

## Penggunaan The Redfield Ratio Calculator untuk Mempertahankan N/P Rasio di Tambak Udang Vaname

Bambang Widyo Prastowo<sup>1\*</sup>, Anggoro Prihutomo<sup>2</sup>, Manja Meyky Bond<sup>3</sup>, Betutu Senggagau<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Loka Pemeriksaan Penyakit Ikan dan Lingkungan, Jl. Raya Carita Desa Umbul Tanjung Kecamatan Cinangka PO. Box 123, Anyer Lor, Serang 42167. \*Email Korespondensi : [bambang\\_fds@yahoo.com](mailto:bambang_fds@yahoo.com)

<sup>2</sup>Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya Desa Pusakajaya Utara RT 01/RW 04, Kec. Cilebar, North Pusakajaya Utara, Cilebar, Karawang 41353.

<sup>3</sup>Loka Pemeriksaan Penyakit Ikan dan Lingkungan, Jl. Raya Carita Desa Umbul Tanjung Kecamatan Cinangka PO. Box 123, Anyer Lor, Serang 42167.

**Abstrak.** Kegiatan perekayasaan ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas penggunaan “The Redfield Ratio Calculator” dalam penghitungan jumlah pupuk nitrogen dan phosphat yang diaplikasikan pada media budidaya udang vaname untuk mempertahankan keseimbangan nilai N/P rasio agar keseimbangan dan kehidupan plankton di media budidaya udang dapat dipertahankan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei - September 2017 di tambak udang milik Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya (BLUPPB) Karawang. Dalam studi ini dipergunakan “The Redfield Ratio Calculator” untuk penghitungan jumlah pupuk nitrogen dan phosphat untuk mempertahankan keseimbangan N/P rasio sebesar 20-30 dibanding 1 untuk pertumbuhan terbaik bagi diatom di dalam media budidaya. Caranya dengan memasukkan nilai nitrat dan phosphat dari hasil pengukuran air tambak ke dalam kalkulator tersebut sehingga didapatkan nilai Buddendorf rasio, kemudian dikali 1,53 untuk mendapatkan N/P (Redfield) rasio sebenarnya. Hasil studi menunjukkan bahwa penggunaan “The Redfield Ratio Calculator” sangat memudahkan untuk mempertahankan N/P rasio yang ditunjukkan dengan stabilnya N/P rasio pada kisaran 20-30 : 1. Nilai N/P rasio ini menyebabkan pertumbuhan alga hijau secara normal dan jumlahnya tidak melampaui jumlah ideal untuk kehidupan udang vaname di tambak. Pemanfaatan metode ini juga dapat meningkatkan performa (berat dan panjang), hasil panen (biomassa) serta mencegah terjadinya serangan penyakit pada udang vaname.

**Kata kunci :** *N/P rasio; pupuk nitrogen dan phosphat; penyakit; The Redfield ratio calculator*

### Pendahuluan

Salah satu faktor untuk menjamin keberhasilan dalam usaha budidaya udang adalah pengaturan atau pengontrolan tingkat kecerahan air tambak dengan cara mengatur dan mengontrol kestabilan plankton di dalam tambak dan memacu pertumbuhan bibit plankton pada perairan yang sedang diperbaiki kualitasnya agar sesuai dengan tingkat kebutuhan udang. Pembudidaya telah mengamati agar didapatkan pertumbuhan udang yang baik maka tipe fitoplankton yang umum didapatkan haruslah dari jenis alga hijau dan diatomae. Telah diketahui pula bahwa udang akan mengalami pertumbuhan yang lambat apabila di dalam tambaknya yang banyak tumbuh adalah fitoplankton dari golongan phytoflagellates. Kedua tipe fitoplankton tersebut memerlukan kebutuhan nutrient yang berbeda. Pemberian nutrient pada air tambak pada umumnya dilakukan dengan pemupukan, dan usaha ini merupakan salah satu perlakuan teknis budidaya yang sudah umum dilakukan. Pemupukan yang diberikan pada air tambak baik berupa pupuk organik maupun an organik untuk menyuplai zat-zat yang dibutuhkan phytoplankton di dalam tambak dengan dosis sesuai dengan tingkat keperluan. Kestabilitan dalam stok biomassa dan aktivitas metabolismik dari komunitas fitoplankton adalah penting untuk menjaga lingkungan yang cocok untuk hewan budidaya. Lemonnier et al., (2006) menemukan terjadinya pertumbuhan eksponensial fitoplankton dengan tingkat yang tinggi dan cepat, dan tiba-tiba fitoplanktonnya menjadi mati di tambak budidaya udang yang terkena penyakit. Hal ini menunjukkan stabilitas ekosistem yang rendah dan hilangnya mekanisme homeostatis. Juga diamati terjadinya pergeseran dari pico- ke nano phytoplankton dalam kaitannya dengan kematian udang di tambak.

Sejak awal abad kedua puluh telah diketahui, terutama melalui karya ilmuwan Universitas Harvard Alfred Redfield, mengenai rasio Nitrogen:Phosphor bahwa komposisi unsur fitoplankton adalah mirip dengan laut: 16N: 1P. Para ilmuwan telah menerima ini sebagai sebuah konstanta yang disebut dengan Redfield Rasio. Lebih jauh dijelaskan oleh Redfield et al, (1963) bahwa rasio Redfield yang sudah umum diketahui dari rasio N: P sebesar 16 untuk fitoplankton tersebut bukanlah nilai optimal yang universal tetapi mewakili rata-rata untuk kumpulan phytoplankton yang beragam yang tumbuh di bawah variasi kondisi yang berbeda dan menggunakan berbagai

strategi pertumbuhan. N: P rasio tidak tetap di lingkungan dan ini terutama disebabkan oleh masuknya nutrisi dari sumber antropogenik seperti pupuk dan limpasan yang mengandung sumber kaya nutrisi (misalnya limbah). Di laboratorium dan bak-bak pemeliharaan fitoplankton, rasio antara nitrogen (N) dengan phosphor (P) adalah 20 atau 30 dibanding 1 untuk pertumbuhan terbaik bagi diatom, dan rasio mendekati 1:1 adalah yang paling sesuai untuk pertumbuhan phytoflagellates. Arrigo (2005) menjelaskan mengenai perbedaan secara nyata mengenai N: P rasio diantara filum dan super famili fitoplankton. Sebagai contoh, ganggang hijau membutuhkan N: P  $\sim$  30 sedangkan diatom memerlukan  $\sim$  10 dan Dinophyceae memerlukan  $\sim$  12 dan ganggang merah memerlukan N: P  $\sim$  10.

Untuk penghitungan N/P rasio, biasanya hanya dapat dilakukan dengan mengukur nitrogen dan phosphor. Tetapi selain biasanya nilainya rendah, juga sulit untuk dilakukan dan memerlukan banyak waktu untuk analisanya. Itulah sebabnya dipergunakan The Redfield ratio calculator untuk memudahkan penghitungan N/P rasio ini. Caranya cukup mudah yaitu dengan memasukkan nilai nitrat dan phosphat dari hasil pengukuran air tambak ke dalam kalkulator tersebut sehingga didapatkan nilai Buddendorf rasio, kemudian dikali 1,53 untuk mendapatkan N/P (Redfield) rasio sebenarnya. Penggunaan The Redfield ratio calculator ini diharapkan dapat memudahkan untuk penghitungan N/P rasio di tambak agar dapat dihasilkan pertumbuhan alga hijau secara normal di tambak dan jumlahnya tidak melampaui jumlah yang ideal untuk kehidupan udang vaname di tambak. Kegiatan perekayasaan ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan The Redfield Ratio Calculator untuk (i) mempertahankan N/P rasio di tambak udang, (II) melihat pengaruhnya terhadap performa udang vaname di tambak serta (iii) melihat ketahanan udang vaname terhadap serangan penyakit di tambak, khususnya serangan penyakit White Feces Disease (WFD) selama pemeliharaan berlangsung.

