

## Growth of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Rearing Media with Different Salinities

Andre Rachmat Scabra\*, Muhammad Junaidi, Auliyan Hafizi

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

### Article History

Received : February 02<sup>th</sup>, 2024

Revised : March 20<sup>th</sup>, 2024

Accepted : April 18<sup>th</sup>, 2024

\*Corresponding Author:

Andre Rachmat Scabra,

Program Studi Budidaya Perairan,  
Fakultas Pertanian, Universitas  
Mataram, Mataram, Nusa  
Tenggara Barat, Indonesia

Email: [andrescabra@unram.ac.id](mailto:andrescabra@unram.ac.id)

**Abstract:** The addition of calcium, phosphorus and magnesium minerals has been carried out separately in vannamei shrimp cultivation activities using fresh water media. Furthermore, the combination of the three types of potassium is expected to mutually fulfill the mineral needs of vannamei shrimp so that their growth becomes more optimal. This research aims to analyze the growth of vannamei shrimp reared in various media with different mineral levels. The treatments in this study were P1 (30 ppt), P2 (20 ppt), P3 (10 ppt), P4 (0 ppt without the addition of minerals), and P5 (0 ppt with the addition of various types of mineral sources). The research results show that the best SGR weight is found in P1 at 12.42%/day. The highest SR value was also obtained at P1, namely 65%. The SR and SGR values at P5 are higher than at P4, but still lower than at P1, P2, and P3. Based on these results, it is known that the growth of vannamei shrimp reared in fresh water media with added minerals has increased compared to vannamei shrimp reared in fresh water media without added minerals, but is still lower compared to the growth of vannamei shrimp reared in water media. sea. Furthermore, research is needed on adding other types of minerals to low salinity vannamei shrimp cultivation media.

**Keywords:** CaO, growth, MgSO<sub>4</sub>, P, salinity, vanname shrimp.

### Pendahuluan

Udang vannamei merupakan udang introduksi yang berasal dari Pantai Barat Pasifik Amerika Latin. Udang Vannamei mulai masuk ke Indonesia dan secara resmi diperkenalkan pada tahun 2001 dengan tujuan untuk menjadikan udang vannamei sebagai jenis udang alternatif pengganti udang windu (*Panerus monodon*) dan udang putih (*Panerus merguensis*). Beberapa keunggulan udang vanname yaitu responsif terhadap pakan yang diberikan, memiliki kemampuan terhadap serangan penyakit dan perubahan kualitas lingkungan yang mendadak, pertumbuhan lebih cepat, tingkat kelangsungan hidup tinggi dan waktu pemeliharaan yang relatif singkat yakni sekitar 90-100 hari per siklus (Purnamasari *et al.*, 2017). Selain itu keunggulan udang vanname yaitu memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi dengan kadar protein mencapai 18,84% dan 9 asam amino esensial yang dibutuhkan oleh tubuh manusia.

Permintaan udang vanname di pasar luar negeri yang sangat tinggi dapat meningkatkan devisa negara (Kharisma dan Manan, 2012 dalam Samawi *et al.*, 2021). Selain itu, 77% pembesaran udang vanname diantaranya diproduksi oleh negara-negara Asia termasuk Indonesia (Dahlan *et al.*, 2017). Menurut Kementerian kelautan dan perikanan (2020), nilai produksi udang pada tahun 2019 mencapai 36,22 Triliun dan diperkirakan akan naik menjadi sebesar 90,30 triliun pada 2024. Udang vannamei juga dikenal dengan sifat euryhaline, yaitu mampu bertahan pada salinitas yang luas. Menurut Hudi & Shahab, (2005) dalam Fendjalang *et al.*, (2016) Udang vanname memiliki beberapa keunggulan dari udang lainnya seperti dapat dipelihara pada salinitas berkisar 0,5-0,45 ppt, dapat juga dipelihara dengan kepadatan tinggi, resisten terhadap perubahan lingkungan dan waktu pemeliharaan lebih pendek. Sehingga udang vannamei mampu hidup di perairan payau dan perairan tawar. Oleh sebab itu dengan kemampuan tersebut udang

vannamei dapat mampu dipelihara pada media bersalinitas rendah atau bahkan di media air tawar.

Kelebihan dibudidayakannya udang vannamei di media bersalinitas rendah atau media air tawar ini yaitu lebih resisten terhadap peluang terjangkitnya penyakit infeksius yang menyerang udang yang dibudidayakan pada media air laut (Kusyari, *et.al* 2019). Di sisi lain, terdapat juga kekurangannya yaitu asupan mineral yang minim sehingga seringkali memicu terjadinya kegagalan molting yang secara bersamaan memicu kanibalisme antar sesama biota (Anita *et al.*, 2017). Solusi untuk hal tersebut adalah dengan menambahkan mineral pada media budidaya. Dalam rangka meningkatkan pertumbuhan udang vannamei di media bersalinitas rendah, penambahan berbagai jenis mineral sangat diperlukan. Dengan penambahan mineral berupa P, Mg dan Ca pada media pemeliharaan, maka pembentukan karapas pasca moulting diharapkan dapat berlangsung lebih cepat. Hal tersebut akan meminimalisir aktifitas kanibalisme sehingga nilai SR dapat menjadi tinggi.

Penelitian ini sebelumnya pernah dilakukan dengan penambahan mineral berupa CaO, P, dan MgSO<sub>4</sub> sehingga didapatkan dosis terbaik dari masing-masing penambahan mineral untuk pertumbuhan udang vannamei. Dosis mineral CaO terbaik didapatkan dengan penambahan 80 ppm dan MgSO<sub>4</sub> sebanyak 40 ppm (Artiningsih, *et al.*, 2023). Dan dosis terbaik untuk penambahan mineral P pada media pemeliharaan dengan salinitas rendah atau 0 ppt yaitu sebesar 45 ppm (Scabra *et al.*, 2023). Mengacu pada penelitian sebelumnya, penelitian ini dilakukan untuk menambahkan dosis mineral terbaik pada media air tawar dengan membandingkan pertumbuhan udang vannamei dari media pemeliharaan bersalinitas berbeda. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) pada media bersalinitas berbeda.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam kurun waktu 45 hari, bertempat di Laboratorium Produksi dan Reproduksi Ikan dan Laboratorium

Kesehatan Ikan, Program Studi Budidaya Perairan Universitas Mataram

### Alat

Peralatan yang dipergunakan pada kegiatan penelitian ini adalah yaitu container, perlengkapan aerasi, penggaris, timbangan digital, DO meter, pH meter, ember 150L, gunting, toples, alat tulis, kamera, Erlenmeyer, alat titrasi, sfektrometer, kuvet, pipet serologis, pipet tetes, gelas beaker, gelas ukur, batang pengaduk, magnetic stirrer, buble bub.

