



Received 26th February 2022

Accepted 14th March 2022

Published 11th April 2022

Open Access

DOI: 10.35472/jsat.v6i1.897

Distribusi spasial kualitas perairan dan hubungannya dengan aktifitas budidaya perikanan di Teluk Lampung

Budhi Agung Prasetyo ^{*a}, Muawanah ^b, Lutfi Mardianto ^c, Muhammad Zainuddin Lubis ^d

^a Program Studi Sains Lingkungan Kelautan, Institut Teknologi Sumatera, Lampung 35365

^b Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung, Kabupaten Pesawaran, Lampung 35450

^c Program Studi Matematika, Institut Teknologi Sumatera, Lampung 35365

^d Teknik Geomatika, Politeknik Negeri Batam, Kepulauan Riau 29461

* Corresponding E-mail: budhi.prasetyo@sll.itera.ac.id

Abstract: Coastal water is water area which receives much organic matter supply originating from human activities on land. Marine aquaculture in Teluk Lampung has impact to its water quality. This study was conducted to determine the distribution of water quality around Teluk Lampung and its correlations to marine aquaculture activities. The analysis carried out in this study is spatial analysis to determine the spatial distribution of water quality in three focus areas around Teluk Lampung, namely Teluk Hurun (HB), Selatan Teluk Hurun (SHB) dan Pantai Sari Ringgung (SRB). In addition to spatial analysis, principal component analysis (PCA) was also carried out to determine water quality as a variable and its correlation to each area. Based on the analysis, the spatial distribution of water quality varies based on the human activities type in each area. Based on the results of principal component analysis, it is known that the variability of several water quality variables also correlates with the human activities types, such as marine aquaculture and beach tourism.

Keywords: water quality, nutrients, anthropogenic impact, aquaculture, principal component analysis

Abstrak: Perairan pesisir merupakan area perairan yang menerima banyak masukan bahan organik yang berasal dari aktifitas manusia di darat. Aktifitas antropogenik seperti budidaya perikanan di Teluk Lampung memberikan banyak pengaruh terhadap kualitas air di perairan tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi sebaran spasial kualitas air di sekitar Teluk Lampung dan korelasinya terhadap aktifitas budidaya perikanan. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis spasial untuk mengetahui distribusi atau sebaran kualitas air yang berada di tiga area fokus penelitian yaitu Teluk Hurun (HB), Selatan Teluk Hurun (SHB) dan Pantai Sari Ringgung (SRB) sebagai bagian dari Teluk Lampung. Selain analisis spasial juga dilakukan analisis komponen utama untuk mengetahui variabel kualitas air yang memiliki korelasi terhadap masing-masing area. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa distribusi spasial parameter kualitas perairan memiliki variasi terhadap jenis aktifitas yang ada disekitar area penelitian. Berdasarkan hasil analisis komponen utama diketahui bahwa variabilitas beberapa variabel kualitas air juga memiliki korelasi dengan aktifitas yang berbeda di setiap area, salah satunya adalah aktifitas budidaya perikanan dan aktifitas wisata.

Kata Kunci : kualitas air, nutrien, aktifitas antropogenik, budidaya perikanan, analisis komponen utama

Pendahuluan

Perairan pesisir merupakan area perairan yang paling banyak menerima masukan bahan organik terutama dari aktifitas manusia di daratan. Bahan organik pada area pesisir ini umumnya selain berasal dari aktifitas manusia seperti aktifitas rumah tangga, wisata, industri, industri perikanan dan lain sebagainya [1]. Bahan

organik yang berasal dari kegiatan tersebut cepat atau lambat akan mempengaruhi kualitas perairan dan selanjutnya akan mempengaruhi keberadaan berbagai organisme perairan secara spesifik pertama akan mempengaruhi laju pertumbuhan fitoplankton dan alga. Keberadaan bahan organik yang masuk kedalam perairan seperti nutrien dan partikel tersuspensi dapat menyebabkan eutrofikasi dan dapat menyebabkan berkurangnya penetrasi cahaya pada kolom air [2].



Pada umumnya, aktifitas manusia (antropogenik) memberikan dampak kepada penurunan kualitas air, salah satunya aktifitas industri perikanan [3]. Pada penelitian sebelumnya aktifitas antropogenik menyebabkan peningkatan nutrien di perairan sehingga berpotensi meningkatkan laju pertumbuhan fitoplankton dan alga secara pesat dan apabila melebihi daya dukung lingkungan maka hal tersebut akan memicu fenomena *algae bloom*. Akan tetapi, apabila kadar nutrien yang mempengaruhi laju pertumbuhan fitoplankton dan alga dalam skala kecil terkendali maka hal tersebut akan meningkatkan produktivitas perairan dan akan menyediakan rantai makanan bagi biota yang hidup di dalam perairan tersebut [4]. Aktifitas industri perikanan yang umum terdapat di daerah pesisir salah satunya adalah aktifitas budidaya [5], masalah pada kegiatan budidaya di antara lain adalah penggunaan sumberdaya yang besar, polusi dan perusakan habitat pesisir memberikan pandangan negatif terhadap aktifitas budidaya di beberapa negara dan di Indonesia [3][6][7].

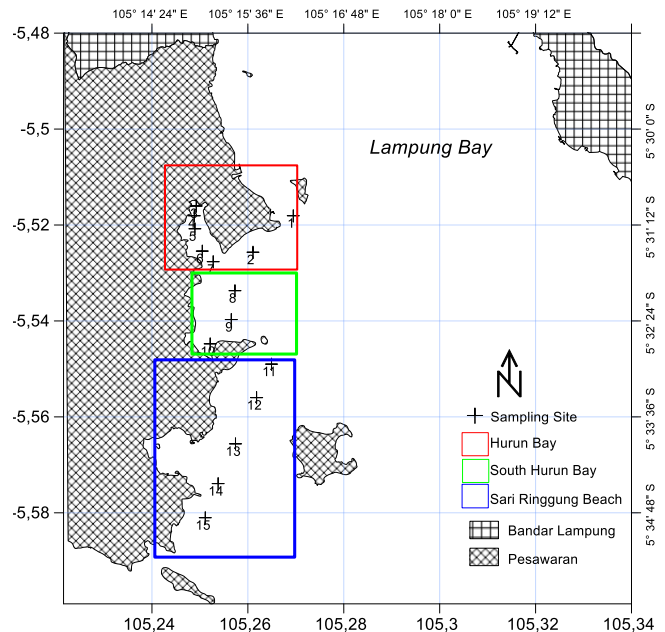
Budidaya perikanan di Indonesia saat ini sedang bertumbuh pesat guna memenuhi kebutuhan akan sumber pangan baik dalam dan luar negeri. Aktifitas budidaya perikanan baik yang bersifat ekstensif/tradisional maupun intensif dapat menimbulkan dampak eutrofikasi akibat meningkatnya bahan organik seperti nutrien dari pemberian pakan untuk biota budidaya perikanan yang tidak efisien [8]. Area pesisir Teluk Lampung pada Kabupaten Pesawaran dimana terdapat aktifitas budidaya perikanan dipilih menjadi fokus area penelitian karena aktifitas budidaya tersebut dilakukan di area teluk memiliki potensi terjadinya eutrofikasi. Selain aktifitas budidaya perikanan yang berada disekitar Teluk Lampung, terdapat pula aktifitas manusia lainnya seperti kegiatan pelabuhan, pariwisata bahari, pemukiman, militer dan industri [9]. Perairan Teluk Lampung telah mengalami fenomena *harmful algal blooms* (HABs) yang menyebabkan tingkat kematian ikan yang dibudidaya di KJA meningkat. Peningkatan fitoplankton berbahaya yang disebabkan peningkatan kesuburan perairan menyebabkan organisme lain seperti ikan mengalami kematian massal [10]. Pemantauan dan pengelolaan perairan pesisir yang mengalami dampak dari aktifitas budidaya menjadi penting untuk mengendalikan dampak yang timbul dari aktifitas tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi spasial kualitas air dan hubungannya dengan aktifitas budidaya perikanan yang ada di sekitar pesisir Teluk Lampung. Informasi spasial kualitas air bermanfaat