## Bahan dan Metode

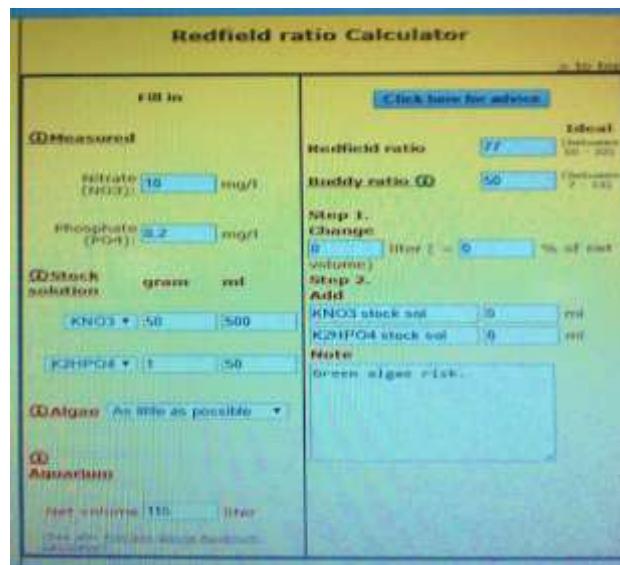
### Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan antara lain pupuk ZA, pupuk SP<sub>36</sub>, molase, probiotik, plastik LDPE, Quick pro, tionat, vitamin C, kapur (CaCO<sub>3</sub>, MgCl, CaCl, KCl, ZA, SP-36, CuSO<sub>4</sub>), saponin, triclor, kaporit, pakan udang. Peralatan yang digunakan untuk pemeliharaan udang antara lain kincir air, automatic feeder, peralatan lapangan, peralatan panen udang dan komputer.

### Metode

#### Cara pemakaian Redfield ratio calculator

- Metode Redfield Ratio Calculator dipergunakan untuk menghitung aplikasi pupuk nitrogen dan phosphat terhadap keseimbangan N/P rasio pada air media budidaya udang vaname.
- Lakukan pengukuran kualitas air. Hitung nilai nitrat dan phosphat di dalam air tambak. Masukkan nilainya sesuai masing-masing kolom di Redfield ratio calculator (Gambar 1).
- Masukkan nilai nitrat- dan phosphat dari hasil pengukuran ke dalam kalkulator tersebut sehingga akan didapatkan nilai Buddendorf / Buddy rasio.
- Untuk mendapatkan nilai rasio nitrogen/phosphor (N/P rasio) yang sebenarnya, maka nilai Buddy rasio diatas dikonversikan dengan mengkalikannya dengan nilai 1,53 sehingga akan didapatkan nilai N/P rasio sebenarnya atau disebut juga nilai Redfield rasio.



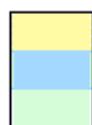
Gambar 1. Redfield ratio calculator.

- Selain itu juga terdapat informasi mengenai pupuk nitrogen dan phosphat apa yang harus ditambahkan untuk memperbaiki keseimbangan N/P rasio tersebut.
- Caranya pilih jenis alga yang diinginkan.
- Masukkan volume air pemeliharaan (liter). Untuk penambahan pupuk nitrogen dan/atau phosphat yang paling sesuai maka kalkulator harus mengetahui berapa volume air pemeliharaan yang akan dipergunakan, karena apabila tidak sesuai maka penambahan unsur nitrogen atau phosphat akan kebanyakan atau terlalu sedikit.
- Buat larutan stock. Kalkulator akan menghitung berapa banyak larutan stock yang harus dibuat, Kemudian tekan tombol : "Click here for advice" di kolom sebelah kanan. Lihat berapa Redfield dan buddy ratio yang didapatkan.
- Bandingkan hasilnya dengan nilai idealnya (lihat keterangan disebelah kanannya), lihat nilai yang diperoleh dan bandingkan dengan Tabel 1 dibawah, apabila kondisinya tidak sesuai untuk pertumbuhan jenis alga yang anda inginkan maka akan terdapat informasi tambahan mengenai berapa liter atau persentase penggantian air yang harus dilakukan (step 1) dan berapa banyak (ml) pupuk nitrogen atau phosphat yang harus diambil dari larutan stok yang telah dibuat sebelumnya dan kemudian ditambahkan ke dalam air tambak (step 2).
- Redfield ratio kalkulator juga akan memberikan catatan mengenai apa yang sedang terjadi pada air tambak anda berdasarkan nilai nitrat dan phosphat yang telah anda masukkan sebelumnya dan saran apa yang harus dilakukan tergantung pada situasi di media pemeliharaan.

Tabel 1. Redfield ratio yang dihitung berdasarkan nilai nitrat dan phosphat.

**Redfield ratio  
 calculated from nitrate and phosphate**

Phosphate mg/l	Nitrate (mg/l)										
	0,01	1	2,5	5	7,5	10	15	20	30	40	50
0,01	2	153	383	765	1148	1530	2295	3060	4590	6120	7650
0,05	0	31	77	153	230	306	459	612	918	1224	1530
0,1	0	15	38	77	115	153	230	306	459	612	765
0,2	0	8	19	38	57	77	115	153	230	306	383
0,3	0	5	13	26	38	51	77	102	153	204	255
0,5	0	3	8	15	23	31	46	61	92	122	153
1	0	2	4	8	11	15	23	31	46	61	77
1,5	0	1	3	5	8	10	15	20	31	41	51
2	0	1	2	4	6	8	11	15	23	31	38

	Little change of algae	Ratio
	Chance of blue-green algae	
	Chance of green algae	

Lower limit (blue-green algae): 10  
 Upper limit (green algae): 22

#### Manajemen budidaya udang vaname

- Pengujian berlangsung selama 100 hari dimulai pada bulan Mei sampai dengan September 2017 di Tambak udang milik Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya (BLUPPB) Karawang.
- Manajemen budidaya selama pengujian berlangsung dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Manajemen budidaya udang vaname selama pengujian berlangsung.

No	Keterangan	J II-5 (Kontrol)	J II-7 (Kontrol)	J II-9 (Perekayasaan)	J II-15 (Perekayasaan)
1	Status tambak	BLUPPB	BLUPPB	BLUPPB	BLUPPB
2	Luas tambak (m <sup>2</sup> )	1000	1000	1000	1000
3	Plastik tambak	LDPE	LDPE	LDPE	LDPE
4	Jumlah udang (ekor)	60.000	60.000	60.000	60.000
5	Jumlah kincir air (buah)	3	3	3	3
6	Sumber air	Air sumur	Air sumur	Air sumur	Air sumur
7	Penggantian air	LWE	LWE	LWE	LWE
8	Pemupukan	Rutin	Rutin	Redfield RC	Redfield RC
9	Pakan	Pellet (35-40%)	Pellet (35-40%)	Pellet (35-40%)	Pellet (35-40%)
10	Pupuk Nitrogen	ZA (NH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> )			
11	Pupuk Phosphat	SP <sub>36</sub> (Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> )	SP <sub>36</sub> (Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> )	SP <sub>36</sub> (Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> )	SP <sub>36</sub> (Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> )
12	Waktu pemeliharaan (hari)	100	100	100	100

Keterangan: LDPE = Low-density polyethylene; LWE = Least water exchange; Redfield RC = The Redfield ratio calculator.

## Parameter uji

- Parameter uji meliputi pengaruh penambahan pupuk nitrogen dan phosphat untuk mempertahankan keseimbangan N/P rasio media budidaya udang vaname.
- Pengamatan pertumbuhan dilakukan terhadap laju pertumbuhan (berat dan panjang), FCR, tingkat kelangsungan hidup dan biomassa udang vaname setiap 2 minggu sekali.
- Pengamatan ketahanan udang vaname di tambak terhadap serangan penyakit viral, bakterial dan parasit yang sampelnya diambil di awal dan di akhir pemeliharaan dengan menggunakan metode Polymerase Chain Reaction (PCR).
- Pengaruh perlakuan terhadap kelangsungan hidup, pertumbuhan dan FCR udang dianalisis menggunakan uji Anova.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil

#### Aplikasi pupuk nitrogen dan phosphat terhadap keseimbangan N/P rasio pada air media budidaya udang vaname dengan menggunakan metode Redfield Ratio Calculator

Hasil dari kegiatan perekayaan berupa aplikasi pupuk nitrogen dan phosphat terhadap keseimbangan N/P rasio pada air media budidaya udang vaname dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah ini.

