

KAJIAN KUALITAS PERAIRAN PADA KONDISI PASANG SURUT DI TELUK SAWAIBU MANOKWARI

Sea Water Quality Assessment Based on Tidal Condition
in Sawaibu Bay Manokwari

Luky Sembel^{1*}, Jemmy Manan¹

¹Jurusan Perikanan, FPIK UNIPA, Manokwari, 98314, Indonesia
*Korespondensi: lukysembel76@gmail.com

ABSTRAK

Pasar Sanggeng yang terletak di pesisir Teluk Doreri Kota Manokwari, menjadi salah satu pusat perdagangan yang melayani kebutuhan masyarakat. Secara umum dagangan di Pasar Sanggeng terdiri dari kebutuhan rumah tangga, jual beli sayur dan tempat penjualan ikan. Pasar tersebut merupakan jantung kota yang setiap hari dipenuhi masyarakat untuk berbelanja. Akibat adanya aktivitas yang tinggi tersebut menyebabkan pembuangan sampah-sampah organik tidak terawasi atau terkontrol dengan baik. Sampah-sampah tersebut seperti sisa-sisa makanan, sayuran, buah-buahan dan sisa-sisa buangan ikan mentah dari tempat penjualan ikan. Kondisi ini berlangsung secara terus menerus setiap hari sehingga dapat menyebabkan terjadi degradasi kualitas perairan. Indikator yang digunakan untuk mengetahui kualitas perairan di suatu perairan akibat limbah organik yang tinggi adalah dengan mengukur konsentrasinya yang dihubungkan dengan standar baku mutu menurut KLH 51 tahun 2004. Berdasarkan hasil pengukuran, kecerahan dan oksigen terlarut yang tinggi terdapat di perairan BLK, TSS dan TOM paling tinggi terdapat di Belakang Hadi Mall. Faktor Pasang surut berpengaruh terhadap distribusi fisik kimia dalam perairan tersebut. Kondisi ini telah menunjukkan dampak dari limbah organik terhadap kualitas perairan di Teluk Sawaibu akan berpengaruh terhadap kehidupan biota perairan.

Kata kunci: Kualitas Perairan, Teluk Sawaibu, Limbah Organik.

ABSTRACT

Sanggeng traditional market that located in the coastal area of Manokwari city as a community trade center which providing daily community needs. Generally, the commodities that available are either household need, fish market and agriculture products, in addition due to market location in the city center it effects to highly community activities. Thus, effect to uncontrolled organic waste is source from mainly agricultural product, fishes, and also from others organic products. This condition is happening in highly intensity and still continues everyday, so it could affect to waters environmental degradation. Indicator that used to assessing water quality degradation based on highly organic waste is by assessed organic concentration then comparing with KLH 51 year 2004. Based on result of turbidity and dissolved oxygen parameter was found that highly condition at BLK location. In addition, highest TSS and TOM was found at waters around of hadi Mall. Highest BOD5 concentration was found in around of Fish market waters. Tides factor also effected to physical and chemical distribution in these waters. This condition shows that organic waste impact to water quality at Sawaibu Bay could affect to waters organisms' life

Key words: Water Quality, Organic Waste, Sawaibu Bay

PENDAHULUAN

Kota Manokwari merupakan ibu kota Provinsi Papua Barat yang saat ini mengalami perkembangan kegiatan pembangunan dari tahun ke tahun yang semakin meningkat. Perkembangan ini diikuti dengan meningkatnya kawasan pemukiman penduduk dan kawasan industri yang dapat memicu terjadinya peningkatan pencemaran pada pesisir. Bahan organik yang masuk ke perairan dalam jumlah tertentu akan berguna bagi perairan tersebut, tetapi apabila jumlah yang masuk melebihi daya dukung perairan maka akan mengganggu fungsi perairan itu sendiri. Ketersediaan oksigen yang rendah di perairan akibat penguraian bahan organik yang tinggi, baik yang terjadi di kolom air maupun di sedimen (Sanusi 2006).

Pasar Sanggeng yang terletak di pesisir Teluk Sawaibu Kota Manokwari, menjadi salah satu pusat perdagangan yang melayani kebutuhan masyarakat. Secara umum dagangan di Pasar Sanggeng terdiri dari kebutuhan rumah tangga, pasar sayur dan tempat penjualan ikan. Pasar tersebut merupakan jantung kota yang setiap hari dipenuhi masyarakat untuk berbelanja. Akibat adanya aktivitas yang tinggi menyebabkan pembuangan sampah-sampah organik tidak terawasi atau terkontrol dengan baik. Kondisi ini berlangsung secara terus menerus setiap hari sehingga dapat menyebabkan terjadi degradasi kualitas perairan. Berdasarkan hal tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji dampak limbah organik terhadap kualitas perairan di Teluk Sawaibu.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober sampai November 2012 di Teluk Sawaibu Manokwari. Lokasi pengambilan sampel air terdiri atas 3 tempat. Pertama, lokasi pengambilan sampel yang lebih dekat ke muara sungai wirsi. Kedua, pengambilan sampel yang dekat dengan tempat penjualan sayur dan ikan. Ketiga, pengambilan sampel di perairan

BLK yang jauh dari pusat pertokoan, pasar dan sungai serta lebih kearah laut. Pemilihan ketiga titik tersebut mencerminkan karakteristik yang berada di sekitar pasar Sanggeng.

Data parameter yang diambil melalui pengukuran langsung dan tidak langsung. Pengukuran secara langsung meliputi parameter kecerahan, pH, suhu dan oksigen terlarut. Sedangkan pengukuran tidak langsung dengan cara mengambil contoh air. Pengambilan contoh air digunakan untuk penentuan parameter total padatan tersuspensi (TSS) dan analisa bahan organik. Pengambilan setiap contoh air dilakukan di permukaan sampai kedalaman ± 20 cm. Semua contoh air dimasukkan dalam *cool box* dengan suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$. Contoh air yang diperoleh dibawa ke Laboratorium untuk di analisis. Pengukuran dan penggunaan bahan kimia mengacu pada *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA 1998).

