

**PENGARUH PENGGUNAAN FILTER YANG BERBEDA PADA
BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vaname*) DENGAN SISTEM
RESIRKULASI**

**The Effect of Using Different Filter on Vaname Shrimp (*Litopenaeus
vaname*) Cultivation with Recirculation System**

Wahbi^{1*}, Sadikin Amir¹, Bagus Dwi Hari Setyono¹

1 Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian, Universitas Mataram
Jl. Pendidikan No, 37 Mataram

*Korespondensi email : wahbi.bhsw@gmail.com

(Received 7 Oktober 2022; Accepted 19 November 2022)

ABSTRAK

Masalah yang sering muncul pada budidaya, salah satunya yaitu menurunnya kualitas air yang berdampak pada penurunan hasil produksi. Selain itu, sisa pakan yang tidak dimakan akan membuat kualitas air selama pemeliharaan akan semakin buruk hal ini meningkatkan amonia bersifat toksik. Sehingga perlu dikembangkan sistem budidaya yang efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu dengan sistem resirkulasi dengan menggunakan filter. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan kombinasi filter yang tepat untuk menjaga kualitas air dengan menggunakan sistem resirkulasi. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan yakni dengan penggunaan sistem resirkulasi. Pada perlakuan P1 tanpa filter, P2 bioball, pasir, arang, P3 zeolit, pasir, arang dan P4 kerikil, pasir, arang. Hasil penelitian yang didapat yaitu tingkat kelangsungan hidup tertinggi pada perlakuan P2 mencapai 78,66% dan perlakuan P1 terendah yaitu 43,33%. Laju pertumbuhan P2 memberikan laju pertumbuhan harian terbaik dari perlakuan lainnya yaitu 0,2117 g. Pada bobot mutlak P2 mendapatkan berat tertinggi yaitu 6,35 g dan memiliki kadar amonia terendah yaitu 0,10 mg/L.

Kata Kunci: filter, resirkulasi, udang vaname

ABSTRACT

One problem that often arises in aquaculture is the decrease in water quality, which results in a decrease in production. In addition, the remaining uneaten feed will worsen the water quality during maintenance, increasing ammonia, which is toxic. So it is necessary to develop an effective cultivation system to overcome these problems, namely with a recirculation system using a filter. This study aims to determine the right combination of filters to maintain water quality using a recirculation system. This research was conducted using an experimental method with a completely randomized design with 4 treatments and 3 replications using a

recirculation system. In treatment, P1 without filter, P2 bio ball, sand, charcoal, P3 zeolite, sand, charcoal and P4 gravel, sand, charcoal. The research results obtained were the highest survival rate in the P2 treatment reaching 78.66%, and the lowest in the P1 treatment, namely 43.33%. The growth rate of P2 gave the best daily growth rate of the other treatments, namely 0.2117 g. The absolute weight of P2 was the highest, namely 6.35 g and the lowest ammonia content, 0.10 mg/L.

Keywords: filter, recirculation, vaname shrimp

PENDAHULUAN

Komoditi perikanan yang banyak dibudidayakan di Indonesia salah satunya yaitu udang vaname. Pada tahun 2001 di Indonesia udang vaname mulai dikenal dan masuk SK menteri kelautan dan perikanan (Irmayunita *et al.*, 2022). Salah satu keunggulan udang vaname yaitu bisa bertahan hidup pada salinitas 10-45 ppt, kebutuhan protein yang rendah 32% dan pemeliharannya lebih cepat jika dibandingkan dengan udang windu Mahfud *et al.*, (2022), sehingga banyak petambak yang mulai beralih membudidayakan udang vaname.

Permasalahan yang sering terjadi pada kegiatan budidaya ikan, salah satunya yaitu menurunnya kualitas air yang berdampak pada penurunan hasil budidaya. Hal ini disebabkan oleh sisa pakan yang tidak dimakan atau feses yang menumpuk pada dasar media yang membuat kualitas air selama pemeliharaan akan semakin buruk, hal ini akan meningkatkan amonia yang sangat bahaya bagi udang, apabila $< 0,1$ mg/L. Oleh karena itu perlu dikembangkan sistem budidaya yang efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu dengan sistem resirkulasi dengan menggunakan filter fisika, kimia dan biologi.

