

**PENDEDERAN IKAN KERAPU CANTIK (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus microdon*) BERBASIS RAS DAN BIOREMEDIASI UNTUK EFISIENSI AKUABISNIS**

***NURSERY OF CANTIK GROUPER (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus microdon*)  
BASED RECIRCULATION AND BIOREMEDIATION FOR AQUABUSINESS  
EFFICIENCY***

**Belinda Astari<sup>1\*</sup>, Tatag Budiardi<sup>2</sup>, Irzal Effendi<sup>2,3</sup>, & Yani Hadiroseyani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana, IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

<sup>3</sup>Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Laut, IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

\*E-mail: belindaastari22@gmail.com

**ABSTRACT**

*Nursery of cantik grouper is generally carried out with regular water changes every day so that it is susceptible to decreased water quality and production performance. Grouper nursery with recirculation and bioremediation systems is expected to improve production performance by improving water quality. This study aims to analyze grouper nursery based on RAS (Recirculating aquaculture system) and bioremediation to improve aquabusiness efficiency. This study was conducted for 40 days using a completely randomized design with three treatments and four replications. The study used three treatment systems, namely conventional systems without recirculation and without bioremediation (SK), recirculation systems without bioremediation (RAS), and recirculation and bioremediation systems (RB). The fish used in the research were grouper seeds with an average initial length of  $3.6 \pm 0.2$  cm with a stocking density of 500 fish/m<sup>3</sup>. The results showed that the best survival rate and absolute length growth rate were obtained in the recirculation system with bioremediation of  $94.8 \pm 0.37\%$ , and  $0.1098 \pm 0.0029$  cm/day. Grouper nursery business with recirculation and bioremediation systems was able to increase profits by 41.76% and 8.81% more efficiently than the routine water change system.*

**Keywords:** *aquabusiness efficiency, bioremediation, cantik grouper, recirculation system*

**ABSTRAK**

Pendederan ikan kerapu cantik umumnya dilakukan dengan pergantian air rutin setiap hari sehingga rentan terhadap penurunan kualitas air dan kinerja produksi. Pendederan ikan kerapu dengan sistem resirkulasi dan bioremediasi diharapkan dapat meningkatkan kinerja produksi melalui perbaikan kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pendederan kerapu berbasis *recirculating aquaculture system* (RAS) dan bioremediasi untuk meningkatkan efisiensi akuabisnis. Penelitian ini dilakukan selama 40 hari menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan dan empat kali ulangan. Penelitian menggunakan tiga perlakuan sistem pemeliharaan, yaitu sistem konvensional tanpa resirkulasi dan tanpa bioremediasi (SK), sistem resirkulasi tanpa bioremediasi (RAS), serta sistem resirkulasi dan bioremediasi (RB). Ikan yang digunakan pada penelitian adalah benih kerapu cantik dengan panjang awal rata-rata  $3,6 \pm 0,2$  cm dengan padat tebar 500 ekor/m<sup>3</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan panjang mutlak terbaik didapatkan pada sistem resirkulasi dengan bioremediasi sebesar  $94,8 \pm 0,37\%$ , dan  $0,1098 \pm 0,0029$  cm/hari. Usaha pendederan ikan kerapu dengan sistem resirkulasi dan bioremediasi mampu meningkatkan keuntungan 41,76% dan 8,81% lebih efisien dari sistem pergantian air rutin.

**Kata kunci:** bioremediasi, efisiensi akuabisnis, kerapu cantik, sistem resirkulasi

## I. PENDAHULUAN

Akuabisnis ikan kerapu (*Epinephelus* sp.) merupakan usaha yang prospektif untuk dikembangkan di Indonesia. Salah satu ikan kerapu yang diminati untuk dibudidayakan adalah ikan kerapu cantik, yang merupakan hasil hibridisasi antara ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) betina dan ikan kerapu batik (*Epinephelus microdon*) jantan. Produksi benih kerapu banyak dilakukan di Bali Utara, Situbondo, Lampung, dan Batam (Rimmer & Glamuzina, 2017). Benih kerapu kemudian dipasarkan ke Jawa Timur, Jakarta, Lampung, Padang, Medan, Aceh, dan Kepulauan Riau. Selain itu juga diekspor ke Singapura, Malaysia, Vietnam, Thailand, Taiwan, Hongkong dan Cina (BKIPM, 2021). Biaya transportasi menjadi pertimbangan yang memengaruhi harga benih untuk kebutuhan budidaya (Khasanah *et al.*, 2019). Pembelian benih dengan ukuran kecil dapat dilakukan untuk mendapatkan benih yang lebih banyak (Ismi *et al.*, 2016). Benih yang lebih kecil umumnya belum siap untuk dipelihara pada karamba jaring apung (KJA) (*water based system*) sehingga menyebabkan rendahnya tingkat kelangsungan hidup. Dengan demikian, dalam rangkaian proses budidaya diperlukan pengembangan unit pendederan di dekat lokasi pembesaran (Dennis *et al.*, 2020).

Pendederan merupakan masa transisi mempersiapkan benih pada ukuran lebih besar yang lebih adaptif terhadap perlakuan budidaya (Fachry *et al.*, 2018). Pendederan ikan kerapu umumnya *land based system*, yaitu dilakukan dalam bak dengan sumber air dari laut yang disaring menggunakan filter pasir. Pergantian air dilakukan setiap hari dan memerlukan air laut pengganti yang banyak yaitu dapat mencapai 200% (Bregnballe, 2015). Sistem tersebut rentan mengalami kekeruhan serta peningkatan bahan organik dan anorganik dari air laut yang akan menyumbat filter pasir sehingga efektivitas filtrasi menurun. Air kotor yang masuk dalam bak pendederan biasanya memunculkan

penyakit dari bakteri seperti warna merah pada mulut dan sirip ikan sehingga dapat menurunkan keuntungan usaha (Oliveira *et al.*, 2019). Keterbatasan ketersediaan air yang layak untuk pemeliharaan ikan dapat diatasi dengan sistem resirkulasi.

*Recirculating aquaculture system* (RAS) dapat mengurangi pemakaian air lebih dari 95% dengan penggunaan kembali air budidaya setelah melalui filter (Bregnballe, 2015). Filter pada RAS menyebabkan penurunan amonia di dalam air karena adanya pori-pori tempat bakteri hidup untuk proses nitrifikasi. Partikel padat yang terlarut pada air juga dapat tersaring dan menempel pada permukaan filter (Norjanna *et al.*, 2015). Namun, seiring dengan pertumbuhan ikan dan penumpukan limbah mengakibatkan kerja RAS semakin menurun yang akhirnya akan memengaruhi pertumbuhan dan kesehatan ikan (Shao *et al.*, 2019). Remediasi air pada sistem RAS diperlukan untuk meningkatkan kinerja RAS. Remediasi air dapat dilakukan dengan penggunaan mikroorganisme atau disebut bioremediasi. Salah satu jenis probiotik komersial yang mengandung *Lactobacillus* sp., *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodopseudomonas* sp., *Actinomyces* sp., dan *Aspergillus* sp. dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan berfungsi sebagai bioremediasi air. Bioremediasi menggunakan probiotik komersial dilaporkan mampu meningkatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan badut (*Amphiprion percula*) (Akbar *et al.*, 2013).

