



**Analisis Daya Tetas dan Rentang Periode Waktu Penetasan Cumi-Cumi
(*Loligo* sp.) Pada Salinitas Berbeda**

*(Hatching Rate and Hatching Period Range Analysis of Squid
(*Loligo* sp.) at Different Salinities)*

Muhammad Fahrezi¹, Anita Prihatini Ilyas^{2*}, Muh. Fahrudin³

^{1,2,3}Jurusan Ilmu Perikanan, Fakultas Agroindustri dan Sumber Daya Hayati, Universitas Teknologi Sumbawa

*email: anita.prihatini@uts.ac.id

Diterima: 10 Agustus 2026, Diperbaiki: 12 September 2026, Disetujui: 30 September 2026

Abstract

Salinity is an important environmental factor affecting embryonic development and egg hatching in squid (*Loligo* sp.) because it influences osmotic balance, metabolism, and embryonic development. This study aimed to analyze the effects of different salinity levels on hatching rate, hatching period, mean hatching time, and larval survival, and to determine the optimum salinity for squid egg hatching. The study was conducted from November to December 2025 at the Fisheries Hatchery of SMK Negeri 1 Alas, Sumbawa Regency, using a Completely Randomized Design (CRD) with four salinity treatments (26, 29, 32, and 35 ppt) and three replications. The observed parameters included embryonic development, hatching rate, hatching period, mean hatching time, larval survival, and water quality. Data were analyzed descriptively and using Analysis of Variance (ANOVA), followed by Duncan's test at a 95% confidence level. The results showed that salinity affected embryonic development and mean hatching time. The fastest mean hatching time was recorded at 32 ppt (15.06 days), while the longest occurred at 26 ppt (17.59 days). The highest hatching rate was obtained at 29 ppt (100%), whereas both 26 ppt and 35 ppt produced a hatching rate of 93.33%. The most synchronized hatching period was observed at 29 ppt. Overall, a salinity range of 29–32 ppt was considered suitable for supporting embryonic development and egg hatching in *Loligo* sp., with 29 ppt being the optimum treatment based on its highest hatching rate and relatively synchronized hatching period.

Keywords: *Loligo* sp., embryogenesis, salinity, hatching rate, hatching time.

Abstrak. Salinitas merupakan faktor lingkungan yang berperan penting dalam keberhasilan embriogenesis dan penetasan telur cumi-cumi (*Loligo* sp.) yang dapat memengaruhi keseimbangan osmotik, metabolisme, dan perkembangan embrio. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perbedaan salinitas terhadap daya tetas, rentang periode waktu penetasan, rerata waktu penetasan, dan kelangsungan hidup larva, serta menentukan salinitas optimum untuk penetasan telur cumi-cumi (*Loligo* sp.). Penelitian dilaksanakan pada November–Desember 2025 di Hatchery Perikanan SMK Negeri 1 Alas, Kabupaten Sumbawa, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan salinitas (26, 29, 32, dan 35 ppt) serta tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi perkembangan embrio, daya tetas, rentang periode waktu penetasan, rerata waktu penetasan, kelangsungan hidup larva, dan kualitas air. Data dianalisis secara deskriptif dan menggunakan analisis ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan salinitas memengaruhi laju perkembangan embrio dan rerata waktu penetasan. Salinitas 32 ppt menghasilkan rerata waktu penetasan tercepat (15,06 hari), sedangkan 26 ppt menghasilkan waktu penetasan paling lama (17,59 hari). Daya tetas tertinggi diperoleh pada salinitas 29 ppt (100%), sementara salinitas 26 ppt dan 35 ppt masing-masing menghasilkan daya tetas sebesar 93,33%. Rentang periode penetasan paling seragam diperoleh pada salinitas 29 ppt. Secara keseluruhan, kisaran salinitas 29–32 ppt merupakan kondisi yang paling sesuai untuk mendukung embriogenesis dan penetasan telur cumi-cumi (*Loligo* sp.), dengan salinitas 29 ppt sebagai perlakuan optimum berdasarkan tingginya daya tetas dan keseragaman waktu penetasan.

Kata kunci: *Loligo* sp., salinitas, embriogenesis, daya tetas, waktu penetasan.

PENDAHULUAN

Cumi-cumi merupakan salah satu komoditas perikanan laut yang memiliki nilai ekonomis tinggi serta menjadi sumber protein hewani yang penting bagi masyarakat. Selain memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri, cumi-cumi juga menjadi komoditas ekspor yang memberikan kontribusi terhadap sektor perikanan Indonesia. Meningkatnya

permintaan pasar menyebabkan intensitas penangkapan cumi-cumi di alam terus meningkat. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan stok sumber daya cumi-cumi apabila tidak diimbangi dengan upaya pengelolaan dan pengembangan teknologi budidaya yang berkelanjutan. Pengembangan teknologi pembenihan menjadi salah

satu langkah penting untuk mendukung keberlanjutan produksi cumi-cumi (Firnanda *et al.*, 2024).

Salah satu tahapan yang menentukan keberhasilan budidaya cumi-cumi adalah proses penetasan telur. Tahap embrio merupakan fase yang sangat sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan sehingga memerlukan kualitas media pemeliharaan yang optimal. Keberhasilan penetasan tidak hanya ditentukan oleh faktor genetik induk, tetapi juga dipengaruhi oleh parameter kualitas air, seperti suhu, oksigen terlarut, pH, arus, dan salinitas. Apabila salah satu parameter tersebut berada di luar kisaran optimum, perkembangan embrio dapat terganggu sehingga mengakibatkan rendahnya daya tetas, keterlambatan waktu penetasan, bahkan kematian embrio sebelum menetas (Villanueva *et al.*, 2026).

