menduga biomassa fitoplankton suatu perairan. Klorofil-a merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan produktivitas primer di laut. Sebaran dan tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a sangat terkait dengan kondisi oseanografi suatu perairan. Pengukuran klorofil sangat penting dilakukan karena kadar klorofil dalam suatu kolom air laut tertentu merupakan suatu ukuran bagi biomassa tumbuhan yang terdapat didalam perairan laut tersebut. Klorofil dapat diukur dengan memanfaatkan sifatnya yang dapat berpijar bila dirangsang dengan panjang gelombang cahaya tertentu atau mengekstraksi klorofil dari tumbuhan dengan menggunakan aseton untuk menghitung produktivitas primernya (Sihombing dkk,

2012). Pigmen-pigmen fitoplankton (khususnya klorofil-a) merupakan komponen utama yang mempengaruhi sifat optik atau bioptik air laut Susilo (2000). Oleh karena itu metode pengindraan jauh dapat digunakan dalam pendugaan konsentrasi klorofil-a diperairan.

Salah satu faktor yang mempengaruhi fotosintesis di laut baik secara langsung maupun tidak langsung adalah suhu perairan. Suhu perairan sangat mempengaruhi besarnya produktivitas primer dari plankton, sehingga dengan melihat keterkaitan antara klorofil-a dengan suhu permukaan laut didapatkan suatu analisa mengenai kesuburan dari suatu perairan. Melalui teknologi penginderaan jauh kelautan, pendugaan diatas dapat dilakukan berdasarkan sifat optik atau bioptik air laut yang dilihat dari keberadaan pigmen-pigmen fitoplankton (klorofil-a) dan suhu permukaan laut. Sistem sensor dalam penginderaan terbagi menjadi penginderaan jauh pasif dan penginderaan jauh aktif. Penginderaan jauh pasif adalah penginderaan jauh yang merekam pantulan atau pancaran radiasi elektromagnetik dari suatu objek yang biasanya bersumber dari tenaga matahari, sedangkan penginderaan jauh aktif adalah penginderaan jauh yang merekam dengan menggunakan sumber energi yang bersal dari energi elektromagnetik buatan (Paulus, 2006).

Seiring dengan pemanfaatan sumber daya alam yang semakin meningkat, sehingga perlu diamatinya kondisi kualitas perairan secara berkesinambungan. Pengelolaan Teluk Kupang melibatkan pandangan sektoral seperti kebijakan dan strategi yang memperhatikan aspek perikanan, pariwisata, konservasi, dan budidaya. Pemodelan spasial dibangun dengan tujuan untuk menggabungkan dan menyederhanakan semua aspek lingkungan, sehingga dapat mewakili kenyataan (Sahraoui *et al.*, 2016).

Perairan Teluk Kupang dijadikan sebagai lokasi penelitian, karena Teluk Kupang merupakan daerah penangkapan dan budidaya. Dalam kegiatan budidaya tentunya membutuhkan variabel penyusun berupa kesuburan perairan. Variabel yang dimaksud

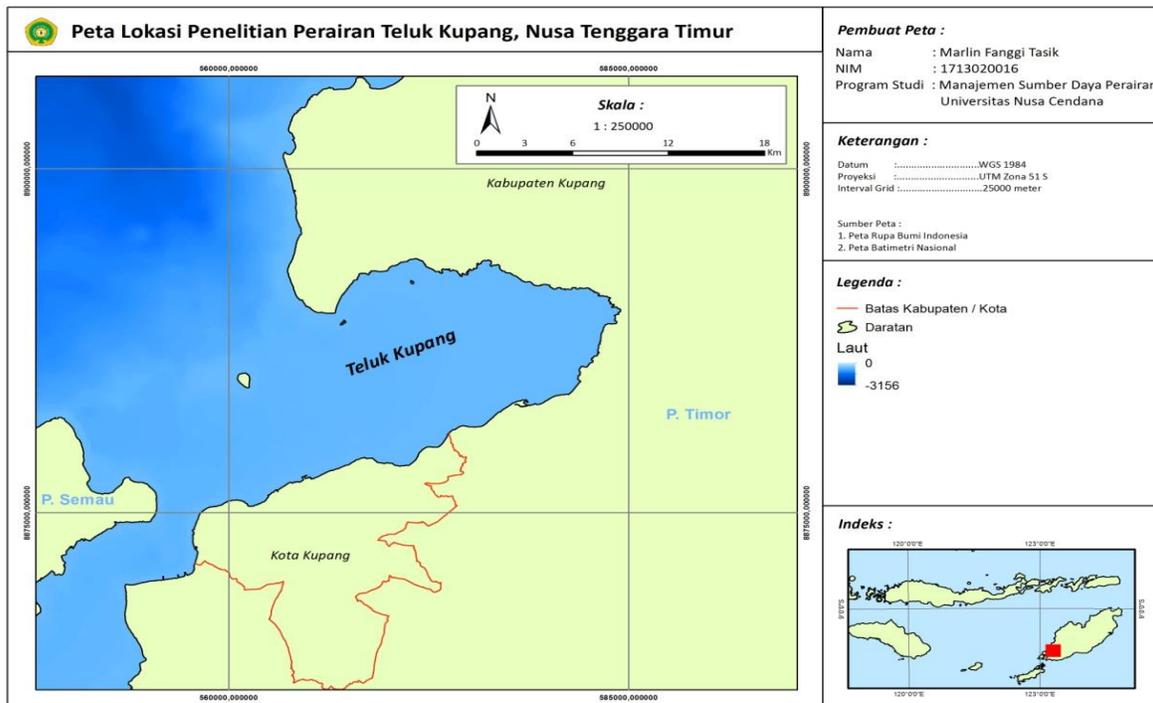
disini adalah klorofil-a, dimana keberadaannya bersama-sama dengan fitoplankton membantu ketersediaan oksigen terlarut di perairan melalui mekanisme fotosintesa. Penelitian dengan melihat sebaran klorofil-a dan suhu permukaan laut dengan memilih lokasi Teluk Kupang ini dilakukan karena terdapat lamun dan terumbu karang. Selain itu, Teluk Kupang juga merupakan daerah penangkapan ikan demersal. Pada perairan Teluk Kupang memiliki suhu rata-rata yang cukup tinggi di tambah dengan angin yang bertiup cukup kencang akhir-akhir ini. Musim timur biasanya bertiup pada bulan April – September dengan intensitas angin yang tinggi. Musim timur menyebabkan tingkat curah hujan dan kekeringan yang lebih rendah. Dengan demikian, dengan memiliki suhu rata-

rata yang cukup tinggi, sangat penting dilihat kisaran nilai dari suhu permukaan laut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui analisis sebaran Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut menggunakan SIG di Perairan Teluk Kupang.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Oktober 2021 di kawasan perairan Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur yang terletak diantara koordinat koordinat 9°91' – 10°40' LS dan 123°23' – 123°85' BT (Gambar 1)



Sumber : Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengamatan melalui Data Citra satelit Aqua Modis, untuk memperoleh data yang dibutuhkan tentunya menggunakan alat dan bahan yang

mendukung dalam proses pengambilan data. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu : Data Citra satelit Aqua Modis level 3 komposit bulanan periode April – Oktober 2021 yang diperoleh dari website nasa (sebagai sumber data primer), *software* SeaDAS Versi

8.2.0 (untuk mengekstrak dan memotong data sebaran), *software* ArcGIS Versi 10.8 (untuk menglayout data), dan Microsoft excel 2007 (untuk menampilkan titik koordinat lokasi penelitian dan nilai sebaran klorofil-a dan suhu permukaan laut).