sebagai proses pemantauan kualitas air untuk mencegah atau mengendalikan dampak lebih Injut dari kegiatan manusia yang ada di pesisir Teluk Lampung khususnya kegiatan budidaya perikanan.

Metode Penelitian

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan secara pengambilan data primer dengan cara melakukan pengambilan sampel secara in-situ. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Agustus Tahun 2019 disekitar area pesisir Teluk Lampung di Kabupaten Pesawaran pada 15 titik sampling dimana terdapat kegiatan budidaya perikanan pada area tersebut (**Gambar 1**). Area pengambilan sampel pada penelitian ini terbagi menjadi 3 area yaitu, Teluk Hurun (HB), sisi selatan Teluk Hurun (SHB) dan Pantai Sari Ringgung (SRB).



Gambar 1. Peta lokasi sampling

Parameter Kualitas Air

Pengukuran dan pengambilan sampel kualitas air dilakukan secara *in-situ*. Sampel kualitas air yang di ambil juga dilakukan pengujian di laboratorium. Penentuan lokasi sampling dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* di sekitar area aktifitas budidaya, pariwisata bahari dan aktifitas manusia lainnya. Pengukuran dan pengambilan sampel kualitas air yang dilakukan di lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data kualitas air, teknis dan metode pengambilan sampel

Data Kualitas Air	Teknis Pengambilan Sampel Air	Metode	Jumlah Titik
Kecerahan Perairan (m)	In-situ	Secchi-disk	15
Salinitas (ppt)	In-situ	Refraktometer	
Kedalaman air (m)	In-situ	Digital sonar gun	
Klorofil-a (µg/l)	In-situ, Laboratorium	Spektrofotometri	
Padatan tersuspensi (mg/l)	In-situ, Laboratorium	Gravimetri	
Nitrit (mg/l)	In-situ, Laboratorium	Spektrofotometri	
Amonia (mg/l)	In-situ, Laboratorium	Spektrofotometri	
Fosfat (mg/l)	In-situ, Laboratorium	Spektrofotometri	

Pengukuran kecerahan perairan dilakukan dengan menggunakan *secchi-disk*. Pengukuran kecerahan perairan menggunakan prinsip berkurangnya intensitas cahaya di air disebabkan oleh bertambahnya kedalaman dan material yang ada di dalam kolom air [11]. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan untuk menghitung besarnya nilai pengurangan cahaya oleh air maupun material yang ada di air, yang ditunjukkan oleh besarnya nilai koefisien atenuasi. Koefisien penyerapan dan hamburan disebut sebagai atenuasi pada cahaya melalui kolom perairan [12]. Pengukuran parameter salinitas dilakukan dengan menggunakan refraktometer dengan mengambil sampel air di permukaan, sedangkan pengukuran parameter suhu dengan menggunakan termometer pada permukaan air. Pengukuran kedalaman perairan dilakukan pada setiap titik sampling dengan menggunakan *digital sonar gun*.

Pengukuran klorofil-a dilakukan pada sampel air menggunakan *van dorn bottle sampler* kemudian di saring menggunakan kertas saring berukuran pori 0.45 µm dan alat penyaring (*hand vacum pump*). Proses perhitungan konsentrasi klorofil dianalisis di laboratorium dengan cara sampel air yang telah disaring kemudian diekstraksi dengan *aseton* 90%. Serapan dari pigmen klorofil diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 630 nm, 647 nm, 664 m dan 750 nm [13]. Pengukuran padatan tersuspensi (TSS) dilakukan dengan metode gravimetri dimana sampel air yang telah didapat kemudian diaduk agar sampel yang didapat homogen. Air tersebut kemudian disaring menggunakan kertas saring. Kertas saring diambil dari alat penyaringan kemudian

dimasukkan ke dalam oven yang dipanaskan pada suhu 103 - 105° C selama 1 jam. Setelah kering kertas saring dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang. Penimbangan dilakukan berulang agar didapatkan berat konstan [13].

Parameter kualitas air lainnya seperti nitrit (NO₂), amonia (NH₃-N) dan fosfat (PO₄) dilakukan pengambilan sampel air kemudian di bawa ke laboratorium untuk dilakukan analisa. Parameter kualitas air untuk nitrit, amonia dan fosfat dilakukan analisa dengan metode spektrofotometri. Sampel air yang di ambil pada kolom perairan dengan menggunakan bantuan *van-dorn water sampler*, lalu sampel air dilakukan pengawetan dan analisis mengacu kepada metode baku [14]. Sedangkan untuk parameter oksigen terlarut pengukuran dilakukan dengan menggunakan bantuan sensor *water quality checker* Hanna HI 98193 yang dilengkapi oleh Sensor DO *polargraphic* HI-764073.

Analisis Spasial Kualitas Perairan

Analisis spasial dilakukan dalam penelitian ini untuk menunjukkan pola sebaran klorofil-*a*, muatan padatan tersuspensi serta kualitas air yang telah diukur dilapangan dengan menggunakan metode interpolasi *kriging* pada perangkat lunak Surfer 13. Metode *kriging* menggunakan perhitungan komputer berdasarkan sampel data dan cakupan dari wilayah yang dihitung. Metode *kriging* menggunakan semivariogram yang merepresentasikan perbedaan spasial dan nilai di antara semua sampel data spasial. Metode *kriging* salah satu metode interpolasi yang menghasilkan kisaran data yang mendekati kisaran dari sampel data yang ada [15]. Hasil interpolasi kemudian akan disajikan dalam bentuk peta kualitas air disekitar lokasi penelitian. Peta distribusi spasial kualitas perairan dapat memberikan gambaran terkait kondisi perairan Teluk Lampung yang dipengaruhi oleh aktifitas budidaya perikanan.