Salinitas merupakan salah satu faktor lingkungan yang memiliki peranan penting dalam proses perkembangan embrio cumi-cumi. Salinitas memengaruhi proses osmoregulasi, aktivitas metabolisme, keseimbangan cairan dalam kapsul telur, serta laju perkembangan organ embrio. Kondisi salinitas yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi dapat menyebabkan gangguan fisiologis, menurunkan keberhasilan penetasan, menghasilkan larva yang abnormal, serta memperpanjang waktu inkubasi telur. Sebaliknya, salinitas yang sesuai akan mendukung perkembangan embrio secara normal sehingga menghasilkan larva yang sehat dengan tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi (Villanueva *et al.*, 2026).

Penelitian mengenai pengaruh salinitas terhadap penetasan telur cumi-cumi telah dilakukan pada beberapa spesies. Penelitian oleh (Pirmansa *et al.*, 2020) pada cumi Bangka (*Uroteuthis chinensis*) menunjukkan bahwa salinitas memberikan pengaruh nyata terhadap daya tetas maupun waktu penetasan telur pada rentang salinitas 24 – 36 ppt dan suhu kontrol 30°C. Perlakuan salinitas 28–32 ppt menghasilkan daya tetas tertinggi, sedangkan waktu penetasan tercepat diperoleh pada salinitas 32 ppt. Sebaliknya, pada salinitas 24 ppt terjadi penurunan daya tetas, peningkatan mortalitas larva, serta waktu penetasan yang lebih lama. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perubahan salinitas secara langsung memengaruhi perkembangan embrio hingga proses penetasan berlangsung.

Perkembangan penelitian mengenai telur cumi-cumi dalam beberapa tahun terakhir juga menunjukkan bahwa kondisi lingkungan selama masa inkubasi menjadi faktor utama yang

menentukan keberhasilan pembenihan. Pengelolaan kualitas air yang baik, terutama salinitas dan oksigen terlarut, mampu meningkatkan viabilitas embrio, mempercepat perkembangan organ, serta menghasilkan larva dengan kondisi fisiologis yang lebih baik. Oleh sebab itu, penentuan kisaran salinitas optimum menjadi aspek penting dalam pengembangan teknologi pembenihan cumi-cumi secara berkelanjutan (Villanueva *et al.*, 2026).

Meskipun penelitian mengenai pengaruh salinitas terhadap telur cumi-cumi telah dilakukan, informasi mengenai hubungan antara salinitas dengan waktu penetasan telur masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian lebih menitikberatkan pada persentase daya tetas atau tingkat kelangsungan hidup larva, sedangkan analisis mengenai kecepatan penetasan pada berbagai tingkat salinitas belum banyak dikaji secara lebih mendalam. Padahal, informasi mengenai waktu penetasan merupakan indikator penting dalam menentukan efisiensi proses pembenihan serta kesiapan larva untuk memasuki fase pemeliharaan berikutnya.

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya tetas dan rentang waktu penetasan telur cumi-cumi (*Loligo* sp.) pada pemberian salinitas yang berbeda. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai kisaran salinitas yang paling optimal dalam mendukung keberhasilan penetasan telur sekaligus mempercepat waktu penetasan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan teknologi pembenihan cumi-cumi, meningkatkan keberhasilan produksi benih, serta mendukung upaya budidaya cumi-cumi yang berkelanjutan di Indonesia. memberikan informasi ilmiah mengenai kisaran salinitas yang paling optimal dalam mendukung keberhasilan penetasan telur sekaligus mempercepat waktu penetasan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 sampai dengan 27 November 2025 selama 27 hari, di Hatchery Perikanan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 1 Alas, Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi toples, bak, jaring sikat, jerigen, akuarium, *Heater*, *Refractometer*,

Termometer air, Kertas lakmus, Aerator, Mikroskop, Timbangan, Sendok makan, Alat tulis, Kantung Plastik, Labu erlenmeyer, Kain lap, *Cutter*, Mistar, Botol, Ember, Kapsul telur cumi-cumi, Air laut, Air tawar, Deterjen, Artemia.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan salinitas yang berbeda, di mana tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 12 unit percobaan. Perlakuan penelitian disajikan sebagai berikut :

P1: Kapsul telur cumi-cumi yang dipelihara pada salinitas 26 ppt.

P2: Kapsul telur cumi-cumi yang dipelihara pada salinitas 29 ppt.

P3: Kapsul telur cumi-cumi yang dipelihara pada salinitas 32 ppt.

P4: Kapsul telur cumi-cumi yang dipelihara pada salinitas 35 ppt.

Penentuan tingkat salinitas dalam penelitian ini didasarkan pada pertimbangan fisiologis telur cumi-cumi dan hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa salinitas merupakan salah satu faktor lingkungan penting yang memengaruhi perkembangan embrio, lama inkubasi, daya tetas, dan keberhasilan penetasan telur *cephalopoda*. Penelitian pada *Loligo bleekeri* menunjukkan bahwa perubahan salinitas berpengaruh terhadap perkembangan embrio dan keberhasilan penetasan, terutama pada kondisi salinitas rendah. Sementara itu, penelitian pada *Loligo vulgaris* menunjukkan bahwa telur dapat berkembang dan menetas pada kisaran salinitas sekitar 32-42 ppt, dengan tingkat keberhasilan penetasan yang berbeda pada setiap tingkat salinitas. Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini menggunakan empat perlakuan salinitas, yaitu salinitas 26 ppt, 29 ppt, 32 ppt, dan 35 ppt untuk merepresentasikan kondisi salinitas rendah hingga mendekati kondisi perairan laut normal dan mengevaluasi respons telur cumi-cumi terhadap perubahan salinitas. Pemilihan interval perlakuan juga dimaksudkan untuk memperoleh pola respons biologis terhadap peningkatan salinitas secara bertahap (Ito & Sakurai, 2004; Samudra *et al.*, 2016).

