

STUDI TENTANG PRODUKTIVITAS PRIMER BERDASARKAN DISTRIBUSI NUTRIEN DAN INTENSITAS CAHAYA DI PERAIRAN SELAT BADUNG, BALI

Winona Abigail, Muhammad Zainuri, Widodo Setiyo Pranowo*)

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698
Email : muhammad.zainuri@yahoo.com ; widodo.pranowo@gmail.com

Abstrak

Perairan Selat Badung merupakan percabangan Selat Lombok yang dilalui oleh ARLINDO (Arus Lintas Indonesia), dimana arus tersebut membawa massa air yang mengandung klorofil. Sebaran klorofil dan nutrisi tersebut berkaitan erat dengan intensitas cahaya untuk menghasilkan produktivitas primer. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh hubungan variabilitas produktivitas primer dengan distribusi nutrisi dan intensitas cahaya di perairan Selat Badung, Bali. Variabel yang diamati berupa konsentrasi nitrat, fosfat, amonia, intensitas cahaya dan klorofil-a. Analisa statistik korelasi Pearson menunjukkan bahwa kandungan nutrisi (nitrat, fosfat dan amonia) dan intensitas cahaya mempengaruhi laju produktivitas primer. Hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi linier antara parameter klorofil-a dan nitrat sebesar -0,2514, klorofil-a dan amonia sebesar 0,1459 dan klorofil-a dan intensitas cahaya 0,3785. Adanya siklus nitrogen dalam perairan juga mempengaruhi korelasi linier tersebut. Peranan parameter kualitas perairan lainnya seperti suhu, salinitas dan oksigen terlarut juga mendukung laju produktivitas primer perairan.

Kata kunci: nutrisi, intensitas cahaya, produktivitas primer, korelasi Pearson, Selat Badung

Abstract

Badung Strait is a divarication of the Lombok Strait where is traversed by Indonesian Throughflow (ARLINDO) where the current bring the water mass that contain of chlrophyll. The distribution of nutrients is closely related to light intensity to produce primary productivity. The purpose of this research was conducted to determine the effect of the variability of primary productivity towards nutrient distribution and light intensity in Badung Strait, Bali. The variables investigated are the concentration of nitrate, phosphate, ammonia, light intensity and chlorophyll-a. Pearson correlation indicated that the content of nutrients (nitrate, phosphate and ammonia) and light intensity affect the rate of primary productivity. This is indicated by the linear correlation between the parameter of chlorophyll-a with nitrate at -0.2514, chlorophyll-a with ammonia at 0.1459 and chlorophyll-a with light intensity at 0.3785. The presence of nitrogen in the water cycle affect the linear correlations of the correlation value. The role of other water quality parameters such as suhue, salinity and dissolved oxygen also supports the rate of primary productivity waters.

Keywords: nutrients, light intensity, primary productivity, Pearson correlation, Badung Strait

1. Pendahuluan

Perairan Selat Badung merupakan perairan yang terletak di sebelah barat Selat Lombok, dimana massa air utama ARLINDO yang berasal dari Selat Lombok terbagi, seperempatnya melalui Selat Badung dan akan bercampur dengan massa air lainnya, sehingga terjadi percampuran massa air yang mengandung klorofil-a (Murray dan Arief, 1988). Pada kondisi ini massa air tersebut mempunyai salinitas yang tinggi, suhu yang rendah dan kaya nutrisi sehingga memberi dampak pada tingkat kesuburan perairan.

Sebaran nutrisi pada perairan juga berkaitan dengan masuknya intensitas cahaya pada perairan tersebut. Sehingga nutrisi dan intensitas cahaya akan mempengaruhi tingkat klorofil-a perairan. Boney (1989) menyatakan bahwa intensitas cahaya dan klorofil-a merupakan komponen utama dalam

