



Jurnal Sains Akuakultur Tropis

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275

Telp. (024) 7474698, Fax.: (024) 7474698

Email: sainsakuakulturtropis@gmail.com, sainsakuakulturtropis@undip.ac.id

ANALISIS PARAMETER BIOLOGIS (KELIMPAHAN PLANKTON, BOD) PADA BUDIDAYA UDANG WINDU (*Penaeus monodon*) BERSAMA RUMPUT LAUT (*Gracillaria* sp.) DAN KERANG HIJAU (*Perna* sp.) DENGAN SISTEM IMTA (*Integrated Multitrophic Aquaculture*)

Biological Parameters (plankton abundance, BOD) Analysis of Tiger Shrimp Culture (Penaeus monodon) with Seaweed (Gracillaria sp.) and Asian Green Mussel (Perna sp.) with IMTA System (Integrated Multitrophic Aquaculture)

Rarin Silma Isnaini, Sri Rejeki*), Tita Elfitasari

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax, +6224 7474698

*Corresponding author: sri_rejeki7356@yahoo.co.uk

ABSTRAK

Integrated Multi-trophic Aquaculture (IMTA) merupakan sistem dalam budidaya yang mengutamakan keseimbangan dalam pemeliharaannya. Sistem IMTA merupakan cara budidaya yang memanfaatkan residu pakan yang dapat dimanfaatkan oleh kultivan di setiap pengeluaran limbah organik dari sisa pakan biota pada trofik level yang lebih tinggi dapat dimanfaatkan oleh biota pada trofik level lebih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa parameter biologis dengan kepadatan rumput laut dan kerang hijau yang berbeda dan padat tebar terbaik terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan udang windu. Hewan uji yang digunakan adalah udang windu PL 30 dengan kisaran ukuran 0,03 – 0,08 gram/ekor. Padat tebar udang windu adalah 80 ekor/m². Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dan rancangan acak lengkap dengan rancangan desain faktorial dengan 9 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan padat tebar rumput laut yaitu 50, 100, dan 150 gram sedangkan padat tebar kerang hijau 30, 60, dan 90 gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai laju pertumbuhan dan kelulushidupan tertinggi terdapat pada perlakuan A1B1 dengan padat tebar rumput laut 50 gram dan kerang hijau 30 gram yaitu dengan nilai RGR sebesar 67,11±7,83%/hari dan SR terbaik sebesar 88,75%. Fitoplankton yang ditemukan mencakup 3 kelas, yaitu *Bacillariophyceae*, dan *Cyanophyceae*. Fitoplankton yang mendominasi pada setiap perlakuan adalah terdapat pada kelas *Bacillariophyceae*. Kelimpahan plankton tertinggi terdapat pada perlakuan A1B1 dengan padat tebar rumput laut 50 gram dan kerang hijau 30 gram. Nilai BOD pada setiap perlakuan berkisar 4,5 – 7,1 mg/l.

Kata kunci: pertumbuhan; udang windu; kelimpahan plankton; BOD; IMTA.

ABSTRACT

Integrated Multi-trophic Aquaculture (IMTA) is a system in cultivation that prioritizes balance in its maintenance. The IMTA system is a cultivation method that utilizes feed residues that can be utilized by organism from the remaining feed biota at higher levels of trophic can be utilized by biota with lower trophic levels. This study aims to analyze the biological parameters with different densities of seaweed and green mussels and the best stocking densities for the growth and survival of tiger shrimp. The test animals used were PL 30 tiger shrimp with a range of sizes from 0.03 to 0.08 grams / larvae. Stocking density of tiger shrimp is 80 larvae / m². The method used is the experimental method and complete randomized design with factorial design design with 9 treatments and 4 replications. The seaweed stock density treatment is 50, 100 and 150 grams while the stock of green seaweed stock is 30, 60, and 90 grams. The results showed that the highest growth rate and survival rate was found in treatment A1B1 with 50 grams of seaweed stocking density and 30 grams of green mussel with RGR value of 67.11% / day and the best SR of 88.75%. Phytoplankton found included 2 classes, namely *Bacillariophyceae*, and *Cyanophyceae*. Phytoplankton which dominates each

treatment is found in the Bacillariophyceae class. The highest plankton abundance is found in A1B1 treatment with 50 grams of seaweed stock density and 30 grams of green mussels. BOD values in each treatment ranged from 4.5 to 7.1 mg /l.

Keyword: growth, tiger shrimp, plankton abundance, BOD, IMTA.

PENDAHULUAN

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan komoditi ekspor yang penting bagi perekonomian Indonesia. Budidaya udang windu di Indonesia merupakan salah satu kegiatan perikanan yang cukup potensial. Produksi udang windu budidaya mencapai 250.000 ton/tahun. Produksi tersebut menempatkan Indonesia sebagai produsen udang windu terbesar di dunia. Produksi udang windu Indonesia mengalami penurunan dan menuju kehancuran dan sejak tahun 2002, udang vanname mulai menggantikan posisi udang windu (Kordi, 2010). Salah satu faktor penentu keberhasilan budidaya di tambak adalah kualitas air. Kualitas air cenderung semakin buruk dengan lamanya waktu budidaya. Hal ini dikarenakan terjadinya kenaikan input pakan dan penambahan berat udang windu. Kenaikan input pakan dan penambahan berat udang tersebut selanjutnya akan meningkatkan konsentrasi bahan organik dan feses yang terdapat di dalam media pemeliharaan. Hal ini nantinya akan meningkatkan pelepasan senyawa-senyawa yang bersifat toksik atau racun dan membahayakan udang yang dipelihara, seperti amonia dan nitrit (Sunaryo *et al.*, 2016).

Akuakultur multitrofik terpadu merupakan konsep yang diharapkan dapat menciptakan ekosistem perairan yang seimbang. Konsep IMTA lebih sesuai bila komoditas utama dipelihara secara intensif dengan jumlah pakan cukup tinggi dan terdapat limbah organik. Komoditas utama yang dikembangkan umumnya mempunyai harga jual tinggi seperti udang. Kekeurangan dan rumput laut merupakan tingkat tropik menengah dan bawah yang diharapkan berperan penting dalam menyaring berbagai nutrisi dan plankton sehingga kestabilan kualitas air dapat dipertahankan. Udang windu dalam IMTA menempati tingkat yang lebih tinggi karena dapat menyisakan berbagai limbah pakan dan ekresi yang dimanfaatkan kekeurangan yang merupakan komoditas tingkat menengah karena peranannya dalam menyaring plankton atau nutrisi organik. Selanjutnya hasil perombakan limbah organik menjadi an-organik dan terlarut dalam air dapat dimanfaatkan rumput laut sehingga ekosistem dalam perairan dapat seimbang.