Prosedur Penelitian

Sebelum digunakan, wadah dibersihkan terlebih dahulu menggunakan sabun merek Sunlight dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran yang

menempel pada wadah penetasan. Selanjutnya, wadah dikeringkan untuk menghilangkan bahan kimia yang mungkin masih menempel. Setelah air laut dan air tawar dikeringkan, diendapkan selama 1 hari pada akuarium penampungan air laut dan bak penampungan air tawar untuk mengendapkan kotoran dan kapur pada air laut dan air tawar, sehingga pada pembuatan salinitas berbeda, air dalam keadaan jernih dan bersih.

Pembuatan Media

Pembuatan media air dengan salinitas yang berbeda dilakukan dengan mencampurkan air laut dan air tawar menggunakan rumus pengenceran menurut (Arrokhman *et al.*, 2012) berikut :

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

Keterangan:

M1 = salinitas air laut yang diencerkan (g/L).

V1 = volume air laut yang diencerkan (L).

M2 = salinitas yang diinginkan (g/L).

V2 = volume air dengan salinitas yang diinginkan (L).

Persiapan Hewan Uji

Kapsul telur cumi-cumi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari perairan laut Pulau Bungin, Kecamatan Alas, Kabupaten Sumbawa. Kapsul telur diperoleh dengan cara menggunakan jaring insang, yaitu pada saat nelayan menebar jaring insang, kapsul telur cumi-cumi akan melekat pada jaring tersebut. Kapsul telur cumi-cumi yang diambil oleh nelayan Pulau Bungin langsung dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diisi dengan oksigen untuk bertahan selama perjalanan ke tempat penelitian. Kapsul telur cumi-cumi yang digunakan dalam penelitian ini pada setiap wadah sebanyak 5 kapsul telur cumi-cumi. Sebelum dimasukkan ke dalam wadah penelitian, kapsul telur diaklimatisasi (plastik yang berisi kapsul telur dan diletakkan di atas air wadah toples penelitian) selama 30 menit sebelum penebaran langsung pada setiap toples wadah penelitian.

Parameter Penelitian

Tingkat Penetasan

Tingkat penetasan telur dihitung dengan tujuan untuk mengetahui jumlah larva yang menetas. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus (Effendie, 1997) berikut :

$$HR \% = \frac{\text{jumlah telur yang menetas}}{\text{jumlah telur yang dibuahi}} \times 100\%$$

Rentang Periode Waktu Penetasan

Lama waktu penetasan telur dihitung berdasarkan selisih waktu antara telur yang menetas pertama kali dengan telur yang menetas paling terakhir, menggunakan rumus rentang waktu penetasan menurut (Aprillia *et al.*, 2021) sebagai berikut:

$$\text{Waktu penetasan (HT)} = \text{Hari penetasan akhir} - \text{Hari penetasan awal}$$

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati dalam penelitian ini adalah suhu kontrol 28°C, salinitas perlakuan 26, 29, 32, 35 ppt, pH dan oksigen terlarut. Semua parameter kualitas air diukur setiap hari. Suhu dan oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter, pH dengan kertas lakmus, salinitas diukur dengan refraktometer. Sipon air dilakukan sekali seminggu. Tujuannya adalah menghilangkan debu yang masuk ke wadah penelitian dan limbah kapsul berupa CO₂ dan amonia (NH₃) melalui difusi dari dinding kapsul. Limbah metabolisme embrio berupa CO₂ dan NH₃ dikeluarkan melalui proses difusi dari kapsul telur menuju lingkungan perairan (Hu *et al.*, 2016). Pengamatan kualitas air dilakukan 4 kali sehari pada pukul 08.00, 13.00, 20.00 dan 04.00 WITA. Ini bertujuan agar kondisi lingkungan dalam penetasan telur cumi-cumi ini terkontrol pada setiap perlakuan.

Analisis Data

Data perkembangan embrio dan parameter kualitas air selama proses penetasan telur cumi-cumi dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel, gambar, serta grafik untuk menggambarkan perubahan dan perkembangan embrio pada setiap perlakuan salinitas. Parameter kuantitatif yang meliputi tingkat penetasan (*hatching rate*), rentang periode waktu penetasan, rerata waktu penetasan, dan tingkat kelangsungan hidup dianalisis secara statistik untuk mengetahui pengaruh perbedaan salinitas terhadap keberhasilan penetasan dan kelangsungan hidup embrio/larva. Sebelum dilakukan analisis ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*), data terlebih dahulu diuji terhadap asumsi-asumsi dasar analisis parametrik, yaitu uji normalitas dan uji homogenitas varians. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data pada masing-masing perlakuan berdistribusi normal. Uji normalitas dapat dilakukan menggunakan *Shapiro-Wilk* karena jumlah ulangan

relatif kecil. Data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas apabila nilai signifikansi (*p-value*) > 0,05. Apabila *p-value* ≤ 0,05, maka data dianggap tidak berdistribusi normal sehingga perlu dipertimbangkan transformasi data atau penggunaan analisis nonparametrik yang sesuai.

Selanjutnya dilakukan uji homogenitas varians untuk mengetahui apakah varians antarperlakuan relatif sama. Uji homogenitas dapat dilakukan menggunakan *Levene's Test*. Data dinyatakan memenuhi asumsi homogenitas apabila diperoleh nilai *p-value* > 0,05. Apabila *p-value* ≤ 0,05, maka varians antarperlakuan dianggap tidak homogen. Dalam kondisi tersebut, data dapat ditransformasi terlebih dahulu atau digunakan pendekatan statistik alternatif yang sesuai dengan karakteristik data. Apabila data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, selanjutnya dilakukan Analisis Sidik Ragam (*ANOVA*) satu arah pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ (tingkat kepercayaan 95%) untuk mengetahui pengaruh perlakuan salinitas terhadap tingkat penetasan, rentang periode waktu penetasan, rerata waktu penetasan, dan tingkat kelangsungan hidup. Hipotesis yang diuji adalah H_0 : perbedaan salinitas tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter yang diamati, sedangkan H_1 : perbedaan salinitas memberikan pengaruh nyata terhadap parameter yang diamati.