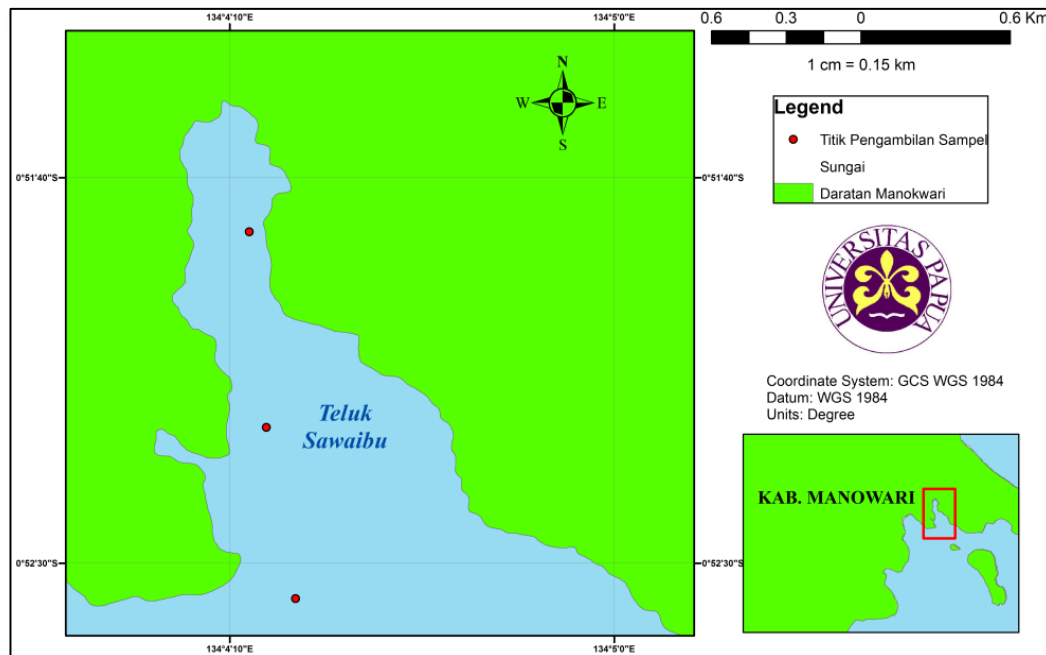
HASIL DAN PEMBAHASAN

Teluk Doreri memiliki ekosistem-ekosistem yang spesifik dan khas, seperti hutan mangrove, terumbu karang dan padang lamun. Keragaman spesies pada wilayah ini menyebabkan bentuk rantai makanan di perairan teluk menjadi sangat kompleks. Sebagai suatu ekosistem, Teluk Doreri juga menyediakan sumber daya alam yang dapat pulih (diantaranya sumber daya perikanan). Disamping menghasilkan sumber daya alam yang produktif, Teluk Doreri juga dapat dijadikan tempat rekreasi atau pariwisata.

Namun demikian, Perairan Teluk Doreri rentan terhadap pencemaran akibat adanya aliran limbah dari daratan melalui sungai, saluran yang menuju ke teluk atau pembuangan langsung ke teluk (*Point source dan non-point source*). Secara fisik kimia kondisi perairan di teluk sangat dipengaruhi oleh siklus hidrologi, hidrodinamika, topografi, tata ruang dan intensitas pemanfaatan di wilayah teluk. Komponen fisik kima berfungsi sebagai habitat dan

media hidup komponen biotik ekosistem perairan. Komponen fisik kimia perairan teluk berperan sebagai media trans-

portasi dan penyebaran limbah yang masuk ke teluk.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Tabel 1. Parameter kualitas air Teluk Doreri

Lokasi Pengukuran	Kecerahan		Suhu		Kecepatan Arus	
	Pasang	Surut	Pasang	Surut	Pasang	Surut
Belakang Hadi mall	3,16	3,67	33,61	28,55	0,015	0,02
	±	±	±	±	±	±
Perairan Pasar Sanggeng	0,75	0,81	0,77	0,29	0,008	0,006
	±	±	±	±	±	±
Perairan BLK	3,17	4,16	33,8	34,06	0,023	0,03
	±	±	±	±	±	±
	0,41	0,75	0,72	0,64	0,013	0,014
	±	±	±	±	±	±
	5,5	6,5	34,25	34,10	0,035	0,048
	±	±	±	±	±	±
	0,83	0,54	0,53	0,61	0,024	0,025
	±	±	±	±	±	±

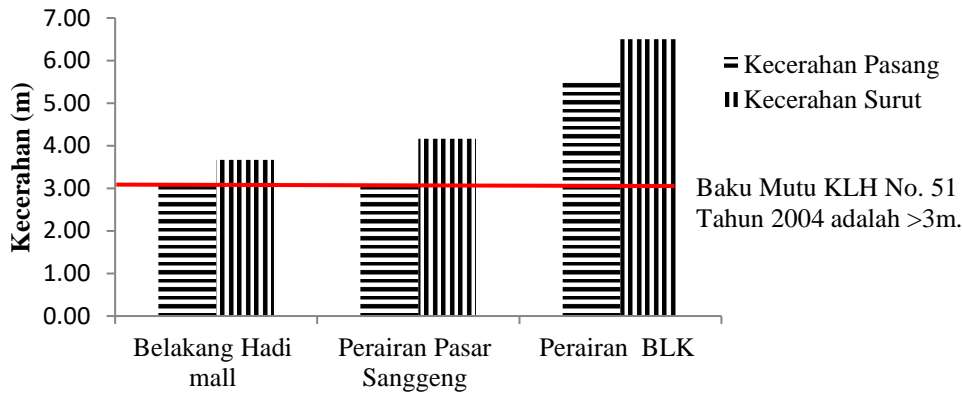
Lokasi Pengukuran	DO		TSS		TOM	
	Pasang	Surut	Pasang	Surut	Pasang	Surut
Belakang Hadi mall	3,71	3,67	10,26	11,09	10,7	13,23
	±	±	±	±	±	±
Perairan Pasar Sanggeng	0,664	0,73	2,26	0,91	3,2	6,36
	±	±	±	±	±	±
Perairan BLK	3,98	3,65	6,82	8,83	8,81	10,12
	±	±	±	±	±	±
	0,762	0,84	0,41	1,61	1,31	1,89
	±	±	±	±	±	±
	5,67	6,01	5,53	7,22	9,76	8,53
	±	±	±	±	±	±
	0,83	1,01	0,98	0,19	2,89	0,95
	±	±	±	±	±	±