Resirkulasi adalah sebuah cara memanfaatkan air kembali dengan memutar air tersebut dengan sebuah alat atau perantara (Shi *et al.*, 2022). Prinsipnya yaitu menyaring air yang sudah mengandung kotoran dengan sebuah filter, sehingga filter akan membuat air kembali layak untuk digunakan kembali. Menurut Ghazal *et al.*, (2022) filtrasi adalah menyaring air dengan sebuah penyaring (filter). Rahmat *et al.*, (2019) menambahkan bahan-bahan yang dapat dimanfaatkan untuk menjaga kualitas air yaitu kerikil, pasir, arang, tawas, ijuk, zeolit Florea *et al.*, (2022) dan bioball (Praeger dan de Nys, 2017).

Filter dibagi atas filter fisika, kimia dan biologi. Filter fisika berfungsi untuk menyaring kotoran pada air secara fisik agar padatan atau kandungan pada air berkurang Garcia Nieto *et al.*, (2016), bahan yang sering digunakan untuk filter fisika adalah spons dan pasir (Garcia Nieto *et al.*, 2016). Filter kimia berperan menghilangkan molekul bahan organik terlarut dengan penyerapan langsung (Wang *et al.*, 2021). Zeolit dan arang merupakan salah satu filter kimia yang bisa digunakan untuk meningkatkan kualitas air (Wang *et al.*, 2021). Sedangkan Filter biologis adalah tempat hidupnya beragam bakteri yang diperlukan untuk membersihkan kandungan bahan organik dalam air. (Song *et al.*, 2021). Salah satu filter biologi yang dapat digunakan yaitu bioball (Ilma *et al.*, 2022).

Penggunaan filter yang tepat akan membuat kualitas air yang optimal, maka dari itu udang yang dibudidayakan dapat hidup dengan pertumbuhan yang baik. Oleh karena itu dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui penggunaan kombinasi filter yang tepat untuk menjaga kualitas air dengan menggunakan sistem resirkulasi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 18 Mei hingga 16 Juni di desa Awang Lombok Nusa Tenggara Barat.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan yaitu P1 tanpa filter, P2 bioball, pasir, arang, P3 zeolit, pasir, arang dan P4 kerikil, pasir, arang.

Alat dan Bahan

Alat yang dipakai pada penelitian ini adalah pH meter, refractometer, DO multi meter digital, pompa, talang air, pasir, zeolite, arang, kerikil, bioball, bak 40 liter, test ammonia kit. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu udang PL 40, kaporit dan pellet.

Persiapan Ikan Uji dan Wadah Penelitian

Wadah pemeliharaan yang digunakan yaitu bak 40 liter ukuran diameter 60 cm dan tinggi 40 cm. Sebelum bak digunakan, dibersihkan dengan deterjen. Lalu bak dibersihkan dengan kaporit selama 24 jam. Selanjutnya dibersihkan dan dimasukkan air sebanyak 75% dari volume total bak. Kemudian diaerasi selama 24 jam dan udang vaname dimasukkan kedalam bak, dengan kepadatan 30 ekor per 40 liter. Udang vaname yang digunakan yaitu PL 40. Udang tersebut diadaptasikan terlebih dahulu dalam wadah pemeliharaan sebagai proses aklimatisasi (penyesuaian terhadap lingkungan yang baru). Pemberian pakan 4 kali sehari. Pakan yang diberikan yaitu pellet. Pakan diberikan pada pukul 08.00, 11.00, 15.00 dan 19.00 dengan dosis 5%. Jumlah pakan yang diberikan berdasarkan pada *feeding rate* berdasarkan SNI 01-7246-2006 dan pengukuran kualitas air dilakukan tiga kali sehari yaitu pada pagi, siang dan sore hari selama penelitian.