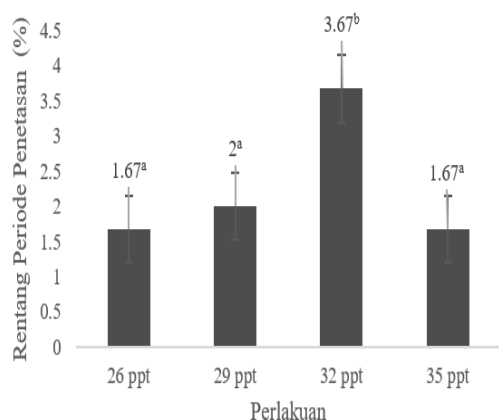
Apabila hasil *ANOVA* menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$), maka analisis dilanjutkan dengan Uji *Duncan's Multiple Range Test* (*DMRT*) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perlakuan salinitas mana yang menunjukkan perbedaan nyata. Hasil analisis disajikan dalam bentuk nilai rata-rata ± standar deviasi (*mean ± SD*) dan tabel/grafik yang dilengkapi dengan notasi hasil uji lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rentang Periode Waktu Penetasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rentang periode penetasan tertinggi diperoleh pada perlakuan 32 ppt, yaitu 3,67, sedangkan yang terendah pada perlakuan 26 ppt dan perlakuan 35 ppt masing-masing 1,67. Hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa perlakuan salinitas 32 ppt memberikan pengaruh nyata, sedangkan perlakuan 26, 29, 35 memberikan pengaruh yang sama ($p > 0,05$). Adapun nilai rentang periode waktu penetasan disajikan pada Gambar 1. Pada perlakuan 29 ppt, rentang periode penetasan yang paling singkat mengindikasikan bahwa salinitas tersebut mampu menyediakan kondisi lingkungan yang paling stabil

selama proses embriogenesis. Kondisi tersebut memungkinkan setiap embrio mengalami pembelahan sel, diferensiasi jaringan, dan organogenesis dengan laju perkembangan yang relatif sama. Keceragaman perkembangan tersebut menyebabkan seluruh embrio mencapai tingkat kematangan fisiologis pada waktu yang hampir bersamaan sehingga proses penetasan berlangsung secara sinkron. Sinkronisasi penetasan merupakan indikator bahwa embrio berkembang sesuai dengan jadwal biologisnya (biological developmental schedule), yaitu ketika seluruh organ telah terbentuk sempurna dan embrio siap keluar dari kapsul telur. Kondisi ini juga sejalan dengan tingginya persentase daya tetas pada perlakuan 29 ppt, yang menunjukkan bahwa hampir seluruh embrio berhasil menyelesaikan embriogenesis secara normal sebelum menetas. Menurut Villanueva *et al.* (2026), kestabilan kondisi lingkungan selama inkubasi berperan penting dalam menghasilkan perkembangan embrio yang seragam, meningkatkan viabilitas telur, dan menghasilkan penetasan yang sinkron pada *cephalopoda*.



Gambar 1. Rentang periode waktu penetasan

Pada perlakuan 26 ppt, rentang periode penetasan menjadi lebih panjang dibandingkan dengan perlakuan 29 ppt. Kondisi ini diduga disebabkan oleh salinitas media yang lebih rendah sehingga lingkungan bersifat lebih hipotonik terhadap cairan di dalam kapsul telur. Perbedaan tekanan osmotik tersebut menyebabkan air berdifusi masuk ke dalam kapsul telur melalui membran semipermeabel sehingga terjadi peningkatan kandungan air dan pembengkakan kapsul telur (*egg swelling*). Perubahan tekanan hidrostatik di dalam kapsul dapat mengganggu kestabilan lingkungan perkembangan embrio. Akibatnya, laju pembelahan sel dan proses

organogenesis tidak berlangsung secara seragam pada seluruh embrio. Sebagian embrio mampu mempertahankan perkembangan normal, sedangkan sebagian lainnya mengalami keterlambatan perkembangan sehingga waktu penetasan menjadi tidak bersamaan. Kondisi tersebut juga menjelaskan mengapa rerata waktu penetasan pada perlakuan 26 ppt menjadi lebih lama dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Vidal *et al.* (2023) menjelaskan bahwa perubahan salinitas di luar kisaran optimum dapat menyebabkan stres osmotik pada embrio *cephalopoda*, sehingga memengaruhi laju embriogenesis dan meningkatkan variasi waktu penetasan.

Pada perlakuan 32 ppt, meskipun menghasilkan rerata waktu penetasan paling cepat, rentang periode penetasan justru menjadi yang paling panjang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa percepatan embriogenesis tidak selalu diikuti oleh keseragaman perkembangan embrio. Diduga terdapat variasi respons fisiologis antar-embrio terhadap kondisi salinitas, sehingga sebagian embrio mencapai fase siap menetas lebih awal, sedangkan embrio lainnya masih menyelesaikan diferensiasi organ. Kondisi tersebut menyebabkan penetasan berlangsung dalam rentang waktu yang lebih lama. Apabila dikaitkan dengan hasil kelangsungan hidup, kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian larva yang menetas lebih awal kemungkinan belum mencapai kematangan fisiologis secara optimal sehingga kemampuan adaptasinya setelah menetas menjadi lebih rendah. Fenomena tersebut sejalan dengan konsep bahwa kualitas hatchling ditentukan oleh tingkat kematangan embrio ketika menetas, bukan hanya oleh cepatnya waktu penetasan (Vidal *et al.*, 2023).

