

**ANALISIS KESESUAIAN LAHAN UNTUK REHABILITASI
MANGROVE ASOSIASI DI PANTAI SIDEM,
KABUPATEN TULUNGAGUNG**

SKRIPSI

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

OLEH:

TRIO BUDI SETYAWAN

NIM. 105080613111003



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2014

ANALISIS KESESUAIAN LAHAN UNTUK REHABILITASI

MANGROVE ASOSIASI DI PANTAI SIDEM,

KABUPATEN TULUNGAGUNG

SKRIPSI

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan di

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Universitas Brawijaya

OLEH:

TRIO BUDI SETYAWAN

NIM. 105080613111003



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2014

SKRIPSI

ANALISIS KESESUAIAN LAHAN UNTUK REHABILITASI
MANGROVE ASOSIASI DI PANTAI SIDEM,
KABUPATEN TULUNGAGUNG

OLEH:
TRIO BUDI SETYAWAN
NIM. 105080613111003

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 23 Oktober 2014
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,
Dosen Penguji I

Dr. H. RUDIANTO, MA
NIP. 19570715 198603 1 024

Tanggal:

Dosen Penguji II

ADE YAMINDAGO, S.Kel., M.Sc
NIP. 19840521 200801 1 002

Tanggal:

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Ir. BAMBANG SEMEDI, M.Sc. Ph.D
NIP. 19621220 198803 1 004

Tanggal:

Dosen Pembimbing II

DHIRA KHURNIAWAN S., S.Kel. M.Sc.
NIK. 860115 081 1 0319

Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK

DR. Ir. DADUK SETYOHADI, MP
NIP. 19630608 198703 1 003

Tanggal:

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam laporan Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan telah disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa laporan ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai dengan hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 23 Oktober 2014

Penulis,



TRIO BUDI SETYAWAN
NIM. 105080613111003

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah. . akhirnya Skripsi ini selesai juga setelah melewati proses pemantapan BAB NIAT yang cukup panjang. ☺

Dengan penuh kesyukuran kepada Dzat Yang Maha Agung, Allah Azza wa Jalla, penulis mempersembahkan laporan ini sebagai wujud syukur dan terima kasih kepada:

- # Emak dan Bapak, yang telah dengan penuh keikhlasan membimbing anaknya sehingga menjadi *"Who Am I Now"*. Serta kepada el Maarif's Family (Mbak Ani, Cak Mus, Mas Anang, Mbak Lida, Rafi dan Aira) dan semua Pakdhe-Budhe, Om-Bibi, sepupu dari Keluarga Besar Ji'un dan Syuaib.
- # Direktorat Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, dan Universitas Brawijaya yang melalui mereka-lah Allah memberikan jalan kepada saya untuk kuliah disini dengan program Bidik Misi.
- # Dosen Pembimbing, Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D dan Dhira Khurniawan Saputra, S.Kel., M.Sc. dan segenap Dosen Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.
- # Semua pihak di PJB UP Brantas, PLTA Tulungagung atas kesempatan dan semua bantuan yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian.
- # Semua pihak yang telah memberikan bantuan data, seperti BMKG Stasiun Meteorologi II Perak Surabaya, BMKG Klimatologi Karangploso, dan P3SDLP.
- # Saudara seperjuangan Ridwan, Dita, Lana, Ersu, Sapit, Adhim, dan semua saudara MARCO POLO, Kakak Ilmu Kelautan 2009 dan 2008.
- # Penghuni Rumah G3B 5 4/9 (Wanto, Fuddin, Radek, Ali, dan Mas Sulthon).
- # Semua Guru yang telah membimbing saya, di SDN Brondong IV, SMPN 1 Paciran, SMAN 1 Paciran, TPA At-Taqwa Brondong, MaDin At-Taqwa Brondong.
- # Saudara-saudara saya yang telah "membawa" saya ke Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya (Yudi Bahtiar, Wf Amri, Panca Yudistira, Mbak Elfa, dan Cak Anton).
- # Semua tempat yang menjadi *"candradimuka"* bagi saya, Pelajar Islam Indonesia Kab. Lamongan, PRESMAPAC, KSI, OSIS SMANCIR, HMJ PSPK, KAMMI Brawijaya, Halaqah @xyfloid, KeMANGTEER Malang, KeMANGTEER Indonesia, dan KeSEMAt.
- # Semua orang yang saya cantumkan dalam referensi, terima kasih telah menulis topik ini sebelum saya sehingga memudahkan saya menyelesaikan laporan ini, juga kepada Adit IK UNDIP 2011 yang membantu menyediakan referensi.
- # Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, namun tidak dapat saya sebutkan satu per satu karena keterbatasan saya, saya ucapkan terima kasih atas semua yang telah diberikan, karena tanpanya takkan hadir laporan ini.

RINGKASAN

TRIO BUDI SETYAWAN. 105080613111003. Analisis Kesesuaian Lahan untuk Rehabilitasi Mangrove di Pantai Sidem, Tulungagung. (Dibawah bimbingan **Bambang Semedi dan Dhira K. Saputra**)

Daerah pesisir merupakan daerah yang spesifik karena berada diantara pengaruh lautan dan daratan. Hal ini menjadikan kawasan pesisir sebagai kawasan yang rentan terhadap dinamika pantai. Salah satu kawasan yang mengalami dinamika pantai adalah Pantai Sidem, Tulungagung, Jawa Timur. Padahal Pantai Sidem merupakan pantai dengan potensi wisata yang cukup bagus karena berada di dekat Pantai Popoh yang menjadi destinasi wisata. Dinamika yang terjadi harus segera direhabilitasi demi keselamatan ekosistem di sekitarnya, dengan memperhatikan sumberdaya yang ada dan kebermanfaatannya yang ada di lingkungan tersebut. Salah satu upaya yang dapat ditempuh adalah dengan penanaman hutan pantai yang terdiri dari vegetasi mangrove asosiasi.

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah seringkali kegiatan rehabilitasi lingkungan tidak memperhatikan aspek lingkungan sehingga keberhasilannya menjadi rendah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian lingkungan Pantai Sidem untuk rehabilitasi dengan menggunakan mangrove asosiasi, dan mengetahui tata zonasi yang direkomendasikan untuk rehabilitasi mangrove di Pantai Sidem.

Penelitian ini dilakukan di Pantai Sidem dengan menggunakan data primer dan sekunder. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis dengan metode pengharkatan terhadap matriks modifikasi kesesuaian lahan untuk mangrove asosiasi, untuk mengetahui nilai kesesuaian lahan masing-masing lokasi. Hasil dari analisis pengharkatan kemudian diinterpolasi dengan metode Interpolation Diverse Weighted untuk mengetahui luasan area rencana rehabilitasi.

Hasil analisis dari 6 stasiun, didapatkan bahwa di Pantai Sidem terdapat stasiun yang memiliki kategori kurang sesuai, sesuai bersyarat, dan sesuai untuk penanaman mangrove asosiasi. Perbedaan hasil ini diduga akibat perbedaan lokasi masing-masing stasiun, sehingga parameter-parameter kunci (*key parameter*) memiliki perbedaan yang mendasar, yaitu parameter frekuensi genangan dan parameter gelombang dan arus. Terhadap stasiun yang memiliki batasan dalam kesesuaian lahan, maka perlu diberikan perlakuan khusus. Hasil tersebut memberikan gambaran daya dukung Pantai Sidem untuk penanaman mangrove asosiasi sebesar 23.400 m², dengan mangrove asosiasi yang sesuai ditanam untuk rehabilitasi Pantai Sidem, yaitu *Ipomoea pes-caprae* sebesar 4.950 m², *Pandanus tectorius* sebesar 3.100 m², dan *Casuarina equisetifolia* sebesar 15.350 m², karena memenuhi kriteria sebagai tanaman yang cepat tumbuh (*fast growing*) dan dapat digunakan sebagai penstabil tanah dan menahan angin. Diharapkan adanya kerjasama dari berbagai pihak untuk keberhasilan pelaksanaan program rehabilitasi ini.

KATA PENGANTAR

“Dan Dia-lah, Allah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daripadanya daging yang segar (ikan), dan kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya, dan supaya kamu bersyukur.” (QS 16: 14)

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi, sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana di lingkungan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Sholawat dan Salam semoga tetap tercurah kepada sang “Pemandu Hidup” umat Islam dan penegak agama Allah SWT yaitu Baginda Nabi Muhammad SAW.

Laporan Skripsi ini ditulis berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis di Pantai Sidem, Tulungagung. Dalam hal ini, penulis mengkaji tentang kesesuaian lahan untuk penanaman mangrove asosiasi untuk rehabilitasi Pantai Sidem, sebagai suatu upaya menambah khazanah pengetahuan di bidang rehabilitasi mangrove bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Karya ini merupakan sumbangsih kecil penulis kepada lingkungan Pantai Sidem. Penulis berharap, karya ini bisa menjadi manfaat dan meningkatkan kualitas pribadi penulis, keluarga, almamater, Indonesia dan umat islam.