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu larva udang vanname PL10, air laut, air tawar, pakan udang, Kalsium Oksida (CaO), Magensium Sulfat (MgSO<sub>4</sub>), Phosphate (P), NH<sub>4</sub>Cl, MnSO<sub>4</sub>, Na-EDTA, NaOH, indicator murexide, indicator PP, BGG-MR, HCL, pheanute, Clorox, akuades, kertas saring, tissue.

### Prosedur penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), aspek yang diteliti adalah pertumbuhan udang vanname yang dipelihara pada media dengan perlakuan sebagai berikut:  
Perlakuan 1 (P1) : Media bersalinitas 30 ppt  
Perlakuan 2 (P2) : Media bersalinitas 20 ppt  
Perlakuan 3 (P3) : Media bersalinitas 10 ppt  
Perlakuan 4 (P4) : Media bersalinitas 0 ppt tanpa penambahan mineral  
Perlakuan 5 (P5) : Media bersalinitas 0 ppt dengan penambahan mineral (80:40:45ppm/ CaO:MgSO<sub>4</sub>:P)

### Prosedur penelitian

#### Survival rate (SR)

*Survival Rate* yaitu persentase jumlah ikan yang masih hidup selama pemeliharaan. Kelangsungan hidup dapat dihitung dengan rumus (Effendie, 2002):

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

Keterangan:

SR = Tingkat kelangsungan hidup (%)

Nt = Jumlah Ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor).

$N_0$  = Jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

### Food convention ratio (FCR)

Parameter efisiensi pakan diukur di akhir masa pemeliharaan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Effendi, 1997) dalam (Mulqan et al., 2017):

$$FCR = \frac{F}{(W_t + D) - W_0}$$

Keterangan:

$W_0$  = Bobot biomassa ikan pada awal penelitian (g)

$W_t$  = Bobot biomassa ikan pada akhir penelitian (g)

$D$  = Bobot biomassa ikan yang mati selama penelitian (g)

$F$  = Bobot pakan yang diberikan selama penelitian (g)

### Laju pertumbuhan panjang spesifik

Laju pertumbuhan panjang spesifik merupakan % dari selisih panjang akhir dan awal, dibagi lamanya waktu pemeliharaan. Rumus laju pertumbuhan panjang spesifik dapat dihitung dengan rumus Anggraeni dan Nurlita, (2013);

$$SGR = \frac{(\ln L_t - \ln L_0)}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

$L_t$  = Panjang total rata-rata pada hari ke-t (akhir)

$L_0$  = Panjang total rata-rata pada hari ke-0 (awal)

$t$  = Hari pengamatan (hari)

### Laju pertumbuhan bobot spesifik

Laju pertumbuhan spesifik merupakan % dari selisih berat akhir dan berat awal, dibagi dengan lamanya waktu pemeliharaan. Laju pertumbuhan spesifik dapat dihitung dengan rumus Anggraeni dan Nurlita, (2013);

$$SGR = \frac{(\ln W_t - \ln W_0)}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

$SGR$  = Laju Pertumbuhan spesifik (%/hari)

$W_t$  = Berat ikan pada waktu ke- t (g)

$W_0$  = Berat ikan pada waktu ke- 0 (g)

$t$  = Hari pengamatan (hari)

### Kesadahan total

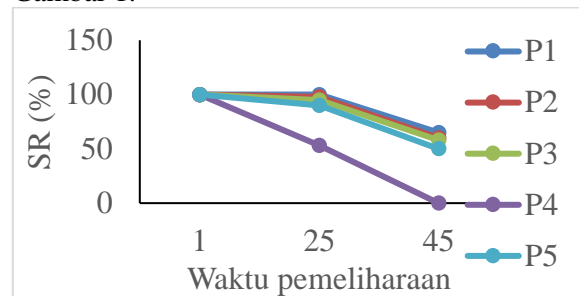
Kesadahan total dilakukan pengecekan sebanyak 3 kali. Untuk penentuan kesadahan total dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kesadahan Total (ppm CaCO}_3\text{)} = \frac{\text{ml Titran} \times M \text{ titran} \times 100,1 \times 1000}{\text{ml sample}}$$

## Hasil dan pembahasan

### Survival rate (SR)

Survival rate / tingkat kelangsungan hidup udang vannamei yang dipelihara pada media bersalinitas berada pada hari ke-45 memiliki nilai tertinggi pada P1 sebesar 65%. Diikuti oleh P2 sebesar 60%. P3 sebesar 58%. Dan P5 sebesar 50%, sedangkan pada P4 memiliki nilai tingkat kelangsungan hidup 0%. Nilai *survival rate* atau tingkat kelangsungan hidup disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik *survival rate*

Tingkat kelangsungan hidup merupakan parameter yang digunakan untuk menggambarkan berapa banyak biota yang bertahan hidup selama masa pemeliharaan dalam kegiatan budidaya. Hasil penelitian pada Gambar 1 menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup tertinggi terdapat pada perlakuan 1 (P1) yaitu sebesar 65%. Hal ini dikarenakan pada P1 sudah sesuai dengan kondisi lingkungan untuk keberlangsungan hidup udang vannamei yaitu pada air laut. Salinitas 30 ppt pada air laut memiliki mineral kompleks yang dibutuhkan oleh udang untuk pertumbuhan diantaranya mineral seperti posfor, kalsium, dan magnesium, hal ini sesuai dengan pernyataan Aziz, (2014) bahwa air yang bersalinitas 30 ppt mengandung banyak ion – ion seperti kalsium, magnesium, karbonat dan sulfat.

