



ANALISIS KONDISI LINGKUNGAN PADA KAWASAN REHABILITASI MANGROVE DI KOTA SEMARANG

Hilda Yuli Hermayanti ^{*)}, Ria Azizah T.N., Nirwani Soenardjo

*Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas
Diponegoro Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698*

Email : Journalmarineresearch@gmail.com

A B S T R A K

Keberadaan hutan mangrove, khususnya di Kota Semarang sangat rentan terhadap berbagai macam kerusakan yang ditimbulkan akibat erosi, abrasi dan konversi lahan, sehingga perlu dilakukan upaya rehabilitasi untuk memulihkan kembali kondisi hutan mangrove. Kegiatan rehabilitasi memang sudah dilakukan, tetapi tingkat keberhasilan di tiap kawasan memiliki perbedaan yang cukup bervariasi tergantung dari kondisi lingkungan setempat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-Desember 2013 di kawasan rehabilitasi mangrove Kelurahan Karanganyar dan Pantai Maron Kelurahan Tambakharjo, Semarang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan perairan di kawasan rehabilitasi mangrove Kelurahan Karanganyar dan Pantai Maron Kelurahan Tambakharjo, Semarang sesuai bagi kehidupan mangrove. Hal ini terlihat dari sebagian besar parameter lingkungan perairan yang masih berada dalam batas kisaran optimum bagi kehidupan mangrove.

Kata Kunci: Kondisi Lingkungan Perairan, Rehabilitasi, Mangrove

A B S T R A C T

The existence of mangrove swamps, particularly in Semarang City is highly vulnerable to various kinds of damage caused by erosion, abrasion, and land conversion, so that rehabilitation efforts should be made to restore condition of mangrove swamps. The rehabilitation activities is already done but the success rate in each region has a considerable difference varies depending on local environment conditions. This study was conducted on October-December 2013 on mangrove rehabilitation area in Karanganyar Village and Maron Beach Tambakharjo Village, Semarang. This study using case study method. The results of this study indicate that water environmental conditions on mangrove rehabilitation area in Karanganyar Village and Maron Beach Tambakharjo Village, Semarang are suitable for mangrove life. This can be seen from most of aquatic parameters is within an optimum range for mangrove life.

Keywords: Water Environmental Condition, Rehabilitation, Mangrove

^{*)} Penulis penanggung jawab



PENDAHULUAN

Mangrove adalah jenis tumbuhan yang dapat hidup membentuk suatu komunitas dan memiliki kemampuan untuk tumbuh di daerah pasang surut. Sebagai salah satu ekosistem pesisir, hutan mangrove mempunyai berbagai macam fungsi seperti fungsi fisik dan ekologis. Fungsi fisik hutan mangrove yaitu menahan hempasan ombak saat terjadi badai angin taufan atau tsunami sehingga keberadaan pantai dapat terjaga dan terlindungi, sedangkan fungsi ekologis hutan mangrove antara lain sebagai tempat tinggal (*habitat*), tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat pemijahan (*spawning ground*) dan tempat asuhan atau pembesaran (*nursery ground*) bagi aneka biota perairan. Selain itu, hutan mangrove juga memiliki fungsi ekonomis yang penting bagi kehidupan manusia seperti budidaya perikanan, kehutanan dan tempat rekreasi. Saat ini keberadaan hutan mangrove di Kota Semarang sangat rentan terhadap berbagai macam kerusakan, baik yang disebabkan oleh faktor alam seperti erosi dan abrasi maupun faktor aktivitas manusia seperti kegiatan konversi lahan dan reklamasi.

Mengingat pentingnya fungsi hutan mangrove dalam menjaga kestabilan ekosistem pesisir, maka perlu dilakukan upaya rehabilitasi guna memulihkan kondisi hutan mangrove di Kota Semarang yang mulai berkurang. Tingkat keberhasilan rehabilitasi di tiap kawasan berbeda-beda tergantung dari kondisi lingkungan setempat dan jenis spesies yang ditanam. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Field (1998) bahwa keberhasilan rehabilitasi mangrove antar lokasi sulit untuk digeneralisasikan karena hal itu bergantung dari kondisi lingkungan setempat dan kesesuaian pada spesies yang ditanam.

