

BENTUK-BENTUK ADAPTASI LINGKUNGAN TERHADAP ABRASI DI KAWASAN PANTAI SIGANDU BATANG

Muhammad Miqdam Shidqi¹ dan Agung Sugiri²

¹Mahasiswa Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email : muhammad.miqdam.shidqi14@pwk.undip.ac.id

Abstrak: Fenomena abrasi tengah dialami oleh kawasan pesisir utara Pulau Jawa. Peningkatan kekuatan arus gelombang laut dan kondisi pantai tanpa penghalang menjadikan abrasi mudah untuk merusak kawasan tersebut. Kawasan Pantai Sigandu merupakan salah satu pesisir di Kabupaten Batang yang mengalami kerusakan parah. Keberadaan obyek wisata tersebut semakin terancam seiring besarnya abrasi yang merusak beberapa fasilitas di dalamnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bentuk-bentuk adaptasi lingkungan terhadap abrasi di kawasan Pantai Sigandu dan mengetahui cara meningkatkannya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode campuran atau mixed method antara kualitatif dan kuantitatif yang dilakukan secara berurutan. Metode pertama adalah kualitatif yang dilakukan dengan mengumpulkan data melalui observasi dan wawancara pada beberapa instansi seperti DKP, Disbudpar, BLH, BPBD, dan Dishub. Wawancara tersebut dilakukan untuk mencari informasi terkait abrasi yang terjadi dan menggali indikator keberhasilan dari masing-masing bentuk adaptasi yang telah dilakukan. Kemudian dilanjutkan dengan metode kuantitatif untuk mendapatkan penilaian masyarakat terkait bentuk-bentuk adaptasi lingkungan yang dilakukan melalui penyebaran kuesioner pada masyarakat. Pada penelitian ini, didapatkan temuan bahwa penyebab tingginya abrasi di kawasan Pantai Sigandu selain disebabkan oleh peningkatan arus gelombang laut adalah karena kondisi pantai yang datar berpasir. Kondisi tersebut menyebabkan gelombang dengan mudah menghantam kawasan pesisir tanpa adanya penghalang. Berdasarkan kondisi tersebut, masyarakat dalam hal ini pelaku usaha mengalami kerugian yang sangat besar akibat fenomena abrasi yang merusak fasilitas dan menurunkan jumlah wisatawan. Berdasarkan hasil penelitian, pemerintah, swasta dan masyarakat melakukan adaptasi lingkungan untuk menanggulangi abrasi seperti dengan melakukan penanaman mangrove, relokasi bangunan, pemasangan batu penghalang, pemasangan trucuk bambu, pemasangan geotube, dan reklamasi pantai. Terdapat beberapa bentuk adaptasi lingkungan yang dapat ditingkatkan yaitu dengan melakukan pemasangan geotube, penanaman mangrove, dan pemasangan batu penghalang.

Kata kunci : adaptasi, abrasi, Pantai Sigandu

Abstract: Abrasion phenomenon is being experienced by the coastal areas of Northern Java Island. An increase in sea wave stream strength, conditions of beach without barrier makes abrasion easy to undermine the area. Sigandu coastal area is one of the coastal area in Batang regency which facing the damage by abrasion. The existence of leading tourism is now being threatened as the high amount of abrasion has damaged several facilities in it. The aim of this study was to determine the type of environmental adaptation to abrasion in Sigandu Coastal areas and know how to improve it. This research is conducted using the mixed method between qualitative and quantitative sequentially. The first method is qualitative with collecting data

from observation and interview to several agencies such as DKP, Disbudpar, BLH, BPBD, and Dishub. The interview is conducted to seek informations regarding the abrasion and gather indicator of success from each type of adaptation which has been done. Then continue to the quantitative method to get the people's appraisal related to the type of environmental adaptation which conducted by spreading questionnaires to the citizen. In this research, there is a finding that the cause of high abrasion in Sigandu coastal area is because of the flat beach and sandy. Those conditions causing the wave easily hit the coastal area without any barrier. Regarding to the condition, people as the businessmen experienced big loss due to the abrasion phenomenon which damaged the facilities and decrease the number of tourists. Based on this research, government, private sector and citizen has done several efforts in order to overcome the abrasion such as planting mangrove, relocation of buildings, installing the barrier stone, installing the bamboo's spears, installing the Geotube, and reclamation. There are several types of environmental adaptation that could be improved is by installing Geotube, mangrove planting, and installing the barrier stone.

Keyword: adaptation, abrasion, Sigandu Coastal Areas

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir merupakan salah satu pusat pertumbuhan ekonomi di Indonesia, sehingga berbagai aktivitas dilakukan di wilayah ini. Wilayah pesisir merupakan suatu wilayah peralihan antara ekosistem daratan dan lautan yang saling berinteraksi dan membentuk suatu kondisi lingkungan atau ekologi yang unik (Dahuri dkk, 2001). Potensi yang dimiliki wilayah pesisir sebagai pusat pertumbuhan ekonomi terus mengalami perubahan dan perkembangan, berbagai aktivitas baru muncul mulai dari sektor perikanan, industri, transportasi, perumahan hingga wisata. Aktivitas tersebut telah menjadikan wilayah ini berkembang semakin pesat. Namun di tengah kondisi tersebut, pesisir juga memiliki sejumlah permasalahan dan ancaman. Keberadaan pesisir sebagai wilayah yang berbatasan dengan laut, menjadikan pesisir sebagai wilayah yang rentan terhadap ancaman bencana seperti rob, abrasi, hingga gelombang *tsunami*.

Pesisir Kabupaten Batang merupakan salah satu wilayah yang tengah dilanda abrasi. Kerusakan terparah terjadi di sepanjang Pantai Sigandu hingga Ujungnegero. Untuk menangani abrasi tersebut dibutuhkan biaya hingga ratusan miliar rupiah (berita.suaramerdeka.com, 2014). Kawasan Pantai Sigandu yang terletak di Desa Klidang Lor, Kecamatan

Batang, Kabupaten Batang merupakan wisata unggulan daerah.

Pantai Sigandu merupakan kawasan wisata unggulan, bahkan dalam RTRW Kabupaten Batang, kawasan ini direncanakan sebagai kawasan strategis wisata yang diharapkan menjadi pusat pertumbuhan ekonomi daerah. Kawasan ini memiliki peran besar bagi masyarakat sekitar, karena memberi kesempatan untuk membuka usaha bagi masyarakat. Abrasi yang melanda kawasan ini telah merusak bangunan milik pelaku usaha di kawasan tersebut dan menyebabkan pelaku usaha mengalami kerugian. Jika fenomena tersebut dibiarkan, maka kerusakan lingkungan di kawasan tersebut menjadi semakin parah. Hal tersebut tentu dapat berakibat pada penurunan jumlah wisatawan dan pendapatan para pelaku usaha.

Berbagai upaya telah dilakukan oleh masyarakat, swasta dan pemerintah untuk mengembalikan kondisi kawasan Pantai Sigandu seperti semula. Pemasangan trucuk bambu, hingga pemasangan geotube telah dilakukan, namun sejauh ini upaya tersebut dirasa belum cukup berhasil karena kerusakan pantai dirasa masih besar. Masyarakat khususnya yang memiliki usaha di kawasan tersebut juga telah melakukan berbagai upaya, seperti melakukan penanaman

mangrove, bahkan mereka juga telah melakukan relokasi bangunan tempat usaha secara mandiri. Berbagai upaya tersebut dilakukan karena upaya yang dilakukan pemerintah dalam penanggulangan abrasi belum membuahkan hasil maksimal. *Dolphins Center* selaku pihak swasta yang memiliki aset wahan wisata di kawasan tersebut juga melakukan reklamasi untuk melindungi aset yang mereka miliki. Berbagai upaya yang dilakukan oleh masyarakat, swasta, dan pemerintah merupakan bentuk-bentuk adaptasi dalam menghadapi ancaman abrasi. Meskipun hasilnya belum maksimal, namun upaya tersebut mampu menjadikan kawasan Pantai Sigandu tetap diminati wisatawan. Sehingga dengan berbagai upaya adaptasi yang dilakukan, menjadikan kawasan Pantai Sigandu tetap memberikan manfaat bagi masyarakat untuk melakukan berbagai aktivitas.

Dengan mengetahui rangkaian peristiwa tersebut, maka secara umum muncul pertanyaan penelitian, “*Apa bentuk-bentuk adaptasi lingkungan yang dilakukan di kawasan Pantai Sigandu dalam menghadapi abrasi dan bagaimana cara meningkatkannya?*” Pertanyaan tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk mengetahui bentuk-bentuk adaptasi lingkungan yang telah dilakukan serta mengetahui cara untuk meningkatkan adaptasi lingkungan di kawasan tersebut. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi pertimbangan dalam melakukan adaptasi lingkungan bagi wilayah lain yang memiliki permasalahan serupa dengan pesisir kawasan Pantai Sigandu Batang.

TINJAUAN PUSTAKA

Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir memiliki beberapa pengertian, terdapat beberapa pendapat dalam mendefinisikan wilayah pesisir. Perbedaan dalam mendefinisikan wilayah pesisir dikarenakan adanya kepentingan yang berbeda dalam mendefinisikan (Harahap, 2010). Wilayah pesisir adalah

suatu wilayah peralihan antara ekosistem daratan dan lautan, yang saling berinteraksi dan membentuk suatu kondisi lingkungan atau ekologis yang unik (Dahuri dkk, 2001).

Pernyataan tersebut juga sejalan dengan definisi dalam Undang-Undang Nomor 27 tahun 2007, bahwa wilayah pesisir adalah peralihan darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan di laut. Keberadaan wilayah pesisir yang merupakan peralihan antara daratan dan lautan tentu menjadikan pesisir sebagai wilayah dengan karakteristik yang memiliki keunikan. Sedangkan pendapat lain menjelaskan wilayah pesisir sebagai wilayah peralihan antara laut dan darat, ke arah darat mencakup daerah yang masih terkena pengaruh percikan air laut atau pasang surut, dan ke arah laut meliputi daerah paparan benua (*continental shelf*) (Beatley et al, 1994 dalam Dahuri dkk, 2001). Berdasarkan beberapa penjelasan tersebut, secara umum wilayah pesisir dapat didefinisikan sebagai peralihan antara ekosistem darat dan laut yang memiliki karakteristik unik, karena dipengaruhi oleh daratan dan lautan yang saling berinteraksi serta memiliki dampak dari fenomena pasang surut air laut.

Abrasi

Abrasi yang terjadi di Indonesia telah menjadi bencana yang mengancam, khususnya bagi masyarakat di wilayah pesisir. Abrasi pantai disebabkan adanya arus sepanjang pantai (*long shore current*) yang dibangkitkan oleh gelombang pecah di sekitar pantai. Sebuah lembaga donor internasional USAID (2007), mengemukakan bahwa abrasi adalah proses pengikisan garis pantai yang disebabkan oleh Bergeraknya tanah atau batuan pada periode waktu tertentu akibat tenaga air laut yang dipengaruhi oleh kekuatan angin, gelombang, dan arus pantai. Selain itu pengikisan tersebut juga dipengaruhi oleh kegiatan manusia, kenaikan permukaan laut, fluktuasi musiman, dan perubahan iklim.

Adaptasi

Manusia selalu dihadapkan dengan perubahan dari waktu ke waktu, mulai dari perubahan pada diri sendiri, kondisi sosial, ekonomi, hingga kondisi lingkungan. Perubahan-perubahan yang terjadi tentu membawa dampak positif maupun negatif bagi tiap individu. Oleh sebab itu, untuk menyesuaikan perubahan yang terus menerus terjadi, maka manusia memerlukan daya adaptif dalam kehidupannya. Menurut Kumalasari (2013) proses adaptasi merupakan suatu proses yang sangat dinamis dikarenakan perubahan-perubahan lingkungan dan sosial yang selalu terjadi sehingga menuntut manusia untuk juga beriringan mengubah perilaku hidupnya. Khasanah (2012) dalam penelitiannya juga menyatakan hal yang sama, bahwa upaya adaptasi diwujudkan melalui penyesuaian masyarakat dalam menghadapi permasalahan lingkungan seperti permukiman pesisir yang sesuai dengan pengaruh yang dialami terkait dengan dampak perubahan iklim.

Bentuk-Bentuk Adaptasi Lingkungan

Berdasarkan beberapa literatur, bentuk-bentuk adaptasi lingkungan pesisir yang dapat dilakukan antara lain sebagai berikut:

- **Penanaman Mangrove**

Ekosistem hutan mangrove atau bakau mempunyai potensi ekologis yang berperan dalam mendukung keberadaan lingkungan fisik dan biota. Secara fisik, hutan mangrove dapat berperan sebagai penahan ombak, penahan angin, pengendali banjir, penetralisir pencemaran, perangkap sedimen dan penahan intrusi air asin (DDPI, 2012).

- **Relokasi Bangunan**

Relokasi bangunan atau dapat disebut adaptasi mundur dapat dilakukan oleh masyarakat yang memiliki bangunan yang terkena dampak abrasi baik rumah, warung

maupun bangunan lainnya. Selain dapat dilakukan secara mandiri, upaya ini juga dapat dilakukan atau dipelopori oleh pemerintah. Menurut Hidayat (2012), strategi adaptasi dengan pola mundur bertujuan menghindari genangan dengan cara merelokasi permukiman, industri, daerah lainnya agar terhindar dari kenaikan muka air laut.

- **Pembangunan Revetment**

Pembangunan revetment atau *seawall* merupakan salah satu bentuk adaptasi yang dapat dilakukan masyarakat. Revetment dapat dilakukan dengan pembangunan tembok atau dapat dilakukan dengan batu bertumpuk dan pasir berkarung yang ditumpuk (Syah, 2013).

- **Pembangunan Groin**

Pembangunan groin akan dipilih apabila pantai yang akan diamankan berupa pantai pasir. Bangunan yang dipergunakan untuk mengurangi atau mengatur *longshore transport* tersebut biasanya berupa satu seri krib laut (*groin*) yang dibangun tegak lurus pantai. Tugas utama bangunan ini adalah menangkap dan membatasi gerakan sedimen sepanjang pantai (BPPT, 2013).

Pengurangan tenaga gelombang yang menghantam pantai dapat dilakukan dengan membuat bangunan pemecah gelombang sejajar pantai (*offshore breakwater*). Dengan adanya bangunan ini gelombang yang datang akan menghantam pantai sudah pecah pada suatu tempat yang agak jauh dari pantai, sehingga energi gelombang yang sampai di pantai cukup kecil (BPPT, 2013).

- **Pembangunan Geotube**

Geotube atau geosintetik merupakan material teknik yang terbuat dari polimer-polimer sintetik seperti polipropilin (PP), poliester (PET), polietilin (PE) dan lain sebagainya yang digunakan pada berbagai pekerjaan geoteknik termasuk pada pekerjaan reklamasi pantai di atas tanah lunak

(BPPT, 2013). Berbagai jenis material geosintetik dapat dan sudah diterapkan pada pekerjaan reklamasi pantai di atas tanah lunak sesuai dengan fungsi dari masing-masing jenis material geosintetik tersebut.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode campuran atau *mixed method*. Dengan menggunakan metode campuran diharapkan analisis penelitian dapat saling melengkapi antara kualitatif dan kuantitatif.

Pendekatan campuran yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan analisis data secara berurutan antara analisis kualitatif dan kuantitatif (Tasakhori dan Teddlie, 1998). Pertama dilakukan dengan metode kualitatif. Pada tahap ini pengumpulan data dilakukan menggunakan observasi dan wawancara kepada informan. Data yang telah dihimpun selanjutnya digunakan untuk merumuskan beberapa aspek yang dibutuhkan dalam penelitian dan disajikan dalam bentuk deskriptif kualitatif. Kemudian rumusan dari aspek-aspek tersebut digunakan untuk membantu dalam memberikan penilaian terhadap pengumpulan data kuantitatif.

Metode kedua dilakukan dengan metode kuantitatif untuk mencari persepsi atau penilaian dari masyarakat terhadap bentuk-bentuk adaptasi yang dilakukan. Penilaian masyarakat didasari dari rumusan aspek-aspek yang telah dikumpulkan sebelumnya menggunakan metode kualitatif. Selanjutnya data kuantitatif yang telah terkumpul diolah menggunakan analisis statistik deskriptif.

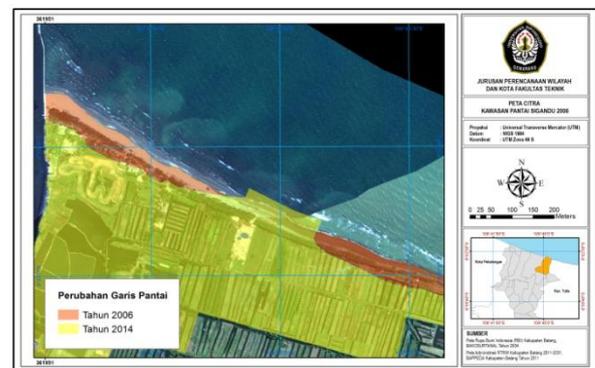
Penggabungan kedua metode tersebut dilakukan agar mampu mendukung pengumpulan data dan analisis yang dibutuhkan dalam penelitian. Sehingga dapat digunakan untuk menjelaskan fenomena yang terjadi dan mampu menjawab pertanyaan penelitian.

TEMUAN PENELITIAN

Kawasan Terdampak Abrasi

Abrasi telah melanda kawasan Pantai Sigandu pada tahun 2010 sekaligus pada tahun tersebut merupakan puncak terjadinya abrasi. Keberadaan tanggul di sepanjang pantai jebol akibat terjangan gelombang yang sangat besar. Keberadaan abrasi telah menggerus garis pantai yang ada, sehingga luas daratan di Kawasan Pantai Sigandu berkurang. Untuk melakukan mengetahui kawasan terdampak abrasi, maka digunakan analisis perubahan garis pantai yang dilakukan menggunakan analisis citra satelit secara *time series*.

Berdasarkan analisis menggunakan citra *Google Earth* pada tahun perekaman 2006 dan 2014 didapatkan perubahan garis pantai yang sangat besar. Hasil identifikasi menyebutkan bahwa antara tahun 2006 hingga 2014 garis pantai mengalami kemunduran antara 70 m hingga 110 m. Kondisi ini merupakan abrasi yang paling parah terjadi di pesisir Kabupaten Batang.



Sumber: Citra Google Earth 2006 dan 2014

Gambar 1
Perubahan Garis Pantai

Selain perubahan garis pantai, abrasi menyebabkan hilangnya luas daratan di kawasan Pantai Sigandu yang dilakukan dengan mengambil panjang garis pantai sepanjang 1000m tersebut menemukan bahwa dalam kurun waktu 2006-2014 kawasan Pantai Sigandu telah kehilangan daratan seluas 35.492 m² atau sekitar 3,5 ha.

Bentuk-Bentuk Adaptasi Lingkungan

- **Penanaman Mangrove**

Abrasi yang mengancam Pantai Sigandu telah menyadarkan berbagai pihak untuk menyadari arti penting dari pembangunan berkelanjutan. Tidak hanya berkembang secara ekonomi, namun juga berkembang secara sosial dan lingkungan. Mangrove merupakan salah satu bentuk adaptasi lingkungan dalam menghadapi abrasi yang ramah lingkungan. Namun penanaman mangrove yang dilakukan selama ini cenderung hanya berada di sekitar saluran drainase yang ada. Sehingga ketika terjadi abrasi, pantai tidak memiliki *barier* alami yang kuat menahan hantaman gelombang laut.

Berdasarkan indikator keberhasilan penanaman mangrove, kategori dihitung berdasarkan tanaman mangrove yang dapat tumbuh dari total bibit awal yang ditanam. Kategori sangat baik jika mangrove berhasil tumbuh 80% dari bibit yang ditanam, sedangkan kategori sangat kurang jika mangrove hanya dapat tumbuh kurang dari 20% (Sari dan Rosalina, 2014).

Penanaman mangrove pernah dilakukan pada tahun 2010 oleh pemerintah dalam hal ini Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Batang, namun tidak bertahan lama karena hilang diterjang ombak. Responden menyatakan 41% kurang berhasil, dan 32% menyatakan cukup. Penanaman tersebut dinilai kurang berhasil karena dilakukan setelah abrasi melanda, sehingga tanaman mangrove yang masih kecil tidak mampu menghadapi hantaman gelombang yang besar. Selain itu, penanaman mangrove dirasa sulit untuk dilakukan di pantai berpasir. Mangrove membutuhkan tanah berlumpur untuk dapat tumbuh. Itulah yang menjadi penyebab mengapa penanaman hanya dilakukan di daratan dan berada di sekitar aliran drainase saja.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2015

Gambar 2
Tanaman Mangrove

- **Relokasi Bangunan**

Kerusakan garis pantai yang terus terjadi menyebabkan beberapa bangunan rusak parah. Fasilitas berjualan milik pedagang seperti kios dan rumah makan bahkan dipindahkan sendiri menuju tempat yang aman. Upaya relokasi ini tidak mendapat larangan dari pihak pengelola, karena mereka telah menyadari akan kerugian yang dialami pedagang akibat barang dagangannya yang rusak parah. Beberapa warung bahkan telah ditinggalkan pemiliknya karena kerugian yang sangat tinggi.



Sumber: Analisis Pribadi, 2015

Gambar 3
Lokasi Relokasi Bangunan

Relokasi bangunan dikatakan berhasil jika lokasi relokasi aman dari gempuran ombak. Selain itu lokasi tersebut tidak mengganggu aksesibilitas pengunjung sesuai dengan rute kawasan yang telah ditentukan pengelola wisata. Berdasarkan kuesioner yang telah disebar, 37% responden menyatakan relokasi yang

mereka lakukan sangat kurang, dan hanya 9% responden mengatakan sudah baik. Relokasi yang mereka lakukan berada di lokasi yang tidak strategis terhadap keberadaan wisatawan. Lokasi relokasi berada di bagian barat kawasan, sedangkan pengunjung banyak berada di tengah dekat lokasi parkir dan menuju timur (arah *Dolphins Center*). Selain itu, keberadaan kawasan yang tidak lagi teratur menyebabkan turunnya omset berjualan pedagang.

- *Pemasangan Batu*

Pemasangan batu di bibir pantai dilakukan oleh pihak *Dolphins Center* dalam menjaga jalan agar tidak tersapu abrasi. Pemasangan batu tersebut dilakukan pada awal 2015 guna membangun jalan yang sudah rusak berat. Dengan pemasangan batu tersebut, pengunjung tetap dapat dengan mudah menuju *Dolphins Center* yang berada di sebelah timur dari jalan utama kawasan. Selain pihak *Dolphins Center*, pemerintah juga membuat tanggul batu pada sekitar jalan penghubung Sigandu-Ujungnegoro. Hal ini dilakukan untuk menjaga kondisi jalan agar terhindar dari abrasi jika sewaktu-waktu terjadi. Berdasarkan wawancara yang dilakukan, indikator keberhasilan yang didapat dalam pemasangan batu penghalang ombak adalah kekuatan arus gelombang yang menghantam tidak langsung merusak daratan dan infrastruktur khususnya jalan.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2015

Gambar 4
Pemasangan Batu

Berdasarkan pendapat responden, pemanfaatan batu sebagai penghalang agar

gelombang tidak langsung merusak infrastruktur dinilai 36% mengatakan kurang berhasil. Namun diurutkan kedua sebanyak 32% responden menyatakan baik. Hal ini disebabkan karena mereka merasa beruntung berada di sekitar jalur yang dibuat *Dolphins Center* karena aman terhadap ancaman abrasi.

Namun saat ini, kondisi batu yang dipasang oleh *Dolphins Center* kembali mengalami kerusakan. Pemasangan batu sebaiknya diberi kawat pengaman agar lebih kuat bertahan melawan ombak. Hal tersebut telah dilakukan pada pemasangan batu penghalang di bagian timur. Selain menjadi lebih kuat, dengan penggunaan kawat diharapkan batu dapat terpasang dengan rapi.

- *Pemasangan Trucuk Bambu*

Ketika abrasi pertama kali menghantam Pantai Sigandu pada tahun 2010, pihak pengelola yaitu Dinas Kebudayaan dan Pariwisata langsung melakukan langkah penanggulangan. Pemerintah melakukan pemasangan trucuk bambu sebagai upaya untuk mengurangi kekuatan arus yang menghantam bibir pantai. Pemasangan trucuk bambu merupakan langkah spontan dan bersifat sementara karena materialnya yang mudah rusak terkena hantaman ombak.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2015

Gambar 5
Pemasangan Trucuk Bambu

Meskipun hanya bersifat sementara, pemasangan trucuk bambu dinilai sebagai bentuk tanggung jawab yang dilakukan pemerintah selaku pengelola. Pedagang merasa cukup terbantu dengan

adanya trucuk bambu, sehingga mereka memiliki cukup waktu untuk memindahkan kios dagangannya.

Berdasarkan hasil kuesioner, 54% pedagang merasa pemasangan trucuk bambu sebagai upaya jangka pendek yang cukup berhasil dalam mengurangi abrasi yang timbul. Selebihnya sebesar 23% dan 14% responden menilai upaya tersebut kurang dan sangat kurang karena menilai sebagai upaya yang tidak konkrit. Artinya responden menganggap bahwa abrasi yang datang tidak ditanggapi secara serius. Dalam penanganan abrasi, penggunaan trucuk bambu tidak dapat dilanjutkan, karena upaya ini memiliki banyak kekurangan, salah satunya adalah tidak memiliki ketahanan yang terukur dalam menghadapi abrasi.

- *Pemasangan Geotube*

Pemasangan geotube merupakan upaya yang dilakukan pemerintah melalui Dinas Kelautan dan Perikanan untuk mengurangi kekuatan arus yang menghantam pantai dan menyebabkan abrasi. Penanggulangan abrasi dengan menggunakan bangunan pemecah gelombang sebenarnya terdapat beberapa jenis yang dapat digunakan. Namun berdasarkan kesepakatan SKPD terkait, akhirnya geotube dipilih untuk diterapkan pada akhir tahun 2014. Berdasarkan wawancara, ada beberapa poin yang menjadi landasan pemilihan geotube sebagai upaya penanggulangan abrasi yang terjadi di kawasan Pantai Sigandu.

Pertama adalah karena bahan yang digunakan merupakan material yang ramah lingkungan. Bahan geotube merupakan senyawa polimer-polimer sintetik seperti polipropilin (PP), poliester (PET), polietilin (PE) dan lain sebagainya yang di dalamnya diisi pasir hingga padat. Senyawa tersebut lebih ramah lingkungan daripada menggunakan material lainnya. Kedua, biaya yang dikeluarkan lebih murah daripada menggunakan *break water*. Ketiga, pemasangan geotube relatif lebih mudah daripada membangun bangunan pelindung pantai lainnya. Karena material

geotube sudah ada dan tinggal diisi dengan pasir. Pemasangan yang lebih mudah tentu akan menghemat waktu dan biaya pemasangan, mengingat saat ini gelombang yang ada di kawasan Pantai Sigandu masih tinggi.

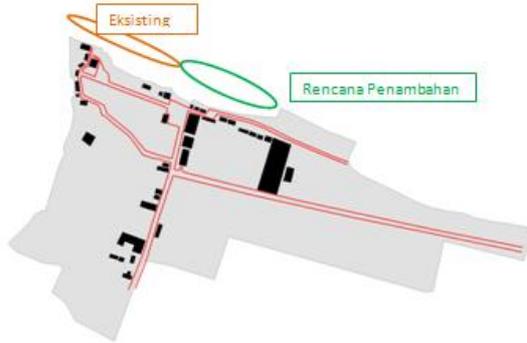
Berdasarkan wawancara yang dilakukan, terdapat beberapa poin yang diharapkan dalam pemasangan geotube. Poin-poin tersebut menjadi indikator keberhasilan dalam pembangunan geotube sebagai upaya penanggulangan abrasi sebagai berikut :

- Kekuatan arus gelombang menuju pantai menjadi kecil setelah terhalang oleh adanya geotube.
- Pemasangan geotube dapat menyebabkan adanya sedimentasi di belakang geotube tersebut, apabila ini terjadi maka pantai akan kembali maju seperti semula.

Berdasarkan penilaian masyarakat terhadap pemasangan geotube dengan memperhatikan indikator keberhasilan, hasilnya 67% responden menganggap upaya tersebut kurang sukses dilakukan. Hal tersebut disebabkan oleh kekuatan gelombang yang masih besar terjadi di bibir pantai dan menyebabkan kerusakan. Sedangkan 14% responden mengaku bahwa upaya tersebut dalam kategori baik. Hal tersebut didasarkan pada letak lokasi kios responden yang berada di belakang merasakan bahwa ombak yang menerjang mengalami penurunan.

Penilaian responden terhadap geotube yang dianggap kurang tersebut disebabkan pemasangan geotube yang saat ini dilakukan baru setengahnya. Sedangkan setengah lagi baru dilakukan pada tahun anggaran berikutnya. Hal tersebut tentu berakibat pada arus gelombang yang menuju daratan belum terhalang sempurna seperti yang direncanakan. Berdasarkan wawancara pada salah satu anggota SKPD yang terlibat, pemerintah Kabupaten Batang telah melakukan upaya yang maksimal. Hal tersebut disebabkan oleh besaran anggaran yang dikeluarkan untuk

memperbaiki kondisi pesisir khususnya kawasan Pantai Sigandu.



Sumber: Analisis Pribadi, 2015

Gambar 7
Pemasangan Geotube

- **Reklamasi Pantai**

Reklamasi pantai terjadi di kawasan Pantai Sigandu dilakukan oleh pihak pengelola *Dolphins Center*. Upaya ini merupakan langkah untuk mempertahankan diri terhadap serangan abrasi yang mengancam aset yang dimiliki. Reklamasi pantai dilakukan pada sebelah utara *Dolphins* dengan menggunakan batu sebagai *barrier* utama pemecah ombak berbentuk persegi panjang. Selanjutnya didalam *barrier* berupa batu dilakukan pengurangan menggunakan tanah. Berdasarkan observasi yang dilakukan, upaya ini cukup optimal dilakukan untuk melindungi aset *Dolphins Center*. Namun upaya ini menghabiskan dana yang sangat besar, dan memiliki pengaruh pada pesisir di sekitarnya yang berpotensi menerima limpahan hantaman arus gelombang.

Berdasarkan beberapa wawancara yang dilakukan, indikator keberhasilan dalam pelaksanaan reklamasi adalah abrasi tidak lagi menghantam daratan khususnya infrastruktur yang dekat dengan garis pantai. Selain itu, reklamasi yang dilakukan juga tidak merugikan pesisir sekitar, khususnya bagi yang terdapat infrastruktur.

Berdasarkan jawaban responden, reklamasi yang dilakukan pihak *Dolphins Center* sebesar 41% menyatakan bahwa upaya tersebut cukup baik, dan 32% menyatakan upaya tersebut baik. Meskipun reklamasi telah membawa

dampak buruk bagi mereka, namun pihak *Dolphins* membeli tanah terdampak abrasi di bagian timur *Dolphins Center*. Responden juga menyatakan, jika upaya reklamasi tidak dilakukan maka *Dolphins Center* akan rusak parah. Jika hal itu terjadi, maka Pantai Sigandu saat ini telah mati total mengingat sebagian besar wisatawan Pantai Sigandu bertujuan mengunjungi *Dolphins Center*. Namun upaya tersebut sebaiknya dihindari untuk rencana penanggulangan abrasi jangka panjang. Karena telah terbukti dapat membawa dampak buruk bagi kawasan sekitar reklamasi.

- **Alternatif yang dapat Dilakukan**

- **Ekowisata**

Kawasan Pantai Sigandu yang tengah dilanda abrasi memiliki potensi ekowisata pantai yang besar. Pada kawasan ini telah terdapat Kelompok Tani Mangrove yang telah berhasil memproduksi bibit mangrove mencapai 1.000.000 batang per tahun. Bahkan konsumen telah datang dari luar kota dan luar provinsi. Kerusakan pesisir di sejumlah tempat menjadikan komoditas bibit mangrove tidak pernah sepi pembeli.

Berdasarkan hasil kuesioner pada responden, 63% masyarakat sekitar menyatakan sangat setuju dengan gagasan tersebut. Mereka juga menilai bahwa ekowisata menjadi salah satu jenis wisata yang potensial untuk dikembangkan di daerah pesisir. Namun mereka juga memberikan catatan bahwa sebaiknya masih diberikan pantai berpasir untuk bermain. Karena pantai berpasir merupakan identitas utama wisata pesisir.

- **Kombinasi Groin dan Break Water**

Dinas Kelautan dan Perikanan sebenarnya telah melakukan kajian yang melibatkan Balai Pengkajian Dinamika Pantai milik Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Kajian ini berisi tentang penerapan teknologi yang dapat digunakan dalam menghadapi abrasi yang terjadi di pesisir Kabupaten Batang. Berdasarkan kajian yang dilakukan,

BPPT memberikan rekomendasi pembangunan berupa groin dan *detached breakwater*, dengan lapis lindung batu pecah dan BPPT-Lock.

Tabel 1
Rencana Anggaran Penanggulangan Abrasi

Lokasi	Jenis Bangunan	Material Utama	Biaya (Rp)
Sigandu – sebelah Timur Jati S.Sambong; <i>Dolphin Center</i>	Pemecah Gelombang	Batu	55,239,552,
		BPPT-lock	46,772,336,
	Pemecah Gelombang + <i>Groin</i> (Kombinasi)	Batu	74,595,552,
		BPPT-lock	66,128,336,
Sigandu – sebelah Barat Pelabuhan Niaga;	Pemecah Gelombang	Batu	82,859,328,
		BPPT-lock	70,158,504,

Sumber : Dinas Kelautan dan Perikanan Batang, 2013

Namun berdasarkan estimasi biaya yang dikeluarkan BPPT, untuk membuat bangunan pemecah gelombang kombinasi

groin dan *breakwater* dengan kombinasi BPPT-Lock membutuhkan dana yang sangat besar. Sehingga pembangunan bangunan pemecah gelombang diputuskan menggunakan geotube dengan harga yang lebih terjangkau. Selain itu, penggunaan cara ini belum teruji, sehingga pemerintah tidak berani mengeluarkan dana yang sangat besar tersebut.

Prioritas Penanganan Abrasi

Berdasarkan bentuk-bentuk adaptasi yang telah dilakukan dan alternatif lain yang diterapkan di wilayah penelitian, berikut ini digunakan analisis *force field* untuk mengetahui kelemahan dan kelebihan masing-masing upaya baik yang telah dilakukan maupun rencana yang dapat diterapkan.

Tabel 2
Analisis Force Field

Bentuk-Bentuk Adaptasi	Kelebihan	Kelemahan
Penanaman Mangrove	<ul style="list-style-type: none"> Merupakan penahan gelombang ramah lingkungan (alami) Telah terdapat kelompok Tani Mangrove di Pantai Sigandu Biaya relatif terjangkau 	<ul style="list-style-type: none"> Keberadaan gelombang besar, sehingga perlu penahan ombak ketika awal penanaman Media tanam memerlukan tanah berlumpur, sehingga diperlukan pengurukan tanah terlebih dahulu Memerlukan biaya perawatan yang cukup
Relokasi Bangunan	<ul style="list-style-type: none"> Pelaku usaha bersedia memindahkan dagangan secara mandiri 	<ul style="list-style-type: none"> Memerlukan <i>mapping</i> rencana penataan kawasan Tetap memerlukan upaya lain untuk mengurangi gelombang
Pemasangan Batu	<ul style="list-style-type: none"> Mendapat dukungan masyarakat Menggunakan material ramah lingkungan Material ramah lingkungan 	<ul style="list-style-type: none"> Tingkat keberhasilan dan ketahanan belum teruji Biaya total penyediaan belum dapat ditaksir
Pemasangan Trucuk Bambu	<ul style="list-style-type: none"> Biaya relatif terjangkau Material ramah lingkungan 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak memiliki daya tahan terhadap gelombang dalam waktu lama
Pemasangan Geotube	<ul style="list-style-type: none"> Dapat mengurangi kekuatan gelombang Menggunakan material ramah lingkungan Dapat menyebabkan sedimentasi di belakang geotube Telah teruji di beberapa tempat Biaya relatif terjangkau 	<ul style="list-style-type: none"> Kemampuan tenaga ahli pemasang kurang baik Kepercayaan masyarakat terhadap geotube rendah
Reklamasi Pantai	<ul style="list-style-type: none"> Dapat mengurangi kekuatan gelombang 	<ul style="list-style-type: none"> Membutuhkan biaya yang besar Adanya dampak peningkatan

Bentuk-Bentuk Adaptasi	Kelebihan	Kelemahan
	<ul style="list-style-type: none"> • Tanah di atas reklamasi dapat digunakan sebagai aktivitas wisata 	kekuatan gelombang pada wilayah sekitarnya <ul style="list-style-type: none"> • Kurang pro lingkungan
Pengembangan Ekowisata	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat diterapkan di wisata pesisir • Ramah lingkungan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tetap memerlukan bangunan penahan gelombang
Pemasangan Groin dan Break Water, dengan BPPT lock	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat mengurangi kekuatan gelombang • Dapat menyebabkan sedimentasi di belakang groin dan break water yang dipasang 	<ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan biaya yang besar • Belum teruji keberhasilannya

Sumber : Analisis Pribadi, 2015

Analisis tersebut dilakukan agar dapat digunakan untuk menentukan prioritas pemilihan upaya adaptasi yang relevan untuk diterapkan dan ditingkatkan di wilayah studi. Berdasarkan analisis *force field* yang dilakukan, terdapat prioritas peningkatan adaptasi di kawasan Pantai Sigandu dengan menggunakan geotube yang dapat dikombinasikan dengan penanaman mangrove, pemasangan batu penghalang, dan reklamasi yang telah ada untuk diterapkan di kawasan Pantai Sigandu.

Pada gambar tersebut, pertama terdapat penanaman mangrove di bagian timur *Dolphins Center* karena tingkat kerusakan di kawasan tersebut belum besar sehingga dapat dilakukan penanaman mangrove.



Keterangan :
 (Blue oval) : Pemasangan Geotube
 (Orange oval) : Reklamasi
 (Light blue oval) : Pemasangan Batu Penghalang
 (Green oval) : Penanaman Mangrove

Sumber : Analisis Pribadi

Gambar 7

Peningkatan Adaptasi Lingkungan

Sedangkan penanaman mangrove di barat *Dolphins Center* dapat dilakukan setelah dilakukan pemasangan geotube satu sub sel.

Kedua, pada utara lokasi penanaman mangrove di bagian timur *Dolphins Center* perlu dilakukan terlebih dahulu pemasangan batu sebagai pelindung, sehingga mangrove yang baru

ditanam tidak langsung terkena ombak. Ketiga, reklamasi yang telah dilakukan di depan *Dolphins Center* untuk menghadapi kemungkinan terjadinya peningkatan kekuatan gelombang tidak diperluas. Keempat, sebagai bentuk utama adaptasi dilakukan pemasangan geotube untuk menghadapi kekuatan ombak yang besar di pesisir bagian barat *Dolphins Center*.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, bentuk-bentuk adaptasi terhadap abrasi di kawasan Pantai Sigandu dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Penanaman mangrove sebagai penghalang gelombang tergolong kurang berhasil, hal tersebut disebabkan karena tanaman mangrove yang masih terlalu kecil tidak kuat untuk menghadang abrasi sehingga jumlah mangrove ditanam yang berhasil tumbuh sangat kecil. Untuk itu diperlukan bangunan penghalang gelombang untuk melindungi mangrove hingga cukup besar untuk menghadapi abrasi. Meskipun demikian, masyarakat memiliki dukungan kuat terhadap pengembangan mangrove di kawasan tersebut.
- Relokasi bangunan untuk menghindari abrasi dilakukan secara mandiri oleh pedagang, namun responden mengaku upaya tersebut sangat kurang berhasil. Hal tersebut disebabkan karena lokasi relokasi yang diperuntukkan, tidak strategis, sehingga jauh dari keberadaan wisatawan.
- Pemasangan batu penghalang abrasi dirasa cukup berhasil untuk menghadapi gempuran gelombang langsung ke daratan, sehingga dapat melindungi aset yang ada di daratan. Namun penggunaan batu tersebut belum

diketahui tingkat kebertahanan karena tidak melalui kajian.

- Pemasangan trucuk bambu dinilai cukup membantu untuk mengurangi kekuatan gelombang meskipun tidak bertahan lama, hal ini disebabkan masyarakat memiliki waktu yang cukup untuk memindahkan warung tempat mereka berjualan.
- Pemasangan geotube tergolong kurang menurut pendapat masyarakat. Hal ini disebabkan karena pemasangan geotube baru dilakukan setengahnya, sehingga penurunan gelombang menuju daratan, dan harapan terjadinya sedimentasi belum dapat dirasakan.
- Reklamasi pantai yang dilakukan *Dolphins Center* dirasa cukup berhasil dilakukan karena mampu melindungi aset yang dimiliki *Dolphins Center* agar tidak rusak terserang abrasi. Meskipun demikian, upaya tersebut sebaiknya tidak lagi dilakukan karena berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi wilayah di sekitarnya.
- Kombinasi pemasangan *groin-breakwater* yang diusulkan oleh BPPT memiliki biaya yang besar, dan belum terbukti tingkat keberhasilannya, sehingga upaya tersebut tidak dapat dijadikan alternatif pilihan.

Rekomendasi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, serta terdapat temuan dan kesimpulan yang telah diuraikan, maka terdapat beberapa rekomendasi yang diharapkan dapat bermanfaat untuk meningkatkan upaya adaptasi di kawasan Pantai Sigandu Batang, sebagai berikut :

- *Rekomendasi Bagi Pemerintah*
 - Pemerintah perlu memberikan edukasi kepada masyarakat terhadap abrasi yang terjadi, sehingga masyarakat dapat mengetahui bentuk adaptasi lingkungan yang dapat dilakukan secara mandiri yang salah satunya adalah melakukan penanaman mangrove.
 - Pemerintah perlu memberdayakan kelompok tani mangrove “Akar Angin” sebagai motor penggerak upaya adaptasi lingkungan yang dapat dijangkau oleh masyarakat.
 - Pemerintah turut memfasilitasi biaya penanaman dan perawatan mangrove yang tidak mampu ditanggung oleh masyarakat, dengan membangun bangunan pemecah

ombak sederhana berupa batu berkawat agar tanaman mangrove yang baru ditanam tidak langsung terserang ombak.

- Pemerintah perlu menata ulang kembali kawasan setelah Pantai Sigandu terserang abrasi agar sirkulasi dan persebaran fasilitas dapat merata. Hal ini juga diperlukan guna memberikan lokasi relokasi yang aman bagi pedagang terhadap abrasi namun tetap dapat dijangkau oleh wisatawan.
- Pemasangan geotube tahap kedua harus segera dilaksanakan agar satu sub sel geotube terpasang pada kawasan tersebut. Hal ini perlu dilakukan agar manfaat yang diperoleh dari berkurangnya hantaman menuju pantai dapat segera dirasakan.
- Pemasangan geotube perlu dilakukan oleh konsultan atau ahli yang memiliki kompetensi dan pengalaman, agar kegagalan yang pernah terjadi dalam pemasangan tidak terulang kembali.
- Pada kawasan Pantai Sigandu sebaiknya tidak dilakukan reklamasi pantai kembali karena dapat menimbulkan dampak negatif pada kawasan sekitar.
- Pemerintah perlu melakukan kajian ulang terkait rencana pembangunan kawasan Pantai Sigandu dan menganalisis keuntungan dan kerugian yang didapat. Sehingga upaya penanggulangan abrasi dapat disesuaikan dengan potensi ekonomi yang dapat dihasilkan.
- Pemerintah perlu melakukan kajian terkait kemungkinan diadakannya pengelolaan kawasan Pantai Sigandu melalui *Public Privat Partnership (PPP)*. Hal ini diperlukan untuk mengurangi beban pemerintah terkait upaya penanganan abrasi yang melanda kawasan tersebut, namun tetap menjalankan RTRW untuk menjadikan kawasan Pantai Sigandu sebagai kawasan strategis pariwisata.
- *Rekomendasi Bagi Masyarakat*
 - Masyarakat dapat berperan serta aktif dalam memberikan saran kepada pemerintah terkait dengan peningkatan penanganan adaptasi yang dilakukan.
 - Masyarakat terlibat dalam meningkatkan adaptasi dengan melakukan upaya yang dapat dijangkau yaitu dengan melakukan

penanaman mangrove dan ikut serta dalam merawatnya.

- Seluruh pelaku usaha sebaiknya tergabung dalam kelompok tani mangrove agar memiliki pengetahuan yang besar terhadap tanaman mangrove mulai dari pembibitan hingga pemanfaatan mangrove. Selain menambah pengetahuan masyarakat, hal tersebut juga berguna sebagai bekal menjadikan kawasan Pantai Sigandu sebagai kawasan ekowisata mangrove. Sehingga masyarakat dapat turut serta memberikan edukasi pada pengunjung.
- Bibit tanaman mangrove yang ditanam sebaiknya tidak terlalu kecil, sehingga terlalu rentan apabila terkena gempuran ombak.
- Penanaman mangrove sebaiknya tidak dilakukan hanya pada sebelah timur *Dolphin Center*, namun pada barat *Dolphins Center* perlu dilakukan setelah geotube terpasang satu sub sel.
- Masyarakat perlu melakukan relokasi bangunan sesuai dengan arahan pemerintah dan memberikan usulan dalam penataan kawasan Pantai Sigandu agar aksesibilitas kawasan dan keberadaan fasilitas dapat dijangkau pengunjung.
- Masyarakat ikut serta dalam memantau upaya pemerintah terkait pembangunan geotube untuk melaporkan pada pemerintah apabila terjadi kerusakan atau permasalahan terhadap geotube.
- Masyarakat ikut serta dalam menjaga kebersihan kawasan dan memantau perubahan gelombang yang berpotensi menyebabkan abrasi untuk kemudian melaporkan pada pemerintah.
- *Rekomendasi Bagi Swasta*
 - Swasta dapat berperan dalam mendukung masyarakat untuk melakukan adaptasi dengan memberikan bantuan dana dan juga edukasi terkait penanaman mangrove.
 - Pemasangan batu penghalang dapat ditingkatkan dengan menggunakan kawat pelindung. Hal tersebut berguna untuk meningkatkan kekuatan batu penghalang agar tidak mudah rusak terserang ombak.
 - Swasta tidak menambah kembali reklamasi pantai agar dampak abrasi bagi wilayah sekitar dapat diminimalisir.

- Perlunya koordinasi intensif pada pemerintah untuk menyusun upaya penanggulangan abrasi secara bersama-sama, agar upaya penanggulangan abrasi yang dilakukan tidak saling tumpang tindih.

DAFTAR PUSTAKA

- BPPT. 2013. *Kajian Pengaruh Infrastruktur Pantai Terhadap Kerusakan Pantai Serta Usulan Awal Penanganan Kerusakan Pantai di Pesisir Kabupaten Batang*. Balai Pengkajian Dinamika Pantai BPPT, Yogyakarta.
- Dahuri, Rokhmin. Dkk. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Pradnya Paramita : Jakarta
- Damaywanti, Kurnia. 2013. *Dampak Abrasi Pantai terhadap Lingkungan Sosial (Studi Kasus di desa Bedono, Sayung, Demak)*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.
- Fajri, Ferli; Rifardi dan Tanjung, Afrizal. 2012. *Studi Abrasi Pantai Kota Padang Provinsi Sumatera Barat*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru.
- Fatah, Amin. 2014. *"Mitigasi Dampak Abrasi Laut Pada Masyarakat Petani Tambak (Studi Kasus : Budidaya Tanaman Mangrove di Kelurahan Mangunharjo Kecamatan Tugu Kota Semarang)"*. Skripsi. Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Institute Agama Islam Negeri Walisongo. Semarang.
- Harahab, Nuddin. 2010. *Penilaian Ekonomi Ekosistem Hutan Mangrove dan Aplikasinya dalam Perencanaan Wilayah Pesisir*. Graha Ilmu : Yogyakarta.
- Hidayat, Rahmat. 2012. *Upaya Pemerintah Kabupaten Bengkalis dalam Penanggulangan Abrasi*. Jurusan Ilmu Pemerintahan, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Riau, Pekanbaru.
- Khasanah, Nur. 2012. *"Upaya Adaptasi Masyarakat dalam Bermukim di Kawasan Pesisir Kelurahan Demaa, Kabupaten Jepara"*. Tugas Akhir. Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kumalasari, Novia Riska. 2013. *"Bentuk Adaptasi Masyarakat Terhadap Banjir di Kampung Purwodinatan dan Jurnatan, Kota Semarang"*. Tugas Akhir. Jurusan

- Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Manumono, Danang. 2008. *“Perubahan Perilaku Masyarakat Kawasan Pesisir Akibat Penurunan Pendapatan Sebagai Dampak Abrasi dan Rob di Kabupaten Demak.”* Seminar Nasional Dinamika Pembangunan Pertanian dan Perdesaan : Tantangan dan Peluang bagi Peningkatan Kesejahteraan Petani. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah. Departemen Pertanian : Bogor.
- Mappandjantji, Amien. 2005. *Kemandirian Lokal*. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta
- Putra, Anggara Dwi. 2013. *“Kajian Bentuk Adaptasi Terhadap Banjir Rob Berdasarkan Karakteristik Wilayah dan Aktivitas di Kelurahan Tanjung Mas, Semarang”*. Tugas Akhir. Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ramadhan, Muh. Isa. 2013. *Panduan Pencegahan Abrasi Pantai Untuk Siswa Sekolah Menengah*. Jurusan Pendidikan Geografi Sekolah Pascasarjana : Universitas Pendidikan Indonesia
- Silva, Rodolfo *et all*. 2014. *“Present and Future Challenges of Coastal Erosion in Latin America.”* Journal of Coastal Research. Vol 71, page 1-16.
- Suara Merdeka. 2014. *Abrasi Pantai Batang 8 KM Butuh Rastusan Miliar Rupiah*. <http://berita.suaramerdeka.com/sm cetak/ abrasi-pantai-batang-8-km>. Diakses 28 April 2015.
- Syah, Achmad Fachruddin. 2013. *Indikasi Kenaikan Muka Air Laut di Pesisir Kabupaten Bangkalan Madura*. Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo.
- Tasakhkori, Abbas dan Teddlie, Charles. 2010. *Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research*. Pustaka Pelajar.
- Tuwo, Ambo. 2011. *Pengelolaan Ekowisata Pesisir dan Laut*. Brilian Internasional : Sidoarjo.
- USAID.2007. *“How resilient is your coastal community? A guide for evaluating coastal community resilience to tsunamis and other hazards.”* U.S. Indian Ocean Tsunami Warning System Program : Printed in Bangkok, Thailand