Parameter penelitian

Tingkat Kelangsungan Hidup

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

Keterangan :

SR = Kelangsungan hidup (%);

N_t = Jumlah populasi ikan akhir

N_o = Jumlah populasi ikan awal

Laju Pertumbuhan Harian.

$$a = \left[\sqrt{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \right] \times 100\%$$

Keterangan :

a = Laju pertumbuhan harian

t = Lama waktu pengamatan

Pertumbuhan Bobot Mutlak.

$$W_m = W_t - W_o$$

Keterangan :

W_t = bobot rata-rata pada waktu t

Wo = bobot rata-rata pada waktu awal

Analisis data

Data hasil penelitian akan diolah menggunakan aplikasi SPSS 24 dan Microsoft excel, kemudian dianalisis menggunakan analisis varians atau ANOVA untuk mengetahui berpengaruh nyata atau tidak. Apabila hasil berbeda nyata pada taraf 5% maka dilakukan uji lanjutan dengan uji duncan.

HASIL

Kualitas Air Media Pemeliharaan

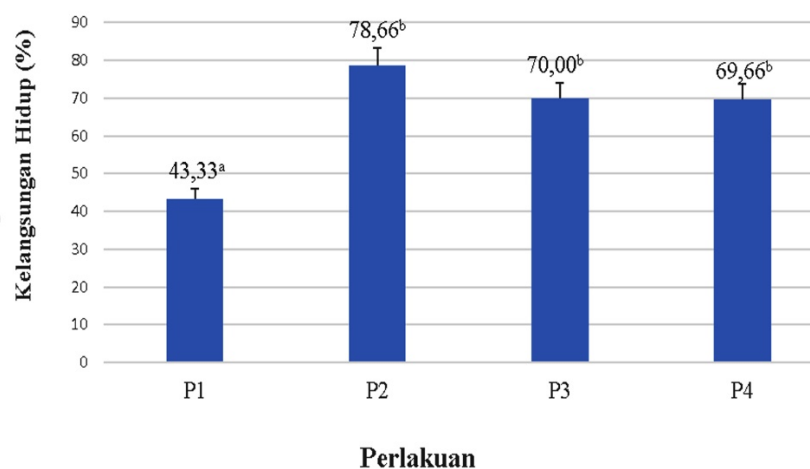
Kualitas air memegang peranan penting dalam menunjang kehidupan dan pertumbuhan udang vaname. Hasil pengamatan parameter kualitas air meliputi suhu, pH, DO, salinitas dan amonia ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Pengukuran Kualitas Air

Parameter	Satuan	Pengukuran kualitas air			
		P1	P2	P3	P4
Suhu	°C	27-30	27-30	27-30	27-30
pH	-	7,2-8,9	7,2-7,5	7,2-7,9	7,2-7,9
DO	mg/L	5,9-6,2	5,9-6,5	5,9-6,3	5,9-6,3
Salinitas	Ppt	25	25	25	25
NH3	mg/L	0,5-1	0,1	0,1-0,25	0,1-0,25

Tingkat Kelangsungan Hidup (*Survival Rate*)

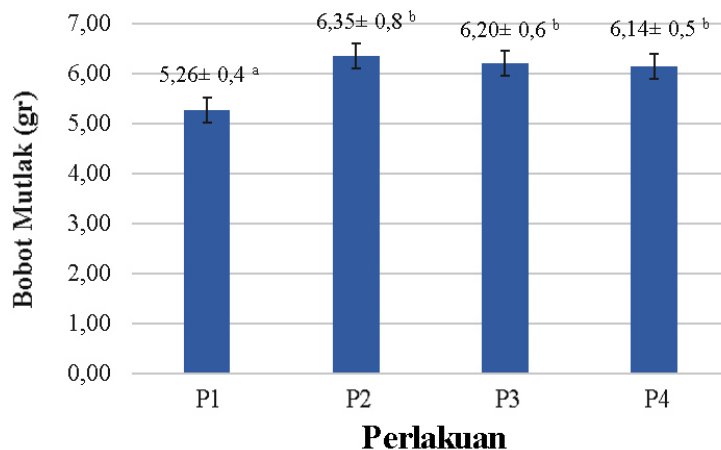
Hasil pengamatan tingkat kelangsungan hidup udang vaname, mendapatkan hasil yang beragam. Kelangsungan hidup tertinggi pada perlakuan P2 yaitu sebesar 78,66% selanjutnya diikuti P3, P4 dan P1 masing-masing sebesar 70%; 69,66% dan 43,33%. Berdasarkan hasil uji *analysis variance* (ANOVA) bahwa penggunaan filter yang berbeda dengan sistem resirkulasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Tingkat kelangsungan hidup udang vaname dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Kelangsungan hidup udang vanamei