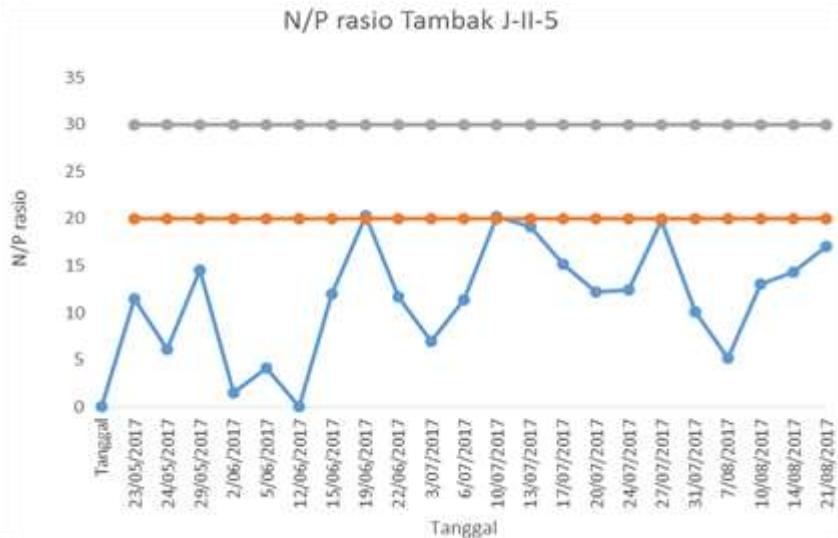


Gambar 2. Fluktuasi nitrat dan phosphat di tambak kontrol J-II-5.

Nilai nitrat di tambak J-II-5 terlihat cukup tinggi dan telah melebihi nilai ambangnya sejak dari awal masa persiapan. Nilai nitrat ini walaupun terlihat mengalami penurunan pada saat awal pemeliharaan udang vaname namun seiring dengan waktu terus mengalami kenaikan dan mengalami puncaknya pada saat akhir masa pemeliharaan udang vaname. Walaupun pada awalnya nilai phosphat juga telah menunjukkan nilai cukup tinggi dan melebihi nilai ambangnya tetapi terlihat pada saat awal pemeliharaan udang vaname mengalami penurunan yang cukup signifikan dan terus stabil hingga mendekati akhir masa pemeliharaan udang vaname. Nilai phosphat kemudian terus mengalami kenaikan dan cenderung untuk fluktuatif hingga akhir masa pemeliharaan udang vaname di tambak.

Nitrat : phosphat rasio (N/P rasio) yang dipersyaratkan untuk pemeliharaan udang vaname di tambak adalah diatas nilai 20. Nilai N/P rasio dibawah 10 akan menyebabkan terjadinya perkembangan *blue green algae* (khususnya dari jenis *phytoflagellata*) yang tidak terkendali di tambak dan kondisi ini sangat membahayakan bagi kehidupan udang vaname di tambak. Adakalanya juga terjadi kematian atau plankton sulit hidup di tambak. Tambak-tambak yang seperti ini pada umumnya mempunyai nilai N/P rasio sekitar 16 (berkisar antara 10-20). Agar plankton (*green algae*) yang diinginkan dapat hidup di tambak pemeliharaan udang vaname maka nilai N/P rasio yang dipersyaratkan adalah sekitar 20-30. Nilai N/P rasio diatas itu akan mengakibatkan terjadinya blooming *green algae* di tambak dan justru akan menyebabkan permasalahan bagi kehidupan udang vaname di tambak.

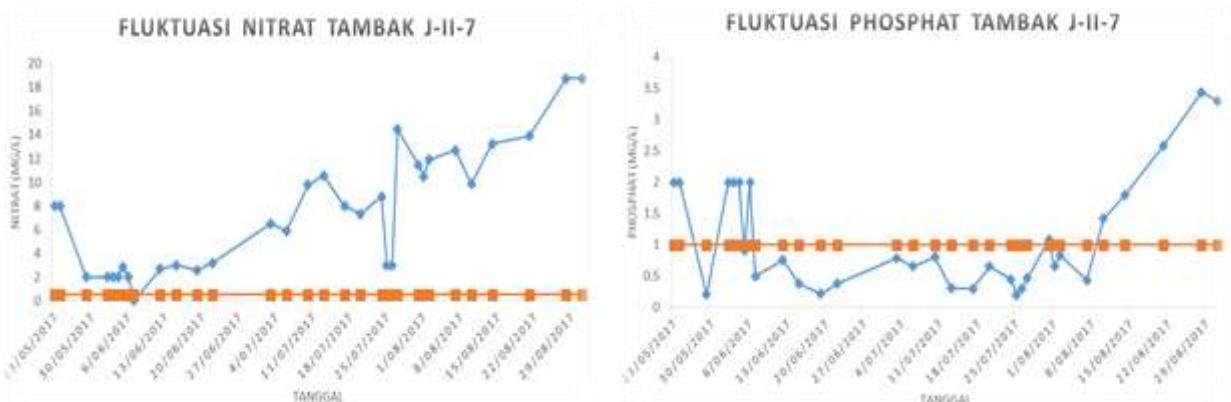
Khusus untuk tambak-tambak kontrol (Tambak J-II-5 dan 7) juga dilakukan penambahan pupuk nitrogen dan phosphat di media pemeliharaan udang vaname secara rutin selama masa pemeliharaan, dimana dosis dan jenis pupuknya disesuaikan dengan hasil pengamatan dan pengalaman mereka selama ini tanpa mempergunakan perhitungan dengan dengan *Redfield Ratio Calculator*.



Gambar 3. Nitrat : phosphat rasio dan fluktuasinya di tambak kontrol J-II-5.

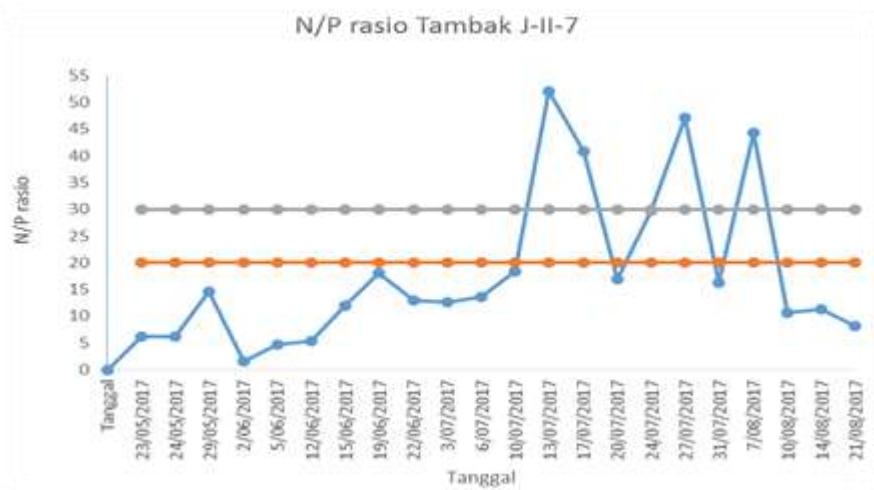
Nitrat : phosphat rasio yang terdeteksi pada tambak J-II-5 menunjukkan nilai N/P rasio yang cukup rendah pada saat masa persiapan serta masa awal pemeliharaan udang vaname dengan nilai N/P rasio dibawah 10. Namun nilai N/P rasio menjadi lebih baik (sekitar 10-20) dan cenderung lebih stabil hingga akhir masa pemeliharaan udang vaname. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa tidak terjadi kematian massal plankton di tambak dan alga hijau juga relatif dapat tumbuh di tambak walaupun nilai N/P rasionalnya hanya berkisar antara 10-20.