Dengan penuh kerendahan hati, penulis berharap adanya koreksi, masukan dan saran yang membangun untuk memperbaiki tulisan ini. Semoga Allah selalu memberikan kemudahan kepada kita untuk mencari ilmu yang bermanfaat. Aamiin. .

Malang, 23 Oktober 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN MUKA.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan	4
1.4. Kegunaan.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Dinamika Garis Pantai.....	6
2.2. Pantai Sidem.....	6
2.3. Rehabilitasi Pantai.....	8
2.3.1. Pengertian Rehabilitasi Pantai	8
2.3.2. Upaya Rehabilitasi Pantai di Indonesia Menggunakan Mangrove ..	9
2.4. Mangrove Asosiasi dan Tumbuhan Pantai	10
2.4.1. Cemara Laut (<i>Casuarina equisetifolia</i>)	12
2.4.2. Waru Laut (<i>Hibiscus tiliaceus</i>).....	15
2.4.3. Katang-katang (<i>Ipomoea pes-caprae</i>).....	15

2.4.4. Pandan (<i>Pandanus tectorius</i>).....	17
2.4.5. Keben (<i>Barringtonia asiatica</i>).....	17
2.5. Kajian Fisik dan Kimia Kesesuaian Lahan untuk Penanaman Mangrove	
Asosiasi.....	18
2.5.1. Substrat	19
2.5.2. Bahan Organik.....	20
2.5.3. pH.....	20
2.5.4. Ketinggian Lokasi dan Frekuensi Genangan.....	20
2.5.5. Gelombang dan Arus	21
2.5.6. Curah Hujan.....	22
2.5.7. Erosi	22
2.5.8. Formasi Vegetasi Sekitar	23
2.5.9. Kenaikan Muka Air Laut.....	23
2.5.10. Salinitas	23
3. METODE PENELITIAN.....	25
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	25
3.2. Materi Penelitian.....	25
3.3. Metode Pengumpulan Data.....	26
3.3.1. Data Primer.....	26
3.3.2. Data Sekunder.....	27
3.4. Alat dan Bahan.....	29
3.4.1. Alat Penelitian	29
3.4.2. Bahan Penelitian.....	29
3.5. Teknik Pengambilan Sampel.....	30
3.5.1. Penentuan Titik Sampling	30
3.5.2. Pengambilan Sampel.....	32
3.6. Metode Pengolahan Data.....	33

3.7. Metode Interpretasi Data	35
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1. Hasil Data Fisik dan Kimia Lingkungan	37
4.1.1. Data Primer.....	37
4.1.2. Hasil Uji Analisis Sedimen	41
4.1.3. Data Sekunder.....	43
4.2. Pembahasan Analisis Kesesuaian Lahan.....	51
4.2.1. Parameter Frekuensi Genangan	57
4.2.2. Parameter Gelombang dan Arus.....	58
4.3. Pembahasan Mangrove Asosiasi	59
4.3.1. Mangrove Asosiasi yang Sesuai dengan Karakteristik Pantai Sidem	59
4.3.2. Teknik Penanaman	61
4.4. Desain Penanaman	63
4.5. Daya Dukung Lingkungan Berdasarkan Analisis Spasial.....	64
5. PENUTUP	66
5.1. Simpulan	66
5.2. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Beberapa contoh jenis mangrove asosiasi	11
Tabel 2. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian	29
Tabel 3. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian	30
Tabel 4. Koordinat Lokasi Sampling.....	31
Tabel 5. Parameter yang diukur pada pengukuran in-situ	32
Tabel 6. Parameter yang diukur pada pengukuran ex-situ	33
Tabel 7. Modifikasi Matrik Kesesuaian Lahan untuk Mangrove Asosiasi.....	34
Tabel 8. Nilai tinggi genangan maksimum dan minimum serta frekuensi genangan pada masing-masing stasiun	45
Tabel 9. Nilai Kesesuaian Lahan di setiap stasiun penelitian	52
Tabel 10. Hasil pengharkatan pada stasiun 1	52
Tabel 11. Hasil pengharkatan pada stasiun 2	53
Tabel 12. Hasil pengharkatan pada stasiun 3	53
Tabel 13. Hasil pengharkatan pada stasiun 4	54
Tabel 14. Hasil pengharkatan pada stasiun 5	54
Tabel 15. Hasil pengharkatan pada stasiun 6	55
Tabel 16. Jenis vegetasi yang tumbuh di masing-masing stasiun	60
Tabel 17. Prasyarat jenis mangrove yang direkomendasikan untuk rehabilitasi	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pantai Sidem.....	7
Gambar 2. PLTA Tulungagung	8
Gambar 3. Cemara Laut (<i>Casuarina equisetifolia</i>)	12
Gambar 5. Waru Laut (<i>Hibiscus tiliaceus</i>).....	15
Gambar 6. Katang-katang (<i>Ipomoea pes-caprae</i>).....	16
Gambar 7. Pandan (<i>Pandanus tectorius</i>).....	17
Gambar 8. Keben (<i>Barringtonia asiatica</i>)	18
Gambar 9. Peta Wilayah Kajian	25
Gambar 10. Grafik pengukuran pH pada masing-masing stasiun pengamatan..	37
Gambar 11. Grafik hasil pengukuran salinitas pada masing-masing stasiun.....	38
Gambar 12. Grafik informasi ketinggian lokasi pada masing-masing stasiun	39
Gambar 13. Distribusi rata-rata tekstur sedimen pada masing-masing stasiun ..	42
Gambar 14. Grafik kandungan bahan organik pada masing-masing stasiun.....	43
Gambar 15. Arah dan kecepatan rata-rata angin bulan Januari-Mei 2014	44
Gambar 16. Grafik pasang-surut di perairan Tulungagung pada Maret 2014.....	45
Gambar 17. Distribusi genangan max dan min serta frekuensi genangan di stasiun 2 pada bulan Maret 2014	46
Gambar 18. Distribusi genangan max dan min serta frekuensi genangan di stasiun 3 pada bulan Maret 2014	46
Gambar 19. Peta identifikasi erosi/akresi di Indonesia	49
Gambar 20. Peta Kenaikan Muka Air Laut Relatif di Indonesia	50
Gambar 21. Hasil analisis <i>clustering</i> dari nilai kesesuaian lahan Pantai Sidem .	56
Gambar 22. Penampang melintang desain hutan pantai untuk lokasi wisata	63

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Daerah pesisir merupakan daerah yang spesifik, karena daerah ini berada diantara dua pengaruh yaitu pengaruh daratan dan pengaruh lautan. Pada kawasan ini terdapat berbagai ekosistem hidup yang memiliki keterkaitan antar satu dengan yang lain. Kawasan pesisir merupakan kawasan yang sangat dinamis (Hakam, *et. al.*, 2013).

Gumuk pasir yang banyak terdapat di pantai berpasir merupakan salah satu bagian yang tidak dapat terpisahkan oleh kawasan pesisir. Gumuk pasir yang terdapat pada garis pantai ini dianggap sebagai garis terdepan dalam melawan erosi yang disebabkan oleh gelombang. Selain itu, pasir ini juga berfungsi sebagai ekosistem dasar yang penting, karena pada kawasan ini mendukung kehidupan beberapa komunitas tumbuhan dan hewan yang bernilai (Kidd, 2001). Selain berfungsi sebagaimana di atas, daerah pesisir khususnya kawasan pantai dan sekitarnya banyak menyimpan potensi kekayaan alam yang besar sehingga menjadikannya sebagai kawasan yang paling banyak dimanfaatkan oleh manusia. Kawasan ini banyak dimanfaatkan sebagai daerah pemukiman, tempat pariwisata, kawasan budidaya, daerah reklamasi dan peruntukan lainnya seperti sarana jalan umum (Opa, 2011).

Kawasan pantai berpasir dewasa ini telah banyak mengalami degradasi lingkungan (Kidd, 2001). Di Indonesia, setidaknya terdapat 400 km garis pantai yang mengalami erosi yang tersebar di 100 titik di 17 propinsi (Diposaptono, 2011). Hal ini menyebabkan terganggunya beberapa ekosistem yang terdapat di kawasan pesisir. Ramadhan (2013), menyebutkan bahwa dinamika yang terjadi di kawasan pesisir dapat dikatakan sebagai bencana bila terjadi dalam area yang

cukup luas, sedangkan bila terjadi dalam area yang kecil, maka hal ini disebut sebagai tanda-tanda bencana (kerusakan) bagi ekosistem di sekitarnya.

