

ANALISIS POLA PEMANFAATAN RUANG DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PENCEMARAN SUNGAI BABALAN, KABUPATEN DEMAK

Analysis of Land Use Patterns and Pollution Impacts in Babalan River, Demak Regency

Francesco Te Chiesa, Pujiono Wahyu Purnomo, Norma Afiati

Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275; Telephone/Fax: 024-76480685
Email : francescotechiesa@gmail.com, purnomopoed@gmail.com, normaafiati.na@gmail.com

Diserahkan tanggal: 23 Desember 2024 revisi diterima tanggal: 23 Januari 2025

ABSTRAK

Sungai Babalan yang terletak di Kabupaten Demak merupakan salah satu sumber daya perairan yang dikelilingi oleh berbagai pemanfaatan lahan seperti pemukiman, pertambakan, dan hutan mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pola pemanfaatan ruang di daerah sempadan Sungai Babalan terhadap kualitas air dan beban pencemarannya. Penelitian ini menggunakan metode analisis kualitas air dengan variabel TSS, BOD, COD, nitrat, dan fosfat yang diukur pada 5 stasiun pengamatan selama 2 periode, yaitu bulan Mei dan Juli 2024. Penentuan pola pemanfaatan ruang sendiri didasarkan pada batas perbedaan pemanfaatan ruang, berupa perbedaan bentuk pemanfaatan serta perbedaan tinggi permukaan ruang. Hasil analisis *multivariate* menunjukkan bahwa pemanfaatan ruang berpengaruh signifikan terhadap pencemaran TSS, BOD, dan COD, dengan nilai $\alpha < 0,05$. Nilai beban pencemaran Sungai Babalan selama 2 kali pengulangan yaitu TSS sebesar 23.741,18 kg/hari dan 24.688,08 kg/hari, BOD sebesar 4.396,95 kg/hari dan 9.307,93 kg/hari, COD sebesar 10.260,64 kg/hari dan 10.722,78 kg/hari, nitrat sebesar 12,97 kg/hari dan 16,96 kg/hari, fosfat sebesar 14,05 kg/hari dan 20,36 kg/hari. Beban pencemaran TSS, BOD dan COD sudah melampaui kapasitas asimilasinya, sedangkan beban pencemaran nitrat dan fosfat masih berada di bawah kapasitas asimilasinya. Status mutu air Sungai Babalan termasuk dalam kategori tercemar sedang dengan nilai Indeks Pencemaran sebesar 5,08 pada Mei 2024 dan 5,13 pada Juli 2024. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan ruang sempadan Sungai Babalan berpengaruh terhadap peningkatan beban pencemaran TSS, BOD dan COD di Sungai Babalan sehingga terjadi penurunan kualitas air.

Kata Kunci: Beban Pencemaran, Kapasitas Asimilasi, Kualitas Air, Pemanfaatan Ruang, Sungai Babalan

ABSTRACT

The Babalan River, located in Demak Regency, is one of the aquatic resources surrounded by various human activities such as settlements, aquaculture, and mangrove forests. This study aims to assess the influence of spatial use in the Babalan River border area on water quality and pollution load. This study used a water quality analysis method with TSS, BOD, COD, nitrate, and phosphate variables measured at 5 observation stations during 2 periods, namely May and July 2024. The determination of the land use pattern itself is based on the limits of differences in land use patterns, in the form of differences in the form of utilization and differences in the height of the surface of the space. The results of the multivariate analysis show that spatial utilization has a significant effect on TSS, BOD, and COD pollution, with an $\alpha < 0.05$. The pollution load values of the Babalan River during 2 repetitions were TSS of 23,741.18 kg/day and 24,688.08 kg/day, BOD of 4,396.95 kg/day and 9,307.93 kg/day, COD of 10,260.64 kg/day and 10,722.78 kg/day, nitrate of 12.97 kg/day and 16.96 kg/day, phosphate of 14.05 kg/day and 20.36 kg/day. The pollution loads of TSS, BOD and COD have exceeded their assimilation capacity, while the pollution loads of nitrate and phosphate are still below their assimilation capacity. The water quality status of the Babalan River is included in the moderately polluted category with a Pollution Index value of 5.08 in May 2024 and 5.13 in July 2024. These results indicate that the utilization of the Babalan River boundary space has an effect on increasing the pollution load of TSS, BOD and COD in the Babalan River, resulting in a decrease in water quality.

Keywords: Assimilation Capacity, Babalan River, Land Use, Pollution Load, Water Quality

PENDAHULUAN

Sumber daya air merupakan salah satu aspek kehidupan yang tidak dapat dilepaskan dari kehidupan manusia. Hal tersebut dikarenakan manusia selalu membutuhkan air dalam memenuhi berbagai kebutuhan. Peningkatan jumlah penduduk membawa pengaruh terhadap pengelolaan dan penggunaan air, salah satunya penggunaan sumber daya air yang berasal dari ekosistem sungai. Menurut Yogafanny (2015), sungai merupakan suatu badan air di daratan dengan sifat lotik karena memiliki pergerakan massa air. Kabupaten Demak merupakan salah satu wilayah di Provinsi Jawa Tengah di daerah pesisir pantai utara Jawa. Kabupaten Demak dilintasi oleh beberapa sungai seperti Kali Tuntang, Kali Buyaran, Kali Lebengan dan Kali Serang yang merupakan sungai terbesar. Hal tersebut menyebabkan beberapa desa di Kabupaten Demak juga dilintasi oleh anak-anak sungai tersebut, salah satunya adalah Sungai Babalan di Desa Babalan yang terdapat di Kecamatan Wedung.

