

Effects of Salinity Level on The Growth, Filtration Rate and Survival of Pearl Oyster (*Pinctada maxima*) Spats

Devi Aulia Ramadhan¹, Alis Mukhlis^{1*}, Damai Diniariwisan¹

¹Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

Article History

Received: April 29th, 2024

Revised: May 16th, 2024

Accepted: June 13th, 2024

*Corresponding Author:

Alis Mukhlis,

Program Studi Budidaya
Perairan Fakultas Pertanian,
Universitas Mataram, Mataram,
Indonesia;

Email:

alismukhlis@unram.ac.id

Abstract: Pearl oysters (*Pinctada maxima*) are an aquaculture commodity with high economic value. Large-scale production of pearl oyster seeds remains a challenge due to low growth and survival rates. Salinity is an environmental factor that greatly influences growth, feed filtration rate and survival of bivalves. This study aims to evaluate the effect of salinity levels on the growth, survival and filtration rate of pearl oyster spat. Pearl oyster spats measuring 2.14 ± 0.77 mm (dorso-ventral) were reared for 21 days at salinities of 26, 30, 34, and 38 ppt with a single feed of *Chaetoceros amami* with an initial density of 20,000 cells/ml. The results showed that a salinity of 34 ppt produced the highest growth and was significantly different ($p < 0.05$) compared to other salinities with an absolute growth value of 6.18 ± 0.25 mm, relative growth of $288.8 \pm 11.5\%$ and the daily specific growth rate is $6.68 \pm 0.15\%$ per day. The feed filtration rate value at a salinity of 34 ppt was 126.76 ml/hour/individual with a survival rate of 94.22% where these two parameters were also significantly different compared to other salinity treatments. There is a close relationship between growth, filtration rate and survival of spat with the salinity level of the rearing medium. This research shows that salinity of 34 ppt is the optimal condition to support growth, feed filtration rate, and survival of pearl oyster spat.

Keywords: *Pinctada maxima*; spat, salinity; growth; filtration rate; survival.

Pendahuluan

Kerang mutiara (*Pinctada maxima*) atau di pasar internasional dikenal sebagai *south sea pearl* (mutiara laut selatan) merupakan salah satu komoditas akuakultur yang bernilai ekonomis tinggi (Septiani *et al.*, 2023) dan memiliki prospek sebagai komoditi yang dapat dikembangkan sebagai usaha masyarakat yang menjanjikan baik skala kecil hingga skala industri. Kerang ini memiliki peran penting dalam menghasilkan mutiara alam yang menjadi produk unggulan di industri perhiasan. Kerang *P. maxima* juga merupakan penghasil mutiara yang paling mahal dan terkenal dari Indonesia (Nadia *et al.*, 2020). Harga butiran mutiara di pasar kota Mataram mulai Rp. 100.000,- hingga Rp. 500.000,- per gramnya (Widiyanti, 2016).

Hampir semua bagian tubuh kerang mutiara dapat dimanfaatkan dan memiliki nilai jual, baik dari cangkang, daging, mutiara dan organisme kerang itu sendiri (Mandonsa *et al.*, 2023). Usaha produksi benih kerang mutiara juga

dapat dilakukan dalam skala kecil dan telah menjadi mata pencaharian alternatif kelompok masyarakat pesisir di pulau Lombok dan Sumbawa. Hasil survei di lapangan bahwa benih kerang mutiara berukuran minimal 7 cm (panjang dorso-ventral) banyak dibutuhkan oleh industri budidaya mutiara di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Benih kerang mutiara dengan ukuran ini memiliki nilai pasar sekitar Rp. 2.000 -3.500,- per sentimeter. Dengan nilai ekonomi yang tinggi dan potensinya dalam mendorong ekonomi masyarakat pesisir khususnya bagi pelaku industri budidaya kerang mutiara maka produksi benih kerang mutiara perlu terus ditingkatkan.

Salinitas perairan merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat berpengaruh dalam budidaya kerang mutiara (Wulandari *et al.*, 2023). Perubahan tingkat salinitas yang ekstrim akan menyebabkan stress hingga kematian pada kerang mutiara (Wei *et al.*, 2022). Perairan Indonesia memiliki kadar salinitas yang variatif, dimana saat musim kemarau akan

bersalinitas tinggi dan saat musin hujan akan bersalinitas rendah (Mandonsa *et al.*, 2023). Kerang mutiara sebagai bivalvia laut merupakan osmokonformer yang memiliki kemampuan mengatur cairan hemolitik ekstraseluler dan intraseluler dengan perubahan salinitas (Sokolov & Sokolova, 2019). Meskipun demikian, fluktuasi salinitas yang ekstrim dapat mengganggu faktor fisiologis moluska laut dan dapat mengakibatkan tingginya kematian dan kerugian ekonomi (Gajbhiye & Khandeparker, 2017).

Salinitas merupakan parameter abiotik penting yang dapat mempengaruhi proses fisiologi pada bivalvia. Proses fisiologis yang dipengaruhi oleh perubahan salinitas di antara yaitu pertumbuhan dan laju filtrasi (Pourmozaffar *et al.*, 2020). Bivalvia sebagai organisme *filter-feeder* memperoleh nutrisi dengan menyaring partikel-partikel tersuspensi di perairan. Oleh karena itu, perubahan salinitas akan dapat memengaruhi proses filtrasi yang pada akhirnya akan berdampak pada asupan nutrisi dan pertumbuhan kerang (Maar *et al.*, 2015). Evaluasi laju filtrasi dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi optimal budidaya bivalvia (Chang *et al.*, 2016). Beberapa penelitian untuk mengkaji pengaruh tingkat salinitas terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan laju filtrasi spat kerang mutiara telah dilakukan. Namun, hasil dari penelitian-penelitian tersebut masih belum konsisten dan masih terdapat kesenjangan informasi yang perlu dipelajari lebih lanjut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tingkat salinitas terhadap pertumbuhan, laju filtrasi dan kelangsungan hidup, spat kerang mutiara (*Pinctada maxima*).

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai pada bulan Desember 2023-Maret 2024 bertempat di PT. Laboratorium Pembenihan Kerang Mutiara PT. Mutiara Surya Indonesia, Desa Sugian, Kecamatan Sembelia, Kabupaten Lombok Timur.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni air laut bersalinitas 34 ppt, air tawar,

spat kerang mutiara berumur 25 hari dengan panjang dorso-ventral rata-rata yaitu 2,14 mm, pakan alami *Chaetoceros amami*, dan kolektor spat berukuran 30 cm x 20 cm sebanyak 12 lembar yang masing-masing berisi 75 spat kerang mutiara/kolektor. Alat-alat yang digunakan yaitu aerator, lux meter, gantungan, blower, kamera, mikroskop, milimeter block, kaca pembesar (lup), plankton net, refraktometer, unit aerasi, lampu senter, termometer digital, pH meter, DO meter, dan toples plastik kapasitas 16 liter.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri atas 4 perlakuan tingkat salinitas (26, 30, 34, 38 ppt) yang masing-masing diulang sebanyak 3 kali.