Hasil pengamatan nitrat dan phosphat pada tambak kontrol lainnya (tambak J-II-7) dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Fluktuasi nitrat dan phosphat di tambak kontrol J-II-7.

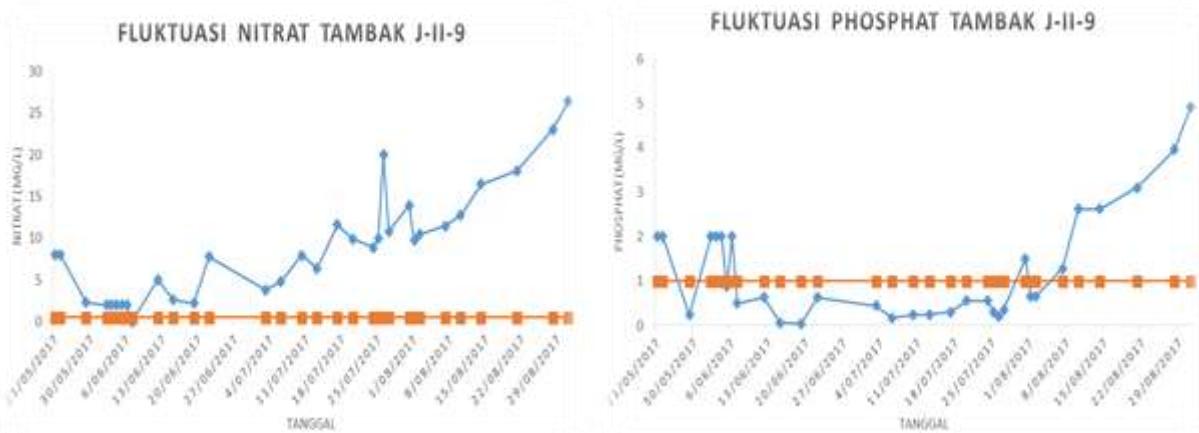
Nilai nitrat di tambak J-II-7 juga menunjukkan pola yang hampir sama dengan tambak J-II-7. Pada awal masa pemeliharaan nilai nitrat terlihat cukup rendah namun nilainya terus mengalami kenaikan (dan selalu diatas nilai ambangnya) hingga akhir masa pemeliharaan udang vaname. Sebaliknya nilai phosphat yang cenderung rendah (dibawah nilai ambang) dan relatif stabil selama masa pemeliharaan udang vaname kecuali pada saat persiapan dan akhir masa pemeliharaan udang vaname yang nilainya di atas nilai ambangnya.



Gambar 5. Nitrat : phosphat rasio dan fluktuasinya di tambak kontrol J-II-7.

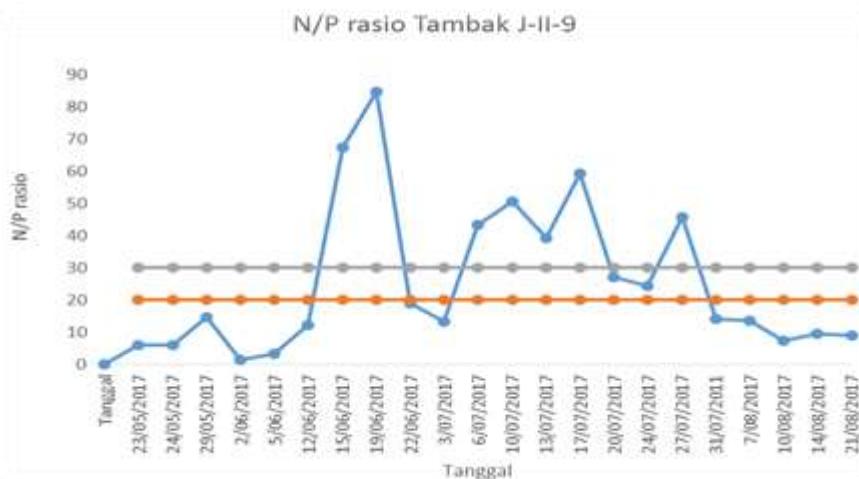
Pertumbuhan plankton di tambak J-II-7 cenderung tidak stabil, dengan pertumbuhan blue green algae pada awal masa pemeliharaan yang ditunjukkan dengan nilai N/P rasio di bawah 10. Nilai N/P rasio kemudian terus mengalami kenaikan secara signifikan sehingga berakibat terjadinya blooming alga hijau yang ditunjukkan dengan nilai N/P rasio yang diatas 30 (antara 40-50). Diduga terjadi kematian plankton di tambak yang ditunjukkan dengan nilai N/P rasio yang kemudian turun secara drastis (antara 8-10) pada akhir masa pemeliharaan udang vaname.

Tidak seperti halnya pada tambak-tambak kontrol yang tidak dilakukan penambahan pupuk nitrogen dan phosphat, maka pada tambak-tambak perekayasaan (tambak J-II-9 dan 15) dilakukan pemberian pupuk nitrogen dan phosphate secara rutin berdasarkan hasil pengukuran N/P rasionya. Fluktuasi nitrat dan phosphate serta nilai N/P rasio tambak-tambak perekayasaan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Fluktuasi nitrat dan phosphat di tambak perekayasaan J-II-9.

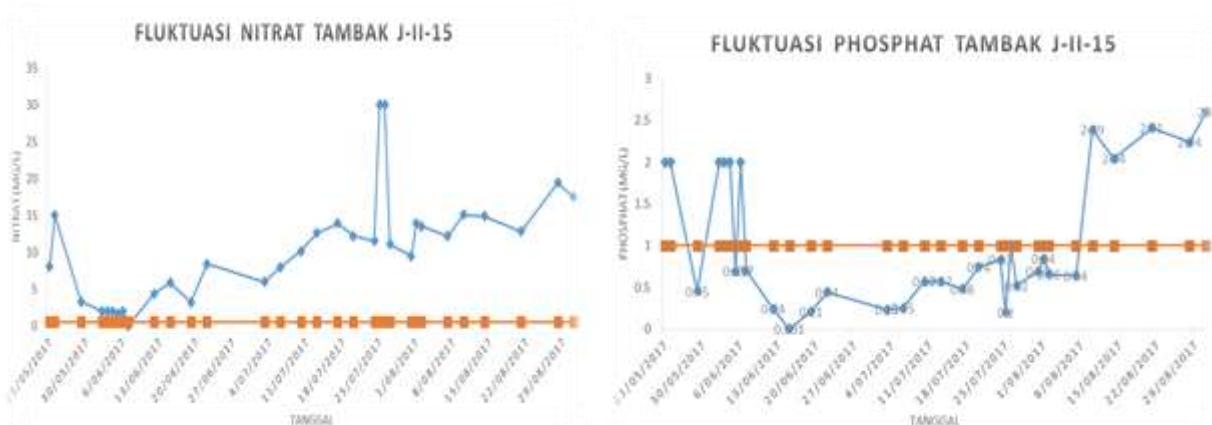
Gambar 6 menunjukkan fluktuasi nitrat dan phosphat di tambak J-II-9 yang polanya menunjukkan kemiripan dengan tambak J-II-7. Perlakuan pemberian pupuk nitrogen dan phosphat menyebabkan terjadinya peningkatan nilai nitrat di dalam media pemeliharaan yang mana nilainya terus meningkat hingga akhir masa pemeliharaan. Pemberian pupuk nitrogen dan phosphate ternyata tidak banyak memberikan pengaruh terhadap nilai phosphat selama masa pemeliharaan jika dibandingkan dengan nilai phosphat di tambak-tambak kontrol.



Gambar 7. Nitrat : phosphat rasio dan fluktuasinya di tambak perekayasaan J-II-9.