Pendederan benih kerapu cantik dengan RAS dan bioremediasi sampai saat ini datanya masih sangat terbatas. Padahal, penggunaan RAS dan bioremediasi berpotensi untuk intensifikasi dalam peningkatan produktivitas dan efisiensi akuabisnis pendederan kerapu. Efisiensi dapat dikaitkan dengan penghematan, baik waktu, sumber daya, biaya dan tenaga. Oleh karena itu, penelitian pendederan ikan kerapu cantik berbasis RAS dan bioremediasi perlu dilakukan untuk menentukan sistem peme-

liharaan yang lebih efisien dalam akuabisnis melalui kajian kinerja produksi dan analisis usaha.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai Februari 2021. Uji pendahuluan dilakukan selama 7 hari dan pemeliharaan ikan dilakukan selama 40 hari di CV Jaya Utama Abadi, Kecamatan Banjar, Kabupaten Buleleng, Bali. Pengukuran amonia dan nitrit dilakukan di Laboratorium Kualitas Air serta uji total bakteri dan *Vibrio* spp. di Laboratorium Patologi, Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan, Gondol, Bali.

### 2.2. Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan sebelum penelitian dimulai untuk mendapatkan dosis probiotik terbaik dalam bioremediasi air pendederan benih kerapu. Bioremediasi dilakukan dengan penambahan langsung probiotik komersial yang mengandung bakteri *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces cerevisiae* ke air pemeliharaan. Dosis probiotik yang dicoba, yaitu: 3 mL/m<sup>3</sup>, 6 mL/m<sup>3</sup>, 9 mL/m<sup>3</sup> dan 12 mL/m<sup>3</sup> masing-masing dosis diulang 2 kali. Wadah yang digunakan bak beton berukuran 1 m × 2 m × 0,7 m berisi air laut sebanyak 1 m<sup>3</sup>. Benih ikan kerapu cantik yang digunakan pada uji pendahuluan berukuran 3,2±0,2 cm dengan kepadatan 500 ekor/m<sup>3</sup> yang dipelihara selama 7 hari. Pengamatan yang dilakukan adalah tingkat kelangsungan hidup, total bakteri, dan total *Vibrio* spp. Hasil uji pendahuluan terbaik ditunjukkan pada dosis probiotik 6 mL/m<sup>3</sup>, yaitu menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi mencapai 99,3% serta mendapatkan total bakteri dan total *Vibrio* spp. terendah dibandingkan dengan dosis lainnya.

### 2.3. Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan menggunakan

rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan empat kali ulangan. Perlakuan yang digunakan pada penelitian adalah sistem pemeliharaan, yaitu sistem tanpa resirkulasi dan tanpa bioremediasi (konvensional) = SK, sistem resirkulasi tanpa bioremediasi = RAS, serta sistem resirkulasi dan bioremediasi = RB. Ikan yang digunakan pada penelitian adalah benih kerapu cantik dengan panjang awal rata-rata 3,6±0,2 cm dengan padat tebar 500 ekor/m<sup>3</sup>. Wadah yang digunakan untuk pendederan ikan kerapu cantik adalah bak beton berukuran 1 m × 2 m × 0,7 m berisi air laut sebanyak 1 m<sup>3</sup>. Masing-masing bak dilengkapi aerasi menggunakan *blower* untuk menyuplai oksigen.

### 2.4. Proses Pendederan

Pakan yang diberikan berupa pelet komersial dengan kandungan protein 48-55% dengan ukuran disesuaikan bukaan mulut ikan kerapu cantik. Pakan diberikan secara *at satiation* dengan menebar pakan sedikit demi sedikit secara terus-menerus hingga ikan tidak menghampiri pakan. Waktu pemberian pakan yaitu pada pukul 06.00, 12.00 dan 17.00 WITA.

Air yang digunakan adalah air laut yang telah melewati filter air terdiri dari batu, koral, dan pasir. Air tersebut kemudian ditampung ke dalam 2 tandon berukuran 3 m × 2 m × 3 m dan disalurkan ke bak pemeliharaan. Pada sistem konvensional (SK), pergantian air sebanyak 75% dari volume air dilakukan setiap dua kali sehari yaitu pada jam 07.00 dan 18.00 WITA. Pada pemeliharaan dengan sistem resirkulasi (RAS dan RB) air terus mengalir dan tersaring oleh filter dibuat menggunakan 3 wadah berukuran 25 L. Air dialirkan dari wadah pemeliharaan ke dalam filter menggunakan pompa air *power-heads* dengan debit 1.600 L/jam. Air yang dipompa dari wadah pemeliharaan masuk ke filter terdiri dari busa sintetis (dakron), pasir, zeolit dan arang aktif. Kemudian air masuk ke dalam filter berisi *bioball*. Selanjutnya air melewati filter pengendapan sebelum masuk kembali ke

wadah pemeliharaan. Penyifonan pada semua perlakuan dilakukan dua kali sehari untuk membuang kotoran dan sisa pakan dari benih kemudian air ditambahkan kembali sesuai volume awal. Pencucian terhadap komponen filter dilakukan setiap hari. Probiotik komersial ditambahkan dengan dosis 6 mL/m<sup>3</sup> ke air pada perlakuan resirkulasi + bioremediasi (RB) pada awal pemeliharaan dan setelah pencucian bak.

### 2.5. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel ikan kerapu cantik dilakukan untuk menimbang bobot dan panjang tubuh ikan kerapu cantik pada awal (H<sub>0</sub>) pemeliharaan dan setiap 10 hari sekali selama pemeliharaan. Ikan yang diambil sebagai sampel berjumlah 10% dari populasi. Alat yang digunakan untuk menimbang bobot dan panjang tubuh ikan masing-masing adalah timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g dan penggaris dengan ketelitian 0,1 cm. Ikan yang mati juga ditimbang bobotnya. Pengambilan darah kerapu cantik dilakukan menggunakan *syringe* untuk pengamatan glukosa darah. Sampel darah diambil pada hari ke-0, 20, dan hari ke-40 pemeliharaan. Pengambilan sampel total bakteri dan total bakteri *Vibrio* spp. dilakukan pada awal pemeliharaan dan setiap 20 hari selama pemeliharaan. Air sampel yang ditempatkan pada botol steril 100 mL diambil 0,1 mL dan dimasukkan ke dalam media *thiosulphate citrate bile salt sucrose agar* (TCBSA) untuk pemeriksaan bakteri *Vibrio* spp. dan 0,1 mL dimasukkan ke dalam media *trypsin soy agar* (TSA) untuk pemeriksaan total bakteri, kemudian diinkubasi selama 48 jam (Roza *et al.*, 1996). Pengambilan data kualitas air adalah oksigen terlarut, salinitas, suhu, dan pH dilakukan setiap hari, sedangkan amonia (NH<sub>3</sub>) dan nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) dilakukan setiap 10 hari sekali selama pemeliharaan.

### 2.6. Parameter Uji

Tingkat kelangsungan hidup (TKH)

adalah jumlah perbandingan total ikan yang hidup sampai akhir pemeliharaan dengan jumlah ikan pada awal penebaran (Huisman, 1987).

$$TKH = \frac{N_t}{N_0} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan: TKH= tingkat kelangsungan hidup (%), N<sub>t</sub>= jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor), N<sub>0</sub>= jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor).

Laju pertumbuhan harian adalah bertambahnya ukuran panjang tubuh dan bobot ikan selama pemeliharaan (Goddard, 1996).

$$LPPM = \frac{P_t - P_0}{t} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan: LPPM= laju pertumbuhan panjang mutlak (cm/hari), P<sub>t</sub>= panjang akhir (cm), P<sub>0</sub>= panjang awal (cm), t= periode pemeliharaan (hari).

$$LPBM = \frac{B_t - B_0}{t} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan: LPBM = laju pertumbuhan bobot mutlak (g/hari), B<sub>t</sub> = bobot rata-rata pada akhir pemeliharaan (g), B<sub>0</sub> = bobot rata-rata pada awal pemeliharaan (g), t= periode pemeliharaan (hari).

Laju pertumbuhan spesifik merupakan perhitungan persen kenaikan pertumbuhan panjang dan bobot ikan pada periode waktu tertentu (Huisman, 1987).

$$LPPS = \left[ \sqrt[t]{\frac{P_t}{P_0}} - 1 \right] \times 100 \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan: LPPS= laju pertumbuhan panjang spesifik (%/hari), P<sub>0</sub>= panjang rata-rata awal ikan uji (mm), P<sub>t</sub>= panjang rata-rata akhir ikan uji (mm), t= waktu penelitian (hari).

$$LPBS = \left[ \sqrt[t]{\frac{B_t}{B_0}} - 1 \right] \times 100 \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan: *LPBS*= laju pertumbuhan bobot spesifik (%/hari),  $B_0$ = bobot rata-rata awal ikan uji (g),  $B_t$ = bobot rata-rata akhir ikan uji (g),  $t$ = waktu penelitian (hari).

Koefisien keragaman merupakan variasi ukuran panjang dan bobot ikan (Steel & Torrie, 1993).

$$KK = \frac{S}{Y} \times 100 \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan: *KK*= koefisien keragaman (%), *S*= simpangan baku, *Y*= rata-rata contoh.

Berdasarkan *colony forming unit* (CFU) jumlah bakteri per mL dapat ditentukan dengan mengalikan hasil penghitungan dengan faktor pengenceran. Penghitungan dilakukan terhadap total bakteri dan bakteri *Vibrio* spp. (Roza *et al.*, 1996). Uji glukosa darah ikan kerapu cantik dilakukan dengan *test kit* glukosa darah (*Easy Touch* GCU). Nilai yang tertera pada alat merupakan gambaran glukosa darah ikan yang ditampilkan dengan satuan mg dL<sup>-1</sup>.

Pengukuran parameter kualitas air meliputi suhu menggunakan termometer, salinitas menggunakan refraktometer, pH menggunakan pH-meter, dan oksigen terlarut menggunakan DO-meter dilakukan setiap hari selama pemeliharaan. Pengukuran amonia dan nitrit menggunakan spektrofotometer dilakukan setiap 10 hari selama pemeliharaan.

**2.7. Efisiensi Bisnis**

Perhitungan efisiensi bisnis dilakukan berdasarkan produktivitas dan analisis usaha. Pengukuran produktivitas melalui pendekatan rasio *output* per input menghasilkan tiga ukuran produktivitas yaitu produktivitas

faktor tunggal, produktivitas multi faktor, dan produktivitas total (Sarjono, 2001). Produktivitas faktor tunggal menunjukkan produktivitas faktor tertentu yang digunakan untuk menghasilkan keluaran. Produktivitas multi faktor menunjukkan produktivitas *output* bersih (*output* total dikurangi input material dan energi) dalam proses produksi terhadap banyaknya input modal dan tenaga kerja yang digunakan. Produktivitas total menunjukkan produktivitas dari semua faktor yang digunakan untuk menghasilkan *output*.

$$\text{Produktivitas multi faktor} = \frac{(\text{Output total} - (\text{input material} + \text{input energi}))}{\text{Input tenaga kerja} + \text{input modal}} \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{Produktivitas total} = \frac{\text{Keluaran total}}{\text{Tenaga kerja} + \text{Bahan baku} + \text{Energi} + \text{Modal}} \dots \dots \dots (8)$$

Parameter biaya pada analisis usaha terdiri dari biaya investasi dan biaya total. Biaya total mencakup biaya tetap dan biaya variabel (Assegaf, 2019). Perhitungan efisiensi bisnis dilakukan berdasarkan analisis usaha yang terdiri dari beberapa bagian yaitu keuntungan, analisis titik impas (BEP), harga pokok produksi (HPP), analisis imbalan penerimaan dan biaya (*R/C ratio*), serta analisis *payback periode* (PP).

Keuntungan merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui komponen-komponen input dan *output* yang terlibat dalam usaha dan besarnya keuntungan yang diperoleh dari usaha yang dilakukan.

$$\pi = TR - TC \dots \dots \dots (9)$$

Tabel 1. Produktivitas faktor tunggal.

Produktivitas faktor tunggal	Keterangan
Tenaga kerja	Rasio <i>output</i> terhadap input tenaga kerja
Material	Rasio <i>output</i> terhadap input material
Energi	Rasio <i>output</i> terhadap input energi
Modal	Rasio <i>output</i> terhadap input modal

Keterangan:  $\pi$ = keuntungan, *TR*= penerimaan total usaha (*total revenue*), *TC*= biaya total produksi (*total cost*).

Analisis imbalan penerimaan dan biaya merupakan perbandingan penerimaan total dengan biaya total yang dikeluarkan.

$$R/C = \frac{TR}{TC} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan: *R/C*= imbalan penerimaan dan biaya (*revenue/cost ratio*), *TR*= penerimaan total usaha (*total revenue*), *TC*= biaya total produksi (*total cost*). Kelayakan usaha ditentukan dari kriteria berikut: *R/C* > 1 maka usaha dikatakan menguntungkan, *R/C*= 1 maka usaha dikatakan berada pada titik impas, *R/C* < 1 maka usaha dikatakan merugikan.

Analisis titik impas (*BEP*) merupakan teknik untuk mempelajari hubungan antara biaya tetap, biaya variabel, dan keuntungan sehingga dapat diketahui nilai titik impas usaha untuk banyaknya unit yang harus diproduksi.

$$BEP \text{ Unit} = \frac{\text{Biaya tetap}}{\text{Harga jual} - \frac{\text{Biaya variabel}}{\text{Jumlah produksi}}} \dots\dots\dots (11)$$

Harga pokok produksi (*HPP*) adalah harga minimum yang dapat diberikan untuk produk yang dihasilkan dalam suatu usaha.

$$HPP = \frac{\text{Biaya total}}{\text{Total produksi}} \dots\dots\dots (12)$$

Analisis *payback period* bertujuan untuk menghitung berapa investasi yang digunakan dapat kembali.

$$Payback \text{ period} (PP) = \frac{\text{Biaya investasi}}{\text{Keuntungan}} \dots\dots\dots (13)$$

## 2.8. Analisis Data

Analisis data dilakukan sesuai tujuan penelitian. Data parameter tingkat kelangsungan hidup, laju pertumbuhan panjang dan bobot mutlak, laju pertumbuhan panjang dan bobot spesifik, koefisien keragaman panjang dan bobot, kadar glukosa darah, serta total bakteri dan *Vibrio* spp. dalam air dianalisis ragam (ANOVA) pada selang kepercayaan 95%. Analisis ragam

untuk menentukan perlakuan berpengaruh nyata atau tidak terhadap parameter uji. Apabila berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan (DMRT) untuk menentukan perbedaan antar perlakuan pada selang kepercayaan 95%. Parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif untuk menjelaskan perubahan kondisi air selama pemeliharaan dengan penyajian dalam bentuk tabel. Efisiensi bisnis dianalisis secara deskriptif untuk menjelaskan keefisienan usaha dengan penyajian dalam bentuk tabel. Analisis usaha secara deskriptif untuk menjelaskan kelayakan usaha dengan penyajian dalam bentuk tabel. Analisis data menggunakan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel 2013 dan SPSS versi 23.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil

Hasil kinerja produksi ikan kerapu cantik tertera pada Tabel 2. Parameter kinerja produksi meliputi tingkat kelangsungan hidup (TKH), laju pertumbuhan panjang mutlak (LPPM), laju pertumbuhan bobot mutlak (LPBM), laju pertumbuhan panjang spesifik (LPPS), laju pertumbuhan bobot spesifik (LPBS), koefisien keragaman panjang (KKP), dan koefisien keragaman bobot (KKB). Hasil yang terdapat pada tabel merupakan nilai rata-rata dan standar deviasi. Sistem pemeliharaan berbeda berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap parameter TKH, LPPM, LPBM, LPPS, dan LPBS. Nilai KKP dan KKB tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap semua perlakuan. Nilai TKH tertinggi didapatkan pada perlakuan RB sebesar  $94,8 \pm 0,37\%$ . Nilai laju pertumbuhan panjang dan bobot tertinggi didapatkan pada perlakuan RB sebesar  $0,1098 \pm 0,0029$  cm/hari (LPPM),  $0,1752 \pm 0,0134$  g/hari (LPBM),  $2,02 \pm 0,04\%$  (LPPS), dan  $5,56 \pm 0,28\%$  (LPBS).

Kadar glukosa darah ikan kerapu cantik tertera pada Gambar 2. Hasil yang terdapat pada grafik merupakan nilai rata-rata. Huruf yang berbeda pada baris yang



sama menunjukkan hasil berbeda nyata antar perlakuan pada taraf uji 5% (DMRT). Sistem pemeliharaan berbeda berpengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap kadar glukosa darah ikan kerapu cantik. Kisaran kadar glukosa darah terendah dan terbaik didapatkan pada perlakuan RB sebesar 44 sampai 63 mg/dL (Gambar 1).

Total bakteri dan total *Vibrio* spp. dalam media pemeliharaan ikan kerapu cantik tertera pada Tabel 3. Hasil yang terdapat pada tabel merupakan nilai rata-rata. Sistem pemeliharaan berbeda berpengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap total bakteri dan total *Vibrio* spp. dalam media pemeliharaan ikan kerapu cantik pada awal, tengah dan akhir pemeliharaan. Kisaran total bakteri

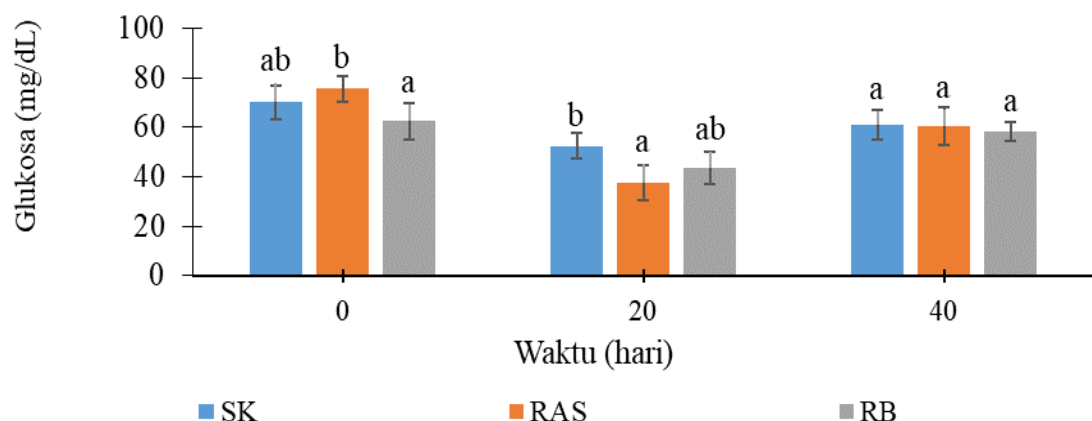
tertinggi didapatkan pada perlakuan RB sebesar 330.000 sampai 3.000.000 CFU/mL. Kisaran total *Vibrio* spp. terendah dan terbaik didapatkan pada perlakuan RB yaitu 15 sampai 2.580 CFU/mL.

Hasil parameter kualitas air ikan kerapu cantik tertera pada Tabel 4. Parameter kualitas air meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut (DO), amonia, dan nitrit. Nilai kualitas di setiap parameter yang diuji menunjukkan nilai minimum dan maksimum bergantung pada perlakuannya. Nilai fisika kimia air media pemeliharaan dengan perlakuan sistem pemeliharaan berbeda masih berada atau mendekati kisaran nilai optimal pada parameter suhu salinitas, pH, dan *dissolved oxygen* (DO) untuk pendederan

Tabel 2. Kinerja produksi pendederan kerapu cantik dengan sistem pemeliharaan berbeda.

Parameter	Sistem pemeliharaan		
	SK	RAS	RB
TKH (%)	92,9±0,48 <sup>c</sup>	93,8±0,38 <sup>b</sup>	94,8±0,37 <sup>a</sup>
LPPM (cm/hari)	0,0927±0,0019 <sup>c</sup>	0,1045±0,0033 <sup>b</sup>	0,1098±0,0029 <sup>a</sup>
LPBM (g/hari)	0,1285±0,0053 <sup>c</sup>	0,1514±0,0141 <sup>b</sup>	0,1752±0,0134 <sup>a</sup>
LPPS (%/hari)	1,78±0,04 <sup>c</sup>	1,94±0,03 <sup>b</sup>	2,02±0,04 <sup>a</sup>
LPBS (%/hari)	4,81±0,20 <sup>b</sup>	5,19±0,22 <sup>ab</sup>	5,56±0,28 <sup>a</sup>
KKP (%)	4,10±1,10 <sup>a</sup>	5,61±1,35 <sup>a</sup>	5,20±0,98 <sup>a</sup>
KKB (%)	13,41±2,74 <sup>a</sup>	16,63±4,19 <sup>a</sup>	14,91±3,23 <sup>a</sup>

Keterangan: Superskrip yang berbeda mengikuti nilai pada parameter yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji 5% (DMRT) ( $P<0,05$ ).



Gambar 1. Kadar glukosa darah kerapu cantik setiap perlakuan sistem pemeliharaan berbeda. Huruf berbeda di atas batang menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan pada taraf signifikansi 5% ( $P<0,05$ ).

Tabel 3. Total bakteri dan total *Vibrio* spp. dalam air pemeliharaan kerapu cantik setiap perlakuan sistem pemeliharaan berbeda.

Sistem pemeliharaan	Total bakteri (CFU/mL)			Total <i>Vibrio</i> spp. (CFU/mL)		
	Awal	Tengah	Akhir	Awal	Tengah	Akhir
SK	300 <sup>a</sup>	19.800 <sup>a</sup>	25.600 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	4.520 <sup>a</sup>	5.100 <sup>a</sup>
RAS	300 <sup>a</sup>	55.000 <sup>a</sup>	31.400 <sup>a</sup>	42 <sup>b</sup>	7.560 <sup>b</sup>	5.240 <sup>a</sup>
RB	330.000 <sup>b</sup>	1.100.000 <sup>b</sup>	3.000.000 <sup>b</sup>	15 <sup>a</sup>	2.580 <sup>c</sup>	2.560 <sup>b</sup>

Keterangan: Superskrip yang berbeda mengikuti nilai pada parameter yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji 5% (DMRT) ( $P < 0,05$ ).

Tabel 4. Nilai kualitas air kerapu cantik setiap perlakuan sistem pemeliharaan berbeda.

Parameter	Sistem pemeliharaan			Nilai Optimal (SNI, 2014)
	SK	RAS	RB	
Suhu (°C)	29,1–31,2	28,7–31,1	28,7–31,2	28–32
Salinitas (ppt)	23–35	30–35	30–35	28–33
pH	7,3–8,0	7,2–7,8	7,3–7,8	7,5–8,5
DO (mg/L)	5,2–6,9	5,0–6,5	5,0–6,6	>4
Amonia (mg/L)	0,0949–2,8295	0,0928–2,6566	0,0726–1,8978	<0,01
Nitrit (mg/L)	0,0087–0,5726	0,0321–1,7814	0,0293–1,5322	<1

ikan kerapu. Kisaran amonia terendah didapatkan pada perlakuan RB sebesar 0,0726 sampai 1,8978. Kisaran nitrit terendah didapatkan pada perlakuan SK sebesar 0,0087 sampai 0,5726.

Usaha pendederan ikan kerapu dilakukan selama 40 hari dalam satu siklus produksi dan diasumsikan mendapatkan 8 kali siklus produksi dalam satu tahun. Tingkat kelangsungan hidup, panjang akhir, jumlah konsumsi pakan, kebutuhan probiotik, dan biaya berdasarkan pada hasil penelitian tetapi dilakukan *scale up* 40 kali disesuaikan dengan kapasitas yang ada di lokasi penelitian. Hasil perhitungan efisiensi bisnis pendederan ikan kerapu cantik dengan sistem pemeliharaan berbeda berdasarkan produktivitas tertera pada Tabel 5. Sistem pemeliharaan berbeda berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap produktivitas usaha pendederan ikan kerapu cantik. Semua parameter produktivitas meningkat seiring dengan adanya penambahan sistem resirkulasi dan bioremediasi. Namun adanya penambahan sistem resirkulasi menurunkan

nilai produktivitas untuk energi karena adanya penambahan biaya listrik yang digunakan.

Hasil perhitungan efisiensi bisnis pendederan ikan kerapu cantik dengan sistem pemeliharaan berbeda berdasarkan analisis usaha tertera pada Tabel 6. Hasil analisis usaha menunjukkan terjadi peningkatan biaya investasi, tetap, variabel, dan total dengan sistem resirkulasi di perlakuan RAS dan RB. Peningkatan produksi terjadi seiring dengan adanya penambahan sistem resirkulasi dan bioremediasi pada perlakuan.

### 3.2. Pembahasan

Efisiensi akuabisnis pendederan ikan kerapu cantik berkaitan erat dengan tujuan pembudidaya ikan yaitu memaksimalkan keuntungan usaha melalui peningkatan kinerja produksi (Tajerin *et al.*, 2011). Produk akhir dalam usaha pendederan dijual dengan menghitung jumlah individu ikan yang dihasilkan. Tingkat kelangsungan hidup ikan kerapu cantik sangat dipengaruhi oleh sifat kanibalisme. Menurut Alit & Setiawati



Tabel 5. Produktivitas usaha pendederan kerapu cantik pada setiap perlakuan sistem pemeliharaan berbeda.

Parameter produktivitas	Sistem pemeliharaan		
	SK	RAS	RB
Faktor tunggal: Tenaga kerja	7,97±0,06 <sup>b</sup>	8,65±0,24 <sup>a</sup>	8,78±0,14 <sup>a</sup>
Material	1,61±0,03 <sup>b</sup>	1,74±0,05 <sup>a</sup>	1,78±0,04 <sup>a</sup>
Energi	34,94±0,25 <sup>a</sup>	28,59±0,80 <sup>b</sup>	29,00±0,46 <sup>b</sup>
Modal	1,18±0,01 <sup>b</sup>	1,26±0,04 <sup>a</sup>	1,28±0,02 <sup>a</sup>
Produktivitas multi faktor	0,36±0,02 <sup>b</sup>	0,43±0,03 <sup>a</sup>	0,45±0,02 <sup>a</sup>
Produktivitas total	0,62±0,01 <sup>b</sup>	0,66±0,02 <sup>a</sup>	0,67±0,01 <sup>a</sup>

Keterangan: Superskrip yang berbeda mengikuti nilai pada parameter yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji 5% (DMRT) ( $P < 0,05$ ).

Tabel 6. Analisis usaha pendederan ikan kerapu cantik pada setiap perlakuan sistem pemeliharaan berbeda.

Parameter	Sistem pemeliharaan		
	SK	RAS	RB
Biaya investasi (Rp)	436.000.000	444.465.000	444.465.000
Biaya tetap (Rp)	62.150.000	63.391.500	63.391.500
Biaya variabel (Rp)	340.309.841	347.889.598	344.093.515
Biaya total (Rp)	402.459.841	411.281.098	407.485.015
Produksi (ekor)	148.560	150.000	151.680
Penerimaan (Rp)	516.200.000	560.640.000	568.720.000
Keuntungan (Rp)	113.740.159	149.358.902	161.234.985
<i>R/C ratio</i>	1,28	1,36	1,40
BEP unit (ekor)	51.456	54.349	51.657
HPP (Rp/ekor)	2.709	2.742	2.687
<i>Payback period</i>	3,85	3,01	2,77

(2016), sifat kanibalisme ikan kerapu dapat hilang dengan pemberian pakan buatan yang cukup dan kualitas air yang optimal. Nilai tingkat kelangsungan hidup tertinggi didapatkan pada perlakuan RB karena kondisi air yang digunakan optimal untuk kehidupan kerapu. Bioremediasi pada sistem resirkulasi dapat meningkatkan laju pertumbuhan panjang dan bobot ikan kerapu cantik. Menurut Akbar *et al.* (2013), jenis bakteri yang terkandung dalam bioremediasi pada penelitian ini adalah *Lactobacillus casei*. Bakteri tersebut mengandung asam laktat yang dapat memfermentasikan bahan organik sehingga mempercepat perombakan bahan organik serta meningkatkan daya cerna dan akhirnya akan mempercepat laju pertumbuhan ikan. Selain itu juga terdapat

*Saccharomyces cerevisiae* mengaktifkan enzim protease yang berperan dalam mempercepat reaksi pemecahan protein. Molekul hasil hidrolisis protein akan lebih mudah dicerna dan diserap dalam saluran pencernaan ikan sehingga meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan. Koefisien keragaman panjang (KKP) dan bobot (KKB) menggambarkan variasi ukuran (panjang dan bobot) ikan, semakin rendah nilai yang didapatkan dapat dikatakan kegiatan produksi ikan semakin berhasil. Ukuran ikan kerapu yang tidak seragam akan meningkatkan kanibalisme karena ukuran variasi yang tinggi dalam suatu wadah budidaya (Setiadi, 2006). Sistem pemeliharaan berbeda tidak mempengaruhi keragaman panjang dan bobot ikan kerapu. Nilai KKP dan KKB pada

semua perlakuan berada dibawah 25% yang menunjukkan tingkat keragaman yang rendah (Mattjik & Sumertajaya, 2013).

Indikator terjadinya stres awal yaitu kadar gula darah tinggi (hiperglikemia) karena tingkat glukosa darah sangat sensitif terhadap hormon stres. Respons stres merangsang hipotalamus untuk melepaskan *corticotrophin releasing factor* (CRF). CRF merangsang kelenjar hipofisa anterior untuk melepaskan hormon *adrenocorticotropin hormone* (ACTH). ACTH akan merangsang sel-sel interrenal (medula adrenal) untuk menghasilkan kortisol dan hormon katekolamin seperti epinefrin. Hormon-hormon tersebut merangsang adanya proses glukogenesis mendeposisi cadangan glikogen di hati dan otot sehingga meningkatkan kadar glukosa darah (Samsisko *et al.*, 2014). Kadar glukosa darah yang meningkat dengan cepat dan bertahan pada level yang tinggi akan diikuti dengan kematian pada ikan (Brown, 1993). Perlakuan RB cenderung menunjukkan kisaran kadar glukosa darah yang lebih rendah yaitu berkisar 44 sampai 58 mg/dL.

Pengukuran total bakteri dan *Vibrio* spp. dalam air media pemeliharaan dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi penghambatan *Vibrio* spp. oleh bakteri probiotik (Akbar *et al.*, 2013). Prevelensi infeksi penyakit seperti *Viral Nervous Necrosis* (VNN) diikuti dengan peningkatan populasi yang tinggi pada total bakteri ( $>10^7$  CFU/mL) dan total *Vibrio* spp. ( $>10^4$  CFU/mL) (Mahardika *et al.*, 2020). Tidak ditemukan terjadinya serangan penyakit pada semua perlakuan selama penelitian. Kisaran total bakteri pada air media pemeliharaan pada perlakuan SK sebesar 300 sampai 25.600 CFU/mL dan perlakuan RAS sebesar 300 sampai 55.000 CFU/mL. Namun pada perlakuan RB terjadi peningkatan total bakteri yang signifikan yaitu 330.000 sampai 3.000.000 CFU/mL. Peningkatan total bakteri yang signifikan diduga disebabkan oleh faktor *stochastic*. Faktor *stochastic* merupakan kesempatan yang mendukung mikroba berada pada tempat dan waktu yang

tepat untuk membentuk habitat dan berkembang biak pada kondisi yang sesuai (Verschuere *et al.*, 2000). Kisaran total *Vibrio* spp. terendah didapatkan pada perlakuan RB yaitu 15 sampai 2.580 CFU/mL. Proses bioremediasi pada perlakuan RB mampu melakukan aktivitas penghambatan *Vibrio* spp. dalam air media pemeliharaan.

Hasil nilai fisika kimia air media pemeliharaan masih berada atau mendekati kisaran nilai optimal pada parameter suhu, salinitas, pH, dan DO untuk pendederan ikan kerapu. Kisaran nilai amonia selama pemeliharaan melebihi kisaran nilai optimal untuk kehidupan ikan kerapu cantik. Penggunaan filter pada perlakuan RAS dan RB dapat menghambat peningkatan amonia di air karena adanya pori-pori untuk menyaring dan sebagai tempat bakteri melakukan proses nitrifikasi (Norjanna *et al.*, 2015). Menurut Wahyuningsih & Gitarama (2020), penumpukan limbah pada air pemeliharaan dapat menurunkan kinerja filter pada sistem resirkulasi sehingga diperlukan remediasi air. Pada penelitian ini, perlakuan RB dianggap mampu menghambat peningkatan amonia pada air pemeliharaan dengan nilai amonia yang lebih rendah dibandingkan perlakuan RAS. *Lactobacillus casei* yang terdapat pada perlakuan RB mengandung asam laktat dapat memfermentasikan bahan organik sehingga mempercepat perombakan bahan organik. Selain itu, *Saccharomyces cerevisiae* yang terkandung pada perlakuan RB dapat mengaktifkan enzim protease berperan dalam mempercepat reaksi pemecahan protein diantaranya menjadi amonia, nitrit, dan nitrat (Kurniawan, 2012). Amonia yang terakumulasi pada air media pemeliharaan akan teroksidasi menjadi nitrit. Kisaran nilai nitrit selama pemeliharaan di penelitian tahap pertama pada perlakuan SK masih mendekati kisaran nilai optimal untuk kehidupan ikan kerapu cantik. Hal tersebut terjadi karena pergantian air yang rutin pada perlakuan SK. Menurut Effendie (1997), pergantian air merupakan salah satu cara

untuk mengulurkan atau menurunkan limbah perairan seperti amonia dengan penambahan sejumlah air baru. Hal tersebut mengakibatkan tidak adanya kesempatan bakteri untuk melakukan proses nitrifikasi sehingga amonia tidak teroksidasi menjadi nitrit. Kisaran nilai nitrit melebihi kisaran nilai optimal didapatkan pada perlakuan RAS dan RB. Hal tersebut terjadi karena adanya proses nitrifikasi oleh bakteri dari nilai amonia yang tinggi.

Efisiensi akuabisnis dapat diketahui berdasarkan parameter produktivitas. Produktivitas dijadikan suatu ukuran yang menyatakan bagaimana sumber daya diatur dan dimanfaatkan untuk mencapai hasil yang optimal (Daulay, 2016). Semua parameter produktivitas meningkat seiring dengan adanya penambahan sistem resirkulasi dan bioremediasi. Namun adanya penambahan sistem resirkulasi menurunkan nilai produktivitas untuk energi karena adanya penambahan biaya listrik yang digunakan. Bioremediasi pada sistem resirkulasi perlakuan RB mampu menghambat penurunan produktivitas karena didapatkan *output* yang lebih tinggi. Nilai produktivitas faktor tunggal pada perlakuan RB untuk tenaga kerja adalah 8,78 menunjukkan bahwa setiap penggunaan input tenaga kerja sebesar 1 rupiah akan menghasilkan *output* sebesar 8,78 rupiah. Demikian pula dengan nilai produktivitas pada sistem pemeliharaan lainnya. Sistem resirkulasi dan bioremediasi mampu meningkatkan produktivitas multi faktor dan total karena adanya peningkatan *output* yang dihasilkan. Menurut Daulay (2016), peningkatan produktivitas menunjukkan pemanfaatan sumber daya yang dimiliki perusahaan lebih baik dalam produksi usaha.

Penggunaan sistem resirkulasi pada perlakuan RAS dan RB mengakibatkan terjadinya peningkatan biaya investasi sehingga meningkatkan biaya penyusutan. Biaya total juga bertambah karena penggunaan sistem resirkulasi pada perlakuan RAS dan RB membutuhkan biaya listrik 1,33 kali biaya listrik pada perlakuan SK. Namun biaya total

yang didapatkan pada perlakuan RB lebih rendah dibandingkan RAS karena bioremediasi yang dilakukan pada perlakuan RB mampu mengurangi biaya variabel yang digunakan. Biaya variabel sangat dipengaruhi oleh biaya pakan. Biaya pakan pada perlakuan RB dapat mencapai 0,81 kali lebih rendah dari perlakuan SK. Biaya pakan pada perlakuan RAS meningkat 1,04 kali biaya pakan perlakuan SK. Menurut Dennis *et al.* (2020), pakan merupakan salah satu komponen dengan harga yang mahal dalam usaha pendederan ikan kerapu cantik sehingga sangat memengaruhi pengeluaran biaya variabel.

Hasil analisis usaha yang didapatkan dari perlakuan SK, RAS, dan RB yaitu penerimaan sebesar Rp64.525.000/siklus produksi, Rp70.080.000/siklus produksi, Rp71.090.000/siklus produksi. Keuntungan dari perlakuan SK, RAS, dan RB sebesar Rp14.217520/siklus produksi, Rp18.669.863/siklus produksi, dan Rp20.154.373/siklus produksi. R/C *ratio* dari perlakuan SK, RAS, dan RB sebesar 1,28, 1,36, dan 1,40. PP dari perlakuan SK, RAS, dan RB sebesar 3,85, 3,01, dan 2,77. BEP harga dari perlakuan SK, RAS, dan RB sebesar Rp182.728.955, Rp167.590.229, dan Rp160.746.652. BEP unit dari perlakuan SK, RAS, dan RB sebesar 51.456 ekor, 54.349 ekor, dan 51.657 ekor. HPP dari perlakuan SK, RAS, dan RB sebesar Rp2.709/ekor, Rp2.742/ekor, Rp2.687/ekor. Jika mengacu pada penelitian Alit (2015), memperoleh penerimaan sebesar Rp80.000.000/siklus produksi, keuntungan sebesar Rp27.158.000/siklus produksi, R/C *ratio* sebesar 1,51, PP sebesar 0,16, BEP unit dan BEP harga masing-masing ialah 1.417 ekor dan Rp14.147.619, serta HPP sebesar Rp6.606/ekor. Berdasarkan penelitian Ismi (2019), memperoleh penerimaan sebesar Rp35.485.450/siklus produksi, R/C *ratio* sebesar 1,34, BEP unit dan BEP harga masing-masing ialah 5.549 ekor dan Rp25.247.950, serta HPP sebesar Rp3.335/ekor. Berdasarkan acuan beberapa

sumber tersebut, hasil analisis usaha pada penelitian ini tergolong tinggi.

#### IV. KESIMPULAN

Pendederan ikan kerapu cantik dengan perlakuan RB dapat meningkatkan kinerja produksi yaitu tingkat kelangsungan hidup, laju pertumbuhan panjang dan bobot yang lebih baik dibandingkan perlakuan SK dan RAS. Perlakuan RB juga menunjukkan kadar glukosa darah yang cenderung lebih rendah dibandingkan perlakuan SK dan RAS. Pertumbuhan *Vibrio* spp. pada perlakuan RB lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan SK dan RAS. Sistem resirkulasi dan bioremediasi mampu meningkatkan kualitas air melalui penurunan kisaran nilai amonia. Produktivitas pada perlakuan RB dapat lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan SK dan RAS. Usaha pendederan ikan kerapu cantik dengan perlakuan RB dapat meningkatkan keuntungan hingga 41,76% dan memperoleh efisiensi akuabisnis lebih tinggi 8,81% dibandingkan perlakuan SK.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari tesis pada Program Studi Ilmu Akuakultur IPB University. Ucapan terima kasih kepada CV. Jaya Utama Abadi yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan semua pihak yang telah berkontribusi sehingga penelitian dapat diselesaikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Akbar, A., M. Ma'shum, N.S. Dewi, & K.S. Maha. 2013. Pengaruh pemberian probiotik EM4 dengan dosis berbeda terhadap kelangsungan hidup larva ikan badut (*Amphiprion percula*). *J. Perikanan Unram*, 1(2): 60–70. <https://www.jp perairan.unram.ac.id/index.php/JP/article/view/28/21>

Alit, A.A. 2015. Analisis kelayakan finansial usaha pendederan benih ikan kerapu sunu, *Plectropomus leopardus*. *J. Sains dan Teknologi*, 10(1): 91–99. <https://doi.org/10.30649/fisheries.v2i2.41>

Alit, A.A. & K.M. Setiawati. 2016. Pertumbuhan dan sintasan benih ikan kerapu sunu, *Plectropomus leopardus* yang didederkan di bak secara terkontrol. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 595–601. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/fita/article/view/1835/1461>

Assegaf, A.R. 2019. Pengaruh biaya tetap dan biaya variabel terhadap profitabilitas pada PT. pecel lele lela internasional, cabang 17, tanjung barat, Jakarta Selatan. *J. Ekonomi dan Industri*, 20(1): 1–5. <https://doi.org/10.35137/jei.v20i1.237>

Badan Karantina Ikan dan Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan (BKIPM). 2021. Statistik ekspor benih kerapu tahun 2018-2020 [internet]. [diacu 2021 Januari 17]. Tersedia dari: <http://www.bkipm.kkp.go.id/>

Bregnballe, J. 2015. *A Guide to Recirculation Aquaculture*. Denmark (DK): [FAO] Food and Agriculture Organization of The United Nations and EUROFISH International Organisation. 95 p.

Brown, J.A. 1993. *Fish Ecophysiology: Endocrine Responses to Environmental Pollutants*. London (UK): Chapman and Hall. 9: 276–296.