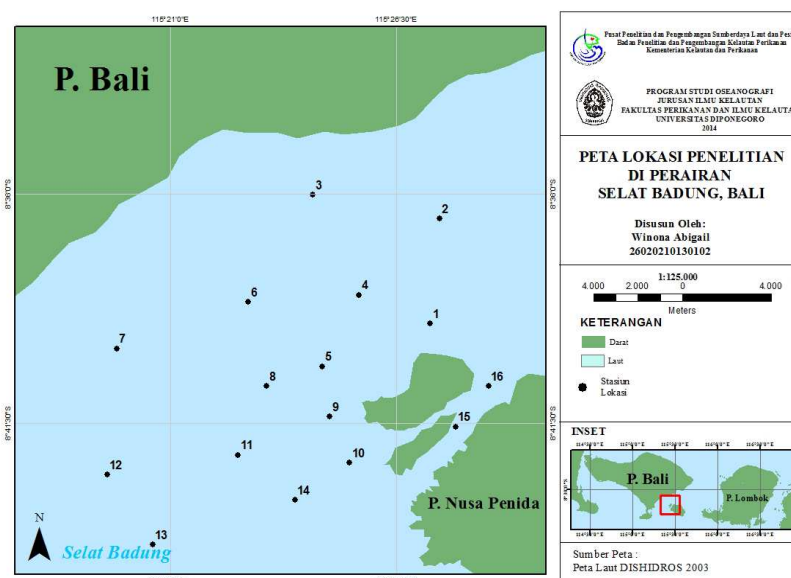
fotosintesis maka secara langsung berperan terhadap nilai produktivitas primer pada perairan tersebut. Parsons *et al.* (1984) juga memperlihatkan adanya hubungan antara cahaya dan laju fotosintesis fitoplankton dalam kondisi laboratorium.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara keterkaitan parameter nutrisi dan intensitas cahaya terhadap laju produktivitas primer di Perairan Selat Badung, Bali.

2. Materi dan Metode Penelitian

A. Materi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di perairan Selat Badung dengan 16 titik lokasi pengambilan sampel (Gambar 1). Data yang digunakan diperoleh dengan pengambilan langsung di lapangan, yaitu nutrisi (nitrat, fosfat dan amonia), produktivitas primer (klorofil-a), intensitas cahaya dan parameter lingkungan (suhu, salinitas, DO) sebagai data pendukung. Metode pengambilan data dalam penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* yang merupakan metode penentuan lokasi pengambilan sampel yang mewakili keadaan lokasi keseluruhan.



Gambar 1. Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel di Perairan Selat Badung, Bali

B. Metode Penelitian

Metode pengambilan data nutrisi (nitrat, fosfat dan amonia) dan produktivitas primer (klorofil-a) pada permukaan laut dilakukan dengan melakukan pengambilan sampel air dan kemudian dilakukan analisa laboratorium untuk mendapatkan nilai konsentrasinya. Sedangkan nilai intensitas cahaya diperoleh menggunakan *luxmeter* dan data parameter lingkungan (suhu, salinitas, DO) dilakukan pengukuran pada permukaan air dengan menggunakan *Water Quality Checker* (WQC).

Analisa konsentrasi nutrisi (nitrat, fosfat, amonia) dan klorofil-a dilaboratorium dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri. Pengukuran kandungan nutrisi (nitrat, fosfat, amonia) tersebut dilakukan menggunakan spektrofotometer dengan masing-masing panjang gelombang yang sudah ditentukan. Sedangkan data intensitas cahaya diperoleh dari pengambilan langsung di lapangan bersamaan pada saat pengambilan sampel air permukaan. Analisa statistik dilakukan dengan menggunakan korelasi Pearson untuk mengetahui hubungan antara parameter produktivitas primer dengan konsentrasi nutrisi dan intensitas cahaya, dengan ketentuan sebagai berikut :

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

dimana:

x = variabel x

$\bar{x}$ = rata rata variabel x

y = variabel y

$\bar{y}$ = rata rata variabel y

dimana korelasi antara dua variabel yang diperoleh berada pada nilai antara -1 sampai 1. Selanjutnya dilakukan analisa dengan menggunakan parameter pendukung berupa data kualitas air berupa suhu, salinitas dan DO.

