

Kinerja Produksi Ikan Sidat (*Anguilla bicolor bicolor*) dengan Volume Air Pemeliharaan yang Berbeda pada Sistem Resirkulasi

*¹Eko Harianto, ²Eddy Supriyono, ²Tatag Budiardi, ³Ridwan Affandi dan ²Yani Hadiroseyani

¹Aquaculture Study Program, Faculty of Agriculture,

Jambi Batanghari University, Jl. Slamet Ryadi, Broni Jambi, 36122, Indonesia

²Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Sciences,
IPB University, Jalan Agatis, IPB Dramaga, Bogor, 16680, Indonesia

³Department of Aquatic Resources Management, Faculty of Fisheries and Marine Sciences,
IPB University, Jalan Agatis, IPB Dramaga, Bogor, 16680, Indonesia

*¹e-mail korepondensi: ekobdpubr@gmail.com

Abstract. *Eel (*Anguilla bicolor bicolor*) rearing activities that develop in Indonesia generally still use a large volume of water. The application of a recirculation system reduces water requirements and at a small volume of water, the load on the container to accommodate water becomes lighter so that several containers can be arranged vertically. This study aims to determine the best water volume in eel rearing with a recirculation system on production performance. This study used a completely randomized design with four treatments and three replications. The treatments, namely the difference in the volume of water (VA) used in the maintenance container, included VA 2.5 L (A), VA 3.5 L (B), VA 4.8 L (C) and VA 5.8 L (D). Eels were reared for 60 days in an aquaverticulture system with a stocking density of 10 fish per container. The test parameters in this study included survival rate (SR), specific growth rate (LPS), absolute weight growth (PBM) and feed conversion (FCR) and coefficient of final weight diversity (KKb). Other parameters analyzed include water and land use analysis. The results showed that aquaverticulture with multilevel containers on eel produced the best water volume of 5.8 L with high production performance (100% survival, specific growth rate 1.60%/day). The volume of water needed to produce 1 kg of eel for 1 year is 27.69 liters and the productivity of aquaculture land is 86.14 kg/m². During the COVID-19 pandemic, this system design has been applied on a laboratory scale, but has not been applied commercially in the community.*

Keywords: *Eel, production, recirculation, water volume*

Abstrak. Kegiatan pemeliharaan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*) yang berkembang di Indonesia umumnya masih menggunakan volume air yang besar. Penerapan sistem resirkulasi mengurangi kebutuhan air dan pada volume air yang kecil beban pada wadah untuk menampung air menjadi lebih ringan sehingga beberapa wadah dapat disusun secara vertikal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui volume air terbaik pada pemeliharaan sidat dengan sistem resirkulasi terhadap kinerja produksi. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan tersebut yaitu perbedaan volume air (VA) yang digunakan dalam wadah pemeliharaan, meliputi VA 2,5 L (A), VA 3,5 L (B), VA 4,8 L (C) dan VA 5,8 L (D). Ikan sidat dipelihara selama 60 hari dalam sistem akuavertikultur dengan padat tebar 10 ekor per wadah. Parameter uji dalam penelitian ini meliputi tingkat kelangsungan hidup (SR), laju pertumbuhan spesifik (LPS), pertumbuhan bobot mutlak (PBM) dan konversi pakan (FCR) dan koefisien keragaman bobot akhir (KKb). Parameter lain yang dianalisis meliputi analisis air dan penggunaan lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa budidaya sidat dengan wadah bertingkat pada belut menghasilkan volume air terbaik 5,8 L dengan kinerja produksi tinggi (kelangsungan hidup 100%, laju pertumbuhan spesifik 1,60%/hari). Volume air yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 kg belut selama 1 tahun adalah 27,69 liter dan produktivitas lahan budidaya adalah 86,14 kg/m². Di masa pandemi COVID-19, desain sistem ini sudah diterapkan dalam skala laboratorium, namun belum diterapkan secara komersial di masyarakat.