Keterangan: ± SD of mean, n = 6

Kecerahan

Kecerahan suatu perairan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya kedalaman perairan, cuaca (sinar matahari) serta adanya zat-zat terlarut yang berada di perairan tersebut.

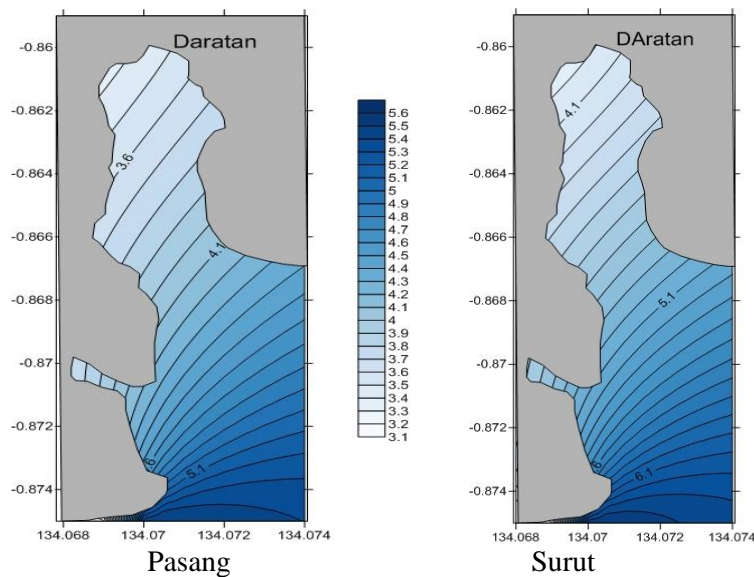
Pertikel-partikel terlarut dapat Mengendap dan terbawa oleh aliran air dari hulu sehingga akan mempengaruhi kecerahan perairan (Park et al. 2008).



Gambar 2. Kecerahan di Sekitar Perairan Sanggeng

Berdasarkan hasil pengukuran, kecerahan yang tinggi terdapat di perairan BLK baik pasang maupun surut. Kondisi ini dipengaruhi oleh

kedalaman perairan dan kurangnya partikel-partikel terlarut serta limbah organik dan anorganik dibandingkan dengan lokasi yang lain.



Gambar 3. Sebaran Spasial Kecerahan di Teluk Sawaibu

Selanjutnya berdasarkan pasang surut laut, kondisi kecerahan yang tinggi terjadi dalam keadaan surut. Hal ini disebabkan karena kurangnya gesekan di dasar serta turbulen yang terjadi saat kondisi surut. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.

51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, nilai kecerahan tersebut masih di atas baku mutu yang ditetapkan yaitu > 3 meter. Dengan demikian jika ditinjau dari segi kecerahan (Gambar 2), perairan lokasi penelitian tersebut masih menunjukkan

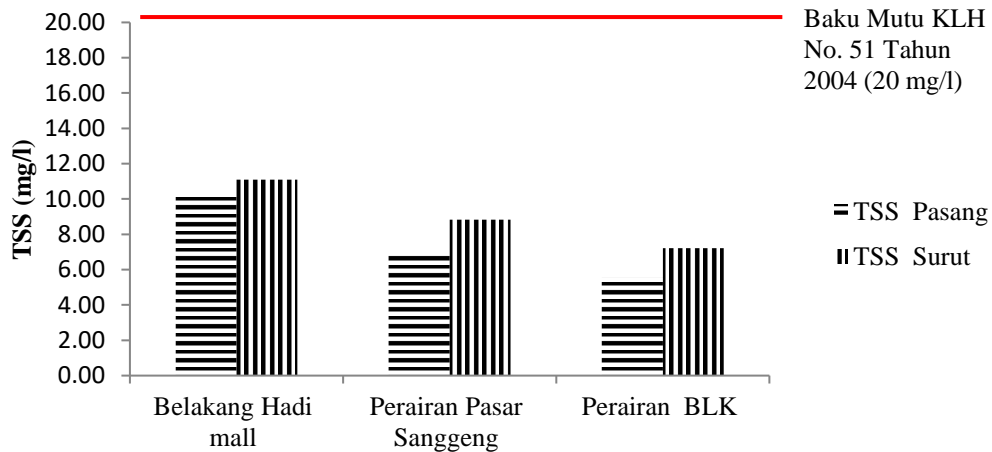
kondisi yang baik atau alami dan dapat menunjang kehidupan organisme perairan.

Total Padatan Tersuspensi (TSS)

Muatan partikel terlarut pada perairan Sanggeng relatif sedang yaitu sebesar 5,54 -11,09 mg/l (gambar 4). Tinggi rendahnya nilai TSS pada lokasi penelitian dapat disebabkan oleh berbagai aktivitas di sekitar lokasi serta proses erosi pada daerah hulu sungai dan terbawa oleh aliran air menuju laut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Helfinalis

(2005) yang menyatakan bahwa penyebab tingginya TSS salah satunya dipengaruhi oleh asupan material dari daratan yang terbawa melalui aliran sungai.

