

74

**SAINS, TEKNOLOGI
DAN LINGKUNGAN**

LAPORAN RESEARCH GRANT



**TITIK PENENTUAN PARAMETER KERUSAKAN TERUMBU
KARANG DI DAERAH SIBOLGA**

Rita Juliani, S. Si, M. Si (Ketua)
Drs. Rappel Situmorang, M.Si (Anggota)
Wanri Lumbanraja (Anggota Mahasiswa)

Didanai oleh Dana PO Unimed SK Rektor No. 0486/UN33.I/KEP/2011 tanggal 30 Mei 2011

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

MEDAN

November, 2011

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN RESEARCH GRANT**

1. Judul	: Pola Penentuan Parameter Kerusakan Terumbu Karang di Daerah Sibolga
2. Payung/Tema Penelitian	Konservasi Sumber Daya Alam dan Kesehatan Lingkungan -Pengembangan system konservasi sumberdaya alam fisik, hewan, tumbuhan Sumatera Utara
3. Ketua a. Nama b. Pangkat, Gol, NIP c. Jurusan/Fakultas d. Bidang Keahlian e. Alamat Rumah No.Telp./HP	: Rita Juliani, S.Si, M.Si : Lektor/ IIIc/ 19690715 199702 2 001 : Fisika/ MIPA : Geo-Fisika : Jl.Surya Haji Komplek Taman Surya Indah No. 9 A Lau Dendang 081396014353
4. Nama Anggota	: 1. Drs. Rappel Situmorang, M.Si
5. Nama Mahasiswa yang Dilibatkan	: 1. Wanri Lumbanraja 2.
6. Waktu Pelaksanaan	: Juli - November 2011
7. Biaya yang diperlukan a. Sumber dari Unimed b. Sumber Lain c. Jumlah	: Rp. 10.000.000,- : Tidak Ada : Rp 10.000.000,- (sepuluh juta rupiah)

Medan, November 2011

Ketua Jurusan



Dra. Derjina M.Si
NIP. 196403211990032001


Ketua Peneliti,



Rita Juliani, S.Si, M.Si
NIP. 196907151997022001



Ketua Lembaga Penelitian Unimed
Dra. Derjina M.Si
NIP. 196403211990032001



Mengesahkan:
Ketua Jurusan Fisika
Prof. Drs. Motlan, M.Sc.Ph.D
NIP. 195908051986011001

ABSTARK

Kekhasan perairan Sibolga tidak terlepas dari biota laut yang kaya akan terumbu karang, merupakan tempat hidup ikan-ikan laut. Namun terumbu karang dalam bencana karena terumbu karang di dunia terancam punah oleh *overfishing*, polusi dan perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola DO, pola konduktivitas, pola suhu dan pola pH air laut di pesisir pantai Sibolga.

Sampel penelitian diambil sebanyak 11 titik yang menyebar di pesisir pantai Sibolga. Sampel yang diambil kemudian diuji dan dianalisis kemudian dibandingkan dengan baku mutu air laut untuk wisata bahari tahun 2004. Pengujian sampel dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan laboratorium BTKLPPM

Hasil pola pengukuran DO yang diperoleh 6,0 - 15,1 mg/l dengan rata-rata 10 mg/l dengan nilai baku mutu air laut untuk wisata bahari > 5 mg/l. DO berbanding terbalik dengan BOD nya. Konduktivitas ber nilai 36,50 - 43,90 mS/cm, dengan rata-rata 41,84 mS/cm. Salinitas berkisar 19,1 - 40,6 ‰ dengan rata-rata 23,3 ‰. Perairan Indonesia memiliki salinitas 30 - 35 ‰, untuk karang salinitas bernilai 25 - 45 ‰. Secara keseluruhan salinitas pesisir pantai Sibolga rendah sehingga baik untuk kehidupan terumbu karang. Suhu pesisir pantai Sibolga berkisar 28,9 - 29,9 °C atau rata-rata 29,5 °C. Menurut standar baku mutu air laut untuk biota laut adalah 35 °C. Air laut di pesisir pantai Sibolga masih di bawah baku mutu air laut untuk biota. pH daerah pesisir pantai Sibolga diperoleh 8,6 - 8,8 dengan rata-rata 8,7. Nilai pH baku mutu air laut untuk wisata bahari berkisar 7,0 - 8,5. Untuk perikanan pH berkisar 6 - 8,5. pH di suatu perairan normal berkisar 6,0 - 9,0. Pantai pesisir Sibolga terkategori diatas nilai ambang batas tapi masih termasuk dalam kategori perairan normal. Nilai kecerahan berkisar 97 - 183 cm dengan rata-rata 131,6 cm dan tidak terlihat tampak dasar terumbu karang hidup. Nilai baku mutu air laut untuk wisata bahari adalah > 6 m, sehingga air laut di pesisir pantai Sibolga termasuk daerah yang tercemar. Air laut pesisir Sibolga hampir setengah beraroma bau terutama di grid 2, 3, 8, 9 dan 10 sedangkan lapisan minyak ada pada grid 6 dan grid 7.

Kata Kunci : DO, BOD, konduktivitas, Suhu, pH

DAFTAR ISI

Halaman

1. Halaman Pengesahan	i
2. Abstrak	ii
3. Daftar Isi	iii
4. Pendahuluan	1
5. Bab II Studi Pustaka	6
6. Bab III Metode Penelitian	17
7. Bab IV Hasil dan pembahasan	25
8. Bab V Simpulan	42
9. Daftar Acuan	44

Lampiran

1. Dokumentasi	1
2. Peta Lokasi	1
3. Baku Mutu Air Laut	1
4. Kontrak Kerja	1

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Sibolga terletak pada garis $1^{\circ} 44$ Lintang Utara dan $98^{\circ} 47$ Bujur Timur, Sebelah Utara, Timur, Selatan dan Barat berbatasan dengan Kabupaten Tapanuli Tengah. Kota Sibolga mempunyai wilayah seluas 3.536 (35,36 km^2) Ha yang terdiri dari 1.126,67 Ha daratan Sumatera, 23,32 Ha daratan kepulauan dan 2.171,01 Ha lautan. Pulau-pulau yang termasuk dalam kawasan Kota Sibolga adalah Pulau Poncan Gadang, Poncan Ketek, Pulau Sarudik dan Pulau Panjang. Sementara wilayah administrasi pemerintahan Kota Sibolga terdiri dari 4 Kecamatan dan 17 Kelurahan. (Kota Sibolga Dalam Angka 2009)

Kota Sibolga awalnya merupakan sebuah dusun kecil yang berada di Teluk Tapian Nauli. Dalam perkembangannya dusun ini menjadi sebuah kota bahari yang identik dengan fungsi melayani kepentingan perdagangan antar pulau, antar negara, melayani para pelaut atau musafir yang berkelana dari berbagai penjuru negeri, dan melayani mereka yang hendak beristirahat atau sekedar bertamasya. Dilihat dari sisi kepariwisataan, Kota Sibolga sangat potensial, karena disamping keindahan alam pegunungan, juga terdapat pantai-pantai yang indah di Teluk Tapian Nauli dan perbukitan yang seolah-olah melindungi kota ini, serta pulau-pulau yang menarik yang berada di perairan teluk memiliki taman laut eksotis sehingga Kota Sibolga sangat potensial dikembangkan sebagai kota objek wisata. Sibolga juga kaya akan peninggalan bersejarah, adat dan budaya. Kota ini juga merupakan titik sentral bagi wisatawan yang akan melanjutkan perjalanan ke daerah-daerah disekitarnya seperti Pulau Nias, Provinsi Sumatera Barat dan Aceh Nangro.

Dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) Kota Sibolga, pengembangan pariwisata merupakan salah satu program prioritas dengan melaksanakan berbagai kegiatan untuk mendukung pembangunan kepariwisataan tersebut. Berbagai event setiap tahunnya dilaksanakan di Kota ini dalam upaya menarik para wisatawan, seperti Lomba Perahu Dayung, Upacara Maure Lawik, Lomba Memancing Ikan, serta

berbagai perlombaan Seni Budaya Khas Pesisir Sibolga. Dilihat dari sumber daya yang cukup handal bila dikelola dengan baik. Perairan ini memiliki ekosistem laut yang merupakan tempat hidup dan mimijah ikan-ikan laut. Seiring dengan berjalannya waktu dan pesatnya pembangunan disegala bidang memberikan tekanan yang besar terhadap lingkungan sekitarnya, khususnya lingkungan perairan.

Kekhasan perairan Sibolga tidak terlepas dari biota laut yang kaya akan terumbu karang, yang merupakan tempat hidup ikan-ikan laut. Namun terumbu karang dalam bencana karena terumbu karang di dunia terancam punah pada tahun 2050 oleh overfishing, polusi dan perubahan iklim. Air laut yang makin panas akibat pemanasan global, pengasaman samudera yang disebabkan polusi karbon dioksida, pelayaran, overfishing, pembangunan di pesisir pantai dan limbah pertanian semua menimbulkan ancaman terhadap terumbu karang, yang diandalkan ratusan juta orang untuk menghidupkan mereka (Analisa, 26 Maret 2011).

Terumbu karang di Asia Tenggara kini menghadapi ancaman paling besar dengan 95 persen darinya tercantum dalam daftar terancam bahaya; sekitar 75 persen terumbu karang di Karibia telah hilang selama 30 tahun sejak 1977, termasuk semua terumbu di Florida, Haiti dan Jamaika. Tapi bahkan Australia tempat terumbu dilindungi akan ada dalam zona bahaya pada pertengahan abad ini jika perubahan iklim dibiarkan tanpa pencegahan. Indonesia Timur dan Papua Nugini tinggal 68 persen, sedangkan kawasan Indonesia Barat tinggal 29 persen.

Kerusakan pada terumbu karang, merusak simbiosis antara terumbu karang dan alga simbiotik yang terjadi karena suhu air laut meningkat dan kadar mineral tinggi. Meningkatnya suhu air laut menyebabkan respon stress bernama *coral bleaching*, dimana terumbu kehilangan ganggang simbiotik semarak sehingga menunjukkan kerangkanya yang putih. Meningkatnya suhu air laut secara mendadak atau meningkat sampai diatas suhu yang bisa ditoleransi oleh biota laut menyebabkan kematian massal biota laut.

Meningkatnya emisi karbon dioksida (CO₂) secara perlahan menyebabkan lautan menjadi lebih asam karena laut menyimpan potensi penyerapan karbon besar tetapi

memiliki dampak yang bisa mengakibatkan kadar air laut menjadi asam (asidifikasi) yang bisa menyebabkan kerusakan biota laut. Pengasaman samudera mengurangi tingkat pertumbuhan terumbu dan jika dibiarkan dapat menyebabkan lemahnya kemampuan untuk mempertahankan struktur fisiknya. Kerusakan biota laut seperti karang karena asidifikasi antara lain pemutihan karang (*bleaching*), osteoporosis terumbu karang dan sedimentasi.

Nancy sebagai salah satu peneliti dari Amerika Serikat pada Konferensi Kelautan Dunia (WOC) di Manado mengatakan peningkatan suhu laut juga mengikuti peningkatan kadar karbondioksida yaitu bila suhu meningkat satu derajat maka kadar CO₂ mencapai 375 ppm (part per milion), bila meningkat dua derajat maka kadar CO₂ bisa menjadi 450 - 500 ppm, dan bila meningkat tiga derajat maka kadar CO₂ meningkat menjadi di atas 500 ppm (<http://www.mediaindonesia.com/read/2009/05/05/73573/89/14/Penyerapan-Karbon-Bisa-Rusak-Biota-Laut>).

Studi terbaru yang dikeluarkan oleh Sekretariat Konvensi Keragaman Hayati PBB menyatakan perubahan iklim memiliki dampak kerusakan terhadap ekosistem laut yang tidak dapat diperbaiki. Laporan bertajuk Sintesis Ilmiah mengenai Dampak Pengasaman Laut memprediksi pada 2050, keasaman laut dapat meningkat sebanyak 150% akibat penyerapan karbon dioksida atmosfer. Perubahan dramatis ini terjadi 100 kali lebih cepat daripada berbagai pengalaman keasaman pada biota laut selama 20 juta tahun terakhir. Akibatnya, tidak ada cukup waktu bagi biota laut untuk beradaptasi secara evolusioner menghadapi perubahan yang mendadak ini.

