

# ANALISIS OSMOLARITAS MEDIA CACING KAYU *Terdo navalis* DI LINGKUNGAN MANGROVE DESA AKELAMO KOTA TIDORE KEPULAUAN, INDONESIA

Yumima Sinyo<sup>\*</sup>, Magfirah Rasyid

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Khairun, Ternate, 97728, Indonesia

Email : [sinyoyumima@gmail.com](mailto:sinyoyumima@gmail.com)

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis osmolaritas media (habitat), kadar salinitas cacing kayu *Terdo navalis* 1758 dan kualitas di lingkungan perairan mangrove. Jenis penelitian ini ialah studi kasus menggunakan metode *purposive sampling* dan eksperimen. Pengambilan sampel penelitian dilaksanakan di perairan mangrove Desa Akelamo Kota Tidore Kepulauan selama 7 hari dengan tiga kali pengulangan. Analisis osmolaritas media dilakukan di laboratorium MSDP Kelautan dan Perikanan Universitas Diponegoro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa osmolaritas media perairan pada kondisi air saat pasang maupun surut (ST-I dan II) di perairan mangrove Desa Akelamo Kota Tidore Kepulauan diperoleh nilai osmolaritas media akar tertinggi di kondisi air saat pasang yaitu 920 mOsm/l H<sub>2</sub>O dengan nilai salinitas 30‰ dan osmolaritas terendah terdapat pada media batang yaitu 450 mOsm/l H<sub>2</sub>O dengan salinitas 15‰. Parameter lingkungan kualitas air habitat cacing kayu *T. navalis* dari dua stasiun masih dalam kisaran kondisi optimum yaitu salinitas berkisar 10-35‰, suhu berkisar 20-38°C, pH berkisar 7.0-9.5, dan nilai DO berkisar 4.8-7.0 mg/l. Berdasarkan kisaran nilai osmolaritas media dan parameter lingkungan yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai kisaran tersebut masih dalam kisaran kondisi yang optimum sehingga layak dijadikan sebagai habitat oleh cacing kayu *Terdo navalis*.

**Kata-kata kunci** : cacing kayu *Terdo navalis*, osmolaritas media, perairan mangrove Desa Akelamo, Kota Tidore Kepulauan

## 1. PENDAHULUAN

Kota Tidore Kepulauan merupakan salah satu kota yang saat ini wilayahnya merupakan kedudukan ibu kota Provinsi Maluku Utara yang memiliki kawasan hutan mangrove potensial. Sebagian besar kawasan hutan mangrovenya masih bersifat alami dan mempunyai keanekaragaman fauna. Secara keseluruhan Provinsi Maluku Utara memiliki hutan mangrove seluas ± 55.322,61 ha dan Kota Tidore Kepulauan memiliki kawasan hutan mangrove potensial seluas 2.099,67 ha (26.34%) yang berpotensi untuk dikelola dan dikembangkan secara baik terutama pada aspek karakteristik bioekologi (Balitbangda Maluku, 2015). Salah satu sumber daya mangrove Kota Tidore Kepulauan yang berpotensi untuk dikelola dan dimanfaatkan masyarakat lokal yaitu cacing kayu *Terdo navalis* Linnaeus 1758 (Sinyo et al., 2020).

Cacing kayu *T. navalis* Linnaeus 1758 merupakan salah satu hewan endemik di Maluku Utara dan tersebar di setiap wilayah yang memiliki kawasan hutan mangrove. *Terdo navalis* menjadikan kayu mangrove yang sudah lapuk sebagai habitatnya (Swain et al., 2017). Cacing

kayu *T. navalis* Linnaeus 1758 memiliki manfaat bagi kehidupan manusia dan mangrove karena dapat dikonsumsi oleh manusia (Voight, 2015). Cacing kayu tersebut memiliki kandungan protein, karbohidrat dan lemak (Sinyo et al., 2020) sehingga perlu dipertahankan keberadaannya terutama pengelolaan habitatnya untuk menjamin keberlanjutan hidupnya.