Berdasarkan ketiga lokasi penelitian, TSS paling tinggi terdapat di Belakang Hadi Mall. Kondisi ini disebabkan aliran air yang berasal dari sungai yang mengalami pencampuran dan pengadukan dengan air dari laut pada daerah ini sehingga tingkat kekeruhannya lebih tinggi.

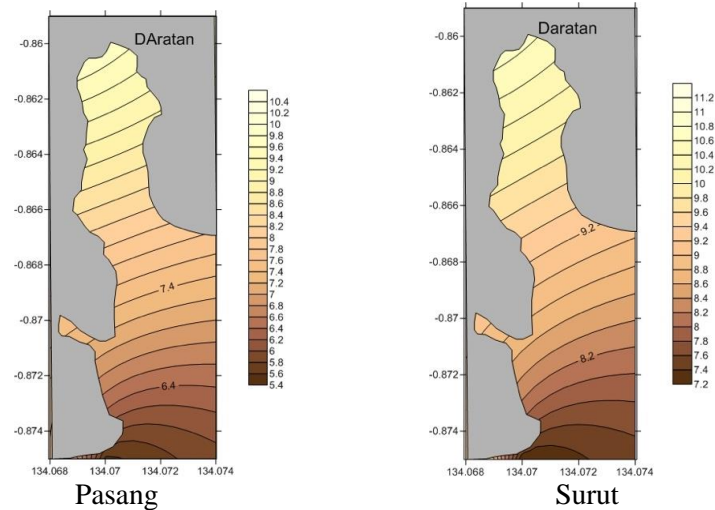


Gambar 4. TSS di Sekitar Perairan Sanggeng

Pickard dan Emery (1970) menyebutkan bahwa aliran sungai yang masuk ke perairan pantai biasanya mem-bawa bahan-bahan tersuspensi yang akan mengurangi kecerahaan dan meningkat TSS di perairan. Selanjutnya, rendahnya TSS di Perairan BLK disebabkan kecepatan arus yang begitu cepat sehingga padatan tersus-pensi begitu cepat berubah serta lokasi perairan yang begitu terbuka ke arah laut sehingga pengaruh dari daratan relatif ber-kurang. Berdasarkan pasang surut, TSS rela-tif lebih tinggi pada saat surut di semua lokasi. Hal ini disebabkan banyaknya masu-kan lumpur

dan pasir halus serta jasad-jasad renik yang berasal dari sungai atau dari darat sehingga mempengaruhi akan perairan.

Kisaran nilai TSS ini masih berada di bawah ambang batas yang dapat mendukung kehidupan berbagai organisme perairan. Berdasarkan keputusan Menteri Lingkungan Hidup KEP No-51/MNLH/I/2004 nilai ini masih sesuai dengan standar baku mutu air untuk biota yaitu dibawah 20 mg/l yang dapat menopang kehidupan biota perairan (MNLH 2004).

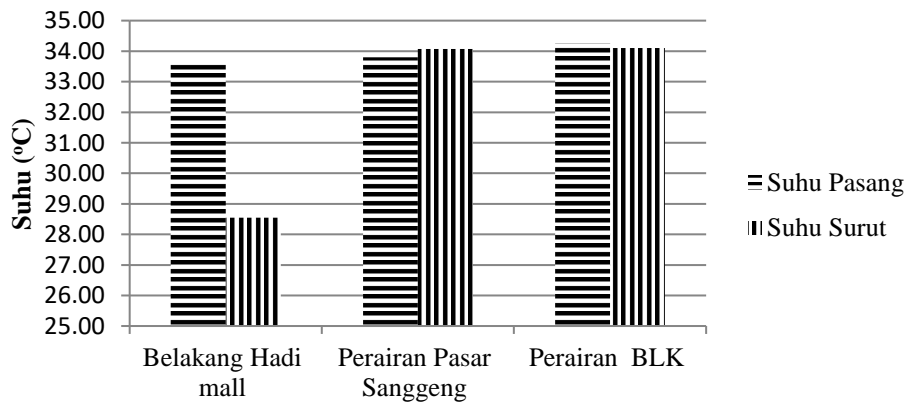


Gambar 5. Sebaran Spasial TSS di Teluk Sawaibu

Suhu

Hasil pengukuran suhu permukaan air laut di sekitar perairan Sanggeng berkisar 28,55 - 34,25 °C. Suhu yang diambil dalam penelitian merupakan suhu sesaat yang nantinya akan berpengaruh terhadap salinitas dan

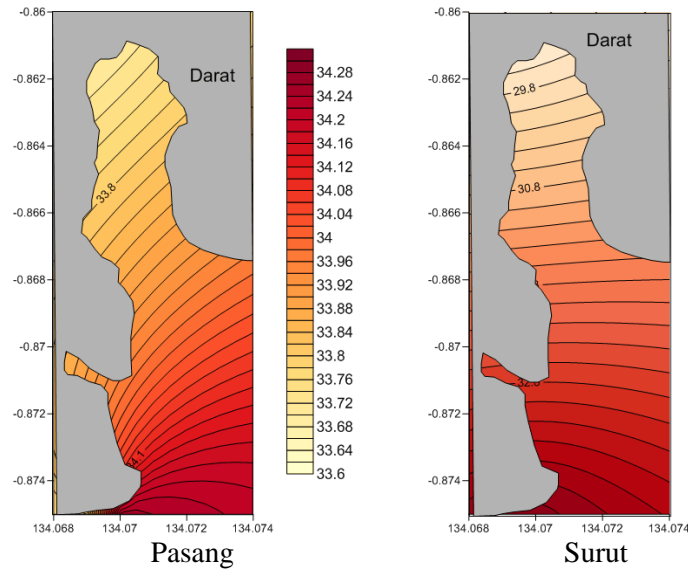
densitas air. Menurut Kusuma (2015), hasil pengamatan Teluk Jakarta berkisar 28,9 – 30,2°C. Kondisi suhu yang relatif berbeda disebabkan karena waktu pengambilan, kondisi cuaca serta intensitas cahaya (Jin *et al.*2008).