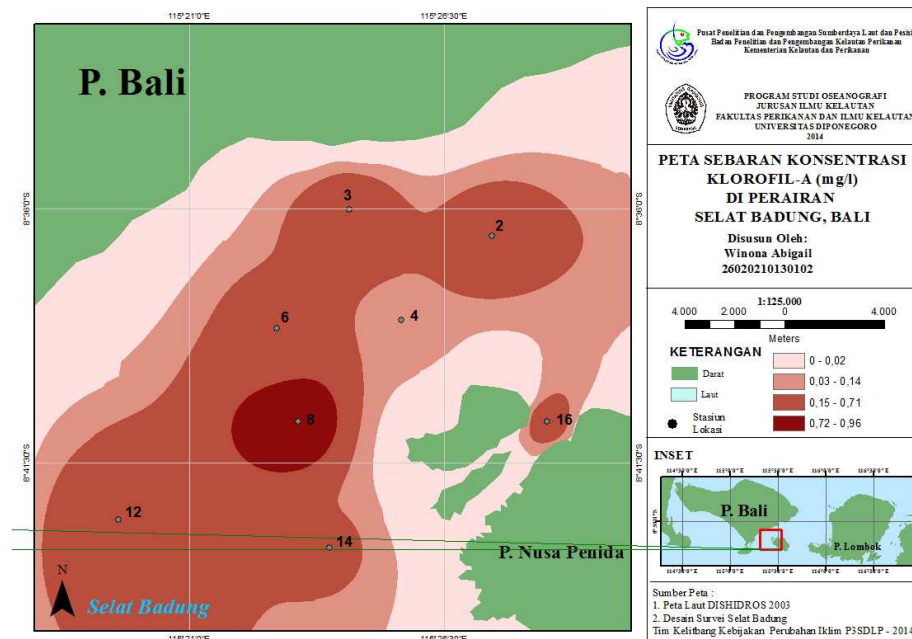
3. Hasil dan Pembahasan

Produktivitas Primer Klorofil-a

Parameter produktivitas primer pada penelitian ini menggunakan data konsentrasi klorofil-a. Konsentrasi klorofil-a, menunjukkan nilai konsentrasi tertinggi pada stasiun 8 dengan nilai konsentrasi 0,962 mg/l dan nilai konsentrasi terendah 0,0119 mg/l pada stasiun 4 (Tabel 1, Gambar 2).

Tabel 1. Nilai konsentrasi produktivitas primer klorofil-a (mg/l), hasil pengamatan 21-23 Juni 2014, Selat Badung, Bali

Stasiun	Klorofil-a (mg/l)
2	0,366
3	0,536
4	0,119
6	0,229
8	0,962
12	0,509
14	0,162
16	0,391



Gambar 2. Peta Sebaran Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Selat Badung, Bali

Perbedaan konsentrasi klorofil-a diakibatkan oleh perbedaan intensitas cahaya dan konsentrasi nutrisi. Laju fotosintesis yang terjadi di dalam laut yang mendapat penyinaran dengan intensitas cahaya tertentu adalah merupakan fungsi dari klorofil-a di perairan. Hal ini ditunjukkan pada stasiun 8 dimana nilai klorofil-a tertinggi berada sama dengan nilai intensitas cahaya tertinggi pada saat penelitian di Perairan Selat Badung, Bali. Hal ini menyebabkan stasiun tersebut mengalami proses fotosintesis yang paling efektif. Sedangkan pada stasiun 4 yang merupakan stasiun dengan nilai klorofil-a terendah diduga karena berkurangnya pengaruh masukan zat hara sehingga berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi klorofil-a. Arus kuat yang terjadi pada saat pengambilan sampel juga berpengaruh pada nilai konsentrasi klorofil-a. Dijelaskan oleh Afdal dan Riyono (2004) bahwa dinamika kandungan klorofil-a pada lapisan

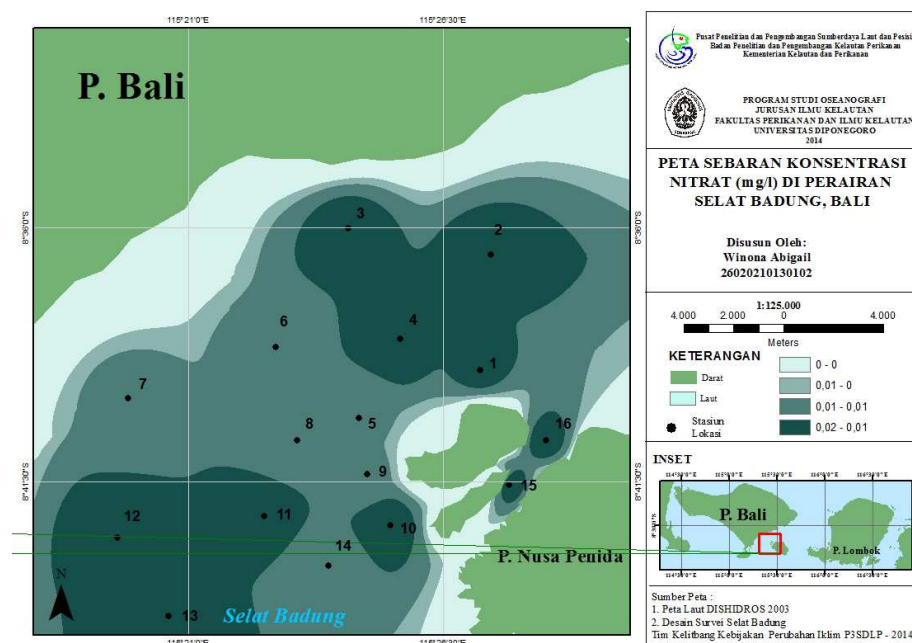
permukaan diduga disebabkan adanya pengaruh dari faktor cahaya dibanding lapisan bawahnya, sehingga pada lapisan permukaan, laju fotosintesis dapat berlangsung lebih cepat. Dengan demikian kondisi persebaran klorofil-a pada perairan Selat Badung, Bali dipengaruhi oleh faktor fisika yaitu adanya arus dan intensitas cahaya serta faktor kimia berupa masukan konsentrasi nitrat, fosfat dan amonia.