Sungai Babalan merupakan salah satu sungai yang berakhir langsung pada laut atau berakhir pada muara sungai sehingga terdapat percampuran ekosistem, yaitu ekosistem air tawar dan ekosistem air laut. Hal tersebut menyebabkan Sungai Babalan memiliki struktur yang kompleks. Bercampurnya kedua ekosistem tersebut juga berbanding lurus dengan kegiatan masyarakat yang berada di sekitar badan Sungai Babalan serta memanfaatkannya untuk kehidupan sehari-hari. Aktivitas yang dilakukan di sekitar Sungai Babalan sendiri diantaranya adalah pertambakan, lalu lintas perahu nelayan, industri serta terdapat ekosistem mangrove (Sinaga *et al.*, 2018). Hal tersebut dapat membawa dampak secara langsung maupun tidak langsung terhadap ekosistem sungai, salah satunya yaitu kemungkinan tercemarnya ekosistem sungai. Menurut Yuniastuti (2015), pada umumnya masyarakat memanfaatkan sungai yang tercemar dan air keruh untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga mereka. Masyarakat umumnya memanfaatkan sungai untuk kegiatan MCK sehingga dapat menyebabkan meningkatnya masalah kesehatan masyarakat.

Pemanfaatan ruang yang ada pada sempadan Sungai Babalan diantaranya ada perumahan, pertambakan dan hutan mangrove. Penggunaan ruang tersebut diduga dapat berpengaruh terhadap kualitas air sungai. Penggunaan ruang yang ada pada daerah sempadan Sungai Babalan diantaranya ada perumahan, pertambakan dan hutan mangrove. Penggunaan ruang sempadan Sungai Babalan tersebut diduga dapat berpengaruh terhadap kualitas air sungai dikarenakan aktivitas rumah tangga, industri, pertanian dan lalu lintas perahu nelayan akan menghasilkan limbah pencemar sehingga mengakibatkan penurunan kualitas air sungai. Menurut Indrayani *et al.*, (2014), aktivitas masyarakat

memberikan dampak negatif terhadap perairan karena sungai dijadikan tempat membuang limbah domestik maupun non domestik. Aktivitas masyarakat yang berada di daerah aliran sungai tersebut secara langsung maupun tidak langsung berdampak terhadap rusaknya ekosistem perairan.

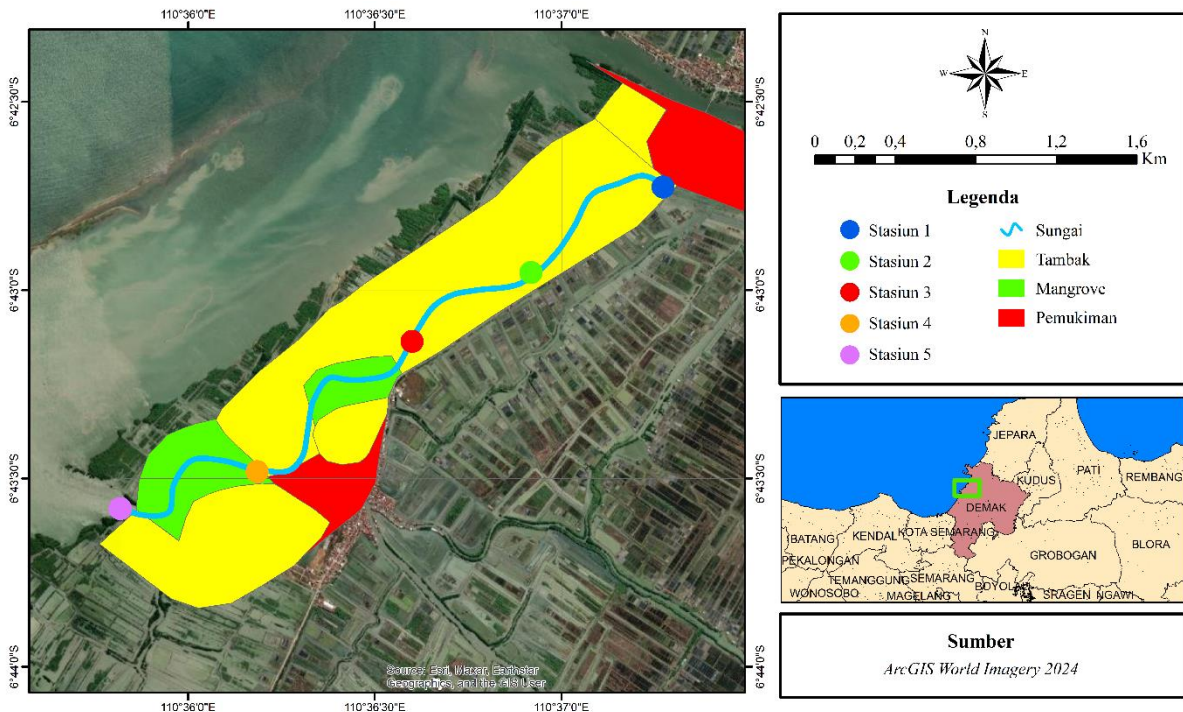
Ekosistem sungai umumnya memiliki kemampuan untuk mendegradasi secara alami bahan pencemar yang masuk ke dalam badan perairan atau yang dikenal dengan kapasitas asimilasi (*self purification*). Namun apabila beban pencemar yang masuk ke dalam badan perairan melebihi kemampuan kapasitas asimilasi maka kemampuan sungai dalam mendegradasi pencemar secara alami menjadi tidak maksimal. Menurut Baherem *et al.*, (2014), mengingat tingginya aktivitas penduduk dan potensi limbah di badan perairan, maka perlu diketahui beban pencemaran yang masuk ke dalam sungai serta kemampuan sungai mendegradasi bahan pencemar secara alami (kapasitas asimilasi). Kapasitas asimilasi merupakan batas dari beban pencemar yang masuk ke dalam sungai, dimana beban pencemaran tersebut dapat dibersihkan secara alami melalui peristiwa fisika, kimia dan biologis.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pola pemanfaatan ruang di Sungai Babalan terhadap variabel pencemar potensial yang mencemari perairan Sungai Babalan, mengetahui beban pencemaran dan kapasitas asimilasi TSS, BOD, COD, nitrat dan fosfat Sungai Babalan dan mengaitkan dengan status mutu air Sungai Babalan menggunakan metode Indeks Pencemaran menurut KEPMEN LH No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian

Penentuan lokasi pengambilan air sampel di Sungai Babalan terdiri dari 5 stasiun dengan 2 kali pengulangan di setiap stasiun, pengulangan dilakukan pada bagian sungai yang dianggap dapat mewakili stasiun tersebut. Titik pengambilan sampel dilakukan pada bagian hulu, tengah dan hilir sungai berdasarkan pemanfaatan ruang di sempadan Sungai Babalan. Stasiun 1 berada pada daerah pemukiman penduduk, stasiun 2 berada pada pertambakan milik warga, stasiun 3 berada pada daerah pertambakan dan hutan mangrove, stasiun 4 berada pada daerah pemukiman dengan perkiraan adanya cemaran limbah domestik serta merupakan akses lalu lintas perahu nelayan dan stasiun 5 merupakan hilir sungai yang merupakan muara sungai dan diduga menjadi tempat akumulasi dari cemaran limbah dari hulu dan tengah sungai. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian dan Pola Pemanfaatan Ruang Sungai Babalan

Prosedur penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, yaitu pendekatan yang bertujuan memperoleh informasi faktual terkait suatu peristiwa untuk memahami kondisi suatu kawasan. Menurut Tyas *et al.*, (2018), metode survei merupakan pendekatan yang digunakan untuk menilai kondisi suatu kawasan berdasarkan informasi dan kajian faktual.

Penelitian ini menggunakan sampel air dari Sungai Babalan, Kabupaten Demak, untuk menganalisis beban pencemaran dan kualitas air pada bulan Mei dan Juli 2024. Pengambilan sampel air menggunakan metode *random sampling* pada setiap stasiun penelitian. *Random sampling* merupakan teknik pengambilan air sampel secara acak pada setiap stasiun penelitian. Hal ini disebabkan karena pada satu stasiun yang sama diduga mempunyai kondisi kualitas air yang sama, dimana hal tersebut merupakan akibat dari pemanfaatan ruang masing-masing, khususnya terkait cemaran limbah organik dan domestik yang masuk ke dalam badan perairan sungai (Rahman *et al.*, 2016 dalam Rosarina dan Ellysa, 2018).

Variabel yang diamati dalam kualitas air adalah TSS dengan pengukuran TSS mengikuti prosedur yang dijelaskan dalam SNI 6989.3:2019, salinitas yang diukur menggunakan refraktometer, DO yang diukur menggunakan DO meter digital, BOD yang pengukurannya mengacu pada standar SNI 6989.72:2009, COD yang pengukurannya dilakukan sesuai dengan standar SNI 6989.2:2019, nitrat (NO_3^-) yang mengikuti metode APHA 4500- NO_3^- B:2017, dan fosfat (PO_4^{3-}) yang dilakukan dengan metode APHA 4500-P D:2017. Selain itu diukur pula debit sungai menggunakan metode *line transect*, tongkat berskala,

dan bola plastik. Pengukuran dilakukan dengan mencatat lebar sungai, kedalaman, dan kecepatan arus pada setiap segmen sungai. Menurut Pahude (2022), debit dihitung dengan rumus:

$$Q = W_1 \frac{(d_0+d_1)(v_0+v_1)}{2} + W_n \frac{(d_n+d_{n+1})(v_n+v_{n+1})}{2}$$

Keterangan:

Q : Debit air (m^3/s)

W_i : Lebar segmen ke-i (m)

D : Kedalaman (m)

V : Rata-rata kecepatan arus (m/s)

Setelah pengambilan data di lapangan, selanjutnya dilakukan analisis laboratorium dan analisis data. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan untuk menilai tingkat pencemaran air, menghitung beban pencemaran, menentukan kapasitas asimilasi sungai, serta menganalisis dampak pola pemanfaatan ruang di sekitar Sungai Babalan. Indeks Pencemaran (IP) dihitung menggunakan pedoman dari KEPMEN LH No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Formula perhitungan IP ini menggunakan akar dari rata-rata kuadrat perbandingan konsentrasi parameter kualitas air (C_i) dengan baku mutu (L_{ij}) yang dievaluasi melalui beberapa kategori: memenuhi baku mutu ($IP \leq 1,0$), tercemar ringan ($1,0 < IP \leq 5,0$), tercemar sedang ($5,0 < IP \leq 10$), dan tercemar berat ($IP > 10$). Perhitungan Beban pencemaran (BP) didasarkan pada potensi di stasiun 4 yang diduga merupakan tempat terakumulasinya beban pencemaran dari badan sungai lainnya. BP dihitung berdasarkan debit air sungai serta konsentrasi pencemar di sungai, di mana BP

didapatkan dari perkalian kadar pencemar standar ((Cs)_j), debit sungai (Q_s), dan faktor konversi sebesar 86,4 kg/hari, sebagaimana disesuaikan dari metode yang dikembangkan oleh Mitsy dan Goesselink (1993) dalam Djoharam *et al.*, (2018). Selanjutnya, kapasitas asimilasi didasarkan pada stasiun 5 guna melihat kemampuan sungai dalam melakukan *self purification* sebelum beban pencemaran akan membebani perairan pantai. Kapasitas asimilasi dihitung melalui pendekatan regresi linear dengan mengacu pada Rumengan *et al.*, (2017), di mana kapasitas asimilasi diperoleh secara grafis dari konsentrasi parameter pencemar dengan beban pencemaran.