Pertumbuhan Bobot Mutlak Udang Vaname

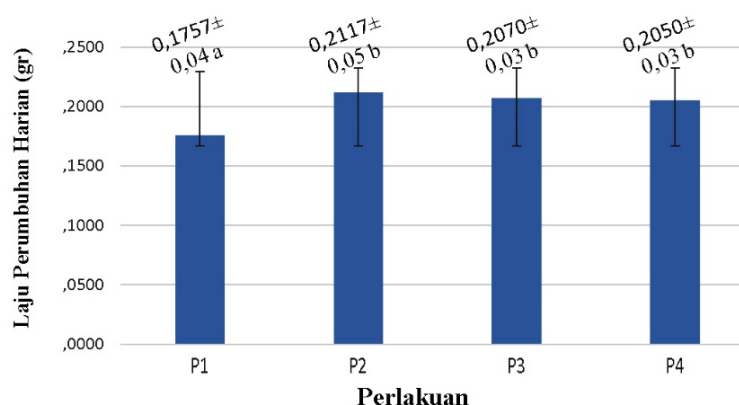
Pada grafik pertumbuhan bobot mutlak menunjukkan bahwa pemeliharaan udang vaname dengan penggunaan filter yang berbeda pada sistem resirkulasi mendapatkan perlakuan P2 tertinggi dengan nilai 6,35 g, selanjutnya P3 dan P4 masing-masing sebesar 6,20 g dan 6,14 g. Sedangkan yang terendah terdapat pada P1 yaitu sebesar 5,26 g. Berdasarkan uji ANOVA, bahwa penggunaan filter yang berbeda pada sistem resirkulasi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak udang vaname ($P < 0,05$). Hasil pengamatan yang didapatkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Bobot mutlak udang vanamei

Laju Pertumbuhan Harian

Grafik laju pertumbuhan harian menunjukkan bahwa perlakuan P2 memberikan laju pertumbuhan harian tertinggi 0,2117 g. Kemudian ikuti P3 dan P4 masing-masing pada 0,2070 g dan 0,2050 g. Berdasarkan uji ANOVA memberikan pengaruh nyata. Laju pertumbuhan harian terendah terlihat pada perlakuan P1 dengan nilai 0,1757 g. Laju pertumbuhan harian udang vaname dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 laju pertumbuhan harian udang vanamei

PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kualitas air (Tabel 1) dilihat suhu pada setiap perlakuan selama penelitian berkisar antara 27–30 °C. Suhu pada setiap perlakuan masih berada dalam kisaran optimal. Multazam dan Hasanuddin (2017) menyatakan bahwa suhu yang optimal untuk

budidaya udang vaname adalah 25–31 °C dan akan mati jika terjadi suhu dibawah 13°C Chen *et al.*, (2022) dan diatas 35°C (Cardenas, 2022). Menurut Prates *et al.*, (2022) suhu air mempunyai pengaruh terhadap respirasi, nafsu makan udang, metabolisme tubuh dan pertumbuhan.

Pada pengukuran pH setiap perlakuan yaitu 7,2-8,9, kisaran nilai pH ini dapat ditoleransi udang vaname. Udang vaname hidup optimal pada nilai pH 6-8,9 (Rohmanawati *et al.*, 2022). Jika nilai pH terlalu rendah atau terlalu tinggi, maka proses pertumbuhan udang akan terganggu bahkan dapat menyebabkan kematian (Arsad *et al.*, 2017). Ikan dan organisme akuatik lainnya hidup dalam kisaran pH tertentu, sehingga pH merupakan parameter kualitas air yang sangat penting (Chen *et al.*, 2015).