Prosedur penelitian

Pakan alami *Chaetoceros amami* dikultur di Laboratorium Pakan Alami PT. Mutiara Surya Indonesia dengan kepadatan awal sekitar 1.500.000-2.000.000 sel/mL. Kultur dilakukan menggunakan air laut bersalinitas 30 ppt dengan volume kultur sebanyak 5 L. Media kultur ditambahkan pupuk proanalisis KW21 dan silikat dengan konsentrasi masing-masing yaitu 4 mL/L dan 0,6 mL/L. Pakan alami diberi aerasi dan dipelihara selama 2-4 hari pada kondisi cahaya 4.000-5.000 lux. Pakan siap digunakan sebagai pakan untuk hewan uji.

Benih kerang mutiara stadia spat berumur 25 hari diperoleh dari Laboratorium Pembenihan Kerang Mutiara PT. Mutiara Surya Indonesia Desa Sugian Kecamatan Sembelia Kabupaten Lombok Timur Nusa Tenggara Barat. Kepadatan spat pada kolektor ukuran 20 cm x 30 cm ditentukan dengan metode sampling menggunakan bidang pengamatan dari kertas milimeter blok yang dilubangi dengan ukuran 5 cm x 5 cm. Titik pengamatan dipilih secara acak dan jumlah spat dalam bidang pengamatan diamati secara manual menggunakan kaca pembesar (lup) di bawah cahaya lampu. Sebanyak 60 ekor sampel spat dipilih kemudian diletakkan di atas kertas milimeter block untuk difoto dan diukur lebar cangkangnya berdasarkan jarak dari bagian dorsal ke ventral (dorso-ventral) menggunakan perhitungan skala pada komputer. Jumlah spat per kolektor

dipertahankan pada kepadatan 75 ekor per kolektor. Kepadatan spat yang melebihi jumlah yang diinginkan dikurangi dengan cara melepas spat secara manual menggunakan pinset hingga dicapai kepadatan yang diinginkan. Hewan uji selanjutnya ditebar pada wadah toples yang telah diisi air laut pada tingkat salinitas sesuai dengan perlakuan (A=26, B=30, C=34 dan D=38 ppt) dengan volume 10 liter/toples. Salinitas air media percobaan ditingkatkan dengan penambahan larutan garam krosok (garam kasar) yang sebelumnya telah difilter dan disterilisasi menggunakan metode pemanasan pada suhu minimal 100 °C selama 2-4 menit. Penurunan tingkat salinitas air media dilakukan dengan metode pengenceran menggunakan rumus yaitu:

$$(V_s * N_s) + (V_p * N_p) = V_f * N_f \quad \dots (1)$$

Dimana V_s = Volume stok air laut sebelum diencerkan (L); N_s = Salinitas stok air laut sebelum diencerkan (ppt); V_p = Volume air pengencer (L); N_p = Salinitas air pengencer (L) (ppt); V_f = Volume final yang diinginkan (L); N_f = Salinitas final yang diinginkan (ppt).

Pemeliharaan spat kerang mutiara dilakukan selama 21 hari dengan pemberian pakan alami *Chaetoceros amami* konsentrasi 20.000 sel/ml/hari pada minggu pertama kemudian ditingkatkan menjadi 40.000 sel/mL pada minggu ke-dua dan menjadi 60.000 sel/mL pada minggu ke-tiga. Pemberian pakan dilakukan pada sore hari pukul 16:00 WITA. Pergantian air dilakukan sebanyak 50% selama dua hari pertama kemudian dilakukan pergantian total pada hari ke-tiga. Siklus pergantian air selama tiga hari ini diulangi pada hari-hari berikutnya selama percobaan. Pergantian air dilakukan satu jam sebelum pemberian pakan. Sisa pakan sebelum pergantian air diamati kemudian konsentrasi pakan ditingkatkan hingga mencapai konsentrasi yang diinginkan. Konsentrasi pakan alami dihitung menggunakan hemositometer. Pengamatan lebar cangkang (dorso-ventral) pada akhir percobaan dilakukan dengan cara yang sama seperti pada awal percobaan dengan mengambil sampel secara acak sebanyak 5 ekor spat per perlakuan. Sebagai data penunjang dilakukan pengamatan kualitas air media percobaan meliputi parameter suhu air, tingkat salinitas, derajat keasaman air (pH), dan

oksigen terlarut atau *desolved oxygen* (DO). Pengukuran parameter kualitas air dilakukan setiap 3 hari selama percobaan.

Parameter uji

Parameter utama yang diuji dalam penelitian ini meliputi parameter pertumbuhan (pertumbuhan mutlak, pertumbuhan relatif dan laju pertumbuhan spesifik harian), laju filtrasi dan tingkat kelangsungan hidup. Parameter pertumbuhan ditentukan dengan menggunakan rumus menurut Mukhlis *et al.* (2021) meliputi pertumbuhan mutlak (absolut), pertumbuhan relatif (RGR) dan laju pertumbuhan spesifik harian (RGR) yaitu:

$$Abs = L_t - L_0 \quad \dots (2)$$

$$RGR = (L_t - L_0) / L_0$$

$$SGR = [(L_t / L_0)^{1/t} - 1] * 100\%$$

Dimana Abs = pertumbuhan mutlak (mm), RGR = pertumbuhan relatif (%), SGR harian = laju pertumbuhan spesifik harian (% per hari), L_0 = Lebar cangkang saat hari ke-0, L_t = Lebar cangkang saat hari ke-t, dan t = lama percobaan (hari).

Laju filtrasi (*filtration rate*) dihitung menggunakan data serapan pakan harian (24 jam) yang berlangsung selama 3 (tiga) hari pertama pada awal pemeliharaan dan ditentukan dengan menggunakan rumus yang diturunkan dari Huisman (1976) dan dikombinasi dengan Riisgard (2001) yaitu:

$$FR = [(C_t / C_0)^{1/t} / n] * V \quad \dots (3)$$

Dimana FR = laju filtrasi (ml/jam/ekor), C_0 = Konsentrasi pakan saat $t=0$ (sel/mL), C_t = Konsentrasi pakan saat- t (sel/mL), dan t = lama periode pemberian pakan (jam).

Tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) spat kerang mutiara ditentukan dengan menggunakan rumus yaitu:

$$SR = N_t / N_0 * 100\% \quad \dots (4)$$

Dimana SR = *survival rate* atau tingkat kelangsungan hidup hewan uji (%), N_0 = Jumlah spat kerang mutiara pada saat $t=0$ atau awal percobaan (ekor), N_t = Jumlah spat kerang mutiara pada saat t atau akhir percobaan (ekor), dan t =lama waktu percobaan.