Pada perlakuan 35 ppt, rentang periode penetasan kembali menjadi lebih pendek dibandingkan dengan perlakuan 32 ppt. Salinitas yang lebih tinggi diduga masih berada dalam kisaran toleransi *Loligo sp.*, sehingga perkembangan embrio berlangsung relatif seragam meskipun laju embriogenesis sedikit lebih lambat. Waktu perkembangan yang sedikit lebih panjang memungkinkan embrio menyelesaikan diferensiasi jaringan dan pemanfaatan cadangan kuning telur secara lebih sempurna sebelum menetas. Kondisi tersebut diduga berkontribusi terhadap tingginya nilai kelangsungan hidup larva pada perlakuan ini. Menurut Villanueva *et al.* (2026), keberhasilan perkembangan embrio tidak hanya ditentukan oleh cepatnya penetasan, tetapi juga oleh keseragaman

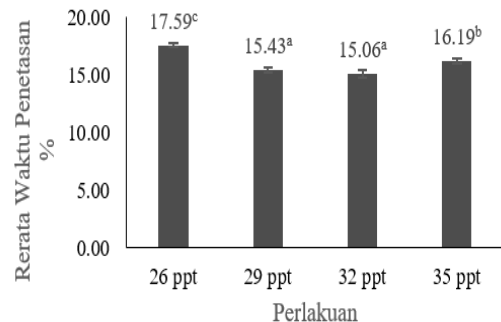
perkembangan embrio dan tingkat kematangan fisiologis saat hatchling keluar dari kapsul telur.

Rerata Waktu Penetasan

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa penambahan salinitas yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rerata waktu penetasan telur cumi-cumi (*Loligo* sp.). Rerata waktu penetasan tercepat diperoleh pada perlakuan 32 ppt (P3), yaitu 15,06 hari, diikuti perlakuan 29 ppt (P2) sebesar 15,43 hari, 35 ppt (P4) sebesar 16,19 hari, sedangkan waktu penetasan paling lama diperoleh pada perlakuan 26 ppt (P1), yaitu 17,59 hari. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan 29 ppt dan 32 ppt memberikan pengaruh yang sama, namun keduanya memberikan pengaruh yang nyata dibandingkan dengan perlakuan 26 ppt dan 35 ppt (Gambar 2). Secara biologis, rerata waktu penetasan yang optimum tidak hanya ditunjukkan oleh singkatnya waktu inkubasi, tetapi juga oleh kesesuaian dengan jadwal perkembangan biologis embrio (*biological developmental schedule*). Embrio yang berkembang sesuai jadwal biologis umumnya memiliki laju pembelahan sel yang seragam sehingga seluruh telur dalam satu klaster mencapai fase penetasan hampir bersamaan dan menghasilkan rentang periode penetasan yang pendek (*sinkron*). Sinkronisasi tersebut menunjukkan bahwa proses embriogenesis berlangsung normal tanpa adanya keterlambatan maupun percepatan perkembangan pada sebagian embrio. Menurut Villanueva et al. (2026), keseragaman perkembangan embrio merupakan salah satu indikator kualitas inkubasi karena mencerminkan kondisi lingkungan yang stabil selama proses embriogenesis.

Pada perlakuan 29 ppt, rerata waktu penetasan berlangsung sedikit lebih lambat dibandingkan dengan perlakuan 32 ppt. Hasil tersebut menunjukkan bahwa salinitas 29 ppt memberikan kondisi lingkungan yang paling sesuai untuk mendukung embriogenesis secara seragam. Keseragaman pembelahan sel sejak tahap awal menyebabkan seluruh embrio mengalami proses blastulasi, gastrulasi, organogenesis, hingga diferensiasi organ pada kecepatan yang relatif sama. Akibatnya, embrio mencapai tingkat kematangan fisiologis hampir secara bersamaan sehingga penetasan berlangsung sinkron. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan penetasan tidak hanya dipengaruhi oleh cepatnya perkembangan embrio, tetapi juga oleh keseragaman perkembangan seluruh embrio dalam satu klaster. Vidal et al. (2023) menjelaskan bahwa

perkembangan embrio cephalopoda yang berlangsung sinkron menghasilkan hatchling dengan kualitas fisiologis yang lebih baik dibandingkan dengan perkembangan yang tidak seragam.



Gambar 2. Rerata waktu penetasan

Perlakuan 32 ppt menghasilkan rerata waktu penetasan tercepat. Kondisi ini menunjukkan bahwa salinitas tersebut mampu mempercepat aktivitas metabolisme dan embriogenesis sehingga embrio lebih cepat mencapai fase siap menetas. Namun, apabila dikaitkan dengan hasil rentang periode penetasan, perlakuan ini justru menunjukkan rentang penetasan yang paling panjang. Hal tersebut mengindikasikan bahwa percepatan embriogenesis tidak terjadi secara seragam pada seluruh embrio. Sebagian embrio berkembang lebih cepat dan menetas lebih awal, sedangkan embrio lainnya masih menyelesaikan proses diferensiasi organ. Perbedaan tingkat kematangan embrio tersebut diduga menyebabkan kualitas hatchling menjadi tidak seragam, yang selanjutnya berkontribusi terhadap nilai kelangsungan hidup yang lebih rendah dibandingkan perlakuan 35 ppt. (Villanueva et al., 2026) melaporkan bahwa kualitas hatchling lebih ditentukan oleh tingkat kematangan embrio ketika menetas dibandingkan oleh cepatnya waktu penetasan.