Di kawasan rehabilitasi mangrove Kelurahan Karanganyar terdapat satu area penanaman yang tidak cocok untuk ditumbuhi mangrove jenis *Avicennia marina*, sehingga hal ini menjadi sesuatu yang menarik untuk diteliti. Selain itu, sebagai perbandingan akan diteliti juga kondisi lingkungan pada ekosistem mangrove yang masih berada dalam satu kawasan di Kelurahan Karanganyar dan ekosistem mangrove pada lokasi yang berbeda dengan keadaan mangrove yang lebih rapat yaitu di Pantai Maron, Kelurahan Tambakharjo.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi lingkungan, khususnya kondisi lingkungan perairan seperti salinitas, suhu, pH, DO, amonia, nitrit, nitrat dan fosfat pada kawasan rehabilitasi mangrove di Kelurahan Karanganyar dan Pantai Maron Kelurahan Tambakharjo, Semarang.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian bersama yang terbagi atas beberapa analisis meliputi analisis kondisi lingkungan perairan, analisis kandungan bahan organik dan mineral pada substrat, analisis keberadaan makrozoobenthos, zooplankton, fitoplankton dan perifiton. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-Desember 2013 pada kawasan rehabilitasi mangrove di Kelurahan Karanganyar dan Pantai Maron Kelurahan Tambakharjo. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu studi kasus. Metode penentuan lokasi menggunakan metode *purposive sampling*. Sementara untuk metode pengambilan sampel menggunakan metode *sample surveys method* (Natsir, 1983).

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air. Lokasi dalam penelitian ini terbagi menjadi 3 yakni lokasi KRA 1 yang berada di sebelah timur Sungai Karanganyar dengan

kelulushidupan mangrove *A. marina* 0 %, lokasi KRA 2 yang berada di sebelah utara Sungai Karanganyar dengan kelulushidupan mangrove *A. marina* 51-60 % dan lokasi MRN di Pantai Maron Kelurahan Tambakharjo dengan kelulushidupan mangrove *A. marina* > 60 %. Selengkapnya untuk peta lokasi penelitian di Kelurahan Karanganyar dan Pantai Maron Kelurahan Tambakharjo terdapat pada Lampiran 1. Pengukuran dan pengambilan sampel air dilakukan sebanyak 3 kali dengan selang waktu pengambilan tiap 2 minggu sekali (modifikasi Fajar *et al.*, 2013). Parameter lingkungan perairan yang diamati meliputi salinitas, suhu, pH, DO, amonia, nitrit, nitrat dan fosfat. Uji sampel air dilaksanakan di Balai Laboratorium Kesehatan Semarang. Berikut merupakan tabel metode dan alat yang digunakan untuk menganalisa parameter lingkungan perairan di kawasan rehabilitasi mangrove Kelurahan Karanganyar dan Pantai Maron Kelurahan Tambakharjo, Semarang (Tabel 1).

Tabel 1. Metode Analisa Parameter yang Diukur dan Alat yang Digunakan

Parameter (Satuan)	Tempat/ Metode	Alat
Salinitas (ppt)	<i>In situ</i>	Refraktometer
Suhu (°C)	<i>In situ</i>	Termometer
pH	<i>In situ</i>	pH Meter
DO (mg/l)	<i>In situ</i>	DO Meter
Amonia (mg/l)	Nessler	Spektrofotometri
Nitrit (mg/l)	Diazotasi	Spektrofotometri
Nitrat (mg/l)	Brucin Sulfat	Spektrofotometri
Fosfat (mg/l)	Vanadatmolybdat	Spektrofotometri

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan kondisi lingkungan perairan pada kawasan rehabilitasi mangrove di Kelurahan Karanganyar dan Pantai Maron Kelurahan Tambakharjo disajikan dalam Tabel 2. Secara umum, kondisi lingkungan perairan pada kawasan rehabilitasi mangrove di Kelurahan Karanganyar dan Pantai Maron, Kelurahan Tambakharjo telah mengalami penurunan kualitas. Hal ini diduga terjadi akibat peningkatan kadar amonia dan fosfat sehingga menyebabkan rendahnya kandungan oksigen terlarut di kedua kawasan rehabilitasi tersebut.

Salinitas

Menurut hasil yang tertera dalam Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai salinitas di ketiga lokasi masih berada dalam batas kisaran optimum bagi kehidupan mangrove.