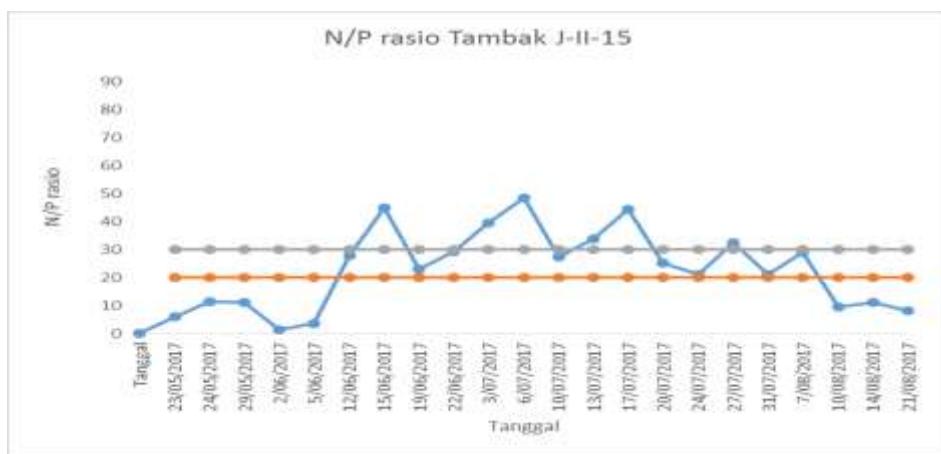
Pengaruh perlakuan pemberian pupuk nitrogen dan phosphate pada media pemeliharaan terlihat dengan jelas pada grafik N/P rasio pada tambak J-II-9. Kenaikan N/P rasio yang sangat tinggi (antara 60-80) bahkan telah terlihat pada awal pemeliharaan udang vaname. Walaupun nilainya terlihat fluktuatif namun tetap terlihat nilai N/P rasio yang cukup tinggi (antara 40-60) dan kemungkinan terjadi blooming alga hijau di media pemeliharaan selama masa pemeliharaan udang vaname. Sama halnya dengan tambak J-II-7 juga terjadi penurunan nilai N/P rasio pada akhir masa pemeliharaan yang kemungkinan disebabkan oleh kematian plankton di tambak.

Fluktuasi nitrat dan phosphate serta nilai N/P rasio dari tambak perekayasaan lainnya dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Fluktuasi nitrat dan phosphat di tambak perekayasaan J-II-15.

Nilai dan fluktuasi nitrat pada tambak J-II-15 tidak setinggi tambak J-II-9 walaupun masih menunjukkan pola yang sama. Namun demikian, walaupun juga menunjukkan pola yang sama dengan tambak perekayasaan sebelumnya, namun nilai dan fluktuasi phosphat terlihat lebih tinggi jika dibandingkan dengan tambak J-II-9.

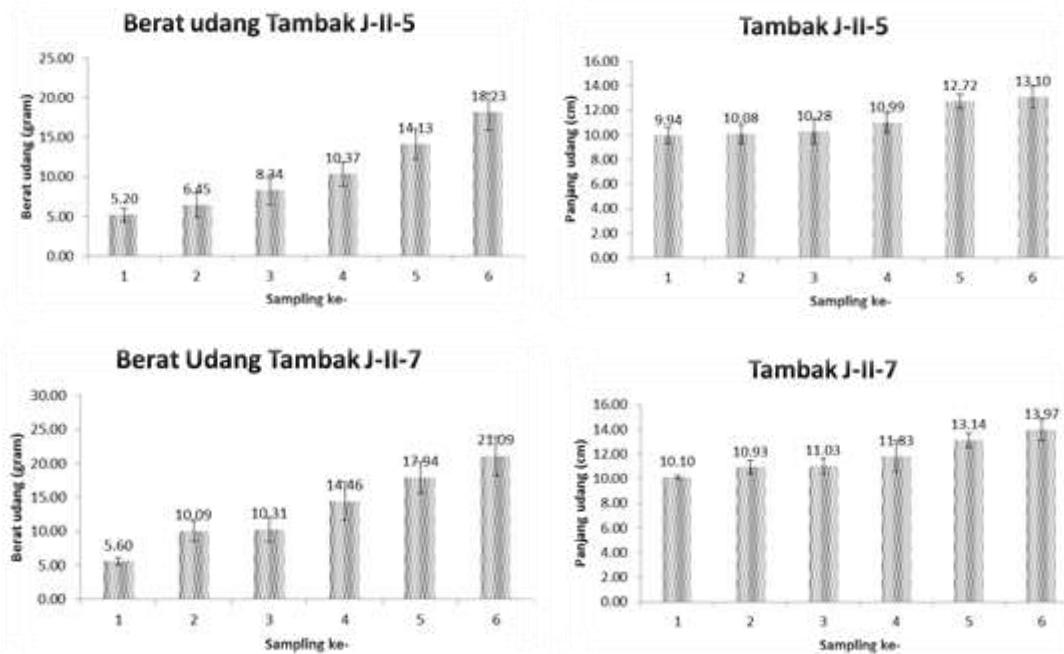


Gambar 9. Nitrat : phosphat rasio dan fluktuasinya di tambak perekayaaan J-II-15.

Nilai N/P rasio di tambak J-II-15 masih berada pada rasio yang sesuai untuk pertumbuhan alga hijau di tambak. Walaupun terdapat beberapa nilai N/P rasio yang terlalu tinggi (antara 30-40) namun sebagian besar nilai N/P rasio masih berada di kisaran 20-30. Nilai N/P rasio ini memungkinkan pertumbuhan alga hijau secara normal di tambak dan jumlahnya tidak melampaui jumlah yang ideal untuk kehidupan udang vaname di tambak.

#### Performa udang vaname

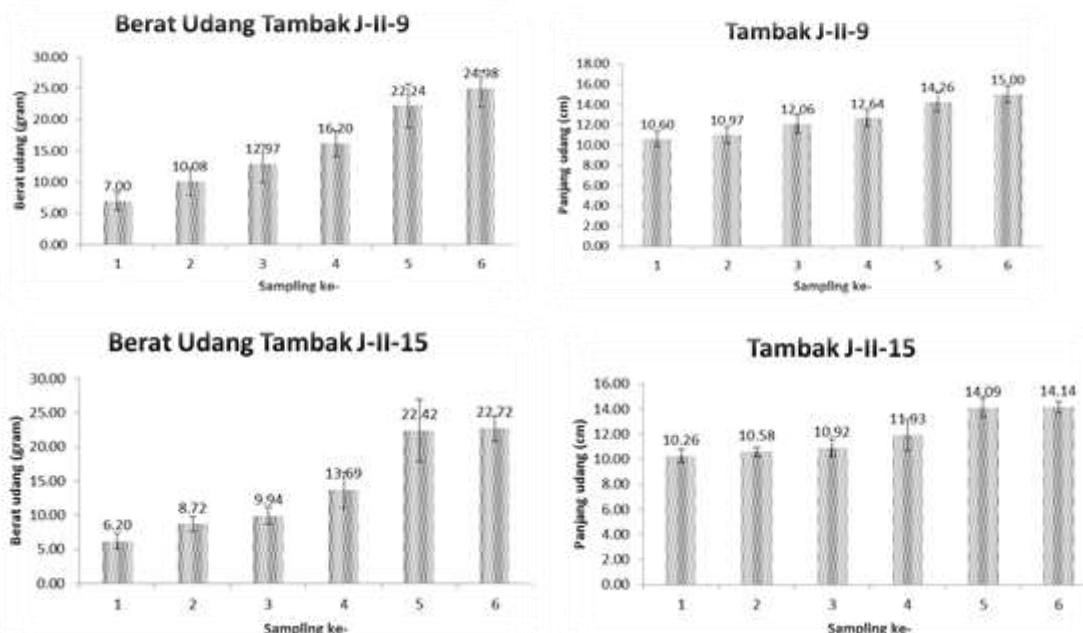
Pertumbuhan adalah gambaran perubahan berat dan panjang rata-rata individu pada tiap perlakuan dari awal hingga akhir pemeliharaan. Pengujian yang berlangsung selama 15 minggu (105 hari) diperoleh data pengukuran berat badan setiap dari pengambilan sampel sebanyak 6 kali. Hasil pengukuran berat badan udang vaname selama pengujian terdapat pada Gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. Berat dan panjang udang vaname di tambak kontrol (tambak J-II-5 dan J-II-7).