Nilai DO selama penelitian pada semua perlakuan yaitu 5,9-6,5 mg/L, meningkatnya nilai DO dikarenakan adanya sistem resirkulasi yaitu turunya air dari filter yang dihasilkan oleh sedotan mesin pompa yang dipasang pada setiap wadah pemeliharaan. Menurut Pettersson *et al.*, (2022) resirkulasi (sirkulasi air) pada pemeliharaan ikan sangat membantu dalam kestabilan suhu, menjaga keseimbangan biologis dalam air dan membantu mendistribusikan oksigen. Oksigen terlarut juga dibutuhkan untuk menguraikan senyawa organik menjadi senyawa anorganik. 5,5-6 mg/L oksigen terlarut dianggap ideal untuk pertumbuhan ikan (de Oliveira *et al.*, 2022)

Salinitas bisa dikatakan sebagai konsentrasi total dari semua ion yang terlarut di dalam air (de Oliveira *et al.*, 2022). Kisaran salinitas selama pengamatan antara 24-25 ppt. Salinitas adalah salah satu faktor pembatas bagi kehidupan akuatik. Salinitas rendah dapat menurunkan oksigen, sehingga berbahaya bagi pertumbuhan ikan (de Oliveira *et al.*, 2022). Sebaliknya, salinitas yang terlalu tinggi juga tidak baik untuk pertumbuhan ikan (Jayanti *et al.*, 2022). Salinitas air media yang baik untuk pertumbuhan udang adalah 15-25 ppt (Jayanti *et al.*, 2022).

Senyawa NH₃ adalah bentuk amonia bebas yang tidak terionisasi dan sangat beracun bagi udang (Cui *et al.*, 2022). Peningkatan amonia terutama disebabkan oleh pemberian pellet yang berlebih (Zhao *et al.*, 2022). Kisaran nilai amonia selama penelitian antara 0,10-1 mg/L. Hasil pengukuran amonia pada penelitian ini menunjukkan bahwa setiap bahan filter memiliki kinerjanya masing-masing dalam mengurangi kadar amonia yang berasal dari limbah feses maupun sisa pakan ikan udang vaname. Adanya amonia dalam air mempengaruhi pertumbuhan ikan dengan mengurangi masuknya oksigen (Zhao *et al.*, 2022). Menurut Bagaskara *et al.*, (2022), konsentrasi amonia yang aman bagi udang vaname adalah < 0,1 mg/L.

Tingkat kelangsungan hidup yaitu perbandingan jumlah udang yang hidup pada akhir budidaya dan jumlah udang pada saat awal penebaran yang dinyatakan dalam persentase. Pada Perlakuan bioball, pasir dan arang memberikan tingkat kelangsungan tertinggi hal ini dikarenakan pasir digunakan sebagai penyaring dalam proses penyaringan air dimana pasir mempunyai fungsi yaitu menahan endapan kotoran halus (Mael *et al.*, 2021). Dalam arang terdapat karbon yang menyerap amonia, sehingga proses penyaringan lebih optimum (Rahayu *et al.*, 2022). Bioball adalah penyaring biologi sebagai tempat berkembangnya bakteri yang terlibat dalam proses nitrifikasi Bagaskara *et al.*, (2022), bioball membantu meningkatkan kualitas air, terutama menghilangkan amonia dari air. Pada bioball tumbuh bakteri nitrifikasi (*Nitromonas* sp dan *Nitrobacter* sp) (Agung Rahmanto & Salamah, 2022). *Nitromonas* sp berperan dalam oksidasi amonia menjadi nitrit dan *Nitrobacter* sp berperan dalam oksidasi nitrit menjadi nitrat (Agung Rahmanto & Salamah, 2022).