Analisis Komponen Utama Parameter Kualitas Perairan

Analisis data kualitas perairan air menggunakan analisis statistik deskriptif yaitu analisis komponen utama (AKU). Analisis komponen utama atau AKU adalah metode statistik deskriptif yang bertujuan untuk menampilkan data dalam bentuk grafik dan informasi maksimum yang terdapat dalam suatu matriks data [16]. Analisis komponen utama akan menghasilkan Biplot yang berfungsi untuk menentukan pengelompokan dan parameter penciri berdasarkan zona dan periode pengamatan, analisis ini juga dapat memberikan informasi mengenai kesamaan dan korelasi linier antara

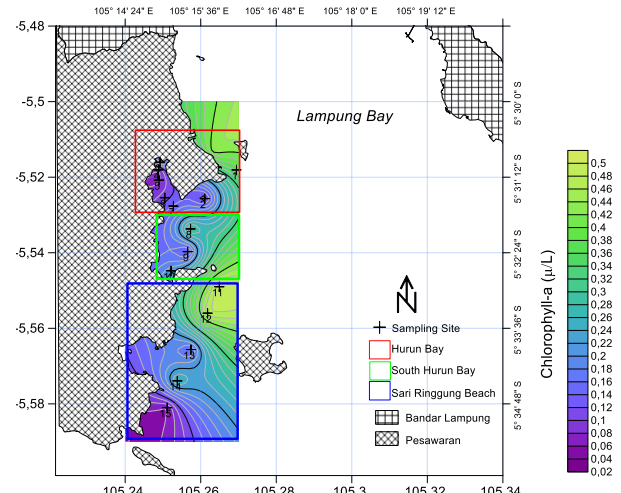
objek dan parameter lingkungan yang diamati. Analisis data menggunakan AKU diolah menggunakan perangkat lunak PAST versi 3.26b pada modul analisis *Multivariate, Principal components (PCA)*. Hasil dari analisis komponen utama ini berperan untuk menjelaskan korelasi antara parameter kualitas air terhadap area di Teluk Lampung yang memiliki aktifitas antropogenik salah satunya budidaya perikanan.

Hasil dan Pembahasan

Distribusi Spasial Parameter Kualitas Air

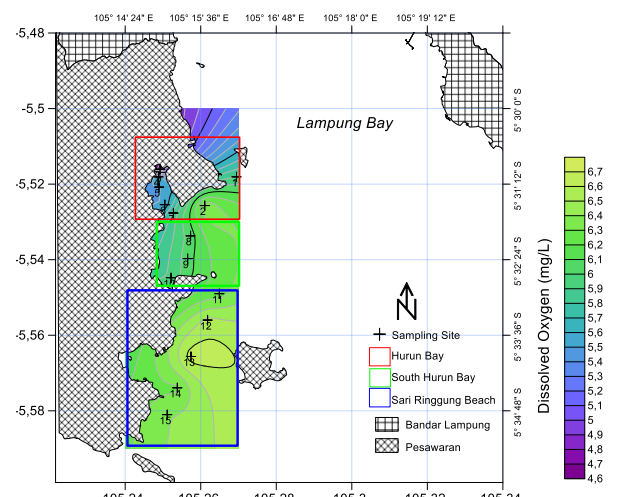
Parameter kualitas air yang telah dikumpulkan kemudian dibagi menjadi tiga kelompok pembahasan yaitu biologi, fisika dan kimia. Adapun parameter kualitas air biologi meliputi klorofil-a (CHL-a) dan kandungan oksigen terlarut (DO); parameter kualitas air fisika meliputi kecerahan (SD), kedalaman (DEPTH), salinitas (SAL), suhu (TEMP) dan padatan tersuspensi (TSS); parameter kualitas air kimia nutrien meliputi nitrit (NO₂), amonia (NH₃-N) dan fosfat (PO₄). Rentang dan standar deviasi dari masing-masing data kualitas air di lokasi penelitian disajikan dalam **Tabel 2**.

Hasil analisis spasial parameter kualitas air biologi dapat diketahui bahwa kandungan klorofil-a disekitar area HB hingga area SRB memiliki konsentrasi yang lebih rendah. Perbedaan kandungan klorofil-a tersebut ditunjukkan dengan tingginya konsentrasi di bagian utara area HB dan bagian utara area SRB pada **Gambar 2** yang lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya karena pada lokasi tersebut, aktifitas budidaya perikanan dan aktifitas antropogenik lainnya tidak lebih banyak dibandingkan area yang terdapat aktifitas budidaya. Konsentrasi klorofil-a lebih tinggi dapat ditemukan disekitar area pesisir atau daratan dan akan semakin rendah menuju lepas pantai [17]. Area sekitar HB memiliki rentang klorofil-a yang lebih rendah kemungkinan disebabkan oleh pengaruh penetrasi cahaya yang rendah sehingga fitoplankton tidak dapat berfotosintesis [12].



Gambar 2. Peta distribusi spasial klorofil-a (µg/L)

Konsentrasi oksigen terlarut/DO di area penelitian ini cenderung memiliki dinamika yang rendah (**Gambar 3**), ditemukan disekitar area HB hingga SRB berkisar antara 4.66 - 6.65 mg/L dikarenakan area ini merupakan area semi tertutup walaupun masih merupakan bagian dari Teluk Lampung. Konsentrasi DO pada area penelitian memiliki rata-rata 5,945 mg/L. Konsentrasi DO yang bervariasi di area penelitian disebabkan oleh pengaruh dari adanya aktifitas budidaya perikanan yang terdapat di pesisir area SHB dan SRB. Aktifitas budidaya perikanan memiliki pengaruh terhadap penurunan konsentrasi DO, dimana terjadi konsumsi tinggi terhadap oksigen terlarut yang disebabkan aktifitas budidaya perikanan dimana terjadi reaksi redox saat degradasi bahan organik yang masuk ke perairan seperti nutrien dari aktifitas tersebut [18].