Dari hasil penimbangan didapatkan berat udang vaname di tambak J-II-5 pada akhir masa pemeliharaan telah mencapai ukuran 18,23 g, sedikit lebih kecil jika dibandingkan dengan berat udang vaname di tambak J-II-7 yang telah mencapai ukuran 21,09 g. Panjang udang vaname di kedua petak pembesaran J-II-5 dan J-II-7 adalah dengan ukuran 13,10 dan 13,97 cm secara berurutan. Panjang udang vaname di kedua petak tambak ini tidak jauh berbeda ( $P < 0,05$ ).

Berat dan panjang udang vaname di tambak-tambak perekayasaan (tambak J-II-9 dan J-II-15) terlihat di Gambar 11 di bawah ini. Berat udang vaname di tambak J-II-9 adalah jauh lebih besar (24,98 g) jika dibandingkan dengan berat udang vaname di tambak J-II-15 (22,72 g). Demikian pula halnya dengan panjang udang vaname di tambak J-II-9 yang lebih panjang (15 cm) jika dibandingkan dengan udang vaname di tambak J-II-15 (14,14 cm).



Gambar 11. Berat dan panjang udang vaname di tambak perekayasaan (tambak J-II-9 dan J-II-15).

Setelah diketahui berat dan panjang udang vaname di masing-masing petak kontrol dan perekayasaan, kemudian dilakukan penghitungan untuk mengetahui rerata berat dari kedua tambak kontrol dan perekayasaan tersebut. Hasil penghitungan rerata berat akhir udang vaname untuk tambak kontrol dan perekayasaan dapat dilihat pada Gambar 12 di bawah ini.



Gambar 12. Rerata berat udang vaname di tambak kontrol dan tambak perekayasaan.

Dari grafik rerata berat udang vaname di Gambar 12 terlihat bahwa sejak sampling pertama hingga sampling keenam didapatkan bahwa rerata berat udang vaname di tambak perekayasaan adalah jauh lebih besar (23,85 g) jika dibandingkan dengan berat udang vaname di tambak kontrol (19,66 g). Kondisi ini menunjukkan

bahwa walaupun terdapat beberapa kekurangan dalam beberapa metode perekayasaan yang diaplikasikan di tambak, namun ternyata perlakuan perekayasaan ini dapat meningkatkan pertumbuhan berat udang vaname di tambak.

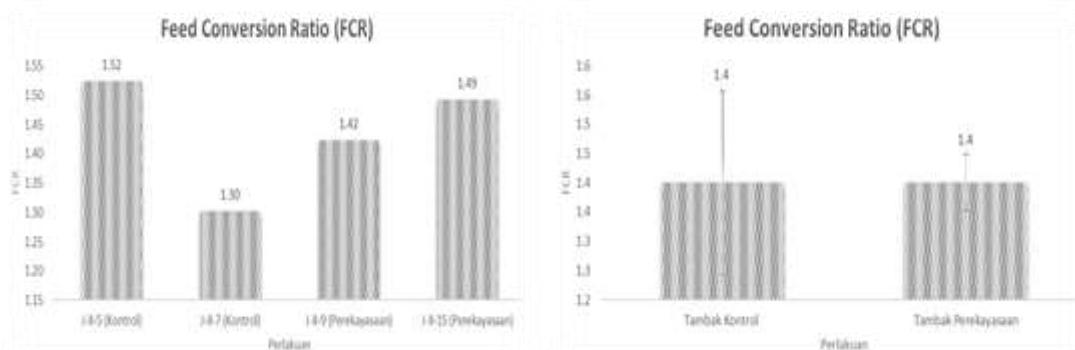
Hasil penghitungan rerata panjang akhir udang vaname untuk tambak kontrol dan perekayasaan dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Rerata panjang akhir udang vaname di tambak kontrol dan tambak perekayasaan.

Dari grafik rerata panjang akhir udang vaname di Gambar 15 terlihat bahwa sejak sampling pertama hingga sampling keenam didapatkan bahwa rerata panjang udang vaname di tambak perekayasaan adalah jauh lebih besar (14,57 cm) jika dibandingkan dengan panjang udang vaname di tambak kontrol (13,54 cm). Kondisi ini juga menunjukkan bahwa walaupun terdapat beberapa kekurangan dalam beberapa metode perekayasaan yang diaplikasikan di tambak, namun ternyata perlakuan perekayasaan ini dapat meningkatkan pertumbuhan panjang udang vaname di tambak.

Rasio konversi pakan/*Feed conversion ratio* (FCR) merupakan salah satu indikator seberapa jauh pakan yang diberikan dapat dimanfaatkan oleh udang vaname untuk mendukung pertumbuhan dan sintasan. FCR menggambarkan jumlah pakan yang diperlukan untuk menaikkan 1 kg berat udang vaname. Semakin rendah nilai FCR, maka pakan digunakan semakin efisien. Nilai FCR udang vaname yang dipelihara di tambak kontrol dan perekayasaan dapat dilihat pada Gambar 14 di bawah ini.

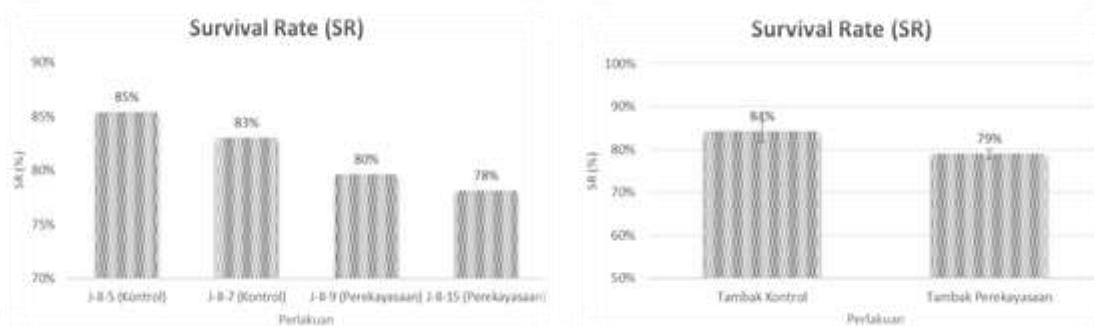


Gambar 14. Nilai FCR udang vaname yang dipelihara di tambak kontrol dan tambak perekayasaan.

Udang vaname yang dipelihara di tambak kontrol J-II-5 mempunyai nilai FCR yang paling rendah (1,30) jika dibandingkan udang vaname yang dipelihara dipetak lain. Secara berurutan udang vaname lain yang mempunyai nilai FCR paling rendah hingga yang tertinggi adalah udang vaname yang dipelihara di tambak perekayasaan J-II-9 dan J-II-15 dan yang paling tinggi adalah udang vaname di tambak kontrol J-II-5 dengan nilai FCR sebesar 1,42; 1,49 dan 1,52; secara berurutan. Namun demikian, dari rerata nilai FCR ternyata udang vaname

yang dipelihara di tambak kontrol mempunyai rerata nilai FCR yang lebih rendah yaitu sebesar 1,41 jika dibandingkan dengan nilai FCR udang vaname yang dipelihara di tambak perekayasaan (1,46) tetapi nilai ini secara statistik adalah tidak berbeda secara nyata ( $P < 0.05$ ).

