

## Perkembangan Awal Larva Tiram Mutiara (*Pinctada fucata*) Pada Tingkat Salinitas Yang Berbeda

Anindya Wirasatriya\* dan Jusup Suprijanto

Jurusan Ilmu Kelautan UNDIP Tembalang Semarang, Telp. (024) 7474698

### Abstrak

Salah satu bagian dari usaha pembenihan adalah pemijahan, dimana salinitas merupakan faktor yang sangat penting terutama pada proses fertilisasi dan perkembangan awal larva sampai fase D-type. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh salinitas terhadap perkembangan awal larva tiram mutiara (*Pinctada fucata*). Terdapat 4 perlakuan salinitas pada penelitian ini sebagai media perkembangan awal larva tiram mutiara, yaitu 27‰, 30‰, 33‰, dan 36‰. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ternyata perbedaan salinitas sangat mempengaruhi perkembangan awal larva *P. fucata* baik dari segi waktu pembentukan D type maupun kenormalan bentuk larva yang dihasilkan. Salinitas media mempengaruhi tingkat kerja osmotik larva dan proses pembentukan cangkang. Salinitas optimum untuk perkembangan awal larva tiram mutiara (*P. fucata*) adalah 33‰ dimana waktu perkembangan awal larvanya berlangsung dalam waktu yang paling singkat yaitu 1053,33 menit dan tidak terjadi ketidaknormalan bentuk larva. Akibat terjadi peristiwa plasmolisis dan plasmolisis, pada salinitas 27 dan 36 terjadi ketidaknormalan bentuk larva yang dihasilkan.

**Kata kunci :** Perkembangan awal larva, salinitas, *Pinctada fucata*

### Abstract

One of activity part done in pearl oyster hatchery is breeding, in which salinity is very important factor especially on fertilization and early development larvae. The purpose of this research is to know the effect of salinity on pearl oyster (*Pinctada fucata*) early development larvae. There are 4 salinity treatment as a media for pearl oyster early development larvae i.e : 27‰, 30‰, 33‰ and 36‰. The result of this research showed that the difference of salinity influence the early development larvae of *P. fucata* both on duration of D-type formation and normality of larvae form that been produced. The salinity of media influence on osmotic larvae mechanism and the shell formation process. The optimum salinity for early development larvae is 33‰ (The fastest : 1053,33 minutes). And there is no abnormality in larvae form. There are abnormalities in larvae form on salinity 27 and 36 because of plasmolysis and plasmolysis.

**Key words :** early development larvae, salinity, *Pinctada fucata*

### Pendahuluan

Sejalan dengan meningkatnya produksi mutiara maka semakin banyak pula dibutuhkan benih tiram mutiara sehingga usaha pembenihan tiram mutiara sangat diperlukan untuk menyuplai benih tersebut. Salah satu bagian dari usaha pembenihan tiram mutiara adalah pemijahan. Dalam melakukan pemijahan perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi pemijahan tersebut yaitu pada proses fertilisasi dan perkembangan embrio tiram mutiara. Menurut Davis (1958) dalam Loosanof dan Davis (1963) salinitas merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi proses fertilisasi dan perkembangan embrio moluska pada umumnya.

Masa perkembangan awal larva adalah masa perkembangan setelah fertilisasi hingga terbentuknya

D-type. Dalam pemeliharaan larva banyak ditemukan masalah kematian yang dialami pada awal perkembangan larva yaitu hingga mencapai 95% (Imai, 1977). Tingginya tingkat kematian pada masa perkembangan awal larva lebih disebabkan oleh daya tahan larva terhadap perubahan lingkungan pada umumnya rendah dibandingkan kerang dewasa (Little, 1981).

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan awal larva sampai menjadi D-type antara lain faktor intern yaitu cadangan makanan yang ada di dalam telur dan kualitas perairan terutama suhu dan faktor ekstern yaitu salinitas (Imai, 1977). Untuk Indonesia, suhu tidak terlalu berpengaruh terhadap perkembangan awal larva karena sebagai negara tropis perubahan suhu setiap tahunnya relatif kecil (Quayle, 1980). Sedangkan Menurut Nontji (1987) terjadi

fluktuasi salinitas di perairan Indonesia yang tergantung pada perubahan musim sehingga dalam penelitian ini dipilih salinitas sebagai parameter yang mempengaruhi perkembangan awal larva dari fertilisasi sampai D-type.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh salinitas terhadap perkembangan awal larva *Pinctada fucata*.

## Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-September 1999 di Balai Budidaya Laut Lampung. Hewan uji yang digunakan adalah induk tiram *Pinctada fucata* yang diambil dari Teluk Hanura di Kabupaten Lampung Selatan.

Penelitian bersifat eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang mempunyai 3 perlakuan dan 1 kontrol dengan 3 ulangan. Dua belas buah beker glass (volume 1 liter) diisi dengan media berupa air laut terfilter (UV) dengan salinitas yang berbeda-beda sesuai perlakuannya, yaitu 27 ‰, 33 ‰ dan 36 ‰ dan 30 ‰ (kontrol) sebagai media perkembangan larva.

Induk *P. fucata* yang menempel pada pelampung-pelampung rakit apung (karamba) di Teluk Hanura diambil dengan cara menyelam. Induk-induk tersebut kemudian segera dibersihkan dan diaklimatisasi untuk menyembuhkan tiram dari shock akibat koleksi dan pembersihan (Tun dan Winanto, 1988). Aklimatisasi dilakukan dalam sebuah akuarium yang berisi air laut yang telah disinari UV, lalu diberi aerasi dengan suhu 28°C dan salinitas kontrol 30 ‰ selama + 24 jam.

Induk-induk yang akan dipijahkan dipilih yang mempunyai bentuk cangkang normal (tidak cacat/pecah) dan mempunyai ukuran > 5 cm karena pada ukuran tersebut tiram mutiara telah matang gonad (Winanto, Pers com). Induk *P. fucata* dipijahkan pada salinitas 30 ‰ dengan metode thermal shock yaitu fluktuasi suhu berdasarkan metode Anonim (1992). Caranya yaitu menyiapkan 2 buah akuarium volume 40 liter yang berisi air laut 35°C dan 28°C. Induk tiram mutiara yang telah diseleksi dimasukkan dalam akuarium pertama selama 1 jam kemudian dipindah ke dalam akuarium kedua. Jika selama 2 jam belum memijah maka induk-induk tersebut dikembalikan lagi ke akuarium pertama. Begitu seterusnya sampai induk tiram memijah. Menurut Anonim (1993) fluktuasi suhu dengan kisaran antara 28°C dan 35°C mengakibatkan tiram cepat memijah. Proses pemijahan ditandai dengan keluarnya gamet yang menyerupai semburan

putih dari sela-sela cangkang tiram dimana induk jantan selalu memijah terlebih dahulu kemudian sperma yang dikeluarkan oleh induk jantan tersebut akan merangsang induk betina untuk mengeluarkan telur (Anonim, 1991).

Jika tiram telah memijah maka ditunggu beberapa saat (+ 10 menit) sambil diaduk pelan-pelan agar terjadi fertilisasi. Telur yang terfertilisasi ditandai dengan bentuk telur yang bulat (Winanto, dkk, 1997). Kemudian 1 liter air tersebut diambil dan disaring dengan 2 plankton net masing-masing berukuran 80 mikron, untuk menyaring telur kotoran dan berukuran 20 mikron, untuk menyaring telur karena ukuran sel telur *P. fucata* adalah 46 - 48 mikron (Anonim, 1993). Sel telur yang telah terfertilisasi tersebut segera ditempatkan ke dalam wadah uji dengan kepadatan 20 telur / ml. Demikian seterusnya sampai keduabelas wadah uji terisi oleh sel telur semua.

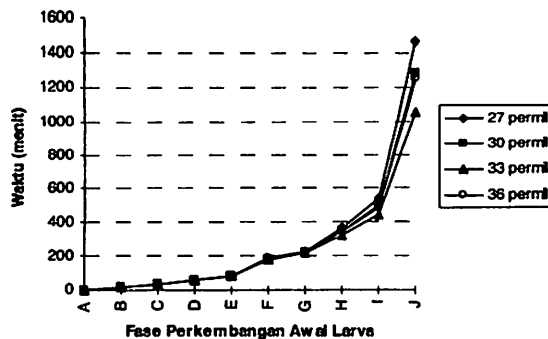
Pengamatan dilakukan terhadap tiap-tiap stadia dan waktu perkembangan awal larva. Sel telur yang telah dibuahi akan berkembang menjadi larva dengan melewati fase-fase antara lain : polar body I, polar body II, 2 sel, 4 sel, 8 sel, morula, blastula, gastrula, trokofor, dan D-type (Imai, 1977). Pengamatan terhadap perkembangan awal larva tersebut dilakukan di bawah mikroskop, yaitu dengan mencatat waktu dan memotret setiap perubahan fase-fase tersebut. Pengamatan dilakukan tiap 5 menit sampai mencapai fase trokofor setelah itu pengamatan dilanjutkan tiap 10 menit sampai mencapai fase D-type. Perubahan tiap stadia perkembangan awal larva dianalisa secara deskriptif. Sedangkan data waktu perkembangan awal larva dianalisa secara statistik dengan menggunakan "one way anova".

## Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas ternyata berpengaruh terhadap perkembangan awal larva, terbukti dengan paling singkatnya waktu perkembangan awal larva pada media dengan salinitas 33 ‰ (1053,33 menit) yang kemudian diikuti oleh media dengan salinitas 36 ‰ (1246,67 menit), 30 ‰ (1280 menit) dan , 27 ‰ (1460 menit) (Tabel 1, Tabel 2 dan Gambar 1). Kemudian dari uji anova hasil penelitian tersebut menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $p < 0,01$ ). Dari kenyataan diatas dapat dilihat bahwa ternyata kenaikan salinitas dari 27 ‰ sampai salinitas optimum yaitu 33 ‰ mampu mempersingkat waktu pembentukan D-type. Setelah itu kenaikan salinitas akan memperlambat waktu pembentukan D-type. Selain itu pada salinitas 33 ‰ perkembangan awal larva tiram mutiara berlangsung normal melalui fase-fase polar body, pembelahan sel, morula blastula gastrula trokofor dan yang terakhir D-type (Gambar 2).

**Tabel 1.** Data Pengaruh Salinitas Terhadap Lamanya Waktu Pembentukan D-Type

Ulangan	Waktu Perkembangan D-type (menit) pada Salinitas (‰)			
	27	30	33	36
1	1460	1280	1050	1240
2	1470	1280	1060	1250
3	1450	1280	1050	1250
Rata-rata	1460	1280	1053,33	1246,67



**Gambar 1.** Grafik Perkembangan Awal Larva Tiram Mutiara Pada Salinitas Yang Berbeda. Keterangan : A) Telur, B) Polar body, C) 2 sel, D) 4 sel, E) 8 sel, F) Morula, G) Blastula, H) Gastrula, I) Trokofor, J) D-type

Salinitas berpengaruh terhadap tekanan osmotik media, semakin tinggi salinitas maka akan semakin tinggi pula tekanan osmotik media (Anggoro, 1990). Tekanan osmotik media sendiri berhubungan erat dengan tingkat kerja osmotik larva *P. fucata*. Menurut Kimball *dkk* (1994) organisme laut dapat hidup pada medianya karena sitoplasmanya isotonik dengan tekanan osmotik medianya. Jadi bila terjadi kenaikan atau penurunan salinitas maka akan ada perbedaan osmolaritas antara sitoplasma dengan media eksternal. Untuk mengatasi masalah osmotik ini, harus dijaga keseimbangan osmolaritas cairan internal dan eksternal melalui mekanisme osmoregulasi ( Anggoro, 1992 ).

Pada salinitas 27 ‰ dan 30 ‰ perkembangan awal larvanya lebih lambat dibanding pada salinitas 33 ‰ hal ini diduga pada salinitas 27 ‰ dan 30 ‰ tekanan osmotik media lebih rendah / hipotonik terhadap tekanan osmotik cairan internal larva. Sedangkan pada salinitas 36 ‰ diduga tekanan osmotik media lebih tinggi / hipertonic terhadap tekanan osmotik cairan internal larva. Kedua keadaan tersebut mengakibatkan larva harus menggunakan banyak energi yang terdapat pada kuning telur untuk mekanisme kerja osmoregulasi sehingga energi yang seharusnya dipakai untuk pertumbuhan dan perkembangan larva menjadi terserap untuk mekanisme osmoregulasi tersebut. Sedangkan

besarnya kebutuhan energi tergantung dari perbedaan konsentrasi elektrolit dan tekanan osmotik cairan internal larva dengan media eksternalnya ( Fitt *dkk* , 1994 ).