2.3 Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *desk* analisis yaitu menganalisa data yang diperoleh tanpa melakukan validasi dan verifikasi lapangan. Data yang diperoleh dideskripsikan berdasarkan teori-teori yang ada (Azani *et al.*, 2012).

2.4 Data dan Jenis Data

Data dan jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang belum pernah dikumpulkan sebelumnya, dan dikumpulkan semata-mata untuk tujuan penyelidikan atau penelitian. Sedangkan data sekunder yaitu data dengan pengumpulan informasi berdasarkan data yang ada. Data primer dan data sekunder dalam penelitian ini adalah Data Citra Aqua Modis level 3 dengan resolusi 4 km dan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:125.000.

2.5 Teknik Pengumpulan Data

Dalam pengambilan data spasial terdapat beberapa teknik yang digunakan dalam pengambilan sampel diperoleh diantaranya yaitu survei/data lapangan, sensus, statistik, tracking dan penginderaan jauh. Penelitian ini menggunakan teknik penginderaan jauh.

2.6 Prosedur Penelitian

Tahapan pengolahan data citra satelit dilakukan dengan pengunduhan data citra. Proses download data ini bertujuan untuk mendapatkan data yang diinginkan dan digunakan sesuai dengan fungsi dari penelitian

yang dilakukan. Untuk mendownload data Aqua MODIS level-3 dengan resolusi 4 km dapat membuka website nasa yang memiliki ekstensi file yang ditampilkan dalam bentuk JPEG. Data yang di download yaitu pada bulan April sampai dengan Oktober tahun 2021 berlokasi pada perairan Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur.

Citra yang dipilih untuk diolah adalah citra bulanan standar map dengan resolusi 4 km pada bulan April – Oktober tahun 2021. Data sebaran klorofil-a dan suhu permukaan laut diketahui dengan melakukan analisis visual terhadap citra MODIS yang telah terkoreksi dan ditampilkan dalam format gambar JPEG.

Langkah-langkah pemrosesan data citra klorofil-a dan suhu permukaan laut adalah sebagai berikut :

- a. Import data
Langkah pertama adalah mengimpor data satelit yang sudah diekstrak. MODIS ditampilkan dalam bentuk produk (*chl*) untuk klorofil-a dan (*sst*) untuk suhu permukaan laut.
- b. Pemotongan citra (*cropping*)
Perekaman oleh sensor satelit mencakup daerah rekaman yang sesuai dengan sapuan sensor, oleh karena itu perlu dilakukan pembatasan wilayah pada citra agar citra hanya memuat daerah penelitian perairan. Pemotongan citra (*image cropping*), menggunakan *software* SeaDAS 8.2.0 ini dilakukan untuk memperkecil area tampilan citra sesuai koordinat daerah yang diinginkan. *Cropping* ini juga merupakan cara untuk menfokuskan daerah yang diinginkan atau daerah yang menjadi penelitian, dikarenakan data MODIS level-3 merupakan data global yang berisi nilai klorofil-a dan suhu permukaan laut seluruh dunia. Hasil yang di dapat pada proses ini yaitu garis-garis yang berisi nilai dari klorofil-a dan suhu permukaan laut.
- c. Klasifikasi
Klasifikasi dilakukan untuk membedakan antara darat, awan dan laut. Laut yang dimaksudkan yaitu klorofil-a dan suhu permukaan laut. Pemberian warna (*color lut*)

berfungsi untuk memudahkan dalam pengamatan secara visual.

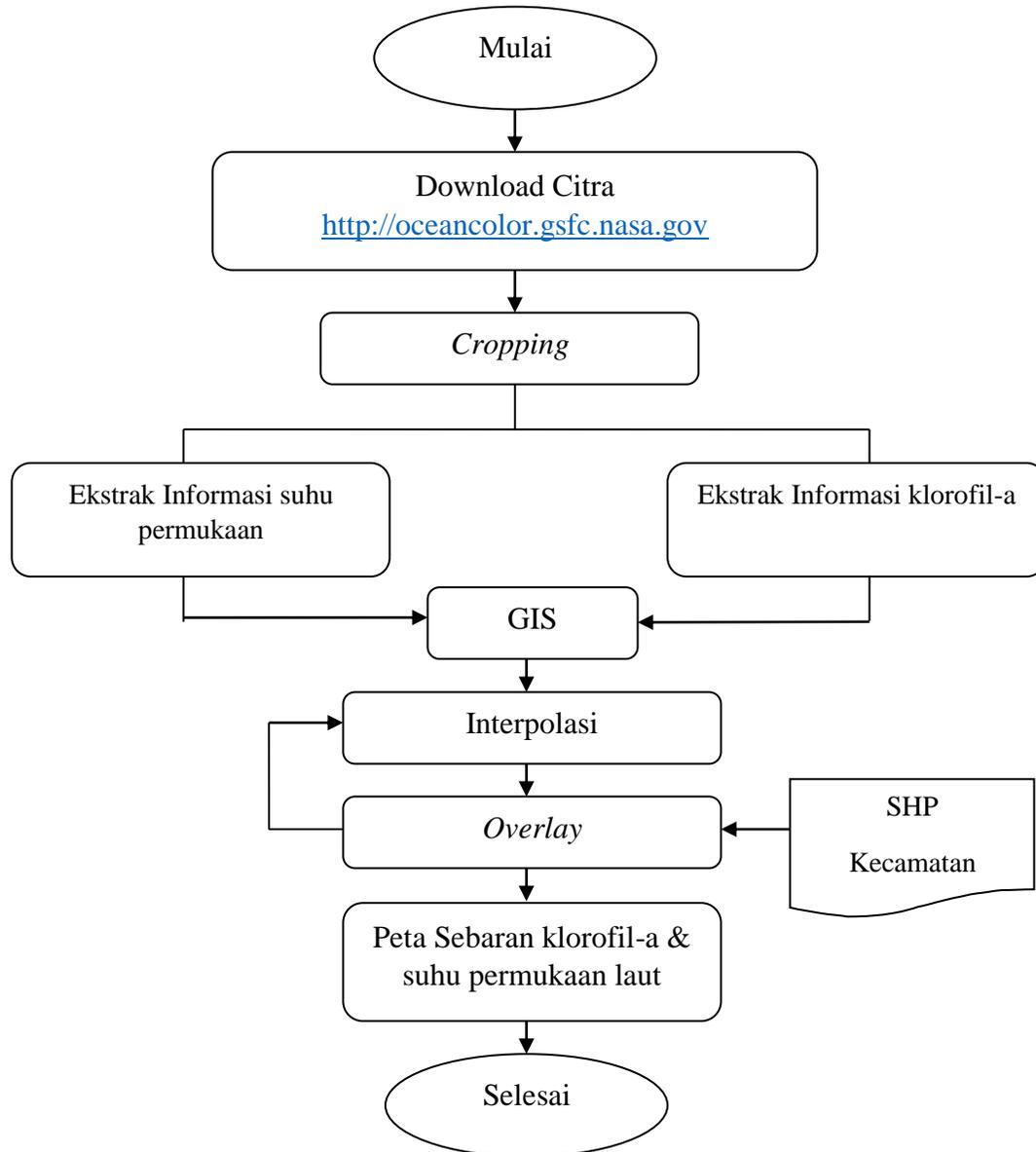
- d. Menghitung nilai klorofil-a dan suhu permukaan laut
Perhitungan nilai klorofil-a dan suhu permukaan laut menggunakan fungsi *software* MS. Excel, dimana ekstraksi data sebelumnya dari hasil *image cropping software* SeaDAS Versi 8.2.0 akan menampilkan sebaran dari setiap konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut di perairan Teluk Kupang.
- e. Pembuatan kontur
Selanjutnya pembuatan *contour*, ini dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS Versi 10.8 yang dapat mengidentifikasi nilai-nilai *contour* dari setiap data klorofil-a dan suhu permukaan laut. *Contour* klorofil-a dan suhu permukaan laut yang di dapat kemudian ditumpuk setelah itu dibuatkan grid agar mempermudah.
- f. Pembuatan layout
Pembuatan layout menggunakan *software* ArcGIS Versi 10.8 dengan memuat keterangan peta, legenda, skala peta, arah mata angin, insert peta, nilai klorofil-a dan suhu permukaan laut, dan sumber peta.

