FS. Volume 14. No. 2, Desember 2024 p-ISSN:1693-3710 ; e-ISSN: 2541-1187
Terakreditasi: Sinta 4 Available online at: http://fishscientiae.ulm.ac.id/index.php/fs

Fish Scientiae

Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Kelautan

Research Article

IMPACT OF SEDIMENTATION ON MACROZOOBENTHOS IN BALIKPAPAN BAY

Supriady Syam1)

[1]Fakultas Teknik dan Konservasi Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Muhammadiyah Berau, Jalan Murjani 2 Kelurahan Karang Ambon Tanjung Redeb, Berau, Kalimantan Timur

ARTICLE INFO

Article history:

Received 2024-10-26
Revised 2024-11-20
Accepted 2024-12-10

Keywords:

Balikpapan Bay, Macrozoobenthos, Sedimentation

*)Corresponding Author:

e-mail: Sufriady_Syam@umberau.ac.id

OPEN ACCESS

CC BY 4.0

Some right reserved by:
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Cite this as: Syam, S. S. (2024). IMPACT OF SEDIMENTATION ON MACROZOOBENTHOS IN BALIKPAPAN BAY. *Fish Scientiae*, *14*(2), 126-133.

ABSTRACT

The upstream area of Balikpapan Bay has been designated as an industrial area with high scale and intensity, thus risking environmental quality degradation. Such activities contribute directly or indirectly to sedimentation that affects water quality, damaging ecological systems in the form of decreased productivity and aquatic biodiversity. Based on their way of life, macrozoobenthos as aquatic bottom biota is one of the bioindicators that can provide an overview of the number and quality of biological relationships from the influence of sedimentation. This study aims to assess the impact of sedimentation on macrozoobenthos in Balikpapan Bay. The study was conducted at five stations that empty into Balikpapan Bay. The methods used were calculating the value of Total Suspended Solid (TSS), uniformity index, diversity and dominance of benthos, and analysing the impact of sedimentation on macrozoobenthos descriptively. The results showed that sedimentation causes instability in the condition of the water bottom ecosystem by not developing the types and numbers of macrozoobenthos. The macrozoobenthos community as an indicator of changes in water quality responds to the impact of sedimentation by showing conditions that inhibit development, affect habitat and reduce water quality.

.

1. PENDAHULUAN

Kota Balikpapan 85% wilayahnya berbukit-bukit, selebihnya merupakan wilayah datar yang terletak di daerah aliran sungai dan wilayah pesisir. Kota ini letaknya berbatasan dengan Selat Makassar yang teluknya digunakan sebagai pelabuhan komersial dan menjadi penghubung Kabupaten Penajam Paser Utara.

Kawasan Teluk Balikpapan memiliki ekosistem mangrove dan terumbu karang yang unik, secara ekologis menunjang ekosistem laut dan pesisir. Wilayah ini menjadi habitat satwa endemik, bekantan dan lumba-lumba. Hulu Teluk Balikpapan telah ditetapkan sebagai kawasan industri yang terkenal dengan operasi berskala besar, padat material, dan tingkat risiko lingkungan yang tinggi. Konversi lahan tersebut menunjukkan penurunan kualitas lingkungan dan berpotensi menjadi sumber sedimentasi, tentu saja akan berdampak pada aliran sungai ke Teluk Balikpapan. Sedimentasi menyebabkan kekeruhan dan secara tidak langsung dapat mempengaruhi kualitas air. Tingginya konsentrasi total padatan tersuspensi dalam perairan akan meningkatkan nilai kekeruhan dan mempengaruhi penetrasi cahaya sehingga mengganggu fotosintesis yang memerlukan sinar matahari termasuk organisme bentik. (Jhonatan et al., 2016).

Biogeografi area aliran sungai Teluk Balikpapan secara umum dapat menyebabkan erosi dan sedimentasi sebagai akibat dari berkurangnya luas lahan berhutan. Sedimentasi yang dihasilkan oleh sungai-sungai yang cukup besar menyebabkan proses yang lebih cepat, berpotensi menurunkan kualitas air dari kegiatan domestik, industri, dan pertanian. Ini berdampak negatif pada ekosistem perairan dengan mengurangi produktivitas perikanan dan keanekaragaman hayati (Fajri, 2013).

Jika polutan dari aktivitas perkotaan (domestik), industri, pertanian, dan lain-lain diangkut oleh aliran permukaan, secara langsung atau tidak langsung akan mengganggu dan mengubah kualitas fisik, kimia, dan biologi air sungai, yang pada akhirnya akan menyebabkan pencemaran. Pada tingkat tertentu pencemaran badan air selalu menyebabkan penurunan kualitas air, yang menyebabkan air

tidak lagi berfungsi dengan baik (Odum, 1993).

Sedimentasi di Teluk Balikpapan belum banyak mendapat perhatian, sehingga fokus penelitian ini adalah mengkaji dampak sedimentasi terhadap makrozoobentos di Teluk Balikpapan. Salah satu indikator kondisi ekologi suatu daerah adalah peran makrozoobentos dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Makrozoobentos sebagai organisme substrat rentan terhadap keberadaan bahan pencemar sehingga menjadi salah satu indikator kualitas lingkungan perairan berdasarkan pola hidupnya. (Siregar & Harahap, 2022).

Salah satu produk olahan dengan cara penggaraman adalah ikan *dempo*. Bahan baku dari produk ini adalah ikan tuna. Berbeda dengan ikan asin pada umumnya, ikan *dempo* tidak menghasilkan ikan yang kering melainkan setengah basah sehingga biasa disebut dengan ikan asin setengah basah. Dalam prosesnya, ikan *dempo* setelah dibubuhi garam disimpan dalam suhu ruangan selama kurang lebih 8 sampai 12 jam. Selama rentang waktu tersebut terjadi proses fermentasi yang menghasilkan rasa yang gurih pada ikan dempo. Ikan ini menjadi salah satu produk olahan yang banyak diminati masyarakat di Kabupaten Bone.

