

Telaah morfometrik *Pinctada margaritifera* untuk pengembangan usaha budidaya(Morphometric study of *Pinctada margaritifera* for the development of Pearl Aquaculture)**Karel Sumtaki¹, Ockstan J. Kalesaran², Cyska Lumenta²**¹ Mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, FPIK UNSRAT Manado² Staf Pengajar Program Studi Budidaya Perairan, FPIK UNSRAT ManadoEmail: Email: sumtakikarel@gmail.com**Abstract**

This study aimed to analyze the size of shell length, shell width and total weight of *Pinctada margaritifera* shells, and water quality parameters for the aquaculture development. Morphometric measurements include: shell length (PC), and shell width (LC), shell weight (BT). The results showed that PC size 8 - 11.99 cm, LC 8 - 9.99 cm and BT 80 - 99.99 gram dominate the Arakan waters while PC size 6 - 9.99 cm, LC 6 - 7.99 cm and BT 60 - 79.99 gram dominate the Bahoï waters. The results of water quality measurements in both locations are Bahoï waters, namely: 29-32°C, DO 7-8,5 mg/l, pH 7,8-7,9, salinity, 28-32 ppt, 4,5- 7 meters, 11 cm/sec. While in Arakan waters, the temperature was 30-30,8°C, DO 6,3-6,7 mg/l, pH 7,6-7,7 salinity 30 ppt, brightness 4-5 meter, current velocity 4,5 cm / second. Both locations were feasible for the development of pearl aquaculture.

Keywords: Morphometric, *Pinctada margaritifera*, Aquaculture.**PENDAHULUAN**

Kerang merupakan salah satu sumber daya hayati dari lingkungan laut, yang sudah lama dikenal dan dimanfaatkan oleh masyarakat secara luas. Beraneka ragam kerang terdapat di perairan Indonesia, yaitu sekitar 143 spesies, tetapi baru kurang lebih 18 spesies yang sudah dimanfaatkan sebagai sumber bahan pangan alternatif. Kerang dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan antara lain daging sebagai bahan makanan dan sumber protein, mutiara dan cangkang sebagai perhiasan (Dharma, 1988; Bengen; 2009), sebagai campuran pakan ternak (Gofur, 2003) serta bahan bangunan (Dharma, 1988). Bengen (2009) menyatakan

bahwa pemanfaatan sumber daya ini terus meningkat dari tahun ketahun.

Pemanfaatan sumberdaya laut untuk perikanan merupakan hal yang penting sebagai sumber pangan dan komoditi perdagangan, termasuk didalamnya penangkapan dan pembudidayaan kerang. Kerang mutiara *Pinctada margaritifera* atau the *black-lipped oyster* merupakan salah satu spesies penting yang digunakan dalam industri mutiara. Meskipun penggunaan stok benih hatchery meningkat, namun banyak perusahaan yang masih bergantung pada stok benih alam karena lebih efektif. Ketersediaan benih kerang mutiara alam terbatas, sementara eksploitasi semakin meningkat, hal ini akan mengakibatkan kelestarian populasi terancam, sehingga

menuntut diperlukannya manajemen yang baik untuk tercapainya kelestarian populasi. Meningkatnya permintaan pasar berdampak negatif pada populasi kerang di alam. Penangkapan kerang oleh nelayan tidak memperhitungkan ukuran, terutama jika ukuran yang diambil tersebut sedang aktif berkembang biak, apabila ditangkap terus menerus, lama kelamaan ketersediaan kerang *Pinctada margaritifera* akan semakin berkurang.

Menurut Susilowati *dkk* (2008), perkembangan industri budidaya kerang mutiara yang semakin pesat menyebabkan kebutuhan stok benih kerang mutiara meningkat. Untuk menjaga kelestarian populasi ini maka diperlukannya suatu manajemen populasi yang baik, di antaranya dengan kegiatan budidaya. Kegiatan budidaya sangat bergantung dengan kebutuhan benih. Selanjutnya Fathurrahman dan Aunurohin, (2014) menjelaskan budidaya kerang mutiara ditunjang oleh beberapa faktor. Salah satu faktor adalah pemilihan lokasi yang tepat dimana lokasi harus memenuhi syarat teknis seperti kualitas air, kesuburan perairan, sumber benih dan induk.