Sebaliknya, pada perlakuan 26 ppt, rerata waktu penetasan menjadi paling lama. Salinitas yang lebih rendah menyebabkan media inkubasi bersifat lebih hipotonik dibandingkan cairan di dalam kapsul telur sehingga air cenderung berdifusi masuk melalui membran telur mengikuti gradien osmotik. Masuknya air ke dalam kapsul telur dapat menyebabkan pembengkakan kapsul (*egg swelling*) dan meningkatkan tekanan hidrostatik di sekitar embrio. Kondisi tersebut mengganggu keseimbangan osmotik yang diperlukan selama embriogenesis sehingga proses pembelahan sel, diferensiasi jaringan, dan organogenesis

berlangsung lebih lambat. Akibatnya, perkembangan setiap embrio menjadi tidak seragam dan waktu yang diperlukan untuk mencapai fase penetasan menjadi lebih panjang. Stres osmotik yang berlangsung selama masa inkubasi juga berpotensi meningkatkan risiko abnormalitas perkembangan embrio apabila berlangsung di luar kisaran toleransi spesies. Menurut Villanueva *et al.* (2026), perubahan salinitas di luar kisaran optimum dapat mengganggu embriogenesis melalui perubahan keseimbangan cairan dan ion di dalam kapsul telur sehingga memengaruhi viabilitas embrio dan waktu penetasan.

Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor penting dalam penetasan telur *Loligo* sp. karena kondisi lingkungan, seperti oksigen, salinitas, dan suhu, berperan dalam mendukung perkembangan embrio selama masa inkubasi. Kondisi tersebut memengaruhi proses metabolisme dan perkembangan embrio hingga mencapai tahap penetasan (Villanueva *et al.*, 2026). Kualitas air yang diamati yaitu Salinitas yang berbeda 26, 29, 32, dan 35 ppt. Suhu kontrol 28°C, oksigen terlarut dan Tingkat keasaman (pH). Parameter kualitas air dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas air

Parameter	Perlakuan				Baku Mutu (*)
	26	29	32	35	
Suhu (°C)	28	28	28	28	26-30
Oksigen terlarut (mg/L)	3-5,5	3-5,5	3-5,5	3-5,5	5
pH	6-6,7	6-6,7	6-6,7	6-6,7	6,5-8,5

Sumber *: Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021

Suhu air selama penelitian berada pada 28°C pada seluruh perlakuan. Suhu tersebut tergolong sesuai untuk perkembangan embrio cumi-cumi tropis karena mampu mendukung aktivitas metabolisme, pembentukan organ, dan pertumbuhan embrio di dalam kapsul telur. Suhu yang stabil juga berperan dalam mempercepat proses embriogenesis dan menghasilkan waktu penetasan yang lebih seragam. Sebaliknya, fluktuasi suhu yang terlalu besar dapat menyebabkan keterlambatan perkembangan embrio, peningkatan abnormalitas, bahkan penurunan keberhasilan penetasan. Oleh karena itu, suhu yang konstan selama penelitian menunjukkan bahwa faktor suhu tidak menjadi penyebab perbedaan daya tetas antarperlakuan (Vidal *et al.*, 2023).

Oksigen terlarut (DO) selama penelitian berkisar antara 3–5,5 mg/L. Oksigen merupakan komponen penting yang dibutuhkan embrio untuk respirasi selama proses perkembangan di dalam kapsul telur. Seiring bertambahnya umur embrio, kebutuhan oksigen akan meningkat akibat meningkatnya aktivitas metabolisme. Nilai DO pada penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian kondisi telah memenuhi kisaran yang baik, meskipun terdapat nilai minimum sebesar 3 mg/L yang relatif rendah. Apabila kadar oksigen rendah berlangsung dalam waktu lama, proses perkembangan embrio dapat melambat sehingga berpotensi memperpanjang periode penetasan dan

menurunkan keberhasilan daya tetas. Oleh karena itu, kestabilan oksigen terlarut selama inkubasi telur merupakan salah satu faktor penting yang harus dipertahankan untuk memperoleh hasil penetasan yang optimal (Villanueva *et al.*, 2026).

Nilai pH selama penelitian berkisar antara 6–6,7. Kisaran tersebut menunjukkan kondisi perairan yang sedikit asam hingga mendekati netral. Meskipun pH air laut umumnya berada pada kisaran 7,8–8,2, nilai pH pada penelitian ini relatif stabil pada seluruh perlakuan sehingga tidak diduga menjadi faktor utama yang menyebabkan perbedaan daya tetas maupun rentang periode waktu penetasan. Perubahan pH yang terlalu rendah diketahui dapat memengaruhi keseimbangan asam-basa, aktivitas enzim, serta perkembangan embrio cephalopoda. Namun, kestabilan pH selama penelitian tetap menjadi faktor penting dalam menjaga kondisi media inkubasi agar embrio mampu berkembang secara normal (Vidal *et al.*, 2023).