Dalam melangsungkan siklus hidupnya cacing kayu memiliki mekanisme osmoregulasi. Hal ini menunjukkan bahwa cacing kayu *T. navalis* membutuhkan proses fisiologis untuk mengatasi perbedaan antara konsentrasi cairan tubuh dengan lingkungan eksternal. Hal tersebut dapat ditunjukkan melalui peristiwa penyerapan air yang dilakukan sel. Oleh sebab itu *T. navalis* membutuhkan regulasi tekanan osmotik dalam menjalankan aktivitas fisiologis secara normal (Wang et al., 2013). Mekanisme penyerapan garam pada mangrove yang selalu terendam air pasang dan surut dalam bentuk kation dan anion (Yuliani et al., 2018). Proses penyerapan garam tersebut berkaitan dengan osmolaritas media (Yurisma et al., 2013).

Cacing kayu dikenal sebagai organisme yang dapat beradaptasi dengan kadar salinitas

disebut sebagai euryhaline osmoregulator (Anggoro et al., 2018). Kadar salinitas dapat diketahui melalui tekanan osmotik yang berpengaruh terhadap osmolaritas media (kayu mangrove) sebagai habitat dan osmolaritas hemolim atau osmotik tubuh (MacIntosh et al., 2012). Olehnya itu tingkat kerja osmotik dapat menentukan pengaturan untuk mencapai keseimbangan osmolaritas media dan cairan tubuh untuk mendapatkan kesamaan konsentrasi ion tubuh dan konsentrasi ion media (Lippert et al., 2017).

Keseimbangan osmolaritas media, osmolaritas hemolim dan kesamaan konsentrasi ion diperlukan untuk menghindari terjadinya stres yang mengakibatkan kematian pada cacing kayu (Appelqvist & Havenhand, 2016). Salinitas yang berada pada kisaran yang tinggi mengakibatkan osmoregulasi tubuh cacing kayu *T. navalis* mengalami stres osmotik dan jika kadar salinitas menurun, organisme tersebut akan mengalami tekanan osmotik karena banyak mengeluarkan energi untuk mempertahankan cairan tubuh yang harus lebih tinggi dari lingkungan/media. Perubahan salinitas secara mendadak dari kisaran 32‰ hingga 15‰ menyebabkan *T. navalis* mengalami stres osmotik (Karim & Trijuno, 2017).

Penelitian tentang osmolaritas media cacing kayu *T. navalis* adalah bagian penting yang perlu diteliti terutama berkaitan dengan fenomena pasang surut yang sering berubah dan menyebabkan osmolaritas media tidak stabil menyebabkan organisme menjadi stres dan mati. Kajian terkait osmolaritas media cacing kayu *T. navalis* di habitat mangrove masih sangat minim. Pohon mangrove yang lapuk memiliki manfaat terhadap lingkungan, karena menjadi habitat hunian cacing kayu *T. navalis*, olehnya itu perlu dilakukan kajian yang berkaitan dengan osmolaritas media cacing kayu *T. navalis* tersebut untuk pengembangan kehidupan dan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan. Hal inilah yang menjadi permasalahan mendasar dari penelitian ini. Tujuan penelitian ini ialah menganalisis osmolaritas media cacing kayu *T. navalis* Linnaeus 1758 di lingkungan perairan mangrove Desa Akelamo Kota Tidore Kepulauan.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di perairan mangrove Desa Akelamo Kota Tidore Kepulauan

selama enam bulan sejak bulan Mei hingga bulan Agustus 2023.

### 2.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini didesain berdasarkan tipe studi kasus (*case study*) dan deskriptif kuantitatif menggunakan metode *purposive sampling* dan eksperimen. Penelitian dilakukan terhadap variabel mandiri dan hanya menguji hipotesis yang ditetapkan untuk mendapatkan informasi tentang osmolaritas media *T. navalis* di perairan mangrove Desa Akelamo Kota Tidore Kepulauan.