Pada perlakuan P1 memiliki tingkat kelangsungan hidup terendah. Hal ini diduga akibat kadar ammonia yang lebih tinggi dibandingkan P1, P2 dan P3 yaitu 0,1-1 mg/L, tingginya kadar amonia pada perlakuan P1 karena tidak memiliki filter sehingga kurang optimalnya proses nitrifikasi dalam mengurangi ammonia pada media pemeliharaan udang selama penelitian. Menurut Cui *et al.*, (2022) konsentrasi nitrogen amonia meningkat dengan

dekomposisi anaerobik bahan organik. Dalam kondisi anaerobik, proses nitrifikasi tidak terjadi, sehingga amonia yang terkandung dalam limbah meningkat. Ikan akan dapat bertahan hidup apabila kualitas air pemeliharaan berada pada kondisi yang optimal dan apabila kualitas air buruk maka akan mengakibatkan kematian.

Kombinasi susunan filter pada perlakuan P2 yaitu bioball, pasir dan arang memiliki nilai bobot mutlak tertinggi namun tidak berbeda jauh dengan perlakuan P3 dan P4, hal ini dikarenakan penyaringan air dengan filter dapat menjaga kualitas air dengan menguraikan sisa makanan dan kotoran. Menurut Song et al., (2021) filter memiliki fungsi menyaring kotoran, sisa pellet, debu dan koloid dalam air pemeliharaan. Hal ini diduga karena filter utama yang terdapat pada P2, P3 dan P4 yaitu bioball, zeolite dan arang sama-sama memiliki pori-pori permukaan yang berfungsi sebagai filter kimia yaitu menyerap kotoran dari feses maupun sisa pellet selama pemeliharaan. Hal ini yang menyebabkan kualitas air pada perlakuan P1, P2 dan P3 tetap terjaga baik, yang mempengaruhi bobot mutlak dari udang vaname.

Perlakuan P1 memberikan hasil pertumbuhan bobot mutlak yang terendah. Hal ini dipengaruhi oleh kadar amonia yang lebih tinggi dibandingkan P1, P2 dan P3 yaitu berkisar 0,50-1 mg/L, tingginya kadar amonia pada perlakuan P1 diakibatkan karena tidak adanya filter yang berfungsi untuk menyaring kotoran sisa metabolisme dan sisa pakan, sehingga membuat nafsu makan udang berkurang.

Laju pertumbuhan harian yang tinggi pada P2 diyakini karena kemampuan filter bioball arang dan pasir untuk menjaga kualitas air. Hal ini sesuai dengan Dong et al., (2019), yang menemukan bahwa pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh kualitas air dan keseimbangan hara. Pertumbuhan udang juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ukuran, kepadatan dan kondisi lingkungan media pemeliharaan (Prates et al., 2022). Laju pertumbuhan perlakuan P1 (tanpa filter) memberikan hasil terendah. Hal ini diakibatkan karena tidak adanya filter yang berfungsi untuk menyaring kotoran sisa metabolisme dan sisa pellet, sehingga kadar ammonia pada perlakuan P1 meningkat dan mengakibatkan nafsu makan udang berkurang yang mempengaruhi pertumbuhan udang.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pada perlakuan bioball, pasir, dan arang memberikan hasil kualitas air yaitu suhu 27-30 C, pH 7,2- 8,9, DO 5,9-6,5 mg/L, NH₃ 0,10 mg/L, bobot mutlak 6,35 g, laju pertumbuhan harian 0,212 dan kelangsungan hidup 78,66%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pemilik tambak 01 di Awang yang telah membantu dan terimakasih kepada teman-teman yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Rahmanto, T., & Salamah, U. H. (2022). Efektifitas Media Biofiltrasi Anaerob Untuk Mendegradasi Bahan Organik Pada Limbah Cair Pencucian Ikan. *Jurnal Envirous*, 2(2), 28–34. <https://doi.org/10.33005/envirous.v2i2.105>
- Arsad, S., Afandy, A., Purwadhi, A. P., Maya V, B., Saputra, D. K., & Buwono, N. R. (2017). Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda
<I>[Study of Vaname Shrimp Culture