Telaah morfometrik merupakan salah satu bagian dari studi bioekologi yang dipergunakan untuk mempelajari sebaran dan ukuran suatu organisme dalam habitat. Selain itu studi morfometrik dapat dimanfaatkan untuk menduga potensi organisme tersebut dalam kaitannya dengan eksploitasi atau pemanfaatannya. Tiap spesies memiliki ukuran mutlak yang berbeda-beda. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh umur, jenis kelamin, dan lingkungan hidupnya. Faktor lingkungan

yang mempengaruhi misalnya makanan, suhu, pH, dan salinitas. Faktor lingkungan juga mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan organisme, sehingga pada umur yang sama suatu spesies, ukuran mutlaknya dapat berbeda (Affandi *et al.* 1992).

Provinsi Sulawesi Utara mempunyai sumberdaya laut yang berlimpah, namun potensi dan ketersediaan kerang mutiara *Pinctada margaritifera* untuk budidaya masih kurang informasi. Berdasarkan uraian diatas penulis memilih judul “Telaah Morfometrik kerang mutiara *Pinctada margaritifera* Untuk Pengembangan Usaha Budidaya”

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini meliputi pengambilan sampel dan pengamatan laboratorium. Pengambilan sampel dilaksanakan di perairan Baho Kabupaten Minahasa Utara dan perairan Arakan kabupaten Minahasa Selatan provinsi Sulawesi Utara, sedangkan pengamatan laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Ikan, Lingkungan dan Toksikologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi Manado.

Pengambilan sampel

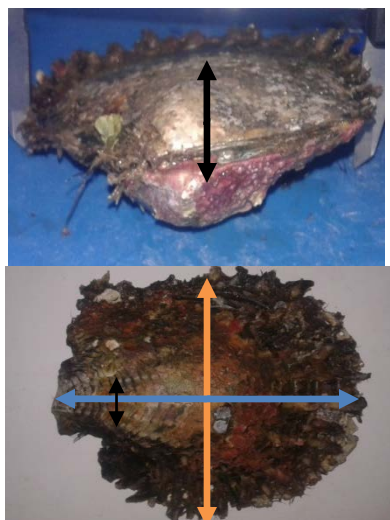
Data yang didapat berupa hasil pengambilan sampel di lapangan, hasil observasi dan pengukuran di laboratorium diolah secara deskriptif. Tabulasi dan penyajian grafik/histogram sesuai data yang terhimpun, dan merupakan dasar untuk dideskripsikan. Pengambilan sampel kerang dilakukan dengan menyelam dan diambil

secara manual dengan tangan. Bila didapat kerang yang melekat erat pada batu karang maka harus menggunakan pisau. Kerang-kerang yang telah diambil dikumpulkan dalam perahu kemudian diangkut ke daratan. Kerang yang diperoleh sebanyak 40 sampel dimasukkan ke dalam boks untuk dibawa ke Laboratorium Kesehatan Ikan, Lingkungan dan Toksikologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Manado.

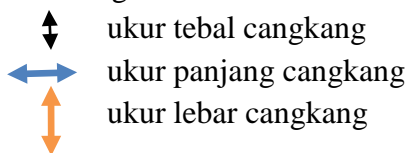
Pengukuran morfometrik

Cara pengukuran cangkang yaitu: panjang cangkang (PC) diukur dari bagian dorsal yaitu pada bagian umbo sampai bagian ventral; lebar cangkang (LC) diukur bagian anterior sampai bagian posterior kerang; tebal cangkang (TC) diukur dari jarak antara cangkang kanan dan cangkang kiri, sedangkan berat total (BT) kerang, ditimbang dengan timbangan digital Ohaus. Kerang yang telah diukur kemudian dibedah dengan menggunakan gunting, pisau cutter dan pinset. Selanjutnya cangkang kerang diisi dalam kantong plastik yang sudah diberi label.

Cara pengukuran dapat dilihat pada gambar 1.