Plankton sangat penting dalam budidaya udang, jika plankton tidak cukup berlimpah maka laju pertumbuhan plankton tidak akan dapat mengimbangi pertumbuhan ikan peliharaan yang mengakibatkan ikan tidak dapat tumbuh secara baik. Plankton merupakan pakan alami bagi larva ikan dan udang karena plankton dapat menjadi sumber energi dan pertumbuhan. Pakan alami adalah jenis-jenis plankton (phytoplankton dan zooplankton). Keunggulan pakan alami sebagai pakan larva ikan terletak pada kandungan gizinya yang lengkap, tidak mencemari media budidaya, memiliki ukuran yang relatif kecil sehingga sesuai dengan bukaan mulut larva. Fitoplankton dalam ekosistem perairan memiliki peran penting bagi produktivitas primer perairan karena dapat melakukan proses fotosintesis yang menghasilkan bahan organik maupun kebutuhan oksigen bagi organisme yang tingkatnya lebih tinggi (Rokhim, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter biologis dengan padat tebar rumput laut dan kerang hijau yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan udang windu serta mengetahui padat tebar rumput laut dan kerang hijau yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan udang windu.

MATERI DAN METODE

Hewan uji yang digunakan adalah udang windu (*Penaeus monodon*). Udang windu yang digunakan berasal dari BBPBAP, Jepara. Udang windu yang digunakan adalah pada stadia post larva (PL30). Padat penebaran udang windu yang digunakan adalah 80 ekor per wadah. Wadah yang digunakan adalah bak fiber dengan ukuran 1m². Perlakuan yang diberikan yaitu penebaran rumput laut dan kerang hijau yang berbeda. Rumput laut dengan kepadatan 50 gram, 100 gram dan 150 gram. Hal ini mengacu pada penelitian sebelumnya oleh Azizah *et al.* (2018) bahwa padat tebar rumput laut yang digunakan 50, 100, 150 dan 200 gram. Kerang hijau dengan kepadatan 30 gram, 60 gram dan 90 gram. Hal ini mengacu pada penelitian sebelumnya oleh Evania *et al.* (2018) bahwa padat tebar kerang hijau yang digunakan 30, 45, 60, dan 75 ekor. Pakan yang digunakan selama proses pemeliharaan udang windu adalah pakan pellet yang diberikan sebanyak 5% dari bobot biomassa dengan pemberian pakan setiap 2 kali dalam sehari yaitu pagi dan sore hari.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital untuk menimbang bobot udang windu, rumput laut dan kerang hijau, jangka sorong untuk mengukur panjang kerang hijau, serta aerator sebagai penghasil oksigen. Alat lain yang digunakan antara lain *water quality checker* untuk mengukur oksigen terlarut dan suhu perairan, pH-meter untuk mengukur derajat keasaman, refraktometer untuk mengukur salinitas, serta plankton-net untuk mengambil air sampel sebagai data kelimpahan plankton.

Penelitian ini dilakukan di lapangan dengan menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen merupakan metode dalam suatu usaha perencanaan yang ditujukan untuk mengembangkan fakta-fakta baru atau menguatkan hasil dari penelitian yang sudah ada. Metode ini dimaksudkan untuk mengetahui parameter

biologis dengan padat tebar rumput laut dan kerang hijau yang berbeda menggunakan sistem IMTA terhadap pertumbuhan udang windu.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah penebaran rumput laut yang berbeda, padat tebar rumput laut 50 gram (A_1), padat tebar rumput laut 100 gram (A_2) dan padat tebar rumput laut 150 gram (A_3). Sedangkan, faktor kedua adalah penebaran kerang hijau yang berbeda, padat tebar kerang hijau 30 gram (B_1), padat tebar kerang hijau 60 gram (B_2) dan padat tebar kerang hijau 90 gram (B_3). dengan 9 perlakuan dan 4 kali ulangan. Kepadatan benur udang windu pada masing – masing bak yaitu 80 ekor. Perlakuan dalam penelitian ini adalah perbedaan padat tebar rumput laut dan kerang hijau.

Perlakuan A1B1 : rumput laut 50 gram dan kerang hijau 30 gram

Perlakuan A1B2 : rumput laut 50 gram dan kerang hijau 60 gram

Perlakuan A1B3 : rumput laut 50 gram dan kerang hijau 90 gram

Perlakuan A2B1 : rumput laut 100 gram dan kerang hijau 30 gram

Perlakuan A2B2 : rumput laut 100 gram dan kerang hijau 60 gram

Perlakuan A2B3 : rumput laut 100 gram dan kerang hijau 90 gram

Perlakuan A3B1 : rumput laut 150 gram dan kerang hijau 30 gram

Perlakuan A3B2 : rumput laut 150 gram dan kerang hijau 60 gram

Perlakuan A3B3 : rumput laut 150 gram dan kerang hijau 90 gram

Pengumpulan data

Variabel yang diukur meliputi kelimpahan plankton, keanekaragaman plankton, data kelulushidupan/*Survival Rate* (SR) udang windu, laju pertumbuhan relatif (RGR) udang windu, dan data kualitas air. Data kualitas air yang diukur meliputi DO, suhu, pH dan salinitas yang diukur setiap hari serta amonia, nitrit dan nitrat per minggu sekali.

