

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengelolaan dan pemanfaatan lingkungan mangrove merupakan upaya pengendalian kegiatan ekologi. Hutan mangrove mempunyai keanekaragaman fauna (Akbar, et al., 2018). Kabupaten Halmahera Timur memiliki kawasan mangrove potensial seluas 5.389 hektar yang perlu dikelola dan dikembangkan secara baik terutama untuk aspek karakteristik bioekologi (Widiyanti, et al., 2018). Sumber daya mangrove Halmahera Timur yang berpotensi untuk dikelola dan dimanfaatkan masyarakat lokal yaitu moluska *T. navalis* yang ditemukan melimpah di perairan mangrove Wailukum Maba Halmahera Timur (Sinyo, et al., 2020). Moluska *T. navalis* disebut juga *shipworm* termasuk dalam kelas Bivalva Teredinidae (Didžiulis, 2011), yang pertama kali ditemukan di perairan pesisir Denmark, Swedia, dan Jerman pada tahun 1930 sampai pada tahun 1950an (Weigelt, et al., 2017) dan pada tahun 1969 ditemukan hidup dan tersebar di Negara Thailand, Australia dan Indonesia (Paalvast dan Velde, 2013). *T. navalis* memiliki kemampuan untuk melubangi kayu (Treneman, et al., 2018) dan memegang peranan penting di perairan mangrove (Duarte, et al., 2018).

Bioekologi merupakan bidang ilmu yang mempelajari tentang kehidupan makhluk hidup serta aksi interaksinya dengan lingkungan. Dalam kaitannya dengan kajian yang dilakukan pada moluska *Teredo navalis* Linnaeus 1758 maka yang dimaksud dengan bioekologi dalam penelitian ini adalah ilmu yang mempelajari

karakter bioekologi dan mekanisme osmoregulasi *T. navalis* dengan lingkungan eksternal dalam penentuan karakteristik morfologi dan kepadatan populasi di habitat, serta hubungannya dengan keberlanjutan *T. navalis* di mangrove (Sinyo, et al., 2019).

Aktivitas yang dilakukan sangat tinggi (Macintosh, et al., 2014), sehingga dapat mempercepat ekspor nutrisi di habitat (Borges, et al., 2014). Mangrove yang dijadikan habitat dan makanan oleh moluska *T. navalis* yaitu mangrove yang mengalami proses kematangan dan rusak secara alami karena terendam air pasang dan surut (Macintosh, et al., 2014). Letak ekosistem mangrove berada di daerah peralihan antara lautan dan daratan sehingga mengakibatkan ketidakstabilan faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, pH dan oksigen terlarut (Irsadi, et al., 2019), juga menyebabkan mangrove mudah mengalami kerusakan serta sulit untuk pulih kembali (Isnainingsih dan Patria, 2018). *T. navalis* yang ditemukan di mangrove disebut sebagai cacing bakau (Lippert, et al., 2017). Salah satu ciri dan bentuk tubuh *T. navalis* yaitu memiliki cangkang di kepala yang berfungsi untuk melubangi kayu dan dua tentakel yang berfungsi menangkap makanan (Swaim D, 2017). Tubuh memanjang seperti cacing, memiliki insang, permukaan tubuhnya mulus dan licin serta lembut. Jaringan tubuh berwarna bening kecoklatan, tubuh berukuran hingga 60 cm berdiameter 0,8 cm (Voight, 2018). Tubuh *T. navalis* memiliki kadar osmolaritas hemolim (cairan tubuh) yang tinggi (Macintosh, et al., 2014), yang berperan untuk memudahkan proses osmoregulasi (Anggoro, 2017). Dalam melakukan adaptasi fisiologis *T. navalis* dibantu oleh bakteri pengikat selulosa (Appelqvist dan Havenhand, 2016a).

Larva *T. navalis* memiliki sebaran yang sangat tinggi (Convenger, 2013), sehingga mempercepat penyebaran populasi (Paalvast dan Velde, 2013). Sebaran *T. navalis* bergantung pada faktor lingkungan seperti suhu dan salinitas (Appelqvist, et al., 2015a), dibuktikan dengan tingginya aktivitas *T. navalis* di musim kemarau (panas) karena dipengaruhi oleh suhu. Suhu yang tinggi dapat meningkatkan aktivitas dan pembentukan celah (lobang) pada akar dan batang mangrove (Palanti, et al., 2015). *T. navalis* memiliki kemampuan reproduksi yang tinggi dan terdistribusi secara luas sesuai dengan toleransi fisiologisnya (Appelqvist dan Havenhand, 2016a). Untuk mencapai reproduksi yang normal *T. navalis* membutuhkan pengaturan osmoregulasi untuk keseimbangan tekanan osmotik (Samudra dan Anggoro, 2020). Reproduksi *T. navalis* pada fase awal (larva) di zona perairan cukup tinggi, ditandai dengan penyebaran komponen larva yang disebarkan oleh arus laut (Mohrholz, et al., 2015). *T. navalis* memiliki tahapan reproduksi (*life cycle*) yang diawali dari badan air laut kemudian berpindah ke akar dan batang mangrove (Appelqvist dan Havenhand, 2016a). Siklus reproduksi secara normal dapat terjadi pada saat kondisi lingkungan stabil (Coe, 2015). Pada fase pembuahan, larva *T. navalis* memasuki badan air laut selama 15-35 hari, kemudian memasuki tahap metamorfosis di dalam kayu yang terendam air laut selama 7-8 minggu (Lippert, et al., 2017). Setelah melewati tahap metamorfosis, ukuran tubuh berkisar 3-5 cm, dan pada ukuran ini *T. navalis* telah mengalami kematangan seksual untuk menjalani proses pertumbuhan dan perkembangan tubuh menuju fase dewasa. Ukuran tubuh maksimal *T. navalis* ketika mencapai fase dewasa yaitu 60 cm (MacIntosh, et al.,

2014). Faktor lingkungan yang mendukung *T. navalis* melakukan proses reproduksi yaitu salinitas dan suhu (Weigelt, et al., 2017). Kisaran suhu yang diperlukan untuk reproduksi dan pertumbuhan *T. navalis* yaitu 15°C - 25°C (Macintosh, et al., 2014). Sedangkan aktivitas metabolisme memerlukan suhu 10°C hingga 35°C (Appelqvist dan Havenhand, 2016b). Metamorfosis dan reproduksi *T. navalis* menuju dewasa terjadi pada salinitas 8‰, sedangkan reproduksi dewasa terjadi pada kisaran salinitas 10–35‰ (Appelqvist, et al., 2015). *T. navalis* mengkonsumsi akar dan batang mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp dan dapat mensuplai makanan berupa serpihan kayu kepada organisme lain (MacIntosh, et al., 2012).

T. navalis menjalankan tahapan hidup dengan memfungsikan dua sifat uniknya yaitu (1) sifat *xylotrophy* yaitu sifat yang menunjukkan bahwa *T. navalis* memiliki kemampuan untuk melubangi dan merusak kayu mangrove yang terendam air pasang dan surut, (2) bersifat hermaphrodit atau *monocious* yaitu secara biologi tidak tampak jelas adanya perbedaan sifat jantan dan betina. Pada sifat ini juga gamet jantan dan betina dihasilkan dalam individu yang sama. Pada sifat ini akan tampak sifat sperma atau "*spermcaster*" yaitu sifat yang menonjol pada jantan saat melepaskan sperma secara bebas ke badan air laut, dan sifat betina untuk mempertahankan telur di dalam rongga epibranchial untuk menjalani proses fertilisasi melalui penarikan sperma (Appelqvist dan Havenhand, 2016b).

Dilaporkan bahwa pada tahun 1971 larva *T. navalis* yang tersebar di laut Baltik masih bersifat planktotrofik selama 14 hari dengan tubuh berukuran 0,25 mm, pada ukuran ini *T. navalis* sudah mampu menempel pada kayu selanjutnya

memasuki fase remaja dan dewasa (Scheltema, 1971). Kehadiran dan penyebaran *T. navalis* di laut Baltik secara ekologi sangat dipengaruhi oleh parameter lingkungan utama yaitu salinitas (Hamdani, et al, 2011). Aktivitas fisiologi *T. navalis* di kayu dibantu oleh endosimbiosis yang unik yaitu bakteri *Teredinibacter turnerae* yang menghasilkan enzim selulolitik (Distel, et al., 2002).

Menurut Macintosh, et al., (2014), pertumbuhan, dan perkembangan reproduksi serta fekunditas *T. navalis* (cacing kapal) di Australia tropis yang dikumpulkan selama periode 12 bulan, menunjukkan pertumbuhan yang sangat cepat, perkembangan sebelum waktunya dan hasil reproduksi yang tinggi dengan rata-rata panjang tubuh pada fase pemijahan $23,13 \pm 0,63$ mm dan mencapai kematangan seksual dalam waktu 2 bulan, dengan panjang tubuh 2-4 mm dan memiliki fekunditas dengan panjang di bawah 40 mm, dan setelah fase pemijahan *T. navalis* tumbuh lebih subur dengan faktor sepuluh, mencapai ukuran kopling 3×10^6 telur dengan panjang 100 mm.

Kajian tentang *T. navalis* menarik dilakukan di Halmahera Timur karena biota ini sangat terkenal dan digemari oleh masyarakat setempat. Masyarakat Halmahera Timur menamai *T. navalis* adalah Omoy (nama lokal) penamaan ini didasarkan pada bentuk tubuh seperti cacing dan habitat akar dan batang mangrove yang mudah rusak karena terendam air laut (Hendy, et al., 2014). Sejak tahun 1930an *T. navalis* sering dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Negara Thailand tepatnya di provinsi Krat dan sekarang sering disajikan sebagai

menu lauk di beberapa rumah makan bahkan di restoran yang sudah maju (Lippert, et al., 2017).

Di Indonesia pemanfaatan *T. navalis* untuk kepentingan konsumsi secara nasional masih sangat rendah karena kurangnya informasi yang diketahui masyarakat. Masyarakat Halmahera Timur mengkonsumsi daging *T. navalis* dengan cara sederhana yaitu dengan mengkonsumsi daging mentahnya secara langsung setelah dibersihkan (dicuci), dan dengan cara diolah (dimasak dengan bumbu). Daging *T. navalis* mengandung protein yang dibutuhkan tubuh. Menurut hasil wawancara terhadap toko masyarakat yang sering mengkonsumsi *T. navalis*, menyatakan bahwa ketika mengkonsumsi *T. navalis* dalam bentuk daging mentah rasanya asin. Hal ini disebabkan karena *T. navalis* mengkonsumsi garam melalui air laut sehingga cairan tubuhnya mengandung garam. Sedangkan daging yang sudah diawetkan (dikeringkan) ketika dikonsumsi rasanya manis. Masyarakat setempat melakukan proses pengeringan *T. navalis* dengan cara langsung menjemurnya di bawah sinar matahari dalam waktu 3-7 hari. Ketika *T. navalis* dijemur terjadi proses penguapan air dan garam dari dalam tubuh sehingga *T. navalis* mengalami kehilangan cairan dan zat garam. Setelah kering dan dikonsumsi rasanya manis. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil uji proksimat menunjukkan bahwa daging *T. navalis* yang sudah dikeringkan mengandung karbohidrat yang dihitung sebagai BETN sebesar 44,73%. Masyarakat Halmahera Timur memanfaatkan *T. navalis* sebagai makanan karena selain memiliki kadar protein juga mengandung karbohidrat, lemak dan serat kasar, serta sering menggunakan daging *T. navalis* sebagai obat

penurun panas, obat daya tahan tubuh dan aprodisiak yang mengandung zat untuk merangsang daya seksual pada laki-laki (Sinyo, et al., 2020).

T. navalis merupakan hewan euryhaline osmoregulator atau organisme yang dapat beradaptasi dengan kadar salinitas (Anggoro dan Nakamura, 2009). Perkembangan dan pertumbuhan *T. navalis* dipengaruhi salinitas yang bekerja melalui osmotiknya serta pengaruhnya terhadap osmoregulasi, pencernaan makanan dan penyerapan (Anggoro, 2017). Kondisi salinitas yang lebih tinggi dapat mempengaruhi keseimbangan osmolaritas, osmoregulasi dan bioenergi *T. navalis* (Lustianto, et al., 2020). Keberadaan *T. navalis* perlu dipertahankan untuk keberlanjutannya di ekosistem mangrove. Tumbuhan mangrove mempunyai kemampuan untuk tumbuh di lingkungan pesisir yang tergolong ekstrim karena memiliki salinitas yang tinggi, jenuh air dan kondisi tanah yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut (Anggoro, 2017). Hal tersebut berkaitan dengan osmoregulasi *T. navalis* dalam menyesuaikan diri dengan habitat (Samudra dan Anggoro, 2020). Salinitas menjadi variabel utama dan berpengaruh terhadap tekanan osmotik tubuh dan lingkungan/media, membutuhkan pengaturan osmolaritas media dan keseimbangan cairan tubuh (osmolaritas hemolim) melalui tingkat kerja osmotik (Anggoro, 2017), sehingga konsentrasi ion dalam tubuh akan menjadi sama dengan konsentrasi ion pada media (Appelqvist, et al., 2015b). Kisaran salinitas yang tinggi menyebabkan osmoregulasi tubuh *T. navalis* mengalami tekanan (stres osmotik) dan menyebabkan kematian (Anggoro, et al., 2018). Sebaliknya jika kadar salinitas menurun, organisme akan kembali mengalami tekanan osmotik (stres osmotik) sehingga harus mengeluarkan energi

tambahan (Lestari, et al., 2017). *T. navalis* mengalami *stress osmotik* pada saat salinitas menurun secara drastis di habitat. Pada kondisi tersebut *T. navalis* mengeluarkan energi ekstra untuk mempertahankan cairan dalam tubuhnya harus lebih tinggi dari lingkungan luar. Salinitas yang berubah (menurun) secara mendadak pada kisaran salinitas 30‰ hingga 15‰ dapat menyebabkan *T. navalis* mengalami stres osmotik (Yuliani, et al., 2018). Osmoregulasi adalah proses fisiologis penting bagi *T. navalis* dalam mengatasi perbedaan antara konsentrasi ion dalam tubuh dengan lingkungan eksternal (Romano dan Zeng, 2012). Perbedaan tersebut dapat terjadi apabila sel menyerap air dalam jumlah besar yang menyebabkan sel pecah, sebaliknya jika sel menyerap air dalam jumlah sedikit maka kondisi sel akan mengerut. Oleh karena itu perlu adanya proses osmoregulasi untuk mengurangi zat yang tidak diperlukan dan mengadopsi zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh *T. navalis* (Pamungkas, 2012). Pengaturan tekanan osmotik sangat diperlukan oleh *T. navalis* dalam menjalankan aktivitas fisiologis secara normal (Maulana, et al., 2013). Tekanan osmotik dibutuhkan untuk menyatakan perbedaan tekanan osmotik lingkungan, tekanan osmotik cairan tubuh, serta aliran cairan yang masuk dan keluar dari tubuh melalui insang dan kulit (Anggoro, 2017).

Eriksen, et al., (2015) dalam penelitiannya tentang serangan selektif *T. navalis* terhadap kayu arkeologi yang tergenang dan implikasinya bagi pelestarian *in situ*, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan menggunakan batang pohon mangrove berdiameter 15 cm yang dipotong menjadi 12 bagian dengan pohon pinus sebagai pengontrolnya. Ketika sampel tersebut direndam di dasar

perairan selama 4 bulan menghasilkan sifat pro aktif *T. navalis* terhadap habitatnya sangat tinggi yang ditunjukkan melalui aktivitas membuat lobang (celah) pada sampel kayu yang terendam yang dilakukan dalam habitat aslinya (*insitu*).

Mangrove yang selalu terendam air pasang dan surut memiliki kemampuan untuk menyerap kadar garam (Sinyo, et al., 2019). Proses penyerapan garam pada tumbuhan mangrove dalam bentuk kation atau anion (Duarte, et al., 2018). Proses penyerapan garam berkaitan dengan proses domestikasi *T. navalis* karena berkaitan dengan osmolaritas media dan osmolaritas hemolim kultivan (*T. navalis*). Produksi *T. navalis* berasal dari hasil penangkapan di alam (hutang mangrove), oleh karena itu jika eksploitasi *T. navalis* secara berlebihan mengakibatkan populasinya menurun. Salah satu alternatif penyelamatan *T. navalis* agar tetap eksis dan lestari di habitat alami adalah melalui strategi domestikasi melalui tahap aklimasi, aklimatisasi dan kultivasi. Domestikasi merupakan suatu cara pengadopsian hewan dari habitat asli dalam suatu populasi yang terancam kelestariannya ke dalam lingkungan budidaya. Pengertian domestikasi pada penelitian ini yaitu proses pengadopsian *T. navalis* di mangrove melalui pengaturan media dan pakan selama domestikasi. Domestikasi dalam penelitian ini termasuk dalam kelompok domestikasi belum sempurna karena baru dilakukan pada sebagian daur hidup *T. navalis*. Kriteria hewan uji telah terdomestikasi meliputi survive, growth dan reproduksi. Domestikasi *T. navalis* dalam penelitian ini dilakukan melalui optimalisasi media dan pakan alami yang merupakan faktor yang sangat berpengaruh pada keberhasilan domestikasi *T.*

navalis. Domestikasi juga merupakan suatu metode penjinakan hewan liar ke habitat budidaya. Domestikasi spesies yaitu upaya membentuk spesies hewan liar menjadi spesies yang dapat dibudidaya. Berkaitan dengan itu maka terdapat tiga fase domestikasi liar yaitu mampu bertahan hidup (*survive*), menunjukkan adanya pertumbuhan, dan dapat berkembangbiak dalam habitat (Rahmawati, et al., 2013).

Berdasarkan hasil survey melalui wawancara bersama para toko adat masyarakat Kabupaten Halmahera Timur mengatakan bahwa pengambilan *T. navalis* di kawasan mangrove Wailukum oleh masyarakat, dilaksanakan berdasarkan aturan adat istiadat daerah setempat. Salah satu aturan yang dipegang oleh masyarakat setempat yaitu tidak boleh mengambil *T. navalis* di akar dan batang yang pohonnya masih tergolong hidup, dilarang menebang dan mengambil kayu mangrove yang masih muda (hidup) untuk dijadikan kayu api. Tujuan dari larangan ini yaitu untuk menjaga keberadaan mangrove dan *T. navalis* tetap lestari di alam dan menyadarkan masyarakat tentang pentingnya konservasi. Masyarakat setempat hanya mengambil *T. navalis* di akar dan batang mangrove yang rusak secara alami (lapuk) kemudian akar dan batang tersebut digunakan sebagai kayu api (Sinyo, et al., 2019).

Penelitian tentang *T. navalis* di habitat mangrove yang sudah mati masih sangat minim. Pohon mangrove memiliki jasa lingkungan mulai sejak hidup sampai matipun tetap bermanfaat bagi alam semesta termasuk berfungsi sebagai habitat hunian *T. navalis*. Hal yang menjadikan peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini yaitu karena tekanan eksploitasi sangat besar, sehingga jika dibiarkan untuk dieksploitasi secara terus menerus, disamping menyebabkan

kerugian karena adanya depresi pengurangan populasi *T. navalis* sekaligus juga mengakibatkan kerusakan pada habitat mikro. Saat ini sering terjadi fenomena perubahan iklim global sehingga pemanasan global memicu kenaikan paras muka air laut sehingga ketika terjadi pasang tinggi akar napas mangrove terendam dan menyebabkan sebagian mangrove stres kemudian mati. Setelah mati, mangrove tersebut dijadikan habitat oleh *T. navalis*. Pola osmoregulasi merupakan bagian penting yang perlu dikaji karena adanya fenomena pasang surut yang berubah. Pengelolaan lingkungan bervegetasi mangrove dilakukan untuk menjaga kelestarian sumber daya hayati, terutama yang berkaitan dengan mekanisme osmoregulasi dan bioekologi *T. navalis*.

Hal inilah yang menjadi permasalahan mendasar dari penelitian ini termasuk keberadaan *T. navalis* sangat melimpah di mangrove Halmahera Timur namun belum pernah terungkap data tentang mekanisme osmoregulasi dan bioekologi serta strategi domestikasi *T. navalis* sehingga perlu dilakukan kajian untuk memberikan informasi ilmiah bagi masyarakat setempat.

B. Perumusan Masalah

Hutan mangrove di Halmahera Timur memiliki luas 5.389 hektar dan sebagian besar masih bersifat alami. Menurut Widiyanti, et al., (2018), Halmahera Timur memiliki hutan mangrove yang masih bersifat alami seluas 3.010 Ha, nilai ekologis mangrove masih relatif stabil dalam mempertahankan fungsi, kehidupan biota, pertumbuhan populasi dan sebaran fauna. Tetapi juga terdapat 2.379 Ha kawasan hutan mangrove di wilayah tersebut yang sudah dikategorikan rusak sedang. Hal ini disebabkan oleh berbagai macam aktivitas manusia maupun

hewan yang dilakukan secara destruktif sehingga mempengaruhi luas penyebaran dan nilai ekologis hutan mangrove (Baksir, et al., 2018).

Mangrove memiliki manfaat dan fungsi ekologis (Utami, et al., 2017). Fungsi tersebut yaitu sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat memijah (*spawning ground*), dan tempat berkembang biak (*nursery ground*) *T. navalis* dan berbagai jenis ikan, udang, kerang dan biota laut lainnya (Swaim D, 2017). Kerusakan yang terjadi pada mangrove disebabkan faktor alam dan perilaku manusia. Jenis biota yang paling banyak dijumpai hidup di perairan mangrove Halmahera Timur yaitu kelompok fauna invertebrata salah satunya filum moluska kelas bivalva jenis *T. navalis* yang berperan sebagai dekomposer bagi akar dan batang mangrove. Pada kawasan ini banyak ditemukan mangrove yang rusak secara alami karena selalu digenangi air pasang dan berpotensi dijadikan habitat oleh *T. navalis* (Sinyo, et al., 2019). Organisme ini menunjukkan peran ekologis sebagai perusak kayu sekaligus memanfaatkan kayu sebagai sumber makanannya, memiliki karakter morfologi yang unik untuk menempati habitatnya (Pati, 2014). Selain itu *T. navalis* memiliki predator yang sangat sedikit sehingga memiliki peluang untuk lebih cepat membentuk populasi (Lippert, et al., 2017).

Proses penyerapan garam pada mangrove berbentuk kation atau anion. Absorpsi air dan ion-ion terjadi di akar yang memiliki permukaan luas (Anggoro, 2017). Osmoregulasi merupakan proses fisiologis organisme air dalam mengatasi perbedaan konsentrasi ion dalam tubuh dan lingkungan eksternal untuk mempertahankan kehidupan fisiologi secara normal (Romano dan Zeng, 2012).

Menurut Samudra dan Anggoro, (2020) osmolaritas hemolim tubuh lebih tinggi dari osmolaritas media. penurunan salinitas hingga 15‰ dapat menyebabkan *osmotik shock* dalam tubuh hewan air (Yuliani, et al., 2018). Kajian tentang kadar protein pada *T. navalis* dilakukan untuk kepentingan pemenuhan kebutuhan nutrisi. Masyarakat di Kabupaten Halmahera Timur mengkonsumsi *T. navalis* untuk memenuhi kebutuhan protein tubuh (Rosaini, 2015). Upaya pelestarian *T. navalis* di lingkungan bervegetasi mangrove bertujuan untuk mempertahankan keberlanjutannya di habitat. Upaya pelestarian tersebut dilakukan melalui pengelolaan lingkungan dan perumusan strategi domestikasi *T. navalis* melalui tahapan aklimasi, aklimatisasi dan kultivasi serta penetapan media optimum, pola pertumbuhan dan faktor kondisi *T. navalis* di Halmahera Timur.

C. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka pertanyaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pola osmoregulasi *T. navalis* pada habitat akar dan batang mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp di Halmahera Timur?
2. Berapa kadar garam *T. navalis* pada media air, akar, batang dan daun mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp?
3. Bagaimana karakter morfologi dan kepadatan populasi *T. navalis* pada habitat mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp di Halmahera Timur?
4. Berapa kadar protein *T. navalis* yang berhabitat di mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp?

5. Bagaimana perumusan strategi domestikasi *T. navalis* melalui penetapan media optimum, pola pertumbuhan dan faktor kondisi untuk pengelolaan dan konservasi lingkungan bervegetasi mangrove di Halmahera Timur?

D. Orisinalitas

Tema penelitian disertasi dengan fokus studi osmoregulasi dan karakteristik bioekologi *T. navalis* merupakan obyek yang belum dikaji baik kajian pendahuluan maupun kajian secara mendalam oleh para peneliti biologi, lingkungan maupun manajemen sumberdaya pantai sebelumnya. Orisinalitas penelitian ini didasarkan pada ide-ide pemikiran peneliti dan penelusuran terhadap hasil-hasil penelitian terdahulu, mereview artikel jurnal Nasional dan Internasional maupun buku-buku sumber lainnya untuk menentukan originalitas dari penelitian ini telah dilakukan. Berikut adalah hasil-hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan dan memiliki perbedaan dengan penelitian ini yaitu pada tempat penelitian, tujuan, jenis penelitian dan metode serta hasil penelitian (Tabel 1.1).

SEKOLAH PASCASARJANA

1. Penelusuran Penelitian Terdahulu

Tabel 1.1. Hasil Penelitian yang Terkait dengan Penelusuran Orisinalitas

No	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
1	Rahmawati et al., 2013	Domestikasi Lobster Air Tawar (<i>Cherax Quadricarinatus</i>) Melalui Optimalisasi Media Dan Pakan	Analisis domestikasi Lobster Air Tawar (<i>Cherax quadricarinatus</i>) melalui optimalisasi media dan pakan	Metode eksperimen diterapkan dengan rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan dan ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah salinitas media yang berbeda, yaitu hipo-osmotik (27 ppt), isoosmotik (31 ppt) dan hiper-osmotik (35 ppt) berdasarkan uji pendahuluan yang mendapatkan bahwa media iso-osmotik keong macan (<i>B. spirata</i> L.) dari alam setara dengan 31,5–32,3 ppt.	Kadar salinitas pada media kultur dalam rangka proses domestikasi sangat berpengaruh terhadap tingkat kerja osmotik (TKO), pertumbuhan somatik, efisiensi pemanfaatan pakan, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kelulushidupan keong macan (<i>B. spirata</i> L.). Media iso-osmotik dengan salinitas 31 ppt merupakan salinitas terbaik bagi tingkat kerja osmotik (TKO), pertumbuhan somatik, kelulushidupan dan efisiensi pemanfaatan pakan keong macan (<i>B. spirata</i> L.).
2	Andrzej Fojutowski, et al, 2014	Changes in the properties of English oak wood (<i>Quercus robur</i> L) as a result of remaining submerged in Baltic Sea waters for two	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan perubahan sifat-sifat kayu ek yang disebabkan oleh perendaman sampel di Laut Baltik selama dua	Metode deskripsi. Cara pengambilan data Sampel uji dari kayu ek (250, 10, 10 mm) ditempatkan di perairan Laut Baltik Swedia. Sampel yang diambil dari laut diperiksa secara visual dan dilakukan dokumentasi fotografi di	Hasil yang diperoleh menunjukkan perubahan yang nyata dan terukur pada kayu ek yang terendam di laut: hilangnya massa kayu 18,25%, penurunan kekuatan lentur dan kekuatan kompresi hingga 40,65% dari nilai

		years	tahun dibandingkan dengan sifat-sifat sampel kontrol kembar yang belum terendam dalam air laut.	laboratorium, dan dokumentasi fotografi kemudian dideskripsi. Kondisi eksternal sampel uji dibandingkan dengan sampel kontrol. Kemudian dilakukan pengujian terhadap perubahan sifat fisik, kimia dan biologi pada sampel kayu. Analisis data menggunakan rumus: kadar air kesetimbangan Densitas kekuatan lentur dan modulus elastisitas kekuatan kompresi.	awal. Deskripsi perubahan warna kayu dan struktur permukaan yang jelas, peningkatan kandungan zat mineral, peningkatan nilai pH, penurunan kandungan zat yang larut dalam air dan ekstraktif (etanol). Uji laboratorium dengan jamur Basidiomycetes menunjukkan bahwa kayu menjadi lebih rentan terhadap busuk putih yang disebabkan oleh <i>Trametes versicolor</i> daripada busuk cokelat yang disebabkan oleh jamur <i>Coniophora puteana</i> .
3	A.M Eriksen, <i>et al</i> , 2013	<i>The survival Teredo navalis L in timber wrapped in TERRAM 4000 in a plastic membrane</i>	Untuk menguji kemampuan dua bahan plastik (TERRAM4000 dan membran plastik) untuk menghentikan serangan <i>T. navalis</i> dan pengaruhnya terhadap kayu dengan degradasi woodborer aktif.	Penelitian ini menggunakan metode in situ, yaitu blok-blok kayu dilepas dan dibungkus dalam TERRAM4000 (polipropilena dan polietilen). Membran plastik khusus (polyethylene), direndam di wilayah sekitar dermaga di Denmark untuk melindungi <i>T. navalis</i> (cacing kapal). Dan untuk jumlah oksigen digunakan sensor oksigen optik pada setiap blok yang tersedia di sekitar kayu dengan metode in situ. Analisis statistik	Setelah satu minggu tingkat oksigen di sekitar blok uji yang dibungkus dalam membran plastik telah turun secara drastis dan menyebabkan kematian semua <i>Teredo navalis</i> dalam blok uji setelah satu-empat minggu. Individu yang hidup ditemukan di dalam blok setelah 46 minggu pembungkusan dan perendaman.

				yang dilakukan yaitu menghitung standar deviasi.	
4	Borges, et al, 2014	<i>Diversity, environmental requirements, and biogeography of bivalvia wood borer (Teredinidae) in European coastal waters</i>	Untuk menganalisis keanekaragaman teredinids; memetakan distribusi dan mendeteksi perluasan jangkauan, menentukan suhu salinitas (S-T) spesies; dan mengetahui spesies yang menimbulkan bahaya terbesar bagi struktur kayu di perairan pesisir Eropa.	Penelitian ini menggunakan metode kombinasi yaitu survei lapangan dan tinjauan literatur komprehensif untuk menyelidiki keragaman spesies teredinid di perairan Eropa, mengembangkan amplop iklim dengan menggunakan data reel digabungkan dengan dataset hibrida, dikompilasi dengan dataset oseanografi resolusi tinggi, untuk menyimpulkan komposisi suhu salinitas (S-T).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 9 spesies teredinid ditemukan di perairan pesisir Eropa. 7 dianggap kriptogenik yang asalnya tidak diketahui, dan 2 dianggap spesies asing. <i>Teredo navalis</i> dan <i>Nototeredo norvagica</i> adalah spesies dengan distribusi terluas di perairan Eropa. Spesies yang menimbulkan bahaya terbesar untuk struktur maritim kayu di wilayah pesisir Eropa adalah <i>T. navalis</i> dan <i>pedicellatus</i> .
5	Macintosh Hugh, et al, 2014	<i>Contrasting life in shiphorms: growth, reproduction and fecundity</i>	Untuk mengukur kelimpahan, ukuran, reproduksi dan keragaman cacing kapal (<i>Teredo navalis</i>).	Menggunakan metode MacIntosh et al. (2012), yaitu menggunakan panel kayu untuk mengukur kelimpahan, ukuran, reproduksi dan keragaman cacing kapal, menggunakan kayu panel. Pengumpulan spesimen dimulai pada musim dingin Juli 2007. Untuk mendapatkan data ukuran maka spesies diidentifikasi, difoto kemudian diukur menggunakan perangkat lunak dan dianalisis	Ukuran tubuh kedua spesies tumbuh secara subur dalam jangka waktu pengamatan 2 bulan terutama panjang tubuh. Bentuk tubuh bervariasi, dengan panjang yang berkisar dari 0,4 mm hingga 140 mm. Ukuran T. Parksi rata-rata secara signifikan lebih besar dari panjang, lebar dan volume. Perkembangan reproduksi. Kedua T. parksi (n = 44) dan B. carinata (n = 20). Setelah pengamatan,

				<p>menurut (Schneider et al., 2012). Untuk menunjukkan distribusi dimensi tubuh, ukuran data dikelompokkan berdasarkan mode reproduksi dan diplot sebagai plot pencar dan disesuaikan dengan regresi garis. Volume individu dihitung dari data panjang dan lebar. Untuk setiap periode pengumpulan, panjang, lebar dan volume T. parksi dan B. carinata dibandingkan dengan analisis multivariat multivariat permutasi (PERMANOVA).</p>	<p>kematangan seksual jantan dicapai dalam waktu 2 bulan, sesuai dengan panjang kurang dari 4 mm. Tidak ada perbedaan yang jelas antara gametogenesis jantan dan betina, karena jaringan gonad mulai berdiferensiasi menjadi oosit setelah mulai memproduksi sperma untuk kedua spesies. Fekunditas: setelah mencapai gametogenesis dan maturitas betina penuh, yaitu spesies yang memiliki fekunditas tinggi, menghasilkan larva dan telur D-stadium veliger, masing-masing.</p>
6	S.K. Pati 1, et al, 2014	<i>Deterioration of Wood by Marine Borers in a Tropical Harbour: Influence of Environmental Parameters and Biotic Factors</i>	<p>Untuk menganalisis tingkat kerusakan kayu serta pengaruh parameter lingkungan dan faktor biotik</p>	<p>Penelitian ini menggunakan panel uji kayu yang terendam dalam waktu jangka pendek dan jangka panjang. Dilakukan di tiga stasiun selama dua tahun yaitu sejak Februari 2007 hingga Januari 2008 dan tahun ke-2 dari Februari 2008 hingga Januari 2009. Desain eksperimental: Panel uji kayu Bombax ceiba Linnaeus, 1753 (150 × 80 × 20 mm ukuran) digunakan dalam bentuk tangga secara vertikal</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kerusakan panel yang digunakan untuk panel jangka pendek dan jangka panjang tertinggi di Ore Berth, sedikit lebih rendah di Slipway Complex, dan minimum di Marine Foreman Jetty. Kerusakan kayu relatif tinggi selama salinitas air yang lebih rendah daripada selama periode salinitas air yang lebih tinggi. Variasi spasial dalam</p>

				<p>masing - masing berisi 6 panel. Panel paling atas disimpan di zona intertidal. Parameter lingkungan air laut permukaan diukur setiap bulan. Analisis untuk suhu, pH, salinitas, dan oksigen terlarut mengikuti Grasshoff dkk. (1999). Faktor tunggal ANOVA dipakai untuk menguji berbagai rentang (Woolf, 1968) dilakukan pada data terkait dengan penghancuran panel. Untuk mengetahui perbedaan signifikan di antara ketiga stasiun selama setiap tahun dan antara dua tahun di setiap stasiun menggunakan Microsoft Office Excel 2007.</p>	<p>tingkat kerusakan kayu di dalam pelabuhan yang sama disebabkan oleh efek gabungan parameter lingkungan terutama salinitas dan polusi, dan biofouling yang intens.</p>
7	Apelqvist. C, et al, 2015	<i>Climate Envelope Modeling and Dispersal Simulations Show Little Risk of Range Extension of the Shipworm, Teredo navalis (L.), in the Baltic Sea.</i>	<p>Untuk menganalisis efek perubahan historis dan analisis salinitas, suhu, dan oksigen terhadap risiko penyebaran <i>T. Navalis L</i> di laut Baltik dengan menggunakan model envelope iklim dan simulasi dispersal.</p>	<p>Menggunakan metode pengembangan model amplop iklim yang sederhana, berbasis GIS untuk memprediksi distribusi spatial kondisi yang menguntungkan untuk reproduksi dewasa dan metamorfosis larva <i>T. navalis</i>, berdasarkan toleransi lingkungan. Menggunakan model hidrografi tiga dimensi resolusi tinggi untuk mensimulasikan kemungkinan</p>	<p>Pemodelan amplop iklim menghasilkan proyeksi perubahan iklim yang tidak memberikan perubahan pada distribusi keseluruhan <i>T. navalis</i> di wilayah tpenelitian, tetapi akan memperpanjang musim kawin dan meningkatkan risiko pembentukan cacing di lokasi penelitian. Hasil Simulasi dispersal menunjukkan bahwa mayoritas larva adalah</p>

				penyebaran larva <i>T. navalis</i> di dalam wilayah penelitian.	philopatric, tetapi larva yang tersebar di area yang lebih luas biasanya menyebar ke daerah yang tidak menguntungkan untuk kelangsungan hidup secara keseluruhan, oleh karena itu, tidak ditemukan bukti substantif untuk perubahan terkait perubahan iklim dalam distribusi <i>T. navalis</i> di Laut Baltik, dan tidak ada bukti peningkatan risiko penyebaran dalam waktu yang singkat.
8	Palanti. S, et al, 2015	<i>Comparison between four tropical wood species for their resistance to marine borers (Teredo spp and Limnoria spp) in the Strait of Messina</i>	Untuk menganalisis ketahanan alami empat spesies kayu yang berbeda terhadap organisme laut (<i>Teredo spp and Limnoria spp</i>) di selat Messina.	Metode Penilaian dilakukan sesuai dengan EN 275 dikombinasikan dengan perangkat lunak untuk akuisisi gambar yang disebut Nis D3.22.	Hasil percobaan perangkat lunak Nis D3.22 yang digunakan berhasil membedakan sedikit perbedaan yang tidak dilihat oleh mata manusia dalam penilaian yang tunjukkan pada EN 275. Perbedaan-perbedaan yang tidak nampak dalam penilaian visual yang terkait dengan daya tahan nominal yang luas dari EN 275, dapat berkontribusi pada pilihan kayu spesies yang sesuai dengan sehingga terlihat adanya peningkatan penilaian.
9	Voight. J.R, 2015	<i>Xylotrophic bivalves: aspects of</i>	Untuk mengidentifikasi aspek biologi	Studi kasus dan deskripsi kualitatif. Untuk mendapatkan data distribusi	Pada habitat mangrove dengan kayu melimpah menopang

		<i>their biology and the impacts of humans</i>	(morfologi bivalves, mengkaji ketersediaan kayu, mekanisme penghancuran kayu oleh bivalves, distribusi geografis) dan dampaknya bagi manusia.	bivalves terenidae yaitu dengan melakukan perendaman kayu yang disediakan pada kedalaman laut yang berbeda kemudian memperhitungan daya apung kayu baik pada wilayah laut terbuka maupun pada wilayah pasang surut mangrove.	keragaman tertinggi, sekitar sepertiga dari semua teredinids yang diketahui. Sedangkan di lautan terbuka ditemukan distribusinya rendah karena kurangnya kayu yang terapung. Suhu, salinitas dan pengeringan juga mempengaruhi teredinids. Meskipun manusia menganggap teredinids sebagai hama yang menghancurkan struktur kayu, dan berusaha untuk membasmi teredinidae dari beberapa spesies, namun teredinidae memainkan peran ekologis yang penting. Teredinids membuat energi dan nutrisi tersimpan pada kayu yang tersedia bagi masyarakat setempat. Oleh karena itu kelangsungan hidup penggerek membutuhkan habitat yaitu salah satunya kayu mangrove.
10	Henni Rosaini, <i>et al</i> , 2015	Penetapan kadar protein secara KJELDAHL pada makanan olahan kerang remis (<i>corbiculla</i>)	Untuk menetapkan kadar protein secara KJELDAHL pada beberapa makanan olahan kerang remis.	Metode KJELDAHL. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan: destruksi, destilasi dan titrasi. Analisi data menurut (Sudarmadji, <i>et al</i> , 1996).	Kadar protein pada kerang remis setelah mengalami pengolahan lebih tinggi daripada kerang remis sebelum pengolahan. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar protein yang paling tinggi

		<i>moltkiana</i> prime.) dari danau singkarak. Dari danau singkarak			terdapat pada kerang remis goreng, diikuti dengan kerang remis gulai dan kerang remis segar memiliki kandungan protein yang paling rendah.
11	Appelqvist, C dan Havenhand, J.N, 2016	<i>A phenological shift in the time of recruitment of the shipworm, Teredo navalis L mirrors marine climate change.</i>	Untuk mempelajari pergeseran fenologis yang berhubungan dengan suhu di musim kawin (Mollusca, Bivalvia), <i>Teredo navalis</i> dengan membandingkan data periode pengumpulan <i>T. navalis</i> di sepanjang pantai barat Swedia selama 2004–2006 dengan data serupa dari 1971-1973, dan menganalisis perbedaan waktu pengamatan perubahan suhu permukaan laut	Menggunakan metode menurut Norman (1976), Rekrutmen diukur pada panel pinus yang tidak diberi perlakuan, ditempatkan pada kedalaman 0,5, 1,5, dan 2,5 m (kedalaman air maksimum di lokasi pengambilan adalah 6 m). rekrutmen larva diamati dengan merendam beberapa set panel (satu panel pada setiap kedalaman) pada awal Juni. Setelah 14 hari, dan setiap hari. Intensitas pengambilan cacing tambang didefinisikan sebagai jumlah individu yang terlihat (atau pasang) cangkang ≥ 2 mm pada radiograf, dinyatakan per satuan luas (luas panel keseluruhan = 0,015 m ² , rekrutmen kumulatif. (Hubungan antara SST dan waktu perekrutan dianalisis dengan regresi linier.	Perubahan musiman dalam variabel lingkungan utama seperti ketersediaan makanan, cahaya, dan suhu mendorong waktu ("fenologi") dari peristiwa sejarah hidup. Bukti luas dari habitat darat, air tawar, dan laut menunjukkan bahwa pemanasan global mengubah pengaturan waktu dari banyak peristiwa biologis. Perubahan ini sangat berkaitan dengan peningkatan suhu permukaan laut dan bertepatan dengan toleransi termal yang dikeluarkan untuk reproduksi <i>T. navalis</i> . Temuan penelitian ini tentang pergeseran fenologis pada spesies laut, menunjukkan bahwa suhu permukaan laut yang lebih hangat meningkatkan kemungkinan reproduksi submanual yang sukses dan

					mengintensifkan perekrutan <i>T. navalis</i> di wilayah ini.
12	Weigelt. R, et al, 2017	<i>Widespread Common Shipworm Teredo navalis Linnaeus 1758 (Mollusca: Bivalvia: Teredinidae) in European Waters Inferred from Mitochondrial COI Sequence Data</i>	Untuk mendeteksi struktur populasi genetik larva <i>Teredo navalis Linnaeus 1758</i> di perairan Eropa Tengah.	mtDNA COI (sitokrom c oksidase subunit I) lokus digunakan sebagai penanda molekuler yang sesuai. Sebanyak 352 spesimen <i>T. navalis</i> dari 13 lokasi sampling berbeda didistribusikan di seluruh Eropa Tengah kemudian diperiksa. Analisis data untuk mendeskripsikan struktur populasi indeks genetik populasi termasuk nilai FST digunakan AMOVA.	Hasil penelitian ini mendukung konsep populasi di perairan Eropa Tengah dengan migrasi individu yang tidak terganggu (misalnya, melalui larva pelagis) antara berbagai lokasi pengambilan sampel melalui aliran gen yang tinggi. Akhirnya, semua perhitungan indeks genetik populasi tidak dapat mengungkapkan populasi yang berbeda atau struktur populasi yang berbeda di <i>T. navalis</i> . Analisis jaringan mengungkapkan pola "bintang" tanpa substruktur atau demens yang berbeda.
13	Swaim D. et al, 2017	<i>Biodiversity Mollusca: Bivalvia: Teredinidae in the vicinity of Tropical Mangrove Ecosystems along the Bay of Bengal, Andhra Pradesh, India.</i>	Untuk menganalisis distribusi keanekaragaman hayati mollusca: Bivalvia: Teredinidae di ekosistem mangrove tropis di sepanjang teluk benggala, andhra pradesh, india.	Metode survei yaitu vegetasi mangrove di seluruh lahan basah disurvei untuk mengetahui kejadian penggerek kayu laut (mollusca: Bivalvia: Teredinidae),	Hasil penelitian menunjukkan bahwa Teredinidae (Mollusca: Bivalvia: Myoida) ditemukan telah menginfeksi kutub Casuarina. Kayu Casuarina, yang diperoleh dari badan air, mengungkapkan terjadinya beberapa penggerek teredinid. Keanekaragaman spesies ditemukan menjadi 16 spesies,

					kepadatan 2036 individu/m ² , keragaman 1.835 dan pemerataan 0.950.
14	Anggoro. S, <i>et al</i> , 2017	Osmotic Performace Rate and Growth Rate of Green Mussel Perna viridis Cultivated in Tambak Lorok Semarang. (Tingkat kerja osmotik dan pertumbuhan kerang hijau Perna viridis yang dikultivasi di perairan tambak lorok semarang)	Untuk mengetahui pola osmoregulasi, nilai tingkat kerja osmotik dan laju pertumbuhan relatif serta hubungan antar keduanya pada kerang hijau yang dikultivasi.	Menggunakan metode korelasi. Metode penelitian ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara tingkat kerja osmotik dengan laju pertumbuhan kerang hijau yang dikultivasi. Penentuan lokasi stasiun ditentukan menggunakan metode "Purposive Sampling". Stasiun pengambilan berjumlah 3 stasiun. Penentuan stasiun berdasarkan pada wilayah yang diperkirakan telah mewakili perairan Tambak Lorok yaitu bagian perbatasan dengan wilayah perairan disebelah barat dan timur serta wilayah di tengah dari perairan Tambak Lorok. Pengambilan data kerang hijau dilakukan dalam dua tahap. Nilai tingkat kerja osmotik kerang hijau didapatkan dengan menggunakan automatic micro-osmoter roebbling. Tingkat kerja osmotik didapatkan dengan mengukur osmolaritas	Pola osmoregulasi kerang hijau adalah hiperosmotik terhadap lingkungannya. Nilai tingkat kerja osmotik kerang hijau sebesar 35,44 sampai dengan 68,03 mOsm/l H ₂ O. Laju pertumbuhan relatif sebesar 133,33 % sampai dengan 220,69 %. Tingkat kerja osmotik dan laju pertumbuhan relatif kerang hijau menunjukkan hubungan yang berpola linier bersifat negatif dengan tingkat keeratan tinggi.

				<p>media dan haemolymph. Pengukuran pada osmolaritas haemolymph, terlebih dahulu kerang hijau dibunuh dan diambil haemolymphnya sebanyak 0,01 ml serta media kultivasi kemudian dimasukkan kedalam microtube. Haemolymph yang sudah terkumpul lalu dilakukan pengukuran dengan automatic micro-osmoter roebing. Nilai osmolaritas akan ditampilkan pada alat tersebut.</p> <p>Tingkat Kerja Osmotik (TKO) dihitung berdasarkan selisih nilai osmolaritas haemolymph kerang hijau dengan osmolaritas media. Perhitungan Tingkat Kerja Osmotik atau TKO menggunakan persamaan dari Anggoro dan Nakamura (2005), Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis regresi untuk mengetahui hubungan antara salinitas dan tingkat kerja osmotik serta laju pertumbuhan relatif.</p>	
15	Utomo B, et al,	Strategi	Untuk mengetahui	Penelitian ini menggunakan	Dampak yang ditimbulkan

	2017	Pengelolaan Hutan Mangrove Di Desa Tanggul Tlare Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara	dampak kegiatan rehabilitasi hutan mangrove dan strategi pengelolaan hutan mangrove di Desa Tanggul Tlare, Kecamatan Kedung, Kabupaten Jepara.	pendekatan survei dengan wawancara langsung dan pengamatan lapangan. Populasi adalah seluruh penduduk pesisir di daerah penelitian, teknik pengumpulan sampel menggunakan “cluster random sampling”	dengan adanya rehabilitasi hutan mangrove di daerah penelitian adalah meningkatnya hasil tangkapanikan, mengurangi abrasi pantai, menahantiupan angin laut, semakin banyak tangkapan biota (udang, kepiting, kerang) di pesisir, dan menjadikan kawasan tersebut menjadi daerah objek wisata. Strategi yang perlu dilakukan dalam pengelolaan hutan mangrove diantaranya yaitu memanfaatkan potensi yang ada dengan dengan melakukan penanaman pohon mangrove, membentuk kawasan hutan lindung konservasi hutan mangrove agar kawasan hutan mangrove tetap terjaga baik dan lestari, memberikan sosialisasi atau pemahaman kepada masyarakat akan pentingnya menjaga hutan mangrove dan manfaat yang didapat oleh masyarakat, pentingnya kemajuan teknologi dan memberikan beasiswa
--	------	--	--	---	---

SEKOLAH PASCASARJANA

					kepada masyarakat yang dikira berkompeten dan aktif dalam rehabilitasi mangrove untuk melanjutkan sekolah yang lebih tinggi agar ilmu pengetahuan yang didapat bisa memberikan kontribusi yang positif untuk pengelolaan hutan mangrove yang ideal.
16	Isnaningsih dan Patria, 2018	Peran Komunitas Moluska dalam Mendukung Fungsi Kawasan <i>Mangrove</i> di Tanjung Lesung, Pandeglang, Banten	Untuk mengetahui peran komunitas moluska dalam mendukung fungsi hutan <i>mangrove</i> melalui penghitungan data-data penyusun struktur komunitas moluska, serta memberikan gambaran awal mengenai peluang moluska sebagai agen penyimpan karbon.	Jenis penelitian deskriptif, menggunakan metode purposive. Pengambilan sampel moluska dilakukan pada enam stasiun yang berbeda dengan metode kuadrat (petak contoh). Struktur komunitas moluska diketahui dengan menghitung nilai frekuensi, kepadatan, keanekaragaman, pemerataan, serta dominansi. Kandungan karbon pada cangkang diukur dengan menggunakan alat C-N analyzer. Komunitas moluska di hutan <i>mangrove</i> Tanjung Lesung terdiri dari delapan spesies.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa moluska <i>mangrove</i> sebagai bagian dari ekosistem hutan <i>mangrove</i> memiliki peran yang cukup penting yang secara langsung maupun tidak langsung mendukung fungsi-fungsi ekologis hutan <i>mangrove</i> . Komunitas moluska merupakan komponen ekosistem yang berfungsi sebagai pengurai serasah di hutan <i>mangrove</i> sekaligus sebagai subyek dalam siklus karbon melalui proses respirasi dan kalsifikasi. Komunitas moluska di kawasan <i>mangrove</i> Tanjung Lesung terdiri dari delapan spesies. Tiga spesies dengan nilai kepadatan



					<p>(K_i) dan Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi adalah <i>Cerithidea cingulata</i> (K_i=187 ind/m²; INP=76,71%), kemudian diikuti oleh <i>Clithon squarrosus</i> (K_i=99 ind/m²; INP=39,95%) dan <i>Terebralia palustris</i> (K_i=42 ind/m²; INP=24,75%). Spesies <i>T. palustris</i> dan <i>Telescopium telescopium</i> merupakan spesies yang berperan dalam mendegradasi serasah di hutan mangrove Tanjung Lesung. Kandungan karbon dalam cangkang <i>T. palustris</i> dan <i>T. telescopium</i> sebesar 10,92 ± 2,33 dan 10,32 ± 0,63 % berat kering. Namun demikian potensi kedua spesies moluska tersebut sebagai penyimpan karbon masih memerlukan evaluasi dan penelitian lebih lanjut.</p>
17	Treneman, et al, 2018	Species diversity and abundance of shipworms (Mollusca: Bivalvia: Teredinidae) in	Untuk mempelajari dan menganalisis keanekaragaman cacing kapal di kayu rakit	Penelitian ini menggunakan metode survei. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode purposive sampling. Sampel kayu diambil dr puing-puing kayu yang	Benda-benda kayu JTMD yang diamati di pantai-pantai NEP di TM 26, 27, 37, 38, 46, 62, dan 65 berisi spesimen-spesimen hidup dari spesies-spesies ovipar

		<p>woody marine debris generated by the Great East Japan Earthquake and Tsunami of 2011.</p>	<p>diidentifikasi berasal dari tsunami Jepang yang dipotong menjadi beberapa bagian yang berukuran panjang 30–40 cm dan lebar 1 cm. Kayu rakit di rendam di dalam laut dalam jangka waktu 1 tahun kemudian dilakukan pengambilan sampel cacing kapal. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara membelah kayu rakit dengan menggunakan kapak kayu. Sampel yang diambil dikumpulkan, dihitung dan diukur serta mengidentifikasi karakter morfologi kemudian menganalisis keanekaragaman.</p>	<p>Jepang di berbagai kombinasi (seperti dibahas secara lebih rinci, di bawah). Keberlangsungan hidup penyeberangan lintas samudra oleh spesies pantai ovipar dari Jepang ke pantai NEP menunjukkan bahwa spesies ini memiliki masa hidup setidaknya dua dan mungkin hingga lima tahun. Item JTMD kayu yang terakhir diamati dalam penelitian ini adalah pohon (JTMD-BF-651) yang terdampar di Newport, Oregon, pada TM 65, pada Juli 2016. Balok ini berisi live <i>Bankia carinata</i> (Gray, 1827), <i>Psiloteredo</i> sp. dan <i>Teredora princesae</i> (Sivickis, 1928). Keragaman cacing kapal Sembilan spesies cacing kapal ditemukan di JTMD. Enam adalah spesies landas kontinen pantai atau dangkal yang tinggal di Jepang (Tsunoda 1979; Haga 2017): <i>Bankia bipennata</i> (Turton, 1819), <i>Bankia carinata</i> (Gray, 1827), <i>Teredothyra smithi</i> (Bartsch,</p>
--	--	--	--	--

					1927), <i>Lyrodus takanoshimensis</i> (Roch, 1929) , <i>Teredo navalis</i> Linnaeus, 1758, dan <i>Psiloteredo</i> sp. (Tabel 1). Dua spesies pelagis, yang diketahui menjajah kayu apung di laut lepas, <i>Teredora princesae</i> (Sivickis, 1928) dan <i>Uperotus clava</i> (Gmelin, 1791), juga ditemukan. Satu spesimen <i>Bankia setacea</i> (Tryon, 1863), diperoleh di Pasifik Timur Laut, ditemukan di pohon JTMD yang terdampar pada Februari 2016.
18	Pratama dan Widodo, 2018	Strategi Perencanaan dan Rekayasa Lingkungan untuk Mewujudkan Ekosistem Mangrove berkelanjutan	Mengidentifikasi strategi konservasi ekosistem mangrove di kawasan NSTP mengacu pada filosofi preskripsi dari dampak pengembangan <i>master plan</i> NSTP	Metode penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan pendekatan eksploratif dan kuantitatif untuk mengidentifikasi kondisi lingkungan hingga preskripsi perubahan lingkungan. Studi preskripsi mangrove dilakukan sebagai bentuk antisipasi terhadap perubahan lingkungan akibat pertumbuhan penduduk maupun perubahan ekonomi atau perbaikan terhadap konseptual desain pengembangan kawasan NSTP	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perencanaan NSTP dapat menyebabkan perubahan ekosistem mangrove. Hutan mangrove yang ada adalah mangrove primer di perairan tenang, dengan kerapatan tinggi. Desain pengembangan kawasan NSTP perlu memperhatikan sirkulasi air untuk ekosistem mangrove. Rekayasa lingkungan diarahkan pada pembangunan kanal dengan lebar 10 m,

				<p>dengan filosofi perencanaan kawasan yang berkelanjutan. Model analisa yang dilakukan yaitu analisa kuantitatif terhadap faktor-faktor lingkungan, analisa penginderaan jauh maupun analisa preskriptif untuk mengidentifikasi perubahan lingkungan. Upaya konservasi mangrove tidak hanya terfokus pada faktor alamiah seperti pasang surut air laut, kualitas perairan, kesuburan tanah dan karakteristik fisik mangrove.</p>	<p>kedalaman 6 m sepanjang 500 m dan 250 m. Konservasi spasial diarahkan pada ketentuan kawasan terbangun tidak melebihi 30%.</p>
19	Samudra N.R, Anggoro S, & Pinandoyo, 2020	The effect of different salinity towards energy utilization levels and the effectiveness of bigfin reef squid egg hatching (<i>Sepioteuthis lessoniana</i>)	Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai daya tetas telur <i>S. lessoniana</i> di PT berbagai kondisi osmotik dan energik.	Metode yang digunakan adalah laboratoriumn eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan dalam penelitian ini adalah perbedaan salinitas media yaitu salinitas 27 ppt, 30 ppt, 33 ppt, dan 36 ppt. Data dikumpulkan untuk osmolaritas media dan hemolimf, telur energetika, jumlah telur yang menetas dan rusak. Parameter yang dihitung adalah tingkat osmotic pekerjaan, efisiensi pemanfaatan energi, efisiensi penetasan, dan kelangsungan hidup.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa Penetasan <i>S. lessoniana</i> terbaik terjadi pada perlakuan salinitas 33 ppt dengan tingkat kerja osmotik mendekati nilai iso-osmotik sebesar $2,03 \pm 0,05$ mOsm/l H ₂ O sehingga pemanfaatan energi paling efisien sebesar 90,72% dan laju tetas tinggi sebesar 91%.

20	Riza, Anggoro & Suryanti, 2020	Pola Osmoregulasi, Indeks Ponderal, Dan Kematangan Gonad Kepiting Bakau (<i>Scylla serrata</i>) Di Tambak Desa Pesantren, Kecamatan Ulujami, Pemalang	Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat kerja osmotik (TKO), indeks ponderal, dan kematangan gonad kepiting bakau serta hubungan TKO dengan indeks ponderal dan kematangan gonadnya.	Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus menggunakan analisis deskriptif dan korelasi dengan pengambilan sampel menggunakan metode <i>purposive sampling</i>	Hasil penelitian menunjukkan kepiting bakau di tambak Desa Pesantren memiliki pola osmoregulasi hiperosmotik sedangkan pola osmoregulasi isoosmotik ditunjukkan pada kepiting yang sedang mengalami moulting. Indeks ponderal kurang dari dua sehingga bertubuh pipih dan belum matang gonad.
----	--------------------------------	---	---	---	---



SEKOLAH PASCASARJANA

2. Noveltis (kebaruan) Penelitian

Noveltis atau kebaruan penelitian ini ada lima, yaitu :

1. Nilai tingkat kerja osmotik (TKO) *T. navalis* di habitat alami bervariasi dari 17 mOsm/l H₂O sampai lebih besar dari 500 mOsm/l H₂O. Pola osmoregulasi *T. navalis* bersifat hiperosmotik pada saat batang atau akar mangrove terendam air tawar, berpola hipoosmotik pada saat batang atau akar mangrove terendam air laut pasang, serta berpola isohiperosmotik sampai isoosmotik selama batang atau akar mangrove terendam air payau dengan TKO sebesar 17-19 mOsm/l H₂O. Osmoregulasi *T. navalis* bersifat osmoregulator.
2. Kadar garam tertinggi ditemukan pada akar *Avicennia* sp sebesar 31% dikondisi air saat pasang dan terendah pada daun *Rhizophora* sp sebesar 10% pada kondisi air pasang.
3. Karakteristik morfologi *T. navalis* yang ditemukan di akar dan batang mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp yaitu permukaan tubuh berwarna bening dan halus, memiliki cangkang di kepala berwarna bening kekuningan, insang berwarna merah kecoklatan, mempunyai 2 tentakel bertekstur lembut dan jernih, memiliki tekstur tubuh elastis, padat dan licin serta berukuran tubuh 15 cm, 30 cm dan 60 cm. Kepadatan populasi *T. navalis* yaitu 0,65 Ind/m² hingga 1,85 Ind/m² dikategorikan sedang.
4. Kadar protein *T. navalis* yang berhabitat di akar dan batang mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp adalah sama yaitu 13,30%.

5. Pengelolaan dan konseravsi lingkungan bervegetasi mangrove di Halmahera Timur dilakukan melalui strategi domestikasi. Lingkungan media optimum untuk domestikasi *T. navalis* sesuai kebutuhan isoosmotik dan pola osmoregulasi, yaitu 16‰. Pola pertumbuhan *T. navalis* selama aklimasi lingkungan domestikasi berpola allometrik dengan nilai $b \neq 3$. Nilai faktor kondisi (FK) *T. navalis* tertinggi pada habitat batang *Avicennia* sp ($W = 9,786 + 0,756x$), nilai $Y = -0,0046x^2 + 1,115x + 3,8989$ dan $R^2 = 0,9751$. Nilai faktor kondisi (FK) terendah pada habitat batang *Rhizophora* sp ($W = 0,657 + 0,741x$), nilai $Y = -0,0309x^2 + 2,8533x - 32,701$, $R^2 = 0,9751$ menunjukkan pengaruh signifikan sebesar ($\text{sig} < 0,05$).

E. Tujuan Penelitian

Untuk memahami, mendalami dan menjawab pertanyaan penelitian yang diajukan tentang osmoregulasi dan bioekologi moluska *T. navalis* pada habitat mangrove yang mengalami stres osmotik lingkungan di Halmahera Timur, maka tujuan umum dan khusus dari penelitian ini adalah:

1. Tujuan Umum

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk menganalisis proses pengadopsian *Teredo navalis* Linnaeus 1758 yang terancam kelestariannya dari kehidupan di mangrove (habitat asli) ke dalam lingkungan domestikasi (budidaya) melalui pengaturan media optimum dan pakan alami selama domestikasi yang dilakukan dengan tiga tahapan aklimasi, aklimatisasi dan kultivasi.

2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pola osmoregulasi *T. navalis* yang berhabitat di akar dan batang mangrove *Rhizophora* sp dan *Avecenia* sp
2. Menentukan kadar garam pada akar, batang dan daun mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp
3. Menganalisis karakter morfologi dan kepadatan populasi *T. navalis* yang berhabitat di mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp
4. Menganalisis kadar protein *T. navalis* yang berhabitat di mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp.
5. Merumuskan strategi domestikasi *T. navalis* melalui optimalisasi media, pola pertumbuhan dan faktor kondisi lingkungan bervegetasi mangrove di Halmahera Timur.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat untuk :

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan informasi bahwa dengan adanya penentuan pola osmoregulasi *T. navalis*, kadar garam pada akar, batang dan daun mangrove, karakter morfologi dan kepadatan populasi, kadar protein pada *T. navalis* dan strategi domestikasi *T. navalis* melalui optimalisasi media, pola pertumbuhan dan faktor kondisi lingkungan bervegetasi mangrove di Halmahera Timur dapat memberikan kontribusi pengembangan ilmu pengetahuan di Indonesia.

2. Manfaat Metodologi

Penelitian ini memberikan manfaat sebagai alternatif salah satu metode atau teknik domestikasi *T. navalis* yang hidup di alam menjadi kultivan yang dapat dibudidayakan.

3. Manfaat Praktis

Melalui hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan implementasi bagi kebijakan pemerintah dalam melakukan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup sebagaimana diamanatkan dalam PP Nomor 22 tahun 2021 yaitu Pasal 1 ayat 2; Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi Lingkungan Hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan Lingkungan Hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum. Pasal 1 ayat 29; kerusakan Lingkungan Hidup adalah perubahan langsung dan/atau tidak langsung terhadap sifat fisik, kimia, dan/atau hayati Lingkungan Hidup yang melampaui Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup. Pasal 1 ayat 30, Perusakan Lingkungan Hidup adalah tindakan orang yang menimbulkan perubahan langsung atau tidak langsung terhadap sifat fisik, kimia, dan/atau hayati Lingkungan Hidup sehingga melampaui Kriteria baku kerusakan Lingkungan Hidup. Pasal 1 ayat 56; Air laut adalah air yang berasal dari Laut atau samudera yang memiliki salinitas 0,5 sampai dengan 30 practical salinity unit (psu) atau lebih dari 30 psu. Pasal 1 ayat 65; Mangrove adalah vegetasi pantai yang memiliki morfologi khas dengan sistem perakaran yang mampu beradaptasi pada daerah pasang surut dengan substrat

lumpur atau lumpur berpasir. Pasal 8 ayat 1 huruf b; Eksploitasi sumber daya alam, baik yang terbarukan maupun yang tidak terbarukan. Pasal 8 ayat 1 huruf e; Proses dan kegiatan yang hasilnya akan mempengaruhi pelestarian kawasan konservasi sumber daya alam dan/atau perlindungan cagar budaya. Manfaat praktis dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan bagi masyarakat pengusaha untuk melakukan kegiatan budidaya.



SEKOLAH PASCASARJANA