

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

SEBARAN TEMPORAL PARAMETER KIMIA DAN FISIKA PERAIRAN PANTAI YANG BERDEKATAN DENGAN BEBERAPA LOKASI BUDIDAYA LAUT DI BALI UTARA

Afifah Nasukha[#], Reagan Septory, Sudewi, Ananto Setiadi, dan Ketut Mahardika

[#] Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan
Jl. Br. Gondol Ds. Penyabangan Kec. Gerokgak Kab. Buleleng, Kotak Pos 140, Singaraja, Bali 81155

(Naskah diterima: 25 Maret 2019; Revisi final: 21 Mei 2019; Disetujui publikasi: 14 Juni 2019)

ABSTRAK

Air limbah budidaya diketahui mengandung berbagai senyawa organik dan anorganik yang dapat memberikan pengaruh langsung terhadap penurunan kualitas perairan di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran nilai amonia secara temporal sebagai dampak aktivitas budidaya di wilayah Bali Utara. Kegiatan pengambilan sampel air dilakukan per bulan dari Februari hingga November 2018 di empat lokasi perairan, yakni dua lokasi buangan air hatcheri (Desa Gerokgak, Desa Penyabangan), satu perairan lokasi budidaya pembesaran (Teluk Kaping di Desa Sumberkima), dan satu lokasi kontrol (Desa Pemuteran). Dari setiap lokasi dipilih daerah budidaya terpadat di darat dan ditentukan tiga titik sampling di perairan dengan jarak 50 m, 100 m, dan 300 m dari bibir pantai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa amonia pada ketiga lokasi budidaya terlihat pada besaran yang relatif sama (0,1-1,9 mg/L), sedangkan kontrol terlihat mempunyai nilai yang cenderung sedikit lebih rendah (< 0,01-1,8 mg/L). Amonia berada pada kisaran yang cukup tinggi (> 0,5 mg/L) pada bulan Februari hingga April 2018 di keempat lokasi sampling. Tren nilai amonia yang relatif tidak berbeda di antara titik sampling (50 m, 100 m, dan 300 m) mengindikasikan bahwa kualitas air di perairan Bali Utara cukup merata, dengan input N dan cenderung tinggi dan cukup konsisten hingga jarak 300 m dari bibir pantai.

KATA KUNCI: kualitas air; limbah budidaya laut; perairan Bali Utara; sebaran amonia

ABSTRACTS: *Temporal distribution of chemical and physical parameters of water quality in coastal waters adjacent to different mariculture sites, Northern Bali. By: Afifah Nasukha, Reagan Septory, Sudewi, Ananto Setiadi, and Ketut Mahardika*

Aquaculture wastewater contains organic and inorganic materials which, in many cases, contribute directly in the degradation of water quality of the neighboring area. This study aimed to determine the temporal distribution of chemical and physical parameters of water quality in Northern Bali coastal waters adjacent to mariculture sites with emphasize in ammonia distribution. Water samplings were carried out from February to November 2018 in three locations near three mariculture sites (Gerokgak, Penyabangan, Kaping Bay) and one control location (Pemuteran). The densest mariculture activity in the three sites was selected as the sampling area in which three sampling locations were determined at a distance of 50 m, 100 m, and 300 m perpendicularly from the sites. The results showed that ammonia levels in waters adjacent to the three mariculture sites have relatively similar variation between 0.1 and 1.9 ppm. However, the control area has lower ammonia levels (between 0.01 and 1.8 ppm). The level of ammonia concentration increased considerably from February to April in all sampling stations reaching more than 5 ppm which is above the maximum threshold for mariculture activity. The other parameters (DO, pH, salinity, and TSS) were found to be consistent and within the standard required for mariculture activity. This study recommends that reduced stocking density, stocking time outside of the months when ammonia content is high, and improvement of mariculture waste treatment could effectively improve water quality and subsequently increase fish production in the area.

KEYWORDS: water quality; wastewater marine culture; North Bali water; ammonia distribution

[#] Korespondensi: Balai Besar Riset Budidaya Laut dan
Penyuluhan Perikanan. Jl. Br. Gondol Kec. Gerokgak
Kab. Buleleng, Kotak Pos 140, Singaraja 81101, Bali, Indonesia.
Tel. + 62 362 92278
E-mail: phia.nasukha@gmail.com

PENDAHULUAN

Kawasan pantai utara Pulau Bali, khususnya di Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng, dikenal sebagai salah satu sentra budidaya laut terbesar di Indonesia. Komoditas utama budidaya yang dikembangkan yakni ikan kerapu dan kakap, dengan nilai produksi di tahun 2016 berkisar 190,5 ton untuk benih kerapu; 47 ton untuk kerapu pembesaran; dan 652,6 ton untuk kakap ukuran konsumsi (Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Buleleng, 2017). Secara umum, luas lahan potensial untuk budidaya laut di Buleleng diperkirakan mencapai ± 1.050 ha, namun baru dimanfaatkan untuk budidaya seluas 151,15 ha (14,39%); sehingga peningkatan kapasitas produksi budidaya masih potensial untuk dikembangkan. Namun demikian, peningkatan volume produksi budidaya laut berdampak secara langsung pada potensi eksploitasi sumber daya air input sekaligus kenaikan volume air limbah sisa kegiatan budidaya.

Air limbah budidaya mengandung material organik dan anorganik yang dihasilkan dari sisa pakan, metabolit, dan eksresi ikan budidaya, serta residu penggunaan bahan kimia seperti pupuk, obat, dan desinfektan (Caroll *et al.*, 2003; Zhou *et al.*, 2015). Salah satu material yang ditengarai paling berbahaya dari limbah budidaya adalah amonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) (Handy & Poxton, 1993). Kadar ammonia tertentu pada air budidaya dapat menyebabkan efek stres dan toksik untuk ikan (Samocha *et al.*, 2004). Sedangkan di perairan, pelepasan unsur nitrogen dari amonia akan mengakibatkan peningkatan dan akumulasi kadar senyawa anorganik terlarut (nitrit $\text{NO}_2\text{-N}$ dan nitrat $\text{NO}_3\text{-N}$). Secara konsisten, hal ini memicu eutrofikasi perairan, potensi *blooming* plankton, menjadi pemicu racun bagi sebagian organisme akuatik, hingga meningkatkan prevalensi patogen dan penyakit ikan tertentu di perairan tersebut (Boyd, 2003; Costanzo *et al.*, 2004; Samocha *et al.*, 2004).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menginvestigasi kualitas air di kawasan perairan Bali Utara, di antaranya: analisis limbah kegiatan pembenihan di Gerokgak (Ismi *et al.*, 2012); analisis bahan organik di Teluk Pegametan (Nasukha *et al.*, 2018) dan dampak budidaya laut terhadap komunitas organisme perairan di Teluk Kaping (Slamet *et al.*, 2012). Akan tetapi, penelitian tersebut masih menyisakan beberapa *gap*, yakni: pelaksanaan penelitian yang masih terpisah di beberapa lokasi dan pada waktu yang berbeda; belum diketahuinya perubahan persebaran dan kadar kualitas air dari *in-land* budidaya ke perairan laut setempat; dan belum terlihat hubungan antara adanya masukan limbah budidaya terhadap perubahan kualitas air secara temporal.