Gambar 6. Suhu di Sekitar Perairan Sanggeng

Secara keseluruhan suhu pada setiap lokasi pengambilan dan perbedaan pasang surut relatif tidak berbeda. Hanya saja, rendahnya suhu pada saat surut di belakang hadi mall disebabkan masukan air dari sungai wirsi. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh Effendi

(2003) bahwa perubahan suhu air laut dapat terjadi akibat adanya masukan air sungai ke laut. Berdasarkan keputusan Kementerian Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 maka suhu untuk kehidupan biota laut masih layak.

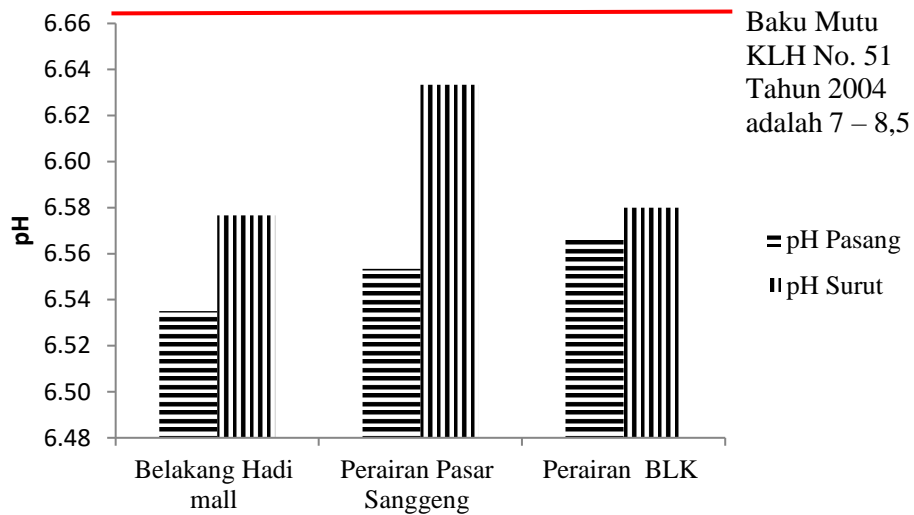


Gambar 7. Sebaran Spasial Suhu di Teluk Sawaibu

Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang cukup penting dalam memantau kestabilan perairan. Nilai pH suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain oleh proses

fotosintesis biologi dan adanya berbagai jenis kation dan anion di perairan tersebut. Tingkat keasaman yang diperoleh selama pengamatan di sekitar perairan Sanggeng menunjukkan nilai yang hampir sama pada keseluruhan lokasi yaitu sekitar 6,54 - 6,63.



Gambar 5. pH di Sekitar Perairan Sanggeng

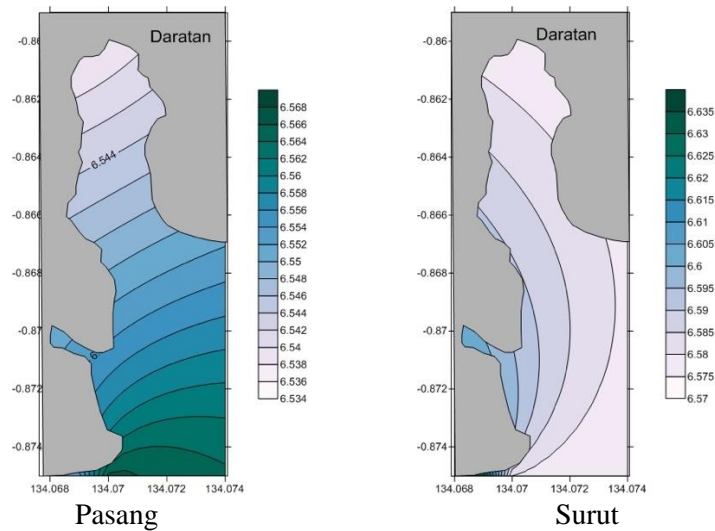
Sebaran pH relatif konstan, menurut Parsons (1984) hal ini berkaitan dengan kemampuan laut yang dapat menstabilkan perubahan pH melalui *system buffer* melalui reaksi redoks. Berdasarkan pasang surut, pH saat surut lebih rendah dibandingkan saat pasang.

Kondisi ini disebabkan oleh banyaknya masukan bahan organik dan air tawar dari darat. Berdasarkan baku mutu kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut yaitu 7 - 8,5 maka kondisi pH perairan di sekitar pasar Sanggeng relatif rendah

dan kondisi ini akan mengganggu keberadaan biota yang berada di perairan tersebut.

Dibandingkan dengan penelitian oleh Gemilang, *et al* (2017) di perairan Teluk Ambon Dalam (TAD) pH yang terukur adalah 7,9 – 8,1, Nilai pH hasil pengukuran dibandingkan dengan penelitian sebelumnya menunjukkan nilai yang tidak terlalu jauh

berbeda. Besarnya nilai pH sangat menentukan dominasi fitoplankton yang mempengaruhi tingkat produktivitas primer suatu perairan dimana keberadaan fitoplankton didukung oleh ketersediaannya nutrisi di laut (Megawati *et al.*, 2014). Tinggi rendahnya pH perairan dapat dipengaruhi oleh banyak sedikitnya bahan organik darat yang dibawa melalui aliran sungai.