Penelitian sebelumnya mengenai ikan asin khususnya dengan proses fermentasi telah banyak diteliti namun dengan proses pengolahan dan jenis ikan yang berbeda seperti fermentasi ikan mujair dengan penambahan NaCl (Pratomo *et al.*, 2020), fermentasi bakasang ikan tuna (Monintja *et al*., 2018), peda ikan kembung dengan kandungan asam glutamat (Thariq *et al.*, 2014), fermentasi ikan kembung dalam pembuatan peda dengan penambahan bakteri asam laktat (Fajri *et al.*, 2014), serta fermentasi *Chao* ikan tembang menggunakan bakteri asam laktat proteolitik (Matti *et al.*,2021).

Ikan *dempo* di Kabupaten Bone hanya bertahan selama tiga sampai lima hari dalam suhu ruangan. Sering pula dijumpai tekstur daging ikan yang keras maupun rasa gatal pada produk tersebut sehingga menghasilkan mutu ikan yang kurang baik. Selain itu, belum ada data ilmiah tentang proses pengolahan maupun kualitas ikan *dempo.* Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai proses pengolahan

ikan dempo dan pengujian mutu dengan analisa proksimat untuk mengetahui kandungan protein, abu, maupun kadar air serta analisa TVB, kadar garam dan bilangan peroksida yang terkandung dalam daging ikan *dempo* di Kabupaten Bone.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menentukan mutu ikan *dempo* di Kelurahan Lonrae Kecamatan Tanete Riattang Timur Kabupaten Bone.

2. METODOLOGI PENELITIAN

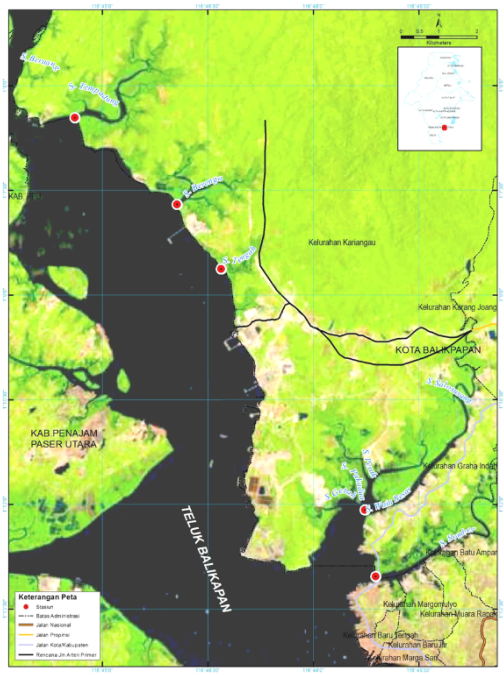
2.1. Waktu dan Tempat

Data dikumpulkan di Perairan Teluk Balikpapan Kota Balikpapan. Analisis sampel air dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman.

2.2 Metode Kerja

2.2.1 Pengambilan Data

Sampling dilakukan di lima muara sungai besar yang berada dalam wilayah administrasi Kota Balikpapan: Muara Sungai Somber, Wain, Tengah, Tempadung, dan Sungai Berenga. Hulu dari kelima sungai ini sekarang menjadi wilayah pembangunan dan pengembangan Kota Balikpapan.



Gambar 1. Stasiun Penelitian

A. Sampel Makrozoobentos

Di setiap stasiun, sampel makrozoobentos diambil secara manual menggunakan grab sampler. Alat diturunkan ke dalam kolom air hingga ke dasar perairan kemudian ditarik ke permukaan dengan memastikan substrat terambil secara sempurna. Sampel substrat dimasukkan ke dalam kantong sampel yang dilabeli dan selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk diidentifikasi jenis makrozoobentos dan kelimpahannya.

B. Sampel Total Suspended Solid (TSS)

Sampel air diambil dengan menggunakan *water sampler* yang dimasukkan ke dalam perairan hingga berada pada kolom air pada kedalaman dua meter dari permukaan air. Sampel air dimasukkan ke dalam botol sampel lalu diberi label, dan dianalisis di laboratorium.

2.2.2 Analisis Data

Metode yang digunakan adalah menghitung nilai Total Suspended Solid (TSS), menghitung indeks keragaman, keseragaman, dan dominansi bentos pada setiap stasiun pengamatan, serta menganalisis dampak sedimen terhadap makrozoobentos di Teluk Balikpapan secara deskriptif.

2.2.2.1 Total Suspended Solid (TSS)

TSS pada peralatan filtrasi dinilai dengan kertas saring. Vakum dan wadah pencuci diisi dengan 20 mililiter air suling tambahan. Vakum dinyalakan untuk menyedot dan membersihkan sisa air. Agar kertas saring dapat langsung dikeringkan, kertas saring dipindahkan dari peralatan filtrasi ke cawan. Ini dikeringkan selama satu jam di oven pada suhu 105ºC, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang sebelum dikembalikan ke peralatan filtrasi. Penyaringan dilakukan menggunakan peralatan vakum selanjutnya.

Sebelum sampel dimasukkan, air suling ditambahkan ke kertas saring. Pengaduk digunakan untuk mengaduk sampel sebelum dipipet dengan volume tertentu untuk membuat sampel uji lebih homogen. Terlebih dahulu, air suling digunakan untuk mencuci kertas saring tiga kali 10 mililiter. Biarkan kertas kering setelah itu. Untuk mendapatkan penyaringan yang sempurna, sampel harus disaring dengan vakum selama 3 menit. Setelah cawan petri kering, timbang dan tulis beratnya.

Perhitungan menggunakan rumus berikut (Wirasatriya, 2011):

$$Zat\ Padatan\ Tersuspensi\ \left(\frac{mg}{l}\right) = \frac{b-a}{Volume\ Sampel}\ x\ 10$$

Keterangan:

a. Berat kertas saring Whatman (mg)

b. Berat sampel (mg)

Nilai zat padatan tersuspensi yang diperoleh akan digunakan untuk mendukung data kekeruhan perairan.