Analisis pola pemanfaatan ruang dilakukan menggunakan data citra geospasial tahun 2024 dari *software* ArcGIS 10.3 untuk mendigitasi sempadan Sungai Babalan. Hasil digitasi ini digunakan untuk menganalisis pengaruh pemanfaatan ruang terhadap parameter TSS, BOD, dan COD dengan analisis ragam *multivariate* dan uji beda nyata menggunakan *software* IBM SPSS Statistics 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air Sungai Babalan meliputi parameter fisika dan kimia yang dilakukan pada bulan Mei dan Juli 2024. Hasil pengukuran yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan pada tabel 1 di atas, beberapa variabel kualitas air menunjukkan telah melebihi baku mutu Kelas II dan PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Variabel yang tidak sesuai dengan baku mutu yaitu TSS, DO, BOD, dan COD. Analisis selanjutnya merupakan analisis ragam *multivariate* yang dilakukan guna melihat pengaruh pola pemanfaatan ruang Sungai Babalan terhadap TSS, BOD dan COD. Hasil analisis disajikan pada Tabel 2

Tabel 1. Kualitas Air Sungai Babalan, Kabupaten Demak, Bulan Mei dan Juli 2024

Periode	Variabel	Satuan	Stasiun					Baku Mutu Kelas II**
			1	2	3	4	5	
-	Kisaran Kedalaman	m	0,5-1,2	0,2-0,9	0,5-0,9	0,8-1,9	0,8-2,4	-
Mei 2024	Kisaran Arus	m/detik	0,03-0,054	0,023-0,035	0,04-0,081	0,042-0,09	0,059-0,113	-
Juli 2024			0,032-0,055	0,025-0,037	0,044-0,084	0,048-0,091	0,065-0,116	
Fisika								
Mei 2024	Debit	m ³ /detik	0,606	0,241	0,496	2,502	5,327	-
Juli 2024			0,637	0,248	0,542	2,618	5,439	
Mei 2024	TSS	mg/l	116,97*	79,36*	140,77*	109,83*	101,12*	50
Juli 2024			119,9*	91,82*	130,47*	109,15*	93,47*	
Mei 2024	Salinitas	ppt	17,4	15,9	9,9	15,7	19,8	-
Juli 2024			16,6	14,3	9	14,6	19,2	
Kimia								
Mei 2024	DO	mg/l	5,08	3,67*	3,6*	3,89*	4,11	4
Juli 2024			4,38	4,03	3,23*	4,05	4,4	
Mei 2024	BOD	mg/l	43,10*	25,43*	39,05*	20,34*	21,72*	3
Juli 2024			44,19*	26,35*	39,78*	41,15*	21,44*	
Mei 2024	COD	mg/l	72,06*	48,79*	63,04*	47,47*	40,25*	25
Juli 2024			70,5*	48,2*	79,44*	47,41*	42,96*	
Mei 2024	Nitrat	mg/l	0,39	0,2	0,27	0,06	0,13	10
Juli 2024			0,31	0,22	0,13	0,08	0,33	
Mei 2024	Fosfat	mg/l	0,25*	0,02	0,22*	0,07	0,02	0,2
Juli 2024			0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	

(*) : Telah melebihi Baku Mutu Kelas II

(**) : PP No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Peruntukkan sarana rekreasi, budidaya, peternakan dan mengairi pertanaman)

Tabel 2. Analisis Ragam *Multivariate* Pengaruh Pola Pemanfaatan Ruang terhadap Variabel TSS, BOD dan COD Sungai Babalan

Sumber	Variabel	Jumlah Kuadrat Tipe III	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Ruang	TSS	5930,275	4	1482,569	82,831	.000*
	BOD	1351,043	4	337,761	160,437	.000*
	COD	3209,628	4	802,407	36,969	.000*
Waktu	TSS	2,093	1	2,093	0,117	.739
	BOD	108,299	1	108,299	51,442	.000*
	COD	57,088	1	57,088	2,630	.136

(*) : Berpengaruh Nyata terhadap Variabel

Tabel 3. Beban Pencemaran Sungai Babalan Bulan Mei dan Juli 2024

Stasiun	Pengulangan	Debit (m ³ /s)	Beban Pencemaran (Kg/Hari)				
			TSS	BOD	COD	Nitrat	Fosfat
1	Mei 2024	0,606	6.124,10	2.256,65	3.772,95	20,16	13,09
	Juli 2024	0,637	6.598,91	2.431,80	3.879,82	16,79	4,13
2	Mei 2024	0,241	1.652,36	529,51	1.015,92	4,06	0,42
	Juli 2024	0,248	1.967,45	564,61	1.032,79	4,61	1,93
3	Mei 2024	0,496	6.032,61	1.673,25	2.701,33	11,36	9,21
	Juli 2024	0,54	6.086,98	1.855,98	3.706,12	6,07	3,50
4	Mei 2024	2,502	23.741,18	4.396,95	10.260,64	12,97	14,05
	Juli 2024	2,618	24.688,08	9.307,93	10.722,78	16,96	20,36
5	Mei 2024	5,327	46.538,46	9.994,39	18.525,18	59,83	9,21
	Juli 2024	5,439	43.921,97	10.072,94	20.188,18	152,73	42,29

Berdasarkan hasil analisis pengaruh penggunaan ruang terhadap variabel TSS, BOD dan COD di Sungai Babalan diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa ruang berpengaruh terhadap variabel TSS, BOD dan COD, dimana hal tersebut ditunjukkan dengan signifikansi $\alpha < 0,05$. Perbedaan waktu pengambilan sampel yang dilakukan pada bulan Mei dan Juli 2024 sendiri tidak berpengaruh terhadap variabel TSS dan COD, dimana hal tersebut ditunjukkan dengan signifikansi $\alpha > 0,05$. Perbedaan waktu pengambilan sampel sendiri berpengaruh terhadap variabel BOD, yang ditunjukkan dengan signifikansi $\alpha < 0,05$.