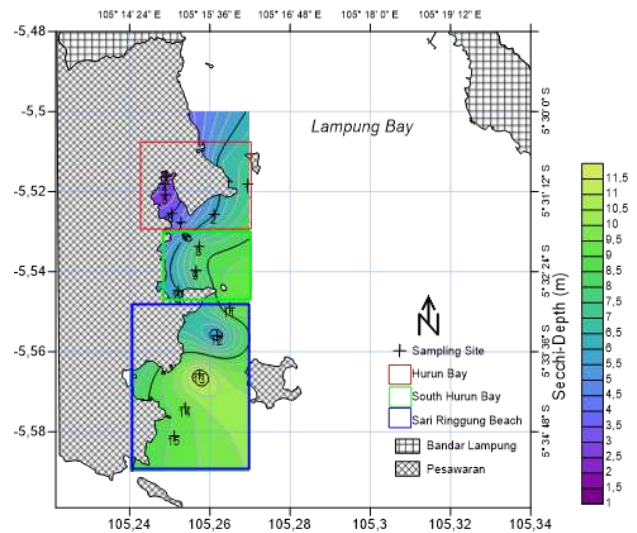
Gambar 3. Peta distribusi spasial oksigen terlarut (mg/L)

Tabel 2. Data kualitas air di setiap titik sampling (HB: Teluk Hurun, SHB: Selatan Teluk Hurun, SRB: Pantai Sari Ringgung)

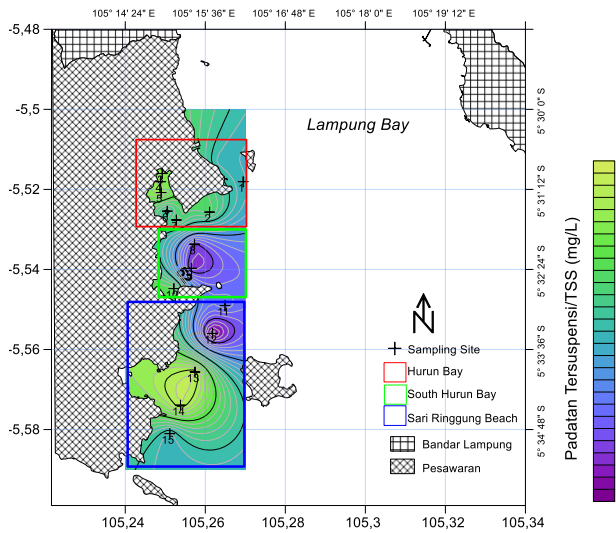
Titik Sampling	Kecerahan (m)	Salinitas (ppt)	Kedalaman (m)	Suhu Permukaan (oC)	Oksigen Terlarut (mg/l)	Klorofil-a (µg/l)	Nitrit (mg/l)	Amonia (mg/l)	Fosfat (mg/l)	Padatan Tersuspensi (mg/l)
HB1	6.650	33	16.7	29.4	5.46	0.434	0.069	0.524	0.420	59
HB2	5.950	32	19	29.4	6.38	0.105	0.066	0.432	0.404	69
HB3	1.200	32	1.3	29.6	4.66	0.186	0.063	0.438	0.406	78
HB4	3.050	32	4.1	29.9	5.7	0.075	0.069	0.377	0.450	77
HB5	2.475	32	8.2	29.6	5.49	0.078	0.066	0.552	0.545	80
HB6	3.550	33	11.3	29.5	5.52	0.113	0.069	0.326	0.456	60
HB7	4.100	33	14	29.4	5.84	0.141	0.075	0.218	0.405	70
SHB1	8.100	32	19.7	29.2	6.05	0.312	0.069	0.251	0.407	41
SHB2	8.050	33	20	29.2	6.06	0.129	0.067	0.208	0.398	39
SHB3	5.950	33	9.9	29.2	5.92	0.215	0.067	0.230	0.423	71
SHB4	9.450	32	24.4	29.4	6.25	0.496	0.064	0.224	0.409	50
SRB1	5.250	33	25.3	29.4	6.53	0.476	0.067	0.248	0.411	32
SRB2	11.750	33	25	29.3	6.65	0.154	0.065	0.262	0.496	84
SRB3	9.150	33	26	29.5	6.28	0.265	0.066	0.210	0.415	84
SRB4	9.100	33	22.4	29.5	6.39	0.058	0.065	0.179	0.398	59
StDev	3.011	0.507	8.002	0.184	0.521	0.149	0.003	0.122	0.042	16.835
Rentang	1.2 - 11.75	32 - 33	1.3 - 26	29.2 - 29.9	4.66 - 6.65	0.058 - 0.496	0.063 - 0.075	0.179 - 0.552	0.398 - 0.545	32 - 84

Hasil analisis spasial kecerahan perairan atau secchi-depth disekitar area penelitian berkisar antara 1,2 – 11,75 meter dengan rata-rata 6,252 meter. Tingkat kecerahan perairan disekitar area budidaya perikanan diketahui memiliki rentang nilai yang rendah dibandingkan di area selain aktifitas budidaya perikanan. Kecerahan perairan bervariasi di area HB dengan kecerahan perairan paling rendah dibandingkan dengan area SHB dan SRB (**Gambar 4**).

Kecerahan perairan berkaitan erat dengan padatan tersuspensi selain temperatur dan kecepatan arus perairan [19]. Hasil pengukuran muatan padatan tersuspensi (MPT) disekitar area penelitian memiliki rentang antara 32 – 84 mg/L dengan rata-rata 63,533 mg/L. Distribusi spasial nilai padatan tersuspensi disekitar area HB dan area SRB memiliki rentang nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan area lainnya (**Gambar 5**), hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh adanya aktifitas manusia berupa aktifitas budidaya dan wisata. Substrat dasar perairan terangkat saat adanya pengadukan kolom air disebabkan oleh aktifitas yang ada disekitar area tersebut sehingga menyebabkan padatan tersuspensi yang menjadi tinggi [19].

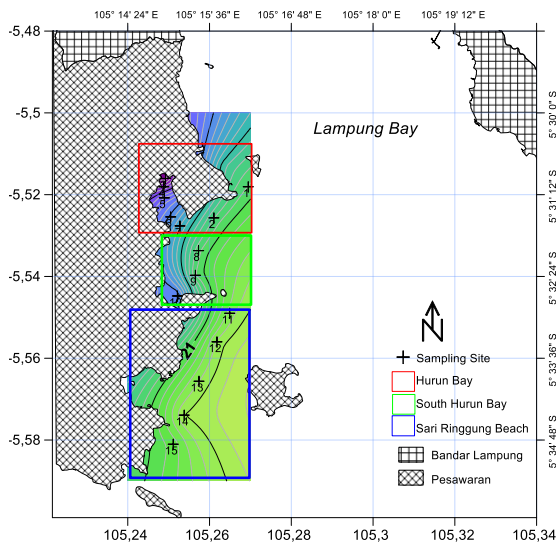


Gambar 4. Peta distribusi spasial kecerahan perairan (m)