Kata Kunci : *Belut, produksi, resirkulasi, volume air*

PENDAHULUAN

Ikan sidat merupakan ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Produksi ikan sidat dunia pada tahun 2016 sebesar 251.000 ton (FAO 2018), produksi ini meningkat pada tahun 2017 dan 2018 masing-masing menjadi 260.000 ton dan 269.000 ton (FAO 2020). Selain produksi, harga ikan sidat juga sangat tinggi, ikan sidat ukuran konsumsi 150-200gr/ekor memiliki harga yang berkisar antara Rp 160.000-Rp 245.000/kg dengan harga jual ekspor ke Jepang mencapai Rp 1.5–2 juta/kg (KKP 2016). Sedangkan untuk ikan sidat ukuran benih (glass eel) harga ikan sidat di Indonesia berkisar antara Rp 1.500.000-Rp 3.000.000/kg (Affandi 2015).

Ikan sidat memiliki kemampuan hidup pada volume air yang sedikit karena ikan ini mampu menyerap oksigen langsung dari udara melalui kulit. Ikan sidat merupakan salah satu jenis ikan penghuni dasar perairan atau benthic organism, hidup bergerombol dan cenderung berada di dasar perairan, sebagian besar respirasi ikan sidat dipenuhi dari respirasi kulit (Facey dan Avyle 1987).

Akuakultur dengan penggunaan air yang sedikit berpotensi diterapkan pada ikan sidat karena spesies ini memiliki kemampuan unik dalam mengatasi keterbatasan air dan lingkungannya. Pertumbuhan ikan sidat *A. bicolor bicolor* stadia elver semakin meningkat dengan menurunnya volume air pemeliharaan. Ikan yang dipelihara selama 70 hari pada volume air 0,4 m³ menghasilkan tingkat kelangsungan hidup 97,9-98,54%, pertumbuhan biomassa 0,72 % hari⁻¹, pertumbuhan biomassa 63,73 % hari⁻¹ dan KP 1-1,72 (Taufiq-Spj et al. 2017; Taufiq-Spj et al. 2020). Efisiensi

air untuk budidaya ikan akan tercapai apabila ikan hidup dan tumbuh hingga dapat dipanen pada penggunaan air yang sedikit. Namun pada pemeliharaan ikan dengan volume air sedikit dapat menimbulkan efek negatif dari buangan limbah budidaya dan sisa pakan. Salah satu sistem yang dapat meminimalkan efek negatif ini adalah sistem resirkulasi. Budidaya sistem resirkulasi merupakan sistem produksi ikan yang memanfaatkan kembali air pemeliharaan dengan melakukan pengolahan air tersebut untuk mendepurasinya (Takeuchi 2017; Bregnballe 2015; Goddek et al. 2019).

Kegiatan budidaya ikan sidat *A. bicolor bicolor* yang berkembang di Indonesia secara umum masih menggunakan volume air yang banyak. Beberapa penelitian budidaya elver ikan sidat dengan sistem resirkulasi pada wadah akuarium masih menggunakan banyak air yakni rata-rata berkisar antara 30-120 L selama proses pemeliharaan (Harianto et al. 2014; Diansyah et al. 2014; Scabra et al. 2016; Handajani et al. 2018). Sehingga informasi spesifik terkait kebutuhan volume air dalam pemeliharaan ikan sidat penting untuk dilakukan. Sehingga penelitian terkait volume air pemeliharaan ikan sidat perlu untuk dilakukan dengan melihat parameter produksi dan efisiensi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan volume air terbaik pada pemeliharaan ikan sidat dengan sistem resirkulasi terhadap kinerja produksi dan efisiensi lahan dan air.

METODE PENELITIAN

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan, 1 bulan tahap persiapan dan 2 bulan tahap percobaan, Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Produksi dan Manajemen Akuakultur IPB.