Nutrien (Nitrat, Fosfat, Amonia)

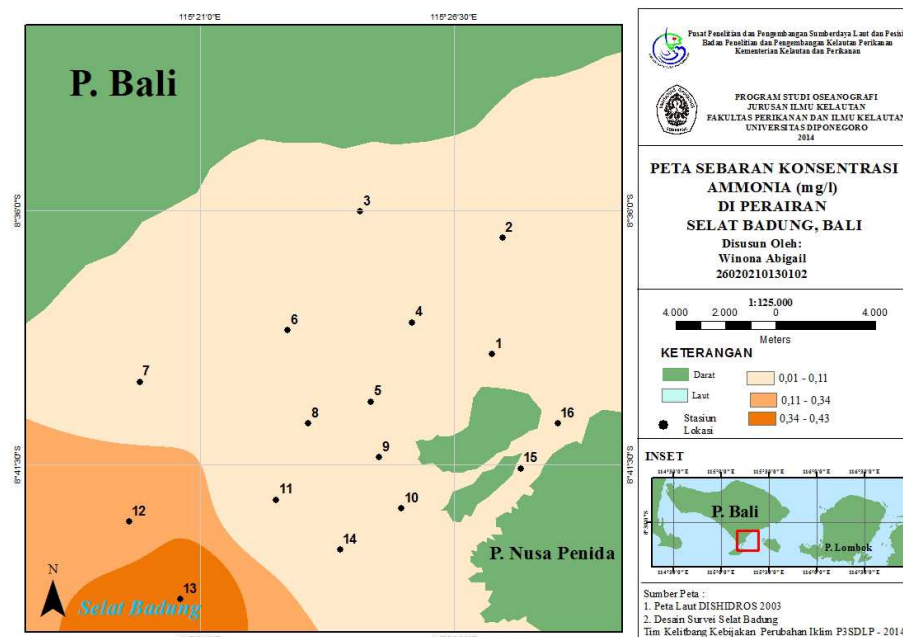
Sebaran konsentrasi nitrat di Perairan Selat Badung, Bali memiliki nilai kandungan tertinggi ditunjukkan pada stasiun 15 yaitu 0,015 mg/l dan konsentrasi terendah <0,01 mg/l pada stasiun 2, 5, 6, 7, 8, 9, 11 dan 14 (Tabel 2, Gambar 3). Sedangkan konsentrasi kandungan amonia menunjukkan nilai kandungan tertinggi ditunjukkan pada stasiun 12 dengan nilai konsentrasi 0,324 mg/l dan nilai kandungan ammonia terendah <0,01 mg/l pada stasiun 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 15 dan 16 (Tabel 2, Gambar 4). Selanjutnya hasil pengamatan terhadap kandungan fosfat pada setiap stasiun menunjukkan nilai <0,01 mg/l (Tabel 2, Gambar 5).

Tabel 2. Nilai konsentrasi nitrat, fosfat dan ammonia (mg/l) permukaan, hasil pengamatan 21-23 Juni 2014, Selat Badung, Bali