Wilayah yang mengalami tanda-tanda dinamika pantai salah satunya adalah wilayah Pantai Sidem. Pantai Sidem merupakan salah satu pantai yang terletak di wilayah administrasi kabupaten Tulungagung. Pantai ini mengalami perubahan garis pantai yang sangat cepat bergantung pada musim sehingga akan berpotensi besar menjadi bencana bagi ekosistem di sekitarnya. Padahal, pantai ini merupakan salah satu pantai yang menarik wisatawan, bahkan diproyeksikan sebagai salah satu pantai wisata andalan oleh masyarakat setempat karena letak pantai ini berdekatan dengan Pantai Popoh yang menjadi salah satu destinasi wisata yang ada di Tulungagung. Pengelolaan kawasan yang tepat akan memberikan dampak yang besar terhadap ekosistem di sekitarnya melalui jasa lingkungan yang diberikan oleh pantai ini.

Terjadinya kerusakan alam di kawasan pantai menimbulkan kerugian yang tidak terhingga, mengharuskan adanya upaya pembangunan hutan pantai yang selama ini terabaikan. Pembangunan hutan pantai dapat dilaksanakan melalui pembangunan jalur hijau yang dapat berfungsi sebagai perlindungan dari ancaman gelombang pasang. Penanaman pohon di wilayah pantai didasarkan pada jenis tanaman yang sesuai dan dapat tumbuh di daerah pantai serta memiliki ketahanan terhadap angin agar dapat menstabilkan gumpuk pasir di pantai, tahan terhadap kondisi tanah dan pasir yang *marginal* dan *saline*, dapat digunakan sebagai tanaman hias untuk mempercantik daerah sekitar dan dapat ditanam dengan jenis tanaman lainnya sebagai tanaman campuran (Nurahmah, *et. al.*, 2007). Menurut Dommergues (1995), salah satu tanaman yang memiliki keunggulan di atas adalah jenis mangrove asosiasi/tumbuhan pantai.

Berdasarkan keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 10/Men/2002 tentang Pedoman Umum Perencanaan Pengelolaan Pesisir

Terpadu dan Undang-undang No. 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya serta pentingnya pesisir pantai yang kaya akan sumberdaya alam dan jasa lingkungan, hendaknya pemanfaatan lahan pantai berpasir dilakukan secara baik dan benar sehingga dapat berfungsi ganda, yakni untuk mengendalikan erosi (angin) dan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat melalui usaha budidaya tanaman semusim dan tanaman keras serta buah-buahan yang sesuai dan bernilai ekonomis yang berdampak pada terciptanya kondisi iklim yang baik dan secara tidak langsung dapat menarik minat wisatawan untuk berkunjung ke lokasi budidaya. Kerangka tersebut mengharuskan semua pihak untuk membuat perencanaan dan pengelolaan pesisir sesuai kondisi alamiahnya, dan harus berorientasi pada penyelamatan lingkungan ekosistemnya.

1.2. Rumusan Masalah

Salah satu masalah yang sering dihadapi dalam upaya rehabilitasi pantai adalah ketidakberhasilan penanaman karena tidak adanya *assessment* lingkungan terhadap spesies tanaman yang akan ditanam (Wibisono, *et. al.*, 2006).

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan di Pantai Sidem, maka berdasarkan pemaparan di atas, yang menjadi permasalahan utama yang akan dijawab dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah kondisi lingkungan yang ada di Pantai Sidem, Tulungagung dalam hubungannya dengan upaya rehabilitasi pantai menggunakan pendekatan ekologis dengan penanaman mangrove?
2. Apa jenis mangrove dan tata zonasi yang direkomendasikan untuk rehabilitasi di Pantai Sidem?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menjelaskan kondisi lingkungan yang ada di Pantai Sidem, Tulungagung dalam hubungannya dengan upaya rehabilitasi pantai dengan penanaman mangrove.
2. Mengetahui jenis mangrove dan tata zonasi yang direkomendasikan untuk rehabilitasi di Pantai Sidem.

1.4. Kegunaan

Kegunaan dan manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi masyarakat pesisir : dapat mencegah adanya bencana berupa erosi karena dengan adanya vegetasi yang tepat, diharapkan akan dapat menstabilkan tanah di sekitarnya. Selain itu, dapat membantu meningkatkan penghasilan masyarakat dengan pengelolaan wilayah sekitar pesisir yang dapat digunakan sebagai kawasan perkebunan setelah tanah menjadi stabil.
2. Bagi pariwisata : dapat mendukung program pemerintah untuk menjadikan Pantai Sidem menjadi kawasan wisata pantai, karena dengan adanya vegetasi mangrove asosiasi dapat menambah daya tarik wisatawan untuk datang ke Pantai Sidem.
3. Bagi pemerintah : dapat menjadi suatu rujukan dalam pengelolaan lingkungan sebagai pengambil kebijakan agar lebih memperhatikan secara khusus pada

upaya pengembangan dan pengelolaan wilayah pesisir berbasis ekologi.

4. Bagi akademisi : dapat dijadikan sebagai rujukan untuk upaya pengabdian masyarakat berbasis pengelolaan lingkungan dan untuk penelitian yang lebih lanjut.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dinamika Garis Pantai

Salah satu bentuk dinamisasi yang terjadi pada kawasan pantai adalah perubahan garis pantai yang diakibatkan perubahan lingkungan pantai secara terus-menerus (Hakam, *et. al.*, 2013). Perubahan lingkungan yang terjadi di kawasan pantai dapat berlangsung secara lambat hingga cepat, bergantung pada imbang daya antara topografi, batuan dan sifat-sifatnya dengan gelombang, angin dan pasang surut. Perubahan garis pantai ditunjukkan oleh perubahan kedudukannya, tidak saja ditentukan oleh suatu faktor tunggal tapi oleh sejumlah faktor interaksinya. Secara garis besar proses geomorfologi yang bekerja pada mintakat pantai dapat dibedakan menjadi proses destruksional dan konstruksional. Proses destruksional adalah proses yang cenderung mengubah/merusak bentuk lahan yang ada sebelumnya, sedangkan proses konstruksional adalah proses yang membentuk lahan baru (Sutikno, 1993, *dalam* Opa, 2011). Pethick (1997) menjelaskan, pada umumnya, proses destruksional diakibatkan oleh pantai tenggelam atau proses retrogradasi oleh erosi, sedangkan proses konstruksional disebabkan oleh pengangkatan pantai atau prodegradasi oleh deposisi sedimen.

Kondisi kawasan pantai di berbagai wilayah Indonesia kini sangat mengkhawatirkan sebagai akibat dari kejadian abrasi atau erosi. Lebih dari 400 km panjang pantai di 100 lokasi yang tersebar di 17 propinsi telah mengalami erosi yang mengkhawatirkan (Diposaptono, 2011).

2.2. Pantai Sidem

Pantai Sidem merupakan salah satu pantai yang berada di Tulungagung, atau lebih tepatnya merupakan salah satu pantai di Kecamatan Besuki, tepatnya

di pesisir Samudra Hindia, 30 km sebelah selatan kota Tulungagung. Pantai yang berhadapan langsung dengan laut bebas Samudera Hindia ini memang banyak menawarkan keeksotikan keindahan panorama pantai, baik wisata bahari maupun keindahan deburan ombaknya (Hibban, 2013). Pantai ini terletak dalam satu kawasan dengan Pantai Popoh. Pantai Sidem berbentuk teluk dan berada di ujung timur pegunungan Kidul. Pantai Sidem dihuni oleh para nelayan yang membuat hasil jerih payahnya di laut menjadi ikan asin dan terasi. Pada sepanjang Pantai Sidem, dapat ditemukan beberapa industri rumah tangga yang mengolah hasil perikanan.



Gambar 1. Pantai Sidem
(Sumber: Hibban, 2013)

Pantai Sidem juga digunakan sebagai tempat PLTA yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Air. PLTA ini mampu menghasilkan 30 Mega Watt aliran listrik. PLTA ini diresmikan tahun 1994 oleh menteri Pertambangan dan Energi. PLTA Tulungagung yang terletak di kawasan Pantai Sidem ini merupakan salah satu penyuplai listrik Tulungagung, selain PLTA di Waduk Wonorejo, dan PLTA di Majan. Tulungagung merupakan salah satu kabupaten yang memiliki banyak potensi pembangkit listrik tenaga air. Terdapat satu corong yang nampak di

PLTA di Pantai Sidem ini. Aliran sungai sebagai penggerak turbin didapatkan dari aliran sungai bawah tanah dari Terowongan Tulungagung Selatan/Terowongan Neyama.



