

**DESAIN LAMPU *HIGH POWERED LIGHT EMMITING DIODE (HPL)* UNTUK
PENCAHAYAAN KARANG DAN IKAN PADA AKUARIUM *DISPLAY***

**DESIGN OF HIGH POWERED LIGHT EMMITING DIODE (HPL) FOR CORAL
AND FISH LIGHTING IN DISPLAY AQUARIUM**

Salasi Wasis Widyanto^{1*}, Nanda Radhitia Prasetiawan², Kedswin Gerson Hehanussa³

^{1,2}Loka Perencanaan Teknologi Kelautan BRSDMKP-KKP, Jl. Ir. Soekarno No. 3 Patuno, Wangi-
Wangi, Wakatobi, Sulawesi Tenggara 93791. Email : lptk.wakatobi@gmail.com

³Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Patimura, Jl. Ir.M. Putuhena, Poka-Ambon

*e-mail: abuyumna26@gmail.com

ABSTRAK

Suplai cahaya merupakan salah satu faktor penting dalam sistem akuarium *display* yang mengembangkan perpaduan biota laut beberapa jenis karang dan ikan. Minimalnya ketahanan hidup biota laut di dalamnya menjadi fokus latar belakang penelitian ini. Faktor krusial berupa kurangnya pengetahuan tentang kebutuhan cahaya yang diimplementasikan merupakan salah satu penyebabnya, sehingga dirumuskanlah tujuan penelitian yaitu membuat desain sistem pencahayaan bagi beberapa jenis karang dan ikan pada akuarium *display*. Metode yang diterapkan meliputi desain konseptual, eksplorasi, observasi, pengukuran, perhitungan, desain awal, dan desain rinci. Hasilnya berupa desain akuarium berdimensi 300 cm x 70 cm x 70 cm dengan kapasitas volume air laut 1.333,233 liter menggunakan lampu *HPL* sebanyak 564 unit yang dilengkapi *LED driver* (25-36 Watt, 160 Volt DC) sebanyak 24 unit dan terbagi dalam 12 blok. Setiap blok terdapat 47 lampu *HPL* (16 *day light*, 16 *cool light*, 15 *warm white*) yang dirangkai seri dan dikoneksikan dengan 2 unit *LED driver*. *HPL* disematkan pada *heat sink* aluminium sebagai pendingin. Sebagai duplikasi *moon light*, *actinic blue* ditempatkan sejauh 2 meter dari sisi luar akuarium. Kesimpulannya desain *HPL* untuk pencahayaan karang dan ikan pada akuarium *display* berhasil dibuat sesuai konsep kebutuhan intensitas, jenis, dan durasi pencahayaan terhadap dimensi akuarium dan jenis biota yang dipelihara.

Kata kunci : *actinic blue*, *biota laut*, *heat sink*, *LED driver*, *moon light*

ABSTRACT

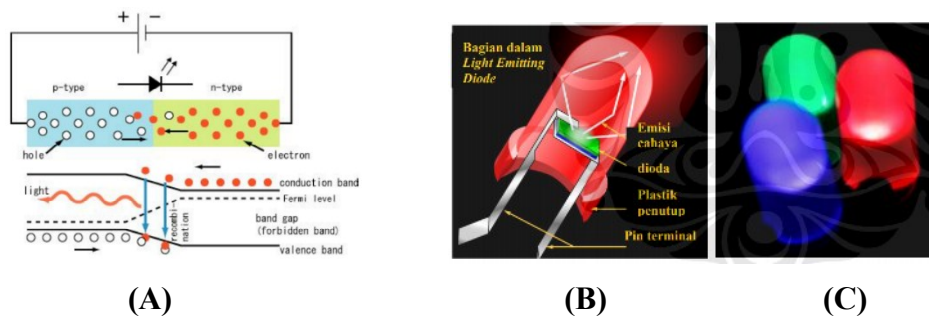
Lighting is one of the important factors in display aquarium systems that develop marine biota combination of corals and fish types. The minimum survival of marine life in it is the focus of this research. Lack of knowledge about lighting that is implemented is one of the causes, so the research purpose was formulated to create a lighting system design of corals and fish types in displays aquarium. The methods applied include conceptual design, exploration, observation, measurement, calculation, and designs. The result is an aquarium design with dimensions of 300 cm x 70 cm x 70 cm with sea water volume capacity of 1,333,233 liters using 564 units of HPL lamps equipped with LED drivers (25-36 Watt, 160 Volt DC) of 24 units and divided into 12 blocks. Each block contained 47 HPL lights (16 day light, 16 cool light, 15 warm white) which were arranged in series and connected to 2 units of LED drivers. HPL is embedded in an aluminum heat sink as a cooler. As a duplication of moon light, actinic blue is placed as far as 2 meters from the aquarium outside. In conclusion, the HPL design for coral and fish lighting in aquarium displays was successfully made according to the intensity, type, and duration of lighting concept for aquarium dimensions and biota types that are maintained.

Keywords : *actinic blue*, *marine biota*, *heat sink*, *LED driver*, *moon light*

PENDAHULUAN

Cahaya matahari secara tidak langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan berbagai organisme dalam perairan pada proses metabolisme (Fauziah *et al.* 2019), sehingga suplai cahaya merupakan salah satu faktor penting dalam sistem akuarium *display* yang mengembangkan perpaduan beberapa biota laut jenis karang dan ikan. Guna memenuhi kebutuhan ini, maka diperlukan jenis, komposisi, dan jarak lampu yang tepat supaya memenuhi kebutuhan cahaya setiap biota laut tersebut. Jenis lampu yang umum dipakai karena memiliki keunggulan dibandingkan jenis lampu lainnya adalah lampu *LED* (*Light Emitting Diode*).