### 2.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah meter roll, sensor, kapak, pedang, Automatic Micro-Osmoter Roebling, tabung reaksi, jarum suntik, *coolbox*, botol air mineral, sampel tube, dan pinset. Bahan yang digunakan adalah sampel *T. navalis*, aquades, dan sarung tangan.

### 2.4 Prosedur Kerja

#### *Pengambilan sampel*

Pengambilan sampel *T. navalis* dilakukan di akar dan batang mangrove *Avicennia* sp. yang telah rusak yang tersebar di lokasi penelitian stasiun I dan II. Stasiun I berada di bagian Utara dan stasiun II berada di bagian Selatan. Sebelum dilakukan pengambilan sampel hewan *T. navalis*, lebih dahulu dilakukan pengukuran dan penentuan luas areal yaitu 2500 m kemudian dilakukan penjelajahan untuk memastikan adanya sampel kayu mangrove. Selanjutnya kayu mangrove yang ditemukan dipotong berukuran 2 m dan dilakukan pengambilan sampel hewan *T. navalis*. Kemudian sampel hewan tersebut dicuci menggunakan aquades dan dimasukkan dalam *coolbox*. Sampel akar dan batang mangrove *Avicennia* sp. juga diambil, dicuci dan dimasukkan ke dalam kantong plastik. Setelah itu dilakukan pengambilan sampel air pasang dan surut di stasiun I dan II menggunakan botol air mineral berukuran 600 ml untuk keperluan pengujian salinitas dan osmolaritas hemolim. Semua sampel yang sudah di ambil *dipacking* dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian.

#### *Pengumpulan Data*

Pengumpulan data dari sampel *T. navalis* diawali dengan pengukuran panjang akar dan batang mangrove *Avicennia* sp. yang lapuk menggunakan meter roll. Selanjutnya akar dan batang mangrove dipotong dan dibelah dengan sensor, kapak dan pedang. Sampel *T. navalis*

diambil menggunakan sarung tangan dan pinset. Sampel dicuci dengan aquades, kemudian dimasukkan dalam *coolbox* yang telah diberi label. Sampel selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengukuran dan pengujian.

#### Pengujian Sampel

Pengujian sampel *T. navalis* dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah pengoperasian alat Automatic micro-osmometer roebing menurut Anggoro & Nakamura (2005). Data osmolaritas media kemudian dianalisis. Selanjutnya juga dilakukan pengujian salinitas pada sampel air pasang dan surut.

#### Analisis Data

Analisis osmolaritas media dilakukan menurut Anggoro & Nakamura (2005). Tingkat kerja osmotik (TKO) dihitung menggunakan rumus:

$$TKO = (P_{osmo\ haemolymph} - P_{osmo\ media})$$

Dimana: TKO = tingkat kerja osmotik (mOsm/l H<sub>2</sub>O); P<sub>osmo haemolymph</sub> = tekanan osmotik cairan tubuh (mOsm/l H<sub>2</sub>O); P<sub>osmo media</sub> = tekanan osmotik media (mOsm/l H<sub>2</sub>O).

Setelah diketahui osmolaritas dan nilai tekanan osmotik, kemudian dikonfersi untuk mengetahui kisaran salinitas air media yang isoosmotik menggunakan persamaan Anggoro (1992) sebagai berikut:

$$0sm = -5,4081 + 29,3489 S$$

Dimana : 0sm = Osmolaritas biota; S = Salinitas.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil

##### Osmolaritas media akar mangrove

Setelah melakukan pengujian sampel di laboratorium dan pengukuran salinitas di lokasi stasiun I dan II, diperoleh hasil analisis data seperti disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengukuran osmolaritas media (habitat) akar di stasiun I pada kondisi air saat pasang diperoleh nilai osmolaritas media akar *Avicennia* sp. berkisar 918-920 mOsm/l H<sub>2</sub>O dengan nilai salinitas 30%. Sementara nilai osmolaritas media akar *Avicennia* sp. pada stasiun II berkisar 701-705 mOsm/l H<sub>2</sub>O dengan nilai salinitas sebesar 23%. *Teredo navalis* memiliki pola osmoregulasi hiperosmotik.