Gambar 2. PLTA Tulungagung
(Sumber: Hibban, 2013)

2.3. Rehabilitasi Pantai

2.3.1. Pengertian Rehabilitasi Pantai

Kawasan pantai beserta sumberdaya alamnya memiliki arti penting bagi pembangunan ekonomi bangsa Indonesia. Kawasan ini mengandung banyak potensi diantaranya sebagai sumberdaya pendukung kehidupan penduduk sekitar, wisata alam, dan di beberapa tempat mengandung material tambang dengan nilai ekonomi yang relatif tinggi. Potensi-potensi tersebut masih belum seluruhnya dimanfaatkan secara optimal karena adanya hambatan yang berkaitan dengan karakteristik lahan (Sumardi, 2008). Di lain pihak, pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya alam pantai yang optimal dan berkelanjutan harus memperhatikan dimensi ekologis, selain dimensi sosial ekonomi-budaya, sosial politik, serta hukum dan kelembagaan. Hal ini memberikan arti bahwa dalam mengelola dan memanfaatkan sumberdaya tersebut, total dampaknya tidak melebihi kapasitas fungsionalnya (Bengen, 2004). Pemanfaatan sumberdaya

alam yang cenderung tidak terkontrol dan semakin meluas dapat menimbulkan dampak, tidak saja berupa konflik kepentingan tetapi juga dapat menyebabkan degradasi sumberdaya alam yang semakin meluas (Nugroho dan Sumardi, 2010)

Rehabilitasi dalam arti memulihkan dan meningkatkan fungsi ekologi dari kawasan yang kurang produktif ini perlu dilaksanakan dan dikembangkan sehingga daya dukung, produktifitas, dan peranannya dalam mendukung sistem penyangga kehidupan tetap terjaga (Peraturan Menteri Kehutanan No. 21 Tahun 2007).

2.3.2. Upaya Rehabilitasi Pantai di Indonesia Menggunakan Mangrove

Upaya rehabilitasi pantai sering dikaitkan dengan proses yang terjadi sebelumnya, yakni abrasi dan akresi atau sedimentasi. Ramadhan (2013) merekomendasikan hal yang dapat dilakukan jika terjadi abrasi adalah dengan tindakan pencegahan secara teknis yaitu dengan pembangunan alat pemecah ombak, baik secara sederhana yaitu dengan pembuatan tanggul sederhana atau dengan secara modern seperti *jetty* dan *groin*.

Menurut Nugroho (2013), salah satu langkah awal yang dapat dilakukan untuk rehabilitasi lahan pantai adalah dengan stabilisasi gumuk pasir yang terdapat di kawasan pantai tersebut. Stabilisasi gumuk pasir dapat dipercepat dengan pemapanan vegetasi yang mampu berfungsi sebagai pemecah angin (*windbreaker*) sehingga abrasi dapat dihambat. Pemapanan vegetasi awal tersebut selanjutnya dapat meningkatkan karakteristik lahan pasir dan akhirnya terjadi penempatan kembali jenis-jenis penyusun vegetasi berikutnya melalui mekanisme kompetisi atau antibiosis (Kimmins, 1987). Selanjutnya, penanaman pohon sebagai jalur hijau di sepanjang sempadan pantai merupakan suatu kebutuhan untuk perlindungan ekologi. Pembangunan jalur hijau merupakan hal

yang penting dan strategis dalam rangka perlindungan kawasan pantai dari abrasi, gelombang pasang dan tsunami (Mile, 2007).

2.4. Mangrove Asosiasi dan Tumbuhan Pantai

Kata mangrove merupakan hutan di sepanjang garis pantai dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut. FAO (1982) merekomendasikan kata mangrove sebaiknya digunakan baik untuk individu jenis tumbuhan maupun komunitas tumbuhan yang tumbuh di daerah pasang surut. Ekosistem mangrove merupakan suatu sistem yang terdiri atas organisme yang berinteraksi dengan faktor lingkungan dan dengan sesamanya di dalam suatu habitat mangrove (Kusmana, 2003). Hutan mangrove dikenal juga dengan istilah hutan payau, *tidal forest* dan *coastal woodland*.

Tomlinson (1984) dalam Kusmana (2003) membagi flora mangrove menjadi tiga kelompok, yakni:

1. Flora mangrove mayor, yakni flora yang berkemampuan membentuk tegakan murni dan secara dominan mencirikan struktur komunitas, secara morfologi mempunyai bentuk-bentuk adaptif khusus terhadap lingkungan mangrove dan mempunyai mekanisme fisiologis dalam mengontrol garam.
2. Flora mangrove minor, yakni flora mangrove yang tidak mampu membentuk tegakan murni, sehingga secara morfologis tidak berperan dominan dalam struktur komunitas.
3. Mangrove asosiasi, istilah lain untuk menyebut jenis ini adalah mangrove ikutan, *coastal plants*. Flora asosiasi merupakan vegetasi yang tidak pernah tumbuh dalam komunitas mangrove sebenarnya dan seiring muncul sebagai vegetasi daratan. Jenis-jenis ini merupakan flora yang juga berperan sebagai penyusun hutan pantai.

Vegetasi mangrove yang tumbuh di kawasan pantai memiliki banyak fungsi. Salah satu yang memiliki berbagai manfaat tersebut adalah mangrove asosiasi dan tanaman pantai (Dommergues, 1995). Menurut Ewussie (1990) dan Henuhili, *et. al.* (2010), tumbuhan yang dapat hidup di wilayah pantai berpasir adalah tumbuhan yang tahan terhadap kekeringan, tumbuhan yang tumbuhnya cenderung melata di atas pasir dan berakar pada buku-bukunya. Tumbuhan yang demikian ini tahan terhadap tiupan angin yang kencang dan cenderung mudah untuk berkembang biak secara vegetatif sehingga sesuai dengan fungsionalnya sebagai tanaman rehabilitasi. Mangrove asosiasi dapat berfungsi sebagai (1) habitat pendukung keanekaragaman hayati; (2) menambah keindahan pantai; (3) mencegah erosi pantai, dan (4) sebagai pelindung daratan sehingga pemukiman dan sarana prasarana umum yang terdapat di belakangnya terhindar dari bencana badai dan gelombang pasang air laut. Berikut adalah beberapa contoh dari jenis mangrove asosiasi (Tabel 1).

Tabel 1. Beberapa contoh jenis mangrove asosiasi

No	Jenis Mangrove	Ciri-ciri	Substrat	Fungsi
1	Cemara Laut	- Berbentuk seperti kerucut - Daun seperti jarum - Dapat tumbuh hingga 30 m - Buahnya berbentuk seperti kerucut	Pasir	Sebagai tanggul angin, penstabil tanah, pelindung pantai dan pagar hidup
2	Waru Laut	- Daun seperti hati - Dapat mencapai tinggi 6 meter - Bentuk bunga mirip lonceng	Pasir	Sebagai tanaman peneduh
3	Katang-katang	- Berbentuk herba - Bunga berwarna pink-jingga - Daun berbentuk bulat telur	Pasir	Sebagai penstabil pantai, tumbuhan pelopor, dan penyedia habitat bagi beberapa fauna.

4	Pandan	- Daun panjang, berduri dan ujung tajam - Bentuk buah seperti nanas - Dapat mencapai tinggi 6 meter	Pasir	Sebagai penstabil tanah, dan sebagai tanaman pagar
5	Keben	- Daun berbentuk bulat telur - Buah tetrahedral - Bunga menggantung	Pasir	Sebagai tanaman peneduh, sebagai tanaman hias

2.4.1. Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*)

Cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) tergolong dalam salah satu mangrove asosiasi (Priyono, 2010) Cemara laut adalah pohon yang dapat dengan cepat tumbuh dan mencapai 30 meter. Pohon ini berbentuk seperti kerucut dengan daun seperti jarum dan buah seperti kerucut (dapat dilihat pada Gambar 3). Bibitnya berukuran kecil dan memiliki biji kecil yang berada dalam buah serta memiliki sayap membran yang disebut dengan *samara* (Hanley, *et. al.*, 2006).



Gambar 3. Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*)
(Sumber: Plantamor, 2014)

Spesies ini banyak diketemukan dekat dengan wilayah pantai berpasir di Kalimantan. Kayunya sangat keras dan berat, berat jenis 1,04-1,18 g/cm³ dan kelas awet II-III atau kelas kekuatan I-II, sehingga dapat digunakan untuk bangunan, lantai, dinding, bantalan, tiang listrik, perkapalan, dan arang. Cemara laut merupakan tanaman yang tahan terhadap garam, kekeringan, dan keasaman tanah. Tanaman ini dapat mengikat nitrogen dari udara sebanyak 50-80% sehingga akumulasi hara pada lantai hutan sangat tinggi, yaitu 1.600 kg N/ha dan 85 kg P/ha (Harjadi dan Dona, 2008).