1. Kelimpahan plankton

Perhitungan kelimpahan plankton di analisis menggunakan rumus Sachlan (1982), sebagai berikut:

$$N = \frac{1}{A} \times \frac{B}{C} \times n$$

Keterangan:

N = Kelimpahan fitoplankton (individu/L)

A = Volume air contoh yang disaring (L)

B = Volume air contoh yang tersaring (ml)

C = Volume air contoh pada preparat (1 ml)

n = Jumlah fitoplankton yang tercacah

2. Laju pertumbuhan relatif udang windu (*Penaeus monodon*)

Laju pertumbuhan relatif (*Relative Growth Rate*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus RGR bobot (Takeuchi, 1988), yaitu :

$$RGR = \frac{W_t - W_o}{W_o \times t} \times 100\%$$

Keterangan:

RGR = laju pertumbuhan relatif (%/hari)

W_t = bobot tubuh rata-rata akhir pemeliharaan (g)

W_o = bobot tubuh rata-rata awal pemeliharaan (g)

t = lama pemeliharaan (hari)

3. Kelulushidupan/ *Survival Rate* (SR) udang windu (*Penaeus monodon*)

Menurut Effendi (2002), kelulushidupan merupakan prosentase kelulushidupan kultivan yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = kelulushidupan (%)

N_t = jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)

N_o = jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

4. Kualitas Air

Kualitas air yang diukur pada awal sampai akhir penelitian dengan menggunakan DO meter, refraktometer, pH meter. Variabel yang diukur adalah keasaman (pH), suhu air, salinitas dan oksigen terlarut.

Pengukuran kualitas air dilakukan 2 kali dalam sehari, yaitu pada pagi dan sore hari sedangkan untuk pengukuran amonia, nitrit dan nitrat dilakukan 1 kali seminggu selama pemeliharaan.

Analisis Data

Analisa data yang dilakukan meliputi laju pertumbuhan relatif (RGR), kelulushidupan (SR) dan kualitas air. Variabel yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Analisis ragam dapat dilakukan, jika hasil ketiga uji tersebut menunjukkan bahwa data menyebar normal, homogen dan additive. Apabila diketahui terdapat perbedaan yang nyata maka dilakukan uji wilayah ganda Duncan untuk mengetahui perbedaan nilai tengah dari perlakuan, sehingga dapat diperoleh hasil perlakuan yang terbaik (Srigandono, 1981). Data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

HASIL

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan selama 45 hari pada bulan Agustus 2018 hingga September 2018 dapat diketahui laju pertumbuhan relatif (RGR) dan kelulushidupan (SR).

a. Kelimpahan Plankton

Kelimpahan plankton sangat mempengaruhi laju pertumbuhan kultivan yang terdapat di dalam perairan. Parameter lingkungan yang berada dalam kisaran optimal merupakan salah satu yang mendukung kehidupan fitoplankton. Hasil pengamatan kelimpahan plankton tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Data kelimpahan plankton pada Media Pemeliharaan udang windu (*Penaeus monodon*) Selama Penelitian

Kelas	Spesies	Perlakuan								
		A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
Bacillariophyceae	<i>Coscinodiscus</i> sp.	7	0	27	0	0	0	6	5	0
	<i>Navicula</i> sp.	5	5	0	4	0	0	0	3	5
	<i>Skeletonema</i> sp.	12	7	0	6	7	0	7	8	0
	<i>Cyclotella</i> sp.	5	0	75	0	0	0	0	0	6
	<i>Rhizosolenia</i> sp.	4	15	3	5	3	4	0	0	0
	<i>Guinardia</i> sp.	219	169	38	94	52	0	121	8	18
	<i>Nitzschia</i> sp.	0	3	12	0	0	0	0	0	3
	<i>Tabellaria</i> sp.	0	5	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Mellosira</i> sp.	0	49	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Bacillaria</i> sp.	0	0	0	19	0	0	0	0	0
	<i>Gyrosigma</i> sp.	0	0	0	8	0	7	6	6	3
Cyanophyceae	<i>Oscillatoria</i> sp.	74	18	69	79	62	41	7	37	51
Jumlah genus		326	271	224	215	124	52	147	67	86
Kelimpahan (Ind/L)		430320	357720	295680	283800	163680	68640	194040	91080	110880
H' (Indeks keanekaragaman)		0,99	1,24	1,50	1,33	0,96	0,65	0,71	1,40	1,18
E (Indeks keseragaman)		0,51	0,64	0,77	0,68	0,50	0,34	0,37	0,72	0,61
D (Indeks dominasi)		0,51	0,43	0,25	0,34	0,43	0,65	0,69	0,34	0,42

b. Biological Oxygen Demand (BOD)

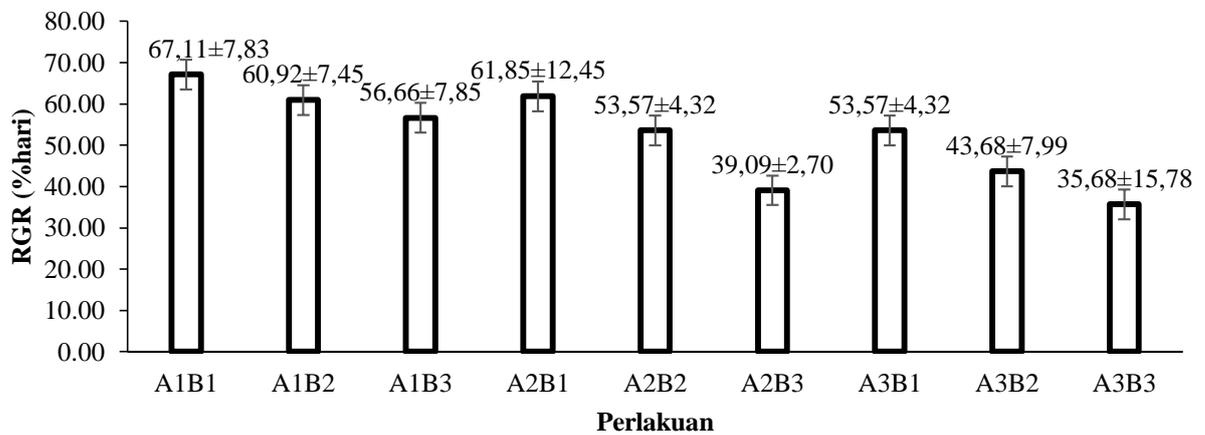
Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan selama 45 hari dapat diketahui nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. . Hasil Pengukuran *biological oxygen demad* (BOD) pada Media Pemeliharaan Udang Windu (*P. monodon*) Selama Penelitian

Perlakuan	Minggu ke-					Kelayakan
	1 (ppm)	2 (ppm)	3 (ppm)	4 (ppm)	5 (ppm)	
A1B1	7,1	6,375	5,65	5,35	4,9	< 25 ppm (KKP, 2004)
A1B2	7,05	5,25	5,1	5,075	4,875	
A1B3	6,8	5,6	5,35	5,6	5,65	
A2B1	7,05	5	5,175	5,225	5,3	
A2B2	6,85	5,05	5,05	5,4	5,275	
A2B3	7	6,025	5,75	4,975	5	
A3B1	6	5,125	5,25	5,325	5,425	
A3B2	6,5	5,6	5,55	5,575	5,5	
A3B3	5,85	4,55	4,95	5,425	5,45	

c. Laju pertumbuhan relatif (RGR) udang windu

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan selama 45 hari dapat diketahui laju pertumbuhan relatif (RGR) udang windu (*Penaeus monodon*) tersaji pada Grafik 1.