LED adalah salah satu komponen elektronika yang bisa memancarkan cahaya monokromatik ketika diberi tegangan maju (Abdul A *et al.* 2016). *LED* terdiri dari sebuah *chip* bahan semikonduktor yang diisi penuh, atau di-*doping*, dengan ketidakmurnian untuk menciptakan sebuah struktur yang disebut *P-N junction*. Pembawa-muatan elektron dan lubang mengalir ke *junction* dari elektroda dengan voltase berbeda. Ketika elektron bertemu dengan lubang, elektron jatuh ke tingkat energi yang lebih rendah, dan melepaskan energi dalam bentuk *photon*. *LED* merupakan perangkat keras dan padat (*solid-state component*) sehingga unggul dalam hal ketahanan (*durability*). *LED* banyak digunakan dalam perangkat elektronik karena ukurannya yang mini dan praktis, serta konsumsi dayanya yang relatif rendah. Selain itu, usia pakainya sangat panjang hingga mencapai lebih dari 30 ribu jam (Atmadja *et al.* 2016).



Gambar 1 Light Emitting Diode : (a) transfer electron pada LED (Suhardi, 2014); (b) penampang LED (Carter, 2012); (c) bentuk LED (Ali & Ashraf, 2017)
Figure 1 Light Emitting Diode : (a) electron transfer on the LED (Suhardi, 2014); (b) LED cross section (Carter, 2012); (c) LED physical form (Ali & Ashraf, 2017)

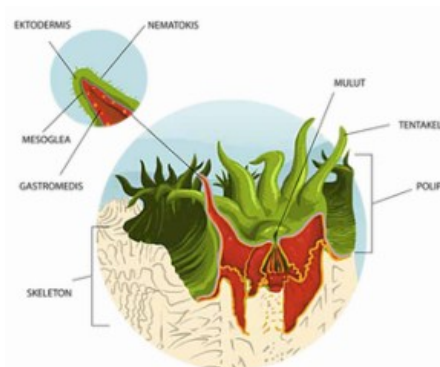
Menurut Atmadja *et al.* (2016), lampu *LED* terdiri dari beberapa jenis yaitu *DIP* (*Dual In-Line Package*), *Superflux/Piranha*, *SMD* (*Surface Mounted Device*) atau sering disebut juga *SMT* (*Surface Mounted Technology*), *COB* (*Chip On Board*), dan *HPL* (*High Power LED*). *LED* standar jenis *DIP* adalah jenis yang paling lama diproduksi dan populer sebagai lampu indikator. Dayanya tidak lebih dari 1 *Watt*, dan hanya memerlukan tegangan kecil saja untuk bisa berpendar. Pada kendaraan, *LED* jenis *DIP* ini banyak diaplikasikan pada *stop light*, pada *wingker* (*sein*) untuk lampu senja, *LED strip* dan lain-lain. Jenis *superflux* atau *piranha* memiliki material yang sama dengan tipe *DIP*. Perbedaannya terletak pada kecerahan dan terangnya cahaya yang dihasilkan. Tidak sebagaimana *DIP* yang hanya memiliki 2 kaki, *superflux* memiliki 4 kaki sehingga membuat komponen ini lebih kokoh menancap di *PCB*. *Superflux* banyak di aplikasikan pada *sein spion* pada mobil, *stop lamp* mobil dan motor, *sein*, dan sebagainya.

SMD (*Surface Mounted Device*) ada banyak ragamnya diantaranya tipe *SMD3528* dan *SMD5050*. Hampir semua spidometer digital menggunakan lampu jenis ini. Ukuran dimensinya kecil yaitu 3,5 mm x 2,8 mm. *LED SMD3528* memiliki 1 *chip LED* saja dengan arus 20 mA dengan arah sinar menyebar. Kelemahan *SMD* disempurnakan oleh *COB* yang merupakan hamparan ratusan bahkan ribuan *chip LED* yang tersusun pada satu papan. *High Power LED* (*HPL*) biasanya tertanam di *Luxeon* atau *Foglamp* untuk penerangan proyek bangunan atau pertambangan. Selain itu, *HPL* juga banyak dipakai sebagai penerangan ruang dan dekorasi akuarium. Satu penampang *HPL* memiliki beberapa *chip LED* yang berjajar dan berjumlah banyak, sehingga mampu menghasilkan cahaya yang lebih terang daripada *SMD*. *HPL* yang sering dijumpai ada yang berdaya 1 *Watt*, 3 *Watt*, 5 *Watt*, 10 *Watt*, 20 *Watt* sampai ratusan *Watt* (Atmadja *et al.* 2016).



Gambar 2 Lampu HPL : (a) 1 Watt; (b) 200 Watt. (Atmadja *et al.* 2016)
Figure 2 HPL lamp : (a) 1 Watt; (b) 200 Watt.

Karang merupakan hewan yang menjadi penyusun utama terumbu karang. Hewan ini terdiri dari polip (bagian yang lunak) dan skeleton (bagian yang keras). Tentakel pada bagian polip berfungsi untuk menangkap plankton sebagai sumber makanannya. Setiap polip karang mensekresikan zat kapur ($CaCO_3$) yang membentuk kerangka skeleton karang. Polip terlihat jelas pada beberapa jenis karang, sedangkan pada beberapa jenis lainnya kurang begitu terlihat jelas. Pada umumnya, karang hidup membentuk koloni. Koloni ini dibentuk oleh ribuan polip yang tumbuh dan bergabung menjadi satu. Sebagian kecil karang hidup soliter dan tidak membentuk koloni, misalnya pada beberapa karang dari famili *Fungiidae*. Karang hidup bersimbiosis dengan alga *Zooxanthellae*, yang hidup di dalam jaringan karang sehingga memerlukan cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Oleh karena itu, karang sulit tumbuh dan berkembang pada kedalaman lebih dari 50 meter dimana penetrasi cahaya sangat kurang (Giyanto *et al.* 2017).



Gambar 3 Polyp dan skeleton karang (Giyanto *et al.* 2017)
Figure 3 Polyp and skeleton of coral

Ikan merupakan organisme (makhluk hidup) perairan yang menanggapi respon terhadap cahaya, karena cahaya dengan segala aspek yang dikandungnya seperti intensitas dan panjang gelombang merupakan faktor utama bagi ikan untuk mempertahankan kehidupannya, dan berperan dalam menentukan sebaran atau pergerakan serta pola tingkah lakunya (Azhari, 2017). Tingkah laku ikan yang mendatangi sumber cahaya dapat disebabkan karena tertarik secara langsung oleh cahaya atau untuk mencari makan (Reppie *et. al.*, 2016). Cahaya ini membantu penglihatan kebanyakan ikan dalam aktivitas mencari makan. Selain itu, sumber cahaya tersebut diperlukan pula bagi perkawinan dan menghindarkan diri dari predator (Azhari, 2017).