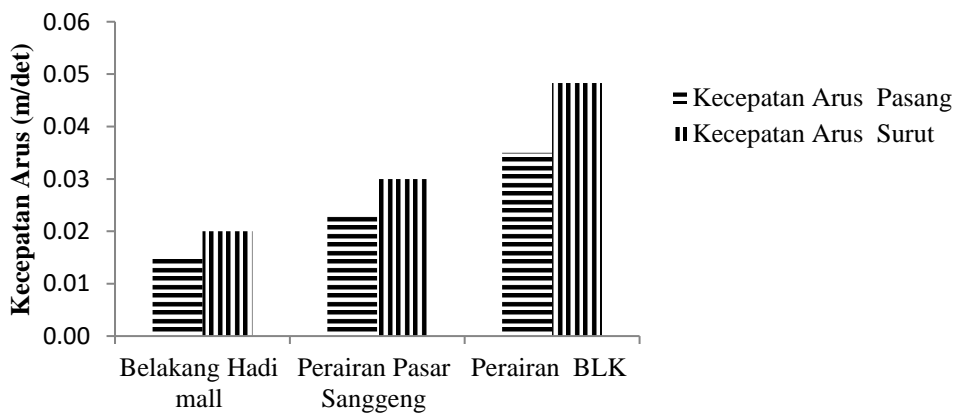


Gambar 8. Sebaran Spasial pH di Teluk Sawaibu

Kecepatan Arus Permukaan

Kondisi arus di sekitar perairan Sanggeng lebih dipengaruhi oleh adanya fenomena pasang surut karena kondisi perairan yang semi tertutup. Kisaran kecepatan arus yang terjadi di sekitar perairan Sanggeng adalah 0,02 – 0,05

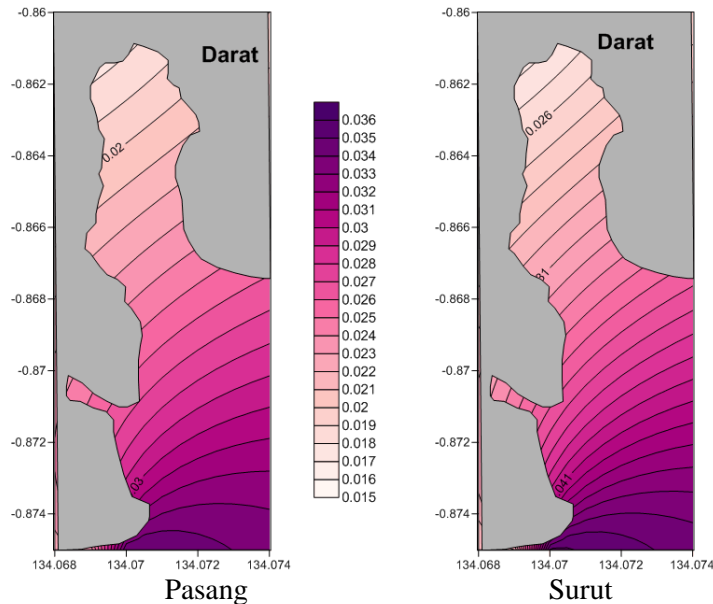
m/det. Kecepatan arus tertinggi terdapat di perairan BLK (Gambar 9), hal ini disebabkan oleh perairannya yang sedikit terbuka di bandingkan dengan lokasi yang lain sehingga faktor angin sangat berpengaruh terhadap kecepatan arus di perairan tersebut.



Gambar 9. Kecepatan Arus di Sekitar Perairan Sanggeng

Berdasarkan pasang surut, kecepatan arus tertinggi terjadi pada saat kondisi surut, hal ini dikarenakan kondisi perairan yang semi tertutup dan topografi dari perairan tersebut. Kecepatan

tan arus pada suatu perairan sangat dipengaruhi oleh kekuatan angin, topografi, kedalaman, luas dan efek coriolis (Rothenberg *et al.* 2007).



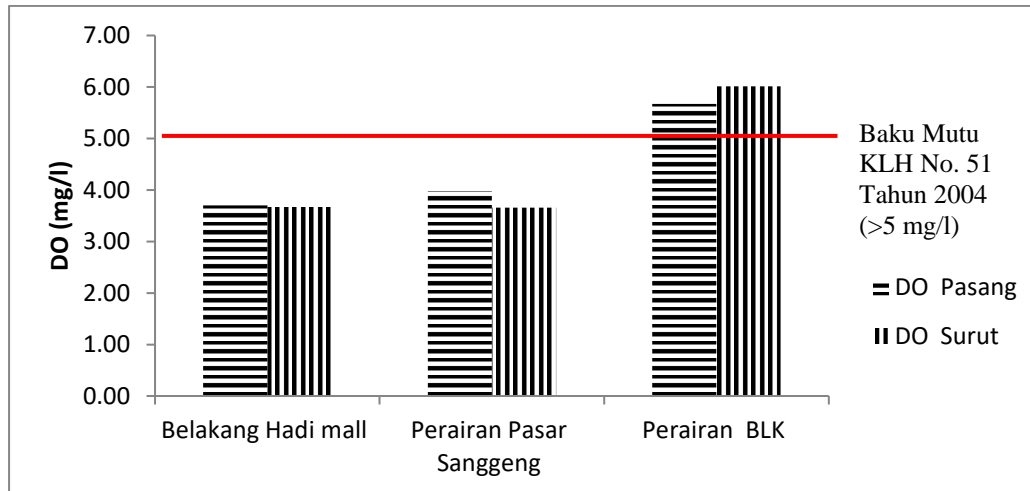
Gambar 10. Sebaran Spasial Arus di Teluk Sawaibu

Oksigen Terlarut (DO)

Sebaran horizontal kandungan oksigen terlarut di permukaan air sekitar perairan Sanggeng adalah 3,66 – 6,02 mg/l. Kandungan oksigen terlarut tertinggi berada di perairan BLK, hal ini disebabkan oleh kurangnya dekomposisi dari mikroorganisme. Rendahnya kandungan oksigen terlarut di perairan Sanggeng dan belakang hadi mall disebabkan tingginya dekomposisi oleh mikroorganisme dalam menggunakan oksigen serta banyaknya pasokan bahan organik dari aktivitas di sekitar lokasi tersebut seperti limbah pasar, pertokoan, hotel, sungai dan limbah dari tempat pasar ikan. Nilai DO ini relatif sama dengan hasil pengamatan DO pada penelitian di perairan Teluk Ambon (Ohello, 2010) dengan kisaran DO 4.56-

5.09 mg/l. Kondisi ini kemungkinan disebabkan karena tidak terdistribusinya massa air secara vertikal karena adanya ambang yang dangkal dan sempit sehingga berpotensi membuat massa air di Teluk sawaibu menjadi stagnan dan berpengaruh terhadap distribusi oksigen terlarut di perairan tersebut.