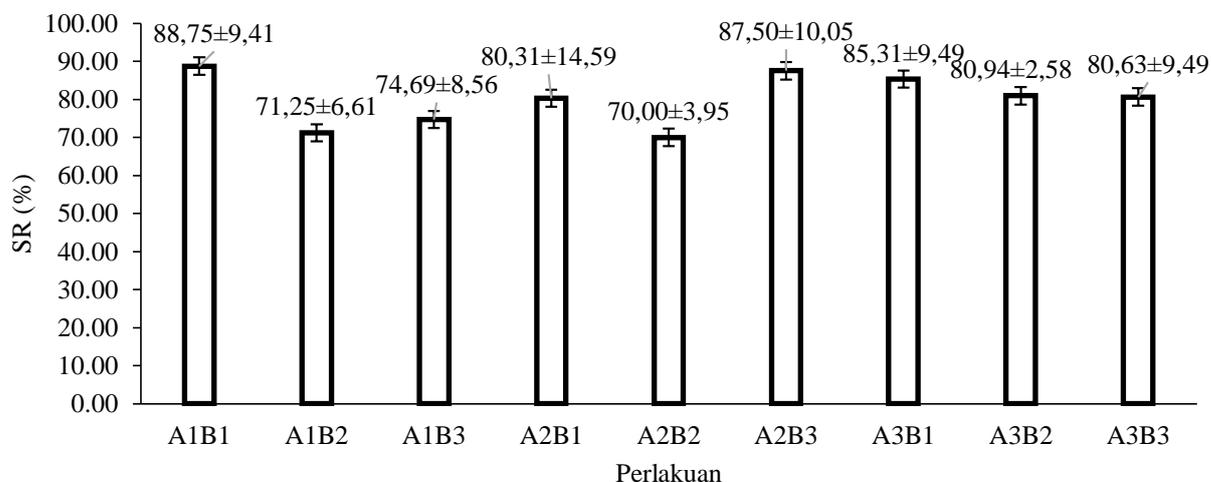


Grafik 1. Grafik Laju Pertumbuhan Relatif (RGR) Udang Windu (*Penaeus monodon*) yang dipelihara selama 45 hari dengan Perlakuan Padat Tebar Rumput Laut (*Perna* sp.) dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) yang Berbeda

Pada Grafik 1 diatas, dapat dilihat rata-rata laju pertumbuhan relatif udang windu selama penelitian. Data laju pertumbuhan relatif udang windu didapatkan nilai tertinggi pada A1B1 (padat tebar rumput laut 50 gram dan kerang hijau 30 gram) sebesar 67,11±7,83%/hari dan yang terendah terdapat pada perlakuan A3B3 (padat tebar rumput laut 150 gram dan kerang hijau 90 gram) sebesar 35,68±15,78%/hari. Data tersebut kemudian diuji normalitas, homogenitas, dan additivitasnya. Dari hasil pengujian, dapat diketahui bahwa data menyebar normal, ragam data bersifat homogen dan data bersifat aditif sehingga telah memenuhi syarat untuk melanjutkan analisis ragam (ANOVA). Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar rumput laut dan kerang hijau yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata (Sig.>0.05) terhadap laju pertumbuhan relatif udang windu. Analisis ragam data kelulushidupan udang windu menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar kerang hijau yang berbeda memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan udang windu sehingga tidak perlu melakukan Uji Wilayah Ganda Duncan.

d. Kelulushidupan (SR) udang windu

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan selama 45 hari dapat diketahui kelulushidupan udang windu (*Penaeus monodon*) tersaji pada Grafik 2.



Grafik 2. Grafik Kelulushidupan Udang Windu (*Penaeus monodon*) yang dipelihara selama 45 hari dengan Perlakuan Padat Tebar Rumput Laut (*Perna* sp.) dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) yang Berbeda

Pada Grafik 2 diatas, dapat dilihat rata-rata kelulushidupan udang windu selama penelitian. Data kelulushidupan udang windu didapatkan nilai tertinggi pada perlakuan A1B1 (padat tebar rumput laut 50 gram dan kerang hijau 30 gram) sebesar 88,75% dan perlakuan A2B2 (padat tebar rumput laut 100 gram dan kerang hijau 60 gram) sebesar 70% mendapatkan nilai kelulushidupan terendah. Data tersebut kemudian diuji normalitas, homogenitas, dan additivitasnya. Dari hasil pengujian, dapat diketahui bahwa data menyebar normal, ragam data bersifat homogen dan data bersifat aditif sehingga telah memenuhi syarat untuk melanjutkan analisis ragam (ANOVA). Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar rumput laut dan kerang hijau yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata (Sig.>0.05) terhadap kelulushidupan udang windu. Analisis ragam data kelulushidupan udang windu menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar kerang hijau yang berbeda memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan udang windu sehingga tidak perlu melakukan Uji Wilayah Ganda Duncan.

e. Kualitas air

Pengelolaan kualitas air media pemeliharaan sangatlah penting untuk diperhatikan karena mempengaruhi keberhasilan dalam budidaya udang windu (*Penaeus monodon*). Kualitas air yang tidak sesuai dapat menyebabkan kesehatan udang windu (*Penaeus monodon*) terganggu bahkan menyebabkan stres bahkan kematian. Hasil pengukuran parameter kualitas air pada media pemeliharaan udang windu (*Penaeus monodon*) adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air pada Media Pemeliharaan udang windu (*Penaeus monodon*) Selama Penelitian