2.7 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis kualitatif yaitu pada jenis analisis konten. Seperti diketahui analisis kualitatif adalah data yang tidak dapat

diangkakan atau bersifat non numerik, sedangkan analisis konten diperlukan untuk memahami keseluruhan tema pada data kualitatif yang dimiliki. Dalam metode penelitian ini, kita dapat menerapkan kode warna untuk tema atau ide tertentu. Penguraian data tekstual seperti ini membantu dalam menemukan rangkaian data yang paling umum.

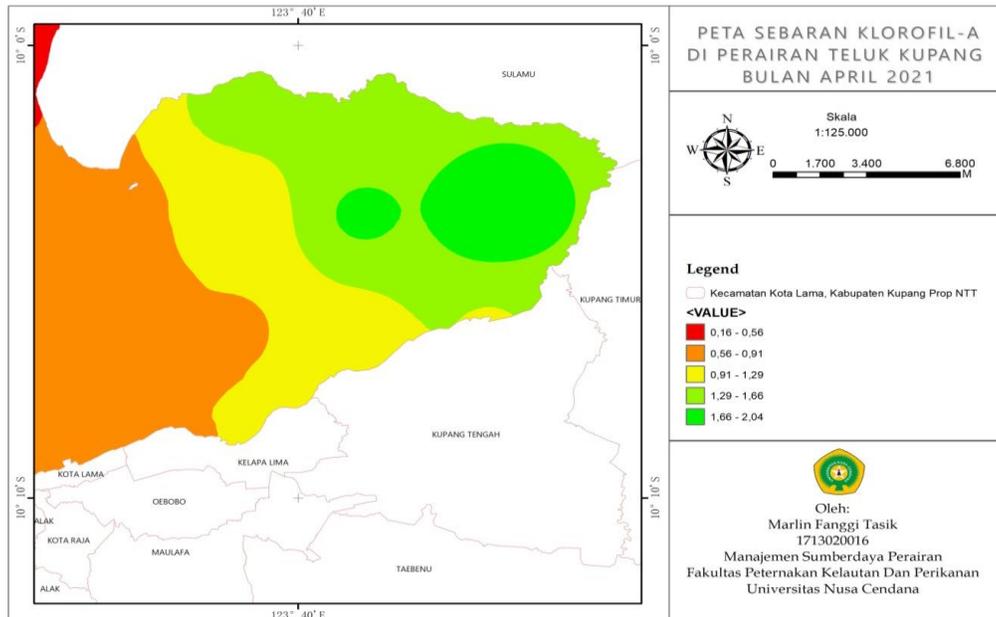
Beberapa tahapan yang dilakukan yaitu Citra MODIS yang didownload berupa citra klorofil-a dan citra suhu permukaan laut yang selanjutnya dilakukan pemotongan citra (*cropping*). Pemotongan citra disesuaikan dengan daerah yang diinginkan yaitu meliputi perairan Teluk Kupang. Untuk menampilkan citra yang lebih informative maka dilakukan perbaikan tampilan citra antara lain dengan menyisipkan *landmask*, skala warna dan garis pantai. Citra klorofil-a dan suhu permukaan laut yang sudah dilakukan pemotongan sesuai dengan wilayah yang diinginkan, selanjutnya dilakukan proses ekstrak informasi data. Dilakukan dengan menggunakan *software* Seadas 8.2.0 yang menghasilkan data *excel* sebaran klorofil-a dan suhu permukaan laut di perairan Teluk Kupang, yang berisikan nilai-nilai sebaran klorofil-a dan suhu permukaan laut tiap piksel dan titik koordinatnya. Berikut diagram alir penelitian data citra disajikan pada Gambar 2.



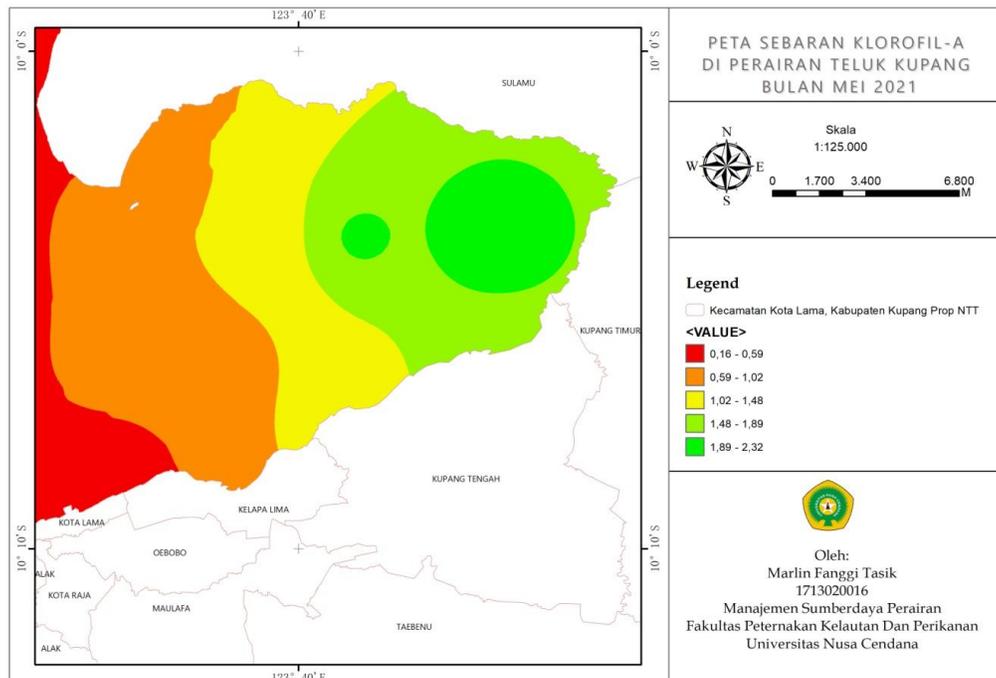
Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data Citra