Secara umum, respon ikan terhadap sumber cahaya dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu bersifat fototaksis positif dan bersifat fototaksis negatif. Fototaksis positif

merupakan peristiwa tertariknya ikan oleh cahaya. Ikan-ikan yang bersifat fototaksis positif secara berkelompok akan bereaksi terhadap cahaya dengan mendatangi cahaya tersebut dan berkumpul di sekitar cahaya, sedangkan ikan yang bersifat fototaksis negatif akan menghindari dan menjauhi sumber cahaya (Azhari, 2017). Ikan yang datang mendekati sumber cahaya pada kedalaman di 0-20 meter kemungkinan adalah ikan yang berfototaksis positif, sedangkan ikan yang mendatangi sumber pencahayaan pada kedalaman 20-40 meter adalah ikan yang mendatangi sumber cahaya karena mencari makan atau ikan yang menyenangi cahaya yang tidak terlalu terang (Salman *et al.* 2015).

Faktor utama yang mempengaruhi secara langsung tingkah laku ikan terhadap cahaya adalah intensitas dari cahaya itu sendiri. Kemampuan ikan untuk tertarik pada suatu sumber cahaya sangat berbeda-beda. Ada ikan yang tertarik oleh cahaya dengan intensitas rendah, ada pula yang tertarik oleh cahaya dengan intensitas tinggi. Namun ada pula ikan yang tertarik oleh cahaya mulai dari intensitas yang rendah sampai yang tinggi (Reppie *et al.* 2016). Berdasarkan referensi dari beberapa penelitian sebelumnya, ikan yang tergolong bersifat fototaksis positif atau sekedar tertarik oleh cahaya meski dengan intensitas yang rendah terdiri dari beberapa jenis seperti ikan tembang (*Sardinella fimbriata*), ikan kembung (*Rastrelliger spp.*), selar (*Selaroides leptolepis*), cumi-cumi (*Loligo sp.*), kerong-kerong (*Therapon jarbua*), buntal (*Porcupinefish*), pepetek (*Leiognathus sp.*), layur (*Trichiurus savala*), dan lain-lain (Yuda *et al.* 2012).

Perlunya perancangan matang pada sistem akuarium *display* yang mengembangkan beberapa biota laut jenis karang dan spesies ikan ini dilatarbelakangi oleh minimalnya ketahanan hidup biota laut yang tengah dilakukan upaya pemeliharaan pada akuarium *display*. Angka kematian karang dan ikan pada akuarium *display* diupayakan agar seminimal mungkin, sehingga frekuensi pengambilan karang dan ikan di laut lepas sebagai pengganti biota laut yang mati juga semakin menurun. Selain faktor kualitas air, pemilihan pasangan biota yang tepat, dan faktor-faktor lainnya, kurangnya pengetahuan terkait dengan kebutuhan cahaya yang diimplementasikan juga menjadi salah satu sebab gagalnya upaya ini, sehingga dirumuskanlah tujuan penelitian ini yaitu membuat desain sistem pencahayaan yang memadai bagi beberapa jenis karang dan spesies ikan pada akuarium *display* yang diaplikasikan di kantor Loka Perencanaan Teknologi Kelautan Wakatobi.

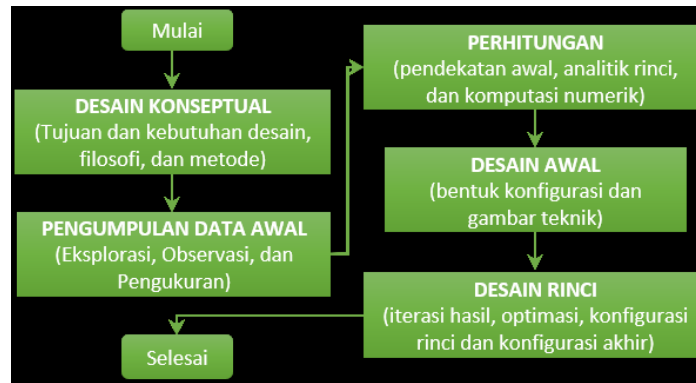
METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Peralatan untuk menunjang proses desain mencakup alat ukur, alat desain, dan alat dokumentasi. Alat ukur yang digunakan adalah alat ukur panjang dengan ketelitian mulai 0,05 cm (mistar) hingga 0,005 cm (jangka sorong). Alat desain yang digunakan yaitu Laptop dengan spesifikasi *HP Pavilion x360 Convertible 14-ba0xx* dengan *processor Intel Core i5-7200U CPU @ 2,50 GHz – 2,71 GHz RAM 8 GB, 64 bit operating system*. Alat dokumentasi yang disiapkan berupa *smartphone* tipe *Samsung Galaxy Tab A6* yang dilengkapi kamera belakang dengan resolusi sebesar 5 MP. Sedangkan bahan desain yang digunakan adalah akuarium, lampu *HPL*, *software Microsoft Office* dan *Corel Draw*.

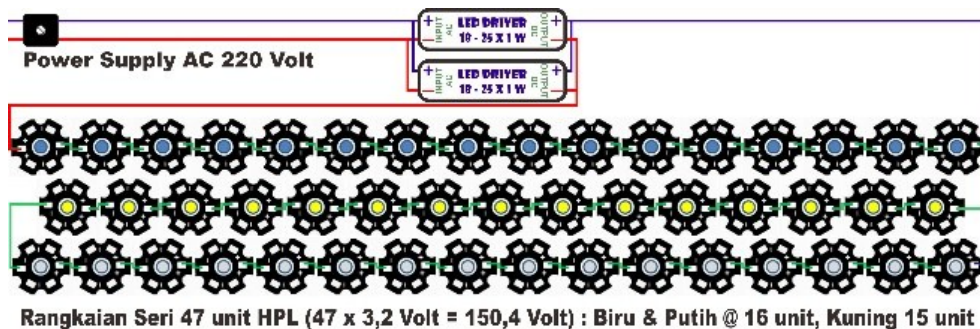
Pengumpulan Data

Metode yang diaplikasikan merupakan metode perancangan secara umum yang dimulai dengan tahap desain konseptual, eksplorasi, observasi, pengukuran, perhitungan, desain awal, dan diakhiri dengan desain rinci. Metode tersebut digambarkan oleh *flowchart* pada Gambar 4.