Kadar salinitas di suatu perairan dipengaruhi oleh proses evaporasi, frekuensi penggenangan dan pola sirkulasi air yang tidak berubah/konstan. Menurut Zaky (2012), proses evaporasi di suatu kawasan dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari dan luas area yang terbuka.

Salinitas yang tinggi dapat menyebabkan sistem pertukaran gas pada mangrove melalui jaringan stomata dan non stoma menjadi terbatas (Munns, 2002). Akan tetapi, mangrove merupakan tumbuhan halopita yang dapat beradaptasi dengan kondisi salinitas tinggi. Secara fisiologis, mangrove dapat mengekskresikan ion garam dalam bentuk kristal garam melalui kelenjar garam yang terdapat pada jaringan daun (Giesen *et al.*, 2007).

Suhu

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa nilai suhu di ketiga lokasi masih berada

dalam batas kisaran optimum bagi kehidupan mangrove. Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi proses reproduksi mangrove. Hal tersebut diperkuat oleh pernyataan He *et al.* (2005) bahwa suhu lingkungan dapat berpengaruh pada pertumbuhan biomassa

dan reproduksi mangrove. Sementara itu Annas (2013) menyatakan bahwa suhu dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan pertumbuhan semai mangrove, jika suhu semakin tinggi atau rendah maka tingkat pertumbuhan semai menjadi kurang baik.

Tabel 2. Data Parameter Lingkungan Perairan Pada Kawasan Rehabilitasi Mangrove di Kelurahan Karanganyar dan Pantai Maron, Kelurahan Tambakharjo

Lokasi	Salinitas (ppt)	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	Amonia (mg/l)	Nitrit (mg/l)	Nitrat (mg/l)	Fosfat (mg/l)
KRA 1	30,38 (29,53-30,86)	31,05 (29,43-32,15)	8,02 (7,82-8,17)	3,28** (3,23-3,35)	0,73* (0,7-0,78)	0,01 (0-0,04)	0,07** (0,04-0,13)	0,74* (0,39-0,97)
SD	0,74	1,43	0,18	0,06	0,04	0,02	0,05	0,31
KRA 2	28,31 (26,9-29,5)	30,83 (26,36-33,98)	7,46 (7,17-7,72)	3,67** (3,6-3,81)	0,43* (0,35-0,47)	0,006 (0-0,02)	0,14** (0-0,25)	0,64* (0,51-0,76)
SD	1,31	3,98	0,27	0,11	0,06	0,011	0,12	0,12
MRN	29,51 (27,8-30,43)	30,11 (28,71-31,11)	7,62 (7,32-7,99)	5,23 (4,77-5,23)	0,5* (0,25-0,68)	0,03 (0,03-0,05)	0,09** (0,01-0,21)	0,44* (0,35-0,64)
SD	1,48	1,25	0,33	0,42	0,22	0,011	0,1	0,16
Kisaran Optimum	s/d 34 ^a	28-32 ^a	6-8 ^b	4-5,9 ^c	0,02-0,1 ^d	0,001-0,06 ^d	0,6-0,9 ^c	0,05-0,47 ^c

Keterangan: SD = Standar Deviasi
 *) = Melebihi kisaran optimum
 **) = Di bawah kisaran optimum
 a = KepMen LH No.51/MENLH/2004
 b = Turmudi dan Kristanto, 1999 *dalam* Riyadi dan Aribroto, 1999
 c = Hastuti, 2013
 d = Effendi, 2003

pH (Derajat Keasaman)

Menurut hasil yang tertera dalam Tabel 2, terlihat bahwa nilai pH di ketiga lokasi penelitian masih berada dalam batas kisaran optimum bagi kehidupan mangrove. Mindawati *et al.* (2001) menyatakan bahwa pH 7 merupakan pH air pori yang optimal bagi mangrove untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dalam tanah. pH tanah secara signifikan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman terkait dengan kemunculan elemen esensial seperti P (Fosfor) dan elemen non esensial seperti Al (Aluminium) yang bersifat racun bagi tumbuhan jika konsentrasinya meningkat (Slattery, 1999). Tingkat keasaman pada lingkungan ekosistem akan berdampak negatif terhadap kelangsungan hidup mangrove. Hal ini sejalan dengan

pernyataan Wakushima *et al.* (1994) yakni peningkatan pH pada lingkungan ekosistem mangrove dapat meningkatkan tingkat mortalitas mangrove karena kondisi tanah menjadi basa.