2.2.2.2 Makrozoobentos

A. Indeks keanekaragaman Jenis (*Shannon – Wiener)*, mencakup:

$$H' = -\sum \frac{ni}{N} \log \frac{ni}{N}$$

Keterangan:
H' = Indeks keanekaragaman
ni = Total spesies ke-i
N = Total individu

B. Indeks keseragaman (*Pielou)*, mencakup:

$$E = \frac{H'}{Log\ S}$$

Keterangan:
E = Indeks keseragaman
H' = Indeks keanekaragaman
S = Total spesies

C. Indeks dominansi (*Simpson)*, mencakup:

$$C = \sum\left(\frac{ni}{N}\right)^2$$

Keterangan:
C = Indeks dominansi Simpson
ni = Total individu dari spesies ke-i
N = Total individu seluruh spesies

2.2.2.3 Prediksi dan Dampak Sedimentasi

Persamaan umum hubungan keeratan antara debit limpasan dan debit air sungai digunakan untuk membuat prediksi laju sedimentasi (Gregory and Walling, 1976):

$$Qs = Q.Cs$$

Keterangan:
Qs = Debit sedimen melayang (g/s)
Cs= Konsentrasi sedimen melayang (mg/l)
Q = Debit air (m^3/detik)

Berdasarkan hasil pengukuran, perhitungan, analisis sampel, dan keterkaitan dari semua parameter, selanjutnya dibandingkan tiap stasiun kemudian dikaji dalam bentuk deskriptif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Total Suspended Solid (TSS)

Di stasiun 1 muara Sungai Somber, diperoleh TSS paling rendah 50 mg/l. Ini disebabkan oleh pengambilan sampel air pada pagi hari ketika cuaca teduh dan air tenang, sehingga tidak ada pengadukan di muara. Begitupun di stasiun 2 muara Sungai Wain, nilai TSS juga rendah 50 mg/l. Hal ini dipengaruhi oleh keberadaan Waduk Wain, yang menahan aliran sungai sebelum sedimen mengalir ke muara. Hasil penelitian Kelompok Kerja Erosi dan Sedimentasi menunjukkan bahwa tingkat sedimen yang melayang di muara Sungai Wain sangat rendah.

No.	Stasiun	Debit Limpasan (m^3/s)	TSS (mg/liter)	Sedimen mengendap (mg/liter)	Tingkat Sedimen (g/detik)	
					Melayang	Mengendap
1.	Muara Sungai Somber	0,21	50	3,49	10,71	0,75
2.	Muara Sungai Wain	0,35	64	2,11	22,48	47,19
3.	Muara Sungai Tengah	0,24	67	3,70	16,29	60,30
4.	Muara Sungai Berenga	0,44	126	4,92	55,13	271,35
5.	Muara Sungai Tempadung	0,59	94	4,66	55,60	256,98

Tabel 1. Hasil pengukuran tingkat sedimentasi

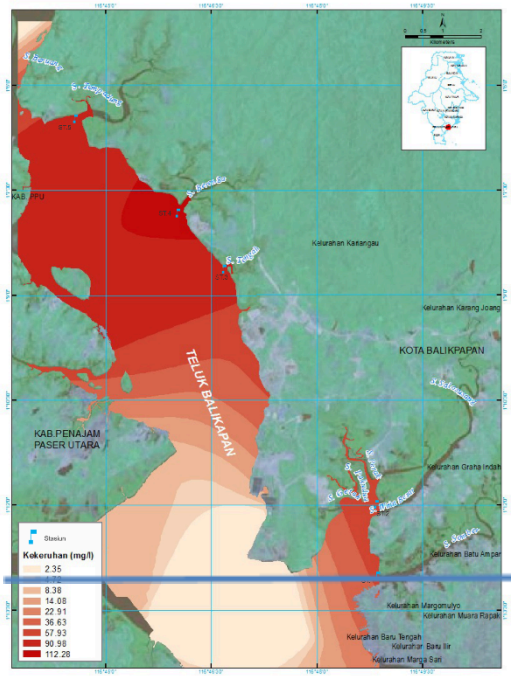
Sumber: Hasil analisis laboratorium

Nilai TSS yang diperoleh cukup variatif di setiap stasiun. Dibandingkan dengan stasiun lainnya, stasiun 4 dan 5 di muara Sungai Berenga dan Tempadung menunjukkan tingkat sedimentasi tertinggi. Hal ini disebabkan oleh debit air yang tinggi dari hulu, menyebabkan pengadukan dan peningkatan sedimen saat pasang dan surut. Tingkat pengukuran dan ketahanan muatan sedimen menentukan efek sedimentasi dan tubiditas anorganik pada biota dan habitat akuatik. Tingkat sedimentasi yang tinggi dan bertahan lama akan menyebabkan struktur komunitas, keragaman jenis, kerapatan jenis, biomassa, pertumbuhan, kecepatan reproduksi, dan mortalitas berubah (Pamuji, 2015).

Pergerakan dan desakan air sungai dari hulu teluk juga memengaruhi pengadukan perairan. Purwaningsih (2008) menyatakan bahwa kolam air secara keseluruhan tercampur sempurna pada estuaria yang lebar dan dangkal, di mana pasang surut tinggi dan arus pasang surut lebih kuat dibandingkan dengan aliran sungai. Difusi turbulensi dan variasi medan kecepatan menyebabkan campuran yang sempurna. Selain itu, kecepatan arus memiliki pengaruh yang signifikan terhadap distribusi dan akumulasi konsentrasi partikel baik saat pasang maupun surut. Syam (2004) menyatakan bahwa kecepatan arus memiliki kemampuan untuk mengangkut partikel dengan lebih cepat dan mengumpulkannya di tempat yang arusnya lemah.

Kedua stasiun pengamatan muara sungai ini memiliki tingkat kekeruhan air yang tinggi, menghambat cahaya masuk ke dalam perairan dan menghentikan proses fotosintesis di ekosistem perairan. Menurut Tjokrokusumo (2008), struktur komunitas, keragaman jenis, kerapatan jenis, biomassa, pertumbuhan, kecepatan reproduksi, dan mortalitas organisme di ekosistem air mengalir (lotik) dapat diubah oleh kandungan sedimen yang tinggi dan bertahan lama (berkelanjutan).

Dengan demikian, pengaruh sedimentasi di perairan akan berdampak pada perkembangan organisme dasar perairan dan menunjukkan bahwa sangat memungkinkan terjadinya tekanan ekologis oleh ketidakstabilan kondisi ekosistem.



Gambar 2. Peta distribusi TSS di Lokasi penelitian

Gambar 2 di atas menunjukkan distribusi TSS yang dipengaruhi oleh perubahan pergerakan air pasang dan surut pada tipe perairan semi tertutup. Pola pergerakan arus di perairan ini berada pada ruang tengah dengan sirkulasi air terjadi dalam ruang yang hampir sama. Pergerakan arus pasang dan surut yang membawa massa air sampai pada kolom di bawahnya. Massa air yang besar terbawa oleh arus pasang surut cenderung hanya bersirkulasi di area teluk. Fakta tersebut sesuai dengan pernyataan Menurut Dahuri (2001), arus pasang surut yang berputar akan dihasilkan di perairan pantai, terutama di teluk-teluk atau selat kecil.