Tujuan penelitian ini adalah mengukur kandungan amonia dan kualitas air perairan di Bali Utara, mendeteksi sebaran lokasinya, serta mengidentifikasi perubahan parameter-parameter kualitas air tersebut secara temporal pada tahun 2018. Hasil penelitian ini diharapkan dapat sebagai informasi terbaru mengenai kondisi perairan Bali Utara dan menjadi data dasar dalam pengendalian pencemaran dan pengelolaan perairan demi mendukung kegiatan budidaya yang lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan perairan sekitar.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlangsung setiap bulan di perairan laut Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng Provinsi Bali dari bulan Februari hingga November tahun 2018. Survei lokasi yang dilakukan di bulan Januari 2018 untuk menentukan lokasi titik sampling. Tiga kawasan dengan aktivitas budidaya terpadat dan satu lokasi kontrol terpilih untuk penelitian ini, dengan karakterisasi dan pertimbangan sebagai berikut:

1. Stasiun-1, terletak di perairan Desa Gerokgak. Daerah ini merupakan kawasan aktivitas pembenihan ikan laut dengan 61 usaha budidaya bandeng, kerapu, dan udang (Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Buleleng, 2017).
2. Stasiun-2, terletak di perairan Desa Penyabangan. Daerah ini mempunyai aktivitas budidaya terpadat di Bali Utara, dengan jumlah panti pembenihan sebanyak 142 usaha untuk budidaya ikan bandeng dan kerapu (Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Buleleng, 2017).
3. Stasiun-3, terletak di perairan Teluk Kaping di Desa Sumberkima dengan luasan 595 ha (Hanafi *et al.*, 2006); sebagai daerah sentra pembesaran ikan air laut (metode keramba jaring apung/KJA) dengan komoditas utama budidaya ikan kerapu dan kakap. Total KJA kini mencapai 860 unit tersebar hampir di seluruh teluk.
4. Stasiun-4, yang terletak di perairan Desa Pemuteran, dipilih sebagai daerah kontrol karena bukan merupakan kawasan budidaya, serta merupakan kawasan terumbu karang dan ekowisata laut yang dilindungi.

Penentuan Titik Sampling

Penentuan titik koordinat sampling dilakukan dengan menggunakan alat *Global Positioning System* (GPS Garmin 680). Kawasan perairan Stasiun-1 dan Stasiun-2 merupakan daerah laut terbuka, sehingga pengambilan *sampling* dilakukan pada titik perairan sejauh 50 m, 100 m, dan 300 m dari bibir pantai yang



Sumber (Source): Google earth (2018)

Gambar 1. Lokasi stasiun *sampling* di perairan pantai utara Bali; 1) Desa Gerokgak, 2) Desa Penyabangan, 3) Teluk Kaping (Desa Sumberkima), 4) Desa Pemuteran.

Figure 1. Selected sampling stations in North Bali coastal water; 1) Gerokgak, 2) Penyabangan, 3) Kaping Bay, 4) Pemuteran (as control).

terdapat kegiatan budidaya *inland* terpadat (Gambar 1). Pemilihan koordinat *sampling* perairan sejauh 50 m didasarkan pada estimasi letak *outlet* yang dimiliki oleh sebagian besar panti pembenihan, sehingga diduga sebagai lokasi utama terdampak dari adanya buangan limbah budidaya. Pemilihan koordinat *sampling* sejauh 100 m dilakukan dengan pertimbangan sebagai lokasi *inlet* dari sebagian besar panti perbenihan, yang nantinya mampu memberikan informasi mengenai kondisi kualitas air yang akan digunakan dalam proses pembenihan atau budaya laut di kawasan tersebut. Koordinat 300 m ditambahkan mulai bulan Mei untuk memperluas area deteksi sebaran dampak air limbah budidaya.

Stasiun-3 merupakan daerah teluk dengan kondisi aktual pasang surut sebanyak dua kali dalam sehari (*semidiurnal*) dan fluktuasi air harian rata-rata tidak lebih dari 1 m (Sutarmat *et al.*, 2014). Pada stasiun ini dipilih tiga titik koordinat *sampling* yang berada sekitar 20 m dari tiga KJA yang sedang beroperasi.

Stasiun-4 hanya mempunyai satu titik koordinat *sampling*, yakni pada titik sejauh ± 100 m dari bibir pantai. Perairan ini mempunyai kondisi perairan kawasan terumbu karang yang diduga tidak mempunyai input potensi pencemaran dari limbah budidaya (Stasiun-4).

Pengamatan Kualitas Air

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing titik koordinat. Parameter utama untuk deteksi dampak limbah budidaya perairan adalah pengujian amonia. Parameter penunjang terdiri atas: 1) faktor fisika air, yakni suhu, oksigen terlarut, pH, salinitas, *total suspended solids* (TSS); dan 2) faktor kondisi lokasi seperti kedalaman, kekeruhan, intensitas cahaya yang dicatat selama pelaksanaan *sampling*. Pengujian beberapa parameter tersebut dilakukan dengan metode sebagaimana pada Tabel 1. Pengambilan sampel air untuk analisis amonia dilakukan langsung saat pelaksanaan *sampling*. Sampel

air disimpan ke dalam botol tertutup dan dalam kondisi dingin di *coolbox*. Sampel selanjutnya dianalisis di Laboratorium Kimia, Balai Besar Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan, sebagaimana tertera pada Tabel 1.

Analisis Data

Data yang diperoleh melalui kegiatan sampling setiap bulan ditabulasi dan dipresentasikan dalam bentuk tabel dan diagram. Hasil yang didapatkan di bandingkan berdasarkan kriteria nilai standar baku mutu menurut beberapa referensi untuk budidaya ikan laut. Data dibahas secara deskriptif mengenai kondisi perairan dan berbagai perubahan yang terjadi di lokasi pelaksanaan sampling.

