

MEASUREMENT OF DISSOLVED INORGANIC NUTRIENT IN EUPHOTIC ZONE THE BANTEN BAY

Pengukuran Nutrien Inorganik Terlarut di Zona Eufotik Perairan Teluk Banten

Alianto^{1*}, Enan M. Adiwilaga², Ario Damar², and Enang Harris³

¹Department of Fishery, Faculty of Animal Husbandry, Fishery and Marine Science, Papua State University, Jalan Gunung Salju, Manokwari 98314

²Department of Fisheries Resources Management, Faculty of Fishery and Marine Science, Bogor Institute of Agriculture, Jalan Lingkar Akademik, Bogor 16680

³Department of Fishery Cultivation, Faculty of Fishery and Marine Science, Bogor Institute of Agriculture, Jalan Lingkar Akademik, Bogor 16680

Received July 10, 2008; Accepted May 28, 2009

ABSTRACT

At a few this last years, measurement concentration of dissolved inorganic nutrient is has rapidly grow by using various methods. But method anything applied must based on at formation of indicator end of measurement amonia, nitrite, nitrate, orthophosphate and silicate. At measurement of amonia its indicator is formation of blue indophenol, nitrite formation of pink azo, nitrate formation of yellow colored solution, orthophosphate formation of blue molybdenum, and silicate based on formation of yellows silicomolibdate. The intensity of color that is highly dependent on the concentration of each element. Measurement of amonia blue indophenol intensity perfected concentration in the range 0.206-0.396 mg/L. Measurement nitrite the formation of a pink azo easy imperfect because its low concentration. Intensity measurements nitrate solution yellow perfect concentration in the range 0.128-0.989 mg/L. Measurement of imperfect blue molybdenum intensity orthophosphate because its low concentration. While measuring the formation silicate of yellow silicomolibdate perfect concentration on the range 10.573-26.470 mg/L. As a whole from result of measurement is obtained chemical composition of dissolved inorganic nutrient in euphotic zone the Banten bay is more predominated by silicate 97.27%, nitrate 1.84%, amonia 0.49%, orthophosphate 0.20%, and nitrite 0.18%.

Keywords: blue indophenol, pink azo, yellow solution, blue molybdenum, yellow silicomolibdate

PENDAHULUAN

Berdasarkan ukurannya, nutrien inorganik terlarut merupakan nutrien dalam air laut yang dapat melewati kertas saring berpori 0,45 μm [1-3]. Sedangkan berdasarkan komposisinya, nutrien inorganik terlarut terdiri atas nitrogen inorganik terlarut, fosfat inorganik terlarut, dan silikat inorganik terlarut [4-6]. Nitrogen inorganik terlarut terdapat dalam bentuk amonia (NH_3), nitrat (NO_3^-), dan nitrit (NO_2^-), fosfat inorganik terlarut terdapat dalam bentuk ortofosfat (PO_4^{3-}), dan silikat inorganik terlarut terdapat dalam bentuk silikat SiO_2 [1-13]. Pengukuran konsentrasi nutrien inorganik terlarut dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode. Namun metode apapun yang digunakan prinsip pengukurannya harus berdasarkan pada pembentukan indikator akhir yang digunakan sebagai ciri dari masing-masing bentuk nutrien terlarut.

Indikator yang terbentuk merupakan hasil akhir reaksi dari larutan yang digunakan pada berbagai metode pengukuran amonia, nitrit, nitrat, ortofosfat dan

silikat. Pada umumnya pengukuran amonia berdasarkan pada pembentukan *indopenol* yang berwarna biru, nitrit berdasarkan pada pembentukan senyawa azo yang berwarna merah terang yang biasa dikenal dengan *n-naftilamin-p-azobenzen-p-sulfonilat* [1-13], dan nitrat berdasarkan pada pembentukan larutan yang berwarna kuning [12]. Pengukuran ortofosfat yang dijadikan indikator adalah berdasarkan pada pembentukan senyawa kompleks *molibdenum* biru [1-13]. Sedangkan pada pengukuran silikat indikatornya berdasarkan pada pembentukan senyawa kompleks *silikomolibdat* yang berwarna kuning [11,13].

Selama proses pengukuran amonia, nitrit, nitrat, ortofosfat, dan silikat saling berinteraksi antara satu dengan lainnya [4,6] sehingga turut mempengaruhi pembentukan indikator-indikator seperti yang telah disebutkan di atas. Oleh karena itu hal terpenting yang harus diperhatikan dalam memilih metode pengukuran adalah mengetahui tingkat akurasi dari metode yang akan digunakan terutama dalam meminimalisasi pengaruh dari unsur-unsur tersebut. Berkaitan dengan

* Corresponding author. Tel/Fax : +62-81382655621
Email address : ali_unipa@yahoo.com

hal ini maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia nutrisi inorganik terlarut dengan mengukur konsentrasi amonia dengan metode penat, nitrit dengan metode sulfanilamit, nitrat dengan metode *brusin*, ortofosfat dengan metode *asam askorbat* dan silikat dengan metode molibdosilikat.