Nilai pH juga berkaitan erat dengan kandungan bahan organik. Proses dekomposisi bahan organik yang berasal dari serasah mangrove akan menghasilkan unsur yang bersifat asam sehingga mengakibatkan kadar pH menurun. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Hastuti (2013) yang menerangkan bahwa proses dekomposisi yang berlangsung dalam ekosistem mangrove akan memproduksi asam-asam organik yang bertanggung jawab terhadap rendahnya kadar pH.

DO (Dissolved Oxygen)

Berdasarkan Tabel 2, nilai kadar DO di lokasi KRA 1 dan KRA 2 kurang dari (di bawah) batas kisaran optimum bagi kehidupan mangrove, sedangkan pada lokasi MRN nilai kadar DO sudah berada dalam batas kisaran optimum bagi kehidupan mangrove. Kadar DO terendah dari ketiga lokasi tersebut berada di lokasi KRA 1 yakni sebesar 3,23-3,35 mg/l. Rendahnya kadar DO pada lokasi KRA 1 diduga akibat pemakaian oksigen dalam jumlah besar yang digunakan untuk proses metabolisme dan respirasi, serta oksidasi senyawa amonia menjadi nitrat melalui proses nitrifikasi. Effendi (2003) menjelaskan bahwa nitrifikasi adalah proses oksidasi amonia menjadi nitrat yang berlangsung dalam kondisi aerob. Selain itu, penurunan (depleksi) oksigen terlarut juga berkaitan dengan aktivitas dekomposer dalam menguraikan alga yang mati dan tenggelam ke dasar perairan. Sementara itu untuk kadar DO di lokasi KRA 2 dan MRN lebih bersifat fluktuatif, dimana terdapat keterkaitan antara DO dengan tingkat kerapatan vegetasi mangrove.

Penurunan kadar DO diduga secara signifikan dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan semai *Avicennia*. Hal ini sesuai dengan pernyataan McKee (1996) yang menyebutkan bahwa mangrove jenis *Avicennia* lebih rentan terhadap penyusutan kadar oksigen dibandingkan jenis *Rhizophora*.

Amonia (NH₃)

Kadar amonia di ketiga lokasi berdasarkan Tabel 2 telah melebihi batas kisaran optimum bagi kehidupan mangrove. Dari ketiga lokasi tersebut, kadar amonia tertinggi berada di lokasi KRA 1 yang berkisar antara 0,7-0,78 mg/l. Meningkatnya kadar amonia di lokasi KRA 1 diduga berasal dari sisa-sisa aktivitas metabolisme organisme akuatik.

Selain itu, pemberian pakan ikan yang banyak mengandung protein serta buangan dari limbah domestik dan industri juga dapat meningkatkan kadar amonia di suatu perairan. Effendi (2003) menyatakan bahwa amonia yang tak terionisasi dapat bersifat toksik bagi organisme akuatik. Meningkatnya kadar amonia tak terionisasi sejalan dengan meningkatnya nilai pH dan suhu air. Menurut Novotny dan Olem (1994), pada pH 7 atau kurang maka sebagian besar amonia akan mengalami ionisasi, sebaliknya jika nilai pH lebih besar dari 7 maka amonia tak terionisasi yang bersifat toksik akan semakin banyak jumlahnya. Tingginya kadar amonia juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan kepadatan fitoplankton. Kondisi ini diikuti oleh kematian masal (*die off*) pada fitoplankton sehingga secara langsung akan berpengaruh terhadap kandungan oksigen terlarut.

Nitrit (NO₂)

Menurut hasil Tabel 2, terlihat bahwa kadar nitrit pada ketiga lokasi penelitian belum melebihi batas kisaran optimum bagi kehidupan mangrove. Nitrit merupakan salah satu bentuk senyawa nitrogen yang teroksidasi dan bersifat sementara dari proses oksidasi amonia dan nitrat (Alaerts dan Santika, 1984). Akumulasi nitrit dapat terjadi akibat tidak seimbangannya kecepatan perubahan nitrit menjadi nitrat. Jika kadar oksigen dalam air tinggi maka nitrit akan teroksidasi menjadi nitrat sedangkan jika kadar oksigen rendah maka nitrit akan tereduksi menjadi amonia (Hutagalung dan Rozak, 1997).