Casuarina equisetifolia termasuk dalam tumbuhan yang disebut kelompok pelopor atau *pes-caprae* (Whitten, *et. al.*, 2000). Nama formasi tersebut didapat dari tumbuhan "*Ipomoea pes-caprae*" yang umumnya tumbuh mendominasi dan menarik perhatian mata. Tumbuhan ini memiliki batang akar yang dapat menyebar dengan cepat bila kondisinya mendukung untuk pertumbuhannya. Mereka mudah beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrem misalnya tingkat toleransi terhadap kadar garam yang tinggi, tiupan angin yang kencang bahkan terhadap kekeringan. Selain formasi *pes-caprae*, juga terdapat formasi *Barringtonia* yang bersama dengan formasi *pes-caprae* berfungsi sebagai tumbuhan pelopor.

Jenis ini berbentuk pohon dengan percabangan halus dan memiliki daun seperti jarum. Umumnya tumbuh di pinggir pantai berpasir, biasanya berada pada 0-100 m di atas permukaan laut. Jenis ini membutuhkan banyak paparan sinar matahari, toleran terhadap air garam, tanah berkapur dan agak alkali dan sangat mudah adaptasi pada tanah yang kurang subur. Jenis ini dapat menambat N₂ dari atmosfer dengan bantuan bakteri frankia (Noor, *et. al.*, 2006).

Sukresno (2007), merekomendasikan cemara laut sebagai tanggul angin pada pantai berpasir. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan diantaranya adalah: 1) dapat tumbuh pada permukaan laut hingga ketinggian 800 m di atas

permukaan laut; 2) toleran terhadap kekeringan hingga 6-8 bulan; 3) dapat tumbuh secara bersamaan dengan tanaman lain di daerah pantai atau dataran rendah; 4) dapat tumbuh pada kondisi tanah yang jelek sekalipun, misalnya pada tanah dangkal, tidak subur, atau pada tanah dengan kadar garam yang tinggi; 5) merupakan tanaman yang dapat mengikat nitrogen di udara dengan bantuan *Frankia* sp.; 6) tanaman yang pertumbuhannya cepat (*fast growing*) dengan pertumbuhan bisa mencapai 20-30 meter; 7) pemanfaatannya sebagai tanaman *agroforestry* untuk tanggul angin, penstabil tanah, pelindung pantai dan pagar.

Jenis ini memiliki banyak keunggulan baik dari aspek ekologi maupun aspek ekonomi. Secara ekologi, cemara laut banyak ditanam untuk tujuan rehabilitasi dan reklamasi wilayah pantai, stabilisasi bukit pasir, perbaikan kesuburan tanah, proteksi wilayah darat termasuk kawasan budidaya pertanian dari hembusan garam dan angin serta sebagai pengendali erosi pantai. Di Indonesia, rehabilitasi wilayah pantai dengan menggunakan tanaman cemara laut telah dilakukan di beberapa pantai, yakni pantai Samas di Yogyakarta dan pantai Petanahan di Kebumen serta pantai Nias dan Aceh pasca terjadinya tsunami. Secara ekonomi, kayu cemara laut memiliki potensi untuk dijadikan sebagai kayu bakar karena memiliki kalori yang tinggi (4000-7000 kkal/kg) serta sebagai tanaman pokok untuk model pembangunan hutan dengan sistem *agroforestry* (Tuheteru dan Mahfudz, 2012).

Zoysa (2008) menyebutkan bahwa *Casuarina* sp. memiliki karakteristik yang dijadikan sebagai *shelterbelt* diantaranya memiliki akar yang kuat, secara ekstensif daun-daun dari cemara laut memiliki kemampuan untuk menahan kecepatan angin serta memiliki kemampuan untuk memperbaiki tanah (pasir) yang mengandung kadar garam yang tinggi. Juga sebagai polinasi madu dan burung (Goltenboth, et. al., 2006).

2.4.2. Waru Laut (*Hibiscus tiliaceus*)

Jenis waru yang sering berasosiasi dengan tumbuhan mangrove, kulit kayu coklat keabu-abuan. Daun hijau dengan bagian bawah berambut halus, Bunga berwarna kuning berbentuk seperti lonceng, sebelum rontok berubah warna menjadi jingga (Susanto, *et. al.*, 2012). Berikut adalah gambar tanaman Waru Laut (Gambar 4).



Gambar 4. Waru Laut (*Hibiscus tiliaceus*)
(Sumber: Plantamor, 2014)

Waru termasuk dalam famili malvaceae. Banyak terdapat di Indonesia, di pantai yang tidak berawa, di tanah datar, dan di pegunungan hingga ketinggian 1.700 meter. Kemampuan bertahannya tinggi karena toleran terhadap kondisi asin dan kering. Tumbuhan ini tumbuh baik di daerah panas dengan curah hujan 800 – 2000 mm (Putra, 2011).

2.4.3. Katang-katang (*Ipomoea pes-caprae*)

Herba yang tumbuh menjalar di tanah, mudah dijumpai di pinggir pantai. Bunga berbentuk seperti terompet, berwarna merah muda. Tumbuhan ini dilaporkan banyak bermanfaat sebagai obat seperti daun untuk obat rematik, akar sebagai obat sakit gigi, cairan dari batangnya untuk mengobati gigitan dan

sengatan binatang (Susanto, *et. al.*, 2012). Gambar (5) di bawah menunjukkan gambar katang-katang.



Gambar 5. Katang-katang (*Ipomoea pes-caprae*)
(Sumber: Plantamor, 2014)

Katang-katang tumbuh dengan sangat cepat meskipun tidak secara massif menutup. Katang-katang dapat tumbuh menjalar dengan cepat sampai sepanjang 100 kaki atau 30 meter. Tumbuhan ini tumbuh lebih cepat menjalar ke samping bila dibandingkan dengan pertumbuhan vertikalnya. Pertumbuhan akar dari tumbuhan dapat mencapai hingga 1 meter ke dalam tanah (Barnett, 1997).

Katang-katang sering digunakan dalam upaya restorasi atau stabilisasi pantai. Tumbuhan ini merupakan salah satu komponen utama dalam koloni yang ada di kawasan pantai. Tumbuhan ini dapat tumbuh dengan baik di habitat yang miskin nutrient, kering, berpasir atau tanah yang berasal dari pecahan karang. Hal ini membuat tanaman katang-katang merupakan salah satu yang terbaik sebagai garda terdepan dalam komunitas pantai. Adanya tumbuhan ini, dapat memberikan habitat untuk berbagai spesies binatang (Brown, *et. al.*, 2005).

2.4.4. Pandan (*Pandanus tectorius*)

Pandan memiliki akar tunjang seperti pada jenis *Rhizophora*, tumbuh pada substrat pasir di tepi pantai dan terkena pasang surut air laut. Daun berwarna hijau, berduri pada sisi dan ujung tajam. Sebagian masyarakat memanfaatkannya untuk anyaman tikar. Buah seperti nanas, berwarna hijau saat masih muda dan oranye saat masak (Susanto, *et. al.*, 2012). Berikut adalah gambar dari *Pandanus tectorius* (Gambar 6).



Gambar 6. Pandan (*Pandanus tectorius*)
(Sumber: Plantamor, 2014)

2.4.5. Keben (*Barringtonia asiatica*)

Pohon ini tumbuh di pantai. *Barringtonia* dapat mencapai tinggi 10 meter, daun berwarna hijau tua. Jenis ini relatif mudah dikenali dengan buah besar berwarna hijau berbentuk tetrahedral seperti buah delima (Susanto, *et. al.*, 2012). Keben banyak digunakan sebagai bahan dalam obat tradisional, misalnya sebagai racun ikan, mengendalikan perkembangan kudis, daunnya digunakan untuk meredakan sakit kepala dan rematik (Khan dan Omoloso, 2002). Gambar pohon ditunjukkan oleh Gambar (7).



Gambar 7. Keben (*Barringtonia asiatica*)
(Sumber: Plantamor, 2014)

Habitat tumbuhan *Barringtonia asiatica* merupakan kawasan litoral yang hampir eksklusif, pada beberapa daerah pohonnya dapat tumbuh jauh ke daratan pada bukit atau jurang berkapur, biasanya tumbuh pada pantai berpasir atau koral-pasir, disepanjang pantai atau rawa mangrove pada ketinggian 0-350 m di atas permukaan laut (Tan, 2001).