METODE PENELITIAN

Bahan

Akuades, air laut, natrium hidroksida (NaOH) 0,5 dan 1 N, kalium peroksodisulfat ($K_2S_2O_8$), kalsium hidroksida $Ca(OH)_2$, natrium sitrat ($C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$), alkalin 20%, natrium nitroprusit dihidrat ($Na_2Fe(CN)_5NO \cdot 2H_2O$) 0,5%, natrium hipoklorit (NaClO) 5%, amonium klorida (NH_4Cl), kalium permanganat ($KMnO_4$), fenol (C_6H_5OH) $\geq 89\%$, etil alkohol v/v 95%, asam klorida (HCL) 85%, sulfanilamit ($H_2NC_6H_4SO_2NH_2$), n-(1-naftil)-etilendiamin dihidroklorida (NED dihidroklorida), natrium nitrit ($NaNO_2$), *brusin*, natrium arsenit ($NaAsO_2$) 0,05 N, asam sulfat (H_2SO_4) 5, 9 dan 36 N, natrium nitrat ($NaNO_3$), asam askorbat ($C_6H_8O_6$) 0,1 M, amonium molibdat ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$) 10%, kalium antimonil tartrat ($K(SbO)C_6H_4O_6 \cdot \frac{1}{2} H_2O$), kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4), *asam oksalat* ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$), natrium metasilikat (Na_2SiO_3).

Alat

Spektrofotometer (Shimadzu UV-160 A), labu takar, pipet volumetrik, pipet ukur, pipet tetes, gelas piala, erlenmeyer, timbangan elektronik (Chyo JL-200), kertas saring (Whatman GF/C diameter 47 mm dan porositas 0,45 μm), botol polietilen, boks es, pemanas (*Magnetic stirrer* MH-81), pompa vakum (*dry vane pump type* 200S-1).

Prosedur Kerja

Pengambilan Sampel Air Laut

Sampel air laut diambil dari perairan teluk Banten dengan menggunakan *Van Dorn Water Sampler*. Pengambilan air laut secara beturut-turut dilakukan pada bagian muara sungai (kedalaman 10%, 5%, dan 1% dari cahaya permukaan), bagian pantai dan tengah (kedalaman 50%, 25%, 10%, dan 5% dari cahaya permukaan), dan bagian luar teluk (kedalaman 50%, 25%, 10%, 5%, dan 1% dari cahaya permukaan). Selanjutnya air laut disaring dengan menggunakan kertas saring dengan bantuan pompa vakum. Air laut diambil sebanyak 75 mL dan dimasukkan dalam botol polietilen.

Pengukuran Konsentrasi Amonia Dengan Metode Penat

Prosedur pembuatan pereaksi amonia mengacu pada APHA [13], akuades bebas amonia dibuat dari 15 mL natrium hidroksida dan 1 g kalium peroksodisulfat yang dilarutkan dalam 500 mL akuades. Larutan alkalin dibuat dari 100 g asam sitrat dan 5 g natrium hidroksida yang dilarutkan ke dalam 500 mL akuades. Larutan hipoklorit dibuat dari 2,5 g natrium nitroprusit dihidrat dilarutkan kedalam 500 mL akuades. Larutan fenol dibuat dari 11,1 mL fenol dan 95 mL etil alkohol dilarutkan dalam 100 mL akuades. Larutan stok amonia dibuat dari 3,819 g amonium klorida dilarutkan dalam 1000 mL akuades. Ukur 25 mL air laut lalu ditambahkan 1 mL larutan fenol, 1 mL larutan hipoklorit dan 2,5 mL larutan alkalin, dan ukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 640 nm.

Untuk menghitung konsentrasi amonia dilakukan dengan membuat satu seri larutan standar amonia-nitrogen dengan konsentrasi 1,22 mg/L sebagai berikut : 0,5; 1; 1,5; 2; 3 mL. Setiap larutan standar ini diencerkan menjadi 50 mL dengan akuades bebas amonia. Larutan standar masing-masing mengandung 0,1; 0,1; 0,3; 0,3; 0,5 mg NH_3 -N/L. Selanjutnya masing-masing diambil 25 mL air lalu ditambahkan 1 mL larutan fenol, 1 mL larutan hipoklorit dan 2,5 mL larutan alkalin. Ukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 640 nm. Buat grafik persamaan regresi larutan standar, sehingga diperoleh rumus untuk menentukan konsentrasi amonia.

