

Studi Pemijahan Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) Dengan Menggunakan Metode Kejut Suhu (*Thermal Shock*)

Lindiyani Bahrudin^{1*}, Priyo Santoso¹, Agnette Tjendanawangi¹

¹ Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana Kupang, Jl. Adisucipto Kota Kupang, kodepos 852228. *Email Korespondensi : lindibahrudin@gmail.com

Abstrak. Kerang mutiara merupakan komoditas perikanan laut yang memiliki nilai pasar yang baik dan relative stabil. Untuk waktu yang akan datang pengembangan budidaya laut di Indonesia akan menjadi prioritas utama dan sumber pertumbuhan bagi sektor perikanan yang dimana dapat dilihat dari ketersediaan sumberdaya alam yang cukup luas. Kegagalan dalam proses penyediaan benih kerang mutiara menyebabkan permintaan benih kerang mutiara berupa juvenil terjadi peningkatan. Upaya peningkatan produksi kerang mutiara dapat dilakukan dengan pengembangan usaha budidaya. Teknik pemijahan induk dalam teknologi pembenihan merupakan salah satu aspek penting yang perlu dikembangkan. Oleh karena itu, usaha pembenihan larva yang dihasilkan melalui teknik pemijahan buatan menggunakan metode kejut suhu merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan. Penelitian ini dilaksanakan selama 1 bulan yang bertempat di Laboratorium PT. Timor Otsuki Mutiara Kupang. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif. Prosedur penelitian meliputi seleksi induk, persiapan wadah, proses pemijahan, proses penetasan telur, pemeliharaan dan penebaran larva serta pemberian pakan. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, kerang mutiara (*Pinctada maxima*) dapat dipijahkan dengan menggunakan metode kejut suhu (*thermal shock*) dengan persentase pemijahan 100% memijah. Tingkat kelangsungan hidup larva kerang mutiara (*Pinctada maxima*) untuk perkembangan dan pertumbuhan larva menggunakan metode kejut suhu menghasilkan 22.005.000.000 butir larva.

Kata kunci : Pemijahan, Kejut suhu, Kerang Mutiara

Pendahuluan

Kerang mutiara merupakan komoditas perikanan laut yang memiliki nilai pasar yang baik dan relatif stabil (Hamzah, 2007). Indonesia merupakan salah satu negara penghasil mutiara kualitas ekspor yang dikenal dengan julukan *south sea pearl* setara dengan mutiara dari Australia, Filipina dan Myanmar (Poernomo, 2008). Akan tetapi secara internasional Indonesia masih berada pada peringkat ketiga dibawah Australia dan Myanmar, penyebabnya produksi rendah dan kualitas mutiara yang dihasilkan dari proses budidaya kurang maksimal (Susilowati dan Sumantadinata, 2011).

Untuk waktu yang akan datang pengembangan budidaya laut di Indonesia akan menjadi prioritas utama dan sumber pertumbuhan bagi sektor perikanan yang dimana dapat dilihat dari ketersediaan sumberdaya alam yang cukup luas. Potensi kelestarian sumberdaya hayati perairan dapat meningkatkan devisa negara apabila dapat dimanfaatkan secara benar dan optimal.

Kegagalan dalam proses penyediaan benih kerang mutiara sampai pada tahap siap operasi (10 cm) menyebabkan permintaan benih kerang mutiara berupa juvenil dengan ukuran yang dianggap aman untuk selanjutnya dipelihara terjadi peningkatan. Peningkatan produksi mengharuskan ketersediaan benih/induk kerang mutiara secara kontinyu baik jumlah dan ukuran. Dilain pihak, benih yang dihasilkan oleh alam bervariasi dan tidak kontinyu. Hal ini menyebabkan kegiatan budidaya kerang mutiara harus memiliki tempat pembenihan (*hatchery*) guna pemenuhan kebutuhan benih/induk kerang.

Teknik pemijahan induk dalam teknologi pembenihan merupakan salah satu aspek penting yang perlu dikembangkan. Pemijahan kerang mutiara (*Pinctada maxima*) pada hatchery biasanya didahului dengan perangsangan, rangsangan yang diberikan berupa manipulasi suhu. Kondisi lingkungan seperti perubahan salinitas, perubahan suhu, dan pergantian musim sangat dibutuhkan kerang mutiara sebagai rangsangan untuk memijah. Pengaruh kualitas air menjadi faktor penentu bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva. Salah satu parameter kualitas air adalah suhu yang mempengaruhi laju metabolisme organisme akuatik khususnya kerang mutiara (*Pinctada maxima*) Hamzah (2008). Berdasarkan penelitian sebelumnya, metode manipulasi suhu yang digunakan dalam pemijahan kerang mutiara yaitu fluktuasi suhu dengan menaikkan suhu air (Erawati *et al*, 2001; Doroudi dan Southgate, 2003; Winanto, 2004; Tomatala 2008). Oleh karena itu, perlu dilakukan inovasi dan

penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh perlakuan suhu terhadap tingkat pemijahan kerang mutiara (*Pinctada maxima*) dengan menggunakan metode kejut suhu.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama 1 bulan dari bulan Oktober sampai bulan November 2022 yang bertempat di Laboratorium PT. Timor Otsuki Mutiara Kupang. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Kerang mutiara, plankton, dan air laut. Sedangkan, alat yang digunakan adalah: Bak fiber, keranjang tento, plankton net, thermometer, blower, sandfilter, senter, kamera dan alat tulis.

Prosedur Kerja

1. Seleksi Induk

Induk kerang mutiara yang akan dipijahkan berasal dari hasil budidaya. Induk dipelihara dengan sistem *long line*, induk yang diangkat dari *long line* direndam dalam media air garam sebagai desinfeksi hama, selanjutnya hama yang menempel dibersihkan dengan pisau. Induk yang akan digunakan dipilih berdasarkan kematangan gonadnya. Induk kerang mutiara yang dipijahkan di laboratorium merupakan hasil yang dibudidayakan selama 2 tahun. Induk kerang mutiara yang dipijahkan memiliki kisaran panjang 14 cm – 19,5 cm dan lebar 15 cm – 20 cm.

2. Persiapan Wadah

Wadah pemeliharaan induk kerang mutiara yang digunakan adalah poket net. Poket net yang sudah berisi induk dibungkus dengan waring yang memiliki mesh size 2 mm, kemudian digantung pada *long line* yang berada di tengah laut. *Long line* terbuat dari tali PE 22 mm dengan panjang 100 m, setiap less terdiri dari 60 net, dalam setiap net terdiri dari 8 induk kerang mutiara, panjang tali pengikatnya adalah 4 meter. Jarak setiap ikatan 3 meter, sedangkan jarak setiap bola ke bola yang lainnya adalah 3 meter. Satu less terdiri dari 28 bola sebagai pelampung dan memiliki 3 barel, 2 di ujung dan satu di tengah.

Setelah melakukan seleksi induk, wadah yang digunakan dicuci menggunakan garam kemudian dibilas menggunakan air laut. Sebelum proses pemijahan dilakukan, induk ditampung dan dipuasakan dalam wadah plastik dengan air mengalir sebagai pengganti aerasi selama 24 jam, setelah proses pemuasaan, induk diberi respon stres dengan menguras total air bak pemuasaan. Induk kerang mutiara diangin-anginkan di udara terbuka selama 1 jam agar otot induk kerang mutiara melemas dan dapat membuka cangkangnya ketika proses pemijahan dilakukan.

3. Proses Pemijahan

Pemijahan dilakukan dengan menggunakan metode kejut suhu (*thermal shock*), dimana air panas sebagai perlakuan pemanasan suhu dan air dingin sebagai perlakuan penurunan suhu. Induk yang telah diseleksi tingkat kematangan gonadnya ditempatkan di dalam bak yang bersuhu awal 28°C. Suhu air secara bertahap dinaikkan agar induk kerang mutiara merasakan stress dan kaget, perlakuan ini diberikan agar induk kerang mutiara dapat mengeluarkan sel telur dan sel sperma. Bila setelah perlakuan pemanasan suhu belum terjadi pemijahan maka dilanjutkan dengan penurunan suhu awal, perlakuan ini dapat dilakukan berulang kali sehingga induk akan terangsang dan dapat memijah.

4. Proses Penetasan Telur

Setelah proses pemijahan dilakukan, induk kerang mutiara yang telah mengeluarkan sel telur dan sel sperma dipindahkan ke wadah penetasan telur. Proses penetasan telur dibiarkan selama 8 jam agar sel telur dan sel sperma menyatu kemudian disaring menggunakan plankton net dan dilakukan pengamatan dibawah mikroskop.

5. Pemeliharaan dan Penebaran Larva

Wadah yang digunakan untuk pemeliharaan larva kerang mutiara adalah bak fiber dengan kapasitas 1 ton/1000 liter, setelah persiapan media selesai, larva yang sudah menetas pada media penetasan disaring dan dicuci bersih sehingga sisa sel sperma dan sel telur terbuang, selanjutnya larva ditebar kedalam bak pemeliharaan. Sortasi dan grading dilakukan 3-4 hari dengan mengganti air media 100%, sebelum melakukan pergantian air larva dipuasakan agar larva dapat mengapung diatas permukaan air. Hal ini bertujuan untuk mengetahui ukuran, kondisi kesehatan larva dan menjaga kualitas air media pemeliharaan.

6. Pemberian Pakan

Pemberian pakan pada larva kerang mutiara dimulai sejak larva mencapai fase D-Shape berupa fitoplankton jenis *Chaetoceros sp.* Dosis pakan yang diberikan pada awal penebaran larva 1000 ml/bak, dosis yang diberikan pada larva akan bertambah seiring dengan umur dan perubahan fase/stadia larva. Dosis ditambah 100 ml setiap 2 hari bertambah umur larva serta kondisi dan stadia larva. Pertumbuhan larva mencapai 5-10µm per hari (Sujoko, 2010). Pemberian pakan menggunakan alat bantu berupa cangkir plastik bervolume 2 liter. Waktu

pemberian pakan larva kerang mutiara yaitu 08.30 dan 15.30 WITA dengan frekuensi pemberian pakan 2 kali sehari.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: metode observasi, metode observasi digunakan untuk melakukan pengumpulan data yang dilakukan untuk mengamati, meninjau secara cermat dan langsung di lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi yang terjadi kemudian digunakan untuk membuktikan kebenaran dari penelitian yang dilakukan. Metode observasi yang digunakan meliputi penyeleksian induk kerang mutiara yang akan dipijahkan, perlakuan proses pemijahan, penetasan dan pengamatan telur dibawah mikroskop, penebaran hingga pemeliharaan larva, pemberian pakan pada larva dan perhitungan jumlah pada awal dan akhir masa larva kerang mutiara (*Pinctada maxima*).

Variabel Penelitian

1. Persentase pemijahan

Apakah penelitian tentang pemijahan kerang mutiara dengan menggunakan metode kejut suhu layak untuk dilakukan. Untuk menjawab pertanyaan tersebut perlu menghitung persentase pemijahan sebagai berikut :

$$\text{Presentase pemijahan} = \frac{\text{jumlah kerang yang memijah}}{\text{jumlah keseluruhan kerang}} \times 100\%$$

2. Telur yang dihasilkan

Telur yang berhasil menetas dilakukan pengamatan perubahan morfologi dari telur menjadi larva dengan cara mengambil sampel telur menggunakan plankton net. Sampel telur diamati sedikit demi sedikit kemudian diamati dibawah mikroskop.

3. Persentase penetasan

Persentase penetasan telur ditentukan setelah 100% telur telah menetas yaitu setelah larva memasuki stadia D-shape. Persentase penetasan dihitung dengan cara membandingkan jumlah telur yang dihasilkan dengan jumlah telur yang berhasil menetas menjadi larva dikali 100% untuk mendapat jumlah persentase penetasan. Persentase penetasan dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Persentase penetasan} = \frac{\text{jumlah telur terbuahi}}{\text{telur dihasilkan}} \times 100\%$$

4. Sintasan larva

Sintasan larva diukur dengan cara menghitung jumlah larva pada awal masa larva dan diakhir masa larva. Jumlah larva pada akhir masa larva lalu dibandingkan dengan jumlah larva diawal masa larva dikali 100% untuk mendapat sintasan larva.

Sintasan larva dihitung menggunakan rumus:

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

Keterangan:

SR : Survival Rate

Nt : Jumlah larva (embrio) yang hidup diakhir masa larva

No : Jumlah larva (embrio) yang hidup diawal masa larva

Hasil dan Pembahasan

A. Teknik Kejut Suhu (*Thermal Shock*)

Hasil penelitian yang diperoleh selama satu bulan berupa data utama yaitu jumlah persentase pemijahan kerang mutiara (*Pinctada maxima*), jumlah telur yang dihasilkan, jumlah telur yang terbuahi menghasilkan larva, persentase penetasan, serta tingkat kelulushidupan larva kerang mutiara (*Pinctada maxima*). Teknik kejut suhu ini dilakukan dengan menggunakan 43 induk kerang mutiara (*Pinctada maxima*). Data yang diperoleh kemudian ditabulasi untuk dianalisis secara deskriptif. Adapun data penunjang yang didapat dari penelitian ini adalah data kualitas air pemeliharaan larva yang diukur selama penelitian.

Induk kerang mutiara (*Pinctada maxima*) berjumlah 43 induk dan memiliki jenis kelamin yang berbeda yaitu jantan sebanyak 22 induk dengan panjang rata-rata 17,1 cm dan lebar rata-rata 17,9 cm. Induk betina sebanyak 21 induk dengan panjang rata-rata 17,2 cm dan lebar rata-rata 17,7 cm. Induk kerang mutiara (*Pinctada maxima*) berhasil memijah dengan teknik kejut suhu 27°C sebagai suhu awal pada wadah pejajahan, kemudian dilakukan penaikan suhu menjadi 32°C dan 34°C menggunakan air panas, penurunan suhu menjadi 29°C menggunakan air dingin. Teknik kejut suhu yang digunakan menggunakan air panas dan air dingin pada proses pemijahan kerang mutiara (*Pinctada maxima*) berhasil memijah dengan persentase pemijahan 100% memijah.

Pengamatan pembuahan telur dilakukan dengan menggunakan mikroskop, dimana telur yang terbuahi akan berbentuk bulat dan telur yang tidak terbuahi cenderung berbentuk lonjong. Telur yang telah dibuahi akan tampak berada di dasar dengan diameter $\pm 47,5\mu\text{m}$ (Sutaman, 1993). Hasil rata yang diperoleh 10 butir/ml, sehingga hasil telur yang diperoleh adalah 115.000.000 butir. Setelah telur menetas, dilakukan perhitungan jumlah telur yang menetas dengan *sampling volumetric*, hatching rate yang diperoleh sebesar 70% atau telur yang menetas menjadi larva sebanyak 80.000.000 butir

B. Data Persentase Pemijahan, Jumlah Telur yang dihasilkan, Jumlah Telur yang Terbuahi, Persentase Penetasan dan Sintasan Larva Kerang Mutiara

Hasil perhitungan persentase pemijahan, telur yang dihasilkan, telur yang terbuahi, persentase penetasan dan sintasan larva kerang mutiara menggunakan teknik kejut suhu selama penelitian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Persentase pemijahan, telur yang dihasilkan, telur yang terbuahi, persentase penetasan dan sintasan larva kerang mutiara

Kerang mutiara	Jumlah	% pemijahan	Jumlah telur dihasilkan	Telur menetas (terbuahi)	% penetasan	% sintasan larva
Jantan	22	100%	115.000.000	80.000.000	69,5%	27,5%
Betina	21	100%				

Hasil perhitungan persentase pemijahan kerang mutiara dengan metode kejut suhu (*thermal shock*) ini dilakukan menggunakan 43 induk kerang mutiara (*Pinctada maxima*). Persentase pemijahan kerang mutiara dengan menggunakan metode kejut suhu memiliki tingkat keberhasilan yang lebih dari 50%. Perubahan temperatur air secara mendadak dapat menyebabkan induk kerang melepaskan gametnya (Fallu, 1991). Hal senada juga dinyatakan oleh Stoeckel *et al.*, (2004) bahwa sejumlah besar spesies melakukan pemijahan bilamana terjadi perubahan lingkungan.

Berdasarkan hasil pemeliharaan, telur yang dihasilkan mencapai 115.000.000 butir sedangkan telur yang terbuahi menjadi larva mencapai 80.000.000 butir, pada akhir masa pemeliharaan larva kerang mutiara (*Pinctada maxima*) dilakukan selama 10 hari masa pemeliharaan sehingga menghasilkan 22.005.000 larva akhir. Suhu memberikan pengaruh signifikan terhadap perkembangan larva, selisih perlakuan suhu (2°C) ternyata memberikan efek yang signifikan pada sintasan dan pertumbuhan larva (Winanto, 2009). Telur biota laut yang disimpan dalam salinitas rendah (dibawah salinitas air laut) akan mengkerut karena cairan dalam telur akan bergerak keluar sehingga menyebabkan kematian (Nurmianto, 2005). Kerang mutiara (*Pinctada maxima*) dipelihara selama 25 hari, dalam masa pemeliharaan larva diberi pakan berupa plankton (*Chaetoceros sp.*) yang telah dikultur terlebih dahulu. Lebih lanjut Gervais dan Sims (1992) dalam Southgate dan Lucas (2008) menjelaskan bahwa perkembangan larva kerang mutiara membutuhkan 16-30 hari dan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti suhu air, nutrisi dan ketersediaan substrat yang tepat.

Persentase penetasan telur kerang mutiara yang dicapai dengan menggunakan metode kejut suhu memiliki tingkat keberhasilan yang lebih dari 50%. Sedangkan, persentase sintasan larva akhir yang dicapai sebanyak 27,5%. Persentase larva kerang mutiara yang dicapai dengan metode pemijahan kejut suhu memiliki tingkat keberhasilan yang kurang dari 50%. Menurut Effendi (1997), secara umum pertumbuhan larva dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal yang meliputi keturunan, jenis kelamin, umur, penyakit, jumlah dan ukuran makanan yang tersedia didalam perairan serta kualitas perairan. Fathurrahman dan Aunurohim (2014), menyatakan bahwa keberadaan fitoplankton sangat berpengaruh dengan kehidupan perairan karena memegang peran penting sebagai makanan bagi organisme laut. Keberadaan fitoplankton juga dijadikan indikator

kesuburan suatu perairan. Laju mencerna makanan berkaitan dengan laju metabolisme dan efektifitas metabolisme yang nantinya akan mempengaruhi energi yang dihasilkan untuk pertumbuhan dan aktivitas biologis lainnya (Zhang, 2006).

Intensitas cahaya juga merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan larva kerang mutiara. Larva kerang mutiara lebih menyukai tempat yang gelap atau remang-remang dari pada terang. Untuk itu, pemeliharaan larva dilakukan dengan mematikan lampu ruangan pemeliharaan. Sedangkan kepadatan larva yang baik ± 200 ekor/liter. Kepadatan yang terlalu tinggi akan mengurangi pertumbuhan normal (Aprisanto *et al.*, 2008). Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa larva kerang mutiara (*Pinctada maxima*) menghendaki kondisi lingkungan pemeliharaan dengan intensitas cahaya yang sedang, artinya tidak terlalu tinggi dan bukan tidak terdapat cahaya sama sekali. Hal ini dapat disimpulkan bahwa larva kerang mutiara bersifat fototaktis positif. Hasil ini juga dipertegas oleh pernyataan Alagarwami *et al.*, (1987), bahwa larva kerang mutiara (*Pinctada maxima*) mempunyai preferensi kondisi lingkungan dengan pencahayaan rendah dan untuk memanipulasi lingkungan digunakan wadah pemeliharaan yang berwarna gelap dan hasilnya larva menunjukkan perkembangan yang baik serta waktu penempelan yang baik. Hal ini juga berkaitan dengan laju metabolisme larva pada kondisi dengan cahaya yang sesuai dengan kebutuhan yang tepat maka dapat meningkatkan ritme metabolisme larva, sehingga larva dapat tumbuh dengan baik.

C. Parameter Kualitas Air Pemeliharaan Larva

Kualitas air dalam media pemeliharaan larva kerang mutiara (*Pinctada maxima*) membantu pertumbuhan dan kelulushidupan larva kerang mutiara (*Pinctada maxima*). Parameter fisika-kimia air yang diamati dalam penelitian ini adalah suhu dan salinitas. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air selama penelitian kondisinya berada pada kisaran yang sesuai dengan pemeliharaan larva kerang mutiara. Data kualitas air dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data kualitas air pada media pemeliharaan larva

Parameter	Kisaran Kualitas Air	Kisaran Optimum
Suhu	28-29°C	28-30°C
Salinitas	32 ppt	30-32 ppt

Parameter kualitas air selama penelitian dikategorikan baik dan mendukung kehidupan larva kerang mutiara (*Pinctada maxima*). Parameter kualitas air selama penelitian ini yaitu suhu pemeliharaan berkisar antara 28-29°C, suhu ini masih dalam kisaran yang sesuai untuk pemeliharaan larva kerang mutiara. Menurut (Sutaman, 1993) suhu air optimum untuk perkembangan kerang mutiara (*Pinctada maxima*) 28-30°C, salinitas pada media pemeliharaan 32ppt. Pada kondisi suhu dan salinitas optimum terjadi laju metabolisme maksimum, sehingga bisa dicapai pertumbuhan dan laju sintasan maksimum, suhu dan salinitas berpengaruh terhadap kecepatan dan keberhasilan pertumbuhan awal larva *Pinctada imbricata* (Gosling, 2004).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Kerang mutiara (*Pinctada maxima*) dapat dipijahkan dengan menggunakan metode kejut suhu (*thermal shock*) dengan persentase pemijahan 100% memijah.
2. Tingkat kelangsungan hidup larva kerang mutiara (*Pinctada maxima*) untuk perkembangan dan pertumbuhan larva menggunakan metode kejut suhu menghasilkan 22.005.000.000 butir larva.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Manager PT. Timor Otsuki Mutiara Kupang dan jajarannya yang telah memberikan, menyediakan dan turut membantu penulis dalam melaksanakan penelitian.

Daftar Pustaka

- Alagarwami, K., Dharmaraj, S., Velayudhan, T.S and Chellam, A., 1987. Hatchery Tecnology for Pearl Oyster Production. Pearl Culture CMFRI cochin, India Bull. 39(9): 62-71.
- Aprisanto, D. L., Wildan dan Sarifin. 2008. Teknik pembenihan dan pendederan spat tiram mutiara (*Pinctada maxima*) sebagai pendukung peningkatan produksi mutiara. Laporan penelitian dan kegiatan pembenihan kerang mutiara Balai Budidaya Laut Lombok. 14 hal.

- Atmomarsono, M dan A. Sudrajat. 1992. Pertumbuhan Japing-Japing, *Pinctada margaritifera* Pada Kedalaman Air Yang Berbeda Di Pasarwajo, Kab. Ruton, Sulawesi Tenggara. Jurnal Penelitian Budidaya Pantai, 3(7): 122-131.
- Blasco, A., Moreno, I., Roca, E., & DelValls, T. A. 2013. Use Of Bivalves As Bioindicators Of Environmental Pollution In Three Port Areas Of The Western Mediterranean (Spain). Environmental Monitoring and Assessment, 185(1), 675-693.
- Cahn, A.R. 1949. Pearl Culture in japan. Fish and Wildlife Service. United States Departement Of Interior. New York. 88 hal.
- Chen, Y., Li, L., Li, H., Liu, X., Li, S., & Chen, D. 2019. Effect Of Temperature On Survival And Growth Of *Pinctada imbricata* Larvae At Early Developmental Stage. Aquaculture Research, 50(10): 3095-3103.
- Darius T., Bergé M., Soyeux C., Chin-Long Ky, Lefebvre, P. 2008 Phytoplankton And Bacteria-Feeding By The Pearl Oyster *Pinctada margaritifera* During Non-Farming Periods: A Dual Stable Isotope Study. Aquaculture, 275(1): 160-166.
- Doroudi, M. S., & Southgate, P. C. 2003. Embryonic and larval development of *Pinctada margaritifera* (Linnaeus, 1758). Molluscan Research, 23(2), 101-107.
- Effendi, I., dan V. Nikijuluw, 2003. Pedoman Investasi Komoditas Mutiara di Indonesia. Direktorat Jenderal Peningkatan Kapasitas Kelembagaan dan Pemasaran. Departemen Perikanan dan Kelautan. Jakarta. 23 hal.
- Fallu, R., 1991. Abalone Farming. Fishing News Books. England. 195p.
- Fathurrahman, F., & Aunurohim, A. 2014. Kajian Komposisi Fitoplankton dan Hubungannya dengan Lokasi Budidaya Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) di Perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat. Jurnal Sains dan Seni ITS, 3(2): 93-98.
- Gervis MH, Sims NA. 1992 The biology and culture of pearl oyster (Bivalvia: Pteriidae). ICLARM Stud Rev 21.
- Gosling, E., 2003. Bivalve Molluscs. Biology, Ecology, and Culture. Fishing New Book. Great Britain.
- Hamzah, MS, dan Sumadhiharg, K 2002. Studi Laju Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Anakan Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) Pada Kedalam Yang Berbeda Di Perairan Teluk Kombl-Lombok Barat. Dalam Kongres Nasional III, 21-24 mei 2002, Bali.
- Hamzah, M. S. 2007. Variasi Musiman Beberapa Parameter Oseanografi, Kaitannya dengan Kisaran Batas Ambang Toleransi Kehidupan Tiram mutiara (*Pinctada maxima*) Dari Beberapa Lokasi Di Kawasan Tengah Indonesia. In Prosiding Semnas, Pusat Riset Perikanan Budidaya bekerja sama dengan Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Undip. Semarang.
- Hamzah, M.S., Sangkala, dan L.Ali. 2009. Pengaruh penurunan suhu air secara gradual terhadap tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan anakan kerang mutiara (*Pinctada maxima*). Jurnal oseanologi. Hal 45-51.
- Honkoop, P.J., and J. J. Beukema. 1997. Loss Of Body Mass In Winter In Three Intertidal Bivalve Species: An Experimental And Obsevational Study Of The Interacting Effects Between Water Temperatures, Feeding Time And Feeding Behaviours. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 21(2): 277-297.
- Kishore, R., Moya, A., Rumengan, S. S., & Smith, D. J. 2021. Metabolic Rate And Energy Budget of *Pinctada margaritifera* In Response To Thermal Stress. Aquaculture International, 29(2): 1057-1066.
- Marrouchi, I., Gharbi, R., El Abed, A., Ben Hassine, O. K., & Bakhrouf, A. 2014. Effect Of Salinity On Growth And Survival Of Larval *Pinctada imbricata* (Röding, 1798). Aquaculture International, 22(5): 1649-1659.
- Monma, A. 1993. Population Genetics Of The Silver-Lipped Pearl Oyster *Pinctada maxima* (Jameson) from Western Australia. Aquaculture Research. 24(2): 301-308.
- Mulyanto., 1987. "Teknik Budidaya Laut Tiram Mutiara di Indonesia". DirektoratJenderal Perikanan – International Development Research Centre, Jakarta.
- Ndimele, M. T. Z., Degnan, M. T. Z. dan M. J. Keough. 2004. Species Identification Of Commercial Pearl Oysters (*Pinctada* spp.) Using Shell Morphology And Mitochondrial DNA Analysis. Aquaculture Research, 35(4): 751-761.
- Nugroho. 1993. Pertumbuhan kerang mutiara di berbagai kedalaman. Skripsi Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Nurmianto, M. 2006. Perkembangan Embrio dan Larva Ikan Budidaya. Skripsi. Institut Teknologi Bogor. Bogor (Tidak dipublikasikan).
- Poernomo, S.H. 2008. Mengangkat Mutiara Yang Terbenam. Majalah Samudra. Edisi 10 (diakses 17 Juli 2013).
- Rodrigues, P.S.L. 2001. Feeding And Digestion In Bivalves. Aquaculture Research, 32(1): 65-78.

- Susilowati, R., & Sumantadinata, K. 2011. Keragaman Genetik Tiram Mutiara Sebagai Informasi Dasar Untuk Pemuliaan Tiram Mutiara. Prosiding Refleksi Pengembangan Budidaya Keperikanan di Indonesia. 53-67.
- Stoecker, J.A., D.K Padiila., D.W. Schneider, and C.R. Rehmann, 2004. Laboratory Culture of Dreissena Polymorpha Larvae: Spawning Success, Adult Fecundity and Larval Mortality Patterns. The NRC Research Press. Canada. 1436-1443p.
- Sutaman, 1992. Memproduksi Benih Tiram Mutiara. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sutaman, 1993. Tiram Mutiara Teknik Budidaya Dan Proses Pembuatan Mutiara. Kanisius. Yogyakarta. 93 halaman.
- Sudjiharno. 1997. Rekayasa Teknologi Pembenihan Tiram Mutiara (*Pinctada maxima*). Direktorat Jenderal Perikanan. Yogyakarta.
- Sunaryo, A., Lovatelli, A., & Rombenso, A. N. 2015. Effects Of Stocking Density And Temperature On Growth And Survival Of Juvenile Pearl Oyster *Pinctada maxima*. Aquaculture Research, 46(7): 1703-1713.
- Southgate PC and Lucas JS. 2008. The Pearl oyster. Elsevier, Amsterdam. 542p.
- Tomatala, P. 2011. Pengaruh Suhu Terhadap Pemijahan Kerang Mutiara *Pinctada maxima* (Jameson). Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis, 7(1): 36-38.
- Winanto, 2004. "Memproduksi Benih Tiram mutiara". Depok.: Penebar Swadaya.
- Wada, K. T., Jerry, D. R., Southgate, P. C., & Lucas, J. S. 2008. Population Genetics And Stock Improvement. The pearl oyster Journal, 37(1): 171-179.
- Wang, R., Li, C., Stoeckel, J., Moyer, G., Liu, Z., & Peatman, E. 2012. Rapid Development Of Molecular Resources For A Freshwater Mussel, *Villosa lienosa* (Bivalvia: Unionidae), Using An RNA-seq-based Approach. Freshwater Science, 31(3): 695-708.
- Winanto T, Soedharma D, Affandi R dan Sanusi HS. 2009. Pengaruh suhu dan salinitas terhadap respon fisiologis larva tiram mutiara *Pinctada maxima* (Jameson). Jurnal Biologi Indonesia, 6(1): 51-69.
- Zhang, L. (2006). Laju perkembangan rumen dan pertumbuhan mikrobial yang belum diidentifikasi.