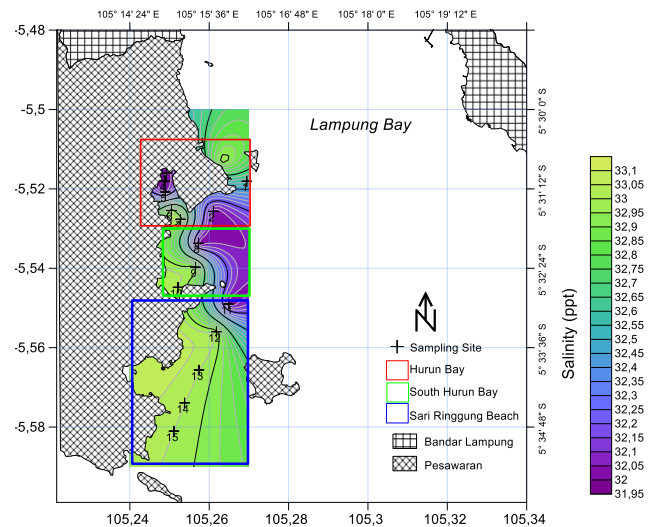
Gambar 5. Peta distribusi spasial padatan terlarut (mg/L)

Kedalaman perairan di area penelitian berkisar antara 1,3 – 26 meter dengan rata-rata 16,487 meter. Nilai kedalaman di sekitar area penelitian termasuk dalam kategori perairan dangkal. Lokasi disekitar area HB memiliki kedalaman yang lebih dangkal dibandingkan area lainnya hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 6. Kedalaman perairan di area HB di duga mengalami pendangkalan akibat erosi sedimen disekitar area aktifitas budidaya perikanan [20].



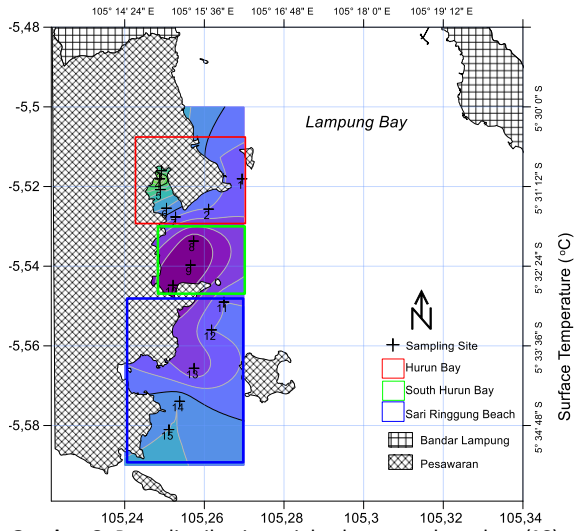
Gambar 6. Peta distribusi spasial kedalaman perairan (m)

Hasil pengukuran salinitas disekitar area berkisar antara 32 – 33 ppt dengan rata-rata 32,6 ppt. Salinitas di area HB lebih rendah dibandingkan dengan area lain (Gambar 7). Salinitas yang lebih rendah pada area pesisir bisa disebabkan oleh ada masuknya air tawar dari darat dan terjadi pencampuran air tawar dengan air laut yang menyebabkan hasil pengukuran salinitas di area sekitar penelitian menjadi lebih rendah. Pencampuran air tawar di perairan laut dipengaruhi oleh berbagai faktor, faktor alaminya adalah pencampuran antara air tawar yang berasal dari sungai masuk ke perairan tawar, sedangkan faktor lainnya adalah adanya aktifitas manusia di wilayah pesisir [21].



Gambar 7. Peta distribusi salinitas (ppt)

Hasil pengukuran suhu di area penelitian berkisar antara 29,2- 29,9 °C dengan rata-rata sekitar 29,4 °C. Suhu perairan di area SHB memiliki kisaran yang lebih rendah dibandingkan dengan area HB dan SRB (Gambar 8). Suhu permukaan laut umumnya disebabkan oleh variabilitas musiman yang ada disuatu area. Selain itu variabilitas suhu permukaan laut juga disebabkan oleh adanya dampak dari suhu yang terdapat di atmosfer [22]. Suhu permukaan laut di Teluk Lampung umumnya dipengaruhi oleh efek musim angin, dan perairan Teluk Lampung juga memiliki suhu yang relatif hangat sepanjang tahunnya [23].

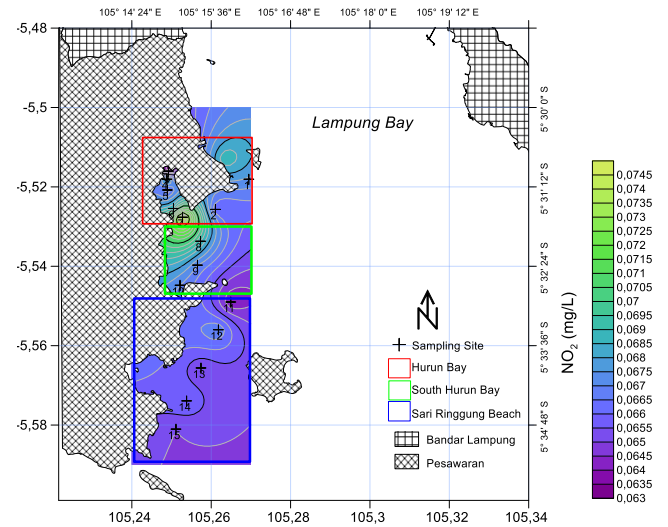


Gambar 8. Peta distribusi spasial suhu permukaan laut (°C)

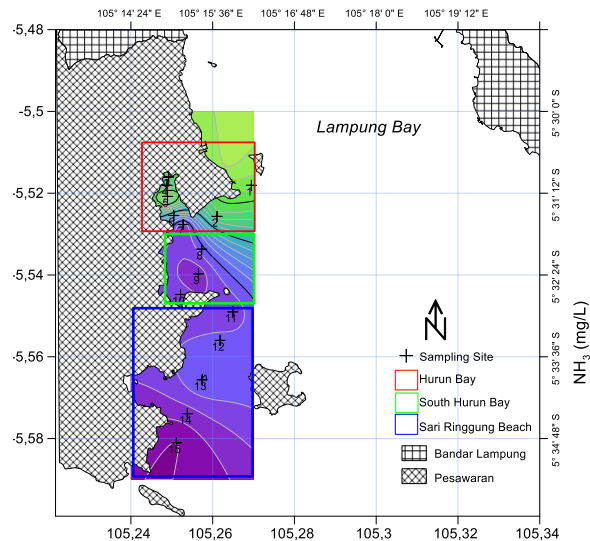
Pengukuran parameter kimia kualitas air dari kelompok nutrien yang dilakukan disekitar area penelitian meliputi kandungan NO_2 (mg/L), NH_3 (mg/L) dan PO_4 (mg/L). Nilai parameter nitrit (NO_2) disekitar area penelitian memiliki kisaran 0,063 - 0,075 mg/L dengan rata-rata 0,067 mg/L. Pengukuran parameter NH_3 memiliki kisaran 0,179 - 0,552 mg/L dan rata-rata 0,312 mg/L. Sedangkan pengukuran PO_4 memiliki kisaran 0,398 - 0,545 mg/L dan rata-rata 0,430 mg/L. Distribusi spasial parameter NO_2 di area HB dan SHB menunjukkan nilai yang lebih tinggi, dimana di area tersebut terdapat beberapa aktifitas budidaya perikanan seperti tambak dan karamba jaring apung (Gambar 9). Distribusi spasial parameter amonia (NH_3) pada area HB dan utara area HB diketahui memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan area SHB dan area SRB (Gambar 10). Distribusi spasial parameter fosfat (PO_4) diketahui mengalami peningkatan di area HB dan area SRB (Gambar 11).