Pengukuran Konsentrasi Nitrit Dengan Metode Sulfanilamit

Prosedur pembuatan pereaksi mengacu pada APHA [12], akuades bebas nitrit dibuat dari 5 mg kalium permanganat dan kalsium hidroksida. Larutan pewarna dibuat dari 10 mL asam fosfat dan 1 g sulfanilamit yang dilarutkan dalam 80 mL akuades, tambahkan 1 g n-(1-naftil)-etilendiamin dihidroklorida. Larutan standar nitrit dibuat dari 0,4925 g natrium nitrit dilarutkan dalam 1000 mL akuades. Ukur 10 mL air laut, tambahkan dengan 0,4 mL larutan pewarna dan ukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 543 nm.

Untuk menghitung konsentrasi nitrit dilakukan dengan membuat satu seri larutan standar nitrit-nitrogen dengan konsentrasi 0,50 mg/L sebagai berikut : 0,01; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08 mL. Setiap larutan standar ini diencerkan menjadi 50 mL dengan akuades bebas nitrit. Larutan standar masing-masing mengandung 0,01; 0,02; 0,05; 0,10; 0,15 mg NH_2 -N/L. Selanjutnya masing-masing diambil 10 mL air lalu tambahkan dengan 0,4 mL larutan pewarna dan ukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang

gelombang 543 nm. Buat grafik persamaan regresi larutan standar, sehingga akan diperoleh rumus untuk menentukan konsentrasi nitrit.

Pengukuran Konsentrasi Nitrat Dengan Metode Brusin

Prosedur pembuatan pereaksi mengacu pada APHA [13], akuades bebas nitrit dibuat dari 5 mg kalium permanganat dan kalsium hidroksit. Larutan *brusin* dibuat dari 1 g brusin dan 1 mL asam sulfat dilarutkan dalam 50 mL akuades. Larutan *arsenit* dibuat dari 0,1 g asam sulfanilamid dan 3 mL asam klorida yang dilarutkan dalam 100 mL akuades. Larutan standar nitrat dibuat dari 0,6070 g natrium nitrat dilarutkan dalam 1000 mL akuades. Ukur 5 mL air lalu ditambahkan dengan 0,5 mL brusin, 0,05 mL natrium arsenit, dan 5 mL asam sulfat dan ukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm.

Untuk menghitung konsentrasi nitrat dilakukan dengan membuat satu seri larutan standar nitrat-nitrogen dengan konsentrasi 5 mg/L sebagai berikut : 0,50; 1,00; 2,00; 5,00; 10,00 mL. Setiap larutan standar ini diencerkan menjadi 30 mL dengan akuades bebas nitrit. Larutan standar masing-masing mengandung 0,025; 0,05; 0,10; 0,25; 0,50 mg $\text{NH}_3\text{-N/L}$. Selanjutnya masing-masing diambil 5 mL air lalu ditambahkan dengan 0,5 mL brusin, 0,05 mL natrium arsenit, dan 5 mL asam sulfat dan ukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm. Buat grafik persamaan regresi larutan standar, sehingga akan diperoleh rumus untuk menentukan konsentrasi nitrat.

Pengukuran Ortofosfat Dengan Metode Asam Askorbat

Akuades yang digunakan adalah akuades ganda atau air bebas ion namun terlebih dahulu diuji kandungan fosfatnya [10,13]. Pembuatan larutan pereaksi mengacu pada APHA [13], larutan asam askorbat dibuat dari 1,76 g *asam askorbat* dilarutkan dalam 100 mL akuades. Larutan amonium molibdat dibuat dari 20 g *amonium molibdat* dilarutkan dalam 500 mL akuades. Larutan asam sulfat dibuat dari 70 mL asam sulfat dilarutkan dalam 500 mL akuades. Larutan kalium antimonil tartrat dibuat dari 1,3715 g kalium antimonil tartrat dilarutkan dalam 500 mL akuades. Larutan stok fosfat dibuat dari 219,5 mg kalium dihidrogen fosfat dilarutkan dalam 1000 mL akuades. Ukur 25 mL air laut tambahkan 4 mL pereaksi campuran. Selanjutnya ukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 880 nm.

Untuk menghitung konsentrasi ortofosfat dilakukan dengan membuat satu seri larutan standar fosfat dengan konsentrasi 1 mg/L sebagai berikut : 1; 5; 10; 25; 50 mL. Setiap larutan standar ini diencerkan menjadi 50 mL

dengan akuades bebas fosfat. Larutan standar masing-masing mengandung 0,01; 0,05; 0,10; 0,25; 0,50 mg $\text{PO}_4^{3-}/\text{L}$. Selanjutnya masing-masing diambil 25 mL lalu ditambahkan dengan 4 mL pereaksi campuran. Ukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 880 nm. Buat grafik persamaan regresi larutan standar, sehingga akan diperoleh rumus untuk menentukan konsentrasi ortofosfat.