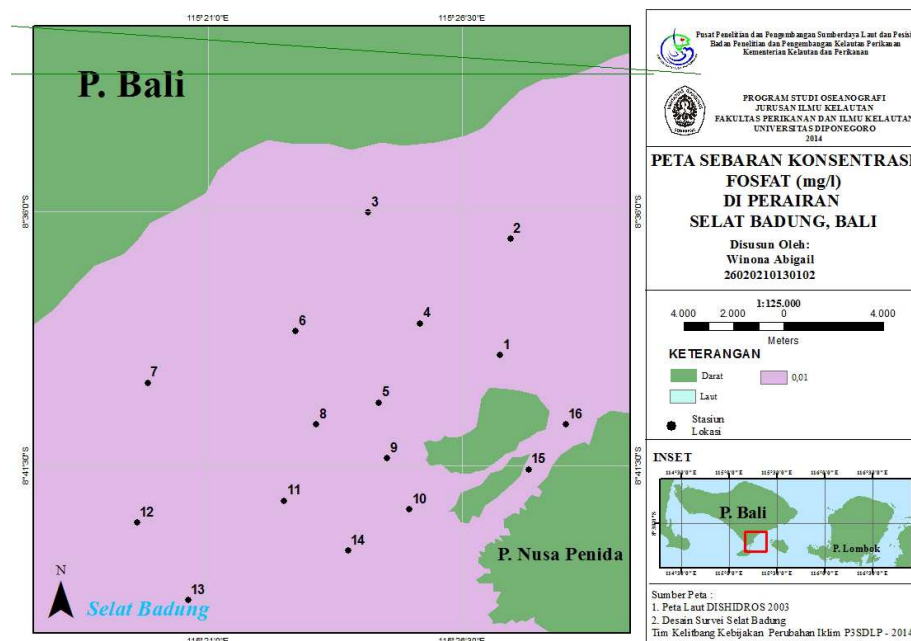
Stasiun	Nitrat (mg/l)	Fosfat (mg/l)	Ammonia (mg/l)
1	0,011	<0,01	<0,1
3	0,01	<0,01	<0,1
5	0,012	<0,01	<0,1
7	0,013	<0,01	<0,1
10	<0,01	<0,01	<0,1
12	<0,01	<0,01	<0,1
14	<0,01	<0,01	<0,1
16	<0,01	<0,01	<0,1
17	<0,01	<0,01	<0,1
18	0,011	<0,01	<0,1
20	0,01	<0,01	<0,1
22	0,011	<0,01	0,324
24	0,013	<0,01	0,430
26	<0,01	<0,01	0,102
28	0,015	<0,01	<0,1
29	0,011	<0,01	<0,1



Gambar 3. Peta Sebaran Konsentrasi Nitrat hasil pengamatan 21-23 Juni 2014, di Perairan Selat Badung, Bali



Gambar 4. Peta Sebaran Konsentrasi Amonia hasil pengamatan 21-23 Juni 2014, di Perairan Selat Badung, Bali



Gambar 5. Peta Sebaran Konsentrasi Fosfat hasil pengamatan 21-23 Juni 2014, di Perairan Selat Badung, Bali

Berdasarkan hasil pengamatan sebaran nutrisi pada lapisan permukaan perairan di Selat Badung menunjukkan bahwa nitrat merupakan komponen nitrogen yang penting terhadap proses fotosintesis yang dilaksanakan oleh klorofil-a. Persebaran yang dihasilkan oleh nitrat, amonia dan klorofil di Perairan Selat Badung, Bali dikarenakan sumber nitrat dan amonia akan mengalami persebaran karena faktor arus, gelombang dan pasang surut berdasarkan stasiun penelitian tempat pengambilan sampel. Seperti dikemukakan oleh Radiarta (2013) bahwa tingginya unsur nutrisi dapat disebabkan oleh masuknya

limbah domestik, dimana sebagian besar kandungannya adalah bahan organik dan berpeluang terhadap ketersediaan unsur nutrisi yang melimpah.

Sedangkan sebaran fosfat merupakan sebaran konsentrasi yang memiliki nilai terkecil dibandingkan nilai konsentrasi nitrat dan ammonia. Hasil tersebut terjadi karena kandungan fosfat cukup kecil sehingga kuantitasnya tidak dapat terukur dengan peralatan maupun metode yang digunakan dalam penelitian ini. Konsentrasi fosfat di permukaan perairan juga dipengaruhi oleh adanya penggunaan fosfat oleh fitoplankton.