Analisis Data

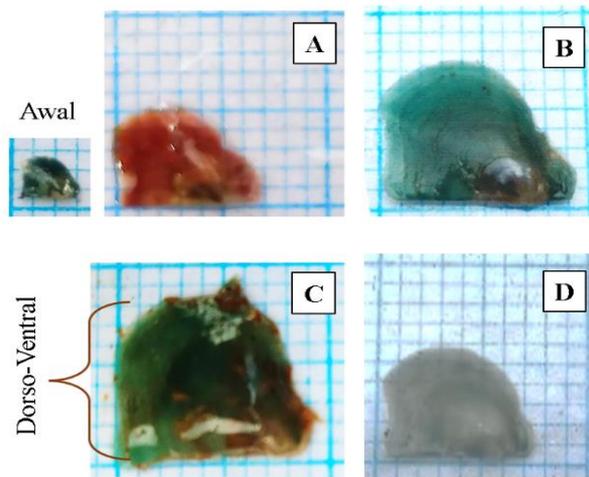
Data parameter utama dianalisis menggunakan analisis ragam dengan tingkat kesalahan 5%. Jika hasil analisis menunjukkan pengaruh yang berbeda signifikan ($p < 0,05$), maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Data parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Pertumbuhan Spat Kerang Mutiara

Penelitian ini menggunakan spat kerang mutiara berumur 25 hari dengan panjang dorso-ventral $2,14 \pm 0,77$ mm. Setelah pemeliharaan 21 hari pada salinitas 26, 30, 34, dan 38 ppt, padat tebar 7,5 spat per liter, dan diberi pakan *Chaetoceros amami*, panjang akhir spat kerang mutiara tertinggi pada salinitas 34 ppt (8,32 mm), diikuti 30 ppt (6,71 mm), 38 ppt (5,78 mm), dan 26 ppt (5,55 mm) (Gambar 1).



Gambar 1. Panjang dorso-ventral spat kerang mutiara *P. maxima* yang diukur pada awal percobaan dan setelah pemeliharaan selama 21 hari pada salinitas 26 ppt (A), salinitas 30 ppt (B), salinitas 34 ppt (C) dan salinitas 38 ppt (D).

Pertumbuhan mutlak tertinggi dalam waktu pemeliharaan 21 hari adalah pada salinitas 34 ppt, yaitu $6,18 \pm 0,25$ mm (Tabel 1). Pada salinitas 34 ppt, kerang mutiara menunjukkan peningkatan ukuran tertinggi sebesar 288,8% dari ukuran awal. Laju pertumbuhan spesifik hariannya juga tinggi, mencapai 6,68% per hari. Hasil analisis statistik membuktikan bahwa

perbedaan salinitas berpengaruh signifikan terhadap parameter pertumbuhan yang diukur ($p < 0,05$). Uji lanjut menunjukkan pertumbuhan cangkang pada salinitas 34 ppt berbeda nyata dibandingkan salinitas lain. Dengan demikian, salinitas 34 ppt merupakan kondisi paling optimal untuk mendukung pertumbuhan yang maksimal bagi spat kerang mutiara.

Tabel 1. Nilai parameter pertumbuhan mutlak (abs), pertumbuhan relatif (RGR) dan laju pertumbuhan spesifik (SGR) cangkang spat kerang mutiara *P. maxima* yang dipelihara selama 21 hari pada empat tingkat salinitas yang berbeda

Parameter Pertumbuhan	Salinitas (ppt)			
	26	30	34	38
Abs (mm)	$3,41 \pm 0,22^a$	$4,57 \pm 0,19^b$	$6,18 \pm 0,25^c$	$3,64 \pm 0,11^a$
RGR (%)	$159,5 \pm 10,3^a$	$213,4 \pm 8,9^b$	$288,8 \pm 11,5^c$	$170,1 \pm 5,0^a$
SGR (% per hari)	$4,64 \pm 0,20^a$	$5,59 \pm 0,14^b$	$6,68 \pm 0,15^c$	$4,84 \pm 0,09^a$

Respon pertumbuhan cangkang spat kerang mutiara pada penelitian ini terlihat tidak berbeda signifikan antara salinitas terendah 26

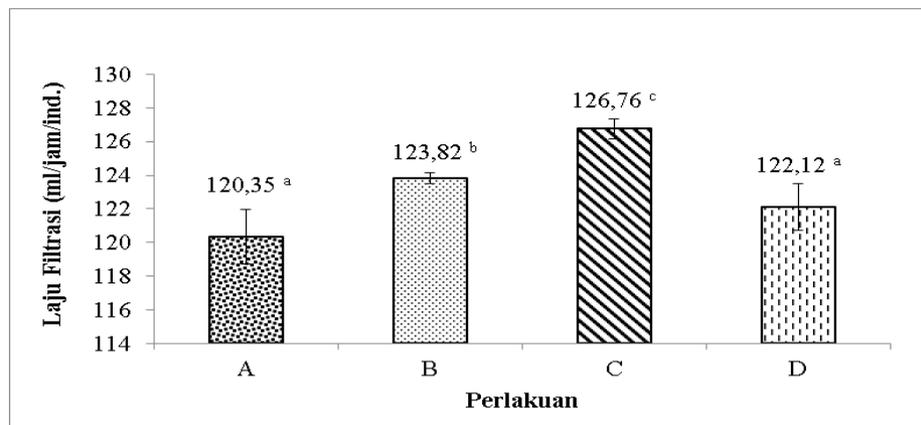
ppt dan tertinggi 38 ppt. Namun, kedua tingkat salinitas tersebut menunjukkan pertumbuhan lebih rendah dan berbeda nyata dibandingkan

salinitas 34 ppt dan 30 ppt. Secara keseluruhan, pertumbuhan cangkang spat kerang mutiara meningkat seiring kenaikan salinitas dari 26 ppt hingga 34 ppt. Tetapi, jika salinitas naik di atas 34 ppt, justru terjadi penurunan pertumbuhan.

Laju filtrasi pakan

Penelitian ini juga mengukur laju filtrasi spat kerang mutiara. Spat dipelihara di media air dengan rentang salinitas dari 26 ppt hingga 38 ppt. Hasil analisis menunjukkan bahwa laju

filtrasi spat berkisar 120,35-126,76 ml/jam/individu. Laju filtrasi tertinggi 126,76 ml/jam/individu terjadi pada salinitas 34 ppt. Laju filtrasi terendah 120,35 ml/jam/individu terjadi pada salinitas 26 ppt (Gambar 2). Analisis statistik membuktikan perbedaan salinitas berpengaruh signifikan terhadap laju filtrasi spat ($p < 0,05$). Laju filtrasi spat pada salinitas 34 ppt berbeda nyata dibandingkan tiga salinitas lainnya yang diuji.