Pengukuran Silikat Dengan Metode molibdosilikat

Akuades yang digunakan adalah akuades ganda atau air yang telah diionisasi dapat digunakan namun terlebih dahulu diuji kandungan silikatnya [11]. Pembuatan larutan pereaksi mengacu pada APHA [13], pereaksi campuran dibuat dari 10 mL asam sulfat dan 10 g amonium molibdat. Larutan asam askorbat dibuat dari 1,75 g asam askorbat dilarutkan dalam 100 mL akuades. Larutan *asam oksalat* dibuat dari 10 g asam oksalat dilarutkan dalam 100 mL akuades. Larutan stok silikat dibuat dari 4,73 g natrium metasilikat dilarutkan dalam 1000 mL akuades. Ukur 10 mL air laut lalu ditambahkan 0,3 mL larutan asam oksalat. Selanjutnya ditambahkan masing-masing 0,2 mL asam askorbat dan *oksalat*. Ukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 810 nm.

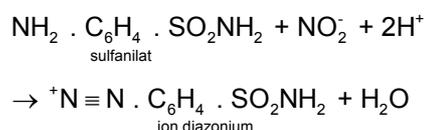
Untuk menghitung konsentrasi silikat dilakukan dengan membuat satu seri larutan standar silikat dengan konsentrasi 0,10 mg/L sebagai berikut : 1; 5; 10; 25; 50 mL. Setiap larutan standar ini diencerkan menjadi 25 mL dengan akuades bebas fosfat. Larutan standar masing-masing mengandung 0,25; 0,5; 1,0; 5,0; 10,0 mg SiO_2/L . Selanjutnya masing-masing diambil 10 mL lalu ditambahkan dengan 0,3 mL larutan asam oksalat, 0,2 mL asam askorbat dan oksalat. Ukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 810 nm. Buat grafik persamaan regresi larutan standar, sehingga akan diperoleh rumus untuk menentukan konsentrasi silikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

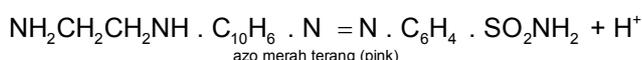
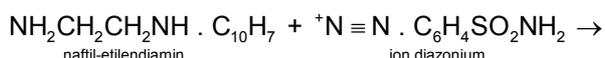
Pengukuran Amonia dengan Metode Penat

Langkah yang harus dikerjakan setelah menambahkan larutan alkalin, fenol, hipoklorit, dan nitroprusit dalam sampel air laut adalah menyimpan sampel tersebut pada tempat yang gelap selama 3 jam [2]. Tujuan dari penyimpanan ini adalah untuk mempercepat terjadinya pembentukan warna biru dalam sampel air laut. Menurut Koroleff [7] dan APHA [13] warna biru tersebut merupakan indopenol yang terbentuk dalam kondisi larutan basa pada pH 8-11,5 sebagai hasil reaksi dari *fenol* dan hipoklorit dengan

aksi dari nitrit dan sulfanilamid yang terjadi menurut reaksi berikut



Selanjutnya pada kondisi asam lemah pada pH 2,0-2,5 *ion diazonium* bereaksi dengan n-(1-naftil)-etilendiamin dihidroklorida (NED dihidroklorida) membentuk senyawa *azo* yang berwarna *pink* menurut reaksi berikut



Menurut Strickland dan Parsons [1,2] pembentukan *diazonium* hanya memerlukan waktu 2 menit dan bila melebihi 10 menit akan menghasilkan reaksi samping dan larutan mengalami dekomposisi. Menurut Grasshof [8], serta Hutagalung dan Rozak [15] bahwa jumlah *azo* yang terbentuk dalam reaksi tersebut proporsional dengan banyaknya *ion diazonium*, dengan demikian proporsional dengan jumlah nitrit dalam sampel air laut. Hasil pengukuran konsentrasi nitrit pada sampel air laut memperlihatkan intensitas *azo pink* yang terbentuk tidak sempurna. Hal ini disebabkan karena konsentrasi nitrit

pada sampel air laut rendah yang berkisar dari 0,001-0,037 mg/L (Tabel 2).

Menurut Millero [6] rendahnya konsentrasi nitrit disebabkan karena nitrit di perairan laut hanya sebagai senyawa peralihan (*intermediate product*) dari reduksi senyawa nitrat atau oksidasi senyawa amonia (lihat reaksi perubahan nitrat menjadi nitrit atau amonia pada uraian pengukuran nitrat dengan metode brusin). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi nitrit dalam sampel air laut sangat mudah berubah-ubah. Dengan demikian hasil pengukuran konsentrasi nitrit lebih rendah dari nilai sebenarnya dalam sampel air laut (kesalahan negatif).