Pengukuran parameter kimia menjadi penting karena nutrien menjadi batas penentu kesuburan perairan. Nutrien seperti nitrogen dan fosfat berpengaruh secara langsung terhadap pertumbuhan fitoplankton. Kualitas perairan pesisir disekitar aktifitas budidaya perikanan pada umumnya terdampak oleh terlepasnya nutrien inorganik dan organik terlarut dan partikulat. Pada perairan laut Mediterania, nutrien yang dilepaskan oleh aktifitas budidaya perikanan terbukti menyebabkan peningkatan produktifitas dan menaikkan status trofik perairan dari kondisi Oligotrofik ke trofik level yang lebih tinggi [7]. Perairan pesisir yang terdampak oleh aktifitas budidaya perikanan akan mengalami pengayaan nutrien

pada kolom air yang menyebabkan pergeseran trofik level ke tingkatan yang lebih tinggi akibat peningkatan produktifitas perairan [24].



Gambar 9. Peta distribusi spasial nitrit (NO_2 , mg/L)



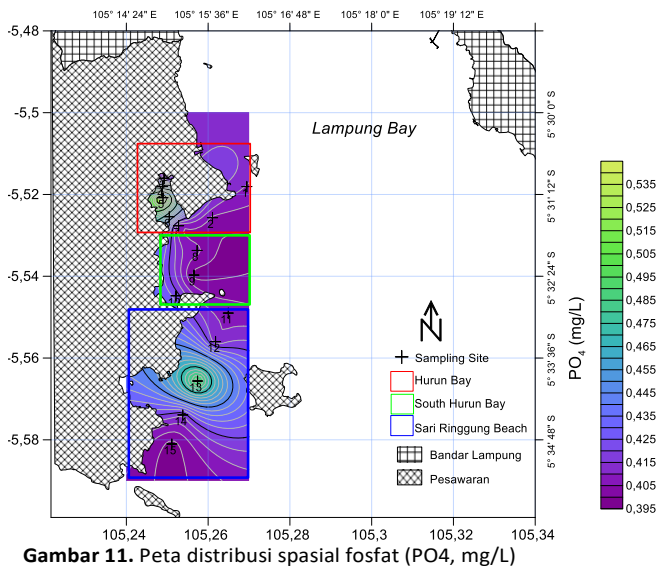
Gambar 10. Peta distribusi spasial amonia (NH_3 mg/L)

Analisis Komponen Utama (AKU) Parameter Kualitas Perairan

Analisis komponen utama akan menggunakan data kualitas air yang didapatkan dari pengukuran lapangan. Data kualitas air disini akan disebut dengan variabel kualitas air. Variabel kualitas air yang digunakan dalam analisis komponen utama adalah seluruh parameter

yang digunakan dalam analisis spasial. Berdasarkan analisis komponen utama pada variabel kualitas air menggunakan perangkat lunak PAST ver.3.26, hasil perhitungan nilai Eigen awal didasarkan pada pembentukan matriks variansi sehingga didapatkan hasil masing-masing komponen seperti pada **Tabel 3**. Berdasarkan syarat analisis komponen utama dimana nilai Eigen yang dijadikan acuan harus lebih dari satu, maka komponen yang terpilih adalah Komponen Utama 1, Komponen Utama 2 dan Komponen Utama 3. Akan tetapi, jika acuan yang dipilih berdasarkan proporsi kumulatifnya maka yang didapatkan dari perhitungan proporsi variansi, maka Komponen Utama 1 dan Komponen Utama 2 dapat digunakan sebagai acuan. Kedua Komponen Utama tersebut sudah dapat mewakili 10 variabel kualitas air dengan variansi kumulatif sebesar 99,374%.

Berdasarkan hasil biplot pada analisis komponen utama variabel salinitas (SAL), nitrit (NO₂), dan fosfat (PO₄) dan suhu (TEMP) mengumpul di tengah, yang artinya nilai di semua tempat pengambilan sampel relatif sama karena nilainya berada dikisaran nilai rata-rata keempat variabel tersebut. Variabel tersebut untuk area HB, SHB dan SRB diketahui dipengaruhi oleh adanya aktifitas manusia salah satunya adalah aktifitas budidaya perikanan. Untuk variabel nitrit dan fosfat yang merupakan parameter nutrisi pada perairan memiliki nilai di semua area, nitrit diketahui sebagai salah satu spesimen nitrogen selain nitrat, biasanya berasal dari kegiatan pertanian yang menggunakan pupuk kimia [25]. Variabel klorofil-a (CHL), nilai klorofil-a memiliki korelasi paling tinggi dengan area HB dan SRB. Klorofil-a merupakan indikasi tingginya produsen primer di dalam kolom air. Area HB diketahui merupakan area yang terdapat aktifitas budidaya perikanan karena terdapat beberapa unit keramba jaring apung yang dioperasikan oleh Balai Besar Pengembangan Budi Daya Laut Lampung (BBPBL-Lampung). Lokasi HB juga diketahui terdapat beberapa sungai yang bermuara di lokasi tersebut yang diduga membawa limpasan limbah dari kegiatan budidaya perikanan yang ada [26]. Area perairan yang dekat dengan dengan aktifitas budidaya perikanan mengalami peningkatan nitrogen dan amonium [27]. Nutrien di perairan umumnya sangat dipengaruhi oleh keberadaan aktifitas manusia di daratan, selain itu juga dipengaruhi oleh gerakan massa air, maupun aktifitas pembusukan bahan-bahan organik. Nutrien dan organisme autotrof (fitoplankton) di perairan yang berbeda-beda sangat mempengaruhi produktifitas primer di perairan [28] [29].