Hasil penelitian Lefe`vre *et al.* (2004) di Lautan Atlantik Utara menunjukkan bahwa tekanan parsial gas karbondioksida dalam air laut telah meningkat lebih cepat dibandingkan dengan tekanan parsialnya di atmosfer khususnya pada saat musim panas yang mengakibatkan peningkatan pelepasan gas karbondioksida ke atmosfer, padahal sebelumnya daerah ini dikenal sebagai *net carbon sink*. Hal yang sama juga ditemukan oleh CNRS (2009) di Lautan Hindia Selatan. Le Quere *et al.* (2007) juga menyimpulkan bahwa penyerapan gas karbondioksida oleh Lautan Selatan telah melemah sebesar 15%

per dekade semenjak 1981 dan akan menjadi kurang efisien pada masa depan.(dalam Bisman Nababan Ph.D)

Berdasarkan hal-hal di atas perlu dilakukan penelitian di daerah pesisir pantai Sibolga Sumatera Utara dengan judul **Pola Penentuan Parameter Kerusakan Terumbu Karang di Daerah Sibolga**. Penelitian mencoba menawarkan solusi untuk mengatasinya punahnya terumbu karang secara dini dengan melalui penelitian konvensional yang dapat membantu pemerintah kota untuk mendapatkan informasi yang akurat pada penentuan suhu, konduktivitas, DO dan pH dari air laut pesisir laut Sibolga. Pada awal penelitian dievaluasi literatur, pengambilan sampel air, pengukuran suhu dan melakukan pengujian dengan menggunakan konduktivitas meter, dan pH meter. Selanjutnya untuk mengetahui suhu, konduktivitas, kadar DO dan keasaman air laut yang dibutuhkan untuk kelangsungan hidup terumbu karang akan dilakukan penelitian melalui tinjauan pustaka secara konvensional. Selain tinjauan pustaka tersebut dilakukan penelitian lapangan yang dapat digolongkan dalam analisa kebutuhan dan spesifikasi persyaratan. Dengan demikian dapat diketahui suhu, konduktivitas, DO dan pH air laut untuk menekan jumlah peningkatan suhu dan pH sampai dibawah ambang (baku mutu) yang disinergikan dengan menambah luasan penyerapan polutan dengan menambah hutan kota dan ruang terbuka hijau.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka permasalahan dirumuskan :

1. Metode apa yang digunakan untuk menentukan pola DO, konduktivitas, suhu dan pH air laut pesisir Sibolga Sumatera Utara.
2. Bagaimana pola DO air laut pesisir pantai Sibolga
3. Bagaimana pola konduktivitas air laut pesisir pantai Sibolga
4. Bagaimana pola suhu air laut pesisir pantai Sibolga
5. Bagaimana pola pH air laut pesisir pantai Sibolga

1.3. Tujuan penelitian ini:

1. Melakukan studi literatur dan melakukan penelitian pada metode-metode yang dibutuhkan untuk mengetahui pola DO, konduktivitas, suhu dan pH air laut pesisir Sibolga Sumatera Utara.
2. Menentukan pola DO.
3. Menentukan pola konduktivitas
4. Menentukan pola suhu air laut
5. Menentukan pola pH air laut
6. Mengolah hasil dan mengimplementasikan hasil penelitian secara terintegrasi.
7. Memberikan kontribusi ilmiah berupa publikasi ilmiah dari hasil penelitian di Jurnal ilmiah.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan akan menjadi tools untuk permasalahan serupa baik antar instansi, pemerintahan untuk setiap daerah atau secara nasional keluaran yang diharapkan dapat dikelompokkan menjadi:

1. Menghasilkan kontribusi ilmiah melalui publikasi di jurnal ilmiah lokal berupa keberhasilan dalam pengujian dan manfaat yang diberikan.
2. Menghasilkan sebuah informasi yang dapat digunakan sebagai instrumen analisis untuk penyediaan informasi pola DO, konduktivitas, suhu dan pH air laut pesisir Sibolga Sumatera Utara.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. TERUMBU KARANG

Terumbu karang adalah satu ekosistem laut yang unik, kompleks dan tinggi produktivitasnya. Terumbu karang telah ada sejak beribu tahun, bahkan berjuta tahun dahulu dan terbentuk dari organisme-organisme berukuran yang sangat kecil. Kebanyakan terumbu karang tua telah ada sejak 25 juta tahun yang lalu. Hanya di kawasan terumbu karang dapat dijumpai organisme yang telah melalui evolusi selama berjuta tahun.

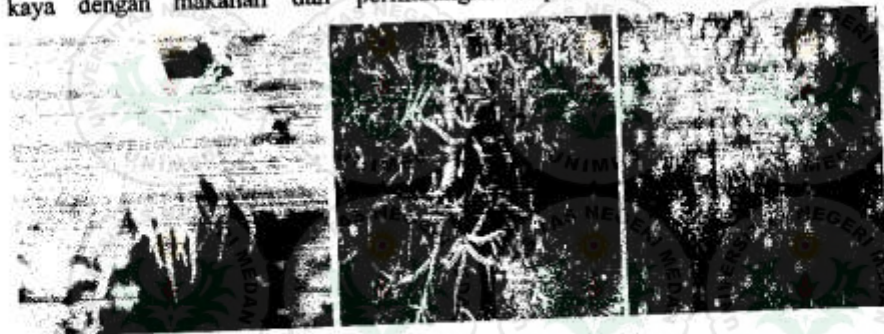
Organisma yang membentuk terumbu karang adalah famili *Cnidari*, termasuklah karang laut (*corals*), *sea anemone*, obor-obor, *hydra* dan sebagainya. Di bawah famili *Cnidari*, karang laut pula dikelaskan kepada tiga subkelas, *Octocorallia*, *Zoantharia* dan *Tabulata* (koloni karang yang telah pupus). Subkelas *Octocorallia* terdiri 'gorgonian coral', *sea pensies*, *organ-pipe corals* dan karang lembut (*soft coral*). Subkelas ini dikenal sebagai tentakel lapan pinat dan kebanyakannya adalah berkoloni dimana subkelas *Zoantharia* membentuk karang keras (*hard coral*) dan wujud berkoloni atau secara individu.

Batu karang menjadi tuan rumah kepada sejenis organisme karnivor yang disebut sebagai *polip*. Satu koloni batu karang boleh mengandungi ribuan polip yang menghasilkan kalsium karbonat dan seterusnya membina struktur batu karang. Batu karang adalah sumber produktiviti primer di komuniti terumbu karang hasil daripada simbiosis antara batu karang dengan sejenis alga satu-sel, *Zooxanthellae*. Alga berwarna perang kekuningan ini membekal nutrien yang diperlukan untuk proses tumbesaran batu karang pada kadar yang sesuai untuk pembinaan terumbu karang. Oleh itu, komuniti alga ini membekal kepada karang sumber makanan (dalam bentuk produk fotosintesis) dan pada masa masa yang sama batu karang pula menyediakan perlindungan serta akses kepada sumber cahaya matahari kepada *zooxanthellae* ini.

Kebanyakan karang laut yang membentuk terumbu karang dijumpai pada kedalaman kurang dari 46 meter, yang dapat ditembus cahaya matahari. Cahaya matahari adalah penting di dalam ekosistem terumbu karang kerana menjamin pertumbuhan karang laut dan alga mikroskopik (hidup dalam tisu-tisu polip) yang bersimbiosis. Jenis karang keras seperti karang laut berfungsi menyediakan makanan kepada karang melalui hasil fotosintesis, membersihkan karang dari pengumpulan bahan kimia dan sebagian nitrat.

Terumbu karang membesar dengan cepat di dalam air yang jernih dan ditembusi oleh cahaya matahari. Terumbu karang hidup subur pada suhu 20°C hingga 28°C . Selain mendapatkan makanan melalui hasil fotosintesis, *zooxanthellae* dan karang laut menangkap zooplankton dengan menggunakan tentakel polip dan menyerap sebagian organik yang larut di dalam air sebagai sumber makanannya. Kebanyakan karang laut makan pada waktu malam kerana zooplankton bergerak pada waktu malam. Hal ini juga adalah kerana tentakel polip yang tersembunyi pada siang hari dapat mengelakkan karang laut menjadi mangsa kepada haiwan lain, dan melindungi diri *ultra-violet*. Terumbu karang tumbuh membesar dengan cepat di kawasan tidak berombak kuat. Ombak membawa makanan, nutrien, menyebarkan larva karang laut, dan menghalang pengendapan sedimen pada terumbu karang. Presipitasi kalsium adalah penting dalam membentuk rangka polip karang keras. Proses ini berlaku pada suhu dan saliniti air laut yang tinggi dan kepekatan karbon dioksida yang rendah. Kebanyakan karang laut memilih permukaan yang keras untuk tumbesarnya.

Terumbu karang dapat bertindak sebagai benteng dan perlindungan pantai terhadap ombak yang kuat. Terumbu karang memberikan kawasan yang dilindungi dan penuh dengan makanan untuk pertumbuhan anak-anak ikan. Terumbu karang merupakan kawasan yang kaya dengan makanan dan perlindungan kepada berbagai spesies hidupan laut.



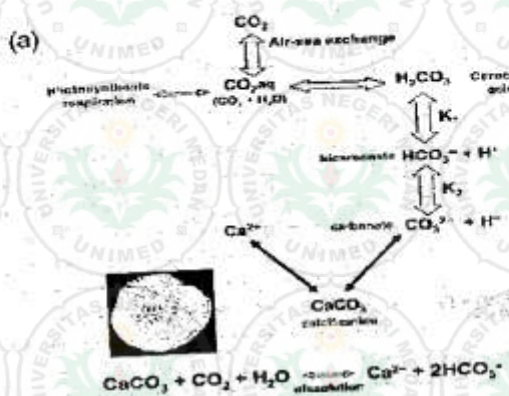
Gambar 2.1 Terumbu Karang

2.2. Keasaman Air laut

Laut dan samudra menyerap sekitar seperempat dari karbon dioksida yang dilepaskan ke atmosfer lewat pembakaran fosil, deforestasi, dan berbagai aktivitas manusia. Semakin banyaknya karbon dioksida yang dilepaskan ke atmosfer maka lautan pun semakin banyak menyerap CO_2 dengan kecepatan serapan semakin tinggi. Tanpa

kemampuan serapan laut seperti sekarang, kadar karbon dioksida atmosfer akan lebih tinggi secara signifikan daripada sekarang, dan dampak perubahan iklim akan lebih terasa. "Keasaman laut tidak dapat diperbaiki dalam jangka waktu, setidaknya, puluhan ribu tahun, dan kerusakan substansial pada ekosistem laut bisa dihindari hanya dengan pengurangan emisi CO₂ global secara mendadak dan segera. Sementara itu, Samudra akan mengalami gangguan terhadap komponen besar sumber makanan utama di laut, terutama spesies yang mengandung zat kapur seperti foraminifera, pteropods, coccolitophores, kerang, tiram, udang, kepiting, dan lobster. Spesies-spesies tersebut bergantung pada kalsium untuk tumbuh dan berkembang. Hal itu juga yang akan terjadi pada organisme laut lain seperti plankton, koral, dan remis yang pertumbuhannya bergantung pada kalsium. Keasaman air laut merupakan sisi lain perubahan iklim. Sebab pemanasan global, naiknya kadar asam di laut juga disebabkan oleh emisi karbon dioksida.

Perubahan konsentrasi CO₂ di atmosfer Bumi telah terjadi sejak 200 tahun lalu ketika revolusi industri dimulai. Perubahan itu telah mendorong keasaman karena 40% emisi CO₂ tersebut terserap oleh laut. Emisi yang larut dalam molekul air akan menghasilkan asam arang yang membuat air laut asam (Gambar 2.2.).



Gambar 2.2. Hidrolisi CO₂ di dalam air laut yang menyebabkan bertambahnya konsentrasi [H⁺]

Tingkat keasaman atau pH merupakan suatu ekspresi dari konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam air. Besarannya dinyatakan dalam minus logaritma dari konsentrasi ion H . Sebagai contoh, kalau ada pernyataan pH 6, itu artinya konsentrasi H dalam air tersebut adalah 0.000001 bagian dari total larutan. Karena untuk menuliskan 0.000001 (bayangkan kalau pH 14) terlalu panjang maka orang melogaritmakan angka tersebut sehingga menjadi -6. Tetapi karena ada tanda - (negatif) dibelakang angka tersebut, yang dinilai kurang praktis, maka orang mengalikannya lagi dengan tanda - (minus) sehingga diperoleh angka positif 6. Oleh karena itu, pH diartikan sebagai "-(minus) logaritma dari konsentrasi ion H ".

$$pH = -\log (H^+)$$

Selisih satu satuan angka pH artinya perbedaan konsentrasinya adalah 10 kali lipat. Dengan demikian, apabila selisih angkanya adalah 2 maka perbedaan konsentrasinya adalah $10 \times 10 = 100$ kali lipat. Sebagai contoh pH 5 menunjukkan konsentrasi H sebanyak 0.00001 atau 1/100000 (seperseratus ribu) sedangkan pH 6 = 0.000001 atau 1/1000000 (sepersepuluh juta). Dengan demikian kalau menurunkan pH dari 6 ke 5 artinya meningkatkan kepekatan ion H^+ sebanyak 10 kali lipat. Kalau misalkan pH itu gula, maka dengan menurunkan pH dari 6 ke 5, sama artinya bahwa larutan tersebut sekarang 10 kali lebih manis dari pada sebelumnya.

Tidak semua makhluk bisa bertahan terhadap perubahan nilai pH, untuk itu alam telah menyediakan mekanisme yang unik agar perubahan tidak terjadi atau terjadi tetapi dengan cara perlahan. sistem pertahanan ini dikenal sebagai kapasitas pem-buffer-an. pH sangat penting sebagai parameter kualitas air karena ia mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan di dalam air. Selain itu ikan dan makhluk-mahluk akuatik lainnya hidup pada selang pH tertentu, sehingga dengan diketahuinya nilai pH maka akan tahu apakah air tersebut sesuai atau tidak untuk menunjang kehidupan mereka. Besaran pH berkisar dari 0 (sangat asam) sampai dengan 14 (sangat basa/alkalis). Nilai pH kurang dari 7 menunjukkan lingkungan yang masam sedangkan nilai diatas 7 menunjukkan lingkungan yang basa (alkalin). Sedangkan pH = 7 disebut sebagai netral.

Fluktuasi pH air sangat di tentukan oleh alkalinitas air tersebut. Apabila alkalinitasnya tinggi maka air tersebut akan mudah mengembalikan pH-nya ke nilai semula, dari setiap "gangguan" terhadap pengubahan pH. Dengan demikian kunci dari penurunan pH terletak pada penanganan alkalinitas dan tingkat kesadahan air. Apabila hal ini telah dikuasai maka penurunan pH akan lebih mudah dilakukan.