Parameter	Kisaran	Kelayakan Menurut pustaka
Suhu (°C)	26 – 33,7	26 – 33 ^b
Salinitas (ppt)	21 – 40	5 – 45 ^d
pH	7,05 – 9	6,5 – 9 ^c
DO (mg/l)	3,1 – 9,6	3 – 10 ^a
NO ₃ (mg/l)	2,48 – 5,87	0,09 – 3,5 ^e
NO ₂ (mg/l)	0,01 – 0,24	0,25 ^b
NH ₃ (mg/l)	0,110 – 1,305	1 ^b

Keterangan: (a) Poernomo (1988) (d) Arsad *et al.* (2017)
 (b) Poernomo (1992) (e) Mulatsih *et al.* (2012)
 (c) Syukri (2016)

PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada kolam pemeliharaan udang windu (*Penaeus monodon*) stadia post larva (PL30) didapatkan hasil bahwa plankton yang ditemukan selama masa pemeliharaan udang windu pada setiap perlakuan terdiri atas fitoplankton. Fitoplankton yang ditemukan mencakup 3 kelas, yaitu *Bacillariophyceae*, dan *Cyanophyceae*. Fitoplankton yang mendominasi pada setiap perlakuan adalah terdapat pada kelas *Bacillariophyceae*. Kelimpahan plankton tertinggi terdapat pada perlakuan A1B1 dengan padat tebar rumput laut 50 gram dan kerang hijau 30 gram. Fitoplankton yang mendominasi pada setiap perlakuan adalah dari kelas *Bacillariophyceae*. Kelas *Bacillariophyceae* memiliki daya tahan hidup yang baik meskipun di perairan tercemar. Hal ini diperkuat oleh Gracia dan Gracia (1985) dalam Utojo (2015), kelas *Bacillariophyceae*, ini sesuai dengan kebutuhan budidaya udang di tambak karena kelas ini merupakan pakan alami yang lebih disukai oleh udang dibandingkan dengan kelas lain. Kelas *Bacillariophyceae* merupakan kelas fitoplankton yang memiliki laju pertumbuhan dengan toleransi yang tinggi serta mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan dan mampu memanfaatkan unsur hara dengan baik dibandingkan dengan spesies lain (Sanaky, 2003)

Fitoplankton dengan kelimpahan tertinggi terdapat pada perlakuan A1B1 (padat tebar rumput laut 50 gram dan kerang hijau 30 gram), dimana pada perlakuan ini padat rumput laut dan kerang hijau lebih rendah dibanding dengan perlakuan yang lain. Rumput laut dengan kepadatan yang tinggi dapat membuat pertumbuhan fitoplankton menjadi terhambat dikarenakan persaingan dalam memperoleh nutrient. Sedangkan kerang hijau memanfaatkan fitoplankton sebagai pertumbuhannya. Fitoplankton yang melimpah pada kolam pemeliharaan dapat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrient yang ada di perairan. Pakan yang terperangkap dalam sedimen bebas maka air buangan dalam kolam pemeliharaan akan mengandung nutrient dengan konsentrasi yang tinggi. Air buangan tersebut mengandung nitrogen yang tinggi jika tidak dimanfaatkan dengan baik, dimana nitrogen tersebut nantinya akan digunakan fitoplankton sebagai pertumbuhannya. Hal ini dijelaskan oleh Sagita *et al.* (2017), melimpahnya fitoplankton diduga terkait dengan beberapa parameter lingkungan yang berada dalam kisaran optimal untuk mendukung kehidupan fitoplankton tersebut, seperti cahaya, suhu, dan zat hara yang menyebabkan pertumbuhan fitoplankton lebih cepat. Diperkuat juga oleh Budiarti *et al.* (2007), kelimpahan komunitas fitoplankton sangat berhubungan dengan kandungan nutrisi seperti fosfat, nitrat, silikat, dan hara lainnya. Kandungan nutrisi dapat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton dan sebaliknya fitoplankton yang padat dapat menurunkan kandungan nutrisi dalam air.

Indeks keanekaragaman pada setiap perlakuan tidak begitu berbeda. Indeks keanekaragaman yang diperoleh berkisar antara 0,65 – 1,50. Nilai indeks keanekaragaman pada semua perlakuan menunjukkan indeks keanekaragamannya rendah karena $H' < 2,3$. Menurut Maguran (1998) dalam Faturohman *et al.* (2016) indeks keanekaragaman simpson menjelaskan bahwa apabila nilai indeks keanekaragaman mendekati 1 sebaran individu merata, dan apabila nilai indeks keanekaragaman 0,6 – 0,8 itu artinya kestabilan ekosistem baik. Faktor yang mempengaruhi nilai indeks keanekaragaman dapat berasal dari faktor lingkungan, yaitu ketersediaan nutrisi seperti fosfat dan nitrat serta kemampuan dari masing-masing jenis fitoplankton untuk beradaptasi dengan lingkungan yang ada (Yazwar, 2008).

Nilai indeks keseragaman yang diperoleh dari hasil perhitungan pada semua perlakuan berada di bawah 1, yaitu berkisar antara 0,34 – 0,77. Nilai tersebut menunjukkan pemerataan antar spesies adalah tinggi, artinya kekayaan individu yang dimiliki masing-masing spesies seragam. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wijaya dan Hariyati (2009) bahwa nilai indeks keseragaman berkisar antara 0,6 – 1 artinya adalah pemerataan antar spesies relatif seragam atau jumlah individu masing-masing spesies relatif sama.

Hasil indeks dominasi yang diperoleh yaitu berkisar 0,25 – 0,69 artinya adalah terdapat jenis yang mendominasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fachrul (2007) nilai indeks dominasi $< 0,5$ berarti tidak ada jenis yang mendominasi sedangkan apabila indeks dominasi $> 0,5$ berarti ada jenis tertentu yang mendominasi. Indeks dominasi berkisar antara 0 - 1 apabila semakin rendah mendekati 0 maka diduga tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya walaupun terdapat spesies yang jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan spesies lain.