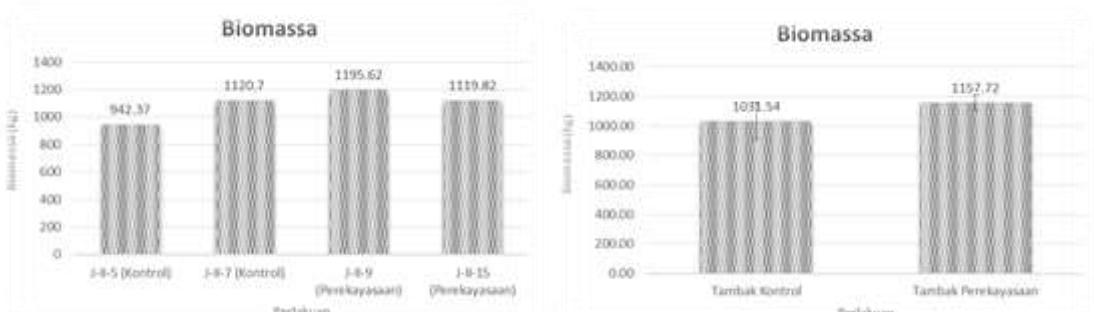
Tingkat kelulushidupan/*survival rate* (SR) merupakan persentase jumlah ikan yang hidup dibandingkan dengan jumlah ikan pada awal percobaan. Nilai SR udang vaname yang dipelihara di tambak kontrol dan perekayasaan dapat dilihat pada Gambar 15 di bawah ini.



Gambar 15. Nilai kelangsungan hidup udang vaname yang dipelihara di tambak kontrol dan tambak perekayasaan.

Udang vaname yang dipelihara di tambak kontrol J-II-5 dan J-II-7 mempunyai nilai SR yang paling tinggi (85% dan 83%; secara berurutan) jika dibandingkan udang vaname yang dipelihara di tambak perekayasaan (tambak J-II-9 dan J-II-15) dengan nilai sebesar 80% dan 78%, secara berurutan. Dari rerata nilai SR didapatkan nilai udang vaname yang dipelihara di tambak kontrol mempunyai rerata nilai SR yang lebih tinggi yaitu sebesar 84% jika dibandingkan dengan nilai SR udang vaname yang dipelihara di tambak perekayasaan (78%) tetapi nilai SR ini secara statistik adalah tidak berbeda secara nyata ( $P < 0.05$ ).

Bobot udang vaname secara keseluruhan (biomassa) di dalam tambak adalah tujuan akhir dari pemeliharaan udang vaname di tambak. Nilai biomassa udang vaname yang dipelihara di tambak kontrol dan perekayasaan dapat dilihat pada gambar 16 di bawah ini.



Gambar 16. Nilai biomassa udang vaname yang dipelihara di tambak kontrol dan tambak perekayasaan.

Udang vaname yang dipelihara di tambak perekayasaan J-II-9 mempunyai nilai biomassa yang paling tinggi (1195,62 kg) jika dibandingkan udang vaname yang dipelihara dipetak lain. Secara berurutan tambak lain yang mempunyai nilai biomassa paling tinggi hingga yang terendah adalah tambak kontrol J-II-7, tambak perekayasaan J-II-15 dan yang paling rendah adalah tambak kontrol J-II-5 dengan nilai biomassa sebesar 1120,7 kg; 1119,82 kg dan 942,37 kg; secara berurutan. Namun demikian, dari rerata nilai biomassa ternyata tambak kontrol mempunyai rerata nilai biomassa yang lebih rendah yaitu sebesar 1031,54 kg jika dibandingkan dengan nilai biomassa udang vaname yang dipelihara di tambak perekayasaan (1157,72 kg) tetapi nilai ini secara statistik adalah tidak berbeda secara nyata ( $P < 0.05$ ).

### Ketahanan udang vaname terhadap serangan penyakit

Ketahanan udang vaname terhadap serangan penyakit selama pengujian berlangsung dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Polymerase Chain Reaction (PCR) selain difokuskan untuk melihat penyebab penyakit white feces disease(WFD) yang disebabkan oleh bakteri (*Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus* dan *V. fluvialis*) serta infeksi oleh parasit (*Enterocytozoon hepatopenae*) juga dilakukan untuk 3 jenis penyakit viral lainnya yaitu Infectious Hypodermal and Haemopoietic Necrosis Virus (IHHNV); Infectious Myonecrosis Virus (IMNV); White Spot Syndrome Virus (WSSV); dan 1 jenis penyakit bakterial lainnya yaitu Acute Hepatopancreatic Necrosis Syndrome (AHPNS). Hasil pengujian dengan menggunakan metode PCR ini menunjukkan bahwa udang vaname baik yang dibudidayakan di tambak-tambak kontrol maupun tambak-tambak perekayasaan tidak satupun yang terdeteksi terkena serangan penyakit tersebut selama pengujian berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa pelaksanaan pemeliharaan udang vaname di tambak tersebut telah mengikuti standar operasional prosedur yang benar. Pemberian pupuk nitrogen dan phosphor dengan dosis yang tepat, yang sebelumnya telah dihitung dengan menggunakan Redfield Ratio Calculator, diduga juga telah meningkatkan ketahanan udang vaname terhadap serangan penyakit di tambak.

Tabel 3. Ketahanan udang vaname terhadap serangan penyakit selama pengujian berlangsung.

No	Jenis Penyakit	J II-5 (Kontrol)	J II-7 (Kontrol)	J II-9 (Perekayasaan)	J II-15 (Perekayasaan)
<b>A. Penyakit viral</b>					
1	IHHNV	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
2	IMNV	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
3	WSSV	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
<b>B. Penyakit bakterial</b>					
4	AHPNS	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
5	<i>V. parahaemolyticus</i>	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
6	<i>V. vulnificus</i>	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
7	<i>V. fluvialis</i>	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
<b>C. Penyakit parasitik</b>					
8	EHP	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

Keterangan: Hasil analisa PCR oleh Loka Pemeriksaan Penyakit dan Lingkungan (LP2IL) Serang.

### Pembahasan

Pada budidaya udang, pengaruh pemupukan adalah tidak langsung. Dimana pemupukan menyebabkan pertumbuhan fitoplankton dengan baik, berbagai mikroorganisme memakan fitoplankton dan udang memakan mikroorganisme. Sedikit sekali informasi yang ada mengenai pengaruh pemupukan pada tambak udang untuk penumbuhan fitoplankton dengan baik. Penggunaan The Redfield ratio calculator sangat memudahkan untuk penghitungan N/P rasio dalam studi ini. Para peneliti telah lama mempergunakan “Redfield ratio” untuk mengetahui apa pengaruh dari berbagai parameter kimia air yang berbeda terhadap pertumbuhan berbagai jenis fitoplankton serta informasi mengenai pupuk nitrogen dan phosphat apa yang harus ditambahkan untuk memperbaiki keseimbangan N/P rasio tersebut. Nilai N/P rasio di tambak-tambak perekayasaan terdeteksi masih berada pada N/P rasio yang sesuai untuk pertumbuhan alga hijau di tambak. Walaupun demikian, terdapat beberapa nilai N/P rasio yang terlalu tinggi (diatas 30) namun sebagian besar nilai N/P rasio masih berada di kisaran 20-30. Nilai N/P rasio ini memungkinkan pertumbuhan alga hijau secara normal di tambak dan jumlahnya tidak melampaui jumlah yang ideal untuk kehidupan udang vaname di tambak. Alonso-Rodríguez dan Páez-Osuna (2003) mendapatkan nilai N: P rasio, yang sangat tidak seimbang dibandingkan dengan nilai N/P rasio yang dikutip dalam literatur lain, berkisar antara 5,5-67 dalam budidaya udang sistem intensif. Enam puluh tiga persen nilai N/P rasio dari keseluruhan titik pengamatan adalah lebih tinggi dari nilai Redfield rasio sebesar 16: 1, yang biasanya diambil sebagai nilai N/P rasio yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton yang seimbang.