2.3. Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon dioksida dalam air pada umumnya merupakan hasil respirasi dari ikan dan phytoplankton. Kadar CO₂ lebih tinggi dari 10 ppm diketahui menunjukkan bersifat racun bagi ikan, beberapa bukti menunjukkan bahwa karbon dioksida berfungsi sebagai anestesi bagi ikan. Kadar karbon dioksida tinggi juga menunjukkan lingkungan air yang asam meskipun demikian karbon dioksida diperlukan dalam proses pem-buffer-an. Apabila pH dalam suatu akuarium dikendalikan, terutama, oleh sistem pem-buffer-an karbonat, maka hubungan pH, KH dan CO₂ terlaui akan merupakan hubungan yang tetap. Dengan demikian, salah satu dari parameter tersebut dapat diatur dengan mengatur parameter yang lain. Sebagai contoh nilai pH dapat diatur dengan mengatur KH atau kadar CO₂. Suatu sistem CO₂ injektor, misalnya, dapat digunakan untuk mengatur pH dengan cara mengatur injeksi CO₂ sedemikian rupa apabila nilai pH nya mencapai nilai tertentu. Dalam hal ini KH dibuat tetap. CO₂ digunakan oleh tanaman atau terdifusi ke atmosfer, akibatnya pH naik. Dengan sistem otomatis seperti disebutkan sebelumnya maka sistem injeksi CO₂ akan berjalan sedemikian rupa disekitar nilai pH tertentu, untuk menjaga kadar CO₂ yang memadai.

Tabel berikut menunjukkan hubungan antara kadar CO₂ terlarut dalam air (ppm) dengan nilai KH dan pH. Secara umum dapat dikatakan bahwa CO₂ terlarut dalam akuarium dengan kepadatan sedang akan berada pada selang 1-3 ppm. Untuk akuarium tanaman ph=6.9, KH=4 dan CO₂ =15 ppm merupakan nilai yang ideal.

KH	pH												
	6	6,2	6,4	6,6	6,8	6,9	7	7,2	7,4	7,6	7,8	8	9
1	40	25				6	5	4	2	1,5	1	0,5	0
2	80	50	30				8	5	3	2	1	0,5	0
3	120	75	50	30				8	5	3	2	1	0
4	160	100	60	40	25				6	4	2,5	2	1,5
5	200	125	80	50	32	25			8	5	3	2,5	1
7	280	175	110	70	45	35	28			7	4	3	1,5
10	400	250	160	100	65	50	40	25			6	4	2
12	480	300	190	120	75	60	50	30			8	5	3

Keterangan:

: Kadar CO₂ normal pada akuarium tanpa injeksi CO₂

: Selang yang disarankan untuk akuarium tanaman

: Konsentrasi yang membahayakan ikan

2.4. Konduktivitas

Pengukuran dasar yang digunakan untuk mempelajari gerak ion adalah pengukuran tahanan listrik larutan. Konduktansi merupakan kebalikan dari tahanan, semakin rendah tahanan larutan maka semakin tinggi konduktansinya. Alat yang digunakan untuk mengukur konduktivitas larutan disebut konduktivimeter dengan satuan mikromhopercentimeter ($\mu\Omega^{-1}/\text{cm}$) atau Ms/cm (milli Siemens percentimeter). Konduktivitas bertambah dengan bertambahnya salinitas. Secara umum, faktor yang paling dominan dalam perubahan konduktivitas air adalah temperatur.

Hambatan berbanding terbalik dengan luas penampang dan sebanding dengan panjang yang dinyatakan dengan persamaan :

$$R = \rho / A$$

Konstanta pembanding ρ disebut resistivitas sampel. Konduktivitas (K) merupakan kebalikan dari resistivitas sehingga

$$R = (1/K) (l/A) \text{ atau } K = l/RA$$

Perhitungan konduktivitas secara langsung dari tahanan sampel dan dimensi sel I dan A tidak dapat diandalkan karena distribusinya rumit, sel dikalibrasikan dengan sampel yang diketahui konduktivitasnya K^* (biasanya larutan Kalium Klorida dalam air) dan konstanta sel C, ditentukan dari :

$$K^* = C/R^*$$

Dengan R^* = tahanan standar

Jika sampel mempunyai tahanan R dalam sel yang sama, maka konduktivitasnya adalah $K = C/R$

2.5. Oksigen Terlarut (DO)

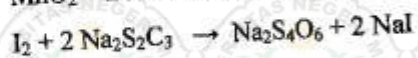
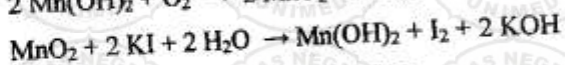
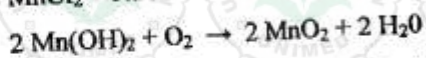
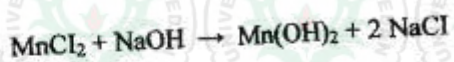
Oksigen terlarut adalah parameter kimia perairan yang menunjukkan banyaknya oksigen yang terlarut dalam suatu ekosistem perairan. Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen = DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pemapasan proses metabolisme atau pertukaran zat yang menghasilkan energi. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut.

Oksigen merupakan komponen penting dan menjadi faktor pembatas bagi organisme perairan. Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) dibutuhkan oleh jasad hidup untuk proses pemapasan, metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Oksigen dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik. Oksigen di perairan dihasilkan dari proses difusi dari udara bebas dan fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan (Salmin,2000). Oksigen memegang peranan penting sebagai indikator kualitas perairan karena oksigen terlarut diperlukan pada proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Dalam kondisi aerobik peranan oksigen adalah untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik dengan hasil akhirnya adalah nutrien yang nantinya memberikan tingkat kesuburan perairan. Pada kondisi an aerobik oksigen yang dihasilkan akan mereduksi senyawa kimia menjadi bentuk yang lebih sederhana yaitu nutrien dan gas.

Oksigen berperan sebagai pengoksidasi dan pereduksi bahan kimia beracun menjadi bahan kimia yang tidak beracun. Oksigen sangat berguna bagi organisme untuk bernafas. Oksigen terlarut dapat dianalisis atau ditentukan dengan 2 macam cara, yaitu :

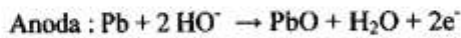
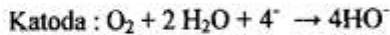
a. Metoda titrasi

Metoda titrasi untuk menentukan kadar oksigen terlarut yang sering digunakan adalah metode WINKLER. Prinsip yang digunakan dengan menggunakan titrasi iodometri. Dengan menggunakan botol winkler, diperlukan air sampel sebanyak 300 ml atau 600 ml. Tidak boleh ada udara yang terperangkap dalam botol, caranya botol sampel harus berada di bawah permukaan air. Agar tidak ada gelembung udara yang terjebak, isi penuh dengan air hingga meluber saat ditutup. Kemudian sampel yang akan dianalisis terlebih dahulu ditambahkan larutan $MnCl_2$ dan $NaOH - KI$, sehingga akan terjadi endapan MnO_2 . Dengan menambahkan H_2SO_4 atau HCl maka endapan yang terjadi akan larut kembali dan juga akan membebaskan molekul iodium (I_2) yang ekuivalen dengan oksigen terlarut. Iodium yang dibebaskan ini selanjutnya dititrasi dengan larutan standar Natrium Thiosulfat ($Na_2S_2O_3$) dan menggunakan indikator larutan amilum (kanji). Reaksi kimia yang terjadi dapat dirumuskan sebagai berikut :



b. Metoda elektrokimia

Cara penentuan oksigen terlarut dengan metoda elektrokimia adalah cara langsung untuk menentukan oksigen terlarut dengan alat DO meter. Prinsip kerjanya adalah menggunakan probe oksigen yang terdiri dari katoda dan anoda yang direndam dalam larutan elektrolit. Pada alat DO meter, probe ini biasanya menggunakan katoda perak (Ag) dan anoda timbal (Pb). Secara keseluruhan, elektroda ini dilapisi dengan membran plastik yang bersifat semi permeable terhadap oksigen. Reaksi kimia yang akan terjadi adalah :



Aliran reaksi yang terjadi tersebut tergantung dari aliran oksigen pada katoda. Difusi oksigen dari sampel ke elektroda berbanding lurus terhadap konsentrasi oksigen terlarut.

Penentuan oksigen terlarut (DO) dengan cara titrasi berdasarkan metoda WINKLER lebih analitis apabila dibandingkan dengan cara alat DO meter. Hal yang perlu diperhatikan dalam titrasi iodometri ialah penentuan titik akhir titrasinya, standarisasi larutan Thiosulfate dan pembuatan larutan standar Kalium Bichromate yang tepat. Dengan mengikuti prosedur penimbangan kaliumbikromat dan standarisasi tiosulfat secara analitis, akan diperoleh hasil penentuan oksigen terlarut yang lebih akurat. Sedangkan penentuan oksigen terlarut dengan cara DO meter, harus diperhatikan suhu dan salinitas sampel yang akan diperiksa. Peranan suhu dan salinitas ini sangat vital terhadap akurasi penentuan oksigen terlarut dengan cara DO meter. Disamping itu, sebagaimana lazimnya alat yang digital, peranan kalibrasi alat sangat menentukan

2.6. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Biological Oxygen Demand, atau kebutuhan oksigen biologis, adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme dalam air untuk memecah (mendegradasi) bahan buangan organik yang ada di dalam air lingkungan. Pemecahan bahan organik dibutuhkan organisme untuk bahan makanan dan energi. Pemeriksaan BOD merupakan suatu proses prosedur oksidasi dimana organisme hidup bertindak sebagai medium untuk menguraikan bahan menjadi CO_2 dan H_2O . Reaksi oksidasi selama pemeriksaan BOD merupakan hasil dari aktifitas biologis dengan kecepatan reaksi yang berlangsung sangat dipengaruhi oleh jumlah populasi dan suhu.



Penentuan BOD merupakan suatu prosedur bioassay yang menyangkut pengukuran banyaknya oksigen yang digunakan organisme selama organisme tersebut

menguraikan bahan organik yang ada dalam suatu perairan pada kondisi yang hampir sama dengan kondisi yang ada di alam.

Biochemical Oxygen Demand merupakan suatu analisis empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang terjadi dalam air. Angka BOD adalah jumlah O_2 yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan hampir semua zat organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air. Bila suatu badan air dicemari oleh bahan organik maka bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air dan dapat menjadikan kondisi perairan menjadi anaerob, sehingga mengakibatkan kematian ikan. Nilai BOD yang terbaik untuk perikanan adalah tidak boleh lebih dari 20 mg/liter. Nilai BOD menunjukkan banyaknya oksigen yang digunakan mikroorganisme terutama bakteri untuk merombak bahan organik dalam air. Bahan organik yang terbawa aliran air mempunyai peranan penting dalam rantai makanan jasad perairan terutama bagi organisme akuatik pemakan detritus. Tabel 2.1. dibawah ini memperlihatkan klasifikasi derajat pencemaran bahan organik untuk DO dan BOD.

Tabel 2.1. Klasifikasi Derajat Pencemaran Bahan Organik

Derajat Tercemar	DO (mg/l)	BOD (mg/l)
Belum Tercemar	> 6,5	< 3,0
Tercemar Ringan	4,5 - 6,5	3,0 - 4,9
Tercemar Sedang	2,0 - 4,4	5,0 - 15
Tercemar Berat	< 2,0	> 15

Sumber Samin, 2005

2.7. Suhu

Suhu merupakan parameter penting karena berkaitan dengan kehidupan di dalam air dan sangat mempengaruhi pertumbuhan organisme baik secara langsung maupun tidak langsung. Aktivitas biologi dapat menaikkan suhu perairan sampai $60^{\circ}C$. Suhu air buangan kebanyakan lebih tinggi daripada suhu badan air. Hal ini erat hubungannya dengan proses biodegradasi. Pengamatan suhu bertujuan untuk mengetahui kondisi perairan dan biota air. Tetapi hal ini tidak mutlak karena dengan perubahan suhu yang kecil sudah dapat

mempengaruhi kondisi biota, contohnya terumbu karang. Bila suhu perairan semakin tinggi maka kadar O_2 yang terlarut akan semakin rendah, demikian pula sebaliknya. Hal ini disebabkan karena kelarutan berbagai jenis gas didalam air serta semua aktivitas biologis-fisiologis di dalam ekosistem air sangat dipengaruhi temperatur. Menurut Van't Hoff's dalam Barus (2002), kenaikan temperatur sebesar $10^{\circ}C$ (hanya pada kisaran temperatur yang masih ditolerir) akan meningkatkan laju metabolisme dari organisme sebesar 2-3 kali lipat.

Suhu air berpengaruh terhadap sifat fisika, kimiawi dan biologis perairan. Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu antara lain musim, cuaca, waktu pengukuran, kedalaman air dan kegiatan manusia di sekitar perairan (Nybakken, 1988). Suhu berguna dalam memperlihatkan kecenderungan aktivitas-aktivitas kimiawi dan biologis, pengentalan, tekanan uap, tegangan permukaan dan nilai-nilai penjuanan dari benda-benda padat dan gas. Terdapat organisme yang mempunyai kisaran toleransi yang luas dan ada jenis yang mempunyai kisaran toleransi yang sempit. Satu hal yang pasti bahwa tidak ada satu jenispun organisme air yang mampu hidup dalam kisaran temperatur yang sangat luas. Dengan demikian maka dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan spesies yang signifikan pada ekosistem air di wilayah geografis yang berbeda.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

A. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai Juli – November 2011

B. Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di wilayah pesisir pantai Sibolga. Penelitian ini tidak mencakup keseluruhan wilayah administrasi kota, namun terbatas pada sebagian lokasi yang terpilih yaitu sekitar pulau Poncan yang berjarak 1,25 mil dari garis pantai pelabuhan. Sampel yang diambil sebanyak 11 titik dengan parameter kimia yang diukur adalah salinitas, DO, pH, konduktivitas dan suhu. Parameter fisika yang diambil adalah kecerahan, lapisan minyak, warna, bau, serta kecepatan angin. Pengujian sampel dilaksanakan di Laboratorium Fisika FMIPA dan BTKLPPM.