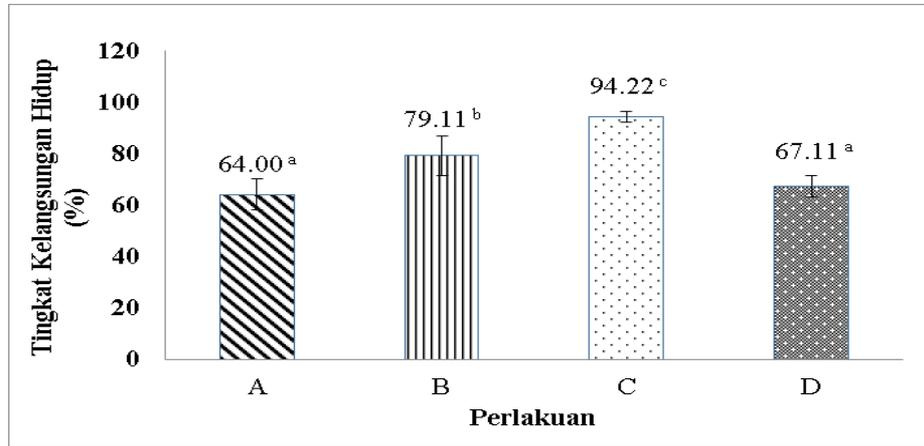
Gambar 2. Grafik rata-rata laju filtrasi pakan spat kerang mutiara yang diukur selama 3 hari pertama masa pemeliharaan pada tingkat 26 ppt (A), salinitas 30 ppt (B), salinitas 34 ppt (C), dan salinitas 38 ppt (D). Garis vertikal menunjukkan nilai standar deviasi (SD) sedangkan huruf yang menyertai angka melambangkan perbedaan signifikan antar perlakuan.

Hasil analisis data laju filtrasi menunjukkan bahwa semakin tinggi salinitas, maka laju filtrasi spat kerang mutiara akan semakin meningkat. Salinitas optimum untuk mendukung laju filtrasi tertinggi adalah 34 ppt. Namun, jika salinitas melebihi 34 ppt, laju filtrasi spat kerang mutiara justru akan menurun. Informasi dari penelitian ini penting untuk menyediakan kondisi lingkungan yang tepat dalam budidaya kerang mutiara. Informasi ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses filtrasi pakan agar pertumbuhan spat kerang mutiara dapat maksimal.

Kelangsungan hidup

Selain pertumbuhan, kelangsungan hidup spat kerang mutiara juga dipengaruhi oleh

tingkat salinitas media pemeliharaan. Penelitian ini mengkaji tingkat kelangsungan hidup spat pada kisaran salinitas 26-38 ppt. Hasilnya menunjukkan tingkat kelangsungan hidup spat mencapai 64,0-94,2%. Pada salinitas terendah 26 ppt, rata-rata tingkat kelangsungan hidup hanya 64,0%. Sementara pada salinitas tertinggi 38 ppt, rata-rata tingkat kelangsungan hidup adalah 67,11%. Salinitas 34 ppt menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi dengan nilai rata-rata 94,22% (Gambar 3). Analisis statistik menunjukkan perbedaan salinitas memberi pengaruh signifikan terhadap tingkat kelangsungan hidup spat ($p < 0,05$). Uji lanjut BNT memperlihatkan tingkat kelangsungan hidup spat pada salinitas 34 ppt berbeda nyata dibandingkan tiga salinitas lainnya.



Gambar 3. Grafik rata-rata tingkat kelangsungan hidup spat kerang mutiara *P. maxima* yang dipelihara selama 21 hari pada tingkat 26 ppt (A), salinitas 30 ppt (B), salinitas 34 ppt (C), dan salinitas 38 ppt (D). Garis vertikal menunjukkan nilai standar deviasi (SD) sedangkan huruf yang menyertai angka melambangkan perbedaan signifikan antar perlakuan.

Penelitian ini menunjukkan salinitas media pemeliharaan sebesar 34 ppt adalah kondisi paling baik untuk kelangsungan hidup spat kerang mutiara. Salinitas lebih rendah atau lebih tinggi dari 34 ppt akan menurunkan tingkat kelangsungan hidup spat. Informasi ini sangat bermanfaat untuk menyediakan lingkungan budidaya yang sesuai bagi spat kerang mutiara. Dengan kondisi salinitas tepat 34 ppt, kelangsungan hidup spat dapat dioptimalkan.

Kualitas air

Kualitas air merupakan faktor penting dalam budidaya bivalvia, termasuk kerang mutiara (*Pinctada maxima*). Parameter kualitas air seperti suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO) diamati sebagai data penunjang. Hasil pengamatan menunjukkan suhu berkisar 29-30°C, pH sekitar 7,3-7,8, dan oksigen terlarut sekitar 5,3-5,8 ppm. Nilai-nilai ini relatif homogen pada semua perlakuan salinitas. Suhu air berpengaruh pada metabolisme dan proses fisiologis bivalvia. Kisaran suhu optimal untuk pertumbuhan kerang mutiara umumnya 26-32°C (Awaluddin *et al.*, 2013). Derajat keasaman (pH) air juga penting untuk proses fisiologis dan pertumbuhan bivalvia. Kisaran pH optimal untuk budidaya kerang mutiara adalah 7,5-8,5 (Nadia *et al.*, 2020). Oksigen terlarut (DO) juga parameter penting untuk kehidupan dan pertumbuhan bivalvia. Kadar oksigen terlarut rendah dapat menghambat respirasi dan metabolisme bivalvia. Kisaran oksigen terlarut optimal untuk budidaya

kerang mutiara adalah 4-8 mg/L (Mandonsa *et al.*, 2023).

Pembahasan

Pakan alami Chaetoceros untuk spat kerang mutiara

Penelitian ini menggunakan pakan alami *Chaetoceros amami* sebagai pakan tunggal untuk spat kerang mutiara. *Chaetoceros* adalah jenis diatom atau mikroalga laut yang sering dipakai dalam akuakultur (Spolaore *et al.*, 2006). Mikroalga ini telah menunjukkan hasil yang baik sebagai pakan bivalvia dan krustasea seperti udang pada tahap awal perkembangan larva (Brown, 2002). Selain itu, *Chaetoceros* juga digunakan sebagai pakan alami zooplankton penting seperti artemia, rotifer dan *Daphnia*. Zooplankton tersebut memegang peran dalam rantai makanan biota perairan (Guedes & Malcata, 2012). Mikroalga *Chaetoceros* digunakan sebagai pakan alami untuk spat kerang mutiara karena kandungan nutrisinya yang baik. *Chaetoceros* kaya akan asam lemak tak jenuh ganda dan juga vitamin C (Heimann & Huerlimann, 2015). Asam lemak tak jenuh ganda dalam mikroalga seperti *Chaetoceros* mempengaruhi pertumbuhan larva kerang mutiara spesies *Pinctada margaritifera* pada stadia D (Martínez-Fernández *et al.*, 2006). Oleh karena itu, *Chaetoceros* dipilih sebagai pakan alami untuk spat kerang mutiara agar nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya terpenuhi dengan baik.