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

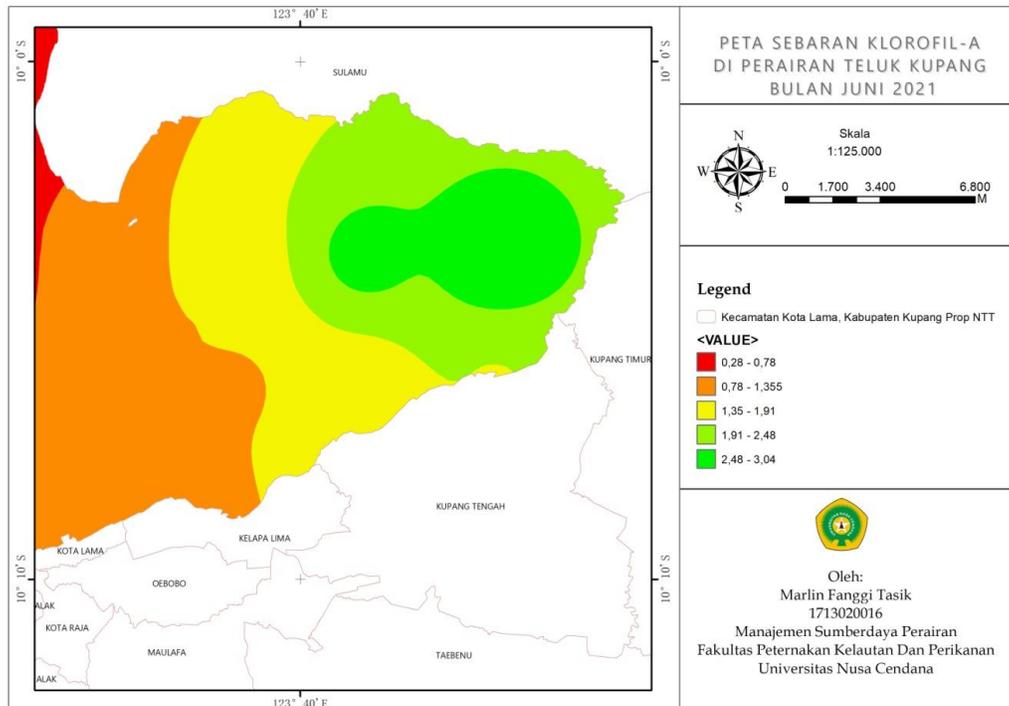
Gambar 3 – 16 memperlihatkan peta sebaran spasial dari klorofil-a dan suhu permukaan laut setiap bulannya.



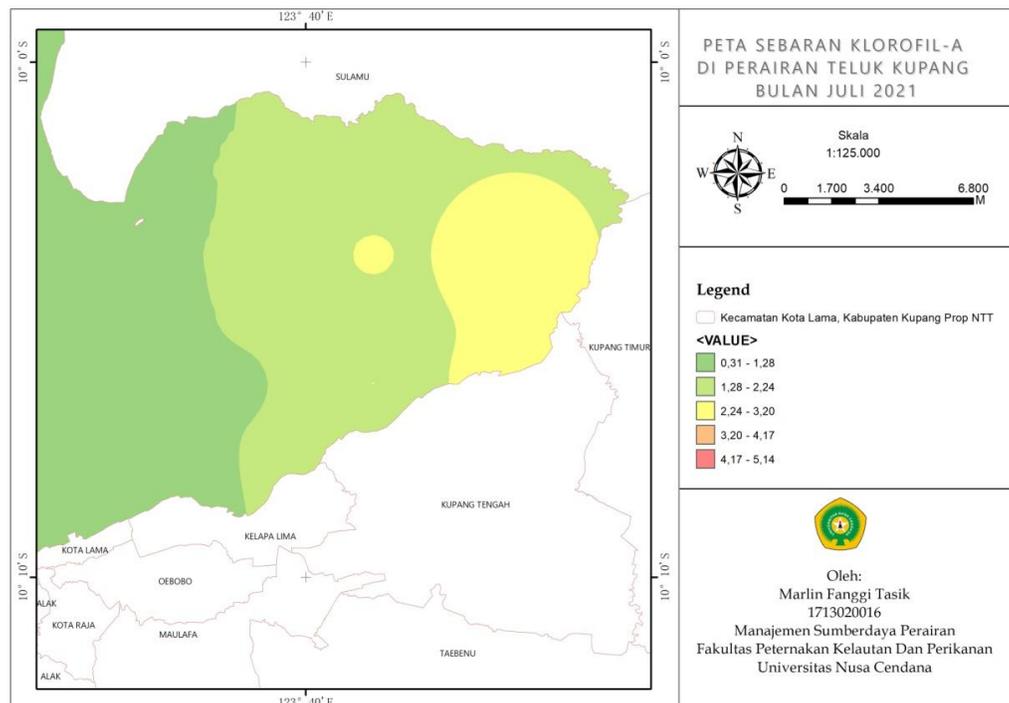
Gambar 3. Sebaran klorofil-a di Perairan Teluk Kupang bulan April 2021



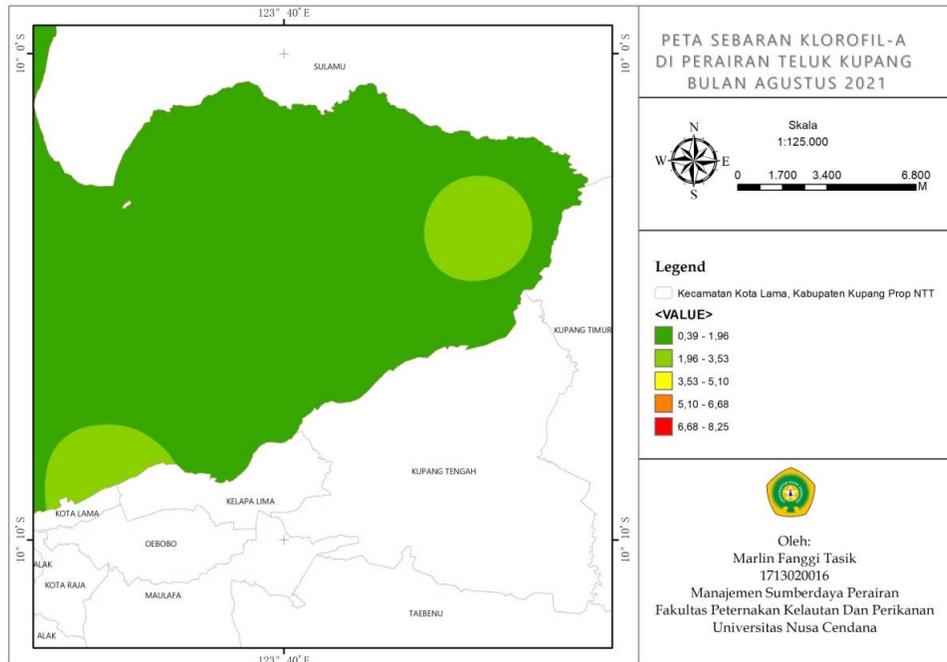
Gambar 4. Sebaran klorofil-a di Perairan Teluk Kupang bulan Mei 2021