3.2. Alat dan Bahan

- GPS
- Konduktivitas meter
- pH meter
- Thermometer

3.3. Prosedur Analisa Parameter

3.3.1. Analisa DO (Dissolved Oxygen)

Bahan:

1. Mangan Sulfida, $MnSO_4 \cdot 4H_2O$: $MnSO_4 \cdot 2H_2O$ atau $MnSO_4 \cdot H_2O$
2. Air suling
3. Natrium Hidroksida, NaOH atau Kalium Hidroksida, KOH
4. Natrium Iodida, NaI atau Kalium Iodida, KI
5. Amilum/ Kanji

6. Natrium Azida, NaN_3
7. Asam Salisilat
8. Asam Sulfat, H_2SO_4 pekat
9. Natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
10. Kalium dikromat, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Peralatan :

1. Botol winkler 250 ml atau 300 ml
2. Buret 25 ml
3. Pipet volume 5 ml, 10 ml, dan 50 ml
4. Pipet ukur 5 ml
5. Erlenmeyer 125 ml
6. Gelas piala 400 ml
7. Labu ukur 1000 ml

Persiapan Pembuatan Pereaksi

1. Larutan Mangan Sulfat

Dilarutkan 480 g $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ atau 400 g $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ atau 364 gr $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dengan air suling ke dalam labu ukur 1000 ml, tepatkan sampai tanda tera

2. Larutan Alkali Iodida Azida

Dilarutkan 500 g NaOH atau 700 g KOH dan 135 g NaI atau 150 g KI dengan air suling, encerkan sampai 1000 ml. Tambahkan larutan 10 g NaN_3 dalam 40 ml air suling.

3. Larutan kanji (amilum)

Dilarutkan 2 g amilum dan 0,2 g asam salisilat, $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$ sebagai pengawet dalam 100 ml air suling yang dipanaskna (mendidih).

4. Larutan natrium tiosulfat 0,025N

Ditimbang 6,205 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan larutkan dengan air suling yang dididihkan (bebas oksigen), tambahkan 1,5 ml NaOH 6 N atau 0,4 g NaOH dan encerkan hingga 1000 ml. Dilakukan standarisasi dengan kalium dikromat.

5. Larutan Baku Kalium Dikromat, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,025 N

Dilarutkan 1,2259 g $K_2Cr_2O_7$ (yang telah dikeringkan pada $150^\circ C$) selama 2 jam dengan air suling dan di tetapkan sampai 1000 ml.

6. Larutan Sodium thiosulfat 0,0025 N

Ditimbang 6,205 g $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ dan larutkan dengan air suling yang telah dididihkan (bebas oksigen), tambahkan 1,5 ml NaOH 6N atau 0,4 g NaOH dan encerkan hingga 1000 ml . Dilakukan standarisasi dengan kalium dikromat.

7. Larutan baku Kalium Dikromat $K_2Cr_2O_7$ 0,025 N

Dilarutkan 1,2259 g $K_2Cr_2O_7$ (yang telah dikeringkan pada $150^\circ C$) selama 2 jam dengan air suling dan ditepatkan sampai 1000 ml

Standarisasi Larutan Natrium Tiosulfat

1. Dilarutkan 4,904 g $K_2Cr_2O_7$ dalam air suling dan larutkan hingga 1000 ml untuk mendapatkan larutan 0,1 N. Simpan dibotol tertutup.

2. Ke dalam 80 ml air suling, ditambahkan sambil diaduk 1 ml H_2SO_4 pekat , 10 ml 0,1 N $K_2Cr_2O_7$ dan 1 g KI aduk dan simpan ditempat gelap selama 6 menit.

3. Titrasi dengan 0,1 N $Na_2S_2O_3$ sampai berwarna kuning pucat lalu tambahkan amilum lalu titrasi lagi sampai bening.

4. Menghitung normalitas larutan $Na_2S_2O_3$ dengan rumus sebagai berikut

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = N_2 \times V_2 / V_1$$

Dengan :

N = normalitas $Na_2S_2O_3$

V_1 = ml $Na_2S_2O_3$

V_2 = ml $K_2Cr_2O_7$ yang digunakan

N_2 = normalitas larutan $K_2Cr_2O_7$

Prosedur Analisa

1. Ambil sampel (300 ml) yang sudah dipersiapkan

2. Tambahkan 1 ml $MnSO_4$ (Pink) diaduk

3. Tambahkan 1 ml Alkali Iodida azida dengan ujung pipet tepat diatas permukaan larutan

4. Tutup segera dan homogen kan hingga terbentuk glatin (gumpalan sempurna)

5. Biarkan gumpalan mengendap 5 menit sampai 10 menit
6. Tambahkan 2 ml H_2SO_4 pekat, tutup dan homogenkan hingga endapan larut sempurna
7. Pipet 50 ml, masukkan ke dalam erlenmeyer 150 ml (titrasi 10 ml $Na_2S_2O_3$ dalam titrasi)
8. Diukur volume (langkah 6) 100 ml (Vol sampel) letakkan dalam beaker glass kemudian titrasi dengan langkah 7 sedikit demi sedikit hingga larutan glatin coklat berubah warna menjadi kuning pucat
9. Tambahkan 1ml amilum sampai warna biru gelap
10. Titrasi kembali hingga bening

Perhitungan :

$$DO \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{V_x N \times 8000 \times F}{100 (\text{Vol sampel})}$$

Dengan :

$V = \text{ml } Na_2S_2O_3$ (sisa titrasi atau Vol. awal - Vol. akhir)

$N = N Na_2S_2O_3 = 0,022$

$$F = \frac{300}{300 - (1 \text{ ml } MnSO_4 + 1 \text{ ml Alkali Jodida})}$$

3.3.2. Analisa BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Peralatan

1. Botol winkler
2. Aerator
3. Buret

Bahan :

1. Air suling

2. Larutan Buffer Sulfat, $MgSO_4$

Larutan 2,125 g KH_2PO_4 , 5,4 g K_2HPO_4 , 8,35 g $Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$, 0,43 g NH_4Cl ke dalam labu ukur 250 ml, tepatkan dengan air suling samapai tanda tera.

3. Larutan Magnesium Sulfat, $MgSO_4$

Larutkan 5,625 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ke dalam labu ukur 250 ml, tepatkan dengan air suling samapai tanda tera.

4. Larutan Kalsium Klorida, $CaCl_2$

Larutkan 6,875 g CaCl_2 anhidrat ke dalam labu ukur 250 ml, tepatkan dengan air suling sampai tanda tera.

5. Larutan Besi (III) Klorida, FeCl_3

Larutkan 0,0625 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ke dalam labu ukur 250 ml, tepatkan dengan air suling sampai tanda tera.

6. Larutan H_2SO_4 1 N dan NaOH 1 N

Untuk menetralkan pH sampel.

Prosedur Analisa

1. Berdasarkan hasil pengukuran DO segera (di lapangan), bisa diketahui beberapa kali pengenceran yang harus dilakukan terhadap sampel, sesuai tabel berikut:

Tabel 3.1. Pengenceran DO

No.	Harga DO segera, mg/l	Pengenceran
1	8 - 9	1 kali
2	6 - 8	2 - 5 kali
3	5 - 6	5 - 10 kali
4	3 - 5	10 - 15 kali
5	1 - 3	15 - 20 kali
6	0 - 1	20 - 25 kali
7	0 - 0,1	25 - 100 kali

2. Disiapkan air pengencer, dimana untuk setiap 1 l air suling ditambahkan 1 ml buffer, 1 ml larutan CaCl_2 , 1 ml larutan MgSO_4 , 1 ml FeCl_3 . Campuran tersebut diaerasi dengan aerator selama 30 menit, tutup
3. Sampel yang sudah diencerkan di pindahkan ke dalam 2 botol winkler 300 ml (hati-hati jangan terjadi aerasi). 1 botol untuk inkubator selama 5 hari pada suhu 20°C , 1 botol lagi untuk ditentukan untuk DO 0 hari (segera).

4. Air pengencer yang digunakan juga dipindahkan ke dalam 2 botol winkler 300 ml, 1 botol untuk inkubasi selama 5 hari pada suhu 20°C , 1 botol lagi untuk ditentukan untuk DO 0 hari (segera).

5. Penentuan DO : lihat prosedur analisa DO

Perhitungan

Misalkan hasil DO segera 5 berarti sampel harus diencerkan 10 kali (30 ml sampel + air pengencer sampai dengan 300 ml).

Simbol dalam perhitungan :

• DO sampel (0) = a mg/l

• DO larutan pengencer (0) = b mg/l

• DO sampel (5) = c mg/l

• DO sampel pengencer (5) = d mg/l

Koreksi Volume pengencer = $(300 - 30)/300 = 0,9$

Maka : BOD larutan pengencer (5) = $(b - d) \times$ koreksi pengencer

BOD sampel (5) = $(a - c) -$ BOD larutan pengencer (5) \times faktor pengenceran.

Pada contoh diatas faktor pengenceran 10.

Pengujian Deplotasi

Deplotasi = $(a - c) / ((b + d) / 2) \times 100 \%$

Deplotasi yang diinginkan adalah antara 20 % sampai 80 %. Kalau tidak tercapai maka harus diulangi pengencerannya dengan kurang dari 10 kali atau lebih dari 10 kali.

3.3.3. Analisa Temperatur

Peralatan : Termometer digital dan termometer air raksa

Prosedur :

1. Termometer dicelupkan kedalam sampel
2. Tunggu 2 – 5 menit, sampai pembacaan suhu pada termometer stabil
3. Catat penunjukan termometer tanpa mengangkat termometer dari permukaan sampel.

3.3.4. Analisa pH

Bahan : larutan penyangga pH

- Air suling

Peralatan : pH meter

- Tisu
- Gelas Ukur

Prosedur Analisa

1. pH meter di bilas dengan air suling
2. pH dibilas dengan sampel
3. Hidupkan pH meter dan celupkan kedalam gelas ukur berisi sampel. Pastikan bagian dari elektroda pH meter terendam sampel
4. Tunggu sampai pembacaan pada pH meter menunjukkan angka yang stabil.
5. Catat hasil pembacaan, matikan alat pH meter.
6. Bilas pH meter dengan air suling dan keringkan dengan kertas tisu.

3.3.5. Analisa DAYA HANTAR LISTRIK (DHL)

Alat dan Bahan :

- Konduktivimeter
- Air suling
- Larutan baku KCl 0,01 M

Cara Kerja :

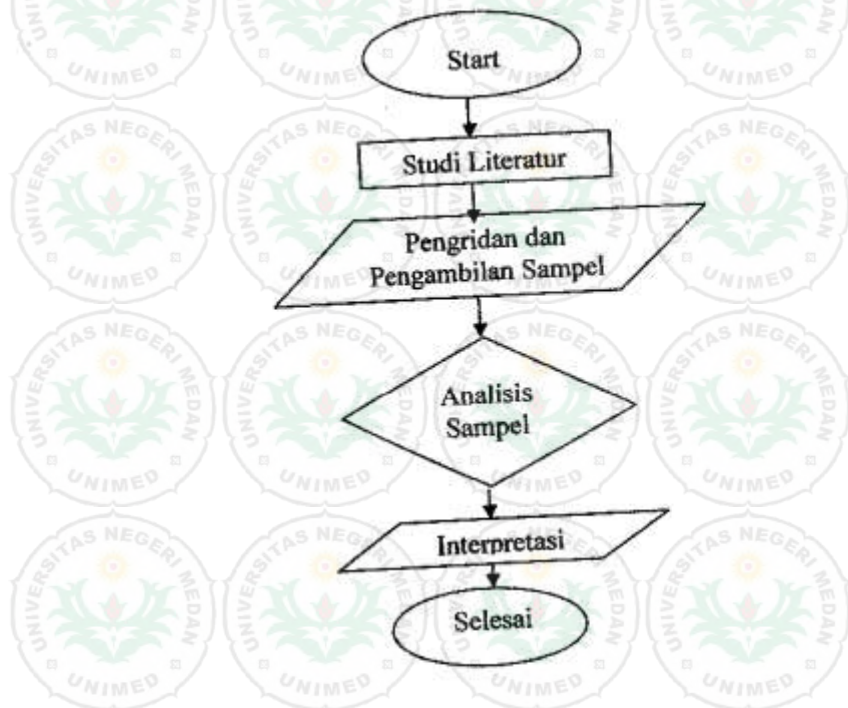
- Kalibrasikan elektroda konduktivimeter.
- Elektroda dibilas dengan larutan KCl 0,01 M sebanyak 3 kali. Ukur DHL larutan KCl 0,01 M dan atur alat sehingga menunjukkan angka 1,413 umhos/cm.
- Ukur DHL sampel dalam umhos/cm dapat langsung dibaca pada alat konduktometer.

3.3.6. Kecerahan

Diukur dengan menggunakan Sechi disk yang dicelupkan ke dalam badan air sampai warna hitam-putih pada lempeng tidak terlihat. Saat itu, ukur kedalaman kejernihan air.