- (*Litopenaeus vannamei*) in Different Rearing System] <I>. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.20473/jipk.v9i1.7624>
- Bagaskara, P., Julyantoro, P. G. S., & Sari, A. H. W. (2022). Kualitas Air, Kelimpahan Mikroba Dan Laju Pertumbuhan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Pada Tahap Pembesaran Menggunakan Sistem RAS dan Konvensional. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 22(2), 18. <https://doi.org/10.24843/blje.2022.v22.i02.p03>
- Chen, B., Zhong, P., Wu, X., Peng, K., Sun, Y., Chen, X., Zhao, H., Xu, Z., Liu, J., Li, H., Li, C., & Huang, W. (2022). Construction of a Genetic Linkage Map, QTLs Mapping For Low Salinity and Growth-Related Traits And Identification Of The Candidate Genes In Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture Reports*, 22(June 2022), 738834. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100978>
- Chen, Y. Y., Chen, J. C., Tseng, K. C., Lin, Y. C., & Huang, C. L. (2015). Activation of Immunity, Immune Response, Antioxidant Ability, and Resistance Against *Vibrio alginolyticus* In White Shrimp *Litopenaeus vannamei* Decrease Under Long-Term Culture at Low pH. *Fish and Shellfish Immunology*, 46(2), 192–199. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2015.05.055>
- Cui, Y., Zhao, N., Wang, C., Long, J., Chen, Y., Deng, Z., Zhang, Z., Zhao, R., Sun, J., Wang, Z., Liu, F., Xu, K., Wang, R., & Li, Y. (2022). Acute Ammonia Stress-Induced Oxidative and Heat Shock Responses Modulated by Transcription Factors in *Litopenaeus vannamei*. *Fish and Shellfish Immunology*, 128(July), 181–187. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.07.060>
- De Oliveira, V. Q., Pimentel, O. A. L. F., do Rêgo Oliveira, C. R., dos Santos, E. P., Pereira, A. M. L., Gálvez, A. O., & Brito, L. O. (2022). Effect of Ionic Adjustment Frequency In Low-Salinity Water on Zootechnical Performance, Water Quality and Mineral Composition of *Litopenaeus vannamei* in a Synbiotic Nursery System. *Aquaculture*, 561(March). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738632>
- Dong, L., Tong, X., Li, X., Zhou, J., Wang, S., & Liu, B. (2019). Some Developments Andnew Insights of Environmental Problemsand Deep Mining Strategy for Cleanerproduction in Mines. *Journal of CleanerProduction*, 210, 1562–1578. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.291>
- Florea, A. F., Lu, C., & Hansen, H. C. B. (2022). A Zero-Valent Iron and Zeolite Filter for Nitrate Recycling From Agricultural Drainage Water. *Chemosphere*, 287(P1), 131993. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131993>
- García Nieto, P. J., García-Gonzalo, E., Arbat, G., Duran-Ros, M., Ramírez de Cartagena, F., & Puig-Bargués, J. (2016). A New Predictive Model For the Filtered Volume and Outlet Parameters in Micro-Irrigation Sand Filters Fed With Effluents Using The Hybrid PSO-SVM-Based Approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 125, 74–80. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.031>
- Ghazal, K. A., Salman, K. A., & Nieama, A. S. (2022). Assessing the Attenuation of Microbial Contaminants of Al-Kufa River Water Through The Natural Process of Riverbank Filtration. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 0–6. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2022.04.005>
- Ilma, Q., Dinoto, A., Setyaningrum, N., Mulyadi, Agustiyani, D., Radiastuti, N., & Julistiono, H. (2022). Isolation and Identification of Bacteria Removing Nitrite, Nitrate, and Ammonium From Bioballs Filter. *Indonesian Aquaculture Journal*, 17(1), 13–22. <https://doi.org/10.15578/iaj.17.1.2022.13-22>
- Irmayunita1;, E. S. I. I. E. C. M. N. 'Akla1; Y. A., & Prasetyo1, M. H. A. M. D. R. (2022). Pemanfaatan Limbah Budidaya Udang Vannamei. *Jurnal Unsyiah*, 2(1).