Kelimpahan plankton A1B1 (padat tebar rumput laut 50 gram dan kerang hijau 30 gram) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain dapat dikarenakan kepadatan organisme dalam perlakuan tersebut lebih rendah dibandingkan perlakuan yang lain. Melimpahnya plankton disebabkan karena nutrient yang ada pada perairan mencukupi, dimana zat hara anorganik utama yang diperlukan fitoplankton untuk tumbuh dan berkembangbiak adalah nitrogen dan fosfor. Dimana fitoplankton ini sebagai pakan untuk kerang hijau. Hal ini diperkuat oleh Evania *et al.* (2018), pakan kerang hijau berupa plankton, bahan organik, dan sisa pakan maupun kotoran udang. Sedangkan rumput laut (*Gracillaria* sp.) juga membutuhkan nitrat dan fosfat untuk pertumbuhannya. Hal ini diperkuat Masyahoro dan Mappiratu (2010), kandungan nutrisi utama yang diperlukan rumput laut seperti nitrat dan fosfat, sangat berpengaruh terhadap stadia reproduksinya. Nitrat merupakan komponen yang sangat penting untuk merangsang pertumbuhan thallus rumput laut.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan nilai BOD terlihat fluktuatif, dimana terdapat kenaikan dan penurunan selama masa pemeliharaan, namun pada perlakuan A1B1 dan A1B2 mengalami penurunan. Nilai BOD pada setiap perlakuan berkisar 4,5 – 7,1 mg/l. Hal ini dapat dikatakan bahwa nilai tersebut memiliki

tingkat pencemaran yang rendah. Hal ini diperkuat Wirosurjono (1974) dalam Salmin (2005), tinggi rendahnya pencemaran pada suatu perairan sangat mempengaruhi kadar oksigen pada saat pemecahan bahan organik. Jika BOD antara 0 – 10 maka tingkat pencemarannya rendah. BOD antara 10 – 20 maka tingkat pencemarannya sedang, dan jika BOD 25 maka tingkat pencemarannya tinggi. Kelimpahan di suatu perairan bergantung pada pencemaran yang terjadi oleh zat organik, selama proses oksidasi bakteri menghabiskan oksigen terlarut dan mengakibatkan ikan mati.

Perlakuan A1B1 dan A1B2 mengalami penurunan nilai BOD selama pemeliharaan dibandingkan perlakuan yang lain Hal ini dapat disebabkan persaingan dalam memperoleh oksigen dalam kolam pemeliharaan, dimana bakteri memerlukan oksigen dalam proses penguraian limbah organik, begitu pula dengan kultivan yang ada di budidaya. Kelimpahan plankton pada perlakuan tersebut juga memiliki nilai yang tinggi dibandingkan yang lainnya, ini juga berdampak pada pengurangan limbah organik dikarenakan limbah organik dimanfaatkan fitoplankton dalam pertumbuhannya. Hal ini diperkuat Akbar *et al.*, (2015), plankton berperan dalam memanfaatkan limbah menjadi nutrient yang diamilasi melalui proses fotosintesis. Tingkat produksi plankton juga dapat menentukan kondisi suatu perairan stabil atau tidak stabil.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dengan pengaruh padat penebaran rumput laut (*Gracillaria* sp.) dan kerang hijau (*Perna* sp.) yang berbeda terhadap udang windu (*Penaeus monodon*) menunjukkan bahwa adanya perbedaan laju pertumbuhan bobot relatif udang windu (*Penaeus monodon*). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar rumput laut dan kerang hijau yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata (Sig.>0.05) terhadap laju pertumbuhan relatif udang windu. Nilai pertumbuhan relatif udang windu yang tertinggi terdapat pada perlakuan A1B1, yaitu dengan padat penebaran rumput laut 50 gram dan kerang hijau sebanyak 30 gram. Perlakuan A1B1 menghasilkan nilai laju pertumbuhan relatif bobot tertinggi sebesar $67,11 \pm 7,83\%$ /hari dibandingkan dengan perlakuan A2B1 sebesar $61,85 \pm 12,45\%$ /hari, perlakuan A1B2 sebesar $60,92 \pm 7,45\%$ /hari, perlakuan A1B3 sebesar $56,66 \pm 7,85\%$ /hari, perlakuan A2B2 sebesar $53,57 \pm 4,32\%$ /hari, perlakuan A3B1 sebesar $53,57 \pm 4,32\%$ /hari, perlakuan A3B2 sebesar $43,68 \pm 7,99\%$ /hari, perlakuan A2B3 sebesar $39,09 \pm 2,70\%$ /hari, dan perlakuan A3B3 sebesar $35,68 \pm 15,78\%$ /hari. Nilai pertumbuhan relatif udang windu tertinggi terdapat pada perlakuan A1B1. Hal ini dikarenakan bahwa pada perlakuan A1B1 padat penebaran rumput laut dan kerang hijau lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. dimana kompetisi yang terjadi lebih sedikit sehingga dalam memanfaatkan ruang gerak, kebutuhan makanan dan oksigen lebih besar untuk udang beradaptasi dengan lingkungannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Cholik *et al.* (1990) dalam Putri dan Susilowati (2013) bahwa padat penebaran akan mempengaruhi kompetisi terhadap ruang gerak, kebutuhan makanan dan kondisi lingkungan yang pada gilirannya dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kelulushidupan yang merinci pada produksi. Semakin rendah kepadatan maka kompetisi dalam mendapatkan oksigen dan ruang gerak akan lebih rendah (Prihantoro *et al.*, 2014).

Kelulushidupan udang windu (*Penaeus monodon*) yang dibudidayakan bersama rumput laut (*Gracillaria* sp.) dan kerang hijau (*Perna* sp.) dengan padat penebaran berbeda didapatkan nilai tertinggi, yaitu pada perlakuan A1B1 (padat tebar rumput laut 50 gram dan kerang hijau 30 gram) sebesar 88,75% dan nilai terendah pada perlakuan A2B2 padat tebar rumput laut 100 gram dan kerang hijau 60 gram) sebesar 70%. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar rumput laut dan kerang hijau yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata (Sig.>0.05) terhadap kelulushidupan udang windu. Kelulushidupan tertinggi terdapat pada perlakuan A1B1 (padat tebar rumput laut 50 gram dan kerang hijau 30 gram), hal ini menunjukkan bahwa udang masih dapat beradaptasi dengan baik dengan pemberian rumput laut dan kerang hijau. Semakin tinggi padat penebaran kerang hijau di kolam pemeliharaan maka semakin besar persaingan dalam mendapatkan oksigen dan ruang gerak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hidayat *et al.* (2014) bahwa semakin padatnya mikroorganisme di kolam pemeliharaan dapat menyebabkan terjadinya persaingan dalam ruang gerak maupun mendapatkan oksigen sehingga udang menjadi stress bahkan mengalami kematian. Hal ini diperkuat oleh Purnamasari *et al.* (2017), tingkat kelangsungan hidup udang dapat menurun dikarenakan padat penebaran yang tinggi akan meningkatkan kompetisi udang dalam mendapatkan makanan, ruang gerak, tempat hidup dan oksigen. Udang memiliki sifat kanibal, yaitu suka memangsa sesama jenis. Sifat tersebut dapat muncul apabila udang mengalami stress atau pakan yang diberikan kurang.