HASIL DAN BAHASAN

Parameter utama amonia menunjukkan model perubahan nilai yang relatif sama di ketiga perairan terdampak air limbah budidaya. Di Gerokgak dan Penyabangan, nilai amonia mempunyai kisaran yang cukup tinggi ($1,23 \pm 0,05$ dan $1,87 \pm 0,10$ mg/L) pada tiga bulan awal (Februari, Maret, April), lalu mengalami penurunan nilai ($< 0,01 \pm 0,005$ dan $0,5 \pm 0,21$ mg/L) hingga bulan Agustus, dan sedikit meningkat pada bulan September hingga akhir tahun (Gambar 2). Pada perairan Gerokgak dan Penyabangan di titik sampling 50 m, 100 m, dan 300 m, besaran amonia terlihat mempunyai nilai yang tidak berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa paparan N organik terjadi secara merata dan konsisten dari titik di mana terdapat pipa buangan limbah (± 50 m) hingga perairan sejauh 300 m di kedua perairan.

Gerokgak dan Penyabangan merupakan lokasi pusat

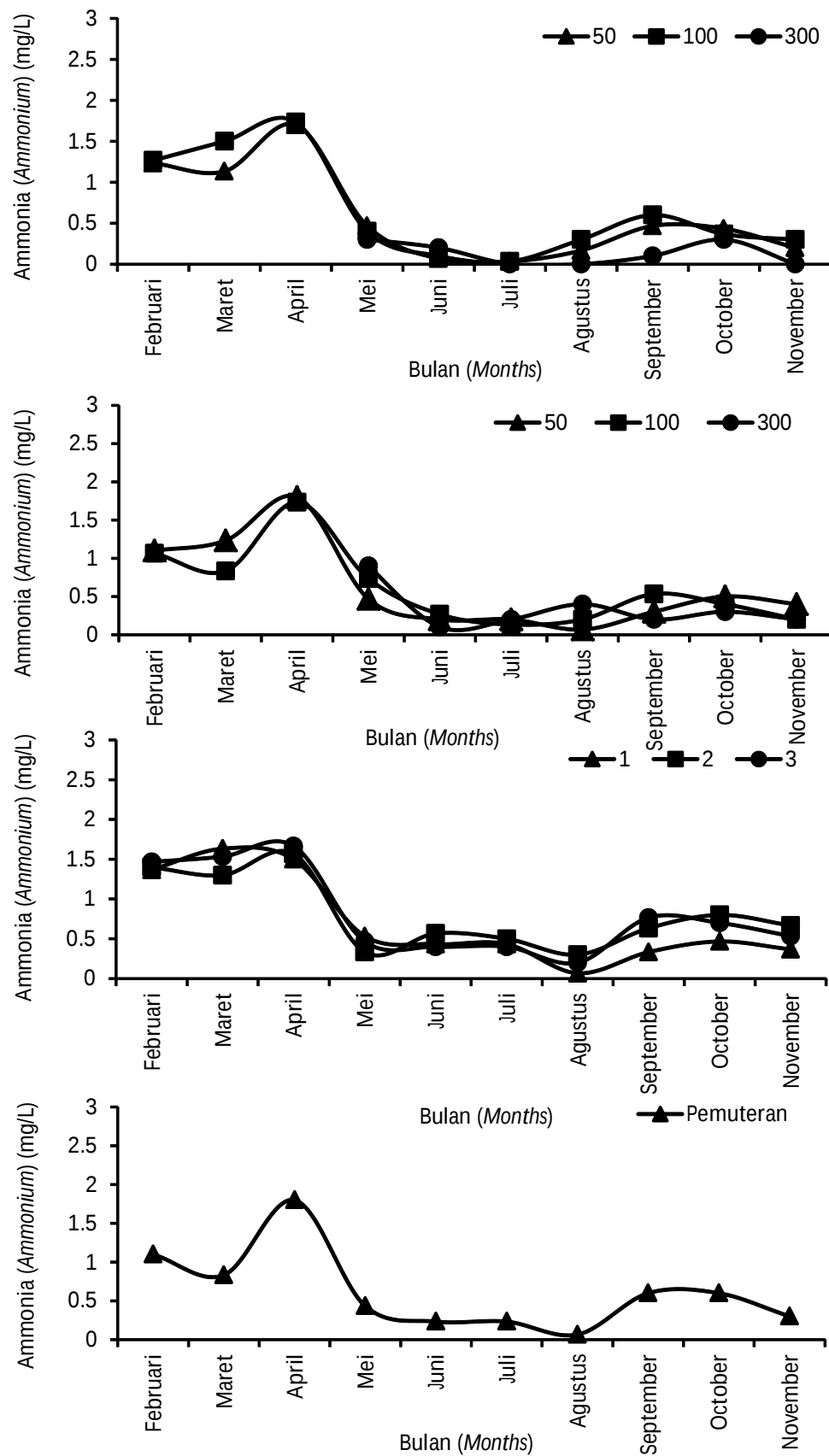
pembenihan bandeng dan kerapu di Bali Utara. Industri budidaya yang telah berlangsung selama lebih dari 30 tahun diduga menjadi penyebab diperolehnya konsistensi nilai amonia yang berada di atas standar baku untuk budidaya air laut oleh FAO (1989) ($< 0,5$ mg/L), maupun menurut Kep.Men. LH No. 51 Tahun 2004 untuk biota laut ($< 0,3$ mg/L). Dilaporkan oleh Ismi *et al.* (2012) bahwa minimal 50% volume air budidaya (sekitar 21.200 m^3) secara konsisten dialirkan dari panti pembenihan di kedua perairan tersebut setiap harinya. Konsekuensinya terhadap perairan adalah tingginya kadar parameter air laut (salinitas, BOD_5 , nitrat, dan fosfat) dan indeks diversitas organisme perairan yang berada dalam kategori rendah hingga sedang (Ismi *et al.*, 2012; Slamet *et al.*, 2012).