Alat dan bahan

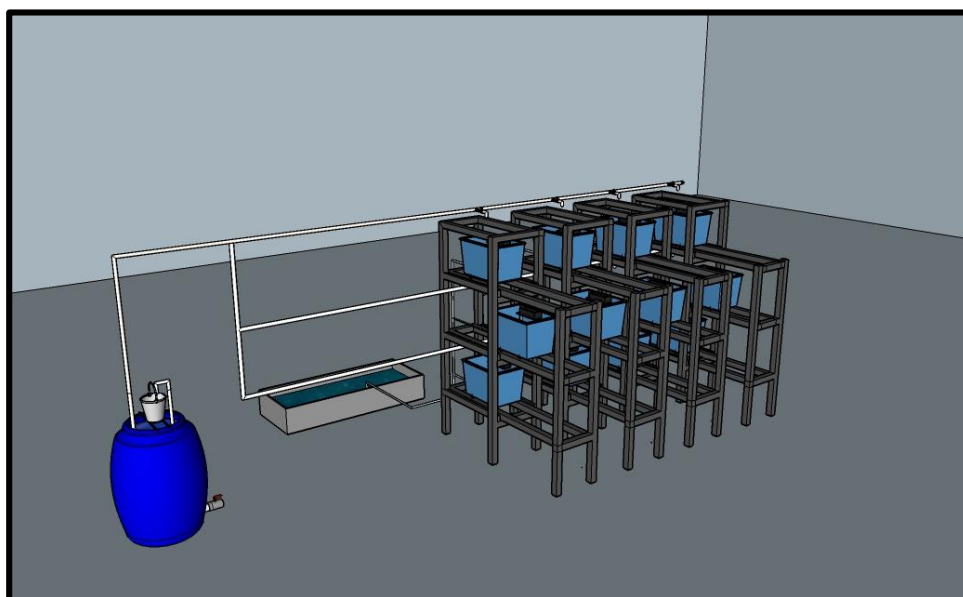
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat ukur kualitas air (termometer raksa, pH meter, DO meter, buret titrasi), alat sampling ikan dan pakan (timbangan digital 0,01 g dan 0,0001 g) dan pompa celup ukuran 13 watt, sedangkan bahan yang digunakan meliputi ikan sidat berukuran $13,35 \pm 0,53$ g, wadah plastik berukuran 68 cm \times 47 cm \times 39 cm, pakan komersil ikan sidat protein 55% dan bahan filter air (kapas filter, zeolit dan karbon aktif).

Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yakni perbedaan volume air (VA) yang digunakan pada wadah pemeliharaan meliputi VA 2,5 L (A), VA 3,5 L (B), VA 4,8 L (C) dan VA 5,8 L (D).

Desain akuavertikultur

Sistem resirkulasi yang digunakan terdiri dari beberapa unit, antara lain unit wadah pemeliharaan, unit filter dan unit tandon air. Wadah pemeliharaan dilengkapi dengan shelter dari anyaman tali rafia, aerasi dan pompa celup air 13 watt. Unit filter tergabung dalam top filter berisi bahan filter fisika, kimia dan biologi, sedangkan unit tandon terdiri atas tandon air dan pompa celup air ukuran 100 watt. Air di dalam wadah akan di alirkan ke unit filter menggunakan pompa di dalam wadah, air yang telah mengalami saringan akan otomatis jatuh ke dalam wadah secara gravitasi. Air di dalam tandon akan di alirkan ke dalam wadah budidaya ketika proses ganti air di lakukan. Desain wadah budidaya akuavertikultur disajikan pada Gambar 1 di bawah ini.



Pemeliharaan ikan

Ikan sidat dipelihara selama 60 hari pada sistem akuavertikultur dengan padat tebar 10 ekor per wadah. Selama pemeliharaan ikan sidat diberi pakan pasta yang dibuat dari pakan komersial dengan cara mencampurkan pakan komersial dengan air pada rasio 1:0,4 atau 1 g pakan ditambahkan air sebanyak 0,4 mL air. Jumlah pakan diberikan menyesuaikan biomassa dengan rata-rata pemberian sebesar 3-5 % dari biomassa. Pakan diberikan setiap pagi, siang dan sore hari, Jumlah pakan dievaluasi setiap periode sampling. Selama pemeliharaan dilakukan pergantian air sebanyak 1 kali sehari sebanyak 20% dari total volume air pemeliharaan dan dilakukan pengukuran kualitas air meliputi suhu, pH dan oksigen terlarut.

Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara *sampling*. Sampling bobot dilakukan dengan cara semua ikan di dalam wadah ditimbang per individu dengan timbangan digital ketelitian 0,01 g, data bobot digunakan untuk menghitung analisis kinerja produksi. Selain itu data kualitas air dikumpulkan dengan cara mengukur parameter kualitas air secara langsung setiap hari pada pagi dan sore hari.

Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi tingkat kelangsungan hidup (SR), laju pertumbuhan spesifik (LPS), pertumbuhan bobot mutlak (PBM) dan konversi pakan (FCR) dan koefisien keragaman bobot akhir (KKb). Indikator lainnya yang dianalisis meliputi analisis penggunaan air dan lahan.

Tingkat Kelangsungan Hidup (SR)

SR dihitung menggunakan rumus Goddard (1996):

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan:

SR = tingkat kelangsungan hidup (%)

N_t = jumlah ikan akhir (ekor)

N_0 = jumlah ikan awal (ekor)

Laju Pertumbuhan Spesifik bobot (LPSb)

LPSb dihitung menggunakan rumus Huisman (1987):

$$LPSb = \left[\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \right] \times 100$$

Keterangan:

LPSb = laju pertumbuhan spesifik bobot (%/hari)

W_t = bobot rata-rata ikan akhir (g)

W_0 = bobot rata-rata ikan awal (g)

t = lama waktu pemeliharaan (hari)

Konversi pakan (KP)

Konversi pakan (KP) merupakan indikator untuk menentukan efisiensi pakan (NRC 2011) yang dihitung menggunakan rumus:

$$KP = F / [W_t - (W_0 + W_d)]$$

Keterangan:

KP = konversi pakan

W_t = biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (g)

W_d = biomassa ikan mati selama pemeliharaan (g)

W_0 = biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g)

F = jumlah pakan selama pemeliharaan (g)

Koefisien Keragaman Bobot Akhir (KKb)

KKb dihitung dengan rumus Steel dan Torrie (1981):

$$KKb = (s/y) \times 100$$

Keterangan:

KKb = koefisien keragaman bobot

s = simpangan baku

y = nilai rata-rata

Analisis penggunaan air

Analisis penggunaan air merupakan salah satu indikator dalam melihat tingkat efisiensi penggunaan air terhadap nilai produksi ikan sidat selama pemeliharaan.

Analisis penggunaan lahan

Analisis penggunaan lahan dalam penelitian ini diperuntukkan untuk melihat seberapa besar teknologi resirkulasi mampu memberikan lahan untuk produksi ikan sidat atau dengan kata lain seberapa besar lahan yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg sidat. Hasil penelitian didapatkan dengan membandingkan kinerja produksi pada penelitian ini dengan data produksi pembudidaya dengan wadah lainnya yang disusun secara horizontal dengan luasan lahan yang sama.