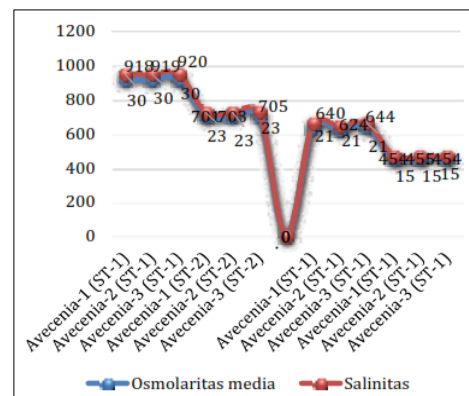
Nilai osmolaritas media akar pada kondisi air saat surut stasiun I dan II masing-masing berkisar 640-644 mOsm/l H<sub>2</sub>O memiliki salinitas 21% dengan pola osmoregulasi hiperosmotik. Nilai osmolaritas media akar *Avicennia* sp. pada

stasiun II berada pada nilai 454-455 mOsm/l H<sub>2</sub>O dengan nilai salinitas sebesar 15%. Pola osmoregulasi *T. navalis* bersifat isoosmotik.

**Tabel 1.** Hasil pengukuran osmolaritas media akar mangrove *Avicennia* sp.

No	Kode Sampel	Osmolaritas media (mOsm/l H <sub>2</sub> O)	Salinitas (%)
A	Air Saat Pasang (P) Stasiun I		
	Avicennia-1	918	30
	Avicennia-2	919	30
	Avicennia-3	920	30
B	Air Saat Pasang (P) Stasiun II		
	Avicennia-1	701	23
	Avicennia-2	703	23
	Avicennia-3	705	23
C	Air Saat Surut (S) Stasiun I		
	Avicennia-1	640	21
	Avicennia-2	624	21
	Avicennia-3	644	21
D	Air Saat Surut (S) Stasiun II		
	Avicennia-1	454	15
	Avicennia-2	455	15
	Avicennia-3	454	15

Hasil pengukuran osmolaritas media dan nilai salinitas tertinggi diperoleh pada kondisi air saat pasang stasiun I. Hal ini disebabkan karena pada stasiun ini ditemukan akar *Avicennia* sp. 1, 2 dan 3 dalam kondisi terendam air pasang dan memiliki volume air yang sangat tinggi dan kondisi lumpur yang banyak sehingga akar dapat menyerap air laut yang banyak dan digenangi air pasang yang terjadi setiap hari. Hal inilah yang menyebabkan nilai hasil pengukuran osmolaritas media berada pada kategori tinggi. Sehingga dapat dikatakan bahwa nilai osmolaritas dan kadar salinitas pada media akar sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut (Gambar 1).



**Gambar 1.** Nilai osmolaritas media akar *Avicennia* sp. dan kadar salinitas.

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai osmolaritas media *T. navalis* pada habitat/media akar *Avicennia* sp. tertinggi terlihat pada kondisi

air saat pasang di stasiun I (Tabel 1). Sementara itu, nilai osmolaritas media terendah terdapat pada kondisi air saat surut stasiun II. Hal ini menunjukkan bahwa osmolaritas media dan salinitas saling mempengaruhi dimana semakin tinggi nilai osmolaritas media, semakin tinggi pula nilai salinitas, suhu, pH, maupun oksigen terlarut (DO) pada kondisi air saat pasang maupun surut.

#### Osmolaritas media batang mangrove

Hasil pengujian osmolaritas media sampel batang mangrove *Avicennia* sp. di laboratorium dan pengukuran salinitas di lokasi stasiun I dan II, diperoleh hasil analisis data yang disajikan pada Tabel 2.