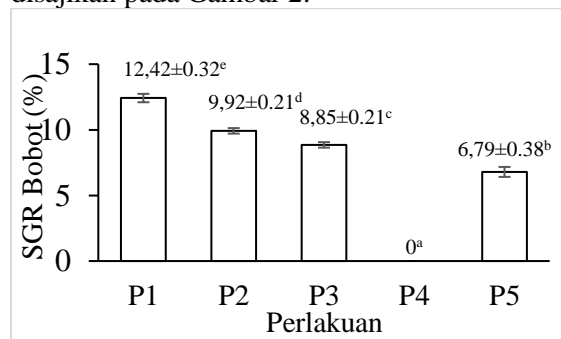
Penurunan tingkat kelangsungan hidup terendah terdapat pada P4 sebesar 0%. Rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada P4 diduga karena rentang salinitas yang digunakan pada wadah pemeliharaan sebesar 0 ppt yang

jauh dari kata optimal untuk kegiatan budidaya udang dan bukan merupakan habitat untuk tumbuh bagi udang vanname. Menurut Amrillah *et al.*, (2015) semakin tinggi rentang salinitas yang digunakan, rata-rata persentase tingkat kelangsungan hidup udang semakin tinggi, begitu pula sebaliknya semakin rendah rentang salinitas yang digunakan rata-rata tingkat kelangsungan hidup udang yang semakin rendah. Lebih lanjut menurut Suprpto, (2005) dalam Sawito, (2019) bahwa rentang salinitas yang masih dapat ditolerir untuk pertumbuhan udang yaitu 1 sampai 45ppt.

Tingkat kelangsungan hidup mengalami penurunan pada setiap perlakuan, tetapi kegiatan budidaya udang vanname pada penelitian ini tergolong dalam kategori sedang. Menurut Widigdo, (2013), *survival rate* dikategorikan baik apabila nilai  $SR > 70\%$ , untuk kategori sedang  $SR 50-60\%$  dan pada kategori rendah  $SR < 50\%$ . Pada P1 nilai tingkat kelangsungan hidup yang didapatkan sebesar 65% tidak berbeda nyata dengan P2 sebesar 60% & P3 sebesar 58%, tetapi berbeda nyata dengan P5 sebesar 50%. Lebih lanjut berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sawito, (2019) mengenai udang vanname yang dipelihara menggunakan media salinitas yang berbeda yaitu pertumbuhan terbaik ada pada perlakuan 30ppt dengan nilai tingkat kelangsungan hidup sebesar 39,33%.

### Laju Pertumbuhan Bobot Spesifik

Laju pertumbuhan bobot spesifik udang vannamei yang dipelihara pada media pemeliharaan bersalinitas berbeda selama 45 hari memiliki nilai tertinggi pada P1 sebesar 12,42%. Diikuti oleh P2 sebesar 9,92%. P3 sebesar 8,85%. P5 sebesar 6,79%. Dan pada P4 sebesar 0%. Nilai laju pertumbuhan bobot spesifik disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik laju pertumbuhan bobot spesifik

Laju pertumbuhan bobot spesifik merupakan suatu parameter yang digunakan untuk mengetahui persentase (%) dari selisih bobot awal dan bobot akhir dibagi dengan lamanya waktu pemeliharaan. Berdasarkan hasil penelitian pada Gambar 2, menunjukkan nilai laju pertumbuhan bobot spesifik tertinggi terdapat pada P1 (30 ppt) yang memberikan nilai laju pertumbuhan bobot spesifik berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pertumbuhan bobot spesifik pada P1 yakni sebesar 12,42%. Pertumbuhan pada P1 merupakan yang tertinggi karena pada P1 menggunakan air laut sehingga pertumbuhan yang didapatkan optimal karena sesuai dengan kondisi lingkungan osmotik tubuh udang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ali dan Agus Waluyo, (2015) bahwa tekanan osmotik yang sesuai dengan tubuh udang akan berpengaruh pada lancarnya proses osmoregulasi, karena proses osmoregulasi akan membantu tubuh udang dalam melakukan proses molting yang mengarah terhadap pertumbuhan.

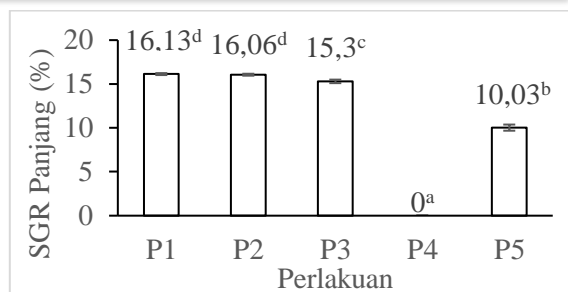
Perlakuan pada air tawar dengan penambahan CaO 80ppm, MgSO<sub>4</sub> 40ppm, dan P 45ppm memiliki nilai laju pertumbuhan bobot spesifik tertinggi terdapat pada P5 sebesar 6,79%. Hal ini diduga karena pemberian mineral kalsium, magnesium dan posfor melalui media pemeliharaan berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan pada bobot spesifik udang vanname. Penambahan kalsium pada media pemeliharaan dapat membantu pembentukan kulit keras setelah udang melakukan proses molting dan membantu proses metabolisme sehingga dapat menjaga kesehatan udang untuk mempercepat pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Roshaliza & Suwartiningsih, (2020) bahwa kalsium yang dimasukkan pada media budidaya mampu meningkatkan pertumbuhan udang karena proses mineralisasi akan berlangsung cepat dengan penambahan kalsium. Udang akan melakukan pertumbuhan seiring dengan terjadinya proses molting, sehingga pemanfaatan mineral pada media pemeliharaan maupun dari pakan dapat meningkatkan pertumbuhan. Semakin sering udang melakukan molting maka dapat mempengaruhi laju pertumbuhan. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Restari *et al.*, (2019) bahwa udang membutuhkan kalsium pada saat pembentukan kulit baru setelah molting.