Keterangan:



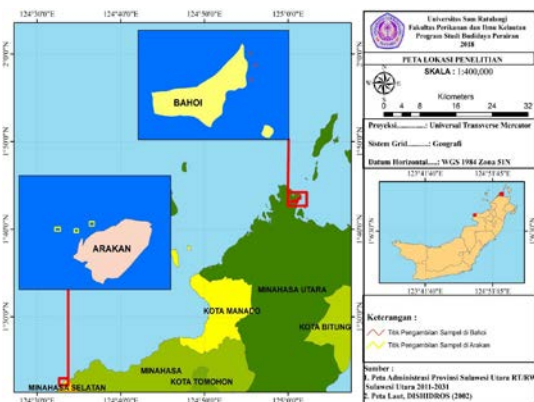
Gambar 1. Pengukuran morfometrik kerang *P. margaritifera*

Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air berupa suhu, salinitas, pH, DO, kecerahan dan arus. Pengukuran suhu menggunakan alat Thermometer, caranya celupkan sebagian thermometer ke air kemudian amati skala thermometer dengan seksama lalu catat hasilnya. Pengukuran salinitas dengan menggunakan salt meter tipe CT-3086. Salt meter dicelupkan ke air laut, amati beberapa detik lalu catat hasilnya. Pengukuran pH dengan cara mencelupkan pH meter ke air laut, amati beberapa detik lalu catat hasilnya. Pengukuran DO meter dengan menggunakan DO meter merek Lutron tipe DO-5510HA. Cara pengukuran dengan mencelupkan Probe Head ke air laut, amati beberapa detik untuk mendapatkan angka yang tetap pada display dari DO meter. Pengukuran kecerahan perairan menggunakan Secchi disc. Secchi disc diikat pada seutas tali dengan pemberat, lalu dimasukkan kedalam air sampai pada kedalaman secchi hamper tak terlihat. Panjang tali diukur berdasarkan kedalaman secchi disc. Pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan Current meter yang dimodifikasi menurut LIPI. Current meter dilepaskan di permukaan air, kemudian dihitung jarak perpindahan current meter yang terbawa arus menggunakan stopwatch dengan jarak 10 meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi pengambilan sampel dilakukan di dua tempat yaitu Perairan desa Bahoi Kabupaten Minahasa Utara dan Perairan desa Arakan Kabupaten Minahasa Selatan Provinsi Sulawesi Utara. Kedua lokasi tersebut menghadap langsung ke perairan laut Sulawesi, dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian di perairan desa Bahoi dan perairan desa Arakan

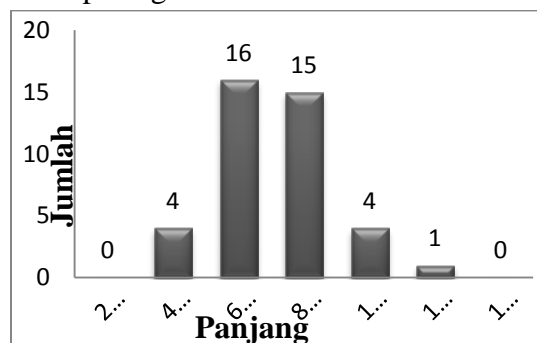
Titik-titik pengambilan sampel didasarkan adanya ekosistem terumbu karang yang ditemukan di perairan. Kerang *P. margaritifera* ditemukan melekat pada karang yang mati dan hidup. Kondisi perairan kedua lokasi penelitian umumnya pasir, lamun dan terumbu karang.

Pengukuran Morfometrik

Sampel kerang *P. margaritifera* yang diukur adalah kerang yang diperoleh selama penelitian di lokasi. Pengambilan kerang dengan cara menyelam dibantu oleh nelayan di sekitar pantai. Pengambilan sampel dilakukan selama 4 minggu untuk mendapatkan sampel sebanyak 40 sampel di lokasi perairan baik Arakan Minahasa

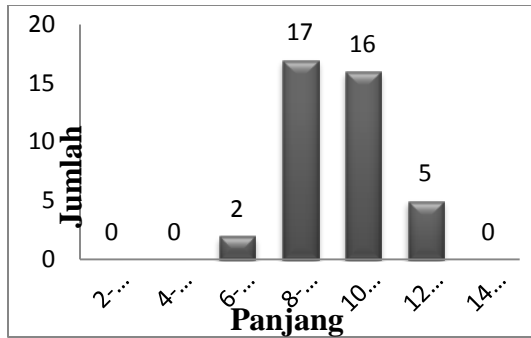
Selatan dan di perairan Bahoi Minahasa Utara.