Berdasarkan hasil perhitungan beban pencemaran di atas diketahui bahwa potensi beban pencemaran TSS sempat mengalami penurunan dari stasiun 1 menuju stasiun 2 yaitu dari 6.124,10 kg/hari menjadi 1.652,36 kg/hari pada bulan Mei 2024 dan 6.598,91 kg/hari menjadi 1.967,45 kg/hari pada bulan Juli 2024, namun kembali meningkat hingga terjadi peningkatan yang signifikan pada stasiun 5 yaitu sebesar 46.538,46 kg/hari pada bulan Mei 2024 dan sebesar 43.921,97 kg/hari pada bulan Juli 2024. Potensi beban pencemaran BOD sempat mengalami penurunan dari stasiun 1 menuju stasiun 2 yaitu dari 2.256,65 kg/hari menjadi 529,51 kg/hari pada bulan Mei 2024 dan 2.431,80 kg/hari menjadi 564,61 kg/hari pada bulan Juli 2024, namun kembali meningkat

hingga terjadi peningkatan yang signifikan pada stasiun 5 yaitu sebesar 9.994,39 kg/hari pada bulan Mei 2024 dan sebesar 10.072,94 kg/hari pada bulan Juli 2024. Potensi beban pencemaran COD sempat mengalami penurunan dari stasiun 1 menuju stasiun 2 yaitu dari 3.772,95 kg/hari menjadi 1.015,92 kg/hari pada bulan Mei 2024 dan 3.879,82 kg/hari menjadi 1.032,79 kg/hari pada bulan Juli 2024, namun kembali meningkat hingga terjadi peningkatan beban pencemaran COD yang signifikan pada stasiun 5 yaitu sebesar 18.525,18 kg/hari pada bulan Mei 2024 dan sebesar 20.188,18 kg/hari pada bulan Juli 2024. Peningkatan beban cemar pada stasiun 5 diindikasikan karena stasiun 5 merupakan muara sungai, di mana merupakan tempat akumulasi beban cemar dari bagian hulu dan tengah sungai.

Potensi beban pencemaran nitrat sempat mengalami penurunan dari stasiun 1 menuju stasiun 2 yaitu dari 20,16 kg/hari menjadi 4,06 kg/hari pada bulan Mei 2024 dan 16,79 kg/hari menjadi 4,61 kg/hari pada bulan Juli 2024, namun kembali meningkat hingga terjadi peningkatan potensi beban pencemaran nitrat yang signifikan pada stasiun 5 yaitu sebesar 59,83 kg/hari pada bulan Mei 2024 dan sebesar 152,73 kg/hari pada bulan Juli 2024. Potensi beban pencemaran fosfat sempat mengalami penurunan dari stasiun 1 menuju stasiun 2 yaitu dari 13,09 kg/hari menjadi 0,42 kg/hari pada bulan Mei 2024 dan 4,13

Tabel 4. Kapasitas Asimilasi Sungai Babalan Bulan Mei dan Juli 2024

Variabel	Pengulangan	BP (Kg/Hari)	KA (Kg/Hari)	Keterangan
TSS	Mei 2024	23.741,18	20.865,70	BP > KA*
	Juli 2024	24.688,08	19.286,50	BP > KA*
BOD	Mei 2024	4.396,95	4.242,85	BP > KA*
	Juli 2024	9.307,93	4.322,66	BP > KA*
COD	Mei 2024	10.260,64	7.646,95	BP > KA*
	Juli 2024	10.722,78	9.399,42	BP > KA*
Nitrat	Mei 2024	12,97	695,50	BP < KA
	Juli 2024	16,96	312,70	BP < KA
Fosfat	Mei 2024	14,05	111,33	BP < KA
	Juli 2024	20,36	88,84	BP < KA

(*) : Telah Melampaui Kapasitas Asimilasi
 BP : Beban Pencemaran
 KA : Kapasitas Asimilasi

kg/hari menjadi 1,93 kg/hari pada bulan Juli 2024, namun kembali meningkat hingga terjadi peningkatan potensi beban pencemaran fosfat yang cukup signifikan pada stasiun 5 yaitu sebesar 9,21 kg/hari pada bulan Mei 2024 dan sebesar 42,29 kg/hari pada bulan Juli 2024. Peningkatan beban pencemaran pada hilir sungai tersebut terjadi akibat terakumulasinya beban cemar yang terbawa dari bagian hulu dan tengah sungai.

Tabel 4 memperlihatkan kapasitas asimilasi yang dihitung berdasarkan pengembangan persamaan regresi antara beban pencemaran dengan kadar pencemar yang terukur selama penelitian. Analisis dilakukan guna mengetahui pengaruh beban pencemaran terhadap daya tampung beban cemar sungai. Hal tersebut dikarenakan apabila beban pencemaran sudah melebihi nilai kapasitas asimilasi, maka dapat dikatakan sungai tersebut sudah tidak dapat menampung beban cemar yang masuk ke dalam perairan sungai. Analisis kapasitas asimilasi didasarkan pada potensi beban pencemaran dari stasiun 4 menuju stasiun 5. Hal tersebut dilakukan guna melihat kemampuan sungai dalam melakukan *self purification* sebelum beban pencemaran akan membebani perairan pantai.

Tabel 5. Indeks Pencemaran Sungai Babalan Bulan Mei dan Juli 2024

Indeks Pencemaran			
Mei 2024		Juli 2024	
Nilai	Keterangan	Nilai	Keterangan
5,08	Tercemar Sedang	5,13	Tercemar Sedang

Berdasarkan Tabel 5 di atas, diketahui bahwa status mutu air Sungai Babalan berdasarkan metode Indeks Pencemaran (IP) pada bulan Mei 2024 didapatkan hasil sebesar 5,08. Hal tersebut

menunjukkan bahwa perairan Sungai Babalan tergolong ke dalam kategori tercemar sedang. Perhitungan Indeks Pencemaran pada bulan Juli 2024 menunjukkan hasil yang tidak berbeda jauh dari bulan Mei 2024 yaitu sebesar 5,13. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa perairan Sungai Babalan tergolong ke dalam kategori tercemar sedang.