Hasil kandungan oksigen terlarut (DO) media pemeliharaan berkisar antara 3,1 ppm sampai 9,6 ppm. Kandungan oksigen yang terdapat pada media pemeliharaan udang windu (*Penaeus monodon*) masih dalam kondisi layak dalam mendukung pertumbuhan udang windu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Poernomo (1988) dalam Utojo (2015), persyaratan mutu air yang baik bagi tambak udang berkisar 3 – 10 mg/L dan optimumnya berkisar 4 – 7 mg/L. Hal ini diperkuat oleh Arsad *et al.* (2017) bahwa kadar oksigen terlarut (DO) di bawah 3 mg/l dapat menyebabkan udang menjadi stress dan mengalami kematian. Hal yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi kekurangan oksigen, maka tambak dilengkapi dengan kincir air atau aerator.

Suhu merupakan salah satu faktor abiotik yang dapat mempengaruhi aktivitas, konsumsi oksigen, laju metabolisme, sintasan dan pertumbuhan udang windu. Suhu air media pemeliharaan berada dalam berkisar antara 26 – 33 °C. Nilai ini menunjukkan suhu air masih berada dalam kisaran normal yang dapat ditolerir oleh post larva udang windu. Hal ini diperkuat oleh Poernomo (1992) dalam Utojo (2015), persyaratan suhu air tambak udang berkisar 26 – 33 °C dan kisaran optimumnya 29 – 31 °C. Meningkatkan suhu air tambak seiring dengan meningkatnya konsumsi oksigen yang dibutuhkan oleh organisme akuatik termasuk plankton.

pH air media pemeliharaan berkisar antara 7,05 – 9. Nilai pH air yang diperoleh masih tergolong baik bagi post larva udang windu. Hal ini didukung oleh pernyataan Syukri (2016), pH perairan yang sesuai untuk pertumbuhan post larva udang windu adalah berkisar antara 6,5 sampai 9. Kisaran pH tersebut masih layak bagi kegiatan pembenihan post larva udang windu serta mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup post larva udang windu. Menurut Soeseno (1983) dalam Handayani (2009), air yang sedikit basa dalam suatu perairan sekitar tambak, dapat mendorong proses pembongkaran bahan organik menjadi garam mineral yang akan diserap oleh tumbuhan-tumbuhan renik dan menjadi pakan alami bagi ikan-ikan atau udang sehingga perairan akan semakin subur.

Salinitas sangat berperan penting terhadap proses metabolisme dan kelulushidupan udang windu. Salinitas air media pemeliharaan berkisar antara 21 ppt sampai 40 ppt. Nilai tersebut menunjukkan bahwa salinitas di kolam pemeliharaan layak untuk pertumbuhan dan kelulushidupan udang windu. Hal ini diperkuat oleh Arsad *et al.* (2017) bahwa udang dapat bertahan hidup pada salinitas yang tidak terlalu tinggi, yaitu berkisar antara 10 – 30 ppt dan udang dapat tumbuh baik pada salinitas 5 - 45 ppt.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada kolam pemeliharaan udang windu (*P. monodon*) didapatkan nilai ammonia berkisar antara 0,110 – 1,195. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ammonia di kolam pemeliharaan melebihi batas untuk pemeliharaan udang windu. Hal ini diperkuat oleh Poernomo (1992) dalam Utojo (2015), persyaratan kadar ammonia total air tambak udang yaitu 1,0 mg/L dengan optimumnya 0,1 mg/L. Hal ini juga diperkuat oleh Dede *et al.* (2014), hasil pengukuran konsentrasi ammonia di dalam tambak udang belum melampaui ambang batas toleransi (0,1 mg/L) sehingga dapat dikatakan masih sesuai untuk kelanjutan usaha budidaya tambak udang. Hal ini dikarenakan kisaran konsentrasi tersebut udang masih dapat mengikat oksigen dengan baik sehingga tidak menyebabkan nafsu makan menurun.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada kolam pemeliharaan udang windu (*P. monodon*) didapatkan nilai nitrat berkisar antara 2,48 – 5,87. Menurut Mulatsih *et al.* (2012) bahwa kandungan nitrat yang optimal untuk kegiatan budidaya adalah berkisar 0,09 – 3,5 mg/l. konsentrasi nitrat dibawah 0,01 mg/l atau di atas 4,5 mg/l merupakan faktor pembatas. Kandungan unsur nitrogen (N) mengalami peningkatan karena pada nitrogen diabsorpsi oleh fitoplankton dalam bentuk nitrat (NO_3) dan ammonia (NH_3). Senyawa – senyawa nitrogen sangat dipengaruhi oleh kandungan oksigen dalam air, pada saat kandungan oksigen rendah maka nitrogen berubah menjadi amoniak (NH_3) dan saat kandungan oksigen tinggi maka nitrogen berubah menjadi nitrat (NO_3) maka senyawa – senyawa tersebut dimanfaatkan oleh rumput laut.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada kolam pemeliharaan udang windu (*P. monodon*) didapatkan nilai nitrit berkisar antara 0,01 – 0,24. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ammonia di kolam pemeliharaan masih layak untuk pemeliharaan udang windu. Hal ini diperkuat oleh Poernomo (1992) dalam Utojo (2015) bahwa kandungan nitrit optimum tambak udang yaitu 0,25 mg/L. Apabila kadar nitrit lebih dari ambang batas toleransi maka akan menimbulkan racun dan membahayakan organisme didalam tambak karena dapat mengoksidasi Fe^{2+} di dalam haemoglobin yang mengakibatkan kemampuan darah untuk mengikat oksigen menurun (Dede *et al.*, 2014)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kelimpahan plankton tertinggi terdapat pada perlakuan A1B1 yaitu 430.320 ind/L dan nilai BOD mengalami penurunan pada perlakuan A1B1 dan A1B2.
2. Perlakuan padat tebar rumput laut dan kerang hijau yang terbaik, yaitu pada perlakuan A1B1 dengan padat tebar rumput laut 50 gram dan kerang hijau 30 gram, dimana nilai laju pertumbuhan relatif sebesar 67,11%/hari dan SR terbaik sebesar 88,75%.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah padat tebar rumput laut (*Gracillaria sp.*) dan kerang hijau (*Perna sp.*) pada budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) dengan sistem *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA), sebaiknya menggunakan rumput laut 50 gram/m² dan kerang hijau 30 gram/m².