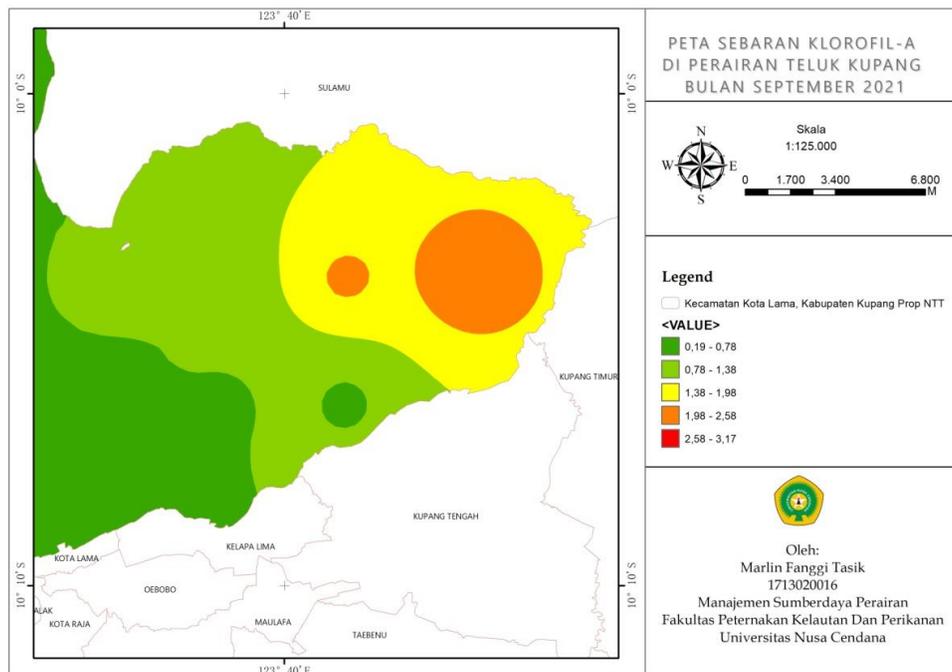
Gambar 5. Sebaran klorofil-a di Perairan Teluk Kupang bulan Juni 2021



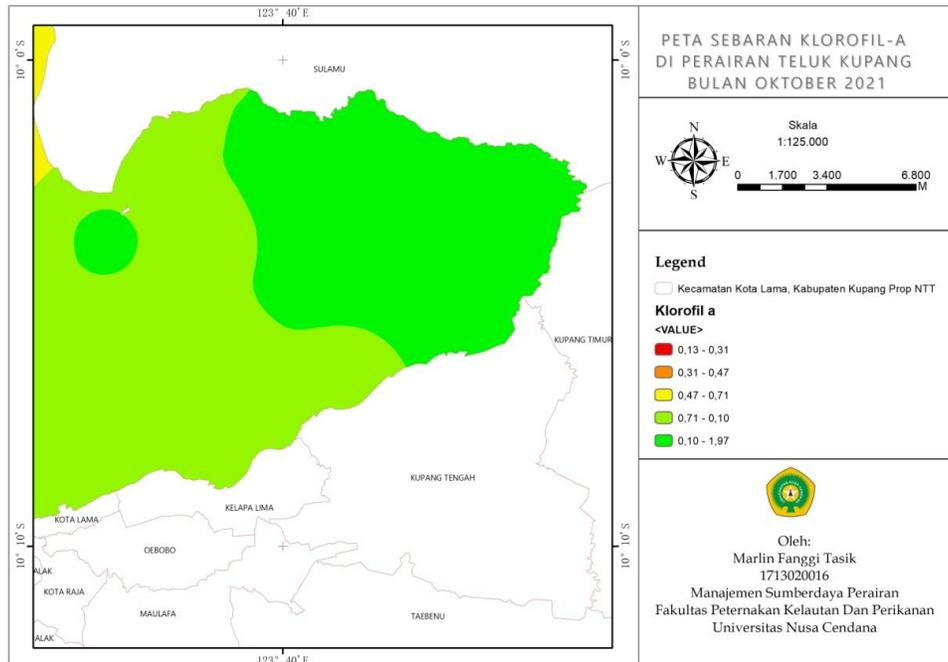
Gambar 6. Sebaran klorofil-a di Perairan Teluk Kupang bulan Juli 2021



Gambar 7. Sebaran klorofil-a di Perairan Teluk Kupang bulan Agustus 2021



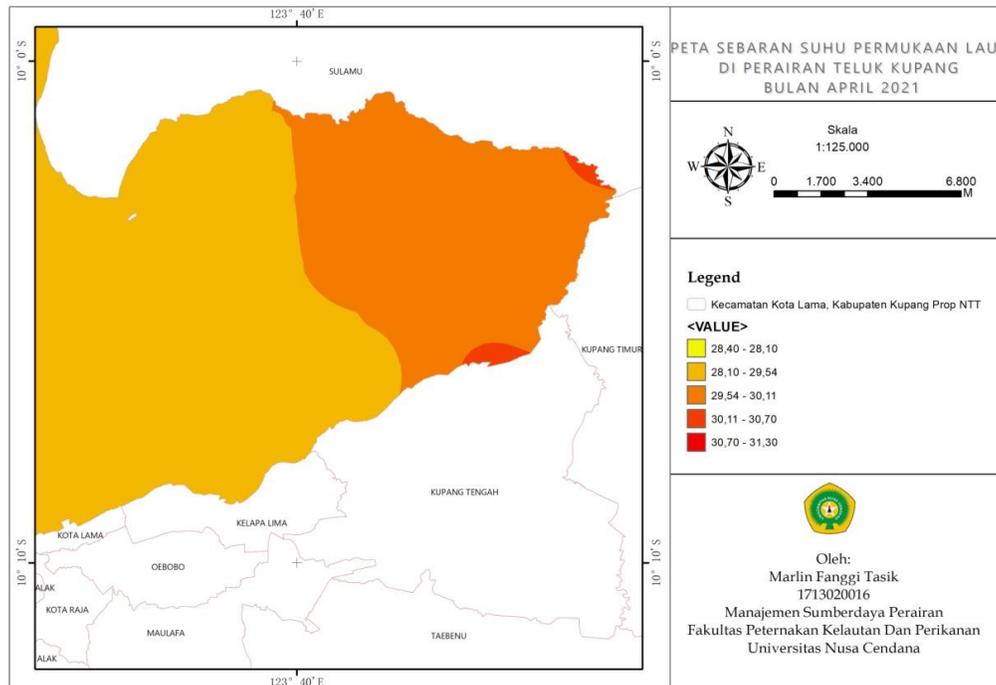
Gambar 8. Sebaran klorofil-a di Perairan Teluk Kupang bulan September 2021