Di Teluk Kaping, kadar amonia terlihat mempunyai besaran yang cenderung lebih tinggi ($0,07 \pm 0,05$ hingga $1,87 \pm 0,12$ mg/L) apabila dibandingkan Gerokgak dan Penyabangan (Gambar 2). Kondisi perairan yang tertutup dan dengan kondisi kegiatan budidaya yang padat (830 petak KJA per luasan 595 ha) diduga menjadi pemicu jenuhnya kadar bahan organik di perairan. Penelitian Sutarmat *et al.* (2014) mengenai beban limbah KJA di Teluk Pegametan mengidentifikasi bahwa kandungan N dan P pakan yang terserap di karkas ikan (31% TN dan 15% TP) jauh lebih kecil dibandingkan jumlah yang hilang ke perairan (69% TN dan 85% TP). Dengan demikian, apabila nilai kandungan N dan P pada pakan komersial sebesar 9,14% dan 1,54% maka diestimasikan bahwa dari setiap 1 kg pakan ikan kerapu yang diberikan, akan terbuang sekitar 0,063 kg TN dan 0,013 kg TP ke perairan sekelilingnya. Howarth & Marino (2006) menambahkan bahwa unsur nitrogen merupakan unsur utama dan paling berpengaruh dalam meningkatkan pengkayaan

Tabel 1. Daftar parameter kualitas air dan metode pengujian yang dilakukan dalam kegiatan sampling penelitian

Table 1. Parameters and measurement methods of water quality used in the study

Pengujian Testing	Metode pengukuran Measurement method
Amonia (<i>Ammonia</i>) (NH_3)	Analisis laboratorium, Metode Nessler, adaptasi ASTM Manual of Water and Environmental Technology, HANNA HI 96733 Amonia Photometer
Suhu permukaan laut (<i>Sea surface temperature /SST</i>)	Metode <i>Real time</i> , Logger HOBO Onset base U4
<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	Analisis laboratorium, Metode gravimetric (APHA, 2005)
Oksigen terlarut (<i>Dissolved oxygen</i>)	<i>In situ</i> , DO meter LUTRON DO-5510 HA
pH	<i>In situ</i> , pH meter HANNA HI 910807
Salinitas (<i>Salinity</i>)	<i>In situ</i> , Refraktometer merk OTAGO
Kekeruhan (<i>Turbidity</i>)	<i>In situ</i> , Turbidity meter LUTRON TU-2016
Kedalaman (<i>Depth</i>)	<i>In situ</i> , Depth Sounder, SPEEDTECH SM5 Depthmate Portable
Intensitas cahaya (<i>Light intensity</i>)	<i>In situ</i> , Lux meter, merk Lutron LX1330



Gambar 2. Tren kadar amonia selama bulan Februari hingga November 2018 di keempat stasiun *sampling*; Gerokgak (A), Penyabangan (B), Teluk Kaping (C), dan Pemuteran (D).

Figure 2. Variations of ammonia values from February to November 2018 in four sampling sites: Gerokgak (A), Penyabangan (B), Kaping Bay (C), and Pemuteran (D).

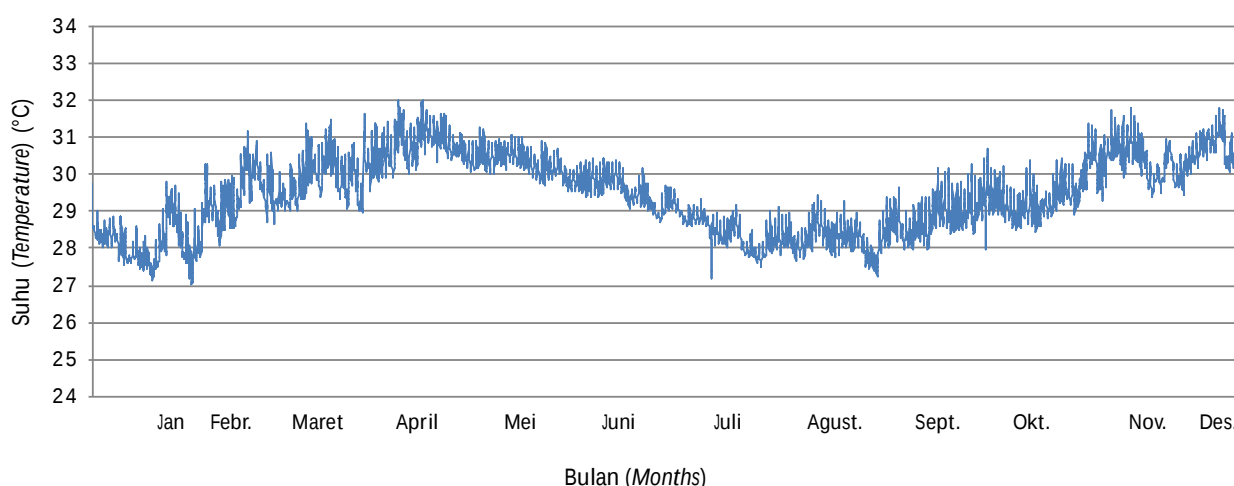
bahan organik dan memicu adanya eutrofikasi untuk lokasi pesisir dan teluk.

Perairan Pemuteran sebagai kontrol tercatat mempunyai pola nilai amonia tahunan yang serupa dengan ketiga stasiun lainnya, tapi besaran per bulannya tercatat relatif lebih rendah ($< 0,01 \pm 0,006-1,72 \pm 0,23$ mg/L). Lonjakan kadar amonia juga terjadi pada bulan April mengindikasikan bahwa perairan Pemuteran juga mengalami tren tahunan yang sama dengan perairan lainnya. Lokasi perairan Pemuteran yang berada di antara Teluk Kaping dan Penyabangan disinyalir berpengaruh terhadap kondisi ini. Namun demikian, pengkajian lebih lanjut sangat diperlukan untuk menjawab asumsi bahwa sebaran limbah budidaya telah berdampak juga di Pemuteran ataupun merata di pesisir Kecamatan Gerokgak.

Secara temporal, kadar amonia di keempat lokasi sampling tampak mempunyai tren yang konsisten, dengan nilai tertinggi pada bulan April dan terendah pada bulan Agustus. Data suhu perairan Bali Utara yang dikoleksi dari *logger* juga menunjukkan pergerakan pola yang sama dengan nilai amonia (Gambar 3). Suhu perairan Bali Utara mulai meningkat di pertengahan bulan Januari ($28 \pm 0,84^{\circ}\text{C}$) hingga bulan April ($30 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$). Selanjutnya suhu mengalami penurunan hingga nilai terendah di bulan Agustus ($28,22 \pm 0,36^{\circ}\text{C}$). Pada akhir bulan Agustus terjadi pengulangan tren kenaikan hingga bulan Desember 2018. Kurva bulanan amonia yang terlihat cenderung mengikuti tren suhu bisa secara eksplisit menyatakan pentingnya pengaruh suhu (sebagai variabel tetap) dalam memengaruhi penguraian kandungan organik yang masuk ke perairan.