Penambahan mineral magnesium pada media pemeliharaan juga berpengaruh pada pertumbuhan udang dan juga untuk kelangsungan hidup. Hal ini sesuai dengan pernyataan Jahan *et al.*, (2018) bahwa Magnesium juga merupakan mineral penting yang dibutuhkan oleh krustacea termasuk udang untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan normal. Selain itu juga, posfor merupakan mineral makro yang sama dengan magnesium dan kalsium yang memiliki peranan penting dalam pertumbuhan udang, penambahan mineral posfor pada media pemeliharaan juga berkaitan dalam mempermudah dan memperlancar proses metabolisme pada tubuh udang vanname.

Pada P4 nilai laju pertumbuhan bobot spesifik yaitu 0% sekaligus merupakan yang terendah dari semua perlakuan, hal ini dikarenakan pada perlakuan P4 media pemeliharaan yang digunakan hanya air tawar tanpa penambahan mineral apapun. Hal ini dikarenakan kondisi hidup dari udang vanname tidak dapat ditolerir karena merupakan lingkungan hidup yang ekstrem. Febriani *et al.*, (2018) menyatakan bahwa udang vanname mampu bertahan hidup pada salinitas 0,5 – 40 ppt. Keberadaan mineral yang sedikit pada media air tawar akan mengakibatkan peningkatan pembelajaan energy pada udang yang dipelihara pada air tawar, karena dalam kondisi tersebut udang mengalami hiperoosmotik dimana air dalam media cenderung masuk kedalam tubuh lewat lapisan kulit tipis udang dan memompa keluar melalui urin. Astifa *et al.*, (2022) menyatakan bahwa jika ketersediaan mineral pada air tawar sedikit, maka energy untuk pertumbuhan habis dipakai untuk osmoregulasi pada salinitas rendah, dan jika terus terjadi maka akan mengakibatkan udang mengalami kematian.

### Laju Pertumbuhan Panjang Spesifik

Laju pertumbuhan panjang spesifik udang vannamei yang dipelihara pada media pemeliharaan salinitas bereda selama 45 hari memiliki nilai tertinggi pada P1 sebesar 16,13%. Diikuti oleh 16,06%. P3 sebesar 15,3%. P5 10,03%. Dan P4 0%. Nilai laju pertumbuhan panjang spesifik disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik laju pertumbuhan panjang spesifik

Laju Pertumbuhan Panjang Spesifik merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui persentase (%) dari selisih panjang akhir dan awal dibagi dengan lamanya waktu pemeliharaan. Berdasarkan hasil penelitian pada Gambar 3, menunjukkan nilai laju pertumbuhan panjang spesifik tertinggi terdapat pada P1 (30 ppt) sebesar 16,13%. Pertumbuhan panjang tertinggi pada P1 diduga karena kandungan mineral yang lengkap serta optimal sehingga tubuh udang mendekati keadaan yang isometric dan metabolismenya menjadi lebih normal. Menurut Atmawinta, (2015) bahwa pertumbuhan akan berjalan dengan baik apabila tubuh ikan mendekati keadaan isoosmotik karena pada keadaan tersebut fungsi sel akan berjalan dengan normal termasuk keadaan metabolismenya. Kandungan mineral yang kompleks pada media pemeliharaan terutama air laut akan mempermudah proses molting pada udang. Semakin sering udang melakukan molting maka semakin bagus pertumbuhan yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yulihartini *et al.*, (2016) bahwa penambahan panjang tubuh udang didukung oleh intensitas molting, karena molting merupakan proses pertumbuhan udang dan pertumbuhan merupakan dari penambahan bobot dan panjang udang.

Media air tawar dengan penambahan mineral CaO 80ppm, MgSO<sub>4</sub> 40ppm dan P 45ppm memberikan nilai laju pertumbuhan panjang spesifik tertinggi pada media air tawar terdapat pada P5 sebesar 10,3%. Hal ini diduga karena pengaruh pemberian mineral kalsium oksida (CaO), magnesium sulfat (MgSO<sub>4</sub>) dan Posfor (P) pada media pemeliharaan dapat membantu terjadinya proses molting pada udang serta pemanfaatan pakan yang efisien yang menandakan bahwa terjadinya pertumbuhan, baik pertumbuhan bobot atau panjang dengan



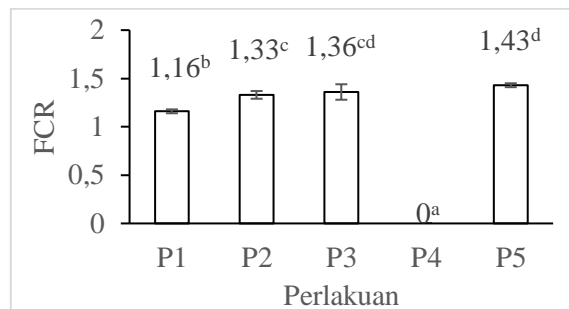
terjadinya proses molting tersebut. Berdasarkan penelitian Yulihartini *et al.*, (2016) tentang pengaruh pemberian kalsium hidroksida terhadap pertumbuhan udang vanname yaitu masing-masing perlakuan mengalami peningkatan. Hubungan panjang dan berat erat kaitannya, menurut Jahan, (2018) bahwa udang yang dipelihara di perairan yang diperkaya dengan berbagai tingkat kalsium dan magnesium menunjukkan kinerja pertumbuhan terbaik dalam hal pertumbuhan panjang dan pertumbuhan berat. Apabila pertumbuhan panjang diikuti dengan pertumbuhan berat, maka pola tersebut dinamakan pola isometric. Sedangkan apabila pertumbuhan panjang tidak diikuti dengan pertumbuhan berat, maka pola tersebut dinamakan pola allometrik. Hal ini sesuai dengan pendapat Muhammadiyah *et al.*, (2022) bahwa udang putih dan udang dogol bersifat allometrik negative dimana pertumbuhan panjang lebih cepat dibanding pertumbuhan berat. Pada penelitian yang dilakukan dan dari hasil pemeliharaan bahwa, pola pertumbuhan yang didapatkan yaitu pola allometrik, karena pertumbuhan panjang tidak diikuti oleh pertumbuhan berat.