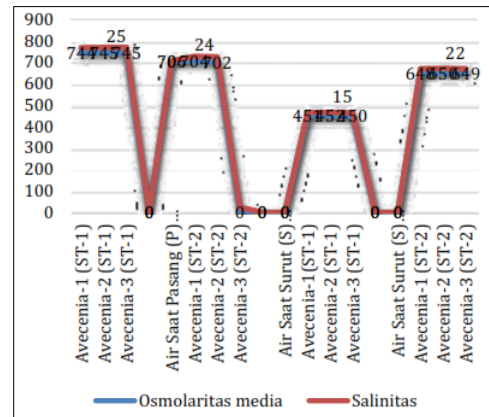
**Tabel 2.** Hasil pengukuran osmolaritas media batang mangrove *Avicennia* sp.

No	Kode Sampel	Osmolaritas media (mOsm/l H <sub>2</sub> O)	Salinitas (%)
<b>A Air Saat Pasang (P) Stasiun I</b>			
	Avicennia-1	744	25
	Avicennia-2	745	25
	Avicennia-3	745	25
<b>B Air Saat Pasang (P) Stasiun II</b>			
	Avicennia-1	706	24
	Avicennia-2	704	24
	Avicennia-3	702	24
<b>C Air Saat Surut (S) Stasiun I</b>			
	Avicennia-1	451	15
	Avicennia-2	452	15
	Avicennia-3	450	15
<b>D Air Saat Surut (S) Stasiun II</b>			
	Avicennia-1	648	22
	Avicennia-2	650	22
	Avicennia-3	649	22

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai osmolaritas media batang *Avicennia* sp. berkisar 744-745 mOsm/l H<sub>2</sub>O dan nilai salinitas yaitu 25%. Nilai osmolaritas media batang *Avicennia* sp. stasiun II berkisar 702-706 mOsm/l H<sub>2</sub>O dan nilai salinitas 24%. Sementara itu, nilai osmolaritas media batang *Avicennia* sp. pada kondisi air surut stasiun I yaitu 450-452 mOsm/l H<sub>2</sub>O dengan nilai salinitas 15%, sedangkan pada stasiun II nilai osmolaritas media berkisar 648-650 mOsm/l H<sub>2</sub>O dengan nilai salinitas sebesar 22% (Gambar 2).

Hasil pengukuran osmolaritas media batang *Avicennia* sp. tertinggi untuk kondisi air saat pasang ditemukan pada stasiun I yaitu 745 mOsm/l H<sub>2</sub>O dengan nilai salinitas sebesar 25% dan terendah adalah 702 mOsm/l H<sub>2</sub>O dengan nilai salinitas 24%. Sementara pada kondisi air surut nilai osmolaritas media batang tertinggi terdapat pada stasiun II yaitu 650 mOsm/l H<sub>2</sub>O pada kisaran

nilai salinitas yaitu 22% dan terendah pada stasiun I yaitu 450 mOsm/l H<sub>2</sub>O dengan nilai salinitas sebesar 15%. Hasil pengukuran nilai osmolaritas media dan salinitas dipengaruhi oleh suhu, pH, oksigen terlarut (DO) dan pasang surut air laut.



**Gambar 2.** Nilai osmolaritas media batang *Avicennia* sp. dan kadar salinitas.

#### Parameter lingkungan

Parameter lingkungan yang dapat diukur yaitu salinitas, suhu, pH dan DO. Kualitas air habitat cacing kayu *T. navalis* dari dua stasiun masih dalam kisaran kondisi optimum yaitu untuk salinitas berkisar 10-35‰, suhu dalam kisaran 20-38°C, pH berkisar 7.0-9.5 dan nilai DO berkisar 4.8-7.0 mg/l.