Pengukuran Nitrat dengan Metode Brusin

Pada metode ini sampel air laut dicampurkan dengan larutan natrium arsenit, brusin, asam sulfat dan setelah itu sampel air dibiarkan beberapa saat dan akan berubah menjadi warna kuning. Menurut APHA [12,13] warna kuning ini terbentuk sebagai hasil reaksi antara nitrat yang terdapat dalam sampel air laut dengan brusin yang ditambahkan. Namun warna yang terbentuk dari reaksi ini terlihat belum stabil dan optimum. Hal ini terlihat dari warna kuning dalam sampel air laut mengendap pada bagian dasar tabung dan bagian atasnya masih berwarna putih atau bening. Oleh karena itu, supaya warna kuning yang terbentuk

Tabel 2. Hasil pengukuran konsentrasi nitrit (mg/L) di zona eufotik (Z_u) perairan teluk Banten

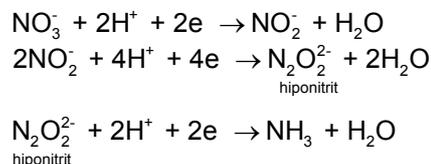
Lokasi	Z_u (%)	Waktu Pengambilan Contoh Air Laut					
		April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
Muara Sungai	10	0.033	0.005	0.006	0.009	0.055	0.011
	5	0.044	0.005	0.005	0.005	0.030	0.014
	1	0.017	0.015	0.005	0.005	0.053	0.014
Pantai	50	0.007	0.036	0.005	0.005	0.012	0.013
	25	0.009	0.034	0.005	0.011	0.006	0.011
	10	0.003	0.005	0.010	0.005	0.006	0.014
	5	0.007	0.005	0.005	0.005	0.005	0.011
Tengah 1	50	0.002	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006
	25	0.003	0.005	0.005	0.005	0.005	0.008
	10	0.004	0.037	0.007	0.005	0.005	0.009
	5	0.003	0.029	0.006	0.006	0.005	0.011
Tengah 2	50	0.001	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	25	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	10	0.003	0.005	0.009	0.009	0.005	0.005
	5	0.003	0.032	0.005	0.005	0.005	0.008
Luar teluk	50	0.003	0.034	0.005	0.005	0.005	0.006
	25	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	10	0.004	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005
	5	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	1	0.037	0.037	0.005	0.005	0.005	0.005

dalam sampel air laut ini stabil atau menyebar pada seluruh bagian kolom sampel air laut dalam tabung, maka sampel ini dipanaskan sampai mencapai suhu 100 °C selama 25 menit [17].

Setelah sampel air laut dipanaskan warna kuning yang terbentuk sudah menyebar dengan intensitas warna yang terbentuk ada yang sempurna dan tidak sempurna. Walaupun demikian, menurut APHA [12] warna kuning yang telah terbentuk ini proporsional dengan jumlah nitrat yang terdapat dalam sampel air laut. Sampel air laut dengan konsentrasi nitrat yang tinggi terlihat larutan warna kuning yang terbentuk sempurna. Sedangkan sampel air laut dengan konsentrasi nitrat rendah terlihat warna kuning yang terbentuk tidak sempurna. Konsentrasi nitrat dengan larutan warna kuning yang sempurna berkisar 0,128-0,989 mg/L. Sedangkan konsentrasi nitrat dengan larutan warna kuning yang tidak sempurna berkisar dari 0,001-0,097 mg/L (Tabel 3).

Menurut Grasshoff [9] serta Hutagalung dan Rozak [18] penyebab rendahnya konsentrasi nitrat seperti terlihat pada Tabel 3 disebabkan karena dalam molekulnya mengandung atom oksigen dan sewaktu-waktu akan mengalami perubahan. Bila oksigen bebas dalam air kurang maka nitrat akan berubah menjadi nitrit atau amonia. Menurut Millero [6] mekanisme perubahan

nitrat menjadi nitrit atau amonia terjadi menurut reaksi berikut



Dengan demikian, menurut Grasshoff [9] serta Hutagalung dan Rozak [18] konsentrasi nitrat yang diukur lebih rendah dari konsentrasi sebenarnya yang terkandung dalam sampel air (kesalahan negatif).

Pengukuran Ortofosfat dengan Metode Asam Askorbat

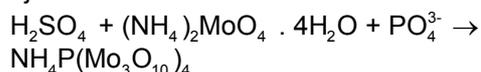
Pada metode ini sampel air laut setelah ditambahkan dengan larutan campuran yang terdiri dari amonium molibdat, asam sulfat, antimonil tartrat, dan asam askorbat langsung berubah menjadi larutan asam. Menurut APHA [13] pada kondisi larutan asam ini, amonium molibdat dan antimonil tartrat bereaksi dengan ortofosfat yang terdapat dalam sampel air laut menjadi bentuk-bentuk asam heteropoli dan fosfolibdit. Keberadaan asam askorbat dalam sampel air laut mereduksi bentuk-bentuk asam ini menjadi senyawa asam fosfomolibdat. Selanjutnya asam fosfomolibdat

Tabel 3. Hasil pengukuran konsentrasi nitrat (mg/L) di zona eufotik (Z_u) perairan teluk Banten