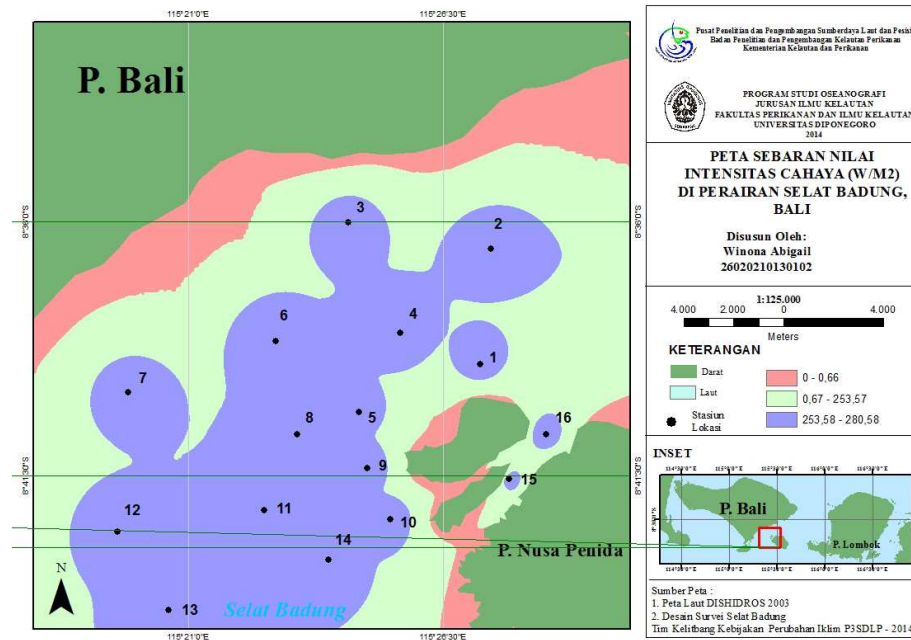
Intensitas Cahaya

Hasil pengamatan terhadap konsentrasi intensitas cahaya menunjukkan intensitas cahaya tertinggi ditunjukkan pada stasiun 13 dengan nilai konsentrasi 268,73 W/m² dan nilai intensitas cahaya terendah 262,01 W/m² pada stasiun 5, 6, 7, 8, 11 dan 12 (Tabel 3, Gambar 6).

Intensitas cahaya di perairan Selat Badung menunjukkan keterkaitan dengan dinamika konsentrasi klorofil di perairan tersebut. Intensitas cahaya tersebut akan menyebabkan klorofil dapat melakukan proses fotosintesa secara efektif. Pada daerah dimana terjadi *overlay* diantara nilai klorofil yang tinggi dan nilai intensitas cahaya yang tinggi menunjukkan bahwa cahaya dapat masuk ke dalam perairan tersebut khususnya di beberapa stasiun penelitian seperti pada stasiun 8. Hal ini menyebabkan stasiun tersebut mengalami proses fotosintesa yang paling efektif. Dijelaskan oleh Sunarto (2002) bahwa hubungan antara intensitas cahaya dan produktivitas primer menunjukkan keeratan bila didukung oleh kandungan klorofil-a yang tinggi.

Tabel 3. Nilai intensitas cahaya (W/m²), hasil pengamatan 21-23 Juni 2014, Selat Badung, Bali.

Stasiun	Intensitas Cahaya (W/m ²)
1	280,58
2	280,58
3	280,58
4	262,015
5	262,015
6	262,015
7	262,015
8	280,58
9	280,58
10	280,58
11	262,015
12	262,015
13	268,73
14	280,58
15	280,58
16	280,58



Gambar 6. Peta Sebaran Intensitas Cahaya di Perairan Selat Badung, Bali

Parameter Lingkungan (Suhu, Salinitas, DO)

Hasil pengamatan terhadap nilai suhu menunjukkan nilai suhu tertinggi ditunjukkan pada stasiun 4 dan 6 dengan nilai 29,4°C dan nilai suhu terendah 25,5°C pada stasiun 14 (Tabel 4). Hasil pengamatan terhadap nilai salinitas menunjukkan nilai salinitas tertinggi pada stasiun 10 dengan nilai 30,7 psu dan nilai salinitas terendah 28,0 psu pada stasiun 11 (Tabel 4). Hasil pengamatan terhadap nilai oksigen terlarut menunjukkan nilai tertinggi ditunjukkan pada stasiun 6 dengan nilai 6,0 mg/l dan nilai oksigen terlarut terendah 4,5 mg/l pada stasiun 14 (Tabel 4).

Dinyatakan oleh Sverdrup (1942) bahwa suhu dapat mempengaruhi fotosintesis di laut secara langsung maupun tidak langsung. Kadar suhu pada perairan Selat Badung yang berkisar antara 25-29°C dapat dikarenakan adanya perbedaan nilai intensitas cahaya yang masuk pada perairan tersebut. Selanjutnya, nilai salinitas yang terukur menunjukkan salinitas pada perairan Selat Badung cukup rendah. Adanya perbedaan salinitas tersebut dapat dikarenakan adanya proses penguapan di laut. Hal ini diperkuat oleh pendapat Nahib *et al.* (2010) dimana salinitas pada permukaan laut erat kaitannya dengan proses penguapan dimana garam-garam akan mengendap atau terkonsentrasi. Parameter kualitas air berikutnya merupakan oksigen terlarut, dimana oksigen memegang peranan penting sebagai indikator kualitas perairan karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Afrianto dan Peningkatan suhu akan mempercepat laju respirasi dan dengan demikian laju penggunaan oksigen juga meningkat. Hal tersebut dapat dibuktikan adanya nilai oksigen terlarut tertinggi berada pada stasiun yang sama dengan nilai suhu tertinggi yaitu pada stasiun 6, sedangkan nilai oksigen terlarut terendah pada stasiun 14 juga sama dengan nilai suhu terendah yaitu stasiun 14 (Tabel 4). Dengan demikian dinamika parameter kualitas air mempengaruhi tingkat proses produktivitas primer.