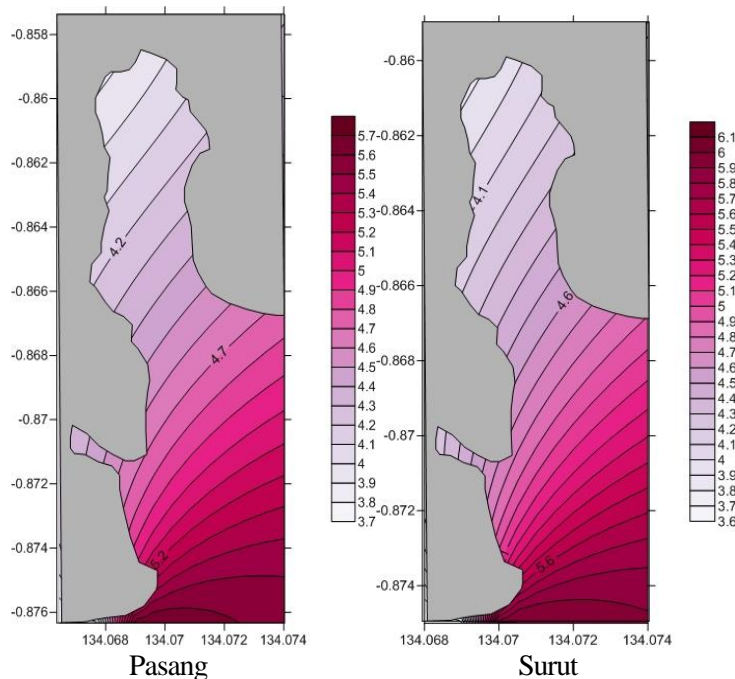
Banyak masukan bahan organik dari daratan tergambar dari tingginya total organik matter (TOM) di belakang hadi mall dan perairan sanggeng. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh Nybakken (1982) bahwa kandungan oksigen di perairan dapat dijadikan petunjuk tentang adanya pencemaran bahan organik dengan bertambahnya aktivitas dekomposisi dalam menguraikan limbah yang masuk dalam perairan.



Gambar 11. DO di Sekitar Perairan Sanggeng

Berdasarkan pasang surut, kandungan oksigen terlarut di sekitar perairan Sanggeng relatif tidak berbeda. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu yaitu >5 mg/l, maka kondisi perairan di perairan Sanggeng dan belakang hadi mall

relatif rendah sehingga akan mengganggu kebutuhan oksigen dari biota perairan. Selanjutnya untuk perairan BLK masih diatas baku mutu sehingga belum mengganggu akan kebutuhan oksigen dari biota yang ada di perairan tersebut.



Gambar 12. Sebaran Spasial DO di Teluk Sawaibu

Total Organik Matter (TOM)

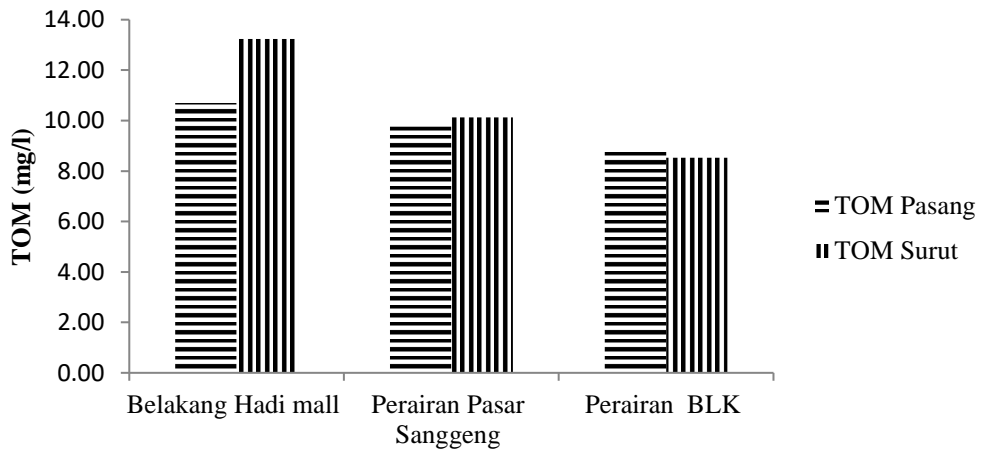
Total Organik Material (TOM) menggambarkan kandungan bahan organik total suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi (*par-*

ticulate) dan koloid. Bahan organik merupakan bahan bersifat kompleks dan dinamis yang berasal dari sisa tanaman dan hewan yang terdapat di dalam tanah yang mengalami perombakan. Bahan ini

terus-menerus mengalami perubahan bentuk karena dipengaruhi oleh faktor sika, kimia dan biologi. Dekomposisi bahan organik dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain susunan residu, suhu, pH, dan ketersediaan zat hara dan oksigen (Rakhman, 1999).