Gambar 11. Peta distribusi spasial fosfat (PO₄, mg/L)

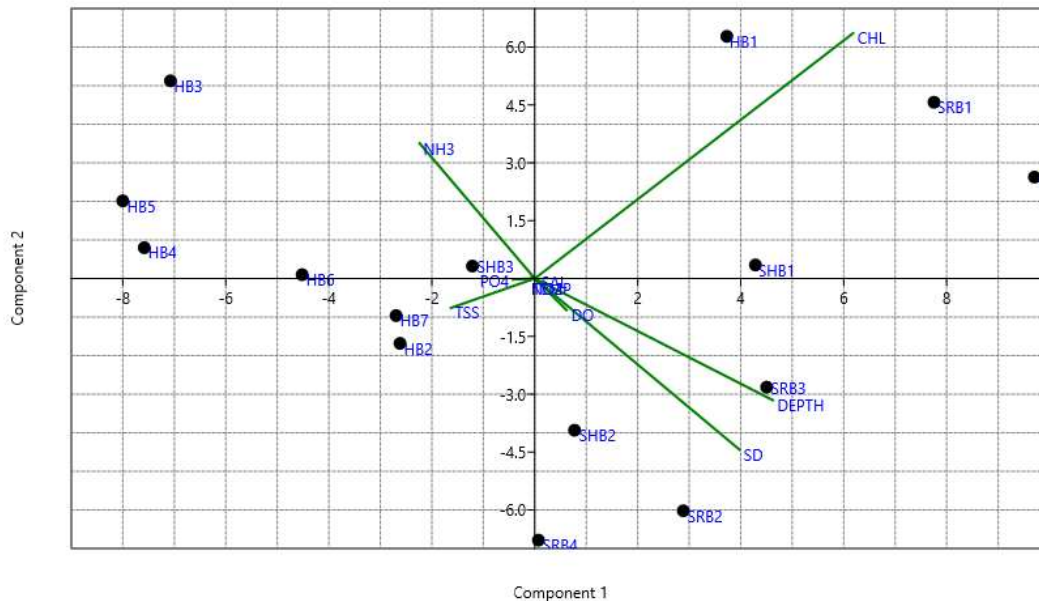
Tabel 3. Hasil analisis komponen utama

Komponen	Nilai Eigen Awal	
	Total	% Variansi
1	296.758	83.1
2	58.116	16.274
3	1.90735	0.53411
4	0.220635	0.061783
5	0.0736156	0.020614
6	0.0168447	0.0047169
7	0.0106947	0.0029948
8	0.00709932	0.001988
9	0.000911363	0.0002552
10	5.99523E-06	1.6788E-06

Nilai rata-rata kedalaman perairan yang paling dalam terletak pada lokasi SRB dan kecerahan perairan paling tinggi juga terletak pada lokasi SRB berdasarkan lengan pada grafik biplot (**Gambar 12**). Lokasi SHB memiliki nilai yang cukup tinggi hampir untuk semua variabel pengamatan, kecuali untuk amonia (NH₃) dan padatan tersuspensi (TSS) karena memiliki arah yang berlawanan dengan variabel tersebut jika dilihat dari grafik biplot analisis komponen utama. Amonium dapat digunakan oleh produsen primer yang terdapat di perairan dan dikhawatirkan pada perairan tersebut dapat mengalami *blooming* mikroalga yang didorong oleh peningkatan nutrisi. Selain amonium yang memiliki korelasi yang dekat dengan area HB adalah kandungan nitrit.

Variabel kualitas air yang memiliki arah yang sama berarti memiliki korelasi yang tinggi antar variabel tersebut seperti variabel kedalaman (DEPTH), kecerahan perairan (SD) dan oksigen terlarut (DO). Variabel kedalaman perairan, kecerahan perairan dan oksigen terlarut lebih memiliki korelasi yang tinggi terhadap area SRB. Area SRB terdapat aktifitas wisata pantai dimana

fotosintesis yang kemudian akan mempengaruhi kadar oksigen terlarut di dalam kolom perairan [30] [31]. Variabel fosfat (PO4) umumnya berasal dari *run-off* daratan yang berasal dari aktifitas antropogenik seperti pertanian akan berpengaruh terhadap kecerahan perairan [32], dimana pada area HB diketahui terdapat aktifitas manusia yang dicurigai melakukan pembuangan



Gambar 12. Grafik biplot analisis komponen utama parameter kualitas perairan di area HB, SHB dan SRB

pada area tersebut diketahui bahwa memiliki nilai kecerahan perairan yang tinggi berkisar antara 5.25m - 11.75m. Oksigen terlarut di area SRB diketahui memiliki rentang antara 6.28 - 6.65mg/l. Kandungan DO yang ada disekitar area SRB diketahui memiliki rentang sekitar 6.28 - 6.65mg/l. Variasi nilai DO umumnya disebabkan oleh faktor alam, termasuk didalamnya adalah perubahan suhu, pertukaran gas/difusi oksigen dengan atmosfer, produksi oksigen yang dihasilkan fitoplankton dan tumbuhan, penggunaan oksigen oleh proses respirasi organisme laut dan aktifitas penguraian baik secara biologis maupun kimia [27].

Berdasarkan grafik biplot analisis komponen utama variabel kualitas air kedalaman dengan kecerahan perairan memiliki keterkaitan antara penetrasi cahaya yang dapat menembus kedalam kolom perairan dimana fitoplankton akan mendapatkan manfaat untuk proses

limbah dengan kandungan fosfat tinggi. Kandungan nutrisi di sekitar area penelitian digambarkan dengan kandungan nitrit dan fosfat dimana parameter tersebut memiliki hubungan terbalik pada area HB.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa distribusi spasial parameter kualitas perairan memiliki variasi terhadap aktifitas yang ada di setiap area HB, SHB dan SRB. Aktifitas di area HB dan SHB di dominasi oleh aktifitas budidaya perikanan dan aktifitas antropogenik lainnya, sedangkan pada area SRB di dominasi oleh aktifitas pariwisata pantai. Berdasarkan analisis komponen utama diketahui bahwa variabilitas beberapa variabel kualitas air memiliki korelasi dengan aktifitas yang berbeda disetiap area. Variabilitas variabel kualitas air dipengaruhi oleh adanya aktifitas manusia di area HB,

SHB dan SRB. Variabel kualitas air yang memiliki korelasi positif terhadap ketiga area adalah kandungan klorofil-a.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penulisan naskah ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM ITERA yang telah memberikan dana hibah penelitian dasar dengan nomor kontrak B/312/IT9.C1/PT.01.03/2019 sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