Oleh sebab itu, sirkulasi air dan distribusi TSS hanya bergerak dalam kawasan muara teluk sampai ke hulu sungai mengikuti pergerakan air pasang dan surut, sehingga arus yang dibangkitkan oleh pasang surut air ini diprediksi berpengaruh terhadap pergerakan sedimen hanya berada dalam area teluk saja.

Berat jenis partikel sangat penting untuk proses pengendapan. Partikel yang lebih besar sulit diangkut oleh air,

sehingga diendapkan di dekat daratan. Partikel yang lebih ringan diangkut oleh air sampai bertemu cekungan atau turun ke dasar karena gravitasi bumi. Tidak hanya ukuran partikel yang memengaruhi proses pengendapan, tetapi juga arus yang mempertahankan partikel dalam suspensi lebih lama daripada arus yang lemah. Substrat dengan arus yang kuat (seperti pasir atau kerikil) akan menjadi kasar karena hanya partikel yang lebih besar yang akan mengendap, sedangkan lumpur halus akan mengendap jika perairan tenang dan arus lemah.

Sedimen yang sangat kecil seperti lempung, dapat diangkut oleh aliran air dan angin, menggelinding, menggeser, atau mendorong satu sama lain. Cara ini hanya terjadi pada jenis partikel sedimen yang relatif lebih besar, seperti pasir, kerikil, dan bongkahan. Cara lain, dengan meloncat, terjadi pada sedimen berukuran sedang, seperti pasir, di mana aliran fluida dapat menghisap dan mengangkut sedimen sampai dapat turun kembali ke dasar karena gaya gravitasi (Tjokrokusumo, 2008).

Tabel 2. Benthos di Lokasi Penelitian

3.2 Makrozoobentos

Secara umum, pasir mendominasi jenis substrat di lokasi penelitian. Substrat pada daerah litoral terdiri atas enam tipe yaitu lumpur, pasir, tanah liat, batu kerikil, serta batuan yang sering didiami oleh makrozoobentos. Habitat favorit makrozoobentos adalah pasir dan lumpur, seperti yang ditunjukkan oleh kondisi tersebut (Bai'un, 2021).

Sumber : Hasil analisis laboratorium

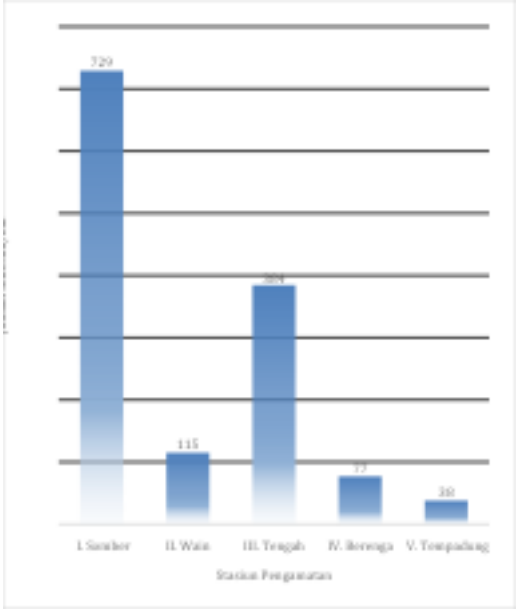
Jenis Bentos di lokasi penelitian ada 2 kelas, yaitu *Gastropoda* sebanyak 5 jenis dan *Pelecypoda* sebanyak 4 jenis. Kepadatan Bentos tertinggi ditunjukkan di stasiun 1 Muara Sungai Somber dengan nilai 729 individu/m^2, stasiun 2 muara Sungai Wain dengan nilai 115 individu/m^2, stasiun 3 muara Sungai Tengah dengan nilai 344 individu/m^2, stasiun 4 muara Sungai Berenga dengan nilai 77 individu/m^2, dan stasiun 5 muara Sungai Tempadung dengan nilai terendah yaitu 38 individu/m^2.

Habitat sedimen dibentuk dan dipengaruhi oleh peran penting dari organisme makrozoobentos. Perananya mampu melakukan stimulasi dan peningkatan proses mineralisasi material organik, dan mampu melakukan peningkatan transformasi pada batas lapisan antara partikel air dan sedimen. Peranan penting dalam siklus rantai makanan juga ditunjukkan pada proses transfer karbon organik kembali ke perairan terbuka (Jhonatan et al., 2016).

Organisme pada substrat perairan responsif terhadap kandunan unsur hara dalam air (eutrofikasi). Melalui mekanisme tersebut, terjadi peningkatan laju oksidasi sedimen, nitrifikasi dan denitrifikasi dari peningkatan siklus N, serta hypoxia atau turunnya kandungan oksigen terlarut dalam air (De Roach et al., 2002), sehingga keberadaanya menjadi

No.	Jenis Bentos	Stasiun pengamatan				
		(1) Muara Sungai Somber	(2) Muara Sungai Wain	(3) Muara Sungai Tengah	(4) Muara Sungai Berenga	(5) Muara Sungai Tempadung
A.	**Gastropoda**					
	Volvarina sp.	38	-	-	-	-
	Buccinum sp.	115	-	115	-	-
	Oliva sp.	38	-	77	-	-
	Mesalia sp.	38	-	-	-	-
	Natica sp.	77	-	-	-	-
B.	**Pelecypoda**					
	Myrtea sp.	38	-	-	77	-
	Achantocardia sp.	231	115	115	-	-
	Macoma sp.	-	-	-	-	38
	Tellina sp.	154	-	77	-	-
Jumlah individu bentos /m^2		**729**	**115**	**384**	**77**	**38**

bio indikator pengayaan organik (Grall & Chauvaud, 2002).