Dalam melakukan kerja osmoregulasi, larva menggunakan mekanisme transport aktif, yaitu suatu gerakan ion-ion dan molekul melawan suatu gradien konsentrasi. Mekanisme ini memerlukan energi untuk melawan gaya difusi yang merugikan sel ( Kimball *dkk*, 1994 ). Sedangkan menurut Greenwalt dan Bishop (1980) dalam Somero dan Bowlus (1983) untuk osmoregulasi, moluska menggunakan mekanisme pembongkaran protein, reaksi transaminasi, sintesis denovo dan produksi b alanin dari urasil serta pengambilan asam amino terlarut dari lingkungan. Mekanisme tersebut sangat memerlukan energi. Energi yang diperlukan didapat dari sumber energi yang terdapat pada kuning telur. Telur dan larva spesies moluska mengandung karbohidrat, protein dan lemak dimana lemak dan protein merupakan cadangan energi utama pada larva bivalvia laut (Gabbot, 1983). Lebih lanjut ditegaskan bahwa protein dan lemak digunakan sebagai substrat energi selama periode pendek di mana larva tidak makan. Larva *P. fucata* termasuk dalam golongan planktotropik larva dengan masa hidup pelagik yang panjang yaitu sekitar 25 hari. Jadi larva tersebut mempunyai kuning telur sebagai sumber energinya, tetapi hanya sampai pada fase trokofor. Pada fase D-type larva sudah mulai makan berupa fitoplankton karena organ mulut dan pencernaannya sudah tumbuh (Winanto, 1991).

Ketidaknormalan bentuk larva ditemukan pada salinitas 36 ‰ dan 27 ‰. Pada salinitas 36 ‰ menit ke 1250 larva mengalami peristiwa plasmolisis. Lingkungan media yang hipertonic diduga menyebabkan keluarnya cairan sitoplasma meninggalkan sel, sehingga larva D-type yang terbentuk mengalami pengerutan (Gambar 3). Sedangkan pada salinitas 27 ‰ menit ke 540 terjadi peristiwa platopfisis, di mana lingkungan yang hipotonik diduga menyebabkan air media masuk ke dalam sitoplasma larva. Semakin banyak cairan yang masuk ke dalam tubuh larva menyebabkan membran sel tidak kuat menahan volume sitoplasma yang semakin membesar. Hal ini mengakibatkan membran sel larva yang saat itu telah mencapai stadia trokofor pecah, sitoplasma lepas dan larva mati (Gambar 4). Menurut Peleczar dan Reid (1958) dalam Anggoro (1987) mengemukakan bahwa perbedaan tekanan osmosa plasma sel dan medium dapat menimbulkan terjadinya "platopfisis" (kecenderungan air media untuk masuk ke dalam sel karena berada dalam lingkungan yang hipotonik ), dan plasmolisis (keluarnya cairan

sitoplasma meninggalkan sel akibat berada pada lingkungan yang hipertonik ). Terjadinya peristiwa plasmolisis dan platopfisis menyebabkan bentuk larva menjadi abnormal bahkan menyebabkan kematian.

Baik peristiwa platopfisis maupun plasmolisis dapat mempengaruhi pH sitoplasma, dimana pH sitoplasma ini sangat berperan terhadap aktivitas enzim. Penyimpangan pH sitoplasma dari kisaran yang optimum dapat berakibat menurunnya aktivitas enzim dengan nyata. Karena enzim berperan sebagai katalisator dari semua reaksi kimia di dalam sel maka menurunnya aktivitas enzim dapat mempengaruhi pertumbuhan sel secara langsung (Peleczar dan Reid, 1958 dalam Anggoro, 1987). Enzim NADP-dependent isocitrate dehydrogenase (ICDH) dan a ketoglutarat dehidrogenase yang terdapat pada telur dan larva bivalvia sangat penting dalam proses pembebasan energi dalam mekanisme siklus Krebs (Gabbot, 1983). Lebih lanjut, Black (1962) dalam Gabbot (1983) mengemukakan bahwa enzim-enzim pada siklus asam sitrat terkonsentrasi pada fraksi butiran besar seperti pada yolk, mitokondria dan butiran lain dari telur dan larva. Kinne (1968) mengemukakan bahwa protein / enzim pada stadia larva sangat penting untuk pembelahan sel dan pertumbuhan larva selanjutnya.