2.5. Kajian Fisik dan Kimia Kesesuaian Lahan untuk Penanaman Mangrove Asosiasi

Kajian fisik dan kimia penanaman mangrove asosiasi merupakan kajian yang mempelajari komponen fisik dan kimia dalam kebutuhan hidup mangrove asosiasi, sedangkan kesesuaian lahan merupakan kecocokan suatu lahan untuk tujuan penggunaan tertentu melalui penentuan nilai (kelas) lahan dan pola tata guna lahan yang dihubungkan dengan potensi wilayahnya sehingga penggunaan lahan lebih terarah berikut usaha pemeliharaan kelestariannya. Penilaian kesesuaian lahan merupakan suatu penilaian sistematis dari lahan dan menggolongkannya ke dalam kategori berdasarkan persamaan sifat atau kualitas

lahan yang mempengaruhi kesesuaian lahan bagi suatu usaha atau penggunaan tertentu (Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2001).

Proses penilaian kesesuaian lahan untuk penanaman mangrove asosiasi adalah membandingkan antara syarat-syarat penggunaan lahan pesisir bagi peruntukan penanaman mangrove asosiasi dengan kualitas lahan pesisir. Oleh karena itu, perlu dijelaskan syarat-syarat penggunaan lahan pesisir bagi peruntukan tersebut. Syarat-syarat penggunaan lahan tersebut memiliki parameter dengan nilai yang berbeda dan tergantung pada letak geografis (FAO, 1976 dengan adaptasi).

Selanjutnya beberapa faktor fisik dan kimia yang dianggap berpengaruh terhadap kelangsungan hidup mangrove asosiasi adalah sebagai berikut:

2.5.1. Substrat

Pertumbuhan mangrove dipengaruhi oleh variabel sedimen. Karakteristik substrat sangat penting karena mempengaruhi secara langsung pertumbuhan mangrove dan produktivitasnya. Menurut Wibisono *et. al.* (2006), substrat yang sesuai untuk pertumbuhan mangrove asosiasi berupa tanaman pantai adalah pantai berpasir, terutama substrat yang telah ditumbuhi oleh barisan *Ipomoea* atau *Barringtonia*.

Sementara itu, menurut Zaky (2012), mangrove merupakan pelopor dimana terjadi pengumpulan sedimen dan biasanya membantu kestabilan sedimen pantai meskipun tidak selalu memberikan kontribusi aktif dalam penumpukan sedimen. Mangrove dapat hidup pada garis pantai yang stabil, naik ataupun menurun. Pada garis pantai yang naik, mereka hanya membentuk zona pinggirannya sedangkan pada pantai stabil, mereka bergantung pada kelerengan. Pada pantai yang datar ataupun cenderung menurun mangrove cenderung menjadi lebih spesifik.

2.5.2. Bahan Organik

Pada umumnya tanaman memerlukan pasokan nutrisi untuk pertumbuhan. Nutrisi yang paling penting bagi tanaman meliputi nitrogen dan fosfor. Unsur-unsur tersebut secara alami didapatkan dari pergerakan air yang dinamis, yaitu proses *run off* dan *run on*. *Run off* merupakan proses dimana air yang berasal dari daratan akan terbawa beserta mineral-mineral yang berasal dari daratan menuju ke laut melalui sungai sehingga mineral-mineral tersebut dapat dimanfaatkan oleh sejumlah ekosistem yang berada di laut dan sekitarnya. Sedangkan *run on* merupakan proses dimana air yang berasal dari laut ditransferkan oleh arus maupun pasang surut dan membawa sejumlah mineral yang berasal dari laut itu sendiri ke sejumlah lokasi sehingga dapat dimanfaatkan oleh beberapa ekosistem di sekitarnya (Hogarth, 2007).

2.5.3. pH

Menurut Mindawati, *et. al.* (2001) dalam Zaky (2012), pH yang ideal bagi mangrove adalah pH 7 yang merupakan pH optimal dalam pemenuhan nutrisi dalam tanah. pH pada mangrove termasuk dalam kategori *acid sulfate soil* dimana cenderung netral ketika tergenang namun cenderung asam ketika surut akibat terjadinya proses oksidasi selama kondisi ini berlangsung. Jika pH meningkat hingga di atas 5,5 maka nitrogen dalam bentuk nitrat menjadi tersedia bagi mangrove. Pada substrat yang asam, mangrove mempunyai kemungkinan yang besar untuk terakumulasi oleh logam berat yang dapat mengakibatkan kematian.

2.5.4. Ketinggian Lokasi dan Frekuensi Genangan

Menurut Mazda, *et. al.* (2003) keberadaan pasang surut bagi ekosistem mangrove dirasakan sangat penting. Hal ini akan berpengaruh terhadap distribusi

salinitas di suatu kawasan mangrove. Hal ini berpengaruh terhadap kadar salinitas pada beberapa kawasan yang terendam pasang tertinggi akan berbeda kondisinya dengan kawasan yang terkena pasang terendah maupun surut. Menurut Wibisono *et. al.* (2006), secara umum mangrove asosiasi dan tanaman pantai sesuai dengan kondisi tanah yang kering dan tidak terendam oleh air laut ketika pasang (frekuensi genangan = 0 hari/bulan). Dalam hal ini, ketinggian lokasi sangat mempengaruhi frekuensi genangan dan tinggi genangan maksimum, karena ketinggian lokasi akan diverifikasi dengan data pasang surut untuk mengetahui frekuensi genangan (Zaky, 2012), semakin tinggi lokasi maka semakin tidak terjangkau oleh pasang surut.

2.5.5. Gelombang dan Arus

Arus dan gelombang dapat merubah struktur dan fungsi ekosistem mangrove (Mazda, *et. al.*, 2003). Menurut Nybakken (1992) ekosistem mangrove dapat hidup optimal pada wilayah yang memiliki arus dan gelombang yang relatif kecil. Pada lokasi tertentu yang memiliki gelombang dan arus yang cukup besar biasanya hutan mangrove mengalami erosi sehingga terjadi pengurangan luasan hutan. Selain itu, Faktor tersebut juga berpengaruh langsung terhadap distribusi spesies misalnya buah atau semai *Rhizophora* terbawa gelombang dan arus sampai menemukan substrat yang sesuai untuk menancap dan akhirnya tumbuh (Hogarth, 2007).

Faktor tersebut juga berpengaruh tidak langsung terhadap sedimentasi pantai dan pembentukan padatan-padatan pasir di muara sungai. Terjadinya sedimentasi dan padatan-padatan pasir ini merupakan substrat yang baik untuk menunjang pertumbuhan mangrove. Kemudian faktor tersebut dapat mempengaruhi daya tahan organisme akuatik melalui transportasi nutrien-nutrien penting dari mangrove ke laut. Nutrien-nutrien yang berasal dari hasil

dekomposisi serasah maupun yang berasal dari *run off* daratan dan terjebak di hutan mangrove akan terbawa oleh arus dan gelombang ke laut pada saaturut (Mazda, *et. al.*, 2003; Dahuri, 2003; Hogarth, 2007).

2.5.6. Curah Hujan

Curah hujan akan mempengaruhi kelembaban dari tanah dan udara. Mangrove membutuhkan pengairan yang tepat. Tidak adanya pengairan dalam jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan mangrove mengalami stress dan bahkan kematian. Tidak hanya itu, beberapa faktor lingkungan lokal misalnya curah hujan, run-off, substrat dapat juga mengakibatkan modifikasi terhadap penyebaran mangrove dan membentuk suatu asosiasi baru (Brown, 2007). Curah hujan yang sesuai untuk pertumbuhan mangrove adalah pada 700 – 2000 mm (Wibisono, *et. al.*, 2006).

2.5.7. Erosi

Menurut Ditjen KPPPK (2005) erosi merupakan pengurangan daratan atau mundurnya garis pantai yang terjadi akibat aktifitas manusia maupun alam sedangkan abrasi sendiri merupakan erosi pada material masif seperti yang terjadi pada batu atau karang. Menurut Diposaptono (2011) erosi pantai dapat diikuti dengan abrasi/pengikisan tebing oleh gempuran ombak. Abrasi dapat terjadi karena pelapukan tebing atau karena peningkatan energi gelombang atau karena penurunan daya tahan tebing oleh pelapukan baik kimiawi, fisik maupun biologis.

Dijelaskan pula oleh Diposaptono (2011) bahwa peristiwa erosi dan abrasi pantai dapat menyebabkan kerusakan fisik pada ekosistem mangrove. Sejumlah peristiwa erosi di Indonesia pun menghilangkan sejumlah kawasan di pesisir,

seperti di Kota Semarang dan Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Hal ini pun berakibat pada kerusakan fisik ekosistem mangrove di kedua daerah tersebut.

2.5.8. Formasi Vegetasi Sekitar

Formasi vegetasi di sekitar lokasi rehabilitasi merupakan salah satu kunci sukses dalam upaya rehabilitasi. Usaha rehabilitasi dapat berjalan dengan sukses di tempat dimana pada tempat tersebut terdapat mangrove yang telah ada sebelumnya, tetapi topografi tersebut telah berubah seiring dengan adanya erosi atau akresi dan polah hidrologi lainnya (Hashim, *et. al.*, 2010). Menurut Wibisono *et. al.* (2006), tempat yang sesuai untuk penanaman mangrove asosiasi dan tumbuhan pantai adalah lahan berpasir yang telah terdapat formasi *Ipomoea*.

2.5.9. Kenaikan Muka Air Laut

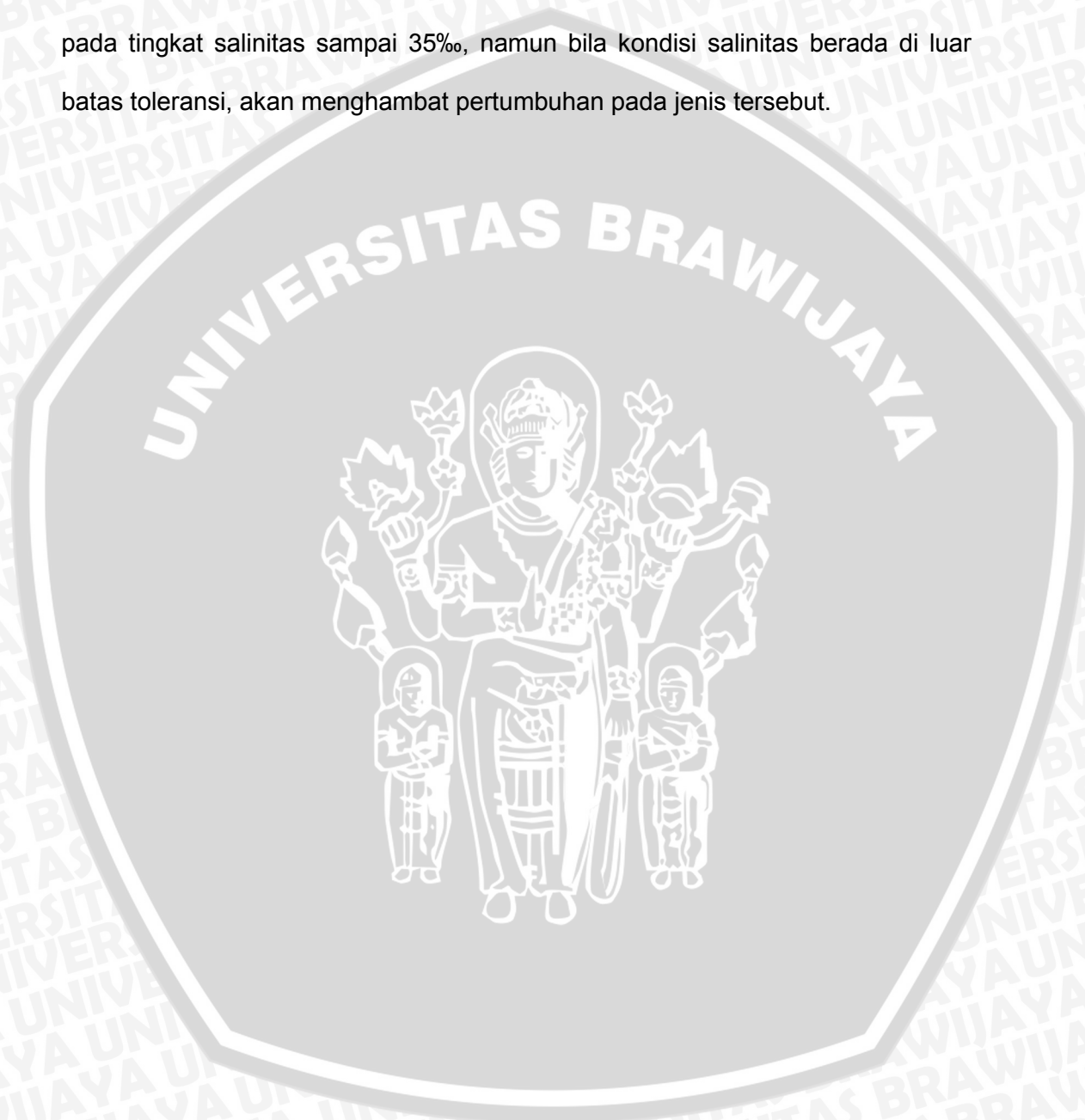
Menurut Dahuri (2003) kenaikan muka air laut dapat menyebabkan kerusakan fisik pada ekosistem mangrove. Hal ini dikarenakan peristiwa ini menyebabkan terjadinya pasang surut perbani dimana waktu pasang air laut mencapai ketinggian yang melebihi keadaan normal sehari-hari padahal syarat hidup mangrove adalah ketika pasang ia tergenang dan ketika surut ia terbebas dari genangan (KLH, 2010). Kondisi ini menyebabkan sejumlah anakan mangrove terendam sehingga hal ini menghambat pertumbuhan bahkan dapat menyebabkan kematian mangrove pada suatu kawasan (IUCN, 2006).

2.5.10. Salinitas

Menurut Ditjen KPPPK (2005) salinitas merupakan derajat konsentrasi garam yang terlarut dalam air dimana ditentukan dengan pengukuran densitas larutan dengan menggunakan salinometer, titrasi atau pengukuran konduktifitas

elektrik larutan. Salinitas mempengaruhi komposisi mangrove. Beberapa spesies tidak dapat hidup pada salinitas tinggi dan ditemukan hanya pada daerah payau.

Dalam hal ini, mangrove asosiasi dan tumbuhan pantai umumnya memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap salinitas. Jenis tumbuhan ini dapat hidup pada tingkat salinitas sampai 35‰, namun bila kondisi salinitas berada di luar batas toleransi, akan menghambat pertumbuhan pada jenis tersebut.



3. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2014 dengan pengambilan sampel sedimen dan observasi kondisi perairan di wilayah Pantai Sidem, Kabupaten Tulungagung (Gambar 8). Lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi 6 titik stasiun berdasarkan kondisi lingkungan yang ada di pesisir tersebut. Analisis sedimen pada sampel dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah dan Laboratorium Fisika Tanah, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.



Gambar 8. Peta Wilayah Kajian

3.2. Materi Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian yang bersifat deskriptif. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel sedimen untuk mengetahui

kesesuaian lahan yang ditinjau dari aspek fisika, biologi, dan kimia lingkungan sekitar untuk rehabilitasi Pantai Sidem, Tulungagung dengan penanaman mangrove asosiasi.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data yang digunakan dikelompokkan dalam dua kelompok, yakni data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan mencatat hasil observasi dan dokumentasi, sedangkan data sekunder berasal dari data yang diambil oleh pihak lain selain peneliti dan rujukan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini.

3.3.1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dengan pengamatan keadaan lapang. Data primer yang diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Data kondisi lingkungan perairan yang meliputi kimia dasar perairan yaitu salinitas, derajat keasaman, kandungan oksigen terlarut dalam perairan (bila terdapat sampel air).
2. Ketinggian lokasi/elevasi yang didapatkan dari GPS Garmin, untuk mengetahui data frekuensi dan tinggi genangan pada masing-masing lokasi stasiun.
3. Sampel sedimen, untuk mengetahui tekstur dan kandungan bahan organik pada substrat tanah.
4. Kondisi lingkungan sekitar untuk mengetahui daya dukung lingkungan, misalnya dengan mengamati vegetasi di sekitar titik lokasi pengamatan.

3.3.1.1. Observasi

Observasi merupakan pengumpulan data dengan pengamatan oleh peneliti secara langsung di lapang. Pengumpulan data secara observasi adalah penentuan titik lokasi pengambilan sampel, pengamatan lingkungan sekitar untuk mengetahui vegetasi yang ada di sekitar titik lokasi pengamatan, pengukuran parameter kimia lingkungan, dan pengambilan sampel sedimen.

3.3.1.2. Dokumentasi

Dokumentasi dapat diartikan sebagai catatan peristiwa yang sudah berlalu. Tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang merupakan bentuk dari dokumen (Sugiyono, 2010). Dokumentasi sangat penting dikarenakan sebagai pemberi bukti dan pemberi keterangan dalam sebuah penelitian.

3.3.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah lebih dahulu dikumpulkan dan dilaporkan oleh orang di luar dari penyelidik sendiri, walaupun yang dikumpulkan itu sesungguhnya adalah data asli. Sumber sekunder berisi data dari tangan ke dua atau dari tangan ke sekian, yang bagi penyelidik tidak mungkin berisi data yang seasli sumber data primer (Surakhmad, 1985).