Penelitian ini menerapkan pemberian pakan *Chaetoceros amami* dengan konsentrasi 20.000 hingga 60.000 sel/ml yang dinaikkan secara bertahap per minggu selama percobaan. Hal ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Mills (2000) yang melaporkan bahwa laju pertumbuhan spesifik spat *Pinctada maxima* mengalami peningkatan signifikan hanya pada kisaran konsentrasi pakan 0 hingga 54.000 sel/ml. Namun pada konsentrasi pakan yang lebih rendah akan menghasilkan spat yang kurus dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Meskipun demikian, pertumbuhan spat kerang mutiara pada konsentrasi pakan di atas 54.000 sel/ml akan menurun, namun penurunannya tidak signifikan.

Pertumbuhan

Pertumbuhan merupakan salah satu aspek krusial dalam budidaya kerang mutiara *Pinctada maxima*. Kesuksesan produksi kerang mutiara sangat bergantung pada pertumbuhan optimal spat (anakan kerang). Spat yang tumbuh dengan baik akan lebih cepat mencapai ukuran yang ideal untuk diinsersi dengan inti mutiara. Oleh karena itu, pemeliharaan spat pada kondisi salinitas yang optimal menjadi faktor kunci untuk mendukung pertumbuhan maksimal. Penelitian ini mengukur pertumbuhan spat kerang mutiara melalui tiga parameter, yaitu pertumbuhan mutlak, pertumbuhan relatif, dan laju pertumbuhan spesifik. Hasil analisis data menunjukkan bahwa salinitas 34 ppt merupakan kondisi optimal untuk mendukung pertumbuhan spat. Pada salinitas tersebut, pertumbuhan mutlak spat mencapai $6,18 \pm 0,25$ mm dalam waktu 21 hari, pertumbuhan relatif mencapai $288,8 \pm 11,5\%$, dan laju pertumbuhan spesifik harian sebesar $6,68 \pm 0,15\%$ per hari. Ketiga parameter pertumbuhan ini menunjukkan nilai yang lebih tinggi dan berbeda signifikan dibandingkan dengan tiga perlakuan salinitas lainnya. Hasil ini selaras dengan penelitian Awaluddin *et al.* (2013) yang mengungkapkan bahwa salinitas 34 ppt merupakan kondisi optimal untuk mendukung pertumbuhan larva kerang mutiara.

Perubahan salinitas dapat mempengaruhi proses fisiologis, seperti laju filtrasi dan asupan nutrisi, yang pada akhirnya berdampak pada pertumbuhan (Pourmozaffar *et al.*, 2020). Kerang mutiara, sebagai osmokonformer, mampu mengatur cairan hemolitik ekstraseluler

dan intraseluler dengan perubahan salinitas (Sokolov & Sokolova, 2019). Namun, fluktuasi salinitas yang ekstrim dapat mengganggu faktor fisiologis dan menyebabkan penurunan pertumbuhan (Gajbhiye & Khandeparker, 2017). Hasil analisis data pertumbuhan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan spat kerang mutiara pada tingkat di bawah atau di atas salinitas 34 ppt akan menurun secara signifikan. Meskipun demikian, pertumbuhan spat pada salinitas 30 ppt masih lebih tinggi dibandingkan dengan salinitas 26 ppt dan 38 ppt. Hasil ini sejalan dengan penelitian Maar *et al.* (2015) bahwa pertumbuhan bivalvia akan menurun pada kondisi salinitas yang terlalu rendah atau terlalu tinggi.

Pertumbuhan spat kerang mutiara dapat terhambat jika berada pada tingkat salinitas yang tidak sesuai dengan kebutuhan optimalnya. Kondisi ini menyebabkan spat mengalami stres, sehingga menurunkan aktivitas makannya. Menurut Funakoshi *et al.* (1988), selama mengalami stres salinitas, ada kemungkinan bagi spat untuk menutup cangkangnya selama dua hari atau lebih. Penutupan cangkang yang berkepanjangan ini dapat berdampak negatif terhadap pertumbuhan spat. Ketika cangkang tertutup, spat tidak dapat melakukan proses penyaringan (filtrasi) pakan dari air sekitarnya, sehingga asupan nutrisi menjadi terbatas dan menghambat pertumbuhannya. Selain itu, penutupan cangkang yang berkepanjangan juga dapat menyebabkan stres fisiologis pada spat kerang mutiara. Kondisi ini meningkatkan alokasi energi untuk mekanisme pertahanan diri, sehingga mengurangi energi yang tersedia untuk pertumbuhan.

Chang *et al.* (2016) menyatakan bahwa salinitas dapat mempengaruhi laju filtrasi bivalvia. Pada salinitas yang optimal, laju filtrasi akan meningkat, sehingga asupan nutrisi menjadi lebih baik dan mendukung pertumbuhan. Sebaliknya, pada salinitas yang kurang optimal, laju filtrasi akan menurun, yang dapat berdampak pada penurunan asupan nutrisi dan pertumbuhan bivalvia tersebut. Oleh karena itu, penutupan katup cangkang yang berkepanjangan pada spat kerang mutiara ketika berada pada salinitas yang tidak optimum dapat berdampak negatif terhadap pertumbuhannya.

Laju Filtrasi

Laju filtrasi merupakan parameter penting dalam budidaya bivalvia, seperti kerang mutiara. Hal ini dikarenakan laju filtrasi berkaitan dengan asupan nutrisi yang diperoleh hewan bivalvia dari proses penyaringan partikel tersuspensi di perairan. Semakin tinggi laju filtrasi, semakin banyak partikel tersuspensi yang dapat disaring dan dikonsumsi oleh hewan bivalvia tersebut. Oleh karena itu, pengukuran laju filtrasi penting dilakukan untuk memastikan ketersediaan nutrisi yang cukup bagi pertumbuhan dan perkembangan hewan bivalvia yang dibudidayakan.

Laju filtrasi spat kerang mutiara dalam penelitian ini diukur selama 3 hari pertama masa pemeliharaan. Pengukuran ini dilakukan dengan asumsi bahwa jumlah spat di semua perlakuan dalam kondisi yang relatif homogen. Mengetahui laju filtrasi spat kerang mutiara pada kondisi salinitas air yang berbeda merupakan hal yang penting untuk mengukur kondisi fisiologi spat kerang mutiara secara tidak langsung. Pengukuran dilakukan dengan mengamati perubahan konsentrasi pakan di dalam media pemeliharaan. Metode yang digunakan mengikuti prosedur yang dijelaskan oleh Lucas (2008) dan Riisgård (2001). Riisgård menyamakan makna antara laju filtrasi dengan laju pemompaan, yaitu laju aliran air melalui rongga mantel. Selain itu, Riisgård juga menjelaskan bahwa dalam kondisi tertentu, laju filtrasi dapat merepresentasikan nilai laju pembersihan (*clearance rate*), yaitu kecepatan penangkapan partikel tersuspensi dalam media air oleh silia filamen insang dari aliran air melalui rongga mantel.