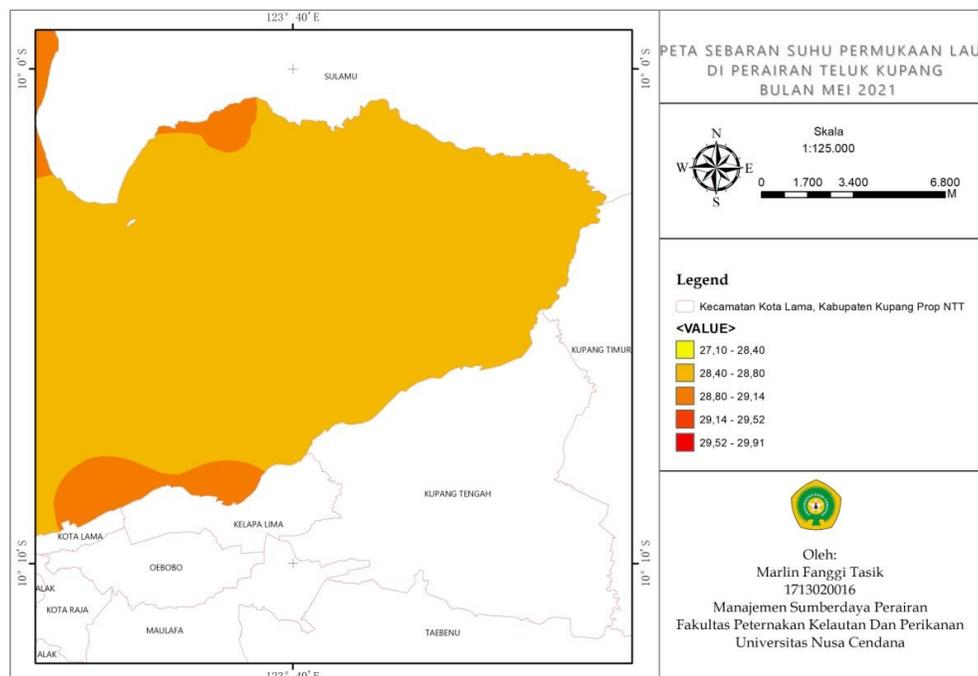
Gambar 9. Sebaran klorofil-a di Perairan Teluk Kupang bulan Oktober 2021

Pengamatan sebaran Klorofil-a yang dilakukan setiap bulannya menunjukkan kenaikan dan penurunan nilai konsentrasi. Pengamatan pada bulan April 2021 (2,04 mg/m³), Mei 2021 (2,32 mg/m³), Juni 2021 (3,04), Juli 2021 (5,15 mg/m³) dan Agustus 2021 (8,26 mg/m³) menunjukkan kenaikan nilai konsentrasi klorofil-a di perairan. Konsentrasi klorofil-a pada suatu perairan sangat tergantung pada ketersediaan nutrisi dan intensitas cahaya matahari (Effendi, 2000). Fungsi utama dari klorofil-a ialah kemampuan pigmen yang mampu menghasilkan energi kimia dari energi cahaya matahari. Kandungan pigmen fotosintesis terutama klorofil-a dalam air sampel dapat menggambarkan biomassa fitoplankton dalam suatu perairan, karena keduanya saling berhubungan. Gambar 5 – 11 memiliki nilai konsentrasi klorofil-a yang tinggi disebabkan pasokan nutrisi dan intensitas cahaya matahari dalam jumlah yang optimal. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian klorofil di teluk kupang sebesar 0,03-0,52 mg/l (Kangkan, 2022) sehingga diduga ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi tingginya

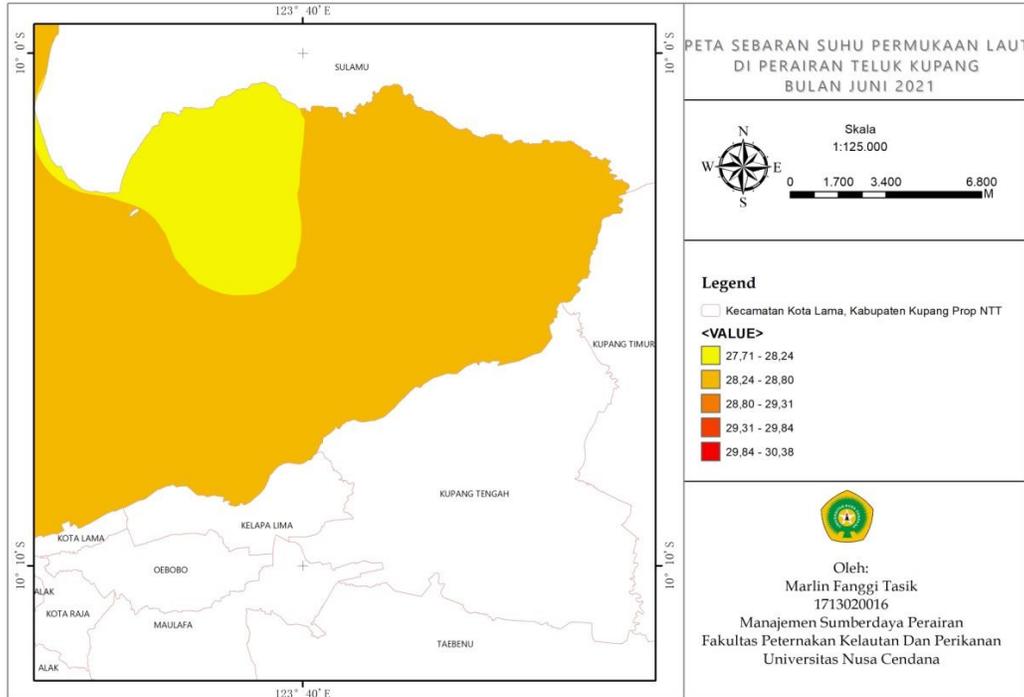
konsentrasi klorofil-a di perairan salah satunya pengkayaan nutrisi pada lapisan permukaan perairan melalui berbagai proses dinamika massa air. Selanjutnya, pada bulan September 2021 (3,17 mg/m³) dan Oktober 2021 (1,97 mg/m³) mengalami penurunan (Gambar 10 – 11). Banyak faktor yang mempengaruhi menurunnya nilai konsentrasi klorofil-a, salah satunya karena kerusakan lingkungan atau ekosistem dari perairan itu sendiri yang mengindikasikan bahwa menurunnya pula tingkat kesuburan di perairan tersebut (Gambar 10 – 11). Berbanding terbalik dengan sebaran klorofil-a pada bulan April – Agustus 2021 yang tinggi atau mengalami kenaikan tiap bulannya, pada bulan September dan Oktober 2021 mengalami penurunan, hal ini disebabkan kurangnya pasokan nutrisi dan intensitas cahaya matahari. Berdasarkan konsentrasi klorofil-a pada bulan April – Oktober 2021 termasuk dalam kategori yang subur, meskipun pada konsentrasi klorofil-a pada bulan September dan Oktober 2021 mengalami penurunan.