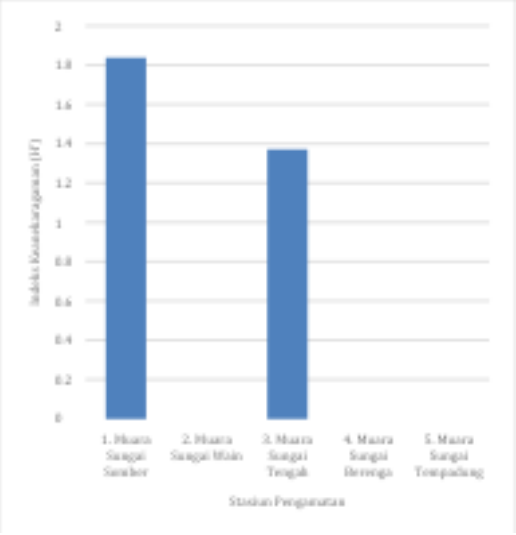


Gambar 3. Jumlah kelimpahan bentos

Melimpahnya individu Bentos di Stasiun 1 Muara Sungai Somber memberikan pengaruh besar terhadap tingginya materi organik pada subtrat dasar perairan dibanding stasiun pengamatan lainnya. Wood (1987) mengemukakan bahwa endapan material organik di substrat dasar perairan menjadi sumber makanan terhadap organisme bentik, sehingga penambahan laju dan jumlah sedimen berpengaruh pada populasi organisme di dasar perairan. Sedimen yang mengandung material organik tinggi biasanya didukung dengan dominansi *fauna deposit feeeder*. Besarnya pengaruh kualitas lingkungan terhadap kelimpahan Bentos selalu berbeda pada tiap jenis organisme, hal ini disebabkan oleh karena tiap jenis organisme mempunyai toleransi dan adaptasi yang berbeda pada tiap habitatnya. Hubungan ini digunakan untuk mengetahui informasi detail tentang komunitas pada suatu ekosistem (Anwar, 2011).

3.2.1 Indeks Keanekaragaman (H')

Kategori keanekaragaman sedang ditemukan di Stasiun 1 dan Stasiun 3. Jenis bentos di Stasiun 1 terdiri dari 5 jenis *Gastropoda*: *Volvarina sp., Buccinum sp., Oliva sp., Mesalia sp. dan Natica sp.* dan 3 jenis *Pelecypoda* yaitu *Myrtea sp., Achantocardia sp. dan Tellina sp.* dengan nilai indeks keanekaragaman 1.84. Sedangkan jenis bentos di Stasiun 3 terdiri dari 2 jenis *Gastropoda* : *Buccinum sp. dan Oliva sp.,* dan 2 jenis *Pelecypoda*: *Achantocardia sp. dan Tellina sp.* dengan nilai indeks keanekaragaman 1,37. Adapun keanekaragaman rendah diperoleh di Stasiun 2, Stasiun 4, dan Stasiun 5 yang hanya terdiri dari jenis *Pelecypoda* yaitu *Achantocardia sp. Myrtea sp. dan Macoma sp.* dengan nilai indeks keanekaragaman 0.



Gambar 4. Indeks Keanekaragaman (H') Bentos

Kondisi ini menunjukkan bahwa keanekaragaman bentos Stasiun 1 dan Stasiun 3 cukup baik karena indeks keanekaragamannya berada di rentan nilai 1 hingga 3. Ini karena lokasi sampel berada di dekat ekosistem mangrove, di mana organisme dasar perairan menggunakan hara serasah mangrove untuk bertahan hidup. Menurut Widhitama (2016), bahwa bahan organik dalam siklus rantai makanan dalam perairan bersumber dari dedaunan dan patahan ranting mangrove. Dekomposisi serasah dari mangrove memiliki kandungan protein lebih tinggi dibanding masih dalam bentuk daun ataupun ranting. Pada dasarnya, semakin beragam atau tidak adanya dominansi dari satu atau lebih takson yang ada, maka komunitas organisme di perairan tersebut memiliki nilai indeks yang makin tinggi (Odum, 1993).

Makrozoobentos memiliki kompleksitas hubungan dengan lingkungan dasar perairan. Pengaruh interaksi antara komponen biotik dan abiotik serta cara dan ketersediaan makanan akan berdampak pada perkembangan jenis organisme di habitat tempat mereka hidup. Contohnya, *suspension feeders* biasanya banyak di lingkungan dengan energi tinggi, sementara *deposit feeders* biasanya banyak di daerah pengendapan sedimen berlumpur halus (Snelgrove, 1999).

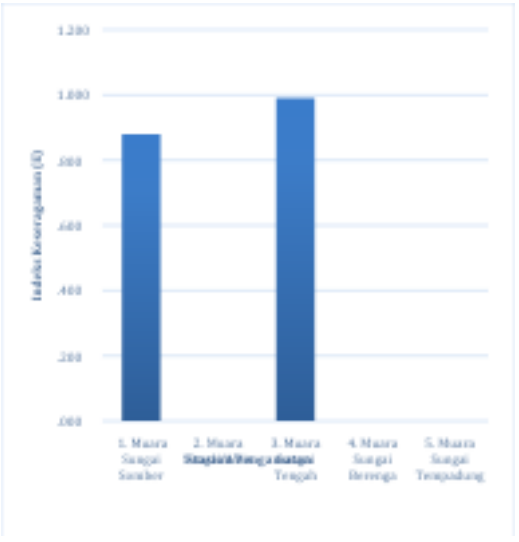
Nilai 0 diperoleh di Stasiun 2, Stasiun 4, dan Stasiun 5, bermakna bahwa keberadaan *makrozoobentos* termasuk dalam kategori rendah. Nilai ini mengindikasikan bahwa keadaan perairan tergolong tercemar. Rendahnya keanekaragaman diduga akibat pengaruh aktifitas daratan sekitarnya dan dikarenakan oleh terakumulasinya zat-zat kimia atau sejenisnya di wilayah hulu sungai dimana wilayah sekitar terdapat pembukaan lahan untuk industri, perumahan, atau Perkebunan, sehingga kawasan muara tersebut telah

mengalami penurunan kualitas lingkungan dan kestabilan ekosisten terganggu. Keanekaragaman hayati menunjukkan kestabilan ekosistem. Semakin stabil ekosistem semakin beragam jenis kehidupan di habitatnya (Odum, 1993).