Data yang diperoleh dari penelitian menunjukkan bahwa laju filtrasi tertinggi terjadi pada salinitas 34 ppt dengan nilai rata-rata 126,76 ml/jam/individu. Laju filtrasi ini berbeda signifikan ($p < 0,05$) dan lebih tinggi dibandingkan dengan laju filtrasi pada salinitas lainnya (26, 30, dan 38 ppt). Hal ini mengindikasikan adanya korelasi yang kuat antara tingkat salinitas dengan laju filtrasi pakan. Famme *et al.* (1986) melaporkan hasil penelitian mereka pada *Mytilus edulis* berukuran 3 sampai 4 cm bahwa laju filtrasi berkorelasi dengan derajat pembukaan katup cangkang. Semakin besar katup cangkang terbuka, semakin tinggi laju filtrasinya.

Pernyataan korelasi antara salinitas dan laju filtrasi ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilaporkan oleh Alagarswami dan Victor (1976) pada kerang mutiara *Pinctada fucata*. Mereka menemukan bahwa salinitas optimum untuk pemeliharaan kerang mutiara adalah salinitas normal air laut yaitu 34,05 ppt. Pada salinitas ini, kerang mutiara langsung membuka katup cangkang ketika direndam. Namun, pada salinitas yang lebih rendah, kerang membutuhkan waktu lebih lama untuk membuka katup cangkang. Semakin rendah salinitas, semakin lama waktu yang dibutuhkan. Rata-rata waktu untuk membuka cangkang pada salinitas 26,05 ppt adalah 16 menit, sedangkan pada 14,01 ppt adalah 22 jam 10 menit. Sebaliknya, pada salinitas yang lebih tinggi, waktu pengondisian bervariasi dari 12 menit pada 50,07 ppt hingga 4 jam 45 menit pada 57,99 ppt.

Laju filtrasi merupakan sebuah indikator penting bagi kondisi fisiologis bivalvia. Laju filtrasi ini dapat menunjukkan bagaimana bivalvia merespons perubahan lingkungan seperti salinitas. Ketika kondisi lingkungan optimal, laju filtrasi bivalvia akan meningkat. Sebaliknya, jika kondisi lingkungan kurang optimal, laju filtrasi bivalvia akan menurun. Oleh karena itu, pengamatan terhadap laju filtrasi dapat digunakan untuk mengevaluasi apakah kondisi budidaya bivalvia sudah optimal atau belum (Maar *et al.*, 2015).

Laju filtrasi yang optimal sangat penting bagi pertumbuhan spat kerang mutiara. Spat yang memiliki laju filtrasi tinggi dapat memperoleh asupan nutrisi yang lebih baik dari lingkungannya. Dengan demikian, spat tersebut dapat tumbuh secara maksimal. Untuk mendukung pertumbuhan spat kerang mutiara yang optimal, pemeliharaan spat harus dilakukan pada kondisi salinitas yang sesuai, yaitu sekitar 34 ppt. Dengan salinitas yang optimal ini, laju filtrasi spat akan meningkat dan mendukung pertumbuhan yang lebih baik.

Kelangsungan hidup

Kelangsungan hidup spat (benih muda) dalam budidaya kerang mutiara merupakan faktor penting untuk menjamin ketersediaan benih yang cukup bagi proses pembesaran dan produksi mutiara. Spat yang memiliki tingkat kelangsungan hidup tinggi akan menjamin ketersediaan benih yang cukup untuk proses

pembesaran dan produksi mutiara yang lebih baik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat salinitas memberi pengaruh signifikan terhadap kelangsungan hidup spat kerang mutiara ($p < 0,05$). Pada kisaran salinitas 26-38 ppt, tingkat kelangsungan hidup spat kerang mutiara berkisar antara 64,0-94,2%. Tingkat kelangsungan hidup tertinggi diperoleh pada salinitas 34 ppt, yaitu sebesar 94,22%, dan berbeda nyata dibandingkan dengan tiga tingkat salinitas lainnya. Data ini menunjukkan bahwa salinitas 34 ppt merupakan salinitas yang optimal untuk kelangsungan hidup spat *P. maxima*. Data kelangsungan hidup juga sejalan dengan nilai laju filtrasi yang menunjukkan nilai tertinggi pada salinitas 34 ppt. Selain kelangsungan hidup spat, salinitas optimal juga dapat meningkatkan daya tetas telur kerang mutiara *P. maxima* (Mandonsa et al., 2023).

Fluktuasi salinitas yang ekstrim dapat mengganggu faktor fisiologis moluska laut seperti kerang mutiara. Perubahan salinitas yang drastis dapat menyebabkan stres osmotik pada kerang mutiara. Stres osmotik ini dapat mengganggu proses fisiologis penting seperti metabolisme dan pertumbuhan (Pourmozaffar et al., 2020). Akibatnya, kerang mutiara dapat mengalami kematian yang tinggi jika tidak dapat beradaptasi dengan baik terhadap perubahan salinitas yang ekstrim (Gajbhiye & Khandeparker, 2017).

Meskipun kerang mutiara merupakan osmokonformer yang mampu mengatur cairan hemolitik ekstraseluler dan intraseluler sesuai dengan perubahan salinitas (Sokolov & Sokolova, 2019), namun respon penutupan katup cangkang pada media bersalinitas di luar salinitas optimum (Alagarwami & Victor, 1976) dapat menurunkan laju filtrasi pakan (Famme et al., 1986). Ketika kerang mutiara menutup katup cangkangnya dalam waktu yang lama, suplai energi dari pakan yang dikonsumsi akan terganggu. Hal ini dapat menyebabkan spat kerang mutiara melemah dan bahkan menyebabkan kematian.

Perubahan salinitas dapat mempengaruhi proses penyerapan oksigen, metabolisme, dan asupan nutrisi pada bivalvia seperti kerang mutiara (Pourmozaffar et al., 2020). Menurut Lucas (2008), ketika kerang mutiara menutup katupnya dalam jangka waktu lama untuk

menahan perubahan lingkungan seperti penurunan salinitas akibat masuknya air tawar, metabolisme anaerob mungkin terjadi.

Meskipun metabolisme anaerob pada kerang mutiara *Pinctada maxima* belum dilaporkan, namun penelitian pada jenis kerang mutiara lain seperti *Pinctada fucata* (Akoya) dan *Pinctada sugillata* menunjukkan bahwa kedua jenis kerang ini mulai mengalami kematian setelah 19 dan 24-27 jam pada kondisi oksigen terlarut (DO) nol (Dharmaraj, 1983; Dharmaraj et al., 1987). Penelitian pada bivalvia *Scrobicularia plana* yang dilaporkan oleh Trueman dan Akberali (1981) juga menunjukkan bahwa penutupan katup cangkang yang berkepanjangan akibat perubahan salinitas yang cepat dapat menyebabkan metabolisme anaerob dan akumulasi metabolit di dalam jaringan.