Periode bulan Februari-April dan bulan Agustus-Oktober diketahui merupakan peralihan siklus angin Barat ke Timur, yang membawa perubahan musim di daratan Indonesia (Emiyati *et al.*, 2014). Sedangkan di perairan, perubahan temporal ini akan memengaruhi serangkaian parameter fisika air. Dimulai dari perubahan arus dan pasang surut, dan selanjutnya melalui perubahan suhu dan proses pembilasan perairan akan menentukan kualitas air perairan secara langsung (Krivokapic *et al.*, 2011; Wei *et al.*, 2010). Perubahan kondisi ini menyebabkan kecenderungan terjadinya stres pada organisme setempat dan meningkatkan potensi jumlah bakteri patogen di perairan (Boyd, 2003; Tammi *et al.*, 2015). Terbukti bahwa dalam waktu tiga tahun terakhir, telah dilaporkan adanya insidensi berbagai penyakit ikan di Bali Utara, di antaranya adanya infeksi virus VNN, iridovirus, cacing insang, dan lintah di Teluk Pegamatan (Mahardika *et al.*, 2018a; 2018b). Ditambahkan bahwa infeksi virus VNN dan iridovirus selalu terjadi sepanjang tahun di hatcheri di Bali Utara maupun di KJA, dan infeksi tertinggi tercatat pada bulan Februari, Agustus dan September (Sembiring *et al.*, 2017).

Sebagian besar parameter kualitas air (kelarutan oksigen, pH, bahan organik, dan anorganik) di perairan laut dipengaruhi langsung oleh perubahan suhu. Kondisi fisik perairan Bali Utara sesuai titik *sampling* dapat dilihat sebagaimana di Tabel 2. Data menunjukkan bahwa keempat stasiun sampling mempunyai nilai parameter pH, oksigen terlarut, salinitas, dan TSS yang hampir sama. pH perairan menunjukkan kondisi normal hampir di semua lokasi



Gambar 3. Tren suhu permukaan air dari pengambilan *logger* di perairan Bali selama bulan Februari hingga November 2018.

Figure 3. Variation of sea surface temperature (SST) recorded by a temperature logger in North Bali water from February to November 2018.

Tabel 2. Kisaran nilai berbagai parameter kualitas air di empat lokasi sampling di perairan Bali Utara selama Februari hingga November 2018
 Table 2. The ranges of water quality parameters in coastal area adjacent to the four mariculture sites from February and November 2018

Kisaran nilai (Value range)										
Lokasi sampling	Februari February	Maret March	April April	Mei May	Juni June	Juli July	Agustus August	September September	Oktober October	November November
pH										
1. Gerokgak	7.5-8	8.3-8.7	8.5-8.6	7.0	8.2-8.3	8.1	8.3	8.4	8.2-8.3	8.1-8.2
- 50 m										
- 100 m	7.0	8.6-8.7	8.6-8.7	7.0	8.2-8.3	8.1	8.3	8.4	8.2-8.3	8.1-8.2
- 300 m				7.0	8.3	8.1	8.3	8.4	8.2	8.2
2. Penyabangan										
- 50 m	7.0	8.3-8.4	8.5-8.6	7.0	8.1-8.2	8.1	8.2	8.2-8.3	8.3-8.4	8.2-8.3
- 100 m	7.0	8.3-8.4	6.6-8.7	7.0	8.2-8.3	8.1	8.2	8.3-8.3	8.3-8.4	8.2-8.3
- 300 m				7.0	8.3	8.1	8.2	8.4	8.3	8.2
3. Teluk Kaping (Kaping Bay)	6.5-7.0	8.7-8.8	8.7-8.8	7.5-8.0	8.2-8.3	8.2-8.3	8.2-8.3	8.4-8.5	8.1-8.2	8.2-8.3
4. Pemuteran	6.5-7.0	8.6-8.7	8.6-8.8	7.5-8.0	8.2-8.2	8.1-8.2	8.2-8.3	8.4-8.5	8.2-8.3	8.1-8.2
Oksigen terlarut (Dissolved oxygen)										
1. Gerokgak	5.41-6.20	6.47-6.91	5.07-5.31	5.50-5.81	6.08-6.27	5.79-6.41	5.63-6.04	4.83-5.62	6.16-6.46	NA
- 50 m										
- 100 m	5.30-5.85	6.38-6.39	5.46-6.02	5.62-6.72	6.14-6.21	6.18-6.54	6.03-6.17	5.21-5.69	6.27-6.28	NA
- 300 m				6.04	6.14	6.49	6.28	5.32	5.52	NA
2. Penyabangan										
- 50 m	5.30-7.01	5.53-5.58	4.80-5.13	5.65-6.38	4.98-6.11	5.26-6.28	5.29-6.03	5.79-6.04	6.37-6.81	NA
- 100 m	5.30-6.11	5.02-5.81	5.18-5.60	5.58-5.82	4.76-6.12	6.46-6.98	5.14-6.79	5.92-6.09	5.89-7.31	NA
- 300 m				5.84	5.72	6.42	5.71	6.19	6.06	NA
3. Teluk Kaping (Kaping Bay)										
4. Pemuteran	5.47-5.80	6.38-6.39	5.72-5.87	5.83-6.18	6.02-6.15	6.72-7.07	6.41-7.78	6.09-6.26	6.61-7.06	NA
Salinitas (Salinity) (ppt)										
1. Gerokgak	29-30	29-30	28	29	30	29-30	29	29	30-31	30-31
- 50 m										
- 100 m	29-30	30-31	28-30	29-30	30-31	29-30	29-30	30	30-31	30-31
- 300 m				29	30	30	30	30	30	30
2. Penyabangan										
- 50 m	30-31	30-31	30-32	29-30	29-30	29-30	30	29-30	30-31	30-31
- 100 m	30-31	30-31	28-30	29-30	29-30	29-30	29-30	30	30-31	30-31
- 300 m				30	31	30	29	30	30	30
3. Teluk Kaping (Kaping Bay)										
4. Pemuteran	28	31	30	29-30	32	30	30	31	30	31