Pada salinitas 33‰ perkembangan awal larva *P.fucata* memerlukan waktu yang paling singkat yaitu hanya 1053,333 menit. Hal itu disebabkan karena media dengan salinitas 33 ‰ diduga mendekati kondisi isotonik dengan cairan internal sel larva. Sehingga kerja osmotik yang dilakukan larva menjadi ringan. Hal ini mengakibatkan pemanfaatan energi yang terdapat pada kuning telur untuk pertumbuhan larva akan lebih efisien.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa lamanya waktu perkembangan awal larva untuk tiap - tiap salinitas sampai pada fase morula cenderung sama. Kemudian mulai fase blastula waktu perkembangannya mulai berbeda - beda untuk tiap salinitas. Bersamaan lamanya waktu perkembangan awal larva dari polar body sampai morula itu diduga disebabkan karena energi yang digunakan untuk perkembangan awal larva masih sedikit dan juga cadangan energi pada kuning telur masih banyak, sehingga energi yang tersisa sangat cukup untuk melakukan kerja osmoregulasi. Pada fase blastula sampai D-type larva sudah mulai bergerak. yang membutuhkan energi, sementara itu kerja osmoregulasi berlangsung terus dan cadangan energi di kuning telur semakin menipis. Hal ini diduga mengakibatkan penggunaan energi untuk kerja osmoregulasi mengganggu pemanfaatan energi untuk perkembangan larva, sehingga

memperlambat waktu perkembangan awal larva mulai blastula sampai D-type. Waktu yang diperlukan tersebut berbeda - beda tergantung pada besarnya energi yang ada dan penggunaan energi yang dikeluarkan. Gabbot (1983) menyebutkan bahwa selama masa metamorfosis, larva kehilangan banyak cadangan lemak. Hal yang sama terjadi juga pada udang dimana menurut Anggoro (1992), mekanisme osmoregulasi selain tergantung pada salinitas juga tergantung pada fase perkembangan larva.

**Tabel 2.** Waktu Perkembangan Awal Larva *Pinctada fucata* Tiap Fase (Menit)

Fase	27‰	30‰	33‰	36‰
Polar Body	15,00	15,00	15,00	15,00
2 sel	35,00	35,00	35,00	35,00
4 sel	56,67	55,00	55,00	55,00
8 sel	83,33	80,00	78,33	80,00
Morula	181,67	180,00	180,00	181,67
Blastula	223,33	220,00	213,33	218,33
Gastrula	358,33	345,00	323,33	343,33
Trokofofor	536,67	495,00	440,00	485,00
D-type	1460,00	1280,00	1053,33	1246,67

Salinitas media juga berpengaruh terhadap kandungan ion  $Ca^{2+}$  dalam media. Sidjabat (1992) menyatakan bahwa di laut perbandingan prosentase garam utama dengan salinitas adalah konstan sehingga akan menyebabkan jumlah ion - ion terlarut akan lebih banyak pada salinitas tinggi dan lebih sedikit pada salinitas yang lebih rendah. Berdasarkan hal tersebut maka diasumsikan bahwa semakin tinggi salinitas, semakin banyak pula kandungan ion  $Ca^{2+}$ . Menurut Holliday (1969), kandungan kalsium dalam lingkungan mempengaruhi perkembangan awal larva. Apabila kandungan ion kalsium dalam perairan tinggi maka permeabilitas membran sel larva akan turun sehingga ion - ion yang diperlukan untuk pertumbuhan lebih mudah masuk kedalam tubuh. Selanjutnya Kinne (1968) menyebutkan bahwa semakin tinggi salinitas dan kadar kalsium pada media akan menyebabkan proses pembentukan cangkang lebih cepat. Selain itu ion - ion  $Ca^{2+}$  juga berperan pada pengaktifan telur metabolisme dan menstabilkan struktur protein / enzim pada perkembangan awal larva.

Proses pembentukan cangkang sendiri dimulai pada fase trokofofor. Dengan rendahnya salinitas yaitu pada salinitas 27‰ dan 30‰ diduga menyebabkan konsentrasi ion  $Ca^{2+}$  juga rendah sehingga hal ini menyebabkan terganggunya proses pembentukan cangkang yang mengakibatkan perkembangan larva dari trokofofor menuju D-type menjadi terhambat. Pada salinitas 33‰ kandungan ion  $Ca^{2+}$  lebih banyak dibanding salinitas 27‰ dan 30‰ Hal ini

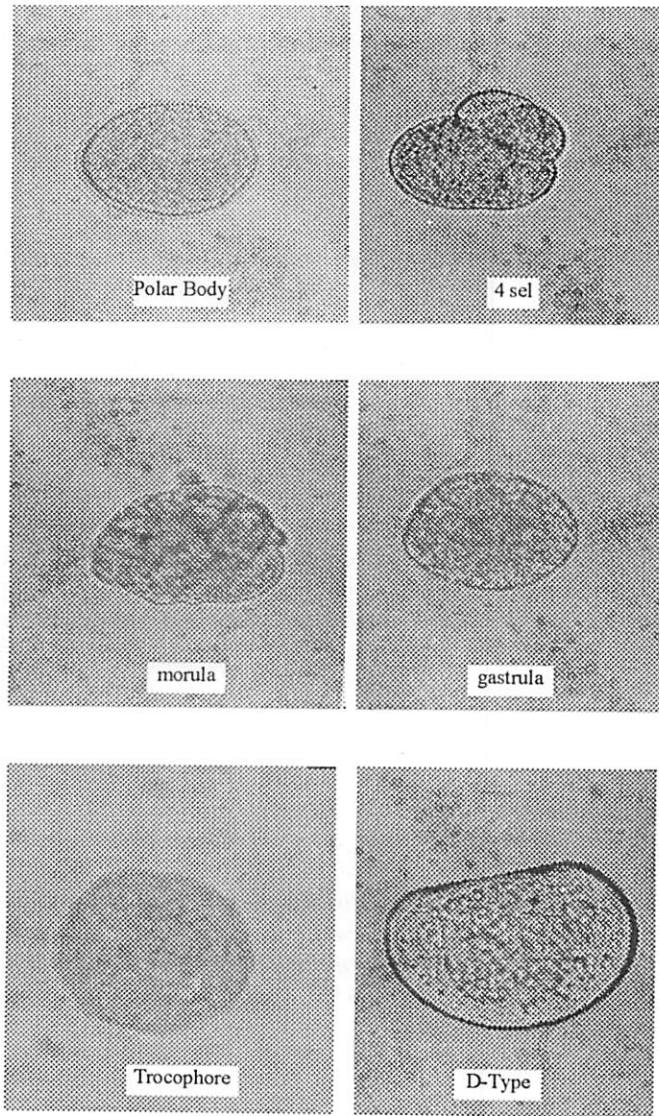
menyebabkan proses pembetukan cangkang juga terjadi lebih cepat. Sedangkan pada salinitas 36‰ meskipun kandungan ion Ca<sup>2+</sup> dalam media makin banyak, tetapi diduga bahwa tekanan osmotik mediana juga sudah terlalu tinggi bagi sel-sel larva sehingga proses pembentukan D-type menjadi terhambat.

## Kesimpulan

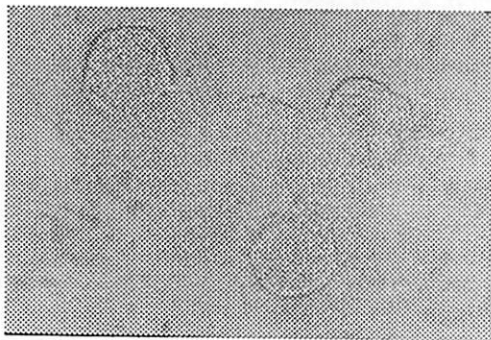
Salinitas optimum untuk perkembangan awal larva tiram mutiara (*Pinctada fucata*) adalah 33‰ di mana pada salinitas tersebut perkembangan awal larva sampai dengan D-type berlangsung secara normal dalam waktu 1053,33 menit. Sedangkan pada salinitas 27‰ larva mengalami peristiwa platopsis yang menyebabkan pecahnya membran sel larva dan pada salinitas 36‰ terjadi peristiwa plasmolisis yang menyebabkan pengerutan bentuk larva.