Metabolit beracun sebagai hasil dari proses metabolisme seperti amonia dan karbon dioksida akan terakumulasi di dalam cangkang dan tidak dapat dikeluarkan ketika katup cangkang dalam keadaan tertutup. Jika kondisi ini berlangsung dalam waktu yang lama, bivalvia akan kehabisan cadangan energi dan mengalami kelelahan fisiologis yang parah. Pada akhirnya, hal ini dapat menyebabkan kematian bivalvia. Penutupan katup cangkang juga menyebabkan bivalvia tidak dapat melakukan proses respirasi secara normal karena tidak ada pertukaran air yang membawa oksigen ke dalam cangkang. Oleh karena itu, bivalvia akan mengalami kekurangan oksigen menyebabkan kematian.

Tingkah laku penutupan katup cangkang sebagai respon kerang mutiara terhadap tingkat salinitas lingkungan di luar tingkat salinitas optimum diduga menjadi salah satu faktor penyebab menurunnya tingkat kelangsungan hidup pada salinitas yang lebih rendah dan salinitas yang lebih tinggi dari salinitas optimum. Untuk meningkatkan kelangsungan hidup dan mendukung keberhasilan budidaya kerang mutiara, pemeliharaan spat pada kondisi salinitas yang optimal seperti 34 ppt sangatlah penting.

Hubungan antara pertumbuhan, laju filtrasi dan kelangsungan hidup

Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan erat antara pertumbuhan, laju filtrasi, dan tingkat kelangsungan hidup spat kerang mutiara (*Pinctada maxima*) dengan tingkat salinitas media pemeliharaan. Ketiga parameter

tersebut mencapai nilai tertinggi pada salinitas 34 ppt. Pertumbuhan spat dipengaruhi oleh laju filtrasi yang menentukan asupan nutrisi. Semakin tinggi laju filtrasi, semakin banyak partikel tersuspensi dan pakan alami yang tersaring, sehingga asupan nutrisi meningkat dan mendukung pertumbuhan yang lebih baik. Laju filtrasi spat kerang mutiara pada salinitas 34 ppt mencapai nilai tertinggi, yaitu 126,76 ml/jam/individu. Kondisi ini menyebabkan asupan nutrisi menjadi optimal dan mendukung pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan salinitas lainnya.

Selain pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup spat kerang mutiara juga dipengaruhi oleh faktor salinitas. Salinitas memiliki hubungan erat dengan tingkah laku penutupan katup cangkang pada bivalvia, yang dapat menyebabkan kematian jika terjadi gangguan pada proses tersebut. Bivalvia, seperti kerang mutiara memiliki mekanisme untuk menutup katup cangkangnya sebagai respons terhadap perubahan lingkungan yang ekstrim atau kondisi yang tidak menguntungkan. Penutupan katup cangkang ini bertujuan untuk melindungi diri dari paparan langsung terhadap lingkungan yang merugikan. Jika bivalvia terpapar salinitas yang terlalu tinggi atau terlalu rendah di luar rentang toleransinya, maka mekanisme pertahanan diri akan diaktifkan dengan menutup katup cangkang. Namun, jika kondisi salinitas yang ekstrim tersebut berlangsung dalam waktu yang lama, bivalvia akan terus mempertahankan kondisi penutupan katup cangkangnya dan hal ini dapat menyebabkan beberapa konsekuensi yang merugikan, antara lain yaitu kekurangan oksigen, filtrasi pakan terhenti sehingga mengalami kekurangan nutrisi, dan akumulasi metabolit beracun. Jika kondisi ini berlangsung dalam waktu yang lama, bivalvia akan kehabisan cadangan energi dan mengalami kelelahan fisiologis yang parah. Pada akhirnya, hal ini dapat menyebabkan kematian bivalvia. Oleh karena itu, pemeliharaan bivalvia harus memperhatikan rentang salinitas yang optimal sesuai dengan toleransi spesies yang dibudidayakan.

Kesimpulan

Salinitas memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan, laju filtrasi,

dan kelangsungan hidup spat kerang mutiara (*Pinctada maxima*). Salinitas 34 ppt merupakan kondisi optimal untuk kehidupan spat *P. maxima* dengan nilai pertumbuhan mutlak $6,18 \pm 0,25$ mm, pertumbuhan relatif $288,8 \pm 11,5\%$, laju pertumbuhan spesifik harian $6,68 \pm 0,15\%$ per hari, laju filtrasi pakan 126,76 ml/jam/individu, dan tingkat kelangsungan hidup 94,22%. Salinitas hubungan erat dengan tiga parameter yang diukur di mana kondisi salinitas yang optimal mendukung laju filtrasi tinggi serta pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang lebih baik. Disarankan untuk mempertahankan salinitas media pemeliharaan pada tingkat 34 ppt agar mendukung pertumbuhan, laju filtrasi pakan, dan tingkat kelangsungan hidup yang optimal pada spat kerang mutiara (*Pinctada maxima*). Selain itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengevaluasi pengaruh salinitas pada fase pemeliharaan spat kerang mutiara setelah mencapai ukuran yang lebih besar.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Mataram atas bantuan dana penelitian melalui Skim Penelitian dengan dana dari BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2024 pada Program Studi Budidaya Perairan Universitas Mataram

Referensi

- Alagarawami, K., & Victor, A. C. C. (1976). Salinity Tolerance and Rate of Filtration of the Pearl Oyster *Pinctada fucata*. *J. Marine Biol. Assoc. India*, 18(1), 149–158. <http://eprints.cmfri.org.in/1461/>
- Awaluddin, M., Yuniarti, S., & Mukhlis, A. (2013). Tingkat Penetasan dan Kelangsungan Hidup Larva Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) pada Salinitas yang Berbeda. *Jurnal Kelautan*, 6(2), 142–149. <https://doi.org/10.21107/jk.v6i2.788>
- Brown, M. R., (2002). Nutritional Value of Microalgae for Aquaculture. Di dalam: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Editor). *Avances en Nutrición Acuicola VI*. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana

- Roo, México. <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/242>
- Chang, G. O. J. L., Lai, V. I., Tan, A. S. H., & Yasin, Z. (2016). The Effects of Salinity on the Filtration Rates of Juvenile Tropical Oyster *crassostrea iredalei*. *Tropical Life Sciences Research*, 27, 45–51. <https://doi.org/10.21315/tlsr2016.27.3.7>
- Dharmaraj, S. (1983). Oxygen Consumption in Pearl Oyster *Pinctada fucata* (Gould) and *Pinctada sugillata* (Reeve). *Proceedings of the Symposium on Coastal Aquaculture Part 2: Molluscan Culture*, 627–632. http://eprints.cmfri.org.in/2311/1/Article_39.pdf
- Dharmaraj, S., Kandasami, D., & Alagarswami, K. (1987). Some aspects of physiology of pearl oyster // Pearl culture. *CMFPI Bulletin*, 39, 21–28. http://eprints.cmfri.org.in/2662/1/Article_07.pdf
- Famme, P., Riisgård, H. U., & Jørgensen, C. B. (1986). On Direct Measurement of Pumping Rates in the Mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology: International Journal on Life in Oceans and Coastal Waters*, 92(3), 323–327. <https://doi.org/10.1007/BF00392672>
- Funakoshi, S., Suzaki, T., & Wada, K. (1988). Salinity Tolerances of Marine Bivalves. Di dalam: Sindermann, C.J. (Editor), *Environmental Quality and Aquaculture Systems: Proceedings of the 13th US-Japan Meeting on Aquaculture*, Mie, Japan, October 24–25, 1984. NOAA Technical Report NMFS. 69, 15–18. https://books.google.co.id/books/about/Environmental_Quality_and_Aquaculture_Systems.html?id=NjzizgEACAAJ&redir_esc=y
- Gajbhiye, D. S., & Khandeparker, L. (2017). Immune Response of the Short Neck Clam *Paphia malabarica* to Salinity Stress Using Flow Cytometry. *Marine Environmental Research*, 129, 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.04.009>
- Guedes, A. C., & Malcata, F. X. (2012). Nutritional Value and Uses of Microalgae in Aquaculture. *Aquaculture*, 59–78. InTech. <https://doi.org/10.5772/30576>
- Heimann, K., & Huerlimann, R. (2015). Microalgal Classification: Major Classes and Genera of Commercial Microalgal Species. Di dalam: S.-K. Kim (Editor), *Handbook of Marine Microalgae: Biotechnology Advances*, Elsevier, 25–41. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800776-1.00003-0>
- Huisman, E.A. (1976). Food Conversion Efficiencies at Maintenance and Production Levels for Carp, *Cyprinus carpio* L., and Rainbow Trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Aquaculture*, 9, 259–273. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(76\)90068-5](https://doi.org/10.1016/0044-8486(76)90068-5)
- Lucas, J.S. (2008). Feeding and Metabolism. Di dalam: Southgate, P.C. & Lucas, J.S (Editor). *The Pearl Oyster*. Elsevier Science. Amsterdam; London, 103–130.
- Maar, M., Saurel, C., Landes, A., Dolmer, P., & Petersen, J. K. (2015). Growth Potential of Blue Mussels Exposed to Different Salinities Evaluated by a Dynamic Energy Budget Model. *Journal of Marine Systems*, 148, 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2015.02.003>
- Mandonsa, W. A., Linggi, Y., & Santoso, P. (2023). Pengaruh Perbedaan Kadar Salinitas Terhadap Daya Tetas Telur Tiram Mutiara (*Pinctada maxima*) di Teluk Kupang. *Jurnal Aquatik*, 6(2), 7–12. <https://doi.org/10.35508/aquatik.v6i2.12834>
- Martínez-Fernández, E., Acosta-Salmón, H., & Southgate, P.C. (2006). The Nutritional Value of Seven Species of Tropical Micro-Algae for Black-Lip Pearl Oyster (*Pinctada margaritifera*, L.) Larvae. *Aquaculture*, 257(1-4), 491–503. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.022>
- Mills, D. (2000). Combined Effects of Temperature and Algal Concentration on Survival, Growth and Feeding Physiology of *Pinctada maxima* (Jameson) Spat. *Journal of Shellfish Research*, 19(1), 159–166. <https://ia601208.us.archive.org/24/items/journalofshellfi192000nati/journalofshellfi192000nati.pdf>

- Mukhlis, A., Ilmi, N. K., Rahmatullah, S., Ilyas, A. P., & Dermawan, A. (2021). Percepatan Pertumbuhan Benih Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) Menggunakan Metoda Perendaman dalam Bak Pakan Alami. *Jurnal Perikanan Unram*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.29303/jp.v11i1.224>
- Nadia, L. O. A. R., Oetama, D., Takwir, A., & Nadia, L. M. H. (2020). Pengelolaan Kawasan Budidaya Kerang Mutiara Melalui Pendekatan Daya Dukung di Pesisir Palabusa Kota Baubau. *Kainawa: Jurnal Pembangunan Dan Budaya*, 2(1), 35–49. <http://karyailmiah.uho.ac.id/karya-ilmiah.php?read=11615>
- Pourmozaffar, S., Jahromi, S. T., Rameshi, H., Sadeghi, A., Bagheri, T., Behzadi, S., Gozari, M., Zahedi, M. R., & Lazarjani, S. A. (2020). The Role of Salinity in Physiological Responses of Bivalves. *Reviews in Aquaculture*, 12(3), 1548–1566. <https://doi.org/10.1111/raq.12397>
- Riisgård, H. U. (2001). On Measurement of Filtration Rates in Bivalves - The Stony Road to Reliable Data: Review and Interpretation. *Marine Ecology Progress Series*, 211, 275–291. <https://doi.org/10.3354/meps211275>
- Septiani, N., Amir, S., & Mukhlis, A. (2023). The Effect of the Interval Time Immersion in the Natural Feed Tank of *Chaetoceros simplex* on Growth and Survival Rate of Pearl Oyster (*Pinctada maxima*). *Journal of Fish Health*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.29303/jfh.v3i1.2117>
- Sokolov, E. P., & Sokolova, I. M. (2019). Compatible Osmolytes Modulate Mitochondrial Function in a Marine Osmoconformer *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). *Mitochondrion*, 45, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.mito.2018.02.002>
- Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E., & Isambert, A. (2006). Commercial Applications of Microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 101(2), 87–96. <https://doi.org/10.1263/jbb.101.87>
- Trueman, E.R. & Akberali, H.B. (1981). Responses of An Estuarine Bivalve, *Scrobicularia plana* (Tellinacea) to Stress. *Malacologia*, 21(1-2), 15-21. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/47253#page/35/mode/1up>
- Wei, H., Chen, M., Deng, Z., Sun, J., Yang, J., Zhao, W., Li, Y., Ma, Z., Wang, Y., & Yu, G. (2022). Transcriptomic Signatures of Pearl Oyster *Pinctada maxima* in Response to Acute Salinity Stress. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.902595>
- Widiyanti, B. L. (2016). Analisis Potensi Pengembangan Ekonomi Kreatif Sentra Kerajinan Mutiara Sekarbela, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat dengan Konsep Desa Wisata. *Prosiding Seminar Nasional Kota Kreatif, November 2016*, 17–25. <https://smartfad.ukdw.ac.id/index.php/smart/article/view/54/32>
- Wulandari, D., Maharani, M. D. K., & Setiabudi, G. I. (2023). Analysis of Water Quality Conditions in Pearl Oyster (*Pinctada maxima*) Hatcheries in Karangasem Bali. *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, 7(1), 31–35. <https://doi.org/10.24843/atbes.2023.v07.i01.p05>