Hasil penelitian kelompok kerja erosi dan sedimentasi menunjukkan bahwa kondisi aliran sungai Teluk Balikpapan menunjukkan peningkatan sedimentasi di Sungai Wain sebesar ±8.926 ton per tahun pada tahun 1998, yang disebabkan oleh proses erosi di hulu sungai dengan prediksi sebesar ±68.669 ton. Hal ini diduga disebabkan oleh perambahan hutan dan lahan serta kebakaran yang terjadi pada tahun 1997/1998. Menurut Hardwinarto (2000), kondisi biogeografis daerah aliran sungai dengan curah hujan yang relatif tinggi sepanjang tahun didukung oleh bentuk dan kemiringannya, serta sifat tanahnya yang relatif rentan terhadap erosi. Sinergi antara air limpasan air (runoff) dan erosi tanah dapat mempercepat proses tersebut.

3.2.2 Indeks Keseragaman (E)

Nilai indeks keseragaman spesies (E) berkisar antara 0 dan 1 dapat menunjukkan kestabilan komunitas. Nilai E yang lebih rendah atau lebih dekat dengan nol menunjukkan bahwa distribusi organisme dalam suatu komunitas semakin tidak merata dan didominasi oleh spesies tertentu. Sebaliknya, nilai E yang lebih tinggi atau lebih dekat dengan satu menunjukkan bahwa distribusi organisme dalam komunitas semakin merata (Odum, 1993).



Gambar 5. Indeks keseragaman (E) bentos

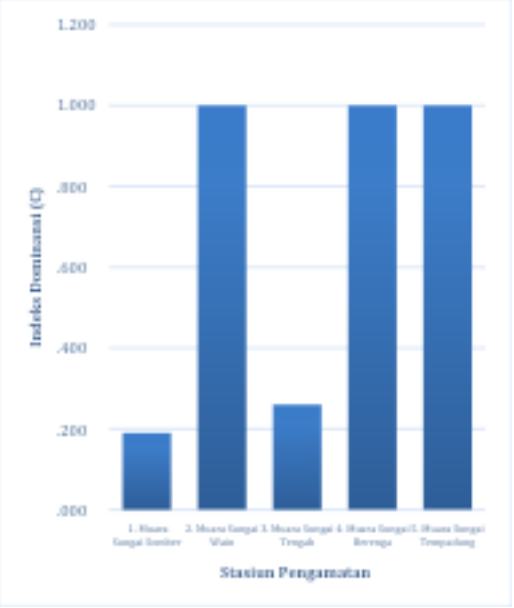
Stasiun 1 dan 3 memiliki hasil keseragaman tinggi yakni 0,88 dan 0,99, sementara Stasiun 2, 4 dan 5 memiliki hasil keseragaman rendah yaitu 0. Indeks keseragaman yang tinggi mendekati 1 menunjukkan bahwa individu bentik tersebar merata di area tersebut. Fakta ini menunjukkan bahwa dalam jumlah spesies yang ditemukan, tidak ada satu

spesies yang mendominasi jumlah spesies lainnya.

Pada stasiun 1 dan 3 nilainya mendekati 1 (>0,5) menunjukkan bahwa keseragaman organisme berada dalam keadaan seimbang dan tidak ada persaingan untuk ruang atau makanan. Situasi ini menunjukkan bahwa wilayah ini mulai mendapat tekanan dari perubahan lingkungan, meskipun perubahan tersebut belum berdampak langsung. Tidak seperti stasiun 2, 4 dan 5 yang memiliki nilai indeks homogenitas 0. Kondisi ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan sedang mengalami tekanan dan membuat komunitas tidak stabil. Keseragaman jenis hayati di suatu wilayah perairan tidak seimbang jika indeks keseragaman jenis kurang dari 0,5 atau mendekati 0.

3.2.3 Indeks Dominasi (C)

Indeks dominasi Simpson digunakan untuk mengumpulkan data tentang spesies yang mendominasi. Jika suatu jenis atau spesies tertentu mendominasi suatu komunitas, maka indeks dominasi mendekati 1 (satu), dan jika indeks dominasi mendekati 0 (nol), maka tidak ada jenis atau spesies yang mendominasi (Odum, 1993).



Gambar 6. Indeks Dominasi (C) bentos

Dua kategori nilai indeks dominasi stasiun pengamatan terdiri dari nilai lemah dengan nilai 0,00 < C < 0,50 pada stasiun 1 yaitu 0,19 dan stasiun 3 yaitu 0,26 (Gambar 6). Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi spesies lain pada komunitas makrozoobentos dan sebaran spesies pada stasiun tersebut relatif sama. Pada stasiun 2, 4 dan 5 masing-masing stasiun mempunyai nilai 1 tergolong tinggi dengan nilai 0,75<C<1,0. Nilai tersebut menunjukkan adanya organisme yang sangat dominan sehingga menyebabkan ketidakstabilan komunitas.

Saat ini, keseimbangan ekosistem telah terganggu dan tekanan ekologis terhadap biota di lingkungannya telah meningkat. Perubahan iklim, pencemaran kimia dan organik, konversi lahan, dan kerusakan habitat alami adalah komponen utama yang mempengaruhi jumlah organisme, keanekaragaman, dan dominasi spesies (Mardi et al., 2019).

3.3 Telaah dampak sedimentasi

Perkembangan perencanaan pembangunan Kota Balikpapan diarahkan ke wilayah utara kota yang merupakan hulu sungai dari 5 stasiun penelitian ini. Ruang ini menjadi prioritas pengembangan kota dan diarahkan sebagai embrio pertumbuhan kota berupa: pemukiman, perdagangan dan jasa, serta industri pengolahan pertanian. Perencanaan Pembangunan yang tidak mengindahkan kaidah pelestarian lingkungan berpotensi menyebabkan kerusakan dan pencemaran perairan di sekitar area aliran sungai.

Dengan tidak bermaksud mengabaikan faktor lainnya yang juga turut memberi tekanan terhadap lingkungan pesisir dan sumberdaya perairan, aspek biogeofisika di sekitar sungai yang bermuara ke Teluk Balikpapan dapat menyebabkan sedimentasi dan erosi, pendangkalan dan penurunan kualitas air dan merugikan ekosistem. Sedimentasi menyebabkan kekeruhan dan secara tidak langsung dapat mempengaruhi kualitas suatu perairan.