Laju pertumbuhan panjang spesifik terendah pada media pemeliharaan terdapat pada P4 sebesar 0%, hal ini disebabkan karena habitat dari udang vanname yang tidak sesuai dengan kondisi lingkungan hidupnya sehingga pertumbuhan yang dihasilkan tidak sesuai bahkan mengalami kematian. Pada dasarnya udang vanname merupakan udang yang bersifat *eruyhaline* akan tetapi udang vanname juga tidak bisa hidup jika media tempat hidupnya tidak sesuai dengan habitatnya atau tingkat toleransi salinitasnya. Menurut Suprpto, (2005) dalam Sawito, (2019) bahwa rentang salinitas yang masih dapat ditolerir untuk pertumbuhan udang yaitu 1 sampai 45ppt. Pada media air tawar, mineral kompleks tidak terlalu banyak ditemukan, yang dibutuhkan oleh udang untuk pertumbuhan baik untuk pertumbuhan panjang maupun yang lainnya. Karena keberadaan mineral pada media air tawar sangat diperlukan untuk pertumbuhan udang. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ismail *et al.*, (2021) yang melakukan penambahan mineral Ca dan P berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot (mutlak dan spesifik), panjang (mutlak dan spesifik), rasio konversi pakan dan tingkat

konsumsi oksigen.

### Food Conversion Ratio (FCR)

Food conversion ratio/ rasio konversi pakan udang vannamei yang dipelihara pada media pemeliharaan salinitas berbeda selama 45 hari memiliki nilai terendah pada P1 sebesar 1,16. P2 sebesar 1,33. P3 sebesar 1,36. Dan P5 sebesar 1,43. Nilai food conversion ratio/rasio konversi pakan disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik food conversion ratio/ rasio konversi pakan

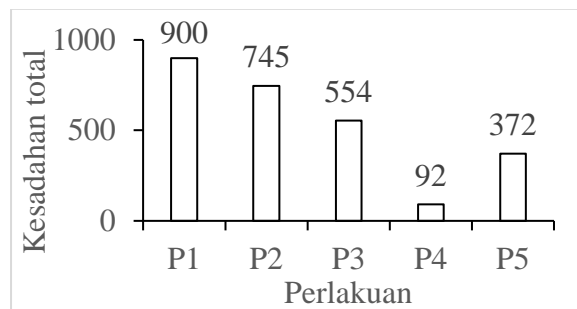
Rasio konversi pakan pada kegiatan budidaya merupakan suatu ukuran yang menyatakan rasio jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1kg daging ikan atau nilai yang menunjukkan banyaknya pakan yang terkonversi menjadi daging. Berdasarkan Gambar no 5 menunjukkan bahwa nilai konversi pakan terbaik sekaligus terendah terdapat pada P1 (30 ppt) sebesar 1,16 dan nilai pakan tertinggi terdapat pada P5 sebesar 1,43. Nilai FCR rendah yang didapatkan pada perlakuan ini karena pemeliharaannya dilakukan pada air laut salinitas 30 ppt, dimana pada salinitas tersebut memiliki kandungan yang optimal untuk pertumbuhan dan pemanfaatan pakan yang diberikan, juga didukung dengan kondisi ekstenral dari parameter kualitas air yang baik, sehingga pada saat dilakukan pemberian pakan udang memanfaatkan pakan yang diberikan dengan optimal. Nafsu makan udang erat kaitannya dengan salinitas pada media Qurata'ayun (2009) dalam Scabra *et al.*, (2021).

Pada perlakuan air tawar dengan penambahan mineral CaO 80ppm, MgSO4 40ppm, dan P 45ppm didapatkan nilai konversi pakan tertinggi terdapat pada P5 sebesar 1,43. Nilai FCR yang didapatkan ini masih tergolong baik untuk budidaya udang jika dibandingkan

dengan penelitian yang dilakukan oleh Lailiyah *et al.*, (2018) yang mendapatkan nilai FCR 1,5 pada tambak intensif di daerah Garut. Lebih lanjut diperkuat oleh pernyataan Arsad *et al.*, (2017), umumnya nilai FCR udang vanname adalah 1,4 – 1,8. Nilai FCR yang didapatkan pada P5 ini tergolong baik diduga disebabkan karena pakan yang diberikan dapat dimanfaatkan dengan baik oleh udang. Karena terdapatnya beberapa mineral makro seperti Posfor, Kalsium dan Magensium. Berdsarakan penelitan yang dilakukan oleh Scabra *et al.*, (2021) tentang pengaruh penambahan posfor terhadap pertumbuhan udang vanname yaitu rasio konversi pakan terbaik terdapat pada perlakuan pemberian 50 ppm klasium + 45 ppm posfor dengan nilai FCR sebesar 0,80. Lebih lanjut Husnul, (2021) menyatakan bahwa kadar calcium (CaO) secara tidak langsung mempengaruhi nilai konversi pakan, namun mempengaruhi pertumbuhan bobot udang. Semakin tinggi bobot udang yang didapatkan dalam penambahan CaO, maka semakin rendah nilai konversi pakan yang didapat.