Berdasarkan pengukuran panjang cangkang (PC) kerang *P. margaritifera* di desa Bahoi diperoleh 5 ukuran dimana ukuran PC 6 – 7,9 cm sebanyak 16 kerang dan PC 8 – 9,99cm sebanyak 15 kerang. Panjang cangkang (PC) terkecil yang tertangkap adalah 4 – 5,99 cm dan PC terpanjang yaitu 12 – 13,99 cm. Hal ini menunjukkan panjang cangkang (PC) paling banyak ditemukan yaitu Bahoi Minut yaitu 6 – 9,99 cm dan 8 – 9,99 cm. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



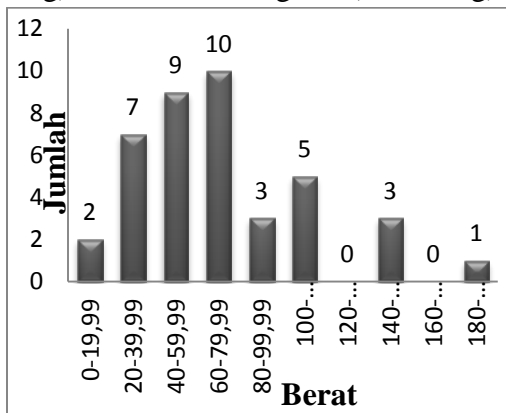
Gambar 3. Histogram panjang cangkang (PC) *P. margaritifera* di perairan desa Bahoi

Pengukuran kerang *P. margaritifera* di perairan desa Arakan diperoleh 4 ukuran panjang cangkang (PC) yang bervariasi yaitu PC 8 – 9,99 cm sebanyak 17 kerang dan PC 10 – 11,99 cm sebanyak 16 kerang. Panjang cangkang (PC) terkecil yang tertangkap adalah 6 – 7,99 cm sebanyak 2 kerang dan PC terpanjang yaitu 12 – 13,99 cm sebanyak 5 kerang. Hal ini menunjukkan panjang cangkang (PC) paling banyak di Arakan Minsel yaitu 8 – 9,99 cm dan 10-11,99. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



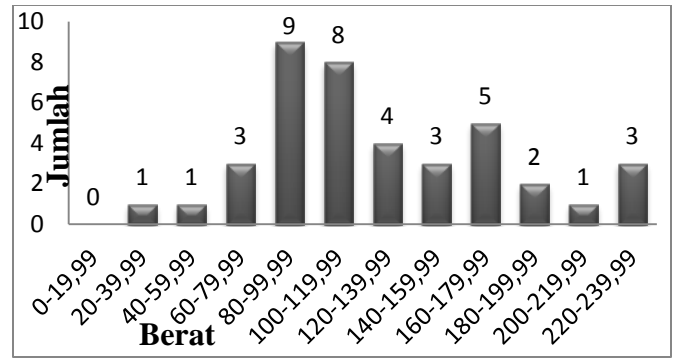
Gambar 4. Histogram ukuran panjang cangkang (PC) *P. margaritifera* di perairan desa Arakan

Data Pengukuran berat total (BT) kerang *P. margaritifera* di perairan Bahoi Minahasa Utara yaitu terbesar 180 – 199,99 gram (1 kerang) dan terkecil 19,99 gram (2 kerang). Sampel kerang yang paling banyak tertangkap berada pada 40 – 59,99 gram (9 kerang) dan 60 – 79,99 gram (10 kerang).



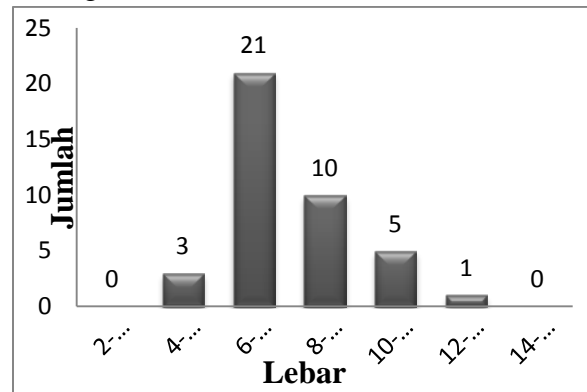
Gambar 5. Histogram berat total (BT) kerang *P. margaritifera* di perairan Bahoi

Berdasarkan data pengukuran berat total (BT) kerang di perairan Arakan Minahasa Selatan yaitu terbesar 220 – 239,99 gram dan terkecil 19,99 gram. Sampel kerang yang paling banyak tertangkap berada pada BT 80 – 99,99 gram (9 kerang) dan BT 100 – 119,99 gram (8 kerang). Hal ini dapat di lihat pada gambar 6.



Gambar 6. Histogram berat (BT) total kerang *P. margaritifera* di perairan Arakan Minahasa Selatan.