- Jayanti, S. L. L., Atjo, A. A., Fitriah, R., Lestari, D., & Nur, M. (2022). Pengaruh Perbedaan Salinitas Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(1), 40–48. <https://doi.org/10.32734/jafs.v1i1.8617>
- Jibril, A. H. (2021). Substitusi Tepung Ikan Dengan Tepung Bekicot Terhadap Rasio Konversi Pakan (FCR) dan Komposisi Kimia Tubuh Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). In *Skripsi*.
- Mael, T. M., Olii, M. R., Doda, N., Sipil, T., & Teknik, F. (2021). Perencanaan Beton Filter Untuk Filter Air. *Journal of Infrastructure and Science Engineering*, IV(2), 58–66.
- Mahfud, K., Nazlia, S., & Naufal, A. (2022). Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Cultivation Using Biofloc System In Indoor And Outdoor Tubs. *Jurnal Tilapia*, 3(1), 63–71.
- Multazam, A. E., & Hasanuddin, Z. B. (2017). Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname. *JURNAL IT Media Informasi*, 8(2), 118–125.
- Pettersson, S. J., Lindholm-Lehto, P. C., Pulkkinen, J. T., Kiuru, T., & Vielma, J. (2022). Effect of Ozone and Hydrogen Peroxide on Off-Flavor Compounds and Water Quality in a Recirculating Aquaculture System. *Aquacultural Engineering*, 98(March), 102277. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2022.102277>
- Praeger, C., & de Nys, R. (2017). Seeding Filamentous Ulva Tepida on Free-Floating Surfaces: a Novel Cultivation Method. *Algal Research*, 24, 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2017.03.003>
- Prates, E., Holanda, M., & Fonseca, V. (2023). Compensatory Growth and Energy Reserves Changes in The Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Reared in Different Temperatures and Under Feed Restriction in Biofloc Technology System (BFT). *Aquaculture*, 562 (May 2022). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738821>
- Rahayu, R., Sunadji, & Lukas, A. Y. H. (2022). Upaya Memperbaiki Kualitas Air dan Warna Ikan Nemo (*Amphiprion percula*) Dengan Penggunaan. *Jurnal Aquatik*, 5(1), 1–23.
- Rahmat, R., Tanjung, M., & Zidni, I. (2019). *Effect of difference filter media on Recirculating Aquaculture System (RAS) on tilapia (Oreochromis niloticus) production performance*. 118(January), 194–208.
- Shi, B., Cheng, X., Chen, H., Xie, J., Zhou, Z., Jiang, S., Peng, X., Zhang, Y., Zhu, D., & Lu, Z. (2022). Occurrence, Source Tracking and Removal of Antibiotics in Recirculating Aquaculture Systems (Ras) in Southern China. *SSRN Electronic Journal*, 324(September), 116311. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4142024>
- Song, H., Feng, J., Zhang, L., Yin, H., Pan, L., Li, L., Fan, C., & Wang, Z. (2021). Advanced Treatment of Low C/N Ratio Wastewater Treatment Plant Effluent Using a Denitrification Biological Filter: Insight Into The Effect Of Medium Particle Size And Hydraulic Retention Time. *Environmental Technology and Innovation*, 24, 102044. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102044>
- Ulva Rohmanawati, Vivi Endar Herawati*, S. W. (2022). Pengaruh Pemberian Cacing Laut (*Nereis* sp.) Yang Diperkaya Dengan Minyak Cumi Dengan Dosis Yang Berbeda Untuk Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Post Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) The. *Saintek Perikanan*, 18(1), 59–66.
- Wang, K., Zhou, Z., Qiang, J., Yu, S., Wang, X., Yuan, Y., Zhao, X., Qin, Y., & Xiao, K. (2021). Emerging Wastewater Treatment Strategy for Efficient Nitrogen Removal and Compact Footprint by Coupling Mainstream Nitrogen Separation With Chemical Coagulation And Biological Aerated Filter. *Bioresource Technology*, 320(PB), 124389. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124389>

Zhao, X., Wang, G., Liu, X., Guo, D., Chen, X., Liu, S., Bi, S., Lai, H., Zhu, J., Ye, D., Wang, H., & Li, G. (2022). Dietary Supplementation of Astaxanthin Increased Growth, Colouration, The Capacity Of Hypoxia and Ammonia Tolerance of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture Reports*, 23(March), 101093. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101093>