### Kesadahan Total

Hasil yang didapat, nilai kesadahan total yang udang vannamei yang dipelihara selama 45 hari memiliki nilai tertinggi pada P1 sebesar 900ppm. P2 sebesar 745ppm, P3 sebesar 554ppm, P5 sebesar 372ppm dan P4 sebesar 92ppm. Nilai kesadahan total disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai kesadahan total

Kesadahan pada dasarnya

menggambarkan kandungan suatu kondisi dimana air mengandung mineral  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang tinggi. Baik kalsium (Ca) dan magenisium (Mg) merupakan makromineral yang dibutuhkan oleh ikan dalam jumlah yang relative besar. Mineral kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) merupakan mineral penyebab kesadahan. Tidak semua ikan dapat hidup pada nilai kesadahan yang sama. Pada budidaya dengan media pemeliharaan air tawar, kesadahan merupakan factor penting dalam membantu proses molting udang dan sebagai penyangga pH perairan. Pada penelitian yang dilakukan didapatkan nilai kesadahan total terendah didapatkan pada perlakuan menggunakan air tawar yaitu pada P4 dengan nilai kesadahan total 92 ppm dan tertinggi pada P1 dengan nilai kesadahan air laut sebesar 900ppm. Berdasarkan penelitian Rohma *et al.*, (2021) dalam Scabra *et al.*, (2023) pada perlakuan control air laut sebesar 565,58ppm. Nilai kesadahan yang didapatkan masih optimal untuk kelangsungan hidup udang, terkecuali pada P4 karena nilai kesadahan yang didapatkan paling rendah daripada perlakuan lainnya. Rendahnya nilai kesadahan tersebut juga mengakibatkan udang mengalami kematian sebelum berakhirnya masa pemeliharaan. Hal ini diduga disebabkan karena kurang kompleksnya mineral yang terdapat pada air tawar, sehingga menyebabkan udang untuk sulit melakukan aktifitasnya.

Nilai kesadahan yang optimal pada penelitian yang dilakukan, diduga karena penyiponan yang dilakukan setiap hari dengan penambahan kembali air yang terbuang, sehingga mineral yang ada pada media pemeliharaan dapat dimanfaatkan dengan baik dan tetap pada kisaran optimal. Sitanggang dan Amanda, (2019) menyatakan bahwa, kesadahan berpengaruh terhadap pH dan alkalinitas, dimana kesdahan berfungsi sebagai penyangga pH perairan. Ion logam yang bervalensi terutama Ca dan Mg yang dinyatakan dalam ppm setara dengan  $\text{CaCO}_3$  menunjukkan tingkat kesadahan air. Total kesadahan dan alkalinitas air umumnya sama besarnya, namun kadang pada total kesadahan lebih besar atau sebaliknya.

**Tabel 1.** Kualitas air media pemeliharaan selama penelitian

Parameter	P1	P2	P3	P4	P5	Nilai Optimal
pH	7,9 - 8,4	7,9 - 8,4	7,9 - 8,3	7 - 7,9	7,8 - 8,3	6,5-9 (Supono, 2018)
Suhu (°C)	28,1 - 31,7	28,2 - 30,8	28,4 - 31,5	26,3 - 32	28,5 - 31,6	25-34° C (Putra <i>et.al</i> 2014).
DO (mg/L)	4,8 - 6	4,3 - 6	4,9 - 6	4 - 6,2	5,2 - 6,1	4-8 mg/L (Rakhfid <i>et.al</i> , 2019)
Amonia	0,057	0,071	0,059	0,082	0,047	<0,1 mg/L (Mas'ud & Tri, 2018)
Alkalinitas	140,3	142	143,3	120	139	75 – 200 ml/l (Supono, 2018)

Kualitas air merupakan salah satu parameter yang berperan penting dalam kelangsungan hidup biota yang dipelihara. Salah satu factor yang menentukan keberhasilan produksi udang pada kegiatan budidaya adalah pengelolaan kualitas air, karena udang merupakan hewan air yang seluruh kehidupannya, kesehatan dan pertumbuhannya tergantung pada kualitas air sebagai media untuk hidup (Makmur *et al.*, 2018). Selama melakukan kegiatan pemeliharaan, kualitas yang diukur yaitu pH, suhu, DO, alkalinitas dan kadar ammonia.

pH merupakan salah satu parameter kualitas air yang digunakan untuk mengindikasikan suatu perairan asam, basa atau netral. Menurut Anisa *et al.* (2021) bahwa pH berperan dalam mempengaruhi proses dan kecepatan reaksi kimia di dalam air media budidaya maupun reaksi biokimia dalam tubuh udang, mempengaruhi daya racun suatu senyawa, kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang. Pengukuran pH dilakukan setiap minggu selama pemeliharaan menunjukkan bahwa pH air media pemeliharaan udang vanname berkisar antara 7 – 8,5. Nilai ini masih berada pada kisaran optimal untuk media pemeliharaan udang vanname. Hal ini sesuai dengan pernyataan Supono (2018) bahwa, pH dibawah 5 udang akan mengalami stres dan kurang dari 6 menyebabkan produktifitas tambak rendah dan udang akan tumbuh baik jika pH air sekitar 6,5-9.

Suhu pada media pemeliharaan sangat mempengaruhi kondisi udang vanname yang dipelihara terutama pada kelangsungan hidup dan pertumbuhan, karena suhu merupakan salah satu parameter yang menunjukkan tinggi rendahnya temperature suatu perairan. Hasil

pengukuran selama pemeliharaan menunjukkan bahwa suhu pada media pemeliharaan udang vanname berkisar antara 26,3 – 32 C. Nilai suhu yang didapatkan masih dalam kisaran optimal untuk budidaya udang vanname. Hal ini sesuai dengan pernyataan Putra, (2014), bahwa Suhu yang layak untuk ikan dan udang adalah antara 25 – 34 C.

Oksigen terlarut (DO) merupakan salah satu factor pembatas, sehingga apabila ketersediannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota yang dibudidaya, maka akan menghambat segala aktivitas yang dilakukan. Tinggi rendahnya kandungan oksigen terlarut pada media pemeliharaan secara tidak langsung dapat mengakibatkan menurunnya nafsu makan udang, serta berpengaruh terhadap pertumbuhan udang. Kisaran oksigen terlarut yang didapatkan selama pemeliharaan antara 4,3 – 6,2 mg/L. hasil pengukuran selama penelitian menunjukkan nilai yang cukup optimal dalam kegiatan pemeliharaan udang vanname. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rakhfid *et al.*, (2019), bahwa kisaran oksigen yang optimal dalam pemeliharaan udang (*Litopenaus vannamei*) berkisar antara 4-8 mg/L. Kadar ammonia akan meningkat seiring meningkatnya jumlah pakan dan feses yang menumpuk dalam wadah pemeliharaan sehingga bertambah juga beban nitrogen dalam media. Konsentrasi ammonia-nitrogen juga akan semakin meningkat dengan meningkatnya pH dan suhu serta menurunnya salinitas yang akan mengakibatkan udang mengalami keracunan ammonia Hasniar *et al.*, (2013). Hasil pemeliharaan menunjukkan bahwa kadar ammonia selama masa pemeliharaan berkisar antara 0,047 – 0,082 mg/L. nilai kadar ammonia yang didapatkan masih dapat di