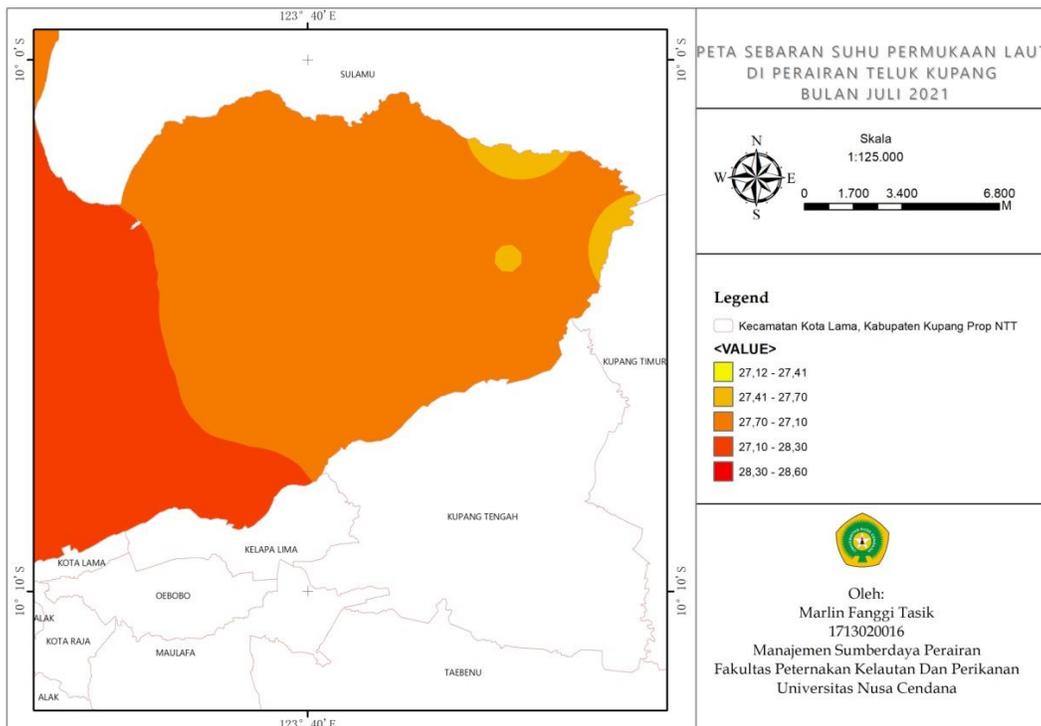
Gambar 10. Sebaran SPL di Perairan TelukKupang bulan April 2021



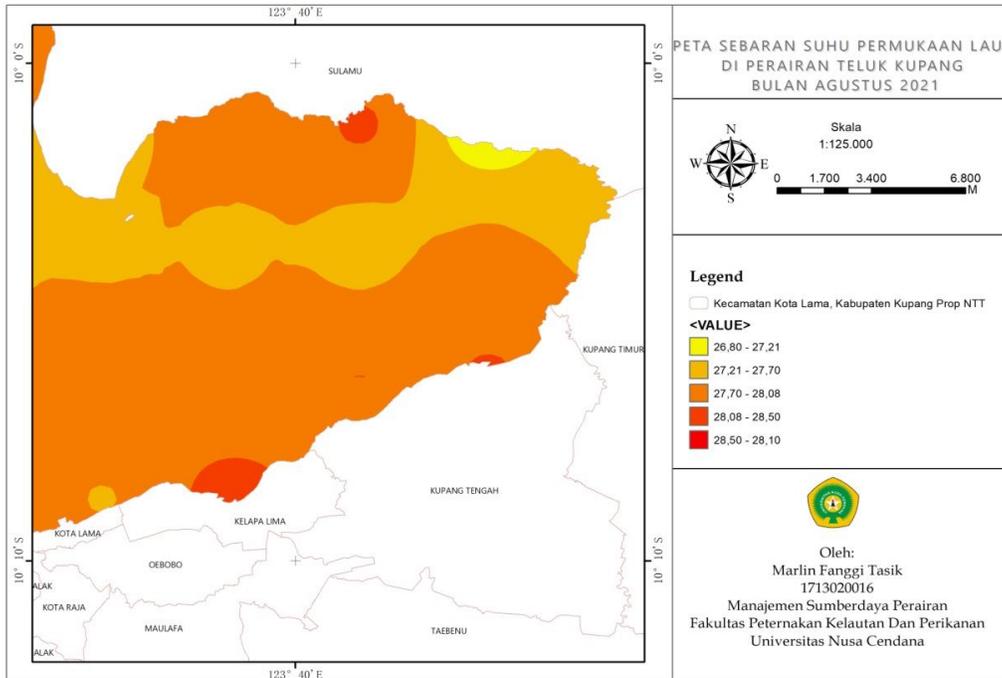
Gambar 11. Sebaran SPL di Perairan Teluk Kupang bulan Mei 2021



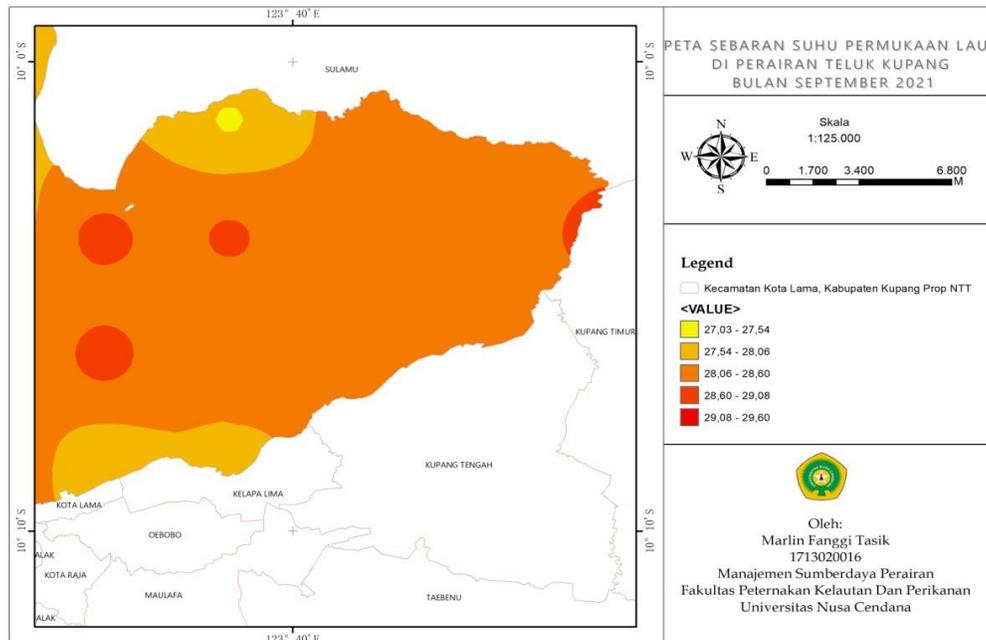
Gambar 12. Sebaran SPL di Perairan Teluk Kupang bulan Juni 2021