## Daftar Pustaka

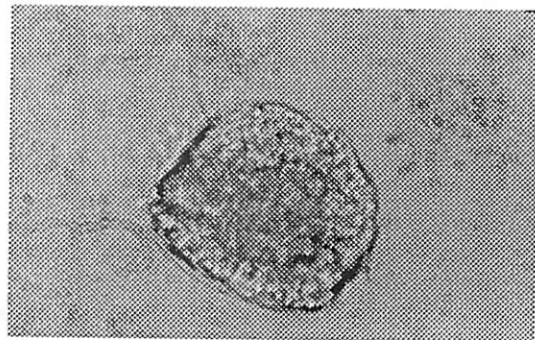
- Anggoro, S, 1987. Optimasi Salinitas Medium Peneneran Bagi Pertumbuhan dan Produksi Biomassa Nener Bandeng. Lembaga Penelitian UNDIP. Semarang.
- Anggoro, S, 1992. Efek Osmotik Berbagai Tingkat Salinitas Media Terhadap Daya Tetas Telur dan Vitalitas Larva Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab) Desertasi Doktor. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 76 hal.
- Anonim, 1992. Laporan Hasil Pengujian Balai Budidaya Laut 1991/1992. Balai Budidaya Laut. Lampung. 30-39.
- Anonim, 1993. Laporan Hasil Pengujian Balai Budidaya Laut 1992/1993. Balai Budidaya Laut. Lampung. 37-43.
- Fitt, WK, C.R. Wisher, R.K. Trench, 1984. Larva Biology of Tridacnid Clam. *Aquaculture*. 39 :181-195.
- Gabbot, PA, 1983. Developmental and Seasonal Metabolic Activities in Marine Molluscs *dalam* Mollusca : Environmental Biochemistry and Physiology. K.M. Wilbur and P. Hochachka, (eds.) Vol.2. Academic Press. New York. 165-173
- Holliday, FGT, 1969. The Effect of Salinity on Eggs and Larvae of Teleost. *dalam* Fish Fisiology : Secretion, Ionic Regulation and Metabolism. Hoar, WS and D.J. Randall. (Eds). Academic Press. New York.
- Imai, T, 1977. Aquaculture in Shallow Seas. Progress in Shallow Sea Culture. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi
- Kimball, JW, S.S. Tjitrosomo, N. Sugiri, 1994. Biologi. Jilid I. Edisi kelima. Penerbit Erlangga. Jakarta. 119-137.
- Kinne, O, 1968. The Effect of Temperature and Salinity on Marine and Brackish Water Animal *dalam* Oceanography and Marine Biology. Harold Barnes (Ed). George Allen and Unwin Ltd. 114-154.
- Little, C, 1981. Osmoregulation and Excretion in Prosobranch Gastropods. Part I. Physiology and Biochemistry : *J. Moll. Stud. Angus Graham Assidates. London*. 47 (3) : 221-247
- Loosanoff, VL dan H.C. Davis, 1963. Rearing of Bivalvia Mollusks. *dalam* Advances in Marine Biology F.S. Russel (Ed). Academic Press. London and New York. 1 : 2-130
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta
- Quayle, DB, 1980. Tropical Oyster : Culture and Methods. Ottawa Ont. IDRC. 2-36.
- Sidjabat, MM. 1982. Pengantar Oseanografi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 125 hal.
- Somero, GN dan R.D. Bowlus, 1983. Osmolytes and Metabolic End Products of Molluscs : The Design of Compatible Solute Systems *dalam* Mollusca : Environmental Biochemistry and Physiology. K.M. Wilbur and P. Hochachka, (eds.) Vol.2. Academic Press. New York. 94 - 95
- Srigandono, B, 1987. Rancangan Percobaan (Experimental Design) Universitas Diponegoro. 16-22
- Sverdrup, HV, M.W. Johnson, R.H. Fleming, 1942. The Ocean : Their Physics, Chemistry and General Biology. Prentic Hall Inc. Englenood Cliff. New York
- Tun, MT dan C. Winanto, 1988. Manual on Pearl Farming in Indonesia. INS / 81 / 008.
- Winanto, C, 1991. Biologi Tiram Mutiara. Balai Budidaya Laut. Lampung
- Winanto, C, Sudjiharno, S.B. Dhoe, 1997. Rekayasa Teknologi Pembenihan Tiram Mutiara (*Pinctada maxlma*) Secara Terkendali. Balai Budidaya Laut. Lampung. 1-4.



**Gambar 2.** Tahapan Perkembangan awal Larva *P. fucata* pada salinitas 33‰



**Gambar 4.** Platyphysis pada salinitas 27‰



**Gambar 3.** Plasmolisis pada salinitas 36‰