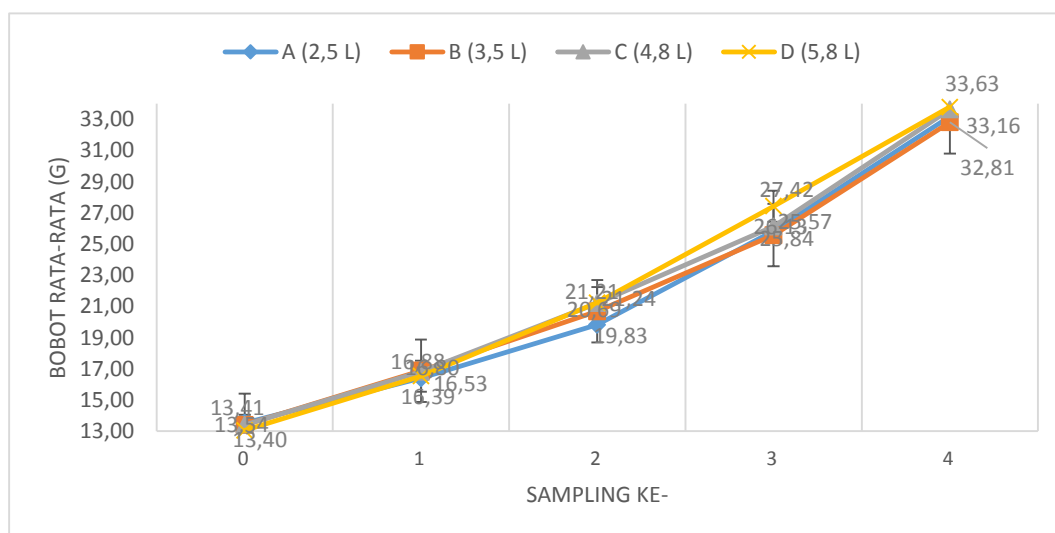
Analisis Data

Data – data yang diperoleh dari penelitian ini di tabulasi ke dalam Microsoft excel 2010, data kinerja produksi di analisis dengan ANOVA menggunakan SPSS 21, jika terdapat perbedaan signifikan dilanjutkan dengan uji Duncan (DNMRT) pada taraf 5%. Data analisis penggunaan air, lahan dan kualitas air di analisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan bobot rata-rata

Analisis perkembangan bobot rata-rata ikan sidat selama penelitian menunjukkan terjadi tren peningkatan bobot, bobot rata-rata tebar ikan pada awal penelitian sebesar $13,35 \pm 0,53$ g meningkat pada akhir penelitian menjadi $33,34 \pm 0,89$ g (Gambar 2).



Gambar 2. Perkembangan bobot rata-rata ikan sidat selama penelitian

Berdasarkan gambar di atas terlihat bahwa peningkatan bobot tertinggi terdapat pada perlakuan D dengan bobot akhir sebesar 33,78 g diikuti dengan perlakuan C, A dan B masing-masing sebesar 33,63 g, 33,16 g dan 32,81 g. Rata-rata peningkatan bobot yang terjadi selama penelitian terlihat dari nilai pertumbuhan bobot mutlak yakni sebesar 20 g. Pertumbuhan adalah indikator penting dalam menentukan produktivitas akuakultur. Pertumbuhan biasanya dilihat dari pertambahan volume dan panjang sel tubuh dalam bobot basah maupun bobot kering terhadap pada satuan waktu tertentu (Effendi 1979). Perkembangan bobot yang terjadi akibat dari penggunaan pakan yang dikonsumsi oleh ikan dan dikonversi menjadi biomassa tubuh sehingga pertambahan berat terjadi. Kualitas air dan pakan berperan penting dalam meningkatkan bobot rata-rata maupun biomassa ikan (Goddard 1996).

Kinerja Produksi

Analisis kinerja produksi menunjukkan bahwa perbedaan volume air yang digunakan memberikan pengaruh ($P < 0,05$) terhadap indikator kinerja produksi terutama untuk laju pertumbuhan spesifik dan koefisien keragaman bobot (Tabel 2). Nilai Tingkat kelangsungan hidup selama penelitian sebesar 100% untuk semua perlakuan, nilai FCR berkisar antara 1,48-1,59. Laju pertumbuhan bobot spesifik tertinggi terdapat pada perlakuan D sebesar 1,60 %/hari, nilai ini sama baiknya dengan perlakuan C dan lebih baik dibandingkan perlakuan A dan B. Nilai koefisien keragaman

terendah terdapat pada perlakuan D sebesar 7,36 %. Nilai ini sama baiknya dengan perlakuan A dan C dan lebih baik dibandingkan perlakuan B (Gambar 1).

Tabel 1. Kinerja produksi ikan sidat pada akuavertikultur dengan volume air berbeda

Parameter	A (2,5 L)	B (3,5 L)	C (4,8 L)	D (5,8 L)
Tingkat kelangsungan hidup (%)	100,00±0,00 ^a	100,00±0,00 ^a	100,00±0,00 ^a	100,00±0,00 ^a
Laju pertumbuhan spesifik (%/hari)	1,50±0,08 ^a	1,50±0,03 ^a	1,55±0,11 ^{ab}	1,60±0,13 ^b
Pertumbuhan bobot mutlak (g)	19,62±1,31 ^a	19,41±0,49 ^a	20,22±1,14 ^a	20,73±1,59 ^a
FCR	1,51±0,08 ^a	1,54±0,02 ^a	1,59±0,21 ^a	1,48±0,13 ^a
Koefisien keragaman bobot (%)	8,60±1,58 ^{ab}	9,22±0,54 ^b	8,46±1,47 ^{ab}	7,36±0,97 ^a

Nilai disajikan dalam bentuk rata-rata±std, Huruf tika atas yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$; uji lanjut Tukey), FCR: konversi pakan.