Pembahasan Pemanfaatan Ruang Sungai Babalan

Pemanfaatan ruang di sekitar Sungai Babalan menunjukkan tren yang berkaitan dengan alih fungsi lahan, di mana lahan yang sebelumnya alami kini dialihfungsikan menjadi kawasan pemukiman dan pertambakan. Pembangunan pemukiman dan area pertambakan sering kali tidak mempertimbangkan kapasitas ekologis sempadan sungai, yang berpotensi menimbulkan masalah hingga kerusakan lingkungan. Menurut Sari *et al.,* (2014), kemampuan ekologis sempadan sungai dalam mendukung aktivitas manusia terbatas oleh faktor-faktor fisik seperti hidrologi, geomorfologi, dan geologi.

Data menunjukkan bahwa pemanfaatan sempadan Sungai Babalan terdiri dari area pertambakan (137,64 Ha), pemukiman (41,8 Ha), dan hutan mangrove (51,72 Ha). Hal ini menciptakan sumber pencemar yang berpotensi masuk ke dalam perairan sungai, seperti limbah domestik, sisa pakan dari kegiatan pertambakan, dan serasah mangrove.

Analisis menggunakan *software* IBM SPSS Statistics 25 menunjukkan bahwa penggunaan ruang sempadan sungai berpengaruh signifikan terhadap buangan limbah TSS, BOD, dan COD, dengan angka signifikansi $\alpha < 0,05$ (Tabel 2). Namun, waktu pengambilan sampel tidak berpengaruh terhadap buangan limbah TSS dan COD, meskipun berpengaruh terhadap buangan BOD. Limbah organik yang masuk ke badan air dapat meningkatkan kekeruhan serta nilai

BOD dan COD, yang menunjukkan pencemaran yang telah melampaui baku mutu yang ditetapkan.

Lebih lanjut, perhitungan beban pencemaran dan kapasitas asimilasi menunjukkan bahwa TSS, BOD, dan COD di Sungai Babalan melebihi kapasitas sungai dalam menerima pencemar tersebut. BOD, yang mencerminkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai bahan organik, memberikan gambaran tentang tingkat pencemaran organik yang masuk ke dalam badan air. Menurut Atima *et al.*, (2015), bahan organik dalam perairan lebih mudah teroksidasi secara kimiawi daripada secara biologis.

Beban Pencemaran dan Kapasitas Asimilasi Sungai Babalan

Sungai Babalan merupakan sungai yang melintasi kawasan pemukiman dan pertambakan, sehingga memiliki potensi tinggi terhadap pencemaran. Pencemar utama di sungai ini berasal dari limbah cair, limbah domestik, dan limbah organik dari kegiatan rumah tangga dan pertambakan yang dilakukan di sekitar badan perairan. Limbah-limbah ini mengalir dari bagian hulu hingga hilir sungai, mengakibatkan akumulasi limbah di muara dan pantai. Aktivitas masyarakat di sempadan Sungai Babalan berkontribusi signifikan terhadap pencemaran perairan, yang mengakibatkan penurunan kualitas air. Perubahan tata guna lahan juga berperan dalam meningkatkan pencemaran. Penelitian Wirosodarmo *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi dapat mengubah lahan terbuka menjadi kawasan pemukiman, yang berdampak pada kualitas air sungai akibat limbah domestik, pertanian, pertambakan, dan limbah industri.

Hasil perhitungan beban pencemaran menunjukkan adanya peningkatan beban cemar dari hulu ke hilir sungai. Berdasarkan Tabel 3, beban pencemaran tertinggi terdapat pada TSS, mencapai 43.921,97 kg/hari, sedangkan beban pencemaran terendah ditemukan pada fosfat, sebesar 0,42 kg/hari. Beban pencemaran TSS tertinggi dicatat di Stasiun 5 (muara sungai), disebabkan oleh akumulasi partikel padat dari daratan dan serasah mangrove. Radja *et al.*, (2023) menyatakan bahwa kadar TSS di muara umumnya lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnya, akibat aliran air yang membawa partikel dari badan sungai sebelumnya dan daratan.

Kapasitas asimilasi merujuk pada kemampuan ekosistem perairan untuk menyerap dan mengurai bahan pencemar tanpa mengalami penurunan kualitas air. Analisis kapasitas asimilasi pada variabel TSS, COD, BOD, nitrat dan fosfat menunjukkan bahwa beban pencemaran nitrat dan fosfat masih di bawah kapasitas asimilasinya. Hal ini menunjukkan bahwa Sungai Babalan masih mampu mengurai nitrat dan fosfat tanpa menurunkan kualitas perairan, sesuai dengan pernyataan Kartikasari *et al.*, (2024) yang menyebutkan bahwa perairan dalam batas daya

dukungnya jika beban pencemaran lebih rendah daripada kapasitas asimilasi.

Namun beban pencemaran TSS, BOD, dan COD di Sungai Babalan sudah melebihi kapasitas asimilasi. Berdasarkan Tabel 4, beban pencemaran TSS pada Mei dan Juli 2024 masing-masing mencapai 23.741,18 kg/hari dan 24.688,08 kg/hari, sedangkan kapasitas asimilasi TSS hanya 20.865,70 kg/hari dan 19.286,50 kg/hari. Beban pencemaran BOD pada bulan Mei dan Juli 2024 mencapai 4.396,95 kg/hari dan 9.307,93 kg/hari, melebihi kapasitas asimilasi sebesar 4.242,85 kg/hari dan 4.322,66 kg/hari. Untuk COD, beban pencemaran sebesar 10.260,64 kg/hari pada Mei dan 10.722,78 kg/hari pada Juli juga telah melebihi kapasitas asimilasi yang hanya 7.646,95 kg/hari dan 9.399,42 kg/hari. Beban pencemaran COD umumnya berasal dari limbah domestik akibat aktivitas rumah tangga di sekitar sungai. Menurut Hasibuan *et al.*, (2022), limbah ini berasal dari kegiatan MCK dan sisa pakan ikan dari pertambakan yang meningkatkan kadar COD karena memerlukan oksigen untuk penguraiannya.