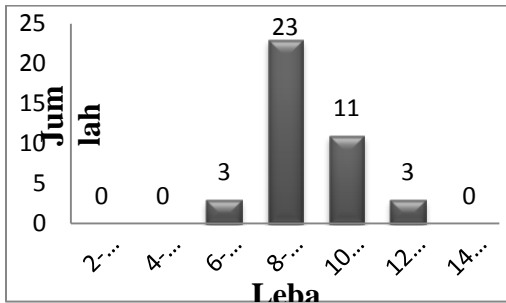
Data pengukuran lebar cangkang (LC) *P. margaritifera* di perairan Bahoi yang telah di ukur secara seksama, maka hasilnya dapat kita lihat pada gambar 8. Hasil pengukuran didapat ukuran LC 6-7,99 cm (21 kerang) yang paling banyak mendominasi, kemudian LC 8-9,99 cm dengan jumlah 10 kerang, kemudian ukuran LC 10-11,99 cm berjumlah 5 kerang, kemudian ukuran 4-5,99 cm berjumlah 3 kerang dan LC yang paling sedikit yaitu pada ukuran 12-13,99 cm berjumlah 1 kerang.



Gambar 7. Histogram lebar cangkang (LC) *P. margaritifera* di perairan Bahoi Minahasa Utara

Hasil perhitungan diperoleh, bahwa pada perairan Arakan paling banyak didominasi oleh ukuran LC 8- 9,99 cm

dengan jumlah 21 kerang. Kemudian diikuti ukuran LC 10-11,99 cm (11 kerang) dan LC 6 – 7,99cm dan LC 12 – 13,99 cm (masing masing 3 kerang). Dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Histogram lebar cangkang (LC) *P. margaritifera* di perairan Arakan Minahasa Selatan

Lokasi perairan desa Bahoi Minahasa Utara dan perairan desa Arakan Minahasa Selatan Provinsi Sulawesi Utara merupakan perairan terbuka yang menghadap ke laut Sulawesi. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa perairan desa Bahoi Minut dan Arakan Minsel memiliki ketersediaan kerang *Pinctada margaritifera* atau sebutan lokal “Bia Kapi kapi”.

Kelimpahan spesies ini di dua tempat (Bahoi dan Arakan) bervariasi dalam ukuran panjang cangkang (PC) , Lebar cangkang (LC), dan berat total (BT) kerang. Ukuran PC 8 -11,99 cm , LC 8 - 9,99 cm dan BT 80 – 99,99 gram mendominasi perairan Arakan sedangkan ukuran PC 6 – 9,99 cm, LC 6 – 7,99 cm dan BT 60 – 79,99 gram mendominasi perairan Bahoi.

Hal ini menunjukkan ketersediaan di alam dari *P. margaritifera* di perairan Arakan mempunyai ukuran panjang cangkang (PC), Lebar cangkang (LC) dan

berat total (BT) kerang lebih besar dibandingkan dengan di perairan Bahoi. Hasil ini dapat diketahui bahwa spesies kerang *P. margaritifera* pada lokasi yang berbeda memiliki pertumbuhan yang berbeda.

Menurut Chan (1949), pertumbuhan kerang biasanya dilihat dari peningkatan ukuran cangkang yang dapat diukur dari berat, lebar, panjang, lebar, panjang garis engsel (hinge ligamen). Sisilia (2000) pertumbuhan kerang diindikasikan oleh pertumbuhan cangkang.

Menurut Padwa *dkk* (2015), pertumbuhan adalah peningkatan ukuran panjang dan berat dalam waktu tertentu. Laju pertumbuhan dipengaruhi oleh makanan, temperatur lingkungan, umur dan kandungan zat hara perairan. Berdasarkan hal tersebut maka perbedaan pertumbuhan kerang *P. margaritifera* di dua lokasi penelitian yang berbeda disebabkan karena ketersediaan makanan, temperatur dan zat hara perairan. Faktor lingkungan yang berpengaruh pada pertumbuhan kerang mutiara.

Selain itu pertumbuhan kerang dan kelangsungan hidup di alam mengandalkan keberadaan dan ketersediaan plankton di perairan sebagai sumber makanan. Hal ini berkaitan dengan kesuburan perairan yang menopang pertumbuhan dan kelangsungan hidup kerang di alam.