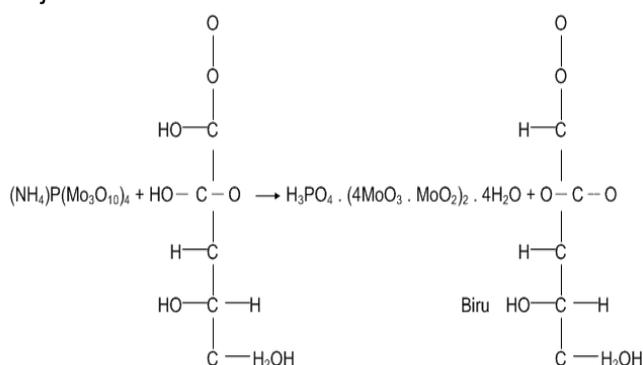
Lokasi	Zu (%)	Waktu Pengambilan Contoh Air Laut					
		April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
Muara Sungai	10	0.215*	0.001	0.128*	0.171*	0.051	0.036
	5	0.213*	0.039	0.203	0.441	0.034	0.041
	1	0.386*	0.005	0.089	0.070	0.005	0.123
Pantai	50	0.165	0.102*	0.154*	0.017	0.001	0.058
	25	0.001	0.063	0.116*	0.082	0.001	0.065
	10	0.003	0.290	0.454*	0.099	0.001	0.097
	5	0.208*	0.066	0.097	0.087	0.001	0.056
Tengah 1	50	0.126*	0.100*	0.229	0.077	0.001	0.024
	25	0.273	0.032	0.154	0.056	0.001	0.063
	10	0.097	0.013	0.082	0.034	0.001	0.034
	5	0.119*	0.001	0.097	0.417*	0.001	0.070
Tengah 2	50	0.044	0.044	0.154*	0.070	0.001	0.039
	25	0.143*	0.051	0.989*	0.065	0.001	0.068
	10	0.490*	0.001	0.142*	0.082	0.001	0.031
	5	0.097	0.037	0.142*	0.183	0.001	0.039
Luar teluk	50	0.100	0.001	0.085	0.031	0.001	0.027
	25	0.073	0.001	0.130	0.123*	0.001	0.024
	10	0.066	0.145	0.107	0.051	0.001	0.085
	5	0.005	0.396	0.065	0.041	0.001	0.046
	1	0.138*	0.001	0.089	0.080	0.001	0.053

Keterangan : * warna kuning sempurna

direduksi menjadi warna biru yang terbentuk sempurna yang dikenal sebagai *molibdenum* biru. Menurut Millero [6] terdapat dua tahap reaksi kimia yang terjadi sebelum terbentuknya *molibdenum* biru, yaitu pembentukan senyawa kompleks amonium molibdat yang berwarna kuning terjadi menurut reaksi berikut



Dengan keberadaan asam askorbat senyawa kompleks yang berwarna kuning tersebut direduksi menjadi *molibdenum* biru berdasarkan reaksi berikut



Jumlah *molibdenum* biru yang terbentuk adalah proporsional dengan konsentrasi ortofosfat dalam sampel air laut. Menurut APHA [13] intensitas *molibdenum* biru yang terbentuk sangat tergantung pada

konsentrasi ortofosfat. Hasil pengukuran memperlihatkan intensitas *molibdenum* biru yang terbentuk dalam sampel air laut tidak sempurna. Hal ini terlihat dari konsentrasi ortofosfat yang terdapat pada sampel air laut sangat rendah yang berkisar dari 0,005-0,052 mg/L (Tabel 4). Menurut APHA [13] rendahnya konsentrasi ortofosfat di perairan laut disebabkan karena pengaruh dari unsur-unsur lainnya seperti nitrit dan silikat. Nitrit dapat mempengaruhi konsentrasi ortofosfat 3% lebih rendah dari konsentrasi yang sebenarnya. Sedangkan bila konsentrasi silikat lebih dari 10 mg/L dapat berpengaruh pada penurunan konsentrasi ortofosfat (Tabel 5).

Pengukuran Silikat dengan Metode molibdosilikat

Pada metode ini sampel air laut setelah ditambahkan dengan pereaksi campuran yang terdiri dari asam sulfat dan amonium molibdat didiamkan terlebih dahulu selama 20 menit. Selama proses ini, sampel air laut secara perlahan-lahan berubah menjadi larutan warna kuning. Menurut Koroleff[11] dan APHA [13] larutan warna kuning ini adalah merupakan silikomolibdat yang terbentuk pada kondisi larutan asam sebagai hasil reaksi dari amonium molibdat dengan silikat dalam sampel air laut. Selain silikomolibdat kuning yang terbentuk, menurut Strickland dan Parsons [2] juga terbentuk

Tabel 4. Hasil pengukuran konsentrasi ortofosfat (mg/L) di zona eufotik (Z_u) perairan teluk Banten

Lokasi	Zu (%)	Waktu Pengambilan Contoh Air Laut					
		April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
Muara Sungai	10	0.018	0.052	0.005	0.005	0.087	0.011
	5	0.005	0.052	0.005	0.007	0.083	0.011
	1	0.005	0.052	0.005	0.005	0.075	0.013
Pantai	50	0.047	0.005	0.005	0.005	0.007	0.005
	25	0.005	0.025	0.005	0.013	0.005	0.005
	10	0.005	0.005	0.005	0.016	0.005	0.005
	5	0.034	0.006	0.005	0.043	0.005	0.005
	50	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Tengah 1	25	0.005	0.005	0.005	0.007	0.005	0.005
	10	0.005	0.026	0.005	0.005	0.005	0.005
	5	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	50	0.009	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Tengah 2	25	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	10	0.005	0.007	0.005	0.005	0.005	0.005
	5	0.005	0.031	0.005	0.005	0.005	0.005
	50	0.005	0.051	0.005	0.005	0.005	0.005
Luar teluk	25	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	10	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	5	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	1	0.026	0.026	0.005	0.005	0.005	0.005

fosfomolibdat dan arsenomolibdat. Bentuk-bentuk molibdat ini dapat menjadi pengganggu dalam pengukuran silikat. Menurut Koroleff [11] dan APHA [13] pengaruh dari fosfomolibdat dan arsenomolibdat dapat dihilangkan dalam waktu 10 menit dengan cara menambahkan larutan asam oksalat dalam sampel air laut.

Dengan dihilangkannya fosfomolibdat dan arsenomolibdat dalam sampel air laut, maka yang terukur adalah benar-benar silikomolibdat. Menurut APHA [13] silikomolibdat kuning yang terbentuk adalah proporsional dengan silikat dalam sampel air laut. Hasil pengukuran memperlihatkan silikomolibdat kuning yang terbentuk ada yang sempurna dan tidak sempurna dalam sampel air laut. Intensitas silikomolibdat kuning yang terbentuk ini akan bertambah dengan semakin besarnya konsentrasi silikat dalam sampel air laut. Intensitas silikomolibdat kuning yang sempurna terutama ditemui pada sampel air laut yang mempunyai kisaran konsentrasi 10,573-26,470 mg/L (Tabel 5). Sedangkan konsentrasi silikat pada sampel air laut lainnya yang memperlihatkan intensitas silikomolibdat kuning yang tidak sempurna berkisar dari 0,877-7,975 mg/L.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa komposisi kimia nutrisi inorganik terlarut di zona eufotik

perairan teluk Banten lebih didominasi oleh silikat 97,27%, nitrat 1,84%, amonia 0,49%, ortofosfat 0,20%, dan nitrit 0,18%. Komposisi ini terdistribusi di zona eufotik 50% sebesar 12,84% silikat, 0,26% nitrat, 0,25% amonia, 0,03% ortofosfat, dan 0,03% nitrit. Pada zona eufotik 25% sebesar 12,03% silikat, 0,41% nitrat; 0,26% amonia, 0,02% ortofosfat, dan 0,02% nitrit. Pada zona eufotik 10% sebesar 27,47% silikat, 0,48% nitrat, 0,44% amonia, 0,05% ortofosfat, dan 0,01% nitrit. Pada zona eufotik 5% sebesar 28,92% silikat, 0,52% nitrat; 0,38 amonia, 0,06% ortofosfat, dan 0,04% nitrit. Pada zona eufotik 1% terdapat 16,47% silikat, 0,16% nitrat, 0,29% amonia, 0,03% ortofosfat, dan 0,03% nitrit.

Intensitas kesempurnaan pembentukan indopenol biru untuk pengukuran amonia, azo merah terang untuk pengukuran nitrit, larutan warna kuning untuk pengukuran nitrat, *molibdenum* biru untuk pengukuran ortofosfat, dan *silikomolibdat* kuning untuk pengukuran silikat sangat tergantung pada konsentrasi unsur-unsur ini dalam sampel air laut. Pada dasarnya intensitasnya akan semakin sempurna pada sampel air laut yang memiliki konsentrasi nutrisi inorganik terlarut yang tinggi. Sebaliknya intensitasnya akan semakin tidak sempurna pada sampel air laut yang memiliki konsentrasi nutrisi inorganik terlarut yang rendah. Intensitas *indopenol* biru, larutan warna kuning, dan *silikomolibdat* kuning sempurna pada sebagian besar

Tabel 5. Hasil pengukuran konsentrasi silikat (mg/L) di zona eufotik (Z_u) perairan teluk Banten