Nitrat (NO₃)

Berdasarkan Tabel 2, kadar nitrat pada ketiga lokasi cenderung memiliki nilai yang sangat rendah dari batas kisaran optimum bagi kehidupan



mangrove. Kandungan nutrisi pada ekosistem mangrove tidak hanya berasal dari ekosistem itu sendiri (*autochthonous*), melainkan juga berasal dari lingkungan perairan di sekitarnya (*allochthonous*) seperti sungai atau laut. Nitrogen merupakan salah satu elemen esensial penyusun protein, asam nukleat dan klorofil yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dan reproduksi mangrove (Hastuti, 2013). Penambahan N dapat berdampak terhadap perkembangan diameter batang, tinggi dan jumlah tegakan yang lebih baik (Sanchez, 2005).

Fosfat (PO₄)

Menurut hasil parameter lingkungan perairan yang tertera dalam Tabel 2, terlihat bahwa kadar fosfat di ketiga lokasi penelitian telah melebihi batas kisaran optimum bagi kehidupan mangrove. Dari ketiga lokasi tersebut, kadar fosfat tertinggi berada di lokasi KRA 1 yang berkisar antara 0,39-0,97 mg/l. Tingginya kadar fosfat di lokasi KRA 1 diduga berasal dari limbah pertanian dan domestik seperti pupuk dan deterjen yang masuk melalui aliran Sungai Karanganyar. Senyawa fosfat berperan dalam proses reproduksi sebagai elemen penyusun beberapa gula fosfat yang terlibat dalam proses fotosintesis, respirasi dan metabolisme (Hastuti, 2013). P merupakan salah satu jenis nutrisi penting bagi pertumbuhan semai *Avicennia*, namun di sisi lain peningkatan nutrisi P akan berdampak negatif terhadap pertumbuhan semai karena dapat menyebabkan keasaman pada tanah sehingga mengurangi daya dukung lingkungan bagi pertumbuhan semai (Butterly, 2010).

Berdasarkan seluruh hasil pengamatan kondisi lingkungan perairan pada ketiga lokasi rehabilitasi di atas, sebagian besar nilai parameter lingkungan perairan masih berada dalam batas

kisaran optimum bagi kehidupan mangrove, kecuali untuk kisaran parameter nitrat yang sangat rendah (0-0,25 mg/l) di bawah batas kisaran optimum. Purba (2013) menyatakan bahwa tanaman yang mengalami kekurangan unsur N, maka pertumbuhannya akan menjadi lambat dan kerdil serta perkembangan buahnya menjadi tidak sempurna atau tidak baik.

Selain kondisi lingkungan, kehidupan mangrove juga dipengaruhi oleh faktor pemangsa. Hama yang biasanya sering menyerang tanaman mangrove adalah kepiting. Berdasarkan hasil penelitian Mentarijuita (2014) mengenai analisis keberadaan makrozoobenthos di kawasan rehabilitasi mangrove Kelurahan Karanganyar dan Pantai Maron Kelurahan Tambakharjo, terlihat bahwa kelimpahan kepiting *Episesarma* sp pada lokasi KRA 1 paling banyak ditemukan dibandingkan lokasi KRA 2 dan MRN hingga mencapai 314 m²/ha. Sementara di lokasi KRA 2 dan MRN kelimpahan kepiting *Episesarma* sp masing-masing hanya berkisar antara 193 m²/ha dan 163 m²/ha. Smith (1987) menyatakan bahwa kepiting merupakan predator bibit mangrove yang signifikan dan dapat mempengaruhi distribusi spesies pada hutan mangrove.

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan perairan di kawasan rehabilitasi mangrove Kelurahan Karanganyar dan Pantai Maron Kelurahan Tambakharjo, Semarang sesuai bagi kehidupan mangrove. Hal ini terlihat dari sebagian besar parameter lingkungan perairan yang masih berada dalam batas kisaran optimum bagi kehidupan mangrove.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penelitian ini, khususnya kepada Ir. Ria Azizah T.N., M.Si dan Dra. Nirwani,