Keberhasilan dalam usaha budidaya kerang mutiara harus ditunjang oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan usaha budidaya adalah pemilihan lokasi yang tepat. Lokasi harus memenuhi syarat teknis seperti kualitas air, kesuburan perairan, sumber

benih dan induk, sarana penunjang keamanan, pasar dan transportasi (Fathurrahman dan Aunurohim, 2014). Ketersediaan benih dan induk kerang dari alam baik jumlah dan ukuran secara kontinyu merupakan faktor penentu kelangsungan usaha budidaya. Perairan Arakan Minsel dan Bahoi Minut Provinsi Sulawesi Utara mempunyai kelimpahan benih/induk kerang *P. margaritifera* yang bervariasi dari ukuran panjang cangkang (PC), Lebar cangkang (LC) dan berat total (BT) kerang. Ketersediaan benih dan induk pada daerah-daerah tersebut sebagai salah satu alternative/faktor keberhasilan usaha budidaya.

Parameter Kualitas Air

Suhu memegang peranan penting dalam aktivitas biofisiologis kerang mutiara dalam air. Menurut Chan (1949) suhu yang baik untuk kelangsungan hidup kerang mutiara berkisar antara 20°C-30°C. Sedangkan menurut Dhoe, *dkk* (1993), suhu air pada kisaran 27°C-31°C dianggap cukup layak untuk kehidupan *Pinctada margaritifera*. Suhu air sangat berperan dalam mengendalikan proses metabolisme. Namun perubahan suhu walaupun kecil selama pemeliharaan larva dapat mengakibatkan kematian. Suhu antara 24°C - 30°C, *Pinctada margaritifera* sangat aktif melakukan kegiatan metabolisme, sedangkan pada suhu 18°C -20°C tidak aktif lagi.

Hasil penelitian ini menunjukkan kisaran suhu yang ideal untuk pertumbuhan kerang dan kelangsungan hidup kerang di kedua lokasi. hal ini menyebabkan lokasi tersebut baik untuk perkembangan kerang. Kisaran tersebut menurut Dhoe *dkk.* (2001),

layak untuk mengembangkan budidaya kerang mutiara *P. margaritifera*.

Oksigen terlarut adalah gas oksigen yang larut dalam air. Oksigen terlarut dalam perairan merupakan faktor penting sebagai metabolisme untuk tumbuh dan berkembang biak. Sumber oksigen dalam air berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer, arus, aliran air atau tetesan air hujan serta aktivitas tumbuhan air dan fitoplankton (Novonty, 1994). Bagi organisme akuatik yang dibudidayakan, oksigen terlarut dapat menjadi faktor pembatas kelangsungan hidup, perkembangan dan pertumbuhan. Menurut Winanto (2004), kerang dapat hidup dengan baik pada perairan dengan kandungan oksigen terlarut berkisar antara 5,20 – 6,60 mg/l.

Menurut Anonimous (2004), Baku Mutu Air Laut untuk biota perairan yang mengacu pada KepMen. LH. No. 51 Tahun 2004 kandungan DO yang layak yaitu >5. Pengukuran oksigen terlarut di perairan desa Bahoi yaitu; 7,65 mg/l dan di desa Arakan yaitu; 6,4 mg/l. Dari hasil penelitian menunjukkan kedua lokasi tersebut menunjukkan kandungan oksigen terlarut yang baik dan dalam kisaran DO untuk budidaya.

Derajat keasamaan atau pH untuk kehidupan kerang berkisar antara 7,8-8,6 (Matsui 1960 dalam Winanto,2009), sedangkan pada pH 7,9-8,2 kerang dapat berkembang baik dan tumbuh dengan baik. Menurut Mahadevan and Nayar (1974) dalam Winanto (2009), pada prinsipnya habitat kerang berada pada perairan dengan pH lebih rendah dari 6,75. Kerang tidak akan bereproduksi kembali bila pH lebih tinggi dari 9,00. Hasil Pengukuran pH di

perairan Bahoi dan Arakan ideal dan masih layak untuk kelangsungan hidup *P. margaritifera*.