Tabel 2. Lanjutan
Table 2. Continued

Total suspended solids (TSS) (mg/L)											
1. Gerokgak											
- 50 m	4.5-26.5	3.5-7.2	4.5-7.3	24.5-25.8	21.8-23.6	23.1-25.7	23.6-31.1	1.2-7.4	22.6-24.1	24.2-26.3	
- 100 m	3.9-25.7	2.4-3.7	3.6-4.5	22.7-25.0	5.6-8.8	23.7-24.3	19.8-24.1	1.4-9.0	2.8-24.2	16.8-24.8	
- 300 m					2.4	3.6	19.7	1.2	2.7	16.5	
2. Penyabangan											
- 50 m	25.5-28.7	5.8-24.9	7.5-23.7	21.4-25.5	7.8-1	5.8-4	20.6-26.9	2.4-4.5	5.2-7.5	14.9-24.3	
- 100 m	8.5-30.9	5.1-25.3	3.4-6.4	19.2-24.2	4.4-5	1.8-4.9	23.6-25.6	4.8-6.8	3.4-4.7	22.3-23.4	
- 300 m					4.2	3	2.78	4.6	3.4	20.2	
3. Teluk Kaping (Kaping Bay)											
- 50 m	5.3-7.9	2.8-2.55	1.4-5	16-20.7	16.5-26.2	6.3-20.3	0.3-23.3	3.4-7.9	14.8-25.2	5.3-7.9	
4. Pemuteran											
	3.2-5.9	2.5-2.54	1.9-4	23.4-24.2	1.6-18.5	1.4-3.8	21.7-23.4	3.1-5.1	0.2-4	3.2-5.9	
Kekeruhan (Turbidity) (ntu)											
1. Gerokgak											
- 50 m	0.35-0.97	0.00-0.24	0.05-0.6	2.18-2.66	0.19-2.54	0.52-2.81	0.48-2.35	0.05-0.16	0.05-0.14	NA	
- 100 m	0.07-1.10	0.00-0.55	0.61-1.17	1.45-2.34	0.46-2.12	1.51-1.61	0.32-1.08	0.02-0.13	0.03-0.80	NA	
- 300 m				1.03	0	0.52	0.37	0.04	0.04	NA	
2. Penyabangan											
- 50 m	0.02-0.11	0.00-0.14	0.33-2.90	0.29-1.08	2.21-2.7	2.11-2.40	1.58-2.19	0.18-0.25	0.19-0.37	NA	
- 100 m	0.01-0.05	0	0.09-1.9	0.58-2.03	0.13-3.17	0.28-0.43	0.48-1.31	0.04-0.18	0.02-0.22	NA	
- 300 m				0.98	0.09	0.41	0.36	0.18	0.04	NA	
3. Teluk Kaping (Kaping Bay)											
- 50 m	0.04-0.608	0-2.32	0-1.03	0.004-0.324	0.028-11.85	0-0.406	0.124-0.678	0.042-1.016	0.004-0.228	NA	
4. Pemuteran											
	0-0.05	0-0	0.026-0.146	0.376-0.53	0.062-11.393	0.144-0.374	0.222-0.276	0.016-0.068	0-0.12	NA	
Intensitas cahaya (Light intensity) (lux)											
1. Gerokgak											
- 50 m	4,430-4,830	7,330-7,470	7,230-8,710	7,650-8,750	3,640-9,450	7,120-7,650	4,860-6,110	6040-10,360	10,370-10,770	9,010-9,450	
- 100 m	3,940-4,060	9,120-9,320	6,610-8,700	7,870-9,050	4,450-10,680	6,400-6,800	5,070-6,750	10,110-10,380	10,740-10,850	8,730-9,250	
- 300 m			5.37	8.51	8.9	6.5	6.4	9.9	10.37	10.21	
2. Penyabangan											
- 50 m	3,640-3,740	9,280-10,640	7,280-8,860	8,470-9,780	8,470-9,780	6,290-9,800	7,780-9,390	12,060-12,540	10,770-11,410	11,190-12,050	
- 100 m	3,730-5,940	9,250-10,760	7,610-8,700	9,220-9,870	7,540-8,790	9,220-9,870	8,460-9,460	11,680-13,260	10,920-11,800	11,080-11,320	
- 300 m				7.38	7.66	9.65	9.53	11.42	10.32	10.97	
3. Teluk Kaping (Kaping Bay)											
- 50 m	3,110-6,360	2,390-7,230	6,340-9,310	4,830-9,400	4,480-6,200	7,990-9,790	1,720-8,710	9,850-10,060	8,320-11,380	11,200-12,100	
4. Pemuteran											
	4,830-5,430	10,190-11,480	6,120-8,040	3,450-4,810	3,780-4,960	7,990-9,790	8,970-9,590	11,700-12,300	10,600-13,200	NA	

* NA: data tidak tersedia (not available)

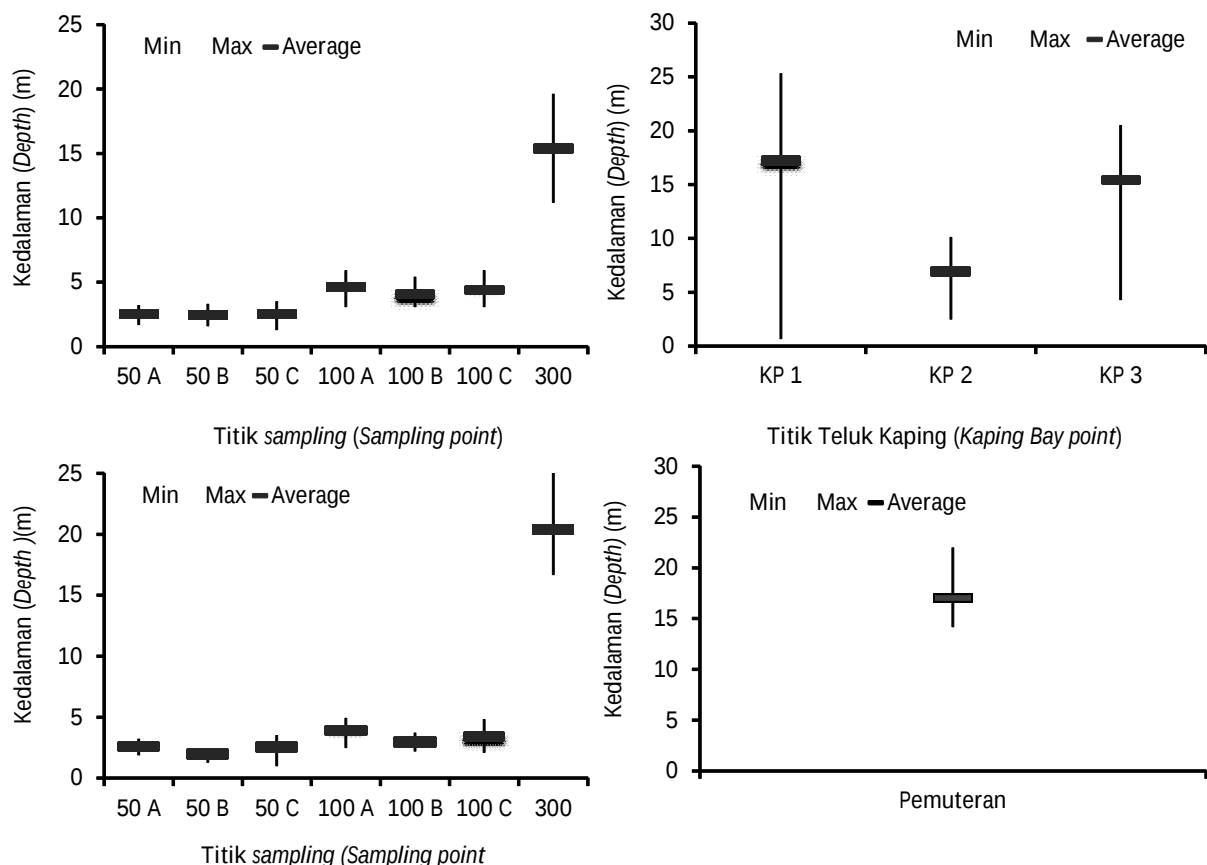
sampling, yakni pada kisaran 7 hingga 8,5 (FAO, 1989). Kenaikan pH perairan akan mempunyai pengaruh tersendiri sebagai katalis terhadap pelepasan amonia di kolom air (Kibria *et al.*, 1997). Pada bulan Februari terjadi sedikit penurunan pH dan kenaikan suhu perairan, yang diduga memberikan kontribusi terhadap terhambatnya pelepasan ion N ke udara sehingga nilai amonium perairan mengalami kenaikan.