SIMPULAN

Perbedaan salinitas memberikan pengaruh yang sama terhadap derajat penetasan dan tingkat kelangsungan hidup, akan tetapi memberikan pengaruh nyata terhadap rentang periode waktu penetasan dan rerata waktu penetasan. Keberhasilan penetasan telur cumi-cumi (*Loligo* sp.) didapatkan pada perlakuan salinitas sebesar 29 ppt (perlakuan 2), yaitu sebanyak 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera, V. M., Sepúlveda, F., von Dassow, P., Gaitán-Espita, J. D., Mesas, A., & Vargas, C. A. (2023). Skala lokal kondisi pH rendah yang ekstrem dan perbedaan genetik membentuk variasi fenotipik dalam spesies yang berdampingan secara luas. *Perbatasan dalam Ilmu Kelautan*, 10, 1221132. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1221132>
- Aliyas, A., Ndobe, S., & Raihani. 2015. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis* sp.) yang dipelihara pada media bersalinitas. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 5(1), 20-27.
- Anggoro, S., Indarjo, A., Salim, G., Handayani, K. R., Ransangan, J., Ibrahim, A. J., & Firdaus, M. (2021). *Biologi perikanan dan kelautan di Indonesia*. Syiah Kuala University Press.
- Aprilia, R. (2021). *Analisis Akuntansi Aset Biologis pada PT. Charoen Pokphand Jaya Farm Pekanbaru* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau), Pekanbaru.
- Aras, M. (2008). Uji Coba Pemasangan Atraktor Cumi-Cumi di Perairan Pulau Pute Flanging Kabupaten Barru. *Lutjanus: Bulletin Politeknik Pertanian Bidang Perikanan*, (14), 1-12.
- Arrokhman, S., Abdulgani, N., & Hidayati, D. (2012). Survival Rate Ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*) dalam Media Pemeliharaan Menggunakan Rekayasa Salinitas. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1), E32-E35. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v1i1.126>
- Asandri, A. L., Liviawaty, E., Buwono, I. D., & Junianto, J. (2022). Analisis Pengaruh Yogurt Terhadap Umur Simpan Cumi-Cumi (*Loligo* sp.) yang Disimpan Pada Suhu Chilling. *Akuatika Indonesia*, 7(1), 28-33. <https://doi.org/10.24198/jaki.v7i1.35826>
- Bardach, J. E., Ryther, J. H., & McLarney, W. O. (1972). *Aquaculture: The Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organisms*. Wiley-Interscience. 1(1), 896. <https://doi.org/10.1086/408935>
- Baskoro, M. S., Sondita, M. F. A., Yusfiandayani, R., & Syari, I. A. (2017). Efektivitas Bentuk Atraktor Cumi-Cumi Sebagai Media Penempelan Telur Cumi-Cumi (*Loligo* sp.). *Jurnal Kelautan Nasional*, 10(3), 177-184. <https://doi.org/10.15578/jkn.v10i3.6191>
- Boyd, C. E. (2015). *Water quality* (Vols. 223-241). Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.
- Carreño-Castilla, A., Hernández-Urcera, J., Gouraguine, A., Guerra, Á., & Cabanellas-Reboredo, M. (2020). Predation behaviour of the European squid (*Loligo vulgaris*). *Journal of Ethology*, 38(3), 311-322. <https://doi.org/10.1007/s10164-020-00652-4>
- Deryckere, A., Styfals, R., Vidal, E. A., Almansa, E., & Seuntjens, E. (2020). A Practical Staging Atlas To Study Embryonic Development of Octopus Vulgaris Under Controlled Laboratory Conditions. *BMC Developmental Biology*, 20(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s12861-020-00212-6>
- Effendi, E. M., Pratama, I., & Subagja, J. (2015). Teknik Inkubasi Telur Menggunakan Sistem tray bertingkat untuk meningkatkan daya tetas telur ikan semah (*Tor douronensis*). *Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*, 15(1), 14-21. <https://doi.org/10.33751/ekol.v15i1.206>
- Effendi, H., Mursalin, M., & Sonaji, R. (2021). Dinamika persetujuan lingkungan dalam perspektif Peraturan Pemerintah nomor 22 tahun 2021 dan peraturan turunannya. *Journal of Environmental Sustainability Management*, 759-787. <https://doi.org/10.36813/jplb.5.3.759-787>
- Elagoz, A. M., Van Dijk, M., Lassnig, M., & Seuntjens, E. (2024). Embryonic development of a centralised brain in *coleoid cephalopods*, 1919-1, 8. <https://doi.org/10.1186/s13064-024-00186-2>
- Febrianto, A., Simbolon, D., Haluan, J., & Mustaruddin, M. (2017). Pola Musim Penangkapan Cumi-Cumi di Perairan Luar dan Dalam Daerah Penambangan Timah Kabupaten Bangka Selatan (Squid Fishing Seasons Pattern Inside and Outside Waters of Tin Mining Area in South Bangka District). *Marine Fisheries*, 8(1), 63-71. <https://doi.org/10.29244/jmf.8.1.63-71>
- Fernández-Álvarez, F. Á., Sánchez, G., Deville, D., Taite, M., Villanueva, R., & Allcock, A. L. (2023). Atlantic Oceanic Squids in the "Grey Speciation Zone". *Integrative & Comparative Biology*, 63(6), 1214-1225. <https://doi.org/10.1093/icb/icad116>
- Firnanda, T., Indra, I., Putri, I. M., & Robin, R. (2024). Pengamatan Perkembangan Telur Cumi Bangka (*Uroteuthis chinensis*) dan Modifikasi Pakan Pasca Menetas. *Journal of Aquatropica Asia*, 9(2), 84-91. <https://doi.org/10.33019/joaa.v9i2.5795>
- Gumohung, S. A., Koniyo, Y., & Lamadi, A. (2024). Pengaruh pemberian Artemia sp. yang diperkaya minyak cumi dengan dosis berbeda terhadap kelangsungan hidup larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(1), 55-65. <https://doi.org/10.54923/researchreview.v3i1.72>
- Hastie, L. C., Pierce, G. J., Wang, J., Bruno, I., Moreno, A., Piatkowski, U., & Robin, J. P. (2009). *Cephalopods in the North-eastern Atlantic*