Tabel 4. Nilai suhu (°C), salinitas (psu) dan oksigen terlarut permukaan, hasil pengamatan 21-23 Juni 2014, Selat Badung, Bali

Stasiun	Suhu (°C)	Salinitas (psu)	Oksigen Terlarut (mg/l)
1	29,3	30,3	5,3
2	29,3	30,2	5,3
3	28,9	30,4	5,3
4	29,4	30,3	5,2
5	29,3	30,3	5,9
6	29,4	30,2	6,0
7	28,5	30,2	5,6
8	29,3	30,3	5,8

9	27,7	30,5	5,0
10	26,1	30,7	5,2
11	29	28	6,0
12	28,4	30,3	5,5
13	28,1	30,7	6,0
14	25,5	30,5	4,5
15	29,1	30,4	5,5
16	29,3	30,3	5,5

Analisa Statistik Hubungan Antar Parameter

Hasil analisis hubungan diantara variabel nitrat, fosfat, dan klorofil-a menunjukkan bahwa kenaikan kandungan nitrat dan fosfat akan menyebabkan klorofil-a menurun. Sedangkan hubungan variabel ammonia, intensitas cahaya dan klorofil-a menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut mempunyai hubungan yang positif yaitu ketika variabel itu dapat sama-sama meningkat dan menurun. Hasil selengkapnya disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisa statistik korelasi Pearson, dari hasil pengamatan 21-23 Juni 2014, Selat Badung, Bali

Parameter	Korelasi Pearson
Nitrat dan Klorofil-a	-0,2514
Fosfat dan Klorofil-a	- *
Amonia dan Klorofil-a	0,1459
Intensitas Cahaya dan Klorofil-a	0,3785

*) Hasil tersebut tidak valid dikarenakan keterbatasan deteksi peralatan tetapi berdasarkan analisis analitik.

Produktivitas primer yang terjadi di Selat Badung, Bali merupakan hasil dari keterkaitan antara parameter nitrat, fosfat, amonia dan intensitas cahaya dengan klorofil-a. Hasil korelasi nitrat dan fosfat terhadap klorofil-a menunjukkan hasil yang negatif, sedangkan korelasi intensitas cahaya dan klorofil-a bernilai positif. Korelasi negatif pada nitrat dan fosfat terhadap klorofil-a menandakan bahwa meningkatnya konsentrasi nitrat dan fosfat menunjukkan turunnya konsentrasi klorofil-a, begitu juga sebaliknya apabila konsentrasi nitrat dan fosfat mengalami penurunan maka nilai konsentrasi klorofil-a menurun. Selanjutnya korelasi positif pada ammonia dan intensitas cahaya terhadap klorofil-a menandakan bahwa meningkatnya konsentrasi ammonia dan intensitas cahaya menunjukkan juga kenaikan pada konsentrasi klorofil-a, begitu juga apabila konsentrasi ammonia dan intensitas cahaya mengalami penurunan maka konsentrasi klorofil-a juga menunjukkan penurunan.