Lokasi	Z_u (%)	Waktu Pengambilan Contoh Air Laut					
		April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
Muara Sungai	10	25.932*	10.81*	6.559	10.07*	17.312*	10.573*
	5	18.118*	11.02*	5.340	14.62*	17.312*	11.254*
	1	26.470*	24.36*	3.154	4.623	17.312*	11.165*
Pantai	50	6.075	5.232	2.096	1.092	9.964	5.931
	25	5.035	5.071	1.774	1.845	6.828	5.663
	10	6.200	5.125	6.81	2.239	5.698	5.860
	5	6.362	5.734	1.756	1.756	5.931	5.698
Tengah 1	50	3.763	4.964	1.128	1.684	3.154	4.444
	25	3.297	5.250	1.415	0.788	2.956	4.928
	10	2.437	14.79	1.200	1.057	3.082	3.870
	5	7.975	10.61	2.114	12.19	3.154	3.924
Tengah 2	50	3.171	4.713	1.039	2.239	2.078	2.634
	25	2.329	6.326	0.877	0.411	1.684	2.670
	10	2.472	4.946	1.523	3.118	2.670	2.688
	5	3.010	5.573	2.078	3.906	2.777	2.705
Luar teluk	50	2.204	5.967	0.411	0.788	2.777	2.347
	25	2.526	5.483	1.092	2.168	2.186	2.311
	10	2.383	5.627	1.254	0.519	1.863	2.275
	5	1.917	6.541	0.931	0.860	2.490	2.347
	1	4.085	4.085	1.379	0.788	2.652	2.437

Keterangan : * *silikomolibdat* kuning sempurna

sampel air laut yang diambil dari zona eufotik 10%, 5% dan 1%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Secara khusus peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, yang telah mendanai penelitian ini serta Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor atas fasilitas yang telah diberikan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R., 1965, *A Manual of Seawater Analysis*, Bulletin 125, 2nd ed., (Revised), Fisheries Research Board of Canada, 203
2. Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R., 1972, *A Practical Handbook of Seawater Analysis*, Bulletin 67, 2nd ed., Fisheries Research Board of Canada, 310
3. Grasshoff, K., 1976, Filtration and Storage, in: K. Grasshoff (Ed.), *Methods of Seawater Analysis*, Verlag Chemie, Weinheim, New York, 21-30
4. Riley, J.P. and Chester, R., 1971, *Introduction to Marine Chemistry*, Academic Press, London and New York, 465
5. Spencer, P., 1975, The Micronutrien Elements, in: *Chemical Oceanography*, J.P. Riley, and G. Skirrow (Eds.), Academic Press, London, New York, San Fransisco, 245-300
6. Millero, F.J., 2006, *Chemical Oceanography*, CRC Press, Boca Raton, 495
7. Koroleff, F., 1976, Determination of Amonia, in: K. Grasshoff (Ed.), *Methods of Seawater Analysis*, Verlag Chemie, Weinheim, New York, 126-133
8. Grasshoff, K., 1976, Determination of Nitrite, in: K. Grasshoff (Ed.), *Methods of Seawater Analysis*, Verlag Chemie, Weinheim, New York, 134-126
9. Grasshoff, K., 1976, Determination of Nitrate, in: K. Grasshoff (Ed.), *Methods of Seawater Analysis*, Verlag Chemie, Weinheim, New York, 137-145
10. Koroleff, F., 1976, Determination of Phosphorus, in: K. Grasshoff (Ed.), *Methods of Seawater Analysis*, Verlag Chemie, Weinheim, New York, 117-126
11. Koroleff, F., 1976, Determination of Silicon, in: K. Grasshoff (Ed.), *Methods of Seawater Analysis*, Verlag Chemie, Weinheim, New York, 149-158
12. APHA (American Public Health Association), 1976, Determination of Inorganic Non Metallic Constituents, in: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, M.C. Rand, A.E. Greenberg, M.J. Taras (Eds.), 16th ed., American Public Health Association, Washington. 273-509
13. APHA (American Public Health Association), 2005, Inorganic Non Metallic Constituents, in: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, A.D. Eaton, L.S. Clesceri, E.W. Rice, A.E. Greenberg (Eds.), 21st ed., American Public Health Association, Washington. 4-1 – 4-192
14. Riley, J.P., 1975, Analytical Chemistry of Sea Water, in: *Chemical Oceanography*, J.P. Riley and G. Skirrow (eds.), 2nd ed., Vol. 3, Academic Press, 193-514
15. Hutagalung, H.P. dan Rozak, A., 1997, Penentuan Kadar Nitrit, in: *Metode Analisis Air Laut Sedimen dan Biota*, H.P. Hutagalung, D. Setiapermana, dan S.H. Riyono (Eds.), Buku 2, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta. 87-93
16. Parsons, T.R., Maita, Y., and Lalli, C.M., 1984, Determination of Amonia, in: *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*, 1st ed., Pergamon Press. 14-17
17. Jenkins, D. and Medsken, L., 1964, *Anal Chem.*, 36, 610
18. Hutagalung, H.P., dan Rozak, A., 1997, Penentuan Kadar Nitrat, in: *Metode Analisis Air Laut Sedimen dan Biota*, H.P. Hutagalung, D. Setiapermana, dan S.H. Riyono (Eds.), Buku 2, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta. p. 94-100