tolerin oleh pertumbuhan udang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mas'ud & Tri, (2018) bahwa batas optimal kadar ammonia bagi udang adalah <0,1 mg/L. kelebihan kadar ammonia dapat menyebabkan stress dan kematian pada udang. Alkalinitas merupakan parameter kualitas air yang menunjukkan kapasitas air untuk menetralkan tambahan asam, tanpa menurunkan pH larutan. Alkalinitas juga memiliki peranan penting dalam kegiatan budidaya udang vanname seperti parameter kualitas air lainnya. Nilai alkalinitas yang didapatkan selama pemeliharaan berkisar antara 120 – 143,3 ml/l. nilai yang didapatkan tersebut masih tergolong baik untuk kegiatan budidaya udang vanname. Hal ini sesuai dengan pernyataan Supono, (2018), Pada budidaya udang kisaran alkalinitas yang baik adalah antara 75 – 200 ml/l.

### Kesimpulan

Penambahan mineral kalsium (CaO) 80ppm, Mangan Sulfat (MgSO<sub>4</sub>) 45 ppm, dan Posfor (P) 40 ppm, pada media air tawar belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan udang vannamei yang dipelihara pada media bersalinitas 10 ppt, 20ppt dan 30 ppt. Dengan nilai tingkat kelangsungan hidup sebesar 65%, laju pertumbuhan panjang spesifik sebesar 10, 03% dan nilai laju pertumbuhan bobot spesifik sebesar 6,79%.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada dosen Program Studi Budidaya Perairan yang sudah mendukung kegiatan penelitian ini baik secara moril maupun materil sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar.

### Referensi

- Ali, F., & Waluyo, A. (2015). Tingkat Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii de man*) pada Media Bersalinitas. *Limnotek: perairan darat tropis di Indonesia*, 22(1). <http://dx.doi.org/10.14203/limnotek.v22i1.30>
- Amrillah, A. M., Widyarti, S., & Kilawati, Y. (2015). Dampak Stres Salinitas Terhadap Prevalensi *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) dan Survival Rate Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) pada Kondisi Terkontrol. *Research Journal of Life Science*, 2(2), 110-123. <https://doi.org/10.21776/ub.rjls.2015.002.02.5>
- Anisa, M. M., Setyono, B. D. H., Scabra, A. R., pendidikan Nomor, J., & Mataram, K. (2021). Tingkat Kelulusan Hidup Post Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang Dipelihara pada Salinitas Rendah dengan Menggunakan Metode Aklimatisasi Bertingkat. *Jurnal Perikanan*, 11(1), 129-140. <https://doi.org/10.29303/jp.v11i1.242>
- Anita, A. W., Agus, M., & Mardiana, T. Y. (2017). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) PL - 13. *Jurnal PENA Akuatika*, 16 (1), 3–6.
- Arsad, S., Afandy, A., Purwadhi, A. P., Saputra, D. K., & Buwono, N. R. (2017). Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda [Study of vaname shrimp culture (*Litopenaeus vannamei*) in different rearing system]. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 9(1), 1-14. [10.20473/jipk.v9i1.7624](https://doi.org/10.20473/jipk.v9i1.7624)
- Artningsih, I. (2023). Pengaruh Pemberian Rasio CaO: MgSO<sub>4</sub> dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Produksi Udang Vannamei pada Media Air Tawar. [SKRIPSI]. Universitas Mataram.
- Astifa, A., Rajamuddin, M. A. L., & Yuliadi, Y. (2022). Akselerasi Moulting Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Pemberian Kalsium Hidroksida Ca (OH) 2. *Agrokompleks*, 22(2), 7-17. <https://doi.org/10.51978/japp.v22i2.401>
- Atmawinata, L. M. (2015). Peningkatan Rasio Mineral Ca: Mg pada Media Pemeliharaan Terhadap Kinerja Produksi Pendederan Benih Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) (Doctoral dissertation, Bogor Agricultural University (IPB)). <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/118296>
- Dahlan, J., Hamzah, M., & Kurnia, A. (2017). Pertumbuhan Udang Vaname