3.4. Perlakuan dan Rancangan Penelitian:

Perlakuan dan rancangan penelitian secara umum adalah sebagai berikut:



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Lokasi pengridan ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.1 Lokasi pengridan pengambilan sampel

Data yang diperoleh berupa parameter kimia dan fisika dari pengukuran 11 grid (titik sampel) di perlihatkan pada tabel 4.1 dan 4.2 di bawah ini

Tabel 4.1 Parameter Kimia

No.	Posisi	Salinitas ($^{0/00}$)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	pH	Konduktivitas (mS)	Suhu ($^{\circ}$ C)
1	N 01°43.220' E 098°46.137'	19,1	6,0	0,35	8,6	36,5	29,5
2	N 01°42.975' E 098°46.165'	20,2	6,7	6,25	8,8	40,2	29,7
3	N 01°42.973' E 098°45.687'	40,6	9,9	4,4	8,6	40,1	29,4
4	N 01°42.769' E 098°45.495'	21,8	15,1	1,59	8,8	42,1	28,9
5	N 01°42.549' E 098°45.486'	21,2	13,5	1,94	8,8	42,8	29,8
6	N 01°42.294' E 098°45.596'	21,7	7,3	5,31	8,7	43,1	29,6
7	N 01°42.203' E 098°45.861'	21,9	11,9	0,70	8,6	43,9	29,8
8	N 01°42.283' E 098°46.221'	21,6	9,7	6,38	8,7	43,2	29,9
9	N 01°42.476' E 098°46.461'	21,4	10,8	0,88	8,8	43	29,7
10	N 01°42.804' E 098°46.267'	21,5	9,2	3,72	8,7	42,6	29,7
11	N 01°43.515' E 098°45.929'	21,1	-	7,44	8,7	42,7	29

Tabel 4.2 Parameter Fisika

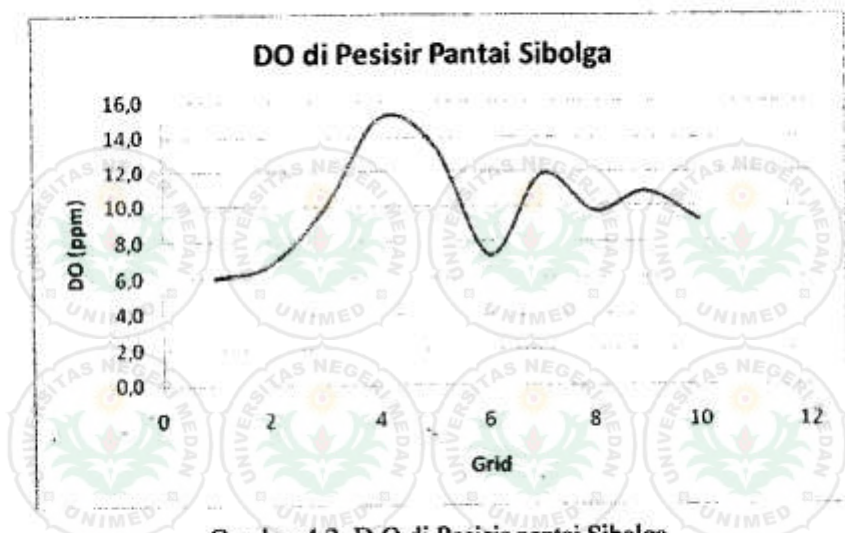
No.	Posisi	Kecerahan (cm)	Bau	Warna	Lapisan Minyak	Kec. Angin (m/s)
1	N 01°43.220' E 098°46.137'	115		Hijau Tua		3,1
2	N 01°42.975' E 098°46.165'	97	ada	Hijau Muda		4,4
3	N 01°42.973' E 098°45.687'	110	ada	Coklat Muda		3,1
4	N 01°42.769' E 098°45.495'	131		Hijau Tua		5,3
5	N 01°42.549' E 098°45.486'	146		Hijau Lumut		8,4
6	N 01°42.294' E 098°45.596'	127		Hijau Tua	ada	5
7	N 01°42.203' E 098°45.861'	183		Hijau Tua	ada	1,3
8	N 01°42.283' E 098°46.221'	165	ada	Hijau Muda		0,6
9	N 01°42.476' E 098°46.461'	107	ada	Hijau Muda		0,7
10	N 01°42.804' E 098°46.267'	135	ada	Hijau Pucat		3,6
11	N 01°43.515' E 098°45.929'			Hijau Tua		3,1

4.2. Pembahasan

4.2.1. Parameter Kimia

a. DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* = DO) adalah parameter kimia perairan yang menunjukkan banyaknya oksigen yang terlarut dalam suatu ekosistem perairan. Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pemapasan dan proses metabolisme atau pertukaran zat yang menghasilkan energi. Hasil pengukuran DO dari tabel 4.1. pantai Sibolga diperlihatkan pada gambar 4.2 di bawah ini.



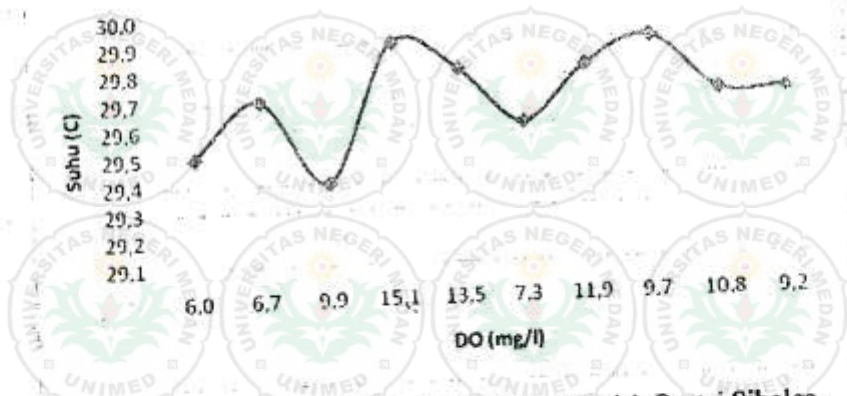
Gambar 4.2. D.O di Pesisir pantai Sibolga

Gambar 4.2. memperlihatkan bahwa kadar DO di wilayah pesisir Sibolga berada dalam nilai baku mutu air laut untuk wisata bahari $> 5 \text{ mg/l}$ sedangkan untuk daerah perairan laut normal berkisar $5,7 - 8,5 \text{ mg/l}$.

Kadar DO yang diperoleh dari gambar 4.2 terlihat bervariasi karena disebabkan oleh buangan limbah akibat aktivitas nelayan dan buangan bahan – bahan yang mudah membusuk. Semakin rendah nilai DO maka semakin tinggi tingkat pencemaran karena semakin banyak oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme.

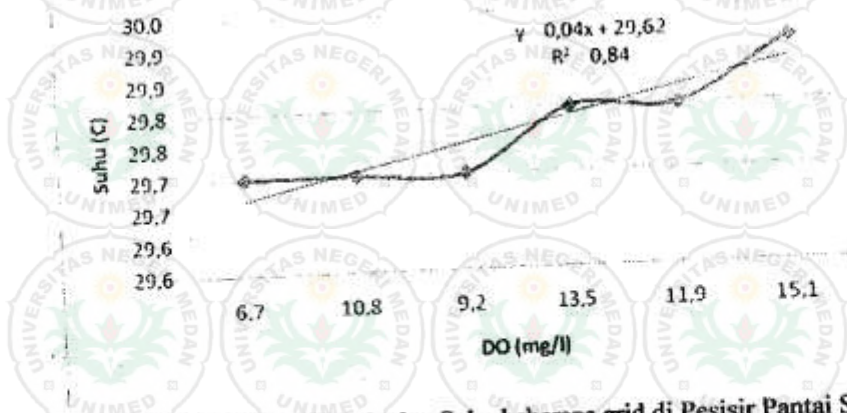
Kehidupan terumbu karang dengan nilai DO dan suhu di pesisir pantai Sibolga diperlihatkan pada gambar 4.3. dan untuk nilai DO terhadap Salinitas di perlihatkan pada gambar 4.5. di bawah ini

Hubungan DO terhadap Suhu Air Laut Pesisir Pantai Sibolga



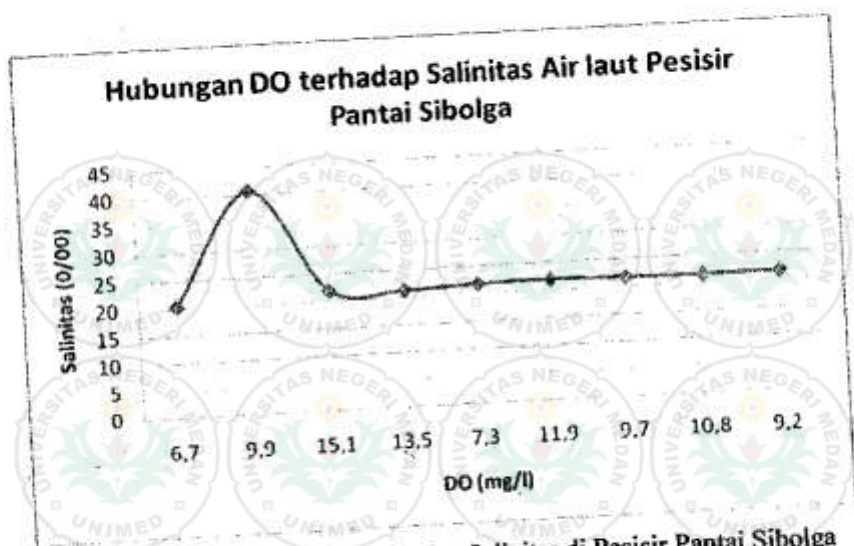
Gambar 4.3. Hubungan DO terhadap Suhu di Pesisir Pantai Sibolga

Hubungan DO terhadap Suhu Air laut beberapa grid di Pesisir Pantai Sibolga



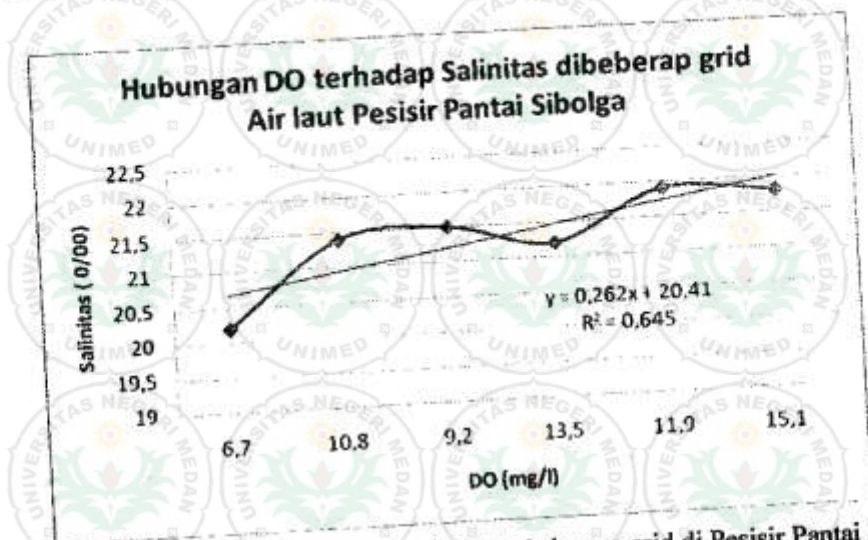
Gambar 4.4. Hubungan DO terhadap Suhu beberapa grid di Pesisir Pantai Sibolga

Pada gambar 4.3. terlihat bahwa daya larut oksigen di pesisir pantai dipengaruhi oleh suhu walau tidak signifikan. Pada gambar 4.4. di beberapa grid nilai DO cenderung naik dengan naiknya suhu. Sehingga kehidupan terumbu karang di beberapa grid di pesisir pantai Sibolga mendifusi oksigen di udara dapat berlangsung secara efektif. Namun di beberapa grid masih ada kecenderungan bertambahnya suhu menyebabkan turunnya nilai DO ini berindikasi bahwa suhu berpengaruh terhadap aktivitas biologis-fisiologis.



Gambar 4.5. Hubungan DO terhadap Salinitas di Pesisir Pantai Sibolga

Pada gambar 4.5. terlihat bahwa daya larut oksigen di pesisir pantai dipengaruhi oleh salinitas tapi tidak signifikan. Pada gambar 4.6. untuk beberapa grid, makin tinggi DO maka salinitas makin tinggi.

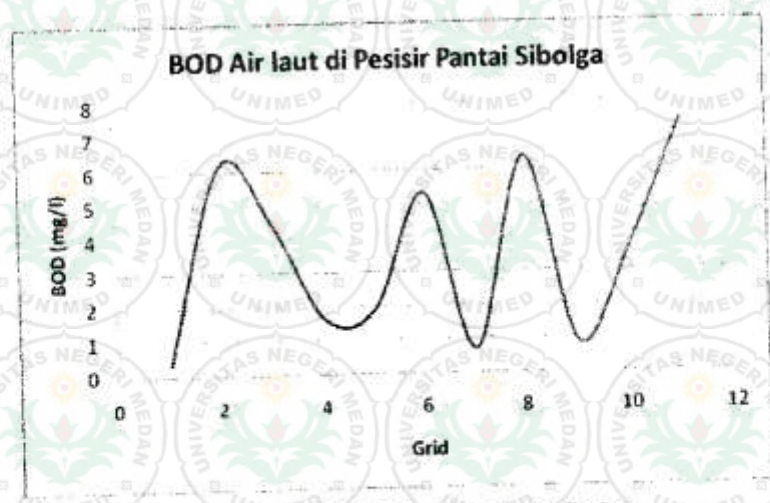


Gambar 4.6. Hubungan DO terhadap Salinitas beberapa grid di Pesisir Pantai Sibolga

Oksigen terlarut di pesisir pantai Sibolga dapat berkurang oleh proses respirasi organisme akuatik, penguraian atau perombakan bahan organik sehingga peningkatan konsentrasi bahan organik dapat menurunkan O_2 terlarut dan kecerahan perairan. Oksigen dalam air laut pesisir pantai Sibolga bersumber dari difusi udara maupun hasil proses fotosintesis organisme produsen. Oksigen dikonsumsi secara terus menerus oleh tumbuhan dan hewan dalam aktivitas respirasi.

b. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Angka BOD adalah jumlah O_2 yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan hampir semua zat organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air. Tabel 4.2 memperlihatkan BOD di pesisir pantai Sibolga bernilai 0,35 – 7,44 mg/l atau dengan rata-rata 3,152 mg/l. Untuk lebih jelas diperlihatkan pada gambar 4.7. di bawah ini



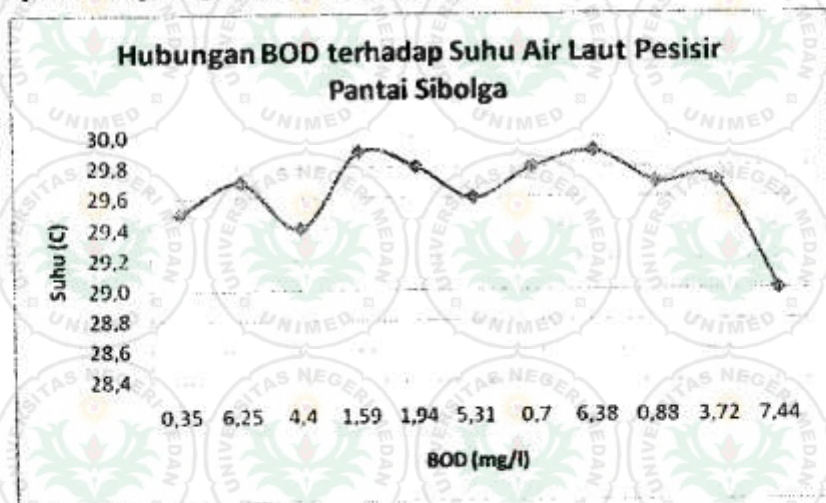
Gambar 4.7. BOD di Pesisir pantai Sibolga