Sedimen hasil erosi diangkut oleh aliran permukaan, dan apabila aliran permukaan sampai ke badan sungai, maka aliran sungailah yang menjadi pengangkut sedimen tersebut. Di sisi lain, sungai merupakan ekosistem dinamis dan habitat bagi berbagai organisme perairan, yang mampu memberikan wawasan mengenai kuantitas dan kualitas hubungan ekologi di dalamnya (Harijanto et al., 2021).

Beragamnya aktivitas manusia membuat sungai menjadi wilayah yang paling rentan terhadap aktivitas manusia. Akibat lainnya adalah menurunnya kualitas air di wilayah tersebut akibat meningkatnya masukan limbah. Muara memiliki banyak ciri fisik dan memainkan peran penting dalam lingkungan, seperti menyirkulasi bahan organik dan nutrisi dalam arus pasang surut. Artinya

bahwa sangat memungkinkan terjadinya tekanan ekologis pada organisme dasar perairan oleh ketidakstabilan kondisi ekosistem perairan diantaranya disebabkan oleh pengaruh sedimentasi. Perolehan data tingkat sedimentasi menunjukkan pengaruh terhadap perubahan lingkungan dasar perairan yang merupakan habitat organisme makrozoobentos.

Data tingkat sedimentasi (Tabel 1) baik yang tersuspensi maupun yang mengendap tertinggi diperoleh di stasiun 4 dan stasiun 5. Perhatian besar harus diarahkan pada kedua muara sungai ini berdasarkan hasil tersebut. Profil lingkungan di sekitar Muara Sungai Berenga, mengungkapkan bahwa terdapat beberapa area yang telah beralih fungsi untuk kepentingan industri, disisi lain wilayah daerah aliran sungainya berbatasan langsung dengan *buffer zone* Hutan Lindung Sungai Wain. Begitupula profil di daerah aliran Sungai Tempadung yang juga merupakan hulu dari kawasan pengembangan Kota Balikpapan yang terintegrasi dalam perencanaan Kawasan Industri Kariangau (KIK) telah terjadi konversi lahan. Kondisi ini juga diperkuat oleh adanya akses jalan dan jembatan yang menghubungkan Kota Balikpapan dengan Kabupaten Panajam Paser Utara.

Suspensi dan endapan sedimen di kedua stasiun ini menunjukkan nilai yang cukup tinggi dibanding stasiun lainnya. Hal ini berdampak pada perkembangan organisme dasar perairan dengan tidak ditemukannya jenis dan kelimpahan makrozoobenthos. Nilai kekeruhan perairan menunjukkan jumlah zat tersuspensi, termasuk tanah liat, debu, plankton, dan mikroorganisme. Kekeruhan dapat menghambat penetrasi sinar matahari ke dalam perairan. Kehidupan organisme perairan dapat dipengaruhi oleh kekeruhan yang tinggi, yang dapat mengganggu penglihatan, pernapasan, dan penyaringan makanan. Tingkat kekeruhan meningkat secara bertahap di bagian hilir sebagai akibat dari masukan hulu dan limpasan air hujan. Peningkatan tingkat kekeruhan ini menunjukkan penurunan kualitas air karena masukan organik dan kekeruhan yang tinggi (Dian Fisesa et al., 2014).

Konsentrasi dan komposisi sedimen akan berubah dari waktu ke

waktu dan di ruang tergantung pada faktor fisik dan biologis yang mempengaruhinya. Laju sedimentasi yang terjadi di muara sungai akan mempengaruhi konsentrasi sedimen. Perubahan dalam kualitas air dan substrat tempat hidup makrozoobentos sangat memengaruhi kelembapan dan keanekaragaman mereka. Toleransinya dan kepekaannya terhadap lingkungan sekitar sangat menentukan keanekaragamannya. Sebagai organisme penghuni sedimen dasar atau substrat perairan, mereka hidup di dalam dan di dasar air, memiliki ukuran yang besar dan mudah dikenali, dan memiliki kemampuan bergerak terbatas. Makrozoobentos adalah indikator biologis yang baik di dalam air karena karakteristiknya (Bai'un, 2021).

Proses sedimentasi tergolong kompleks karena tidak hanya melibatkan faktor alam tetapi juga melibatkan sejumlah aktivitas manusia, misalnya dengan adanya pembukaan lahan untuk perumahan dan industri di daerah hulu yang menyebabkan menipisnya permukaan tanah, munculnya parit – parit kecil, sampai terjadinya perubahan vegetasi sampai di muara-muara sungai. Menurut Hopley (1999), beberapa sungai yang mengalir ke Teluk Balikpapan memiliki air yang sangat keruh dengan tingkat sedimentasi yang semakin meningkat.

Faktor utama yang mempengaruhi permasalahan erosi dan sedimentasi di kawasan Teluk Balikpapan antara lain:

a. Hilangnya vegetasi akibat penggundulan hutan (termasuk mangrove), penyiapan lahan untuk pertanian, perkebunan, tambak, pemukiman manusia dan kebakaran hutan.
b. Lereng yang curam dan puncak gunung yang sempit, terutama di sisi barat teluk, sangat rentan terhadap erosi.

Penatakelolaan terpadu pada daerah aliran sungai merupakan konsep yang tepat dikembangkan dalam menjaga kesinambungan kualitas air. Pola pengembangan sumber daya alam meliputi berbagai aspek yang saling terkait dimana satu dengan lainnya saling berhubungan. Secara konseptual, penerapan pengelolaan daerah aliran sungai dan tata guna lahan yang tidak tepat dan tidak ramah lingkungan dapat menyebabkan erosi dan sedimentasi.

Erosi dapat mempengaruhi produktivitas tanah yang umumnya terdapat di daerah hulu sungai dan dapat menimbulkan dampak negatif berupa pengendapan sedimen di daerah aliran sungai bagian bawah (sekitar muara sungai). Seringkali, masalah sedimen disebabkan oleh perubahan tutupan lahan atau penggunaan lahan yang tidak mengikuti prinsip konservasi.

Secara umum teluk berfungsi sebagai pintu gerbang dan jalur transportasi laut dari dan ke luar kawasannya. Namun karena teluk umumnya merupakan muara, maka ancaman sedimentasi dan pencemaran akan selalu ada, terutama di kawasan dengan aktivitas tinggi. Ancaman hilangnya keanekaragaman hayati, banjir dan abrasi masih ada. Selain itu, karena letaknya, keadaan teluk tidak lepas dari pengaruh kawasan di atasnya (dataran tinggi), sehingga perencanaan pembangunan tidak lepas dari pengembangan kawasan di atasnya (Apriyanto, 2007).