Hasil perekayasaan ini juga menunjukkan bahwa phosphat adalah faktor yang lebih membatasi daripada nitrogen, terutama setelah pemeliharaan hari ke-20. Namun Sommaruga dan Robarts (1997) mengemukakan bahwa, penggunaan Redfield rasio untuk mengkarakterisasi faktor pembatas produksi primer adalah kontroversial karena tidak didasarkan pada ketersediaan nutrisi pada kolam/tambak untuk pertumbuhan sel, dan ada bukti bahwa dalam banyak sistem eutrofik fitoplankton tidak dibatasi oleh nutrisi. Namun Frederick et al.,(1993) telah

membuktikan bahwa pembatasan fitoplankton oleh nitrogen adalah dimungkinkan ketika beban phosphat berlebihan. Peneliti tersebut juga mendapatkan rasio N: P oleh pakan sebesar 10,4, yang menunjukkan bahwa input N oleh pakan adalah berlebihan dibandingkan terhadap input P dan ketidakseimbangan ini meningkat seiring dengan bertambahnya waktu, hal ini mendukung hipotesis bahwa phosphate menjadi faktor pembatas di tambak.

Meskipun hasil kegiatan perekayasaan ini relatif beragam jika dibandingkan dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya, namun salah satu tujuan kegiatan kerekayasaan ini yaitu untuk mencegah terjadinya serangan penyakit nampaknya telah tercapai. Terutama karena pada saat kegiatan perekayasaan ini sedang berlangsung, di tambak-tambak BLUPPB Karawang terjadi serangan penyakit WSSV dan juga WFD. Hingga berakhirnya kegiatan perekayasaan ini, pemeriksaan udang vaname dengan metode PCR menunjukkan bahwa udang vaname yang dipelihara dalam tambak-tambak kegiatan perekayasaan, dan juga udang vaname di tambak-tambak kontrol, adalah negatif terhadap serangan penyakit WSSV, IHHNV, IMNV, AHPNS, *Vibrio parahaemolyticus*, *V. fluvialis*, *V. vulnificus* dan EHP. Kemunculan gejala penyakit WFD di tambak, yang menjadi fokus pada kegiatan perekayasaan ini, juga tidak pernah ditemukan, dimana hal ini biasanya terjadi setelah 2 bulan masa budidaya, yang biasanya disertai dengan kematian udang yang tinggi dan pembentukan tali-tali feses putih pada udang. Pada tingkat yang lebih parah akan ditemukan banyak udang di tambak tersebut yang menunjukkan fenomena ini, dan bisa menyebabkan tali-tali feses yang mengambang tersebut menumpuk di plastik tambak.

Pemeliharaan kualitas air yang tepat sangat penting dalam manajemen media akuakultur untuk memastikan pertumbuhan yang optimal dan kelangsungan hidup spesies akuakultur. Kualitas air yang buruk akan terkait dengan masalah penyakit yang berkontribusi pada kegagalan dari banyak industri budidaya udang di seluruh dunia. Dimana pertumbuhan alga biru-hijau yang tidak dikelola di media akuakultur menyebabkan kualitas air yang buruk menyusul terjadinya degradasi plankton tersebut. Penggunaan The Redfield ratio calculator dalam kegiatan perekayasaan ini sangat memudahkan untuk penghitungan N/P rasio sehingga memungkinkan pertumbuhan alga hijau secara normal di tambak dan jumlahnya tidak melampaui jumlah yang ideal untuk kehidupan dan meningkatkan ketahanan udang vaname terhadap serangan berbagai jenis penyakit di tambak..

## Kesimpulan

### Kesimpulan

Penggunaan *The Redfield ratio calculator* sangat memudahkan untuk penghitungan N/P rasio dalam kegiatan perekayasaan ini yang ditunjukkan dengan stabilnya N/P rasio pada kisaran 20-30. Nilai N/P rasio ini memungkinkan pertumbuhan alga hijau secara normal di tambak dan jumlahnya tidak melampaui jumlah yang ideal untuk kehidupan udang vaname di tambak. Tambak dengan nilai N/P rasio yang stabil pada kisaran 20-30 juga dapat meningkatkan performa udang vaname (pertumbuhan berat dan panjang) serta hasil panen (biomassa).

### Saran

Diperlukan kajian yang lebih banyak dan kondisi tambak yang beragam untuk mengetahui efektifitas dari *The Redfield ratio calculator* dalam penghitungan N/P rasio.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Kepala Loka Pemeriksaan Penyakit Ikan dan Lingkungan Serang serta Kepala Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya Karawang sehingga kerjasama untuk kegiatan perekayasaan ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada masing-masing staf perekayasa, staf litkayasa, staf di laboratorium dan segenap staf di lapangan sehingga kegiatan perekayasaan ini dapat mencapai tujuan yang diinginkan

### Daftar Pustaka

- Alonso-Rodríguez, R. & F. Páez-osuna. 2003. Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. *Aquaculture* 219, 317-336.
- Arrigo, K.R. 2005. Marine microorganisms and global nutrient cycles. *NATURE* Vol. 437: 349-355. doi:10.1038/nature04158
- Berelson, W.M., D. Heggie, A. Longmore, T. Kilgore, G. Nicholson & G. Skyring. 1998. Benthic nutrient recycling in Port Phillip Bay, Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 46, 917-934.
- Burford, M.A. & K.C. Williams. 2001. The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding. *Aquaculture* 198, 79-93.

- Burford, M.A., S.D. Costanzo, W.C. Dennison, C.J. Jackson, A.B. Jones, A.D. McKinnon, N.P. Preston & L.A. Trott. 2003. A synthesis of dominant ecological processes in intensive shrimp ponds and adjacent coastal environments in NE Australia. *Marine Pollution Bulletin* 46, 1456-1469.
- Cardozo, A.P. & C. Odebrecht. 2014. Effects of shrimp pond water on phytoplankton: importance of salinity and trophic status of the receiving environment. *Aquaculture Research* 45: 1600–1610.
- Fernández, E., E. Marañón, X.A.G. Morán, & P. Serret. 2003. Potential causes for the unequal contribution of picophytoplankton to total biomass and productivity in oligotrophic waters. *Marine Ecology Progress Series* 254, 101-109.
- Frederick, J.A., C.L. Schelske & H.J. Carrick. 1993. Nutrient limitation in a hypereutrophic Florida lake. *Archiv für Hydrobiologie* 7, 21-37.
- Hsieh, J.L., J.S. Fries & R.T. Noble. 2007. Vibrio and phytoplankton dynamics during the summer of 2004 in a eutrophying estuary. *Ecological Applications* 17(5) Supplement, S102-S109.
- Lemonnier, H., A. Herblard, L. Salery & L. Soulard. 2006. “Summer syndrome” in *Litopenaeus stylirostris* grow out ponds in New Caledonia: zootechnical and environmental factors. *Aquaculture* 261, 1039-1047.
- Lemonnier, H., C. Courties, C. Mugnier, J-P. Torréton & A. Herblard. 2010. Nutrient and microbial dynamics in eutrophying shrimp ponds affected or unaffected by vibriosis. *Marine Pollution Bulletin* Volume 60, Issue 3: 402-411.
- Redfield A.C., B.H. Ketchum & F.A. Richards. 1963. The influence of organisms on the composition of seawater. In: *The Sea* v2, (ed. by M.N. Hill), Interscience, New York.
- Rochelle-Newall, E.J., J.P. Torréton, X. Mari & O. Pringault. 2008. Phytoplankton – bacterioplankton coupling in a subtropical South Pacific coral reef lagoon. *Aquatic Microbial Ecology* 50, 221-229.
- Seitzinger, S.P. 1988. Denitrification in freshwater and coastal marine ecosystems: ecological and geochemical significance. *Limnology and Oceanography* 33, 702-724.
- Sommaruga, R. & R.D. Robarts. 1997. The significance of autotrophic and heterotrophic picoplankton in heterotroph ecosystems. *FEMS Microbiology Ecology* 24, 187-200.
- Williams, C.J., P.J. Lavrentyev & F.J. Jochem. 2008. Bottom-up and top-down control of heterotrophic bacterioplankton growth in a phosphorus-depleted subtropical estuary, Florida Bay, USA. *Marine Ecology Progress Series* 372, 7-18.