Status Mutu Perairan Sungai Babalan

Status mutu air Sungai Babalan dianalisis menggunakan metode Indeks Pencemaran. Bulan Mei 2024, indeks mencapai 5,08, sedangkan pada bulan Juli 2024 sedikit meningkat menjadi 5,13. Hasil menunjukkan bahwa Sungai Babalan termasuk dalam kategori "tercemar sedang" pada dua pengukuran. Baku mutu yang digunakan adalah baku mutu kelas II air sungai sesuai PP No. 22 Tahun 2021. Pencemaran ini diduga akibat limbah organik dari pemanfaatan ruang di sekitarnya. Limbah yang dibuang langsung tanpa pengolahan menurunkan kualitas air dan meningkatkan pencemaran, sejalan dengan temuan Sheftiana *et al.*, (2017), yang menunjukkan bahwa aktivitas manusia di sekitar sungai berpengaruh terhadap kualitas air.

Stasiun 1 memiliki nilai Indeks Pencemaran sebesar 5,22 pada bulan Mei 2024 dan 5,20 pada bulan Juli 2024 (tercemar sedang) karena berada di kawasan permukiman dan pertambakan yang menghasilkan limbah organik. Stasiun 2 indeksinya lebih rendah (4,24 pada bulan Mei 2024 dan 4,33 pada bulan Juli 2024) dengan kategori "tercemar ringan" karena berada di area pertambakan saja. Stasiun 3 menunjukkan peningkatan pencemaran (5,06 pada bulan Mei dan Juli 2024) karena berada di area pertambakan dan hutan mangrove, yang meningkatkan kesuburan perairan. Stasiun 4 mengalami perubahan dari "tercemar ringan" (3,94 pada bulan Mei 2024) menjadi "tercemar sedang" (5,03 pada bulan Juli 2024) akibat limbah dari permukiman dan pertambakan. Di Stasiun 5, nilai indeks lebih rendah (4,0) pada bulan Mei dan Juli 2024, menunjukkan "tercemar ringan" karena berkurangnya aktivitas yang berdampak pada kualitas air. Menurut Hasibuan *et al.*, (2021), tingginya

penggunaan lahan di sekitar sungai, seperti permukiman dan industri perikanan, menghasilkan limbah organik yang besar yang membebani perairan.

Debit Sungai Babalan berkisar antara 0,241-5,327 m³/s pada Mei dan 0,248-5,439 m³/s pada Juli. Debit terendah ditemukan di Stasiun 2 karena pengukuran pada musim kemarau dengan volume air yang kecil. Debit dipengaruhi oleh tinggi muka air, sesuai dengan penelitian Neno *et al.,* (2016) yang menyatakan bahwa semakin tinggi muka air, semakin besar debit sungai. Konsentrasi TSS (Total Suspended Solids) berkisar antara 79,36-140,77 mg/l pada Mei dan 91,82-130,47 mg/l pada Juli 2024, melebihi Baku Mutu Kelas II (50 mg/l). TSS tertinggi ditemukan di Stasiun 3 akibat erosi dan pengaruh tanaman mangrove. Menurut Sehol *et al.,* (2023), TSS dapat berasal dari partikel organik dan anorganik dari erosi tanah. Konsentrasi salinitas berkisar antara 9,9-19,8 ppt pada bulan Mei 2024 dan 9-19,2 ppt pada bulan Juli 2024, dengan fluktuasi karena waktu pengukuran yang berbeda. Pengukuran sore hari di bulan Mei 2024 menunjukkan salinitas lebih tinggi karena potensi pasang air laut. Menurut Haidar *et al.,* (2021), fluktuasi salinitas umum terjadi daerah di muara sungai, di mana merupakan fenomena yang disebabkan bercampurnya air tawar dan air laut.

Konsentrasi DO (*Dissolved Oxygen*) berkisar antara 3,60-5,08 mg/l pada Mei 2024 dan 3,23-4,38 mg/l pada bulan Juli 2024. Beberapa stasiun tidak memenuhi Baku Mutu Kelas II (4 mg/l), terutama Stasiun 2, 3, dan 4 pada bulan Mei 2024 dan Stasiun 3 pada bulan Juli 2024, akibat limbah organik dari kegiatan pertambakan. Kesuma *et al.,* (2022) menyatakan bahwa bahan organik membutuhkan oksigen untuk dekomposisi, sehingga menurunkan kadar DO. BOD (*Biological Oxygen Demand*) berkisar antara 20,34-43,10 mg/l pada bulan Mei 2024 dan 21,44-44,19 mg/l pada bulan Juli 2024, jauh melebihi baku mutu (3 mg/l) dengan kadar tertinggi di Stasiun 1 akibat limbah domestik. Menurut Wirosoedarmo *et al.,* (2016), limbah dari kegiatan rumah tangga memengaruhi tingginya BOD, sehingga pengolahan limbah cair diperlukan untuk menurunkan BOD. Konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*) berkisar antara 40,25-72,06 mg/l pada bulan Mei 2024 dan 42,96-79,44 mg/l pada bulan Juli 2024, melampaui baku mutu (25 mg/l). COD tertinggi ditemukan di Stasiun 1 pada bulan Mei 2024 dan di Stasiun 3 pada bulan Juli 2024, menunjukkan adanya pengaruh limbah organik.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan ruang berpengaruh signifikan terhadap buangan limbah TSS, BOD, dan COD di Sungai Babalan yang secara statistik ditunjukkan dengan koefisien signifikansi $\alpha < 0,05$. Variabel pencemar potensial Sungai Babalan