Pada kenyataannya, siklus hidup organisme dalam perairan juga akan dipengaruhi oleh ketidakseimbangan kondisi lingkungan (Odum, 1993).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Sedimentasi di Teluk Balikpapan menyebabkan terjadinya ketidak-stabilan kondisi ekosistem perairan yang berdampak pada organisme bentos dengan tidak berkembangnya jenis dan kelimpahan makrozoobentos di dasar perairan. Komunitas makrozoobentos sebagai indikator perubahan kualitas perairan merespon dampak sedimentasi dengan menunjukkan kondisi yang menghambat perkembangan, mempengaruhi habitat makrozoobentos, dan menurunkan kualitas air perairan.

4.2. Saran

Melakukan pengendalian sedimentasi dan pencemaran di Muara Sungai Berenga dan Tempadung Teluk Balikpapan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada LPPM dan LPM Universitas Muhammadiyah Berau atas dukungan dan kerjasamanya dalam penyelenggaraan dharma perguruan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Apriyanto, H. (2007). *Kebijakan Pengelolaan Teluk Berbasis Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus Teluk Kendari)*. 7.

Bai'un, nurul hanifah. (2021). *Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan Di Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu*. JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research, 5(2). https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.02.7

Badan Pusat Statistik Kota Balikpapan, 2015. *Balikpapan Dalam Angka 2014*. Balikpapan, Kalimantan Timur.

Dahuri, R., Rais, Y., Putra, SG., Sitepu, M.J., 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir Secara Terpadu*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta, Indonesia.

De Roach, R. J., Rate, A. W., Knott, B., & Davies, P. M. (2002). *Denitrification activity in sediment surrounding polychaete (Ceratonereis aequisetis) burrows*. Marine and Freshwater Research, 53(1), 35. https://doi.org/10.1071/MF00059

Dian Fisesa, E., Setyobudiandi, I., & Krisanti, M. (2014). *Kondisi perairan dan struktur komunitas makrozoobentos di Sungai Belumai Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara*. DEPIK, 3(1). https://doi.org/10.13170/depik.3.1.1087

Fajri, N. E. (2013). Kualitas perairan muara sungai siak ditinjau dari sifat fisik-kimia dan *makrozoobentos*. 41, 16.

Grall, J., & Chauvaud, L. (2002). *Marine eutrophication and benthos: the need for new approaches and concepts: marine eutrophication and benthos: a review.* Global Change Biology, 8(9), 813 – 830. https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00519.x

Gregory, K.J. and Walling, D.E. 1976. *Drainage Basic Form and Process*. Fletcher and Son, Ltd., Norwich.

Hardwinarto, S., & Marutani, T. (1994). *Suspended sediment load process of volcanic ash deposition at Kurikara and Nishidake rivers in Mt. Aso*. Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, *38*(3/4), 231–242. https://doi.org/10.5109/24055

Harijanto, H., Wahid, A., Sudhartono, A., & Perori, N. (2021). *Laju angkutan sedimen melayang di Sungai Wimbi sub das Wimbi Kabupaten Poso*. Jurnal Hutan Tropis, 9(1), 43. https://doi.org/10.20527/jht.v9i1.10467

Hopley, D., 1999. *Geological & Geomorphological Input into Tropical Coastal Management with special reference to Balikpapan Bay, East Kalimantan*. Technical Report of Proyek Pesisir, Kalimantan Timur.

Jhonatan, F., Setyawati, T. R., & Linda, R. (2016). *Keanekaragaman Makrozoobentos di Aliran Sungai Rombok Banangar Kabupaten Landak Kalimantan Barat*. *5*, 7.

Kelompok Kerja Erosi dan Sedimentasi, (2002), *Kajian Erosi dan Sedimentasi Pada DAS Teluk Balikpapan Kalimantan Timur*, Laporan Teknis Proyek Pesisir, TE-02/13-I, CRC/URI, Jakarta, 38 halaman.

Lestari, S., & Rahmanto, T. A. (2020). *Macrozoobenthos Diversity as a Bioindicator of Heavy Metal Pollution in Segara Anakan Lagoon, Cilacap District, Indonesia*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 550(1), 012015. https://doi.org/10.1088/1755-1315/550/1/012015

Mardi, Anwari, M. S., & Burhanuddin. (2019). *Keanekaragaman jenis gastropoda di kawasan hutan mangrove di kelurahan setapuk besar kota singkawang.* Jurnal hutan lestari, *7*(1). https://doi.org/10.26418/jhl.v7i1.32090

Odum EP. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi ketiga. Yogyakarta. Gajah Mada University press.

Pamuji, A. (2015). *Pengaruh Sedimentasi Terhadap Kelimpahan Makrozoobenthos Di Muara Sungai Betahwalang Kabupaten Demak*. 7.

Purwaningsih, N., dan Thamrin, H., 2008. *Studi Distribusi Vertikal dan Horisontal Nilai Salinitas di Muara Sungai Jeneberang*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.

Simanjuntak, S. L., Muskananfola, M. R., & Taufani, W. T. (2018). *Analisis Tekstur Sedimen dan Bahan Organik terhadap Kelimpahan Makrozoobenthos di Muara Sungai Jajar, Demak*. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, *7*(4), 423–430. https://doi.org/10.14710/marj.v7i4.22665.

Siregar, F. R., & Harahap, A. (2022). *Effect of Total Suspension on Macrozoobenthos in the Aek Pala River*. 7.

Snelgrove, P. V. R. (1999a). *Getting to the bottom of marine biodiversity: Sedimentary habitats*. BioScience, *49*(2), 129. https://doi.org/10.2307/1313538

Syam, S., 2005. *Analisis Pengaruh Faktor Fisika Oseanografi terhadap Distribusi Cemaran Minyak di perairan Teluk Balikpapan.* Skripsi Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Tjokrokusumo, S. W. (2008). *Pengaruh sedimentasi dan turbidity pada jejaring makanan ekosistem air mengalir (lotik)*. *3*, 12.

Wirasatriya A. 2011. *Pola distribusi klorofil-a dan total suspended solid (TSS) di Teluk Toli Toli, Sulawesi*. Buletin Oseanografi Marina. 1(1):137-149