Berdasarkan Tabel di atas terlihat bahwa secara umum indikator kinerja produksi sama baiknya untuk semua perlakuan. Akan tetapi terdapat perbedaan yang cukup signifikan dimana semakin tinggi penggunaan volume air, laju pertumbuhan spesifik semakin tinggi. Hal ini terlihat dengan nilai LPS tertinggi terdapat pada perlakuan D sebesar 1,60 %/hari dan terendah terdapat pada perlakuan A sebesar 1,50 %/hari. Hasil lainnya juga menunjukkan tingkat keseragaman ikan di akhir penelitian. Perlakuan D menunjukkan tingkat keseragaman yang tinggi yakni sebesar 7,36%, semakin kecil nilai koefisien keragaman maka tingkat keseragaman ikan semakin tinggi. Secara umum tingkat keseragaman ikan hendaknya di bawah 20% (Baras 2011).

Pertumbuhan merupakan ekspresi dari penambahan volume, bobot basah, ataupun bobot kering terhadap suatu satuan waktu tertentu (Effendi 1979) dan Hartnoll (1982). Pertumbuhan selalu dikaitkan dengan jumlah pakan yang diberikan dan kualitas air dalam wadah pemeliharaan, karena suhu air dan kadar oksigen dalam air mempengaruhi nafsu makan, proses metabolisme dan pertumbuhan (Goddard 1996). Jika dilihat dari respons terhadap pakan yang diberikan, ikan sidat dengan padat tebar volume air tertinggi memiliki nilai pertumbuhan tertinggi.

Analisis penggunaan air

Analisis penggunaan air merupakan salah satu indikator dalam melihat tingkat efisiensi penggunaan air terhadap nilai produksi ikan sidat selama pemeliharaan. Data analisis penggunaan air dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 2. Analisis penggunaan air selama pemeliharaan

Parameter	Perlakuan volume air				Total	Rata-rata
	A	B	C	D		
Volume air wadah (L)	2,50	3,50	4,80	5,80	16,60	4,15
Jumlah Ikan Per wadah (ekor)	10	10	10	10	40,00	10,00
ΔBiomassa (g/60 hari)	196,23	194,07	191,11	207,33	788,74	197,19
ΔBiomassa (kg/60 hari)	0,196	0,194	0,191	0,207	0,79	0,20
ΔBiomassa (kg/tahun)	1,177	1,164	1,147	1,244	4,73	1,18
Volume ganti air 20% (L/hari)	0,50	0,70	0,96	1,16	3,32	0,83
Kehilangan air (evaporasi) (%/hari)	0,005	0,006	0,008	0,01	0,03	0,01
Kehilangan air (evaporasi) (L/hari)	0,015	0,03	0,05	0,070	0,16	0,04
Kehilangan air (evaporasi) (L/60hari)	0,90	1,51	2,76	4,18	9,35	2,34
Kehilangan air (evaporasi) (L/tahun)	5,40	9,07	16,59	25,06	56,12	14,03
Volume air baru (L/hari)	0,52	0,73	1,01	1,23	3,48	0,87
Volume air baru (L/60 hari)	1,40	2,21	3,72	5,34	12,67	3,17
Volume air baru (L/tahun)	5,90	9,77	17,55	26,22	59,44	14,86
Kebutuhan volume air (L/hari)	3,02	4,23	5,81	7,03	20,08	5,02
Kebutuhan volume air (L/60hari)	4,80	7,22	11,29	15,31	38,63	9,66
Kebutuhan volume air (L/tahun)	13,80	22,34	38,94	57,07	132,15	33,04
Volume air (L) untuk 1 kg sidat/tahun	11,72	19,19	33,96	45,88		27,69