Kerang mutiara lebih menyukai hidup pada salinitas yang tinggi. Kerang mutiara dapat hidup pada salinitas 24 ppt dan 50 ppt untuk jangka waktu yang pendek, yaitu 2-3 hari (Susilowati, 2008). Salinitas air laut mempengaruhi penyebaran hewan bentos seperti bivalva, karena organisme laut hanya dapat bertoleransi terhadap perubahan salinitas yang kecil dan perlahan. Menurut penelitian Doudori *et al.* (1999), salinitas yang baik untuk pertumbuhan optimal tiram mutiara *P. margaritifera* berkisar antara 27–32‰. Aspek salinitas kedua lokasi perairan tersebut layak untuk pengembangan budidaya *P. margaritifera*.

Kecerahan air akan berpengaruh pada fungsi dan struktur invertebrata dalam air. Lama penyinaran akan berpengaruh pada proses pembukaan dan penutupan cangkang. Cangkang tiram akan terbuka sedikit apabila ada cahaya dan terbuka lebar apabila keadaan gelap. Kecerahan perairan untuk budidaya kerang mutiara berkisar antara 15–25 m (Tarwiyah 2001). Menurut Sutaman (2000), untuk pemeliharaan kerang mutiara sebaiknya kecerahan air antara 4,5-6,5 meter. Jika kisaran melebihi batas tersebut, maka proses pemeliharaan akan sulit dilakukan. Hasil pengukuran menunjukkan kecerahan di kedua lokasi tersebut baik untuk dikembangkan usaha budidaya kerang *P. margaritifera*.

Arus yang kuat mendorong pertumbuhan kerang *P. margaritifera* (Galtsoff 1933). Selain itu, pada arus yang kuat biasanya pembentukan lapisan mutiara lebih cepat terjadi, namun kualitas mutiara

yang dihasilkan kurang baik atau kasar (Harramain, 2005). Kecepatan arus yang optimal untuk budidaya kerang mutiara berkisar antara 15 - 25 cm/detik (DKP, 2002). Berdasarkan Baku Mutu Air Laut untuk biota perairan yang mengacu pada KepMen. LH. No. 51 Tahun 2004 untuk kecepatan arus yang diinginkan adalah 20-30 cm/det dan yang dibolehkan 1-19 cm/det. Kecepatan arus di perairan Bahoi yaitu 11, 5 cm/det dan di perairan Arakan 4,5 cm/det layak untuk pengembangan lokasi budidaya kerang mutiara *P. margaritifera*.

KESIMPULAN

1. Kelimpahan species *Pinctada margaritifera* di dua tempat (Bahoi dan Arakan) bervariasi dalam ukuran panjang cangkang (PC) , Lebar cangkang (LC), dan berat total (BT) kerang. Ukuran PC 8 – 11,99 cm , LC 8 – 9,99 cm dan BT 80 – 99,99 gram mendominasi perairan Arakan sedangkan ukuran PC 6 – 9,99 cm, LC 6 – 7,99 cm dan BT 60 – 79,99 gram mendominasi perairan Bahoi. *P. margaritifera* di perairan Arakan mempunyai ukuran panjang cangkang (PC), Lebar cangkang (LC) dan berat total (BT) kerang lebih besar dibandingkan dengan di perairan Bahoi. Kerang *P. margaritifera* yang sama pada lokasi yang berbeda memiliki pertumbuhan yang berbeda.
2. Kondisi Paramater kualitas perairan Desa Bahoi Minahasa Utara dan perairan Arakan inahasa Selatan saat ini masih layak untuk pengembangan usaha budidaya kerang mutiara.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Affandi R, Safei DS, Rahardjo MF, Sulistiono. 1992. Iktiologi : suatu pedomankerja laboratorium. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas. Ilmu Hayat. Bogor. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bengen DG. 2004. Sinopsis “ekosistem dan sumberdaya alam pesisir dan laut serta prinsip pengelolaannya”. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan laut Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID)
- _____ 2009. Ekosistem dan Sumberdaya Pesisir dan Laut serta Pengelolaan secara Terpadu dan Berkelanjutan. Institut Pertanian Bogor.
- Yanis B, Ngangi ELA. 2014. *Kondisi Lingkungan Perairan Budi Daya Rumput Laut di Desa Arakan, Kabupaten Minahasa Selatan*. FPIK UNSRAT. Manado.
- Cahn A. 1949. Pearl culture in Japan. United States Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. Fishery leaflet 357: 1-91.
- Dharma B. 1988. Siput dan Kerang Indonesia. PT Sarana Graha. Jakarta.
- Dhoe SB, Supriya, Juliaty E, 2001. Biologi Tiram Mutiara: Juknis Pemeliharaan Tiram Mutiara (*Pinctada maxima*). BBL Lampung, Lampung. Hal: 2-12
- DKP. Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. 2002. *Modul Sosialisasi dan Orientasi Penataan Ruang Laut, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil*. Ditjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Edisi Tahun 2002. Departemen Kelautan dan Perikanan RI. Jakarta.
- Doroudi MS, Southgate PC, Mayer RJ. 1999. The combined effect of temperature and salinity on embryos and larvae of the black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (L.), *Aquaculture.Res*
- Fathurrahman, Aunurohim. 2014. Kajian Komposisi Fitoplankton dan Hubungannya dengan Lokasi Budidaya Kerang Mutiara (*Pinctada Maxima*) di Perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- Galtsoff PS. 1933. Pearl and Kernes reef, Hawaii: hydrographical and biological observations. Bull. Bishop Mus. Honolulu 107: 3-49.
- Gofur A. 2003. Pengaruh pemberian tepung kupang (*Musculita senhausia*) dalam pakan terhadap produktivitas dan kandungan logam berat dalam daging itik mojosari. Jurnal Biosains Pascasarjana 5(2)
- Manembu SI, Ngangi ELA. 2016. *Identifikasi lingkungan perairan untuk budi daya karang hias di desa Arakan Kabupaten Minahasa Selatan*. FPIK UNSRAT. Manado.
- Muhammad F. 2017. *Kajian Ekologi Ekosistem Lamun Sebagai Dasar Penyusunan Strategi Pengelolaan Pesisir Di Desa Baho Sulawesi Utara*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nayar NK, Mahadevan S. 1987. Ecology of pearl, oyster beds. Bull. Cent. Mar. Fish. Res. Inst. 39: 29-36.
- Novonty, Olem H. 1994. Water Quality, Preventin, Identification And Management Of Diffuse Polution, Vannostran Reinhold, New York.