- (*Litopenaeus vannamei*) yang Dikultur pada Sistem Bioflok dengan Penambahan Probiotik. *Journal of Fishery Science and Innovation*, 1(1), 19-27.
- Febriani, D., Marlina, E., & Oktaviana, A. (2018). Total Hemosit Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang Dipelihara pada Salinitas 10 ppt dengan Padat Tebar Berbeda. *Journal of Aquaculture Science*, 3(1), 276585.
- Fendjalang, S. N., Budiardi, T., Supriyono, E., & Effendi, I. (2016). Production of White Shrimp *Litopenaeus vannamei* In Floating Cage System With Different Stocking Density at Thousand Island Strait. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(1), 201-214.  
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v8i1.12718>
- Hasniar, H., Firman, F., & Yunarti, Y. (2013). Efektifitas Penggunaan Probiotik dan Antibiotik Terhadap Kualitas Air Dalam Meningkatkan Sintasan Post Larva. *Jurnal Galung Tropika*, 2(1).  
<https://doi.org/10.31850/jgt.v2i1.38>
- Husnul, A. J. (2021). Pengaruh Penambahan Kalsium Oksida (CaO) pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vanamei*) Air Tawar (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).  
<http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/24085>
- Jahan, I., Reddy, A. K., Srivastava, P. P., Harikrishna, V., Sudhagar, A. S., & Singh, S. (2017). Histo-Architectural Changes in the Selected Tissues of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) juveniles reared in inland ground saline water (IGSW) fed with graded levels of potassium (K<sup>+</sup>) and magnesium (Mg<sup>2+</sup>) through feed. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 6(11), 1739-52.  
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.611.210>
- Lailiyah, U. S., Rahardjo, S., Kristiany, M. G., & Mulyono, M. (2018). Produktivitas Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Tambak Superintensif di PT. Dewi Laut Aquaculture Kabupaten Garut Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1(1), 1-11.  
<http://dx.doi.org/10.15578/jkpt.v1i1.7211>
- Makmur, ., Suwoyo, H. S., Fahrur, M., & Syah, R. (2018). The Influence Of The Number Of Pond Bottom Aeration Points On White Shrimp Farming, *Litopenaeus Vannamei*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 727.  
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.24999>
- Mas'ud, F., & Wahyudi, T. (2018). Analisa Usaha Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Air Tawar di Kolam Bundar dengan Sistem Resirkulasi Air. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 22), 103-108
- Muhammadar, M., & Putra, D. F. (2022). Aspek Biologi Dan Hubungan Panjang Berat Udang Swallow (*Metapenaeus Ensis*), Udang Putih (*Panaeus merguensis*) dan Udang Dogol (*Metapenaeus monoceros* Fab.) di Perairan Aceh Utara. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia*, 2(1), 61-69.  
<https://doi.org/10.24815/jkpi.v2i1.22963>
- Mulqan, M., Rahimi, E., Afdhal, S., & Dewiyanti, I. (2017). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Gesit (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Akuaponik dengan Jenis Tanaman yang Berbeda (Doctoral dissertation, Syiah Kuala University).
- Purnamasari, I., Purnama, D., Utami, M A F. 2017. Pertumbuhan Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Intensif. *Jurnal Enggano*, 2(1), 58-67.  
<https://doi.org/10.31186/jenggano.2.1.58-67>
- Putra, S. J. W., Nitisupardjo, M., & Widyorini, N. (2014). Analisis Hubungan Bahan Organik Dengan Total Bakteri pada Tambak Udang Intensif Sistem Semibioflok di BBPBAP Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(3), 121-129.  
<https://doi.org/10.14710/marj.v3i3.6663>
- Rakhfid, A., Erna, E., Rochmady, R., Fendi, F., Ihu, M. Z., & Karyawati, K. (2019). Survival Rate and Growth of Juvenile Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Different Media Water Salinity. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 3(1), 23-29.  
<https://doi.org/10.29239/j.akuatikisile.3.1.23-29>
- Restari, A. R., Handayani, L., & Nurhayati, N. (2019). Penambahan Kalsium Tulang Ikan

- Kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) pada Pakan untuk Keberhasilan Gastrolisasi Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6(2), 69-75.
- Roshaliza, E. J., & Suwartiningsih, N. (2020). Pengaruh Penambahan Kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) pada Media Pemeliharaan terhadap Pertumbuhan Udang Galah *Macrobrachium rosenbergii* de Man, 1879. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(1), 129-142.  
<https://doi.org/10.26877/bioma.v9i1.6039>
- Samawi, G., Panjaitan, A. S., Marlina, E., Pamaharyani, L. I., Bosman, O., & Suseno, D. N. (2021). Efektivitas Penggunaan Automatic Feeder Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Di Pt. Windu Marina Abadi Kecamatan Sambelia, Lombok Timur. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*, 3(2), 93-99.  
<http://dx.doi.org/10.15578/bjsj.v3i2.10719>
- Sawito. (2019). Optimasi Salinitas Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Stadia Post Larva Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*, Boone 1931 ). In *Skripsi Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar*
- Scabra, A. R., Cokrowati, N., & Fatimah, S. (2023). Pengaruh Pemberian Kalsium Hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Air Tawar. *Jurnal Perikanan Tropis*, 10(2):43–55.
- Scabra, A. R., Cokrowati, N., & Wahyudi, R. (2023) Penambahan Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) pada Media Air Tawar Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 14(2):129–40.
- Scabra, A. R., Ismail, I., & Marzuki, M. (2021). Pengaruh Penambahan Fosfor pada Media Budidaya Terhadap Laju Pertumbuhan Benur Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Salinitas 0 PPT. *Indonesian Journal Of Aquaculture Medium*, 1(2), 113-124.  
<https://doi.org/10.29303/mediakuakultur.v1i2.492>
- Scabra, A. R., Marzuki, M., & Alhijrah, M. R. (2023). Addition of Calcium Carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) and Magnesium Sulfate ( $\text{MgSO}_4$ ) to Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Rearing Media in Fresh Water. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 392-401. [10.29303/jbt.v23i1.4461](https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.4461)
- Scabra, A. R., Marzuki, M., & Yarni, B. M. (2023). Pengaruh Pemberian Kalsium Hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dan Fosfor (P) Terhadap Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pada Media Air Tawar. *Jurnal Ruaya*, 11(1), 39-51.  
<http://dx.doi.org/10.29406/jr.v11i1.4855>
- Scabra, A. R., Marzuki, M., & Rizaldi, A. (2023). Pemberian kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dan magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ) pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di media air tawar. *Acta Aquatica*, 10(1):77–84.  
<https://doi.org/10.29103/aa.v1i2.9501>
- Scabra, A. R., Satria, I., Marzuki, M., & Setyono, B. D. H. (2021). The Influence of Different Acclimatization Times on Survival Rate and Growth of Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan Unram*, 11(1), 120-128.  
[10.29303/jp.v11i1.243](https://doi.org/10.29303/jp.v11i1.243)
- Sitanggang, L. P., & Amanda, L. (2019). Analisa Kualitas Air Alkalinitas dan Kesadahan (Hardness) pada Pembesaran Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*) di Laboratorium Animal Health Service binaan PT. Central Proteina Prima Tbk. Medan. *TAPIAN NAULI: Jurnal Penelitian Terapan Perikanan dan Kelautan*, 1(1), 29-35.
- Supono, S. (2018). Manajemen Kualitas Air untuk Budidaya Udang
- Widigdo, B. 2013. Bertambak Udang Dengan Teknologi Biocrete. Kompas Media Nusantara. Jakarta, 1-75.