Gambar 4 Bagan alur metode perancangan (BPPT, 2016)
Figure 4 Engineering method flow chart

HASIL DAN PEMBAHASAN

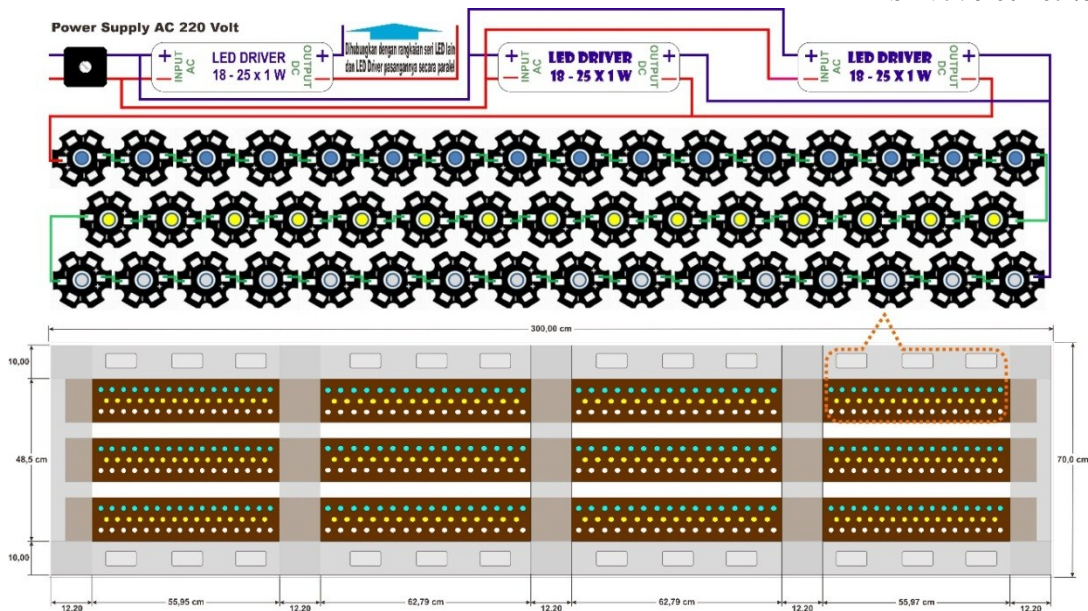


Gambar 5 Desain seri dan komposisi warna lampu HPL per blok dilengkapi dengan 2 unit driver LED

Figure 5 The series design and color composition of HPL lamps per block are equipped with 2 LED Driver units

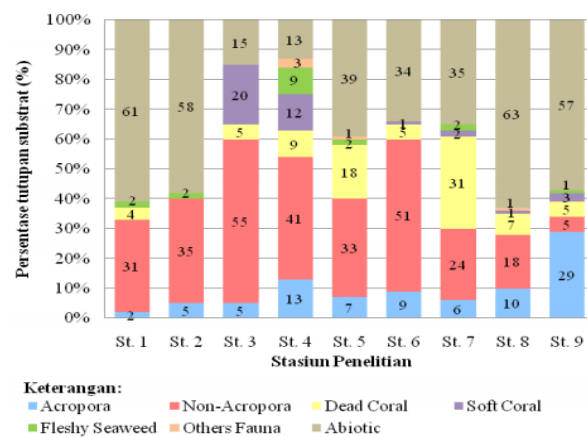
Desain akuarium berdimensi 300 cm x 70 cm x 70 cm dengan kapasitas volume air laut 1.333,233 liter menggunakan lampu *HPL* sebanyak 564 unit yang dilengkapi *LED driver* (18-25 Watt, 80 Volt DC) sebanyak 24 unit dan terbagi dalam 12 blok. Setiap blok terdapat 47 lampu *HPL* yang terdiri dari 16 lampu *HPL* tipe *day light* (biru) pada larik pertama, 16 lampu *HPL* tipe *cool light* (putih) pada larik ketiga, dan 15 lampu *HPL* tipe *warm white* (kuning) pada larik kedua yang dirangkai seri dan dikoneksikan dengan 2 unit rangkaian paralel *LED driver* dengan tegangan masukan 220 Volt dan tegangan keluaran 160 Volt (3,2 Volt x 50 LED), serta arus listrik sebesar 0,23- 0,32 Ampere.

HPL disematkan pada *heat sink* aluminium sebagai pendingin. Sebagai duplikasi sinar bulan, *actinic blue* ditempatkan sejauh 2 meter dari sisi luar akuarium. *LED driver* pada akuarium diletakkan pada sisi panjang bagian pinggir masing-masing sebanyak 3 unit per *space* yang tersedia sebagaimana diperlihatkan pada gambar 6. Seluruh bagian input *LED driver* dirangkai secara paralel lalu dihubungkan dengan tegangan AC 220 Volt. Hal ini dilakukan untuk efisiensi jumlah terminal *Power Supply*, sehingga tidak setiap blok *LED driver* dihubungkan dengan terminal *Power Supply* secara terpisah.



Gambar 6 Desain posisi HPL dan LED pada akuarium
Figure 6 Positioning design of HPL and LED in aquarium

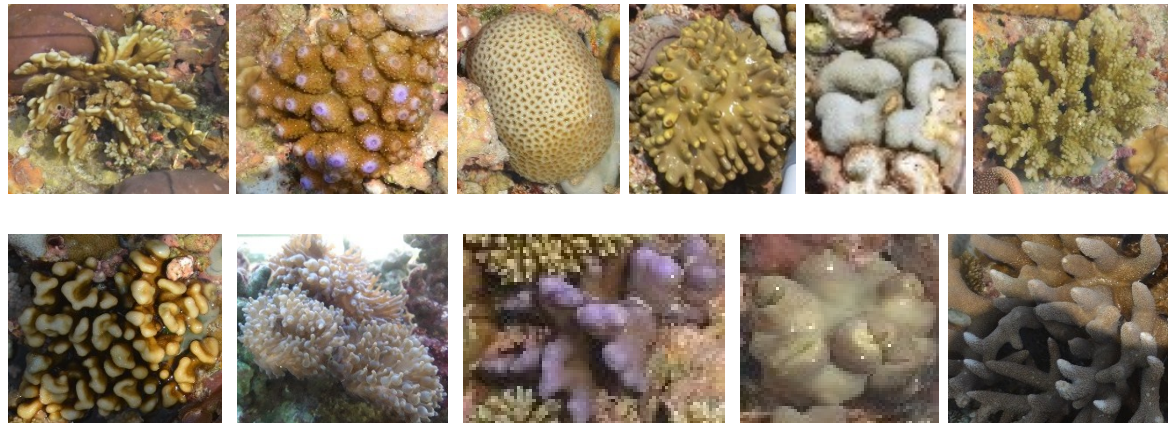
Desain yang tepat dalam merancang sistem pencahayaan untuk koral dan ikan dalam satu akuarium *display* haruslah dikenali dengan jelas terlebih dulu jenis koral dan spesies ikan yang diupayakan pemeliharaannya, terutama yang berkaitan dengan intensitas dan jenis cahaya yang dibutuhkan oleh koral dan spesies ikan tersebut. Jenis koral yang memungkinkan ditempatkan di akuarium disesuaikan dengan kelimpahannya di Wakatobi. Mengingat Kabupaten Wakatobi terbagi menjadi 4 (empat) pulau utama yaitu Pulau Wangi-Wangi, Kaledupa, Tomia, dan Binongko (Simonin, 2014), sementara kantor Loka Perencanaan Teknologi Kelautan (LPTK) berada di Pulau Wangi-Wangi, maka kelimpahan karang dan ikan yang dipilih adalah karang dan ikan yang berada di sekitar Pulau Wangi-Wangi, dimana pulau ini termasuk bagian dari zona yang ditetapkan sebagai zonasi Taman Nasional Kepulauan Wakatobi (Haniru, 2017).



Gambar 7 Distribusi spasial terumbu karang di Pulau Wangi-Wangi (Yulius et al. 2015)
Figure 7 Spatial distribution of coral reefs on Wangi-Wangi Island

Menurut Yulius *et. al.* (2015), distribusi spasial terumbu karang (persentase tutupan substrat dasar) pada 9 (Sembilan) stasiun penelitian di perairan Pulau Wangi-Wangi (Gambar 7) yang meliputi stasiun Patuno, Longa, Waha, Sombu, Kapota 1, Kapota 2, Kolo, Matahora

1, dan Matahora 2 didominasi oleh karang jenis *Non-Acropora*. *Softcoral* terbanyak berada pada stasiun 3 (Waha) dan stasiun 4 (Sombu). Adapun beberapa jenis karang hasil dokumentasi yang didapatkan oleh penulis di pantai daerah Waha pada saat surut terendah diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Beberapa jenis karang yang ditemukan di Pantai Waha
Figure 8 Several types of corals that finded on Waha beach

Hampir semua jenis karang yang didapatkan merupakan karang yang hidup di bawah permukaan air laut dengan kedalaman kurang dari 10 meter (perairan laut yang dangkal), sehingga karang-karang ini termasuk kategori karang yang memerlukan pencahayaan sedang hingga tinggi. Beberapa jenis karang yang diperlihatkan pada Gambar 8 didominasi oleh warna kuning terang, kuning kecoklatan, kuning kehijauan. Hanya sebagian kecil yang menampilkan warna keunguan/violet. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan akan cahaya kuning lebih banyak daripada cahaya violet. Jika berbagai jenis karang tersebut dipelihara dalam akuarium *display*, maka intensitas dan durasi pencahayaan yang diberikan harus bisa merepresentasikan sinar matahari pagi, siang, dan sore hari, sehingga porsi cahaya kuning (*warm light*) lebih banyak diberikan daripada cahaya lainnya dengan durasi pencahayaan maksimal selama 12 jam. Selain itu diperlukan pula tambahan replika sinar bulan pada beberapa malam tertentu setiap bulannya.

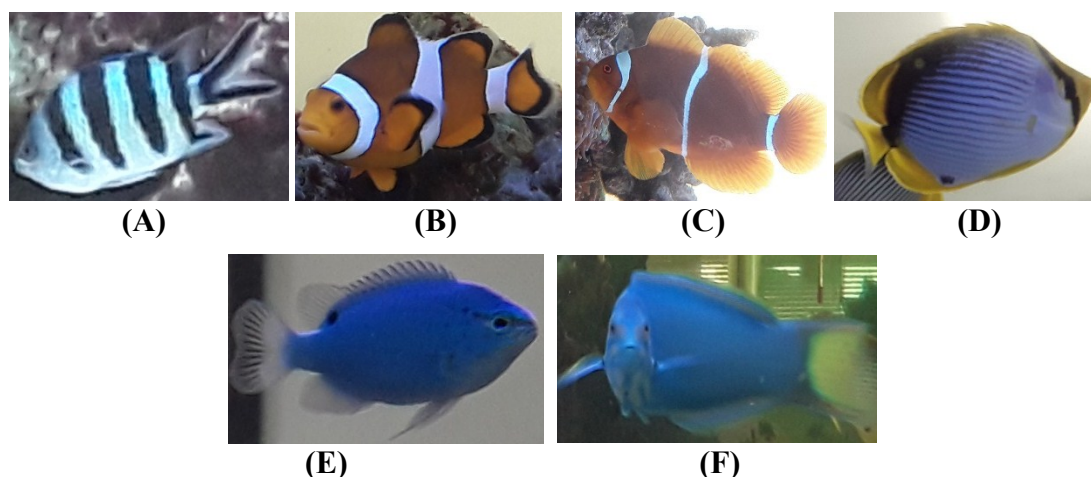
Adapun ikan karang yang kelimpahannya banyak di Wakatobi, khususnya pada 4 (empat) titik *blue hole* (*sinkhole* vertikal berukuran besar yang terbentuk pada daerah *karst*) di pantai daerah Koroe Onowa, Desa Waha adalah ikan-ikan kategori mayor berukuran kecil dari famili *Pomacentridae* (ikan betok laut) seperti jenis *Amblyglyphidodon curacao*, *Amphiprion clarkia*, *Abudefduf vaigiensis*, *Chromis atripectoralis*, dan *Chrysiptera cyanea*. Famili lain yang banyak ditemukan pada *blue hole* adalah *Labridae* (ikan sapu-sapu) seperti jenis *Hemigymnus melapterus*, *Labroides dimidiatus*, *Thalassoma Hardwicke*, *Stethojulis Bandanensis*, *Choerodon anchorago*, *Cheilinus undulates*, dan *Halichoeres*. Beberapa ikan mayor lain yang ditemukan pada *blue hole* adalah ikan dari famili *Pinguipedidae* dan famili *Monacanthidae*. Ikan kategori indikator yang ditemukan adalah famili *Chaetodontidae* (ikan kepe-kepe), sedangkan ikan-ikan yang berukuran lebih besar kategori ikan target dari famili *Acanthuridae* (ikan kulit pasir), *Balistidae*, *Mullidae*, *Nemipteridae* (ikan kurisi), dan *Scaridae* (ikan kakak tua) lebih banyak ditemukan pada bagian *blue hole* yang lebih dalam. Beberapa jenis ikan terutama dari famili *Scaridae* lebih banyak ditemukan dalam stadia juvenil pada *blue hole*. (Prasetiawan & Nugraha, 2017).

Tabel 1 Lokasi studi ikan pada “blue holes” di Pulau Wangi-Wangi
Table 1 Fish study locations in blue holes on Wangi-Wangi Island

Station	Location	Geographical location	Spacious (m ²)	Blue hole	
				Around	Depth
St.1	Koroe Onowa	5°14,807' S 123°32,139' E	5.288,15	310 m	8 m
St.2	Koroe Onowa	5°14,813' S 123°32,301' E	5.253,53	276 m	9 m
St.3	Koroe Onowa	5°14,820' S 123°32,447' E	8.694,95	362 m	10 m
St.4	Koroe Onowa	5°14,809' S 123°32,546' E	8.110,24	376 m	12 m

Prasetiawan & Nugraha (2017)

Ikan yang umum dipelihara di akuarium adalah ikan-ikan mayor, karena memiliki ukuran yang kecil dan bentuk warna yang indah, sehingga dikenal sebagai ikan hias. Populasinya di perairan karang atau di daerah terumbu merupakan populasi terbesar (Hukom, 2010), sehingga pengambilan sebagian populasi untuk keperluan akuarium *display* tidak mengganggu keseimbangan alam dan tidak mengancam kelestariannya. Berdasarkan pertimbangan tersebut, pemilihan ikan yang tepat untuk ditempatkan pada akuarium *display* di kantor Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan adalah ikan jenis mayor dari famili *Pomacentridae* dan *Labridae* yang kelimpahannya banyak di Pulau Wangi-Wangi dan berada pada kedalaman kurang dari 30 meter, sehingga lebih mudah didapatkan. Beberapa ikan mayor yang berhasil didokumentasikan ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Beberapa jenis ikan major di perairan Pulau Wangi-Wangi: (a) *Dascyllus melanurus*; (b) dan (c) *Amphiprion ocellaris*; (d) *Chaetodon melannotus*; (e) dan (f) *Chrysiptera cyanea*

Figure 9 Several types of major fish in the water of Wangi-Wangi Island : (a) *Dascyllus melanurus*; (b) dan (c) *Amphiprion ocellaris*; (d) *Chaetodon melannotus*; (e) dan (f) *Chrysiptera cyanea*

Sebagian besar ikan-ikan karang bersifat predator dan tertarik cahaya. Ikan karang lebih menyukai warna biru, cahaya yang terang, dan tenang (Reppie *et al.* 2016). Durasi pencahayaan yang aman bagi ikan adalah 8 hingga 10 jam. Jika lebih dari itu, cahaya lampu akan membahayakan ikan. Selain itu, lampu membuat air menjadi panas dan tidak dapat ditinggali oleh ikan. Namun ini terjadi jika pencahayaan yang diaplikasikan tidak menggunakan HPL. Panas yang sangat tinggi dari HPL tidak mempengaruhi peningkatan

suhu air laut dalam akuarium, karena panas yang timbul pada lampu *HPL* tidak searah dengan arah cahayanya, tetapi timbul di belakang lampu, sehingga dibutuhkan *heat sink* (pendingin) di belakang lampu *HPL* (Handari *et. al.*, 2014).

Volume akuarium menjadi tolok ukur awal bagi volume air laut yang akan diisikan ke dalamnya. Selisih tinggi akuarium dengan tinggi air laut umumnya berkisar pada nilai antara 5 – 10 cm, tergantung pada ketebalan kaca, jarak permukaan air yang diinginkan, dan ketinggian pasir yang diletakkan di dasar akuarium (10 cm). Sedangkan selisih panjang dan lebar akuarium dengan air laut yang diisikan hanya tergantung pada ketebalan kaca akuarium yang digunakan. Desain pencahayaan yang dibuat akan diimplementasikan pada akuarium *display* di Lobi Kantor Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan. Akuarium yang telah tersedia ini berukuran panjang (p_{ak}) 300 cm, lebar (l_{ak}) 70 cm, dan tinggi (t_{ak}) 70 cm dengan ketebalan kaca 1,5 cm (15 mm), sehingga volume air laut yang bisa diisikan ke dalamnya dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{al} &= (p_{ak} - 3,0) \times (l_{ak} - 3,0) \times (t_{ak} - 20) \\ &= (300 - 3,0) \times (70 - 3,0) \times (70 - 20) \\ &= 297\text{cm} \times 67\text{cm} \times 67\text{cm} \\ &= 1.333.233 \text{ cm}^3 = 1.333,233 \text{ dm}^3 \\ &= 1.333,233 \text{ liter} \end{aligned}$$

Tolok ukur awal yang banyak dilakukan oleh pecinta *aquascape* dalam menentukan pencahayaan adalah dengan menentukan *Watt per liter* atau *Watt per gallon*. Meski metode ini dianggap sudah ketinggalan, namun kalkulasi sederhananya bisa digunakan sebagai acuan perbandingan. Jumlah *Watt* ideal untuk pencahayaan di akuarium air laut adalah 2 – 4 *Watt per gallon* air (1 galon = 3,785 liter). Berdasarkan parameter tersebut, maka jumlah daya (*Watt*) dari *HPL* yang diaplikasikan untuk akuarium *display di kantor* LPTK jika volume air laut yang diisikan sebesar 1.333,233 liter adalah antara 704,482 hingga 1408,964 *Watt*. Namun rumus ini efektif jika diterapkan untuk pencahayaan menggunakan lampu *TL* dengan pendekatan volume air sekitar 55 *gallon* (1 *gallon* = 3,785 liter) atau sekitar 207,9 liter dan ketinggian air akuarium kurang dari 60 cm (Hendrawan, 2012).

Jika lampu *LED* yang digunakan merupakan jenis *High Powered LED (HPL)* dimana daya konsumsinya antara 30% - 40% dari daya konsumsi lampu *TL (Fluorescent)*, maka hanya dibutuhkan konsumsi daya sebesar 211,344 *Watt* hingga 563,585 *Watt*. Mengingat jenis karang dan spesies ikan kategori mayor yang hidup di perairan Pulau Wangi-Wangi kebanyakan hidup di perairan dangkal yang jernih dengan kedalaman kurang dari 10 meter di bawah permukaan laut, maka cahaya matahari yang dibutuhkan termasuk dalam kategori intensitas sedang hingga tinggi. Oleh karena itu, jenis karang dan spesies ikan karang ini diberikan penyinaran maksimal (kategori *high light*) dan kebutuhan intensitas cahayanya dikategorikan sebagai tingkat *advance* (lebih dari 40 *lumens per liter*), sehingga pilihan konsumsi daya *HPL* yang dibutuhkan adalah 564 *Watt* dan intensitas cahaya (*lumens*) minimal yang dibutuhkan akuarium jika volume air laut di dalamnya sebesar 1.333,233 liter adalah 53.330 *lumens*.

Intensitas cahaya yang dibutuhkan akuarium tersebut lalu dibandingkan dengan intensitas cahaya yang dihasilkan dari kalkulasi nilai *lumens* dan jumlah lampu *HPL* yang diaplikasikan. Hasil perhitungan intensitas cahaya dari rangkaian 564 unit lampu *HPL @ 1 Watt* yang terdiri atas 180 unit *HPL* warna kuning (*warm white* : 2700 K @ 70 – 80 *lumens*), 192 unit *HPL* warna putih (*cool white* : 4000 K @ 100 – 120 *lumens*), dan 192 unit *HPL* warna biru (*day light* : 6500 K @ 90 – 100 *lumens*) yaitu sebesar 49.080 – 56.640 *lumens*. Perbandingan dua parameter tersebut menunjukkan bahwa nilai minimal dari intensitas cahaya yang dibutuhkan akuarium berada pada interval nilai dari hasil kalkulasi intensitas cahaya yang dihasilkan.

Spektrum warna pada lampu diperhitungkan berdasarkan spektrum cahaya untuk fotosintesis secara umum/*Photosynthetically Active Radiation (PAR)* dalam kisaran panjang gelombang 300 hingga 700 nm pada peringkat 6400 Kelvin (Strohmeyer, 2019) dan spektrum cahaya untuk fotosintesis secara khusus bagi karang yang dipelihara/*Photosynthetically Usable Radiation (PUR)*. Pilihan spektrum warna putih siang hari/biru (*day light* : ± 6000 Kelvin), putih netral/putih (*cool white* : ± 4000 Kelvin), dan putih hangat/kuning (*warm white* : ± 3000 Kelvin) sebagaimana pembagian yang disebutkan Noviyanti (2013) menjadi acuan dasar untuk melakukan pilihan seimbang dalam pencahayaan, sehingga jumlah lampu masing-masing spektrum yang dipilih mendekati kesamaan (16 biru, 15 kuning, dan 16 putih). Penambahan fitur *timer* untuk mengatur spektrum cahaya sesuai representasi sinar matahari pagi, siang, maupun sore hari bisa mendekatkan duplikasi maksimal dari penyinaran matahari sesungguhnya.

Berdasarkan pembahasan di atas, aplikasi pencahayaan yang tepat untuk jenis karang dan spesies ikan secara terpadu pada aplikasi akuarium *display* di LPTK Wakatobi dilihat dari sisi spektrum warna cahaya yang dipilih adalah spektrum warna kuning, biru, dan putih. Spektrum warna kuning dimanfaatkan untuk menyuplai kebutuhan cahaya bagi sebagian besar karang, spektrum warna biru diperuntukkan bagi spesies ikan kategori mayor yang menyukai spektrum warna tersebut, dan spektrum warna putih diperuntukkan bagi karang yang memerlukan selain dari kedua spektrum warna terdahulu, karena spektrum warna putih merupakan perpaduan spektrum warna pada cahaya tampak (merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu/violet). Selain itu, spektrum warna putih memberikan efek netralisasi spektrum warna biru yang menyilaukan mata, sehingga mendukung kenyamanan mata saat menikmati keindahan akuarium *display* yang diimplementasikan.

Penempatan karang pada akuarium juga menjadi pertimbangan yang harus dirancang dengan matang untuk mendapatkan pencahayaan optimal. Karang dengan penampakan violet atau biru diletakkan pada dasar akuarium dan karang dengan penampakan kuning keemasan, kuning kecoklatan, dan kuning kehijauan ditempatkan di atasnya. Hal ini dilakukan karena daya tembus spektrum warna biru dan violet lebih besar daripada daya tembus spektrum warna kuning, sehingga masing-masing karang mendapatkan suplai cahaya yang benar-benar dibutuhkan (*PUR*) melalui perlakuan pendekatan pada spektrum cahaya tersebut.

Durasi pencahayaan replikasi sinar matahari yang dirancang untuk memadukan lamanya waktu pencahayaan bagi jenis karang dan spesies ikan secara terpadu adalah 10 jam dalam sehari. Pilihan ini diambil untuk menyeimbangkan intensitas cahaya yang dibutuhkan antara jenis karang (maksimal 12 jam penyinaran) dengan spesies ikan yang dipelihara (tidak boleh lebih dari 10 jam penyinaran). Pengambilan nilai toleransi ini supaya karang tidak mengalami kekurangan suplai pencahayaan dan ikan tidak mengalami over pencahayaan dimana masing-masing memiliki tingkat resiko yang bisa menyebabkan lemahnya ketahanan hidup biota yang ada di dalam akuarium.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil yaitu desain *HPL* untuk pencahayaan karang dan ikan pada akuarium *display* berhasil dibuat sesuai konsep kebutuhan intensitas, jenis, dan durasi pencahayaan terhadap dimensi akuarium dan jenis biota yang dipelihara.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul A, A.R., Yushardi, & Rif'ati. 2016. Penggunaan Dioda Jenis LED (Light Emitting Diode) Pada Pembuatan Sel Surya Sederhana Berbasis Bahan Semikonduktor. Seminar Nasional Pendidikan 1 : 442 – 449.

- Ali, R. & Ashraf, I . 2019. Active Learning in Optics for Girls. Proc. of SPIE Vol. 10452 104520L. Hangzhou: Education and Training in Optics and Photonics. DOI: 10.1117/12.2269984
- Atmadja, M.D., Soelistianto, F.A., & Kristiana, H.M. 2016. Analisis Perbandingan Susunan Rangkaian Pada Lampu LED Untuk Penerangan. Prosiding SENTIA 2016 8: 62 – 67. Malang: Politeknik Negeri Malang
- Azhari, A. 2017. Struktur Komunitas Ikan Fototaksis Positif di Perairan Teluk Jukung Kabupaten Lombok Timur. Mataram: Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas.
- Carter, A. 2012. Facts about Light Emitting Diodes (LED). A review of the existing literature. AspenCore, Inc. <https://www.eeweb.com/profile/andrew-carter/articles/facts-about-light-emitting-diodes-led>.
- Fauziah, A., Bengen, D. G., Kawaroe, M., Effendi, H., & Krisanti, M. 2019. Hubungan Antara Ketersediaan Cahaya Matahari dan Konsentrasi Pigmen Fotosintetik di Perairan Selat Bali. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 11 (1), 37-48.
- Giyanto, Abrar, M., Hadi, T.A., Budiyanto, A., Hafizt, M., Salatalohy, A., et al. 2017. Status Terumbu Karang Indonesia 2017. Jakarta: COREMAP – CTI & Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI.
- Hendrawan. 2012. Terumbu Karang beserta Ikan Laut. A review of the existing literature. http://o-fish.com/AkuariumLaut/pedoman_1.php
- Hukom, F.D. 2010. Keanekaragaman dan Kelimpahan Sumberdaya Ikan di Teluk Klabat, Perairan Bangka Belitung. Jurnal Iktiologi Indonesia, 10(1): 11-23.
- Noviyanti, C & Indrani, H.C. 2013. Optimasi Sistem Pencahayaan Buatan pada Ruang Laboratorium Kampus. Dimensi Interior, 11(1): 1-10. DOI: 10.9744/interior .11.1.1-10. Surabaya: Fakultas Seni dan Desain, Universitas Kristen Petra.
- Permata, G.D. 2015. Apa Itu Cahaya Lumens? Cahaya Candela ? dan Cahaya Lux?. A review of the existing literature. <https://gilangdianpermata.wordpress.com/2015/11/06/apa-itu-cahaya-Lumens-cahaya-candela-dan-cahaya-lux/>
- Pembina Jabatan Fungsional Perekayasa. 2016. Petunjuk Teknis Jabatan Fungsional Perekayasa dan Angka Kreditnya. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Prasetiawan, N.R. & Nugraha, A.R. 2017. Komunitas Ikan Karang Pada Blue Hole di Pulau Wangi-Wangi, Sulawesi Tenggara. Prosiding Seminar Nasional Tahunan XIV Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan Jilid II : Manajemen Sumberdaya Perikanan: 13 - 22. Yogyakarta: Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Reppie, E., Patty, W., Sopia, M., & Taine, K. 2016. Pemikat Cahaya Berkedip Pada Bubu Dan Pengaruhnya Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Karang. Marine Fisheries 7(1): 25-32.
- Salman, Sulaiman, M., Alam, S., Anwar, & Syarifuddin. 2015. Proses Penangkapan Dan Tingkah Laku Ikan Bagan Pete Pete Menggunakan Lampu LED. Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan 6 (2): 169-178.
- Simonin, P. 2014. Case Study: Wakatobi, S.E. Sulawesi, Indonesia Bahasa Indonesian Translation. Atkinson Center for a Sustainable Future-Oxfam Rural Resilience Project.
- Strohmeier, Carl. 2019. Aquarium Lighting, Information Including Factors, Types, & Use. A review of the existing literature. http://www.americanaquariumproducts.com/Aquarium_Lighting.html#watt
- Suhardi, D. 2014. Prototipe Controller Lampu Penerangan LED (Light Emitting Diode) Independent Bertenaga Surya. Jurnal GAMMA 10 (1): 116 – 122.
- Yuda, L.K., Iriana, D., & Khan, A.M.A. 2012. Tingkat Keramahan Lingkungan Alat Tangkap Bagan di Perairan Pelabuhan Ratu, Kabupaten Sukabumi. Jurnal Perikanan dan Kelautan 3 (3): 7-13.