Berdasarkan hasil pengamatan sebaran nutrisi pada lapisan permukaan perairan di Selat Badung menunjukkan bahwa nitrat merupakan komponen nitrogen yang penting terhadap proses fotosintesis yang dilaksanakan oleh klorofil-a, sehingga pada penelitian ini menunjukkan nilai korelasi yang memiliki hubungan negatif (hubungan kontradiktif atau hubungan berbanding terbalik). Hubungan negatif diantara nitrat dan klorofil-a menunjukkan bahwa klorofil-a membutuhkan keberadaan nitrat dalam perairan untuk proses fotosintesis. Berbeda halnya dengan ammonia yang nilai hubungan diantara kedua unsur dengan nilai positif (hubungan berbanding lurus). Menurut Weber dan Thurman (1991), menyatakan bahwa klorofil-a dapat melaksanakan proses fotosintesis bila didalam siklusnya menjumpai unsur nitrogen. Namun pada penelitian ini ammonia kurang optimal dimanfaatkan sehingga korelasinya menunjukkan positif. Berdasarkan reaksi tersebut, maka persebaran diantara komponen nitrat, ammonia dan klorofil-a akan sangat penting di dalam suatu perairan, dengan mempertimbangkan faktor fisika perairan yang lain termasuk parameter lingkungannya yaitu kadar oksigen. Sumich (1992) menyatakan bahwa keterkaitan antara variabel ammonia dan intensitas cahaya terhadap klorofil-a merupakan bagian daripada proses fotosintesa. Dengan demikian dapat dibuktikan adanya hubungan intensitas yang tinggi antara konsentrasi nutrisi dan intensitas cahaya terhadap klorofil, dimana proses fotosintesis yang terjadi di perairan sangat dipengaruhi oleh masuknya unsur nutrisi dan intensitas cahaya.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pada 21-23 Juni 2014 di Perairan Selat Badung, Bali maka diperoleh kesimpulan kandungan konsentrasi nitrat dan ammonia di Perairan Selat Badung menunjukkan adanya keterkaitan parameter produktivitas primer dengan adanya ketersediaan nutrisi di perairan juga masuknya intensitas cahaya ke dalam perairan tersebut. Korelasi linier yang terjadi terhadap hubungan parameter tersebut juga bergantung pada adanya siklus nitrogen dalam perairan. Selanjutnya konsentrasi klorofil dan

intensitas cahaya yang sejalan menunjukkan kedua parameter tersebut akan menentukan keefektifan dari proses fotosintesis.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya survei dan penusunan artikel ini. Artikel ini adalah bagian dari skripsi penulis pertama yang dibimbing oleh penulis kedua dan keempat. Survei laut di Selat Badung, yang dipimpin oleh penulis ketiga, didanai oleh DIPAPBN TA 2014 pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk kegiatan “Kajian Hidrodinamika Perairan Indonesia dan Dampaknya Terhadap Migrasi Musiman Ikan Pelagis dan Kajian Variabilitas Laut-Iklim dan Hidrodinamika di Perairan Indonesia”. Tidak lupa diucapkan penghargaan setinggi-tingginya kepada para anggota Tim Survei Laut yang terdiri dari anggota peneliti Keltibang Kebijakan Perubahan Iklim (Dr. Devi Dwiyanti, SKM, M.Si, Hari Prihatno, M.Sc, Tri Nugraha, A.Md, Wida Hanayashashi, S.Kel, Muallimah Annisaa, S.Kel), para mahasiswa Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut Jurusan Teknik Hidro-Oseanografi (Mayor Laut. Janjan Rechar, Kapten Laut Eko Nuryasin, Lettu Laut Taryono, Serma Mar. Murjiyanto, Serka Mar. Baharuddin) dan rekan satu tim survei dari Universitas Diponegoro (Tonny Adam Theoyana dan Novita Ayu Ryandhini).

Daftar Pustaka

- Afdal dan Riyono. 2004. Sebaran Klorofil-A Kaitannya Dengan Kondisi Hidrologi Di Selat Makassar. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, 36: 69-82.
- Boney, A.D. 1989. Phytoplankton. Second Edition. London: Edward Arnold, 116 pp.
- Nahib I., D. Sutrisno, A. B. Suriadi M. A., Niendyawati dan A. Rahadiati. 2010. Prediksi Sebaran Fishing Ground Menggunakan Data Modis Multitemporal, Oseanografi dan Kearifan Lokal Divalidasi Dengan Hasil Tangkapan Real yang Terplot Spasial. BAKOSURTANAL. 15 hlm.
- Parsons, T. R., M. Takahashi and B. Hargrave. 1984. Biological Oceanography Process. Third Edition. New York: Pergamon Pr. 330 p.
- Radiarta, I Nyoman. 2013. Hubungan Antara Distribusi Fitoplankton dengan Kualitas Perairan di Selat Alas, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Jakarta: *Jurnal Bumi Lestari*, 13(2):234-243.
- Sunarto. 2002. Hubungan Intensitas Cahaya dan Nutrien dengan Produktivitas Primer Fitoplankton. *Jurnal Akuatika*, 2: 24-28.
- Sverdrup, H. U., M. W. Johnson and R. H. Fleming. 1942. The Oceans, Their Physics, Chemistry and General Biology. Prentice Hill. New York. 1087 p.
- Weber, H.H. and H.V. Thurman. 1991. Marine Biology. Harper Collins Publisher, Inc. 542 p.