Kisaran TOM pada perairan ini cukup tinggi yaitu berkisar antara 8.53-13.23 mg/l (Gambar 13). Kandungan

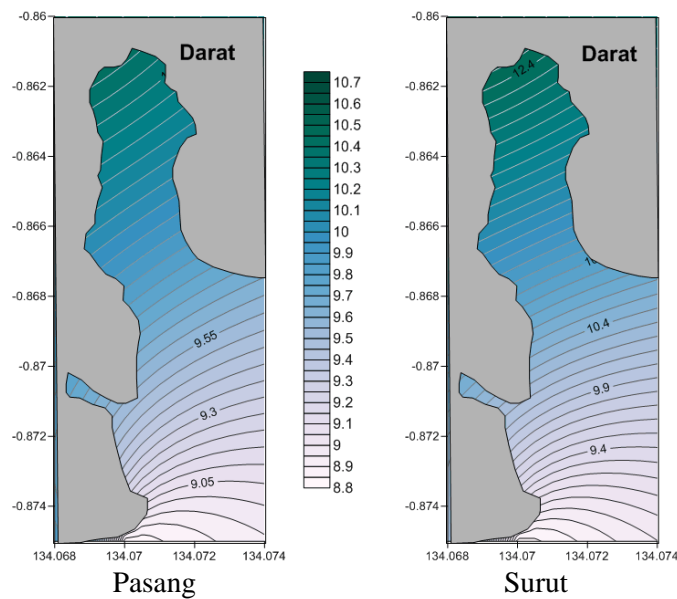
TOM dalam perairan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adanya pemasukan bahan organik dari lingkungan sekitarnya dan kecepatan arus (Meng *et al* 2008). Nilai TOM yang tinggi berada di belakang hadi mall, hal ini sangat diduga berhubungan dengan masukan bahan organik yang berasal sungai.



Gambar 13. TOM di Sekitar Perairan Sanggeng

Berdasarkan pasang surut, umumnya pada saat kondisi surut TOM lebih tinggi dibandingkan saat pasang. Kondisi demikian disebabkan masuknya

pasokan bahan organik yang berasal dari daratan ke perairan sehingga menambah jumlah bahan organik yang berada di perairan tersebut.



Gambar 14. Sebaran Spasial TOM di Teluk Sawaibu

KESIMPULAN DAN SARAN

Kualitas perairan di Teluk Sawaibu telah dipengaruhi oleh limbah organik khususnya di Belakang Hadi Mall dan Perairan Sanggeng. Kondisi ini terbukti dengan beberapa parameter yang tidak sesuai dengan standar baku mutu perairan. Pasang Surut sangat berpengaruh terhadap distribusi limbah organik di perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA, 1998. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. New York
- Damar A. 1996. Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Indeks Mutu Lingkungan Perairan dan Beban Limbah di Pesisir Indramayu [Tesis]. Bogor. Program Pascasarjana IPB Bogor.
- Dunn RJK, Teasdale PR, Warnken J, Jordan MA, Arthur JM. 2007. Evaluation of the Insitu, Time-Integrated DGT Technique by Monitoring Changes in Heavy Metal Concentrations in Estuarine Waters. *J Env Poll* 148: 213 -220.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air* (Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan). Jogjakarta. Penerbit Kanisius
- Gemilang WA, G.A. Rahmawan, U.J. Wisna. 2017. Kualitas Perairan Teluk Ambon Dalam Berdasarkan Parameter Fisik dan Kimia Pada Musim Peralihan I. *Enviro Scienteae* Vol. 13 No. 1, April 2017
- Helfinalis. 2005. Kandungan Total Suspended Solid dan Sedimen Dasar di Perairan Panimbang. *Makara. Sains* Vol (9) No 2. 8 hal.
- Jin YX, Wang J, Zhang LuC, Duan Q. 2008. Effects of Modern and Ancient Human Activities on Mercury in the Environment in Xi'an Area, Shannxi Province, P.R. China. *J Env Poll* 153 :342 – 350.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup No 51. 2004. Baku Mutu Air Laut. Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan Kelembagaan Lingkungan Hidup www.menlh.go.id/home.index.php?option=com_content&view=article&layout=edit&id=16 [16 Juni 2010]
- Kusuma AH, Pratono T, Atmadipoera AS, Arifin T. Sebaran logam berat terlarut dan terendapkan di perairan teluk Jakarta. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan* Vol. 6 No. 1 Mei 2015: 41-50.
- Meng PJ, Lee HJ, Wang JT, Chen CC, Lin HJ, Tew KS, Hsieh WJ. 2008. A long-term Survey on Anthropogenic Impacts to the Water Quality of Coral Reefs, Southern Taiwan. *J Env Poll* 156 : 67-75.
- Ohello T. M. (2010). Kondisi Lingkungan Perairan Teluk Ambon Dalam dan Hubungannya Dengan Perilaku Masyarakat. [Tesis]. IPB.Bogor.
- Park GS, Chung CS, Lee SH, Hong GH, Kim SH, Park SY, Yoon SJ, Lee SM. 2005. Ecotoxicological Evaluation of Sewage Sludge Using Bioluminescent Marine Bacteria and Rotifer. *J Oce Sci* 40 (2) : 91-100
- Parsons TR, Masayuki T, Barry H. 1984. *Biological Oceanography Processes*. London. Third Edition, Pergamon Press.
- Pickard GL, Emery WJ. 1970. *Descriptive Physical Oceanography*. New York : Pergamon Press.
- Rakhman A. 1999. Studi Penyebaran Bahan Organik Pada Berbagai Ekosistem Di Perairan Pantai Pulau Bonebatang. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Rothenberg, Sarah E, Ambrose RF, Jay JA. 2007. Mercury Cycling in Surface Water, Pore Water and

Sediments of Mugu Lagoon,
CA, USA. *J Env Poll* 154:32 –
45.

Sanusi HS. 2006. *Kimia Laut* (Proses
Fisik Kimia dan Interaksinya

dengan Lingkungan). Edisi
Pertama. Penerbit Departemen
Ilmu dan Teknologi Kelautan,
Bogor. FPIK IPB.