#### 3.2 Pembahasan

Pengukuran dan analisis osmolaritas media sangat penting karena berguna untuk menentukan nilai tingkat kerja osmotik dan pola osmoregulasi yang digunakan untuk menilai respon osmotik untuk osmoregulasi dalam mekanisme ekofisiologis hewan air (Anggoro et al., 2018; Romano & Zeng, 2012). Hasil pengukuran osmolaritas media akar dan batang menunjukkan bahwa kadar salinitas pada kondisi air saat surut lebih kecil sehingga mempengaruhi osmolaritas media dan pada kondisi air saat pasang nilai kisaran salinitas yang diperoleh lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Maulana et al. (2013) bahwa cacing kayu *T. navalis* memerlukan pengaturan osmotik dalam melangsungkan aktivitas. Maka dapat dikatakan bahwa proses fisiologis yang terjadi pada cacing kayu *T. navalis* dipengaruhi oleh aliran materi dalam tubuh dan tekanan osmotik yang berbeda (Maulana et al., 2013).

Berdasarkan nilai yang diperoleh baik osmolaritas media akar maupun batang *Avicennia* sp. dapat dikatakan bahwa cacing *T. navalis* memiliki pola osmoregulasi yang bersifat

osmoregulator (Anggoro et al., 2018). Hal ini menunjukkan bahwa cacing kayu *T. navalis* peka terhadap sifat permeabel salinitas dan kondisi lingkungan (Lippert et al., 2017). Sifat fisik lingkungan yang berbeda memungkinkan berlangsungnya proses osmoregulasi *T. navalis* dengan mediana (Rachmawati, 2012). Nilai osmolaritas media memungkinkan terjadi tekanan osmotik lingkungan yang nilainya hampir sama dengan nilai tekanan osmotik tubuh cacing kayu *T. navalis* sehingga dapat mencapai keseimbangan konsentrasi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Yurisma et al. (2013) bahwa proses osmoregulasi akan berlangsung seimbang pada saat salinitas berada dalam kondisi normal. Salinitas berpengaruh terhadap osmolaritas media (Widodo et al., 2011).

*Teredo navalis* memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri terhadap konsentrasi garam di kisaran kecil sesuai kebutuhan tubuh terhadap metabolik (Widodo et al., 2011), maka dapat dikatakan bahwa perubahan metabolik dalam tubuh dipengaruhi oleh nilai salinitas media (Karim & Trijuno, 2017). Pamungkas (2012) menyatakan bahwa cairan tubuh (osmolaritas hemolim) yang tinggi menyebabkan nilai osmolaritas media dan salinitas semakin rendah, sehingga osmotik bekerja lebih besar (Yulianda et al., 2013). Hal ini menunjukkan bahwa *T. navalis* mampu mengatur konsentrasi cairan tubuh terhadap konsentrasi media (Sinyo et al., 2019). *Teredo navalis* melakukan penyerapan garam dan ion air melalui insang dengan pengaturan osmotik (Barbieri et al., 2019). Penyerapan kandungan garam yang tinggi oleh *T. navalis* menyebabkan tubuh mengalami kelebihan garam (Eriksen et al., 2015). Rentang salinitas media yang mendekati isoosmotik dapat meminimalkan tingkat kerja osmotik cacing kayu *T. navalis* (Sinyo et al., 2020). *Teredo navalis* merupakan spesies euryhaline yang mampu bertahan pada berbagai media salinitas. Osmotik salinitas media memberi pengaruh terhadap kelangsungan hidup *T. navalis* (Treneman et al., 2018).

Berdasarkan nilai rata-rata salinitas yang diperoleh dari media akar dan batang baik pada kondisi air saat pasang maupun surut yang berada pada stasiun I dan II, dapat dinyatakan bahwa salinitas tinggi terdapat pada media akar di kondisi air saat pasang stasiun I dan terendah pada media batang di kondisi air surut di stasiun I. Proses penyerapan garam pada akar dan batang mangrove dalam bentuk kation atau anion. Proses absorpsi air

dan ion-ion melalui sel epidermis kemudian bergerak menuju xilem selanjutnya masuk ke perisikel. Mangrove di Indonesia dapat tumbuh pada kisaran salinitas yang tinggi karena karakteristik morfologinya dapat manajemen garam (Al Idrus, 2014). Mangrove *Avicennia* sp. mempunyai jenis akar utama, akar napas, dan akar tunjang yang mampu melawan kondisi ekstrem di habitatnya (Ashari et al., 2018).