Berdasarkan Tabel di atas terlihat bahwa penggunaan air selama pemeliharaan sangat sedikit jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya maupun pemeliharaan ikan sidat skala produksi. Tabel di atas menunjukkan bahwa jumlah air yang dibutuhkan selama penelitian sebesar 9,66 L. Jumlah air tersebut mampu menghasilkan ikan sidat sebesar 197,19 g atau 0,20 kg. Rasio penggunaan air terhadap biomassa ikan adalah 27,69 L/kg sidat/tahun, nilai ini menunjukkan bahwa untuk menghasilkan 1 kg sidat selama satu tahun diperlukan volume air rata-rata sebesar 27,69

liter. Penederan dan pembesaran elver ikan sidat semi intensif di Asia membutuhkan volume air sekitar 4000 m³ air per hari atau 100.000 m³/tahun. Kegiatan budidaya intensif elver ikan sidat di Eropa dengan kepadatan 120 kg/m rata-rata membutuhkan pergantian air sebanyak 60 m³ per harinya (Nielsen dan Prouzet 2008). Penelitian lainnya melaporkan bahwa volume air 0,4 m³ menunjukkan kinerja produksi terbaik dibandingkan dengan volume air 0,6 m³, 0,8 m³ dan 1,0 m³ (Taufiq-Spj *et al.* 2020).

Analisis penggunaan lahan

Analisis penggunaan lahan dalam penelitian ini diperuntukkan untuk melihat seberapa besar teknologi akuvertikultur mampu memberikan lahan untuk produksi ikan sidat atau dengan kata lain seberapa besar lahan yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg sidat. Hasil penelitian didapatkan dengan membandingkan kinerja produksi pada penelitian ini dengan data produksi pembudidaya dengan wadah lainnya yang disusun secara horizontal dengan luasan lahan yang sama. Hasil analisis penggunaan lahan disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Analisis penggunaan lahan pada sistem horizontal dan akuavertikultur

Komponen	Sistem Budidaya Horizontal*	Sistem Budidaya Akuavertikultur**
Luasan lahan (m²)	10	10
Jenis wadah	IBC tank	Wadah plastik
Jumlah wadah (unit)	30	425
Ukuran wadah (m ³)	1	0,004
Volume air (L)	700	4,5
Jumlah tebar sidat (e/m ²)	20010	10
Jumlah Populasi ikan	60000	4250
Bobot tebar (g/e)	3	17,07
Total Biomassa tebar (kg)	6	73
Masa pemeliharaan (Bulan)	6	2
SR (%)	90	100
Bobot panen (g/e)	25	33,78
Total Biomassa Panen (kg/tahun)	360	861
Produktivitas	36,00	86,14

*Data berdasarkan kegiatan budidaya sidat pembudidaya 2019

** Data hasil penelitian

Berdasarkan Tabel di atas terlihat bahwa akuavertikultur lebih produktif dalam menghasilkan biomassa ikan dibandingkan dengan sistem wadah horizontal, nilai produktivitas lahan akuavertikultur sebesar 86,14 kg/m² dan produktivitas lahan sistem horizontal sebesar 36,00 kg/m². Nilai produktivitas lahan akuavertikultur lebih tinggi sebesar 2,4 kali dibandingkan dengan sistem wadah horizontal.

KESIMPULAN

Volume air sebesar 5,8 L merupakan volume air terbaik untuk pemeliharaan ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*). Volume air yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg sidat selama 1 tahun sebesar 27,69 liter dan produktivitas lahan akuavertikultur sebesar 86,14 kg/m². Akuavertikultur sangat efektif diterapkan di tengah perkotaan (*urban aquaculture*) dengan efisiensi penggunaan lahan dan air yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi R. 2015. Pengembangan sumber daya ikan sidat (*Anguilla* spp.) di Indonesia. Di dalam: Baskoro MS, editor. *Teknologi Pengembangan Perikanan dan Kelautan untuk Memperkuat Ketahanan Pangan serta Memacu Perekonomian Nasional Secara Berkelanjutan*. Bogor: IPB Press. hlm 151-200.
- Ali F, Waluyo A. 2015. Tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang galah *Macrobrachium rosenbergii* pada media bersalinitas. *Jurnal Limnotek*. 22:42-51.
- Arai T. 2014. Do we protect freshwater eels or do we drive them to extinction. *SpringerPlus* 2014, 3:534
- Baras E, Raynaud T, Slembrouck J, Caruso D, Cochet C, Legendre M. 2011. Interactions between temperature and size on the growth, size heterogeneity, mortality, and cannibalism in cultured larvae and juveniles of the Asian catfish *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage). *Aquaculture Research*.
- Bunting S., Little, D. and Leschen, W. 2014. 'Urban aquatic production' in R. van Veenhuizen (ed) *Cities Farming for the Future - Urban Agriculture for Green and Productive Cities*, RUA Foundation, IDRC and IIRR.