References

- [1] J. J. . Paulus, N. D. . Rumampuk, W. E. Pelle, J. N. Kawung, K. Kemer, and R. M. Rompas, *Buku Ajar Pencemaran Laut*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish, 2020.
- [2] G. Cervetto, C. Mesones, and D. Calliari, "Phytoplankton biomass and its relationship to environmental variables in a disturbed coastal area of the Rio de la Plata, Uruguay, before the new sewage collector system.," *Atlântica*, vol. 24, no. 1, pp. 45–54, 2002.
- [3] R. R. Gentry et al., "Mapping the global potential for marine aquaculture," *Nat. Ecol. Evol.*, vol. 1, no. 9, pp. 1317–1324, 2017.
- [4] N. Irawati, "PENDUGAAN KESUBURAN PERAIRAN BERDASARKAN SEBARAN NUTRIEN DAN KLOOROFIL-A DI TELUK KENDARI SULAWESI TENGGARA," *AQUASAINS J. ILMU Perikan. DAN Sumberd. Perair.*, vol. 3, no. 1, pp. 193–199, 2014.
- [5] B. Campbell and D. Pauly, "Mariculture: a global analysis of production trends since 1950," *Mar. Policy*, vol. 39, pp. 94–100, 2013.
- [6] R. J. Goldberg, M. S. Elliott, R. L. Naylor, P. O. Commission, and others, "Marine aquaculture in the United States: environmental impacts and policy options," 2001.
- [7] M. Holmer, "Environmental issues of fish farming in offshore waters: perspectives, concerns and research needs," *Aquac. Environ. Interact.*, vol. 1, no. 1, pp. 57–70, 2010.
- [8] A. Sudrajat, H. Supriyadi, and A. Saputra, "Evaluasi perairan Waduk Cirata sebagai kawasan budidaya ikan dalam mendukung peningkatan ketahanan pangan [Laporan kegiatan]," *Badan Peneliti dan Pengemb. Kelaut. dan Perikanan., Pus. Peneliti dan Pengemb. Perikan. Budid.*, vol. 22, 2010.
- [9] Verawati, "Analisis Kualitas Air Laut Di Teluk Lampung," pp. 2–91, 2016.
- [10] A. Irawan, Q. Hasani, and H. Yuliyanto, "Fenomena Harmful Algal Blooms (HABs) di Pantai Ringgung Teluk Lampung, Pengaruhnya dengan Tingkat Kematian Ikan yang Dibudidayakan pada Karamba Jaring Apung," *J. Penelit. Pertan. Terap.*, vol. 15, no. 1, pp. 48–53, 2017.
- [11] J. T. O. Kirk, "Use of a Quanta Meter to Measure Attenuation and Underwater Reflectance of Photosynthetically Active Radiation in Some Inland and Coastal South-Eastern Australian Waters," *Mar. Freshw. Res.*, vol. 28, no. 1, pp. 9–21, 1977.
- [12] T. Parsons, M. Takahashi, and B. Hargrave, *Biological oceanographic processes*. Elsevier, 2013.
- [13] F. W. Gilcreas, "Standard methods for the examination of water and waste water.," *Am. J. Public Heal. Nations Heal.*, vol. 56, no. 3, pp. 387–388, 1966.
- [14] APHA, "Standard methods for the examination of water and wastewater 21st Edition Method 5310 B. High temperature combustion method," in *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA, AWWA, WEF Washington DC, USA, 2005, pp. 5–21.
- [15] G. H. Pramono, "Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan," *Forum Geogr.*, vol. 22, no. 2, p. 145, 2008.
- [16] A. Rustam and F. Y. Prabawa, "Kualitas perairan di pantai punai dan pantai tambak kabupaten belitung timur," *J. Segara*, vol. 11, no. 1, pp. 75–84, 2015.
- [17] M. Nuzapril, S. B. Susilo, and J. P. Panjaitan, "Sebaran Produktivitas Primer Kaitannya Dengan Kondisi Kualitas Air Di Perairan Karimun Jawa," *J. Segara*, vol. 15, no. 1, pp. 9–17, 2019.
- [18] A. Tovar, C. Moreno, M. P. Manuel-Vez, and M. García-Vargas, "Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters," *Water Res.*, vol. 34, no. 1, pp. 334–342, 2000.
- [19] C. W. Tan, A. Thishalini, E. G. Goh, and S. Edlic,

- “Studies on turbidity in relation to suspended solid, velocity, temperature, pH, conductivity, colour and time,” *ARPJ. Eng. Appl. Sci.*, vol. 12, no. 19, pp. 5626–5635, 2017.
- [20] N. A. Wahab et al., “Assessments of lake profiling on temperature, Total Suspended Solid (TSS) and turbidity in the Kenyir Lake, Terengganu, Malaysia,” *J. Fundam. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 2S, pp. 256–278, 2017.
- [21] E. Estévez, T. Rodríguez-Castillo, A. M. González-Ferreras, M. Cañedo-Argüelles, and J. Barquín, “Drivers of spatio-temporal patterns of salinity in Spanish rivers: a nationwide assessment,” *Philos. Trans. R. Soc. B*, vol. 374, no. 1764, p. 20180022, 2019.
- [22] C. Deser, M. A. Alexander, S. P. Xie, and A. S. Phillips, *Sea surface temperature variability: Patterns and mechanisms*, vol. 2, no. 1. 2010.
- [23] T. D. Kuswanto, M. L. Syamsuddin, and Sunarto, “Hubungan Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tongkol di Teluk Lampung,” *J. Perikan. dan Kelaut.*, vol. VIII, no. 2, pp. 90–102, 2017.
- [24] P. Pitta, M. Tsapakis, E. T. Apostolaki, T. Tsagaraki, M. Holmer, and I. Karakassis, “‘Ghost nutrients’ from fish farms are transferred up the food web by phytoplankton grazers,” *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, vol. 374, pp. 1–6, 2009.
- [25] V. Siregar and A. F. Koropitan, “Primary Productivity of Jakarta Bay in A Changing Environment: Climate Change and Anthropogenic Impacts,” *BIOTROPIA-The Southeast Asian J. Trop. Biol.*, vol. 20, no. 2, 2013.
- [26] A. D. Santoso, “Kualitas Nutrien Perairan Teluk Hurun, Lampung,” *EnviroScienteeae*, vol. 7, no. 2, pp. 140–144, 2011.
- [27] B. T. Hargrave, *Environmental effects of marine finfish aquaculture*. Springer, 2005.
- [28] S. M. Vallina, P. Cermeno, S. Dutkiewicz, M. Loreau, and J. M. Montoya, “Phytoplankton functional diversity increases ecosystem productivity and stability,” *Ecol. Modell.*, vol. 361, pp. 184–196, 2017.
- [29] C. Zhang and M. I. N. Han, “Mapping chlorophyll-a concentration in Laizhou Bay using Landsat 8 OLI data,” in *Proceedings of the 36th IAHR World Congress. Netherland*, 2015.
- [30] J. T. O. Kirk, *Light and photosynthesis in aquatic ecosystems, third edition*. 2011.
- [31] A. Bricaud, A. Morel, and L. Prieur, “Absorption by dissolved organic matter of the sea (yellow substance) in the UV and visible domains1,” *Limnol. Oceanogr.*, vol. 26, no. 1, pp. 43–53, 1981.
- [32] R. Schulz, S. K. C. Peall, J. M. Dabrowski, and A. J. Reinecke, “Current-use insecticides, phosphates and suspended solids in the Lourens River, Western Cape, during the first rainfall event of the wet season,” *Water SA*, vol. 27, no. 1, pp. 65–70, 2001.