Nilai baku mutu air laut untuk wisata bahari adalah 10 mg/l, dengan demikian nilai BOD air laut pesisir pantai Sibolga dalam kategori belum tercemar sedangkan menurut Samin (2005) nilai BOD di pesisir pantai Sibolga sudah terkategori rata-rata dalam tercemar ringan. Beberapa tempat terutama di grid 2, 6, 8 dan 11 sudah terkategori tercemar sedang. Hubungan DO dengan BOD diperlihatkan pada gambar 4.8. di bawah ini



Gambar 4.8. Hubungan DO dengan BOD di Pesisir pantai Sibolga

Gambar 4.8 memperlihatkan bahwa DO berbanding terbalik dengan BOD, semakin tinggi DO maka semakin rendah nilai BOD nya. Untuk memperlihatkan hubungan BOD dengan Suhu dapat dilihat pada gambar 4.9. di bawah ini



Gambar 4.9. Hubungan BOD dengan Suhu di Pesisir pantai Sibolga

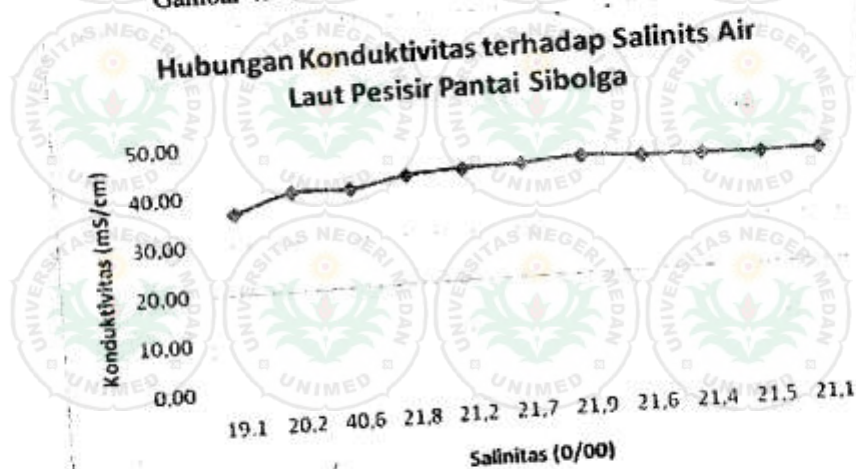
Dari gambar 4.9 terlihat bahwa BOD tidak signifikan mempengaruhi nilai BOD, di beberapa grid nilai BOD cenderung turun dengan naiknya suhu. Sehingga air laut pesisir pantai Sibolga meski suhunya meningkat namun nilai BODnya menurun yang berarti pesisir pantai Sibolga dicemari oleh bahan organik sehingga bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air dan dapat menjadikan kondisi perairan menjadi anaerob, sehingga mengakibatkan kematian ikan.

c. Konduktivitas

Konduktivitas perairan pesisir Sibolga dari tabel 4.1 diperoleh nilai 36,50 - 43,90 mS, dengan rata-rata 41,84 mS. Nilai konduktivitas tertinggi pada grid 7 yaitu 43,90 mS grid ini berada di lokasi yang agak jauh dari pantai dan terendah pada grid 1 yaitu 36,50 mS, lokasi ini adalah lokasi paling dekat dengan perairan penduduk sehingga nilai konduktivitas berkurang akibat buangan air dari daratan ke pesisir pantai. Untuk lebih jelas nilai konduktivitas disetiap grid ditunjukkan pada gambar 4. 10 dan untuk melihat hubungan konduktivitas terhadap salinitas dapat dilihat pada gambar 4.11 di bawah ini



Gambar 4. 10. Konduktivitas di Pesisir pantai Sibolga



Gambar 4. 11. Hubungan Konduktivitas terhadap Salinitas di Pesisir pantai Sibolga

Gambar 4.10 terlihat bahwa nilai konduktivitas disetiap grid diatas 40 mS/cm hanya grid 1 saja yang dibawah nilai tersebut. Nilai konduktivitas dipengaruhi oleh adanya larutan zat-zat yang terkandung di dalam air yang berasal dari mineral terlarut yang berasal dari pulau pulau disekitar pesisir pantai Sibolga.

Pada gambar 4.11. terlihat bahwa nilai konduktivitas semakin meningkat dengan bertambahnya salinitas hal ini disebabkan nilai kehantaran listrik air laut dipengaruhi oleh kadar salinitas atau garam-garaman yang terdapat di dalam air laut pesisir pantai Sibolga. Untuk memperlihatkan hubungan konduktivitas dengan suhu dapat dilihat pada gambar 4.12. di bawah ini.



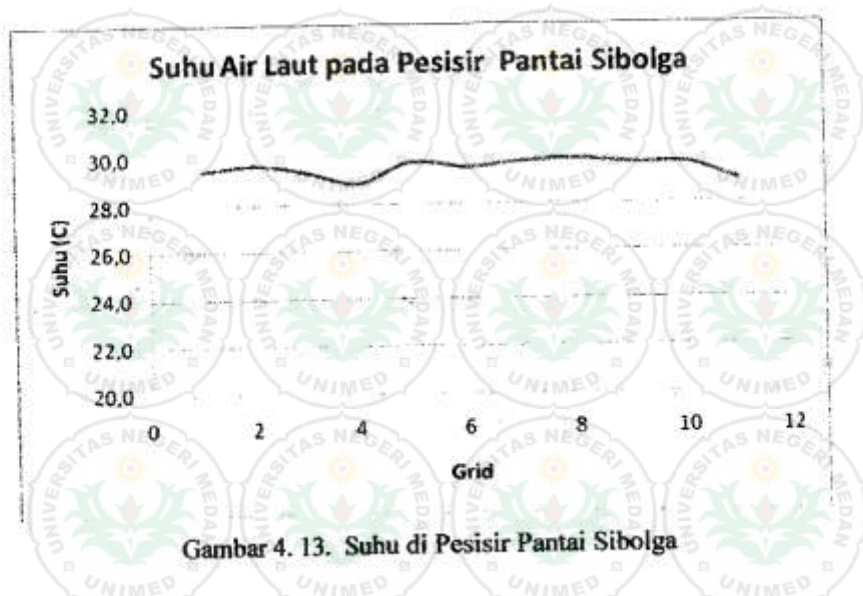
Gambar 4. 12: Hubungan Konduktivitas terhadap Suhu di Pesisir pantai Sibolga

Pada gambar 4. 12 terlihat bahwa nilai konduktivitas di pengaruhi oleh suhu walau tidak secara signifikan. Kenaikan nilai suhu akan mempercepat kelarutan mineral-mineral sehingga gerak ion yang ada dalam air laut akan menambah nilai kehantarannya.

d. Suhu

Suhu pada pesisir pantai Sibolga berdasarkan tabel 4.2 memperlihatkan data yang secara jelas dapat dilihat pada gambar 4.9. Suhu pesisir pantai Sibolga berkisar 28,9 - 29,9 °C atau rata-rata 29,5 °C. Menurut standar baku mutu air laut untuk biota laut adalah

berdasarkan keputusan Gubernur Bali No. 8 tahun 2007 (dalam Ary P, 2008) adalah 28 - 32 °C. Air laut di pesisir pantai Sibolga masih dalam range ambang batas.

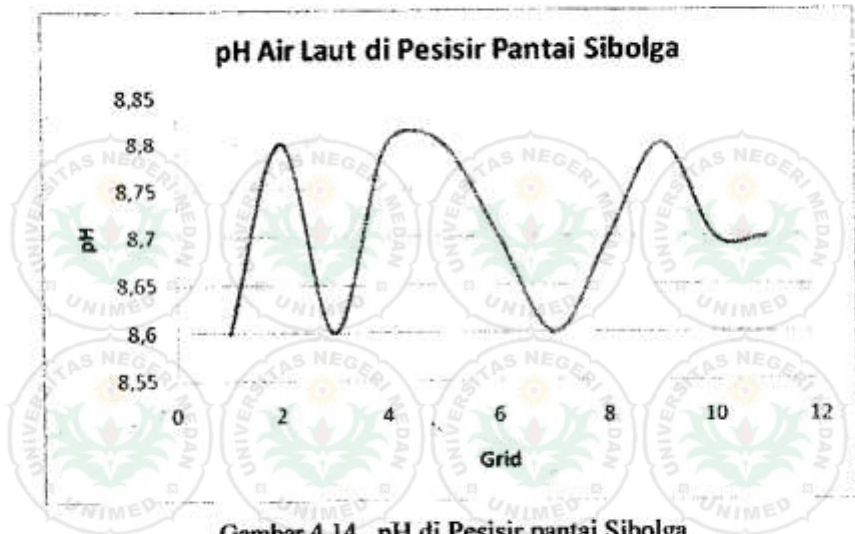


Gambar 4. 13. Suhu di Pesisir Pantai Sibolga

Perubahan suhu yang kecil dapat mempengaruhi kondisi biota terumbu karang. Bila suhu perairan semakin tinggi maka kadar O_2 yang terlarut akan semakin rendah, hal ini disebabkan karena kelajuan metabolisme dari organisme akan meningkat 2-3 kali lipat sehingga organisme tidak mampu bertahan (Barus, 2002).

e. pH

Tingkat keasaman atau pH merupakan suatu ekspresi ion hidrogen di dalam air. pH yang diperoleh dari tabel 4.1 untuk daerah pesisir pantai Sibolga diperoleh 8,6 – 8,8 dengan rata-rata 8,7. Untuk lebih jelas ditunjukkan pada gambar 4.14. Nilai pH baku mutu air laut untuk wisata bahari berkisar 7,0 - 8,5. Untuk perikanan pH berkisar 6 – 8,5. pH di suatu perairan normal berkisar 6,0 – 9,0. Pantai pesisir Sibolga terkategori diatas nilai ambang batas tapi masih termasuk dalam kategori perairan normal. Dengan demikian pH air laut di perairan ini sudah kurang baik untuk kepentingan terumbu karang.

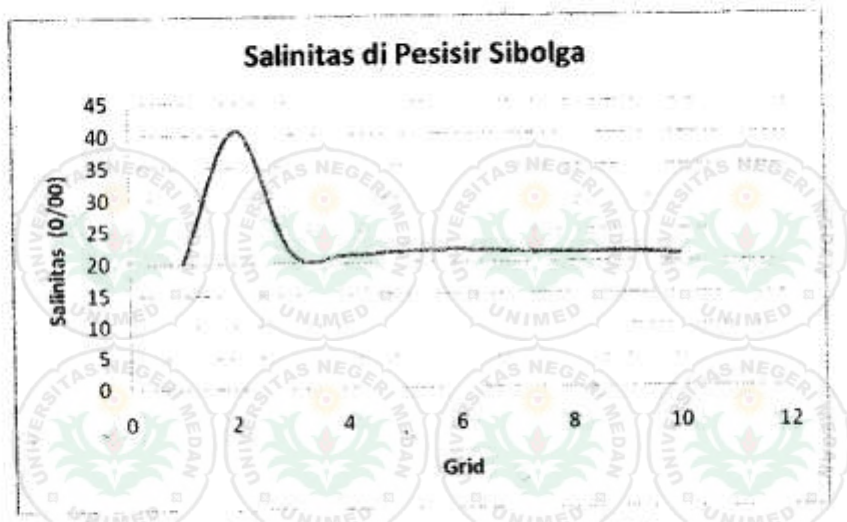


Gambar 4.14. pH di Pesisir pantai Sibolga

Variasi pH dari gambar 4.14. disebabkan oleh proses kimia dan biologis yang dapat menghasilkan senyawa kimia, baik bersifat asam atau alkalis ini disebabkan adanya masukan limbah dari daratan yang bersifat alkalis.

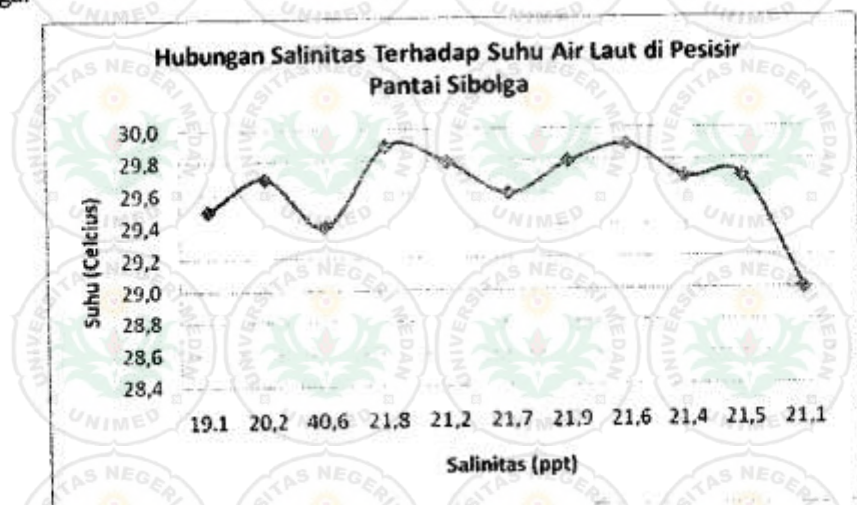
d. Salinitas

Salinitas adalah jumlah total material terlarut. Tabel 4.1. memperlihatkan salinitas yang diperoleh dari pesisir pantai Sibolga berkisar $19,1 - 40,6 ‰$. Untuk lebih jelas diperlihatkan pada gambar 4.15. Pada gambar 4.15. terlihat bahwa nilai salinitas tertinggi berada pada grid 3 yaitu $40,6 ‰$ dan terendah pada grid 1 dengan nilai $19,1 ‰$ atau rata-rata $23,3 ‰$. Perairan Indonesia memiliki salinitas $30 - 35 ‰$, untuk karang salinitas yang baik $25 - 45 ‰$. Secara keseluruhan salinitas pesisir pantai Sibolga rendah sehingga baik untuk kehidupan terumbu karang. Rendahnya nilai salinitas ini disebabkan air laut pesisir pantai Sibolga mengalami pencampuran dengan air buangan yang berasal dari daratan.