Kelarutan oksigen di sepanjang tahun 2018 tercatat pada kisaran 5-6 mg/L. Perairan Gerokgak dan Penyabangan di titik 50 m dan 100 m mempunyai tendensi kelarutan oksigen yang lebih rendah dibandingkan titik 300 m. Sedangkan Teluk Kaping dan Pemuteran tercatat stabil pada nilai 5-6 mg/L. Nilai tersebut terlihat pada kondisi batas aman dari standar Kep.Men. LH No. 51 Tahun 2004 (> 4 mg/L) dan Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 Tahun 2007 (ideal pada > 6 mg/L). Salinitas perairan juga berada di dalam batas standar baku antara 28 ppt hingga 34 ppt di semua lokasi sampling sebagaimana batas baku menurut Radiarta *et al.* (2014), yakni 28-34 ppt.

Secara umum, nilai TSS berada dikisaran jauh di bawah 10 mg/L (Radiarta *et al.*, 2014). Hanya pada bulan Juni dan Oktober, nilai TSS di Teluk Kaping tercatat lebih tinggi dari standar batas normal. Kenaikan angka TSS cukup sering terjadi di Teluk Kaping sebagai akibat aktivitas budidaya pembesaran yang padat seperti pemberian pakan dan atau pencucian jaring. Pencatatan intensitas cahaya dilakukan pada pukul 09.00 hingga 12.00 siang hari disaat kondisi cerah (cenderung panas/terik) tidak mendung/hujan, dan tercatat intensitas cahaya matahari lebih dari 10.000 lux.

Kondisi Lokasi Perairan

Perairan Desa Gerokgak dan Desa Penyabangan pada jarak 50 m dan 100 m dari tepi pantai mempunyai substrat yang landai dengan kedalaman sekitar 2 m dan 5 m. Kedua wilayah tersebut merupakan perairan terbuka yang memungkinkan adanya aliran angin dan pergantian air yang lebih tinggi. Sedangkan daerah Pemuteran dan Teluk Kaping mempunyai kedalaman di atas 15 m dengan kondisi perairan tertutup (Gambar 4), maka cukup ideal sebagai tempat



Gambar 4. Level kedalaman perairan di keempat lokasi sampling di perairan Bali selama bulan Februari hingga November 2018 di keempat stasiun sampling; Gerokgak (A), Penyabangan (B), Teluk Kaping (C), dan Pemuteran (D).

Figure 4. Measurement depths in each sampling station in the waters adjacent to the four mariculture sites: Gerokgak (A), Penyabangan (B), Kaping Bay (C), dan Pemuteran (D).

pembesaran budidaya laut (misal metode keramba jaring apung). Halide (2008) menyatakan bahwa aktivitas budidaya sebaiknya dilakukan kedalaman minimal 10 m hingga 30 m, dengan asumsi bahwa perairan cukup stabil dan masih mampu untuk melakukan *self refining* dan tidak terlalu terpengaruh oleh ombak, angin, dan arus yang tinggi. Lebih jauh dilaporkan bahwa aktivitas budidaya yang terlalu lama di suatu perairan akan menimbulkan titik jenuh (*thresholds of suitability site*) terhadap kesehatan lingkungan perairan setempat.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan di tiga lokasi perairan di sentra budidaya laut di Kecamatan Gerokgak, Bali menunjukkan bahwa parameter amonia menunjukkan nilai yang berada di atas standar baku mutu pemanfaatan air laut untuk kegiatan budidaya. Sedangkan nilai parameter pH, DO, salinitas, dan TSS di tahun 2018 tercatat masih berada dalam kondisi baik. Pembatasan jumlah produksi dan pemanfaatan air laut yang lebih rendah, khususnya di periode Maret, April, September, dan Oktober, diperkirakan menjadi solusi yang paling optimal. Para pembudidaya hendaknya mulai menginisiasi sistem pengolahan/pembuangan air limbah, seperti penggunaan bak sedimentasi ataupun IPAL sederhana. Peran instansi terkait seperti Dinas Perikanan Kabupaten Buleleng menjadi sangat penting untuk melakukan penertiban dan pengontrolan usaha sesuai dengan perijinan dan batas produksi di kawasan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh APBN Balai Besar Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan (BBRBLPP) DIPA Tahun Anggaran 2018. Penulis mengucapkan terima kasih kepada teknisi litkayasa kesehatan dan lingkungan BBRBLPP (Bapak Muslim Romdianto, Bapak Agus Supriyatna, Ibu Ni Kadek Ariani, Bapak Muhamad Ansari, dan Bapak Kadek Sulandra) yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

APHA. (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. In Franson, M.A. (Ed.). American Public Health Association, Washington, D.C., USA.

Boyd, C.E. (2003). Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture*, 226(1-4), 101-112.

Caroll, M.L., Cochrane, S., Fieler, R., Velvin, R., & White, P. (2003). Organic enrichment of sediments from salmon farming in Norway: Environmental

factors, management practices, and monitoring techniques. *Aquaculture*, 226, 165-180.

Costanzo, S.D., O'Donohue, M.J., & Dennison, W.C. (2004). Assessing the influence and distribution of shrimp pond effluent in a tidal mangrove creek in North-East Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 48, 514-525.

Dinas Perikanan dan Kelautan, Kabupaten Buleleng. (2017). Data statistik Dinas Perikanan Kabupaten Buleleng Tahun 2017. Pemerintah Kabupaten Buleleng. <https://bulelengkab.go.id/assets/instansikab/126/bankdata/data-statistik-dinas-perikanan-kabupaten-buleleng-15.pdf>. Diakses pada 20 November 2018.

Emiyati, Kuncoro, T.S., Manopo, A.K.S., Budhiman, S., & Hasyim, B. (2014). Analisis multitemporal sebaran suhu permukaan laut di perairan Lombok menggunakan data penginderaan jauh modis. *SIMNAS Penginderaan Jarak Jauh*. hlm. 470-479.