M.Si atas seluruh bimbingan dan arahnya selama ini, serta Dr. Rudhi Pribadi dan juga Tim Penelitian Karanganyar 2013 yang telah membantu dan memberikan motivasi hingga akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Annas, N. 2013. Kajian Konservasi Ekosistem Mangrove di Desa Pasar Banggi, Kabupaten Rembang. *J. Marine Research.*, 2 (2): 55-64.
- Alaerts, G. dan Santika, S.S. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Penerbit: Usaha Nasional. Surabaya.
- Butterly, C.J., Baldock dan C. Tang. 2010. Chemical Mechanisms of Soil pH Change by Agricultural Residues. 19th World Congress of SOIL Science, Soil Solutions for a Changing World: 1-6 August 2010. Brisbane, Australia.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit: Kanisius. Yogyakarta.
- Fajar, A., D. Oetama, A. Afu. 2013. Studi Kesesuaian Jenis untuk Perencanaan Rehabilitasi Ekosistem Mangrove di Desa Wawatu Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawe Selatan. *J. Mina Laut Indonesia*, 3 (12): 164-176.
- Field, C. 1998. Rationales and Practices of Mangrove Afforestation. *J. Marine and Freshwater Research* 49: 353-358
- Giesen, W., Stephen, W., Zieren, M. and Scholten, L. 2007. *Mangrove Guide Book for Southeast Asia*. FAO and Wetlands International.
- Hastuti, E.D. 2013. Interaksi Struktur Komunitas Vegetasi Dengan Kualitas Lingkungan di Kawasan Sempadan Pantai Semarang-Demak. (Disertasi). Program Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang. (tidak dipublikasikan).
- He, J.S., K.S. Wolfe-Bellin, F.A. Bazzaz. 2005. Leaf-Level Physiology, Biomass and Reproduction of *Phytolacca Americana* Under Conditions of Elevated CO₂ and Altered Temperature Regimes. *Int. J. Plant Sci.*; 166 (4): 615-622.
- Hutagalung, H.P. dan A. Rozak. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51/MENLH/2004. *Baku Mutu Air Laut*. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta, 9 hlm.
- McKee, K.L. 1996. Growth and Physiological Responses of Mangrove Seedlings to Root Zone Anoxia. *J. Tree Physiology*, 16: 883-889.
- Mentarijuita, R. 2014. *Keberadaan Komunitas Makrozoobenthos Pada Kondisi Ekosistem Mangrove yang Berbeda di Pesisir Semarang*. (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang. (tidak dipublikasikan).
- Mindawati, N., S. Kosasih dan E. Subiandono. 2001. *Pengaruh Konversi Hutan Mangrove Terhadap Kondisi Hara Tanah*.



- Munns, R. 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *J. Plant Cell Environ*, 25: 239-250.
- Natsir, M. 1983. Metode Penelitian. Penerbit: PT. Ghalia Indonesia. Bogor.
- Novotny, V. dan Olem, H. 1994. Water Quality, Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. Van Nostrans Reinhold, New York. 1054 p.
- Purba, L.M. 2013. Pola Pemupukan dan Analisa Kandungan Nitrat Pada Sayur Brokoli di Pertanian Desa Merdeka Kecamatan Merdeka Kabupaten Karo Tahun 2012. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Riyadi, A. dan Adibroto, T.A. 1999. Seawatch Bouy Monitoring and Zoning for Monitoring in Coastal Area Development Plan. Proc. International Seminar on Application of Seawatch Indonesia Information System for Indonesian Marine.
- Sanchez, B.G. 2005. Belowground Productivity of Mangrove Forests in Southwest Florida. Dissertation. Universidad Del Valle, Columbia. 181 p.
- Slattery, W.J., M.K. Conyers dan R.L. Aitken. 1999. Soil pH, Alumunium, Manganase and Lime Requirement, pp: 103-128. In: K.I. Peverill, L.A. Sparrow & D.J. Reuter (eds.) Soil Analysis: An Interpretation Manual. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- Smith, T.J. 1987. Seed Predation In Relation to Tree Dominance and Distribution In Mangrove Forests. *J. Ecology*, 68:266-273.
- Wakushima, S., S. Kuraishi, N. Sakurai, K. Supappibul and Siripatanadllok. 1994. Stable Soil pH of Thai Mangroves in Dry and Rainy Seasons and Its Relation to Zonal Distribution of Mangroves. *J. Plant Research*, 107 (1): 47-52.
- Zaky, A.R. 2012. Kajian Kondisi Lahan Mangrove di Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak dan Kelurahan Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang. (tidak dipublikasikan).

Lampiran 1. Peta Lokasi Penelitian di Kelurahan Karanganyar dan Pantai Maron, Kelurahan Tambakharjo