Gambar 4.15. Salinitas di Pesisir pantai Sibolga

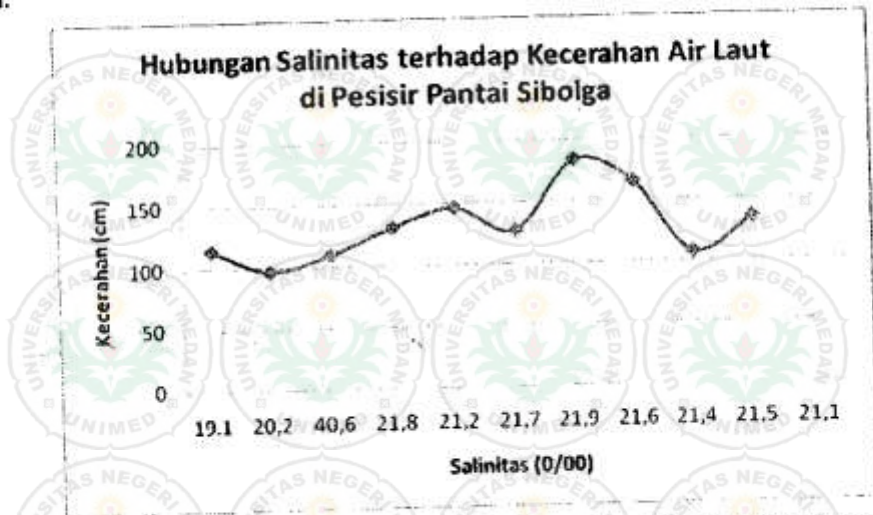
Gambar 4.16. menunjukkan hubungan salinitas terhadap suhu air laut di pesisir pantai Sibolga.



Gambar 4.16. Hubungan Salinitas terhadap Suhu Air Laut di Pesisir Pantai Sibolga

Dari gambar 4.16. terlihat bahwa keberadaan salinitas mempengaruhi suhu air laut, tetapi tidak menentukannya. Selain itu untuk melihat hubungan salinitas terhadap

sifat fisis lainnya yaitu kecerahan air laut diperlihatkan pada gambar 4.17. di bawah ini.



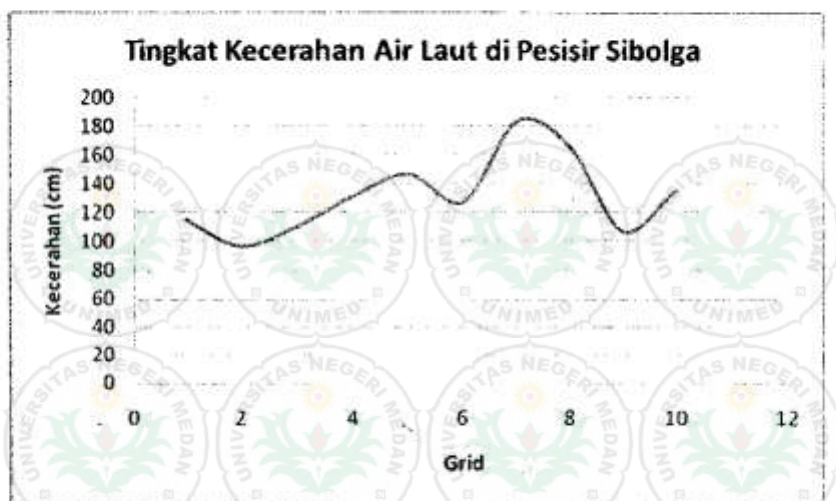
Gambar 4.17. Hubungan Salinitas Terhadap Kecerahan Air Laut di Pesisir Pantai Sibolga

Gambar 4.17. memperlihatkan salinitas semakin tinggi akan meningkatkan sifat kecerahan tetapi tidak terpengaruh secara signifikan.

4.2.2. Parameter Fisika

a. Kecerahan

Nilai kecerahan dari pesisir pantai Sibolga berkisar 97 – 183 cm dengan rata-rata 131,6 cm dan dari data tidak terlihat tampak dasar terumbu karang hidup. Untuk lebih jelas nilai kecerahan dapat dilihat pada gambar 4.18 di bawah ini.



Gambar 4. 18. Kecerahan di Pesisir pantai Sibolga

Nilai baku mutu air laut untuk wisata bahari adalah > 6 m, sedangkan di pesisir pantai Sibolga hanya 131,6 cm. Nilai ini jauh dari nilai baku mutu air laut untuk wisata bahari sehingga air laut di pesisir pantai Sibolga termasuk daerah yang tercemar.

Cahaya matahari yang masuk ke dalam air laut tidak diabsorpsi dan tidak dipantulkan ke luar dari permukaan air laut. Kondisi air laut ini selain dipengaruhi oleh oleh intensitas cahaya matahari, juga dipengaruhi oleh berbagai substrat dan benda lain yang terdapat di dalam air laut.

Kecerahan yang tidak terlihat dasar disebabkan oleh curah hujan yang tinggi sehingga terjadi turbulensi dan dari darat lumpur-lumpur terbawa melalui aliran sungai ke laut sehingga air laut keruh dan dapat menyebabkan terumbu karang rusak. Dengan demikian berdasarkan kecerahannya terumbu karang yang ada di Sibolga termasuk buruk karena pembiasan dan penyerapan cahaya yaitu proses fotosintesis berlangsung tidak sempurna sehingga plankton-plankton, jasad renik, organik halus dalam air kurang berproduktif.

b. Bau

Air laut pesisir Sibolga hampir setengah beraroma bau terutama di grid 2, 3, 8, 9 dan 10. Bau ini berasal dari gas-gas yang dihasilkan dari pembusukan (dekomposisi)

senyawa organik. Pembusukan senyawa organik berasal dari ikan-ikan yang mati akibat dari nelayan yang menggunakan bahan peledak dalam menangkap ikan penangkapan berlebihan dan nelayan menempatkan jangkar kapal atau perahu di atas karang sehingga mempengaruhi lingkungan terutama kehidupan terumbu karang yang sangat sensitive. Pengaruh itu dapat mengubah komunitas terumbu karang dan menghambat perkembangan terumbu karang secara keseluruhan. Nilai ambang batas yang ditetapkan untuk kepentingan terumbu karang tidak berbau. Sehingga berdasarkan kualitas air laut pesisir pantai Sibolga terkategori kurang baik.

c. Warna

Data dari tabel 4.2 menunjukkan warna air laut pesisir Sibolga bervariasi dengan didominasi warna hijau tua. Jarak rata-rata grid sampel lebih dari 1,2 mil hanya grid 1 dan 2 yang kurang dari 1,2 mil. Nilai ambang batas warna untuk perikanan, tanaman laut dan konservasi bahari dengan warna hijau muda sampai biru tua. Warna air laut hijau tua menunjukkan banyaknya organisme yang hidup di dalam air laut sehingga kehidupan terumbu karang terganggu. Terumbu karang akan membesar dengan cepat di dalam air laut yang jernih dan ditembusi cahaya matahari.

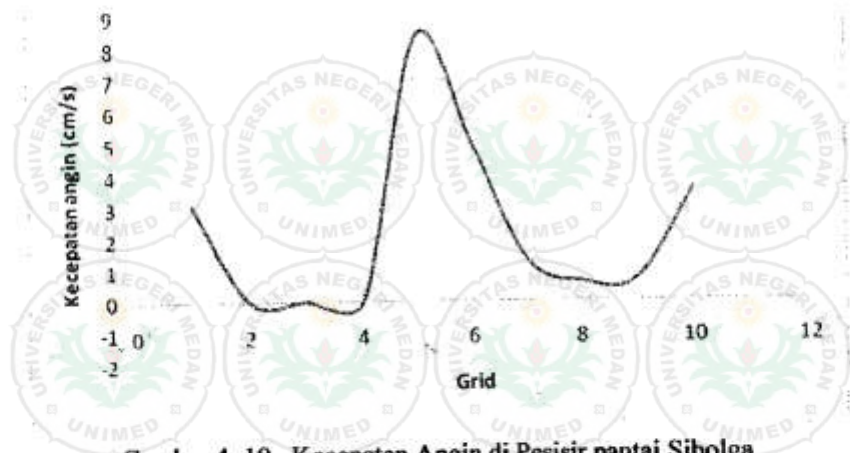
d. Lapisan Minyak

Lapisan minyak di pesisir pantai Sibolga seperti terlihat pada tabel 4.2 adalah grid 6 dan grid 7 yang memiliki lapisan minyak. Lapisan minyak ini merupakan buangan dari limbah pembangkit tenaga listrik yang ada disekitar pesisir pantai dan sisa pengisian BBM nelayan yang merupakan aktivitas sehari-hari. Adanya lapisan minyak ini menghalangi sinar matahari yang masuk ke permukaan air laut di pesisir pantai Sibolga sehingga pertumbuhan terumbu karang akan terganggu.

e. Kecepatan angin

Pesisir pantai Sibolga berdasarkan tabel 4.2 berkisar antara 0,6 sampai 8,4 cm/s dengan rata-rata 3,24 cm/s. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4. 19 di bawah ini

Kecepatan Angin di Pesisir Pantai Sibolga



Gambar 4.19. Kecepatan Angin di Pesisir pantai Sibolga

BAB V

SIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan :

1. Pola pengukuran DO yang merupakan kadar oksigen terlarut di pesisir pantai Sibolga diperoleh 6,0 - 15,1 mg/l dengan rata-rata 10 mg/l. Kadar DO ini berada dibawah rata-rata nilai baku mutu air laut untuk wisata bahari > 5 mg/l . Daya larut oksigen di pesisir pantai dipengaruhi oleh suhu walau tidak signifikan. DO berbanding terbalik dengan BOD, semakin tinggi DO maka semakin rendah nilai BOD nya.
2. Konduktivitas perairan pesisir Sibolga ber nilai 36,50 - 43,90 mS/cm, dengan rata-rata 41,84 mS/cm. Nilai konduktivitas tertinggi pada grid 7 yaitu 43,90 mS/cm dan terendah pada grid 1 yaitu 36,50 mS/cm. Salinitas yang diperoleh dari pesisir pantai Sibolga berkisar 19,1 - 40,6 ‰ . Nilai salinitas tertinggi berada pada grid 3 yaitu 40,6 ‰ dan terendah pada grid 1 dengan nilai 19,1 ‰ atau rata-rata 23,3 ‰ . Perairan Indonesia memiliki salinitas 30 - 35 ‰, untuk karang salinitas yang baik 25 - 45 ‰ . Secara keseluruhan salinitas pesisir pantai Sibolga rendah sehingga baik untuk kehidupan terumbu karang.
3. Suhu pesisir pantai Sibolga berkisar 28,9 - 29,9 °C atau rata-rata 29,5 °C. Untuk baku mutu air laut untuk wisata bahari dalam suhu alami. Menurut standar baku mutu air laut untuk biota laut adalah 35 °C. Air laut di pesisir pantai Sibolga masih di bawah baku mutu air laut untuk biota.
4. pH daerah pesisir pantai Sibolga diperoleh 8,6 - 8,8 dengan rata-rata 8,7. Nilai pH baku mutu air laut untuk wisata bahari berkisar 7,0 - 8,5. Untuk perikanan pH berkisar 6 - 8,5. pH di suatu perairan normal berkisar 6,0 - 9,0. Pantai pesisir Sibolga terkategori diatas nilai ambang batas tapi masih termasuk dalam kategori perairan normal.
5. Nilai kecerahan dari pesisir pantai Sibolga berkisar 97 - 183 cm dengan rata-rata 131,6 cm dan dari data tidak terlihat tampak dasar terumbu karang hidup. Nilai baku mutu air laut untuk wisata bahari adalah > 6 m, sehingga nilai ini jauh dari nilai baku mutu air laut untuk wisata bahari sehingga air laut di pesisir pantai Sibolga termasuk daerah yang tercemar.

6. Air laut pesisir Sibolga hampir setengah beraroma bau terutama di grid 2, 3, 8, 9 dan 10 sedangkan lapisan minyak ada pada grid 6 dan grid 7.