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa osmolaritas media dan salinitas saling mempengaruhi, dimana semakin tinggi nilai osmolaritas media, semakin tinggi pula nilai salinitas yang diperoleh pada kondisi air saat pasang maupun surut. Nilai osmolaritas media tertinggi diperoleh pada akar di kondisi air saat pasang dengan nilai 920 mOsm/l H<sub>2</sub>O dengan nilai salinitas 30‰ dan osmolaritas terendah terdapat pada media batang yaitu 450 mOsm/l H<sub>2</sub>O dan salinitas 15‰.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [Balitbangda Maluku] Balitbangda Provinsi Maluku Utara. (2015). *Laporan Akhir Kajian Rehabilitasi Hutan Mangrove Sebagai Upaya Mengurangi Abrasi Pantai di Kawasan Pesisir Kota Ternate*.
- Al Idrus, A. (2014). *Mangrove Gili Sulat Lombok Timur*. Arga Puji Press.
- Anggoro, S. (1992). *Efek Osmotik Berbagai Tingkatan Salinitas Media terhadap Daya Tetas Telur dan Vitalitas Larva Udang Windu, *Panaeus monodon* Fabricius*. [Institut Pertanian Bogor]. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/23172>
- Anggoro, S., & Nakamura, K. (2005). *Osmotic Response and Feeding Pattern of Kuruma Shrimp (*Panaeus japonicus*) at Various Molting Stages*.
- Anggoro, S., Suprpto, D., & Purwanti, F. (2018). Osmoregulation Pattern of Fingerling Vanname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Rearing in Three Molt Stage Iso-Osmotic Media. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 23(3), 119. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.23.3.119-122>
- Appelqvist, C., & Havenhand, J. N. (2016). A phenological shift in the time of recruitment of the shipworm, *Teredo navalis* L., mirrors