Daulay, I. 2016. Pengaruh disiplin kerja, pengalaman kerja, dan kompensasi terhadap produktivitas kerja karyawan pada PT. biro klasifikasi indonesia cabang Riau. *Eko dan Bisnis: Riau Economic and Business Review*, 7(1): 33–56. <https://doi.org/10.36975/jeb.v7i1.65>

- Dennis, L.P., G. Ashford, T.Q. Thai, V.V. In, N.H. Ninh, & A. Elizur. 2020. Hybrid grouper in vietnamese aquaculture: production approaches and profitability of a promising new corp. *Aquaculture*, 522: 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735108>
- Effendie, M.I. 1997. *Metode Biologi Perikanan*. Bogor (ID): Yayasan Dewi Sri. 112 hlm.
- Fachry, M.E., K. Sugama, & M.A. Rimmer. 2018. The role of small-holder seed supply in commercial mariculture in South-east Asia. *Aquaculture*, 495: 912–918. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.06.076>
- Goddard, S. 1996. *Feeding Management in Intensive Aquaculture*. New York (US): Chapman and Hall. 194 p.
- Huisman, E.A. 1987. *Principles of Fish Production*. Netherland (NL): Wageningen Agricultural University Press. 100 p.
- Ismi, S., D. Kusumawati, & Y.N. Asih. 2016. Pengaruh lama waktu pemuasaan dan beda kepadatan benih kerapu pada transportasi secara tertutup. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(2): 625–632. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v8i2.15829>
- Ismi, S. 2019. Sistem usaha pada benih ikan kerapu untuk mencukupi kebutuhan budidaya. *J. Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 13(3): 315–324. <https://doi.org/10.33378/jppik.v13i3.132>
- Ismi, S. & D. Setyabudi. 2020. Culture performace and economic profitability of cantang hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus lanceolatus*) fingerlings reared at different initial density stocking sizes and nursery periods. *Indonesia Aquaculture J.*, 15(1): 43–49. <https://doi.org/10.15578/iaj.15.1.2020.%25p>
- Khasanah, M., N. Nurdin, Y.S. Mitcheson, & J. Jompa. 2019. Management of the grouper export trade Indonesia. *Reviews In Fisheries Science and Aquaculture*, 28(1): 1–15. <https://doi.org/10.1080/23308249.2018.1542420>
- Kurniawan, A. 2012. Short communication: Bioremediasi pada sistem budidaya perikanan. *Akuatik J. Sumberdaya Perairan*, 6(1): 13–17. <https://journal.ubb.ac.id/index.php/akuatik/article/view/897/711>
- Mahardika, K., I. Mastuti, D. Roza, D. Syahidah, W.W. Astuti, S. Ismi, & Zafran. 2020. Pemantauan insidensi penyakit pada ikan kerapu dan kakap di pembenihan dan keramba jaring apung di Bali Utara. *J. Riset Akuakultur*, 15(2): 89–102. <https://doi.org/10.15578/jra.15.2.2020.89-102>
- Mattjik, A.A. & M. Sumertajaya. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor (ID): IPB Press. 35–37 hlm.
- Norjanna, F., E. Efendi, & Q. Hasani. 2015. Reduksi amonia pada sistem resirkulasi dengan penggunaan filter yang berbeda. *J. Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 4(1): 427–432. <https://doi.org/10.23960/jrtbp.v4i1.1347p427-432>
- Oliveira, F.F., R.G. Moreira, & R.P. Schneider. 2019. Evidence of improved water quality and biofilm control by slow sand filters in aquaculture-a case study. *Aquacultural Engineering*, 85: 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2019.03.003>
- Rahardjo, M.F., D.S. Sjafei, R. Affandi, Sulistiono, & J. Hutabarat. 2011. *Iktiologi*. Bandung (ID): CV. Lubuk Agung. 309 hlm.

- Rimmer, M.A. & B. Glamuzina. 2017. A review of grouper (family serranidae: subfamily epinephelinae) aquaculture from a sustainability science perspective. *Reviews in Aquaculture*, 11(1): 58–87.  
<https://doi.org/10.1111/raq.12226>
- Roza, D.T., Aslianti, Zafran, & I. Taufik. 1996. Uji patogenisitas bakteri vibrio yang dominan di panti benih skala rumah tangga terhadap larva bandeng (*Chanos chanos*). *J. Penelitian Perikanan Indonesia*, 3(4): 33–37.  
<https://doi.org/10.15578/jppi.2.3.1996.33-64>
- Samsisko, R.L.W, H. Suprpto, & S. Sigit. 2014. Respon hematologis ikan kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*) pada suhu media pemeliharaan yang berbeda. *J. of Aquaculture and Fish Health*, 3(1): 36-43.  
<https://doi.org/10.20473/jafh.v3i1.13018>
- Sarjono, H. 2001. Model pengukuran produktivitas berdasarkan pendekatan rasio output per input. *The Winners*, 2(2): 130-136.  
<https://doi.org/10.21512/tw.v2i2.3821>
- Setiadi, E. 2006. Kanibalisme pada yuwana ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dalam kondisi pemeliharaan secara terkontrol. *J. Riset Akuakultur*, 1(2): 245–254.  
<https://doi.org/10.15578/jra.1.2.2006.245-254>
- Shao, T., X. Chen, D. Zhai, T. Wang, X. Long, & Z. Liu. 2019. Evaluation of the effects of different stocking densities on growth and stress responses of juvenile hybrid grouper *Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus lanceolatus* in recirculating aquaculture systems. *J. of Fish Biology*, 95(4): 1022-1029.  
<https://doi.org/10.1111/jfb.14093>
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2014. Ikan Kerapu Cantang (*Epinephelus fuscoguttatus*, Forsskal 1775 × *Epinephelus lanceolatus*, Bloch 1970 Bagian 2: Produksi Benih Hibrida (SNI 8036.2-2014). Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional. 13 hlm.
- Steel, G.D. & J.H. Torrie. 1993. *Prinsip-Prinsip dan Prosedur Statistika*. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama. 748 hlm.
- Tajerin, Muhajir, & E.S. Luhur. 2011. Analisis dampak subsidi input terhadap efisiensi ekonomi usaha budidaya ikan kerapu di Kabupaten Pesawaran, Lampung. *J. Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 6(2): 169-189.  
<https://doi.org/10.15578/jsekp.v6i2.5771>
- Verschuere, L., G. Rombaut, P. Sorgeloos, & W. Verstraete. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Reviews*, 64(4): 655–671.  
<https://doi.org/10.1128/MMBR.64.4.655-671.2000>
- Wahyuningsih, S. & A.M. Gitarama. 2020. Amonia pada sistem budidaya ikan. *J. Ilmiah Indonesia*, 5(2): 112-125.  
<https://doi.org/10.36418/syntax-literature.v5i2.929>
- Zonneveld, N., E.A. Huisman, & J.H. Boon. 1991. *Prinsip-prinsip Budidaya Ikan*. Jakarta (ID): Gramedia Utama. 318 hlm.
- Submitted* : 29 June 2021  
*Reviewed* : 29 July 2021  
*Accepted* : 30 August 2021

*FIGURE AND TABLE TITLES*

*Figure 1. The blood glucose level of the cantik grouper with different maintenance system. The different letters above the bars indicate a significant difference between treatments at a significance level of 5% ( $P < 0.05$ ).*

*Table 1. Single factor productivity.*

*Table 2. Cantik grouper nursery production performance with different maintenance systems.*

*Table 3. Total bacteria and total Vibrio spp. of cantik grouper rearing water with different maintenance system.*

*Table 4. The value of cantik grouper water quality with different maintenance systems.*

*Table 5. The productivity of Cantik grouper nursery with different maintenance systems.*

*Table 6. Analysis of Cantik grouper nursery with different maintenance systems.*