- Padwa M, Kalesaran OJ, Lumenta C. 2015. Pertumbuhan Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) dengan Perbedaan Substrat: Jurnal Budidaya Perairan UNSRAT. Manado.
- Patty W. 2008 Analisa Beberapa Faktor Lingkungan Perairan Pantai Sekitar Hutan Mangrove Desa Bahoi Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Pacific Journal. Dewan Riset Daerah Provinsi Sulawesi
- Poernomo SH. 2010. Mengangkat mutiara yang terbenam. Majalah Samudra. Edisi 10 (diakses 12 november 2017).
- Sisilia. 2000. Pertumbuhan Cangkang Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) Pada Kedalaman Yang Berbeda di Teluk Hurun. Lampung Selatan. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan. IPB.
- Schaduw LNW, Ngangi ELA, Mudeng JD. 2013. *Kesesuaian lahan budidaya rumput laut di Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara: Aquatic Science & Management*, Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi.
- Sunaryanto. 2001. pengembangan teknologi budidaya: Permasalahan dan kebijakan. BPPT. Jakarta 2001.
- Susilowati R. 2008. Keragaman Genetik Populasi Tiram Mutiara (*Pinctada margaritifera*) Berdasarkan Analisis DNA Mitokondria. IPB. Bogor
- Sutaman. 2000. Tiram Mutiara: Teknik Budidaya & Proses Pembuatan Mutiara. Cetakan kedua. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Tarwiyah. 2001. *Teknik Budidaya Laut Tiram Mutiara di Indonesia*. Online : <http://www.smeccda.com/TTG/CD%20teknologi2004>. Diunduh 18 November 2017
- Winanto. 2004. "Memproduksi Benih Tiram Mutiara". Depok.:s Penebar Swadaya.
- Winanto T. 2009. Kajian Perkembangan Larva dan pertumbuhan Spat Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) (jameson) pada kondisi lingkungan pemeliharaan berbeda. IPB. Bogor.
- Yukihira H, Lucas JS, and D.W. Klumpp. 2000. Comparative effects of temperature on suspension feeding and energy budgets of the pearl oysters *Pinctada margaritifera* and *P. Maxima*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 195: 179-188. Saville-Kent, W. 1893. Pearl and pearl-shell fisheries, p. 204-224. *In The Great Barrier Reef of Australia: its products and potentialities*. W.H. Men & Co., London
- Yunitha A, Yusli W, Fredinan Y. 2014. *Diameter Substrat dan Jenis Lamun di Pesisir Bahoi Minahasa Utara: Sebuah Analisis Korelasi*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI).