

PENERAPAN TEKNOLOGI REHABILITASI DAN PENINGKATAN KAPASITAS MASYARAKAT PESISIR UNTUK MENUNJANG PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN DI DESA TAMBAKBULUSAN, KABUPATEN DEMAK

Denny Nugroho Sugianto^{1,6}, Ambariyanto^{2,6}, Erni Setyowati³, Diana Nur Afifa^{4,6}, Dessy Ariyanti^{5,6}, Elinna Putri Handayani⁶

¹Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

²Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

³Departemen Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

⁴Departemen Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

⁵Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

⁶SDGs Center, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, S. H. Tembalang, Semarang 50275

Email: dennynugroho@live.undip.ac.id

Abstrak

Wilayah Kabupaten Demak mengalami abrasi parah dalam beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2002 tercatat 145,50 hektar pantai di Demak terkikis oleh abrasi, kerusakan pantai itu makin melonjak lima kali lipat pada 2005, yakni mencapai 758,30 hektar, dan pada tahun 2014 mencapai 2.073,65 hektar, dan tahun 2019 mencapai lebih dari 3.000 ha. Beberapa faktor penyebab abrasi yaitu *land subsidence*, kerusakan hutan mangrove, perubahan pola hidrodinamika, serta akibat adanya pengaruh perubahan iklim. Masyarakat yang ada di Desa Tambakbulusan merupakan pihak yang terkena dampak akibat kerusakan pantai, degradasi lingkungan serta adanya banjir pasang air laut (*rob*). Selain karena kondisi lingkungan yang terus menurun tiap tahunnya, ketidakmampuan masyarakat untuk terus beradaptasi dalam segi fisik, sosial, dan ekonomi merupakan masalah yang harus segera ditanggulangi. Oleh karena itu, diperlukan peran serta perguruan tinggi Universitas Diponegoro untuk membantu masyarakat dalam penanganan permasalahan tersebut melalui penerapan teknologi rehabilitasi dan peningkatan kapasitas masyarakat pesisir untuk menunjang pembangunan berkelanjutan di Desa Tambakbulusan, Kabupaten Demak.

Kata kunci: ekosistem mangrove, kerusakan pantai, mitigasi bencana, struktur rehabilitasi

1. PENDAHULUAN

Wilayah pantai merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, seperti kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian, perikanan, pariwisata, dan sebagainya. Adanya berbagai kegiatan tersebut dapat menimbulkan peningkatan kebutuhan akan lahan, prasarana, dan sebagainya, yang selanjutnya akan mengakibatkan timbulnya masalah-masalah baru yaitu erosi pantai (Triatmodjo, 1999).

Berdasarkan data Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) Jawa Tengah tahun 2008 bahwa Kecamatan Sayung, Demak mengalami erosi cukup parah dalam beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2002 tercatat 145,50 hektar pantai di Demak terkikis oleh abrasi, kerusakan pantai itu makin melonjak lima kali lipat pada 2005, yakni mencapai 758,30 hektar, dan pada tahun 2014 mencapai 2.073,65 hektar. Beberapa faktor penyebab erosi yaitu *land subsidence*, kerusakan hutan mangrove, dan perubahan pola hidrodinamika (Pratikno dan Handayani, 2014). Salah satu desa pesisir di Provinsi Jawa Tengah yang mengalami kerusakan di wilayah pesisir adalah Desa Tambakbulusan, Kecamatan Karangtengah, Kabupaten Demak dengan luas wilayah Desa Tambakbulusan sebesar 470.047 Ha. Desa Tambakbulusan di dominasi oleh penggunaan lahan tambak sebesar 89%. Hal ini sesuai dengan karakteristik lahan Desa Tambakbulusan, yaitu lahan dengan topografi yang bentuknya relatif datar dan berelevasi rendah, ekosistem *mangrove* yang mendukung budidaya perikanan, dan kualitas air maupun pasang surut yang mendukung usaha budidaya di wilayah pesisir.

Pada saat ini, tingkat kerusakan lingkungan yang mengancam wilayah pesisir amatlah tinggi. Menurut hasil studi yang dilakukan oleh Bappeda Provinsi Jawa Tengah tahun 2019, diperoleh luas *mangrove* di pesisir Jawa Tengah sebesar 12.226 ha dimana 96,9% diantaranya berada dalam kondisi rusak (DKP, 2019). Kerusakan ekosistem *mangrove* tersebut perlu diatasi secara komprehensif dan terintegrasi antara berbagai pemangku kepentingan dan sektor terkait agar tidak berdampak pada semakin meluasnya kerusakan pada ekosistem dan lingkungan pesisir lain disekitarnya.

Kegiatan mitigasi erosi pantai dengan teknologi rehabilitasi wilayah pesisir dengan menggunakan teknik “guludan” dan rehabilitasi ekosistem *mangrove* merupakan upaya peningkatan ketangguhan kawasan pesisir dari aspek fisik yang menyebabkan kemunduran atau berkurangnya fungsi pesisir tersebut. Dalam konsep rehabilitasi wilayah pesisir teknik guludan, upaya yang dilakukan adalah menggabungkan ilmu rekayasa fisik dan proses alamiah sehingga menghasilkan solusi yang lebih mampu beradaptasi dengan perubahan keadaan untuk mengatasi erosi pantai. Teknik guludan merupakan konsep inovatif pembangunan yang berusaha bekerjasama dengan alam (*building with nature*) untuk mengembalikan proses hilangnya sedimen sehingga rehabilitasi dapat dilakukan dan kembalinya fungsi ekosistem secara baik.

Konsep membangun bersama alam merupakan pendekatan rekayasa pantai sebagai salah satu solusi permasalahan erosi yang berkelanjutan (De Vriend 2015). Diantaranya dengan penggunaan *mangrove* sebagai pengaman pantai dari bencana erosi telah banyak digunakan di dunia (Gedan et al. 2011; Bao. 2011), di samping penggunaan struktur masif yang terbuat dari beton atau tumpukan batuan. Dalam rangka untuk mengatasi erosi dan menunjang *sustainability* tanggul maka di luar tanggul akan dilaksanakan *mangrove replanting* dalam skema program rehabilitasi wilayah pesisir. Cukup banyak penelitian dilakukan untuk menguji keefektifan *mangrove* sebagai proteksi pantai seperti diuraikan pada Hashim et al. 2013; Yuanita et al. 2019; Yuanita et al. 2020. Namun penggunaan *mangroves* sebagai pelindung pantai memiliki keterbatasan terkait dengan hidro-osenografi (Khazali. 1999; Lovelock et al. 2005). Oleh karena itu, diperlukan analisis hidrodinamika dan geospasial untuk mendukung rencana rehabilitasi wilayah pesisir untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Integrasi analisis hidrodinamika (Sugianto, et al., 2020; Sugianto, et al., 2019) dan geospasial adalah aplikasi model yang saling melengkapi untuk mengkaji dinamika pantai dan bencana erosi atau abrasi pantai (Sugianto, et al., 2020) untuk penentuan bentuk perlindungan pantai yang efektif (Sugianto, et al., 2020; Sugianto, et al., 2019;), perencanaan dan pengembangan kawasan restorasi *mangrove*. Bangunan pelindung pantai yang efektif dan berfungsi sebagai perangkap sediment untuk tumbuhnya *mangrove* (Suripin, et al., 2017a; Suripin, et al., 2017b; Suripin, et al., 2017c, Sugianto, et al., 2019; Sugianto, et al., 2020) menjadi dasar dalam desain konstruksi teknologi rehabilitasi wilayah pesisir.

Masyarakat yang ada di Desa Tambakbulusan merupakan pihak yang terkena dampak akibat kerusakan pantai, degradasi lingkungan serta adanya banjir pasang air laut (rob). Selain karena kondisi lingkungan yang terus menurun tiap tahunnya, ketidakmampuan masyarakat untuk terus beradaptasi dalam segi fisik, sosial, dan ekonomi merupakan masalah yang harus segera ditanggulangi. Oleh karena itu, diperlukan peran serta perguruan tinggi untuk membantu masyarakat dalam penanganan permasalahan tersebut melalui penerapan teknologi rehabilitasi dan peningkatan kapasitas masyarakat pesisir desa binaan Undip untuk menunjang pembangunan berkelanjutan di Desa Tambakbulusan, Kabupaten Demak.

Sustainable Development Goals (SDGs) atau Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) merupakan kesepakatan pembangunan global yang disepakati guna mengakhiri kemiskinan, mengurangi kesenjangan dan melindungi lingkungan. Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) membutuhkan sinergi dan tindakan kolaboratif antar sektor baik pemerintah, akademisi, dan masyarakat. Penerapan iptek kepada masyarakat dipandang sebagai salah satu aktor kunci dalam pencapaian SDGs. Salah satu upaya untuk mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) adalah dengan mewujudkan masyarakat yang tangguh terhadap bencana pesisir di Desa Tambakbulusan, Kecamatan Karangtengah, Kabupaten Demak.

2. METODE PENGABDIAN

2.1 Teknologi Rehabilitasi Wilayah Pesisir

Teknologi rehabilitasi wilayah pesisir menerapkan prinsip teknik “Guludan” untuk penanaman *mangrove*. Teknik Guludan merupakan teknik membentuk area tertentu untuk ditanami *mangrove* yang dibatasi oleh tonggak bambu. Pembuatan Guludan menggunakan bahan lokal, yaitu tanah mineral dari daerah setempat yang per petak ukurannya 1,5 x 2 meter. Teknik guludan ini pada dasarnya terdiri atas 3 (tiga) tahapan, yaitu : (1) pembuatan konstruksi guludan berukuran lebar 4 sampai 5 meter, panjang 6 sampai 10 meter, dan tingginya sesuai dengan kedalaman air; (2) pengurangan guludan dengan karung tanah di bagian bawah yang ditutupi oleh tanah curah setebal 30 sampai 50 cm di bagian atasnya sebagai media tumbuh; dan (3) penanaman bibit *mangrove* dengan jarak tanam rapat (0,25 x 0,25 m), sedang (0,5 x 0,5 m), dan jarang (1 x 1 m).

2.2 Model Pengembangan Pengembangan Desa Pesisir Tangguh Bencana (PDPTB)

Model Pengembangan Desa Pesisir Tangguh Bencana (PDPTB) di Desa Tambakbulusan, Kecamatan Karangtengah, Kabupaten Demak yang terdiri atas tiga bagian, yaitu: (1) rencana pengembangan desa pesisir; (2) penguatan kapasitas kelembagaan; dan (3) pencapaian kegiatan sebagai tujuan PDPTB. Untuk rencana pengembangan desa pesisir dilakukan dengan menggunakan kombinasi pendekatan *top down* dan *bottom up*.

Pendekatan *top down* berdasarkan Rencana Strategis Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (WP3K) di Provinsi Jawa Tengah (yang mencakup Kab. Demak), Rencana Tata Ruang Wilayah kabupaten/kota, Rencana Zonasi WP3K di Provinsi Jawa Tengah (yang mencakup Kab. Demak), Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD), Rencana Pengelolaan WP3K di Provinsi Jawa Tengah (yang mencakup Kab. Demak), dan Rencana Aksi Pengelolaan WP3K di Provinsi Jawa Tengah (yang mencakup Kab. Demak). Sedangkan pendekatan *bottom up* dimana penyusunan profil dan rencana masyarakat desa berdasarkan masukan masyarakat hasil *Participation Rural Appraisal* (PRA) dan *Focus Group Discussion* (FGD).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Rehabilitasi Wilayah Pesisir Desa Tambakbulusan

Pada dasarnya kegiatan rehabilitasi ekosistem merupakan upaya untuk memulihkan kembali ekosistem yang telah mengalami degradasi. Secara umum, prinsip dasar untuk melakukan rehabilitasi terdiri dari beberapa hal yaitu (1) Mengutamakan rehabilitasi ekologis, (2) Melakukan rehabilitasi dengan benar, (3) Tetap melakukan pendampingan, (4) Perhatikan kaidah jika melakukan rehabilitasi fisik, (5) Hidup lebih akrab dengan ekosistem. Selain itu juga dilakukan sosialisasi tentang teknologi rehabilitasi pesisir untuk penanaman *mangrove* yang bertujuan untuk memberikan edukasi terhadap masyarakat tentang rehabilitasi wilayah pesisir yang perlu dilakukan untuk menjaga kelestarian pesisir di Desa Tambakbulusan, Kabupaten Demak.



Gambar 1. Kegiatan Sosialisasi Kepada Masyarakat Desa Tambakbulusan

Teknologi rehabilitasi pesisir merupakan kombinasi dari adanya bangunan pelindung pantai yang efektif, dan berfungsi sebagai perangkap sedimen untuk tumbuhnya *mangrove*, menjadi dasar dalam desain konstruksi teknologi rehabilitasi wilayah pesisir. Tantangan terbesar dalam program penanaman *mangrove* adalah ketika *mangrove* masih dalam usia muda dan rentan terjadi kerusakan akibat gelombang dan arus yang kuat. Salah satu cara untuk mengatasi masalah rusaknya pohon *mangrove* muda adalah dengan membuat struktur perlindungan sementara. Pembangunan teknologi rehabilitasi wilayah pesisir dengan metode Guludan dengan menggunakan bambu berupa demplot-demplot untuk pemulihan habitat *mangrove* yang membutuhkan pendangkalan sedimen halus. Semakin tinggi tingkat sedimentasinya, maka pemulihan akan lebih cepat. Selain itu, struktur demplot ini juga memberikan perlindungan terhadap vegetasi *mangrove* dari gangguan gelombang dan arus.



Gambar 2. Teknologi Rehabilitasi Mangrove dengan Metode Guludan

Teknik Guludan merupakan teknik membentuk area tertentu untuk ditanami *mangrove* yang dibatasi oleh tonggak bambu. Pembuatan Guludan menggunakan bahan lokal, yaitu tanah mineral dari daerah setempat yang per petak ukurannya 1,5 x 2 meter. Pembangunan teknologi rehabilitasi wilayah pesisir dengan teknik “guludan” ini memungkinkan pemulihan habitat untuk *mangrove* yang membutuhkan pendangkalan sedimen halus dan tingkat sedimentasi yang lebih besar berarti pemulihan lebih cepat. Teknik guludan ini pada dasarnya terdiri atas 3 (tiga) tahapan, yaitu: (1) pembuatan konstruksi guludan berukuran lebar 4 sampai 5 meter, panjang 6 sampai 10 meter, dan tingginya sesuai dengan kedalaman air; (2) pengurugan guludan dengan karung tanah di bagian bawah yang ditutupi oleh tanah curah setebal 30 sampai 50 cm di bagian atasnya sebagai media tumbuh; dan (3) penanaman bibit mangrove dengan jarak tanam rapat (0,25 x 0,25 m), sedang (0,5 x 0,5 m), dan jarang (1 x 1 m).



Gambar 3. (a) Kondisi Awal Pesisir Desa Tambakbulusan Juni 2021, (b) Kondisi Pesisir Desa Tambakbulusan Setelah dilakukan Rehabilitasi dan Perbaikan Hidrologi Desember 2022

3.2 Pengembangan Desa Pesisir Tangguh Bencana (PDPTB) dan Kapasitas Masyarakat

Pengembangan Desa Pesisir Tangguh Bencana (PDPTB) di Desa Tambakbulusan, Kecamatan Karangtengah, Kabupaten Demak merupakan aksi yang menitikberatkan pada *coastal village community* dimana partisipasi komunitas desa pesisir sangat menentukan keberhasilan dan keberlanjutan kegiatan ini. Namun demikian, peran pemerintah (pusat maupun daerah) sebagai fasilitator tidak dapat diabaikan sebagai faktor pendorong untuk mewujudkan desa pesisir yang tangguh.

Desa pesisir memiliki kerentanan ekonomi, sosial, lingkungan, dan fisik. Masyarakat pesisir rentan secara ekonomi, ditandai dengan tingginya tingkat kemiskinan masyarakat pesisir. Pengetahuan masyarakat desa pesisir tentang bencana dan ancaman perubahan iklim di wilayah pesisir masih rendah, demikian pula tingkat kesehatan masyarakat yang rendah, serta rendahnya tingkat kemandirian organisasi sosial desa yang semuanya itu mempertinggi tingkat kerentanan desa pesisir secara sosial.

Pembuatan *database* dan sistem informasi rehabilitasi *mangrove* di pesisir Desa Tambakbulusan, Kabupaten Demak, Jawa Tengah akibat bencana banjir pasang (rob) dan semakin hilangnya garis pantai akibat erosi menjadi hal yang penting untuk dilakukan. Dengan pengembangan sistem informasi tersebut diharapkan masyarakat akan mempunyai kapasitas untuk meningkatkan dan pengembangan teknologi digital dalam

Sugianto, dkk., Penerapan Teknologi Rehabilitasi...

pengelolaan wilayah pesisir, khususnya untuk rehabilitasi *mangrove*. Selain itu, ini juga merupakan upaya dalam membantu peningkatan kemampuan pengetahuan terkait teknologi rehabilitasi pesisir di Desa Tambakbulusan, Kabupaten Demak dalam mitigasi bencana di wilayah pesisir. Hal ini sangat bermanfaat dan membantu warga dalam menjaga kelestarian lingkungan dan ekosistem pesisir.



Gambar 4. Sosialisasi Pembuatan Database dan Sistem Informasi Rehabilitasi Mangrove di Desa Tambakbulusan, Kab. Demak

Kelompok Usaha Bersama (KUB) adalah kelompok penyelenggaraan makanan yang dibentuk oleh beberapa anggota masyarakat berdasarkan hasil kesepakatan bersama guna meningkatkan pendapatan anggota. KUB mempunyai fungsi sebagai wadah pertemuan kerja sama antar anggota kelompok masyarakat dalam rangka meningkatkan kesejahteraan keluarga melalui pengelolaan usaha produksi, pembiayaan, jasa yang dikembangkan bersama, dan berkelanjutan. Desa Tambakbulusan, Kecamatan Karangtengah, Kabupaten Demak mempunyai salah satu KUB pengolahan ikan bandeng yaitu KUB Bintang Laut. Dalam pengembangan kapasitas masyarakat, salah satu upaya yang dilakukan adalah bina usaha yang mencakup peningkatan keterampilan usaha, perluasan mata pencaharian alternatif, pengelolaan bisnis skala kecil, dan penguasaan teknologi.

Informasi nilai gizi atau ING adalah komponen yang tercantum pada kemasan produk pangan yang berupa tulisan, gambar, tabel atau kombinasi berisi informasi kandungan zat gizi dalam suatu produk tersebut. Fungsi pencantuman ING selain memudahkan konsumen melihat kandungan gizi pada produk pangan kemasan juga menjadi bahan pertimbangan konsumen dalam membeli produk pangan kemasan tersebut sesuai kebutuhan yang diinginkan. ING pada kemasan umumnya dicantumkan dalam bentuk tabel berisi informasi takaran saji, jumlah sajian per-kemasan, jenis dan kandungan zat gizi, jumlah dan kandungan zat non-gizi, persentase AKG, dan catatan kaki. Pedoman pencantuman ING pada label pangan diatur dalam Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 26 Tahun 2021 tentang Informasi Nilai Gizi Pada Label Pangan Olahan.

Pelaku usaha dalam hal ini KUB yang memproduksi atau mengedarkan pangan olahan wajib mencantumkan ING pada label kemasan produk pangan. Produk-produk olahan perikanan KUB Bintang Laut Desa Tambakbulusan, Kecamatan Karangtengah, Demak telah menggunakan kemasan primer plastik vakum dan kemasan sekunder *box* berlogo, namun belum mencantumkan informasi nilai gizi pada kemasannya. Berdasarkan tantangan untuk terus meningkatkan kepercayaan konsumen dan meningkatkan daya saing pangan produk olahan ikan KUB dan masih terbatasnya informasi masyarakat awam terkait ING sehingga dilakukan praktik penyusunan informasi nilai gizi produk olahan perikanan di KUB Bintang Laut.



Gambar 5. Praktik Penyusunan Informasi Nilai Gizi Produk Olahan Perikanan di KUB Bintang Laut

4. SIMPULAN

Untuk mewujudkan masyarakat yang tangguh terhadap bencana pesisir di Desa Tambakbulusan, Kabupaten Demak, maka peran perguruan tinggi sangat penting khususnya sebagai fasilitator dan faktor pendorong untuk mewujudkan desa pesisir yang tangguh terhadap bencana pesisir. Untuk itu diperlukan bina program yang berorientasi pada penyelesaian persoalan-persoalan pokok yang dihadapi masyarakat desa atau kelurahan pesisir seperti bina lingkungan dengan menerapkan teknologi rehabilitasi *mangrove*, bina manusia dengan memberikan edukasi kepada masyarakat tentang rehabilitasi wilayah pesisir yang perlu dilakukan dalam menjaga kelestarian pesisir, serta bina usaha untuk meningkatkan keterampilan usaha dan pengelolaan bisnis skala kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada masyarakat Desa Tambakbulusan, Kecamatan Karangtengah, Kabupaten Demak, KUB Bintang Laut Tambakbulusan, KUB Mutiara Glagah Wangi Tambakbulusan, serta Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro yang telah memberikan dukungan pendanaan atas terselenggaranya kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bao, T.Q. (2011). Effect Of Mangrove Forest Structures On Wave Attenuation In Coastal Vietnam. *Oceanologia*, 53, 807–818.
- De Vriend, H.J., M. Van Koningsveld, S.G.J. Aarninkhof, M.B. De Vries, M.J. Baptistahi. (2015). Sustainable Hydraulic Engineering Through Building With Nature. *J. Hydro-Environ*, 159–171.
- Gedan, K.B., M.L. Kirwan, E. Wolanski. (2011). The Present And Future Role Of Coastal Wetland Vegetation In Protecting Shorelines: Answering Recent Challenges To The Paradigm. *Clim. Change* 106, 7–29.
- Hashim, A.M., S.M.P. Catherine. (2013). A Laboratory Study On Wave Reduction By Mangrove Forests, *APCBEE Procedia* 5, 27–32.
- Khazali, M. (1999). *Penanaman Mangrove Bersama Masyarakat, Panduan Teknis (Technical Guidance)*. Wetland International, Bogor, Indonesia.
- Lovelock, C., I. Feller, K. McKee, R. Thompson. (2005). Variation in mangrove forest structure and sediment characteristics in Bocas del Toro Panama. *Caribbean J. Sci.* 41, 456–464.
- Pratikno, N. S. dan W. Handayani. (2014). Pengaruh Genangan Banjir Rob Terhadap Dinamika Sosial Ekonomi Masyarakat Kelurahan Bandarharjo, Semarang. *Jurnal Teknik PWK* 3(2):312-318
- Sugianto, DN., S. Widada, A. Wirastriya, A. Ismanto, R. Hartati, Widianingsih, A. Indarjo, Suripin. (2020). A Framework for Plans Permeable Breakwater Eco-Friendly Building Identification and Characteristics

Sugianto, dkk., Penerapan Teknologi Rehabilitasi...

Materials Construction Study Case at Demak Village. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal* Vol. 5, No. 2, 235-240 (2020). ISSN: 2415-6698.

Sugianto, D.N., Purwanto, G. Handoyo, A. Oktaviani, Kunarso, M. Zainuri, A. Indarjo. (2019). Determination of Submerged Breakwater Location for Coastal Protection in Panjang Island Waters Jepara. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal* Vol. 4, No. 5, 346-351

Suripin, D. N. Sugianto, M. Helmi. (2017a). Mangrove Restoration With Environment Friendly Permeable Breakwater. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences Paper*. Vol. 19 No. 1, 102-107. ISSN : 0972-3005

Suripin, D.N. Sugianto, M. Helmi. (2017b). Coastal restoration with environmentally friendly permeable breakwater. *Advanced Science Letters, Volume 23, Issue 3, March 2017, Pages 2323-2325. Scopus Indexed Journal. American Scientific Publishers. ISSN: 19366612.*

Triatmodjo, Bambang. (1999). *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.

Yuanita, N., A. Kurniawan, H. Setiawan, F. Hasan, M. Khasanah. (2019). Physical Model of Natural Coastal Protection System: Wave Transmission Over Mangrove Seedling Trees. *The 3rd International Water Safety Symposium. J. Coastal Research Special Issue No. 91, Coconut Creek, Florida, pp. 176–180.*

Yuanita, N., A. Kurniawan, M.L.A. Hakim, K.R. Irawan, N.W. Saputra. (2020). Assessing The Performance Of A Geobag Dyke As An Integrated Natural Coastal Protection System. *J. Sustainability Science and Management.*

Yuanita, N., A. Kurniawan, I.M. Nurmansyah, F.M. Rizaldi. (2020). A Physical Model Simulation Of Combination Of A Geo-Bag Dike And Mangrove Vegetation As A Natural Coastal Protection System For The Indonesian Shoreline, *Applied Ocean Research.*