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Hasil Sensus Penduduk 2020. Berita Resmi Statistik No. 7/01/Th. XXIV. Jakarta. BPS. hlm 12.
- Costa-Pierce B, Desbonnet A, Edwards P, Baker D. 2005. Urban Aquaculture. Wallingford, UK: CABI Publishing. hlm ix.
- Costa-Pierce B, Desbonnet A. 2005. A Future Urban Ecosystem Incorporating Urban Aquaculture for Wastewater Treatment and Food Production. Di dalam: Costa-Pierce B, Desbonnet A, Edwards P, Baker D, editor. Urban Aquaculture. Wallingford, UK: CABI Publishing. hlm 1-14.
- Despommier D. 2010. The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century. New York: Thomas Dunne Books.
- Effendie MI. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Bogor (ID): Yayasan Dewi Sri.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2018. FAO Yearbook, Fishery and Aquaculture Statistic 2016. Rome: FAO. 108 hlm.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome: FAO. 224 hlm.
- Goddard S. 1996. Feed Management in Intensive Aquaculture. New York: Chapman and Hall. 194 hlm.
- Hartnoll RG. 1982. Growth. In L.G. Able (Ed). The biology of Crustacea. New York: Akademik Press. hlm 111-196.
- Jeffs AG, James P. 2001. Sea-cage culture of the spiny lobster *Jasus edwardsii* in New Zealand. *Journal of Marine and Freshwater Research*. 52:1419-1424.
- Khandaker K, Kotzen B. 2018. The potential for combining living wall and vertical farming systems with aquaponics with special emphasis on substrates. *Aquaculture Research*. 49(4):1454-1468.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2016. Teknologi nanobubble tingkatkan pertumbuhan ikan sidat. [Internet]. [diunduh Agustus 2021]. Tersedia pada: <http://kkpnews.kkp.go.id/index.php/teknologinanobubble-tingkatkan-pertumbuhan-ikan-sidat/>.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2020. Statistik-KKP. Angka Konsumsi Ikan. KKP RI. <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=aki&i=209#panel-footer>.
- Muller A, Ferré M, Engel S, Gattinger A, Holzkämper A, Huber R, Müller M, Six J. 2017. Can soil-less crop production be a sustainable option for soil conservation and future agriculture. *Land Use Policy*. 102-105.
- Nielsen T, Prouzet P. 2008. Capture-based aquaculture of the wild European eel (*Anguilla anguilla*). Di dalam: Lovatelli A, Holthus PF, editor. Capture-based aquaculture. Global overview. FAO Fisheries Technical Paper. No. 567. Rome. 78 hlm.
- Shelley C, Lovatelli A. 2011. Mud crab aquaculture-A practical manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 567. Rome. 78 hlm.
- Taufiq-Spj N, Hutabarat J, Trianto A, Wirasatria A, Indarjo A, Suryono S, Ario R, Pratikto I. 2020. The use of different water volume to measure the growth and survival rates of *Anguilla bicolor* caught from Nusawungu riverines, Cilacap, Indonesia. *AACL Bioflux*. 13(3):1473-1482.
- Tomiyama T, Hibiya T. 1977. Fisheries in Japan (*eel*). Japan: Japan Marine Product Photo Materials Association. 225 hlm.
- Touliatos D, Dodd IC, McAinsh M. 2016. Vertical farming increases lettuce yield per unit area compared to conventional horizontal hydroponics. *Food Energy Secur*. 5:184-191
- Tzankova, Zdravka; O'Neill, H. Brendan; White, Kathryn; SeaWeb, A. (2004). "At a Crossroads: Will Aquaculture Fulfill the Promise of the Blue Revolution?". S2CID 16704050