Daftar Acuan

1. James C. Orr, Victoria J. Fabry a (2005), Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms, *nature*04095, Vol 437|29 September 2005|page 681-686
2. Jocelyn Miller, (2008), Anthropogenic ocean acidification and its impact on coral reef ecosystems, *LFSC 665 Ecology and Global Change*. November 21, 2008
3. Long Cao, Ken Caldeira, and Atul K. Jain (2007), Effects of carbon dioxide and climate change on ocean acidification and carbonate mineral saturation, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 34, L05607, doi:10.1029/2006GL028605, 2007
4. _____ (2011,26 Februari),Terumbu Karang Dunia Terancam Punah pada 2050, *Analisa*, hal 10
5. (<http://www.mediaindonesia.com/read/2009/05/05/73573/89/14/Penverapan-Karbon-Bisa-Rusak-Biota-Laut>).
6. Kota Sibolga dalam angka (2009),Profil Kota Sibolga http://pariwisatasibolga.com/main/profil/selayang_pandang.Diakses 21 April 2011
7. Bisman Nababan Ph.D (2009, 12 Mei), Laut Bukan lagi Penyerap Karbon, *Antara news*
8. Salmin, 2005, Oksigen Terlarut dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) scbagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan, *Oseana*, Vol XXX, No 3: 21- 26
9. Popp Ary dkk, 2008, Studi Kualitas Perairan di Kawasan Industri Perikanan Desa Pengambangan Kec. Negara Kab. Jembrana, *Ecotropic* vol.3 tahun 2008: 98-103



Pesisir Sibolga



Titik awal menuju lautan Sibolga



Perahu motor menuju titik sasaran




Air laut Pesisir Sibolga sebagai sampel




Tim peneliti sedang mengukur parameter air laut




Tim Peneliti mengukur pH air laut



Mahasiswa terlibat dalam penelitian melakukan titrasi

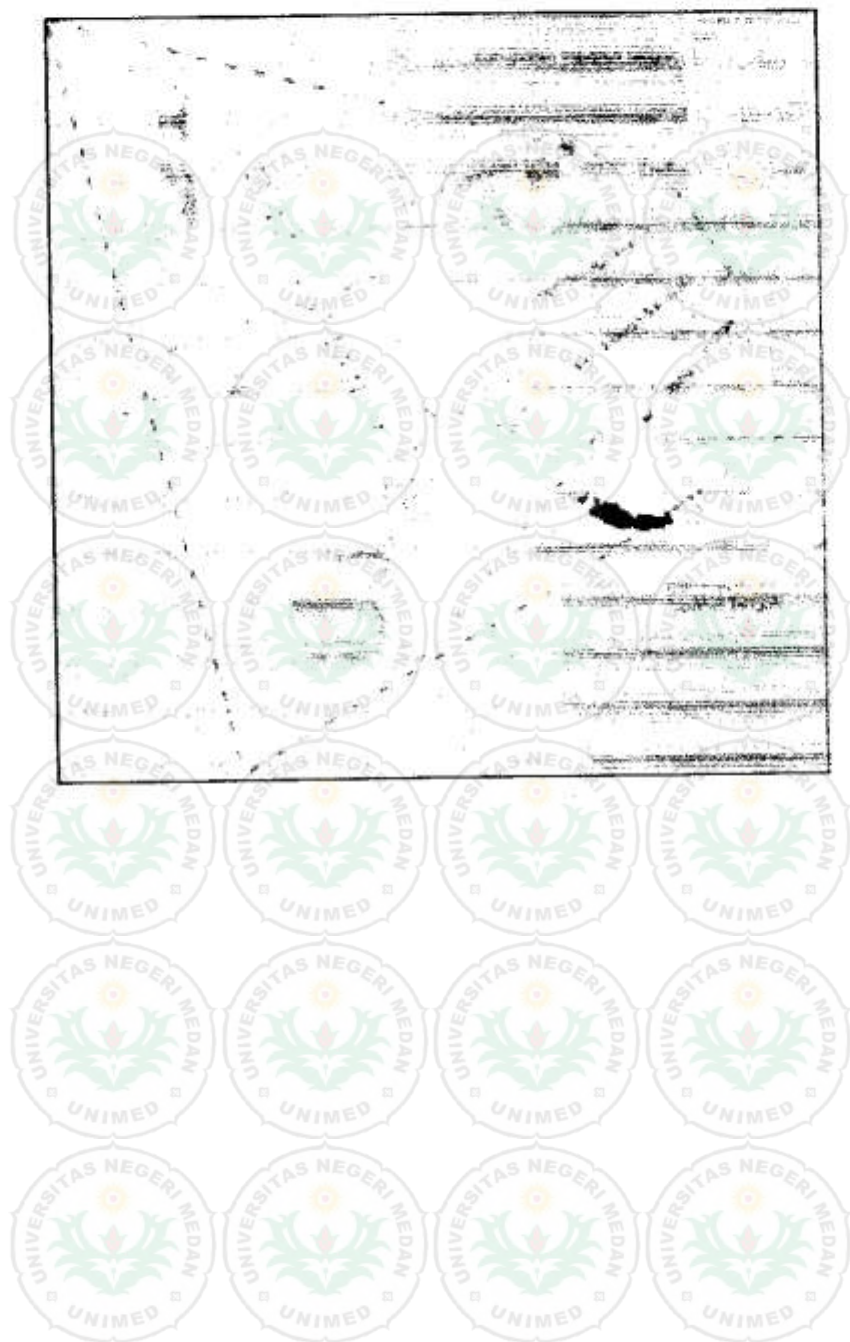


Tim Peneliti mengambil sampel air laut



Mahasiswa terlibat dalam penelitian mengukur DO

Peta Lokasi Penelitian



**BAKU MUTU AIR LAUT
UNTUK WISATA BAHARI**

Lampiran II
Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup
Nomor : Tahun 2004

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
	FISIKA		
1.	Warna	Pl. Co	30
2.	Bau		Tidak berbau
3.	Kecerahan ^a	m	>6
4.	Kekeruhan ^a	ntu	5
5.	Padatan tersuspensi total ^a (TSS)	mg/l	20
6.	Suhu ^f	°C	alami ^{2(e)}
7.	Sampah		nihil ^{1(g)}
8.	Lapisan minyak ⁵		nihil ^{1(g)}
	KIMIA		
1.	pH ^a		7 - 8,5 ^(d)
2.	Safinitas ^a	%	alami ^{2(e)}
3.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	10
5.	Amoniak bebas (NH ₃ -N)	mg/l	nihil ¹
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	nihil ¹
9.	Senyawa Fenol	mg/l	nihil ¹
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	nihil ¹
9.	Surfaktan (detergen)	mg/l MBAS	0,001
10.	Minyak & lemak	mg/l	1
11.	Pestisida ^f	µg/l	nihil ^{1(g)}
	Logam terlarut:		
12.	Raksa (Hg)	mg/l	0,002
13.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,002
14.	Arsen (As)	mg/l	0,025
15.	Cadmium (Cd)	mg/l	0,002
16.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,050
17.	Timbal (Pb)	mg/l	0,005
18.	Seng (Zn)	mg/l	0,085
19.	Nikel (Ni)	mg/l	0,075

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
(STATE UNIVERSITY OF MEDAN)
LEMBAGA PENELITIAN
(RESEARCH INSTITUTE)

Jl. W. Iskandar Psr. V Kotak Pos No. 1589 Medan 20221 Telp. (061) 6636757, Fax. (061) 6636757, atan (061) 6613365 Psw 228. E-mail:
Penelitian_Unimed@Yahoo.com - penelitian.unimed@gmail.com.

SURAT PERJANJIAN PENGGUNAAN DANA (SP2D)
No.: 106 /UN33.8/PL/2011

Pada hari ini Rabu tanggal delapan bulan Juni tahun dua ribu sebelas, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Dr. Ridwan Abd. Sani, M.Si : Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan, dan atas nama Rektor Unimed, dan dalam perjanjian ini disebut PIHAK PERTAMA
2. Rita Juliani, S. Si, M. Si : Dosen FMIPA bertindak sebagai Peneliti/Ketua pelaksana *Research Grant*, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA

Kedua belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) untuk melakukan kegiatan penelitian *Research/Teaching Grant* sebagai berikut :

Pasal 1

Berdasarkan PO Unimed dan SK Rektor Nomor : 0486/UN33.1/KEP/2011 tanggal 30 Mei 2011, tentang kegiatan Penelitian *Research/Teaching Grant*, PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima tugas tersebut untuk melaksanakan/mengkoordinasikan pelaksanaan kegiatan *Research/Teaching Grant* berjudul :

"Pola Penentuan Parameter Kerusakan Terumbu Karang di Daerah Sibolga"

yang berada di bawah tanggung jawab/ yang diketahui oleh : PIHAK KEDUA dengan masa kerja 5 (lima) bulan, terhitung sejak diterbitkannya SP2D ini ditandatangani.

Pasal 2

1. PIHAK PERTAMA memberikan dana penelitian tersebut pada Pasal 1 sebesar Rp. 10.000.000,- (Sepuluh Juta Rupiah), secara bertahap.
2. Tahap pertama sebesar 40% yaitu Rp. 4.000.000,- (Empat Juta Rupiah) dibayarkan sewaktu Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.
3. Tahap kedua sebesar 30% yaitu Rp. 3.000.000,- (Tiga Juta Rupiah) dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan kemajuan *Research/Teaching Grant* dan laporan penggunaan dana kepada PIHAK PERTAMA.
4. Tahap ketiga sebesar 30% yaitu Rp. 3.000.000,- (Tiga Juta Rupiah) dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan hasil *Research/Teaching Grant* kepada PIHAK PERTAMA.
5. PIHAK KEDUA dikenakan pajak (PPh) sebesar 15% dari jumlah dana kegiatan yang diterima dan disetorkan ke kas negara.
6. Biaya materai untuk SP2D dan kuintansi yang berkaitan dengan administrasi kegiatan ditanggung oleh PIHAK KEDUA

Pasal 3

1. PIHAK KEDUA mengajukan/menyampaikan rincian anggaran biaya (RAB) pelaksanaan kegiatan sesuai dengan besarnya dana penelitian yang telah disetujui.
2. Semua kewajiban yang berkaitan dengan pengelolaan keuangan dan aset Negara termasuk kewajiban membayar dan menyetorkan pajak dibebankan kepada PIHAK KEDUA.

Pasal 4

1. PIHAK KEDUA harus menyelesaikan kegiatan serta menyerahkan laporan hasil kegiatan *Research/Teaching Grant* kepada PIHAK PERTAMA sebagaimana yang dimaksud dalam Pasal 1 (selambat-lambatnya tanggal 12 Nopember 2011) sebanyak 8 (delapan) eksampul, dalam bentuk "Hard Copy" disertai dengan 2 (dua) buah file elektronik "Soft Copy" yang berisi laporan hasil penelitian dan naskah artikel ilmiah hasil penelitian dalam bentuk compact disk (CD).
2. Sebelum laporan akhir penelitian diselesaikan PIHAK KEDUA melakukan diseminasi hasil kegiatan melalui forum yang dikoordinasikan oleh Lembaga Penelitian yang dananya dibebankan kepada pihak kedua.
3. Desiminasi kegiatan dilakukan di Unimed dengan mengundang dosen dan mahasiswa sebagai peserta.
4. Bukti pengeluaran keuangan menjadi arsip pada PIHAK KEDUA dan 1 (satu) rangkap dilaporkan ke Lemlit Unimed dalam bentuk laporan penggunaan dana *Research/Teaching Grant* paling lambat tanggal 12 Nopember 2011.

Pasal 5

1. Apabila PIHAK KEDUA tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan kegiatan *Research/Teaching Grant* sesuai dengan Pasal 1 diatas , maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana kegiatan.
2. Apabila sampai batas waktu masa penelitian ini berakhir PIHAK KEDUA belum menyerahkan hasil kegiatan kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1% perhari dan setinggi-tingginya 5% dari seluruh jumlah dana kegiatan yang diterima sesuai dengan Pasal 2.
3. Bagi dosen yang tidak dapat menyelesaikan kewajibannya dalam tahun anggaran berjalan dan proses pencairan biaya telah berakhir, maka seluruh dana yang belum cair yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan PIHAK KEDUA harus membayar denda sebagaimana tersebut diatas kepada Kas Negara.
4. Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi perjanjian pelaksanaan kegiatan *Research/Teaching Grant* PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana kegiatan yang telah diterima kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali ke Kas Negara

Pasal 6

Laporan hasil kegiatan *Research/Teaching Grant* yang tersebut dalam Pasal 4 harus memenuhi ketentuan sbb:

- a. Ukuran kertas kuarto
- b. Warna cover hijau
- c. Dibawah bagian kulit/cover depan ditulis : dibiayai oleh Dana PO Unimed SK Rektor No.0486/UN33.I/KEP/2011 tanggal 30 Mei 2011
- d. Pada bagian akhir laporan hasil penelitian dilampirkan Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D)

Pasal 7

Hak cipta produk *Research/Teaching Grant* tersebut ada pada PIHAK KEDUA, sedangkan untuk penggandaan dan penyebaran laporan hasil kegiatan berada dalam PIHAK PERTAMA

Pasal 8

Surat perjanjian kerja ini dibuat rangkap 5 (lima) dimana 2 (dua) buah diantaranya dibubuhi materai sesuai dengan ketentuan yang berlaku yang pembiayaannya dibebankan kepada PIHAK KEDUA, satu rangkap untuk PIHAK PERTAMA satu rangkap untuk PIHAK KEDUA, dan selainnya akan digunakan bagi pihak yang berkepentingan untuk diketahui.

Hal-hal yang belum diatur dalam Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) ini akan ditentukan kemudian oleh dua belah pihak.



PIHAK KEDUA

Rita Juliani, S. Si, M. Si
NIP.196907151997022001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
(STATE UNIVERSITY OF MEDAN)
LEMBAGA PENELITIAN
(RESEARCH INSTITUTE)

Jl. Willem Iskandar Per. V - Kotak Pos No. 1609 Medan 20221 Telp. (061) 8530767, Fax. (061) 8536767 atau (061) 8513365 Paw. 228
E-Mail : penelitian_unimed@yahoo.com - penelitian.unimed@gmail.com

Nomor : 138/H.33.8/PL/2011
Lamp : -
Hal : Surat Izin Penelitian
Medan, 06 September 2011

Yth : Pemerintah Kota Sibolga

Dengan hormat, kami mohon bantuan Saudara untuk memberi izin penelitian yang dilaksanakan :

Nama : Rita Juliani, S.Si, M. Si
NIP : 196907151997022001
Pangkat / Golongan : Penata / III-c
Fakultas / Jurusan : FMIPA / Fisika
Judul Penelitian : Pola Penentuan Parameter Kerusakan Terumbu Karang di Daerah Sibolga
Masa Penelitian : Juli - Nopember 2011
Lokasi Penelitian : Jurusan Fisika FMIPA UNIMED

Demikian hal ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasama yang baik diucapkan terima kasih

Tembusan :
Dekan FMIPA



Jr. Ridwan Abd. Sani, M. Si
NIP. 1964061019880301017