- Species, Biogeography, Ecology, Exploitation and Conservation. *Oceanography and Marine Biology*. 47 (80), 111-190. <https://doi.org/10.1201/9781420094220.ch3>
- Hu, J., Zhou, C., Zhao, D., Zhang, L., Yang, G., & Chen, W. (2020). A rapid, low-cost deep learning system to classify squid species and evaluate freshness based on digital images. *Fisheries Research*, 221, 105376. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105376>
- Hulalata, A., Makapedua, D. M., & Paparang, R. W. (2013). Studi Pengolahan Cumi-cumi (*Loligo* sp.) Asin Kering Dihubungkan dengan Kadar Air dan Tingkat Kesukaan Konsumen. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 1(1), 26-33. <https://doi.org/10.35800/mthp.1.1.2013.4155>
- Ibáñez, C. M., Riera, R., Leite, T., Díaz-Santana-Iturrios, M., Rosa, R., & Pardo-Gandarillas, M. C. (2021). Stomach content analysis in cephalopods: Past research, current challenges, and future directions. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 31(3), 505-522. <https://doi.org/10.1007/s11160-021-09653-z>
- Jereb, P. M., Vecchione, & Roper, C. F. E. (2010). *Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date. Myopsid and oegopsid squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. 4(2), 38-117.
- Kulla, O. L. S., Yuliana, E., & Supriyono, E. (2020). Analisis kualitas air dan kualitas lingkungan untuk budidaya ikan di Danau Laimadat, Nusa Tenggara Timur. *Pelagicus*, 1(3), 135-144. <https://doi.org/10.15578/plgc.v1i3.9290>
- Laptikhovsky, V., Cooke, G., Barrett, C., Lozach, S., MacLeod, E., Oesterwind, D., ... & Power, A. M. (2021). Identification of benthic egg masses and spawning grounds in commercial squid in the English Channel and Celtic Sea: *Loligo vulgaris* vs *L. forbesii*. *Fisheries Research*, 241(1), 106004. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.106004>
- Lishchenko, F., Perales-Raya, C., Barrett, C., Oesterwind, D., Power, A. M., Larivain, A., Laptikhovsky, V., Karatza, A., Badouvas, N., Lishchenko, A., & Pierce, G. J. (2021). A review of recent studies on the life history and ecology of European cephalopods with emphasis on species with the greatest commercial fishery and culture potential. *Fisheries Research*, 236(10), 105847. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105847>
- Pardede, D. E., Devi Febrianti, & R Marwita Sari Putri. (2020). Karakteristik Organoleptik Flavor Alami dari Air Rebusan Kepala Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(2), 43-52. <https://doi.org/10.32520/jtp.v9i2.1236>
- Pirmansa, J. S., Prasetyono, E., Sari, S. P., Febrianti, D., & Syarif, A. F. (2020). Saya Tetas Telur Cumi-Cumi (*Uroteuthis chinensis*). *Journal of Tropical Marine Science*, 3(1), 1-10. <https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v3i1.1702>
- Quispe-Machaca, M., Guzmán-Rivas, F. A., Ibáñez, C. M., & Urzúa, Á. (2021). Intra-individual variability in biochemical constituents and fatty acid composition of adult jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the southeastern Pacific Ocean. *Journal of Sea Research*, 174(174), 102082. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2021.102082>
- Samudra, N. R., Hartoko, A., & Sulardiono, B. (2016). Hubungan salinitas terhadap perkembangan telur cephalopoda yang didapat pada perairan Pantai Bondo, Kabupaten Jepara. (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Saputra, A., Jusadi, D., Suprayudi, M. A., Supriyono, E., & Sunarno, M. T. D. (2018). Pengaruh frekuensi pemberian Moina sp. sebagai pakan awal pada pemeliharaan larva ikan gabus *Channa striata* dengan sistem air hijau. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(3), 239-249. <https://doi.org/10.15578/jra.13.3.2018.239-249>
- Sujana, E., Widjastuti, T., Setiawan, I., & Anang, A. (2018). Karakteristik Hasil Penetasan Puyuh Pedaging Malon dan Jepang Terseleksi Generasi ke Lima. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 18(2), 110-114. <https://doi.org/10.24198/jit.v18i2.18287>
- Takdir, M. (2004 December). Penetasan Telur, Pemeliharaan Larva, dan Biologi Reproduksi Cumi-Cumi, *Sepioteuthis lessoniana* Lesson. Makalah Falsafah Sains (PPS702) Sekolah Pasca Sarjana / S3. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Triharyuni S., & Puspasari R. (2012). Produksi dan Musim Penangkapan Cumi-Cumi (*Loligo* sp.) di Perairan Rembang (Jawa Tengah). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 18 (2). 77-83. <https://doi.org/10.15578/jppi.18.2.2012.77-83>
- Vaught, K. C., Abbott, R. T., & Boss, K. J. (1989). A classification of the living Mollusca. American Malacologists. Melbourne.
- Vidal, E. A., & Shea, E. K. (2023). Cephalopod ontogeny and life cycle patterns. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1162735. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1162735>
- Villanueva, R., Darmaillacq, A. S., Kuba, M. J., Roumbedakis, K., Nabhitabhata, J., Almansa, E., & Voss, G. (2026). Collection, handling and care of cephalopod eggs. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 36(1), 17.

- <https://doi.org/10.1007/s11160-025-10017-0>
- Wagiyo, K., Tirtadanu, T., & Fauzi, M. (2020). Dinamika populasi dan tingkat pemanfaatan cumi-cumi jamak (*Photololigo duvaucelii* Orbigny, 1848) di Teluk Jakarta. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 26(4), 233-246. <https://doi.org/10.15578/jppi.25.2.2019.79-92>
- Widiastuti, I. M. (2009). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup (*survival rate*) ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipelihara dalam wadah terkontrol dengan kepadatan penebaran yang berbeda. *Media Litbang Sulawesi Tengah*, 2(2), 126-130.
- Williams, T. L., Senft, S. L., Yeo, J., Martín-Martínez, F. J., Kuzirian, A. M., Martin, C. A., & Deravi, L. F. (2019). Dynamic pigmentary and structural coloration within cephalopod chromatophore organs. *Nature communications*, 10(1), 1004. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08891-x>
- Wulandari, D. A. (2018). Morfologi, Klasifikasi, dan Sebaran Cumi-Cumi Famili *Loliginidae*. *Oseana*, 43(2), 48-65. <https://doi.org/10.14203/oseana.2018.vol.43no.2.21>
- Zakroff, C. J., & Mooney, T. A. (2020). Antagonistic Interaction and Clutch-Dependent Sensitivity Induce Variable Responses to Ocean Acidification and Warming in Squid (*Doryteuthis pealeii*) Embryos and Paralarvae. *Frontiers in Physiology*, 11, 501. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00501>