- marine climate change. *Ecology and Evolution*, 6(12), 3862–3870. <https://doi.org/10.1002/ece3.2126>
- Ashari, R., Kusmana, C., & Kuncahyo, B. (2018). Evaluasi Tegakan Mangrove Hasil Rehabilitasi Dengan Teknik Guludan. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 9(3), 175–181.
- Barbieri, G. F., Stefanello, R., Menegaes, J. F., Munareto, J. D., & Nunes, U. R. (2019). Seed Germination and Initial Growth of Quinoa Seedlings Under Water and Salt Stress. *Journal of Agricultural Science*, 11(15), 153–161. <https://doi.org/https://doi.org/10.5539/jas.v11n15p153>
- Eriksen, A. M., Gregory, D., & Shashoua, Y. (2015). Selective attack of waterlogged archaeological wood by the shipworm, *Teredo navalis* and its implications for in-situ preservation. *Journal of Archaeological Science*, 55, 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.12.011>
- Karim, M. Y., & Trijuno, D. D. (2017). Respon Tingkat Kerja Osmotik dan Pertumbuhan Populasi Kopepoda Siklopoid *Oithona* sp. pada Berbagai Salinitas. *Jurnal Saintek Peternakan dan Perikanan*, 1(2), 54–65.
- Lippert, H., Weigelt, R., Glaser, K., Krauss, R., Bastrop, R., & Karsten, U. (2017). *Teredo navalis* in the Baltic Sea: Larval Dynamics of an Invasive Wood-Boring Bivalve at the Edge of Its Distribution. *Frontiers in Marine Science*, 4(10), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00331>
- MacIntosh, H., de Nys, R., & Whalan, S. (2012). Shipworms as a model for competition and coexistence in specialized habitats. *Marine Ecology Progress Series*, 461, 95–105. <https://doi.org/10.3354/meps09823>
- Maulana, R., Anggoro, S., & Rachmawati, D. (2013). Pola Osmoregulasi, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Keong Macan (*Babylonia spirata* L) pada Media dengan Salinitas Berbeda. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 2(3), 233–242. <https://doi.org/10.14710/marj.v2i3.4220>
- Pamungkas, W. (2012). Aktivitas Osmoregulasi, Respons Pertumbuhan, dan Energetic Cost pada Ikan yang Dipelihara dalam Lingkungan Bersalinitas. *Media Akuakultur*, 7(1), 44–51. <https://doi.org/10.15578/ma.7.1.2012.44-51>
- Rachmawati, D. (2012). *Domestikasi Keong Macan (Babylonia spirata L) melalui Optimalisasi Media dan Pakan. [Disertasi]*. Universitas Diponegoro.
- Romano, N., & Zeng, C. (2012). Osmoregulation in decapod crustaceans: implications to aquaculture productivity, methods for potential improvement and interactions with elevated ammonia exposure. *Aquaculture*, 334–337, 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.12.035>
- Sinyo, Y., Anggoro, S., & Soeprabawati, T. R. (2019). Morphologic characteristics and population density of *Teredo Navalis* L in mangrove forest area, Wailukum East Halmahera Regency. *Journal of Physics: Conference Series*, 1217(1), 012141. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1217/1/012141>
- Sinyo, Y., Anggoro, S., & Soeprabawati, T. R. (2020). Biophysics of Mangrove Vegetation Environment: A Case Study of *Teredo navalis* L in East Halmahera Regency. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(04), 2436–2445. <https://doi.org/http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/21069>
- Swain, D., Pachu, A., & Rao, M. (2017). Biodiversity of Shipworms (Mollusca: Bivalvia: Teredinidae) in the Vicinity of a Tropical Mangrove Ecosystem along Bay of Bengal, Andhra Pradesh, India. *Biodiversity International Journal*, 1(4), 1–5. <https://doi.org/10.15406/bij.2017.01.00021>
- Treneman, N., Carlton, J., Borges, L., Shipway, R., Raupach, M., & Altermark, B. (2018). Species diversity and abundance of shipworms (Mollusca: Bivalvia: Teredinidae) in woody marine debris generated by the Great East Japan Earthquake and Tsunami of 2011. *Aquatic Invasions*, 13(1), 87–100. <https://doi.org/10.3391/ai.2018.13.1.07>
- Voight, J. R. (2015). Xylotrophic bivalves: aspects of their biology and the impacts of humans. *Journal of Molluscan Studies*, 81(2), 175–186. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyv008>
- Wang, Y., Hu, M., Cheung, S. G., Shin, P. K. S., Lu, W., & Li, J. (2013). Antipredatory



- responses of *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) under acute hypoxia and low salinity. *Journal of Molluscan Studies*, 79(1), 42–50. <https://doi.org/10.1093/mollus/ey035>
- Widodo, A. F., Pantjara, B., Adhiyudanto, N. B., & Rachmansyah, R. (2011). Performansi Fisiologis Udang Vaname, *Litopenaeus vannamei* yang Dipelihara pada Media Air Tawar dengan Aplikasi Kalium. *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(2), 225–241. <https://doi.org/10.15578/jra.6.2.2011.225-241>
- Yulianda, F., Yusuf, M. S., & Prayogo, W. (2013). Zonasi dan Kepadatan Komunitas Intertidal di Daerah Pasang Surut, Pesisir Batuhijau, Sumbawa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2), 409–416.
- Yuliani, T. A., Anggoro, S., & Solichin, A. (2018). Pengaruh Salinitas Berbeda Terhadap Respon Osmotik, Regulasi Ion dan Pertumbuhan Ikan Sidat (*Anguilla sp.*) Fase Elver Selama Masa Aklimasi dan Kultivasi. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(4), 333–341. <https://doi.org/10.14710/marj.v7i4.22567>
- Yurisma, E. H., Abdulgani, N., & Mahasri, G. (2013). Pengaruh Salinitas yang Berbeda terhadap Laju Konsumsi Oksigen Ikan Gurame (*Osprhonemus gouramy*) Skala Laboratorium. *Jurnal Sains dan Seni*, 1(1), 1–4.