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada orangtua dan dosen pembimbing yang telah memberikan doa, dukungan dan finansial, terima kasih kepada PASMII yang telah memberikan sumber dana dalam penelitian ini, terimakasih kepada bapak dan ibu Ghofur yang telah membantu dalam proses penelitian, serta semua pihak yang telah mendukung saya untuk dapat melakukan penelitian dan membantu kelancaran dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M, Isriansyah dan M. Maaruf. 2015. Studi Struktur Komunitas Plankton pada Sistem Akuakultur Multi-Trofik Terpadu. *Jurnal Aquawarman*. 1 (1): 19 – 27.
- Aliah, R. S. 2012. Keragaan Model Budidaya Perikanan Terintegrasi Multi Trofik di Pantai Utara Karawang, Jawa Barat. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 13(1): 47 – 58.
- Arsad. S., A. Afandy, A.P. Purwadhi, B.Maya V, D.K. Saputra dan N.R. Buwono. 2017. Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 9(1) : 1- 14.
- Budiarti, T., I. Widyaay dan D. Wahjuningrum. 2007. Hubungan Komunitas Fitoplankton dengan Produktivitas Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Biocrete. *Jurnal Akuatik Indonesia*. 6 (2): 119 – 125.
- Dede, H., R. Aryawati dan G. Diansyah. 2014. Evaluasi Tingkat Kesesuaian Kualitas Air Tambak Udang Berdasarkan Produktivitas Primer PT. Tirta Bumi Nirbaya Teluk Hurun Lampung Selatan (Studi Kasus). *Maspri Journal*. 6(1): 32 – 38.
- Evania, C. S. Rejeki dan R. Wisnu. 2018. Performa Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*) yang Dibudidayakan Bersama Kerang Hijau (*Perna viridis*) dengan Sistem IMTA. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*. 2 (2): 44 – 58.
- Fachrul, M. F. 2007. Metode Sampling Bioekologi. PT. Bumi Aksara. Jakarta.
- Faturohman, I., Sunarto dan I. Nurruhwati. 2016. Korelasi Kelimpahan Plankton dengan Suhu Perairan Laut di Sekitar PLTU Cirebon. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 7 (1): 115 – 122.
- Handayani, D. 2009. Kelimpahan dan Keanekaragaman Plankton di Perairan Pasang Surut Tambak Blanakan, Subang. Skripsi. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah: Jakarta.
- Hidayat, Riyan., A. Sudaryono dan D. Harwanto. 2014. Pengaruh C/N Ratio Berbeda Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*) pada Media Bioflok. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3(4): 166 – 173.
- Liliandari, P. dan Aunurohim. 2013. Kecepatan Filtrasi Kerang Hijau *Perna viridis* terhadap *Chaetoceros* sp dalam Media Logam Tercemar Kadmium. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2 (2): 149 – 154.
- Masyahoro dan Mappiratu. 2010. Respon Pertumbuhan pada Berbagai Kedalaman Bibit dan Umur Panen Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) di Perairan Teluk Palu. *Media Litbang Sulteng*. ISSN: 1979-5971. 3(2):104111
- Mulatsih, S., N. U. Hartanti dan Narto. 2012. Peranan Rumput Laut sebagai Biofilter terhadap Peningkatan Kualitas Perairan dengan Skala Laboratorium Desa Randusanga Wetan, Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes.
- Prihantoro, A. C., Wahyuni, S. Yudha, Adiputra, T. , Diantari, R. 2014. Pengaruh Padat Tebar terhadap Pertumbuhan dan Kualitas Udang Windu (*Panaeus monodon*) pada Sistem Nursery. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*.
- Purnamasari, Indah., D. Purnama dan M. A. F. Utami. 2017. Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Intensif. *Jurnal Enggano*. 2(1): 58 – 67.
- Putri, Y. S. dan Susilowati. 2013. Pengaruh Padat Penebaran terhadap Kelulusan dan Pertumbuhan Udang Vanname (*Litopenaeus vannamei*) serta Produksi Biomassa Rumput Laut (*Gracillaria* sp.) pada Budidaya Polikultur. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2 (3): 12 – 19.
- Sagita, A., R. Kurnia dan Sulistiono. 2017. Budidaya Kerang Hijau (*Perna viridis*) dengan Metode dan Kepadatan Berbeda di Perairan Pesisir Kuala Langsa, Aceh. *Jurnal Riset Akuakultur*. 12(1) : 57 – 68.
- Sagita, A., R. Kurnia dan Sulistiono. 2017. Budidaya Kerang Hijau (*Perna viridis*) dengan Metode dan Kepadatan Berbeda di Perairan Pesisir Kuala Langsa, Aceh. *Jurnal Riset Akuakultur*. 12(1) : 57 – 68.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai salah satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. 30 (3): 21 – 26.
- Sanaky, A. 2003. Struktur Komunitas Fitoplankton serta Hubungannya dengan Parameter Fisika Kimia Perairan di Muara Sungai Bengawan Solo Ujung Pangkah Gresik Jawa Timur. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Syukri, M. 2016. Pengaruh Salinitas Terhadap Sintasan dan Pertumbuhan Larva Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Galung Tropika*. 5(2) : 86 – 96.
- Utojo. 2015. Keragaman Plankton dan Kondisi Perairan Tambak Intensif dan Tradisional di Probolinggo Jawa Timur. *Biosfera*. 32 (2): 83 – 97.
- Wijaya, T. S. dan R. Hariyati. 2009. Struktur Komunitas Fitoplankton sebagai Bio Indikator Kualitas Perairan Danau Rawapening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. Laboratorium Ekologi dan Biosistemika Jurusan Biologi F. MIPA UNDIP, Semarang. Semarang.
- Yazwar. 2008. Keanekaragaman Plankton dan Keterkaitannya dengan Kualitas Air di Parapat Danau Toba Medan. Tesis Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.