FAO. (1989). Site selection criteria for marine Finfish Netcage Culture in Asia. UNDP/FAO regional sea farming development and demonstration project. Network of Aquaculture Centres in Asia. FAO Doc. NACA-SF/WP/89/13. Tersedia online <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC262E/AC262E00.htm#TOC>.

Hanafi, A., Andriyanto, W., Syahidah, D., & Sukresno, B. (2006). Characteristic and carrying capacity of Kaping Bay, Buleleng Regency, Bali for marine aquaculture development. *Prosiding Kajian Keragaan dan Pemanfaatan Perikanan Budidaya*, hlm. 83-95.

Handy, R.D. & Poxton, M.G. (1993). Nitrogen pollution in mariculture: toxicity and excretion of nitrogenous compounds by marine fish. *Rev. Fish Biol. Fish*, 3, 205-241.

Howarth, R.W. & Marino, R. (2006). Nitrogen as the limiting nutrient for Eutrophication in coastal marine ecosystems: Evolving views over three decades. *Limnol. Oceanography*, 51(1 part 2), 164-376.

Ismi, S., Arthana, I.W., & Suyasa, I.W.B. (2012). Studi dampak perbenihan ikan laut terhadap penurunan kualitas lingkungan di Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng. *ECOTROPIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)* 3(1), 35-40. Tersedia online di: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/ECOTROPIC/article/view/2476>

Kementerian Lingkungan Hidup [KLH]. (2004). Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004, tanggal 8 April 2004 tentang baku mutu air laut. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta, 11 hlm.

- Kibria G., Nuggeoda D., Fairclough R., & Lam P. (1997). The nutrient content and release of nutrients from fish food and faeces. *Hydrobiologica*, 357, 165-171.
- Krivokapic, S., Pestoric, B., Bosak, S., Kuspilic, G., & Riser, C.W. (2011). Trophic State of Boka Kotorska Bay (South-Eastern Adriatic Sea). *Fresenius Environment Bulletin*, 20(8).
- Mahardika, K., Mastuti, I., & Zafran. (2018a). Intensitas parasit insang (Trematoda Monogenea: *Pseudorhabdosynochus* sp.) pada ikan kerapu hibrida melalui infeksi buatan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(2), 169-177.
- Mahardika, K., Mastuti, I., & Zafran, (2018b). Identification and life cycle of marine leech isolated from hybrid grouper in the Northern Bali waters of Indonesia. *Indonesian Aquaculture Journal*, 13(1), 41-49.
- Mayerle, R., Sugama, K., Runthe, K., Radiarta, I N., & Valejjo, S.M. (2017). Spatial planning of marine finfish aquaculture facilities in Indonesia. Aquaculture zoning, site selection and area management under the ecosystem approach to aquaculture *Full document. Food and Agriculture Organization of United Nations/The World Bank*, Rome, p. 222-252. Tersedia online di: <http://www.fao.org/3/a-i6834e.pdf>
- Nasukha, A., Septory, R., Wibawa, G.S., Sugama, K., & Runthe, K. (2018). Sediment organic enrichment: study case at marine culture site, Pegametan Bay, Bali, Indonesia. Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan. *Inpress*.
- Radiarta, I N., Erlania, Sugama, K., Yudha, H.T., & Wada, M. (2014). Frequent monitoring of water temperature in Pegametan Bay, Bali: A preliminary assessment towards management of marine aquaculture development, *Indonesian Aquaculture Journal*, 9(2), 177-185.
- Radiarta, I N. & Erlania. (2015). Pemetaan keramba jaring apung ikan laut di Teluk Pegametan dan Teluk Penerusan, Kabupaten Buleleng, Bali. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015*, hlm. 675-682.
- Salas, F., Teixeira, H., Marcos, C., Marques, J.C., & Perez-Ruzafa, A. (2008). Applicability of trophic index TRIX in two transitional ecosystems: the Mar Menor Lagoons (Spain) and the Mondego estuary (Portugal). *J. Int. Council for the Exploration of the Sea*. Oxford Journals. journal.permissions@oxfordjournals.org.
- Samocha, T.M., Lopez, I.M., Jones, E.R., Jackson, S., & Lawrence, A.L. (2004). Characterization of intake and effluent waters from intensive and semi-intensive shrimp farms in Texas. *Aquaculture Research*, 35, 321-339.
- Saravi, H.N., Makhloog, A., Vahedi, F., & Pourgholam. (2012). Eutrophication trend of caspian sea water based on absolute trophic state scale index (TRIXCS) and unscaled index (UNTRIX). *The First National Conference of Phycology of Iran*, 9(Special Issue/Spring).
- Sembiring, S.B.M., Wibawa, G.S., Mahardika, K., Widiastuti, Z., & Haryamti (2017). Prevalensi infeksi viral nervous necrosis (VNN) dan Iridovirus pada hatcheri dan budidaya ikan laut. *Media Akuakultur*, 13(2), 1-9.
- Slamet, B., Arthana, I.W., & Suyasa, I.W.B. (2012). Study on water quality of marine culture sites: Kaping and Pegametan Bay, Bali. *ECOTROPIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 3(1), 16-20. Tersedia online di: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/ECOTROPIC/article/view/2481>.
- Sutarmat, T., Permana, G.N., Mahardika, K., Giri, I N.A., Pujiastuti, R., & Andriyanto, W. (2014). Pendugaan limbah nutrien nitrogen dan fosfor dari aktivitas budidaya ikan dalam keramba jaring apung di Teluk Pegametan. Laporan Teknis Kegiatan Kementerian Kelautan dan Perikanan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut Gondol (BBRPBL-Gondol).
- Tammi, T., Pratiwi, N.T.M., Hariyadi, S., & Radiarta, I N. (2015). Aplikasi analisis kluster dan indeks TRIX untuk mengkaji variabilitas status trofik di Teluk Pegametan, Singaraja, Bali. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10 (2), 271-281.
- Wei, J., Zheng, H., Chen, H., Ooi, B.H., Dao, M.H., Cho, W., Malanotte-Rizzoli, P., Tkalic, P., & Patrikalakis, N.M. (2010). Multi-layer model simulation and data assimilation in the Serangoon Harbor of Singapore. ISOPE. *Proceedings of the International Offshore (Ocean) and Polar Engineering Conference*, June 2010.
- Zhou, L., Boyd, C., Brady, Y., Chappel, J., & Li, X. (2015). *Investigation of ammonia nitrogen in aquaculture: the methodology, concentrations, removal and pond fertilization*. Dissertation of Graduate Faculty of Auburn University. Alabama, USA, 116 pp.