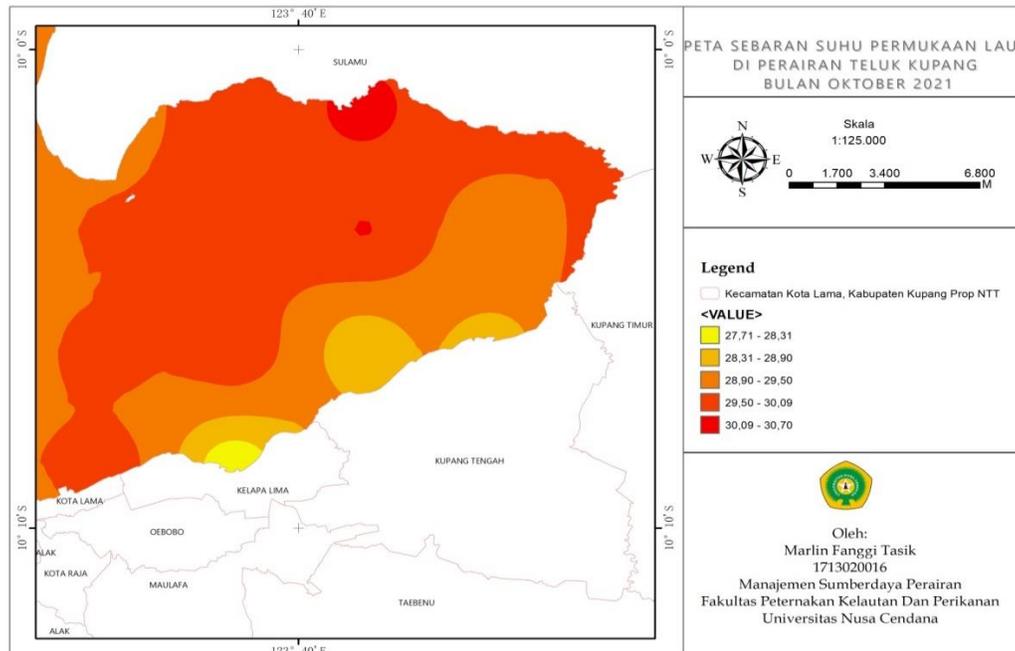
Gambar 13. Sebaran SPL di Perairan Teluk Kupang bulan Juli 2021



Gambar 14. Sebaran SPL di Perairan Teluk Kupang bulan Agustus 2021



Gambar 15. Sebaran SPL di Perairan Teluk Kupang bulan September 2021



Gambar 16. Sebaran SPL di Perairan Teluk Kupang bulan Oktober 2021

Pada Gambar 12 – 15 menunjukkan sebaran suhu permukaan laut bulanan di wilayah perairan Teluk Kupang yang mengalami kenaikan dan penurunan. Bulan April 2021 (31,25°C), bulan Mei 2021 (29,91°C), bulan Juni (30,38°C), dan bulan Juli 2021 (28,58°C). Sebaran suhu permukaan laut mengalami kenaikan dan penurunan diduga karena pergerakan massa air yang relatif lebih hangat, dan juga disebabkan curah hujan yang tidak menentu pada bulan April – Juli 2021. Sebaran suhu permukaan laut pada bulan Agustus – Oktober 2021 (Gambar 16 – 18) menunjukkan kenaikan pada setiap bulannya, dimana bulan Agustus 2021 (28,99°C), bulan September 2021 (29,63°C), dan bulan Oktober 2021 (31,20°C).

Menurut Emiyati *et. al.*, (2014) menyatakan sebaran suhu permukaan laut jika dihubungkan dengan adanya pergerakan arah dan kecepatan angin akan memperkuat pernyataan bahwa tinggi atau rendahnya nilai suhu permukaan laut dipengaruhi oleh angin dan perubahan musim. Pada Gambar 16 – 18 menunjukkan sebaran suhu permukaan laut yang meningkat tiap bulannya, dipengaruhi oleh pergerakan arah dan kecepatan angin.

Pada Gambar 18 menunjukkan sebaran suhu permukaan laut yang tinggi diakibatkan bulan Oktober pada wilayah NTT terkenal akan cuaca yang sangat panas, hal tersebut mengakibatkan sebaran suhu permukaan laut menunjukkan nilai yang tinggi.

Secara keseluruhan pada bulan April – Oktober 2021 sebaran suhu permukaan laut termasuk dalam kategori suhu yang hangat karena berada pada kisaran nilai 28,58°C - 31,25°C, jika dilihat dari kisaran sebaran suhu permukaan laut di perairan Indonesia.

IV. KESIMPULAN

Hasil dan pembahasan menggambarkan konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut di Perairan Teluk Kupang pada setiap bulannya dikatakan subur dan hangat, hal ini terlihat dari klasifikasi konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut.

DAFTAR PUSTAKA

Azani, R., Sari, T.E.Y., Usman, 2012, Variabilitas Spasial Dan Temporal Suhu Permukaan Laut Dan Klorofil-Diperairan

- Selat Malaka Melalui Citra Satelit Aqua Modis, Jurnal Universitas Riau, Pekanbaru.
- Effendi, R., et al. "Analisis Konsentrasi Klorofil-a Di Perairan Sekitar Kota Makassar Menggunakan Data Satelit Topex/Poseidon." *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, vol. 8, no. 3, 2012, pp. 279–85.
- Emiyati, K. T. Setiawan, A.K.S. Manapo, S. Budhiman, B. Hasyim. 2014. Analisis multitemporal sebaran suhu permukaan laut di perairan Lombok menggunakan data penginderaan jauh MODIS, dalam prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh, Bogor April 2014, hal 470-479.
- Kangkan AL, Marsoedi, Semedi B., Bintoro G., 2017 Pengelolaan dan keberlanjutan sumber daya pesisir Teluk Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Indonesia. *AACL Biofluks*, 10:805-813.
- Kangkan A. L., Semedi B., Bintoro G., 2022. Coastal area spatial modelling using water ecological parameters, regarding the utilization zone development of Kupang Bay, Indonesia, *AACL Bioflux*, 2022, Volume 15, Issue 3. <http://www.bioflux.com.ro/aacl>
- Paulus C. A. (2006). Analisis Sebaran Suhu Permukaan Laut dan Kandungan Klorofil-a dengan Menggunakan Data Modis di Perairan Nusa Tenggara Timur (p. 102).
- Sahraoui Y., Clauzel C., Foltete, JC, 2016 Pemodelan spasial potensi estetika lanskap di pinggiran kotadesa. *Jurnal, Pengelolaan Lingkungan*, 181:623-636
- Sihombing, R.F., Aryawati, R., Hartoni., 2012. Kandungan klorofil-a Fitoplankton di sekitar Perairan Desa Sungsang Kabupaten banyu Asin Provinsi Sumatera Selatan. *UNSRI. Inderalaya*
- Sugiyono. 2015. Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D). Alfabeta.