berdasarkan pola pemanfaatan ruang adalah limbah domestik dari kegiatan rumah tangga, pertambakan dan mangrove yang masuk ke dalam perairan. Perhitungan beban pencemaran dan kapasitas asimilasi Sungai Babalan pada bulan Mei dan Juli 2024 menunjukkan bahwa beban pencemaran dari variabel TSS, BOD dan COD sudah melampaui kapasitas asimilasinya, sedangkan beban pencemaran dari variabel nitrat dan fosfat masih berada di bawah kapasitas asimilasinya. Selain itu, status mutu air Sungai Babalan berdasarkan perhitungan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP), tergolong dalam kategori tercemar sedang dengan nilai Indeks Pencemaran sebesar 5,08 pada bulan Mei 2024 dan 5,13 pada bulan Juli 2024.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, kritik, saran, dan perbaikan selama proses penelitian dan penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Atima, W. 2015. BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Biology Science & Education Journal*, 4(1): 83-98.
- Baherem, Suprihatin dan Indrasti, N. S. 2014. Strategi Pengelolaan Sungai Cibanten Provinsi Banten Berdasarkan Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Air dan Kapasitas Asimilasi. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 4(1): 60-69.
- Djoharam, V., Riani, E. dan Yani, M. 2018. Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan di Wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(1): 127-133.
- Haidar, A. Z., Gentur, H. dan Elis, I. 2021. Sebaran Salinitas secara Horizontal di Muara Sungai Bondet, Cirebon, Jawa Barat. *Journal of Marine Research*, 2(10): 275-280.
- Hasibuan, E. S. F., Endang, S. dan Sunaryo. 2021. Pengukuran Parameter Bahan Organik di Perairan Sungai Silugonggo, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(3): 299-306.
- Hasibuan, M., Helmi, C. L., Kori, C., Anton, S. H. dan Ahmadi, N. 2022. Kapasitas Asimilasi BOD, COD, Fecal Coli dan MBAS Pemantauan Kualitas Air Desa Teratak Buluh Sungai Kampar Provinsi Riau. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 6(3): 186-196.
- Indrayani, N., Sutrisno, A. dan Agung, S. 2014. Indeks Trofik-Saprobik sebagai Indikator Kualitas Air di Bendung Kembang Kempis Wedung,

- Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(4): 161-168.
- Kartikasari, A. N., Mohamad, M. dan Sutini. 2024. Analisis Beban Pencemar dan Kapasitas Asimilasi Sungai Klintar Nganjuk. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 9(2): 54-62.
- Kesuma, A. J., Umi, S. A. dan Gres, M. 2022. Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Indikator Kualitas Perairan Sungai Langsep Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah. *Organisms*, 1(2): 19-24.
- Mitsch, W. dan Gosselink, J. 1993. *In Water Quality Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*. Van Nostrand Reinhold: New York.
- Neno, A. K., Herman, H. dan Abdul, W. 2016. Hubungan Debit Air dan Tinggi Muka Air di Sungai Lambagu Kecamatan Tawaeli Kota Palu. *Warta Rimba*, 4(2): 1-8.
- Pahude, M. S. (2022). Analisis Kebutuhan Air Bersih Di Desa Santigi Kecamatan Tolitoli Utara Kabupaten Tolitoli. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 3(2), 4801-4810.
- Radja, C. H., Lumban, N. L. T. dan Alexander, L. K. 2023. Variabel Kondisi Lingkungan pada Ekosistem Mangrove di Kota Kupang. *Jurnal Vokasi Ilmu Perikanan*, 4(1): 19-28.
- Rahman, E. C., Masyamsir dan Achmad, R. 2016. Kajian Variabel Kualitas Air dan Hubungannya dengan Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Waduk Darma Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1): 93-102.
- Rosarina, D. dan Ellysa, K. L. 2018. Studi Kualitas Air Sungai Cisdane Kota Tangerang Ditinjau dari Parameter Fisika. *Jurnal REDOKS*, 3(2): 38-43.
- Rumengan, I., Haeruddin dan Purnomo, P. W. 2017. Analisis Beban Pencemar dan Kapasitas Asimilasi di Muara Sungai Tondano Teluk Manado. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya alam dan Lingkungan*, 7(3): 204-210.
- Sari, S. W., Ruslan, W. dan Bambang, J. R. W. 2014. Identifikasi Pemanfaatan Lahan Sempadan Sungai Sumbergunung di Kota Batu. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(2): 25-30.
- Sehol, M., Rosita, M., Kasmawati dan Irsan. 2023. Analisis Perbandingan Kualitas Air yang Bermuara di Perairan Teluk Kayeli sebagai Dampak dari Penambang Ilegal. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(1): 104-111.
- Sheftiana, U. S., Anik, S. dan Winardi, D. N. 2017. Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks Pencemaran sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus: Sungai Gelis, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1): 1-10.
- Sinaga, S. H., Andri, S. dan Haniah. 2018. Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau dengan Metode *Normalized Difference Vegetation Index* dan *Soil Adjusted Vegetation Index* Menggunakan Citra Satelit Sentinel 2A. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1): 202-211.
- Tyas, D. E., Niniek, W. dan Anhar, S. 2018. Perbedaan Jumlah Bakteri dalam Sedimen pada Kawasan Bermangrove dan Tidak Bermangrove di Perairan Desa Bedono, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(2): 189-196.
- Wirosoedarmo, R., Alexander, T. S. H. dan Erina, A. H. 2016. Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Kontak pada Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Karbon Aktif Tongkol Jagung untuk Menurunkan BOD dan COD. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 3(2): 31-38.
- Wirosoedarmo, R., Alexander, T. S. H. dan Fani, Z. 2016. Analisa Perubahan Tata Guna Lahan dan Pengaruhnya terhadap Pencemaran di Brantas Hulu, Kota Batu, Jawa Timur. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 3(1): 33-39.
- Yogafanny, E. 2015. Pengaruh Aktivitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 7(1): 41-50.
- Yuniastuti, E. 2015. Identifikasi Tipologi dan Dinamika, Potensi dan Permasalahan, dan Strategi Pengelolaan Wilayah Kepesisiran di Wilayah Kepesisiran Demak. *Jurnal Geografi*, 8(1): 31-46