Pada penelitian ini, data sekunder diperoleh dengan melakukan studi referensi dari buku-buku dan penelitian terdahulu tentang kesesuaian lahan untuk penanaman cemara laut dalam kaitannya dengan rehabilitasi pantai. Data-data tersebut adalah:

1. Pasang Surut

Data pasang-surut digunakan untuk mengetahui tinggi (m) dan frekuensi (hari/bulan) air menggenangi titik lokasi pengamatan, yang akan

berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetasi yang akan ditanam di lokasi tersebut. Data genangan air didapatkan dari data pasang surut yang diterbitkan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika yakni pada Stasiun Meteorologi Maritim Perak II Surabaya. Data pasang surut yang ada kemudian diverifikasi dengan data elevasi, sehingga diketahui data genangan pada masing-masing stasiun penelitian.

2. Kecepatan angin

Data kecepatan angin diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, yakni pada Stasiun Meteorologi Maritim Perak II Surabaya.

3. Gelombang

Data gelombang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, yakni pada Stasiun Meteorologi Maritim Perak II Surabaya.

4. Arus

Data arus diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, yakni pada Stasiun Meteorologi Maritim Perak II Surabaya.

5. Erosi

Data kenaikan muka air laut didapatkan dari peta erosi Indonesia yang diterbitkan oleh P3SLDP LITBANG KKP tahun 2014.

6. Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, yakni pada Stasiun Klimatologi Karangploso Malang. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan Maret 2013 – Maret 2014 (1 tahun terakhir).

7. Kenaikan muka air laut

Data kenaikan muka air laut didapatkan dari peta erosi Indonesia yang diterbitkan oleh P3SLDP LITBANG KKP tahun 2014.

3.4. Alat dan Bahan

3.4.1. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dibedakan dalam dua jenis, yakni alat yang digunakan selama di lapang, dan alat yang digunakan di laboratorium.

Daftar alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut (Tabel 2):

Tabel 2. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Fungsi	Keterangan
1	pH meter	Mengukur kadar pH	In-situ
2	DO meter	Mengukur kadar oksigen terlarut	In-situ
3	Salinometer	Mengukur kadar salinitas	In-situ
4	Botol PET	Wadah sampel	In-situ
5	GPS Map	Menentukan titik pengamatan	In-situ
6	Cool Box	Tempat penyimpanan sampel sementara	In-situ
7	Kamera Digital	Mendokumentasikan penelitian	In-situ
8	Cetok	Mengambil sedimen	In-situ
9	Alat Tulis	Mencatat hasil pengukuran in-situ	In-situ
10	Labu Erlenmeyer	Wadah pereaksi tanah dan larutan	Laboratorium
11	Buret	Sebagai alat titrasi	Laboratorium
12	Nampan	Wadah pengeringan sampel	Laboratorium
13	Ayakan 0.05 mm	Mengetahui jenis sedimen	Laboratorium
14	Hot Plate	Memanaskan larutan	Laboratorium
15	Oven	Memanaskan larutan dan sampel	Laboratorium
16	Gelas Ukur	Mengukur volume larutan sampel	Laboratorium
17	Pipet Tetes	Mengambil larutan dalam skala kecil	Laboratorium
18	Komputer	Memasukkan data hasil penelitian	Ex-situ

3.4.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dibedakan dalam dua jenis, yakni bahan yang digunakan selama di lapang, dan bahan yang digunakan di laboratorium. Daftar bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut (Tabel 3):

Tabel 3. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Fungsi	Keterangan
1	Sampel	Sebagai bahan yang akan diuji	In-situ
2	Aquadest	Untuk kalibrasi alat	In-situ
3	Kertas label	Memberi label pada sampel	In-situ
4	<i>Plastic wrap</i>	Wadah sampel sedimen	In-situ
5	Spidol permanen	Menulis identitas sampel	In-situ
6	Tissue	Membersihkan alat setelah digunakan	In-situ
7	Sampel	Sebagai bahan yang akan diuji	Laboratorium
8	Aquadest	Sebagai pelarut	Laboratorium
9	Kertas label	Sebagai label larutan	Laboratorium
10	H ₂ O ₂	Membakar bahan organik	Laboratorium
11	H ₂ SO ₄ pekat	Meningkatkan titik didih, mengeluarkan N berupa NH ₄	Laboratorium
12	NaOH 40%	Menetralkan H ₂ SO ₄ pada pengukuran N-total	Laboratorium
13	K ₂ Cr ₂ O ₇	Mengikat karbon dalam sampel saat pengukuran C-organik	Laboratorium

3.5. Teknik Pengambilan Sampel

3.5.1. Penentuan Titik Sampling

Dalam penelitian ini, akan diambil sampel sedimen dari beberapa stasiun pengamatan. Penentuan stasiun sampling menggunakan metode *purposive sampling* atau dengan kata lain dengan sengaja mengambil sampel dengan pertimbangan tertentu. Hal ini dimaksudkan agar lokasi yang terpilih dapat mewakili dari daerah yang akan diteliti. Pertimbangan dari penentuan lokasi adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik lahan
2. Jarak antar stasiun ± 100 m

Pengambilan titik lokasi sampling dengan metode di atas sehingga didapatkan lokasi sampling yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Koordinat Lokasi Sampling

Stasiun	Longitude	Latitude
1	111° 47.500'	08° 15.320'
2	111° 47.700'	08° 15.365'
3	111° 47.538'	08° 15.380'
4	111° 47.623'	08° 15.379'
5	111° 47.528'	08° 15.252'
6	111° 47.516'	08° 15.295'

Pengamatan berdasarkan survei di lapang didapatkan bahwa lokasi Stasiun 1 merupakan daerah muara sungai yang diduga terkena dampak erosi dan merupakan daerah pasang surut. Pada lokasi ini interaksi dengan arus dan gelombang laut terjadi secara terbuka dikarenakan ketiadaan alat pemecah ombak di barisan terdepannya, namun pada lokasi ini terdapat beberapa vegetasi yang berupa formasi *pes-caprae* dan *Barringtonia* sehingga dapat membantu menstabilkan tanah.

Lokasi stasiun 2 merupakan daerah yang terdampak *effluent* sungai terowongan Neyama yang berfungsi sebagai penggerak turbin PLTA Tulungagung. Lokasi ini memiliki arus yang cukup kuat sebagai akibat dari luaran PLTA dan interaksi terhadap gelombang dan laut lepas terjadi secara terbuka karena ketiadaan alat pemecah ombak di depannya. Pada lokasi tersebut tidak ditemukan vegetasi.

Lokasi stasiun 3 merupakan lokasi yang langsung berhadapan dengan laut lepas sehingga interaksi dengan gelombang dan arus laut terjadi secara terbuka. Pada lokasi ini, terdapat vegetasi *Hibiscus tiliaceus* yang berada di belakang titik pengambilan sampel, sehingga pada lokasi tersebut tanahnya cukup stabil.

Lokasi stasiun 4 merupakan lokasi yang berada pada daerah supratidal. Pada lokasi ini terdapat vegetasi *Hibiscus tiliaceus* dan beberapa jenis *Pandanus*, walaupun demikian di depan lokasi ini terdapat beberapa sisa

tanaman jenis *Pandanus* yang diduga terseret ombak sebagai akibat dari erosi yang terjadi pada daerah di depan lokasi ini.

Lokasi stasiun 5 merupakan lokasi tambak yang sudah tidak difungsikan sejak tahun 1990-an. Lokasi ini dianggap relatif jauh dengan pantai dan berada di belakang lokasi stasiun 4. Secara administrasi, lokasi ini berada dalam kawasan PLTA Tulungagung. Pada lokasi ini ditemukan vegetasi yang berupa pohon dan rerumputan.

Lokasi stasiun 6 berada di sisi sungai terowongan Neyama. Pada lokasi ini ditemukan vegetasi jenis *Pandanus* dan beberapa jenis waru laut. Lokasi ini terpapar arus aliran sungai secara terbuka.

3.5.2. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada setiap lokasi sampling. Pengambilan sampel dilakukan pada saat surut untuk mendapatkan sampel sedimen. Pengukuran dibagi atas 2 kelompok yaitu pengukuran *in-situ* dan pengukuran *exsitu*. Pengukuran *in-situ* merupakan pengukuran yang dilakukan secara langsung di lokasi penelitian, sedangkan pengukuran *ex-situ* merupakan pengukuran yang dilakukan di luar lokasi penelitian. Berikut ini merupakan pengukuran *in-situ* dan *ex-situ*:

3.5.2.1. Pengukuran Data In-situ

Data insitu terdiri dari parameter kimia yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu salinitas, dan pH (disajikan dalam Tabel 5).

Tabel 5. Parameter yang diukur pada pengukuran in-situ

No	Parameter	Satuan	Alat Pengukuran
1	Salinitas	ppt	Salinometer
2	pH	-	pH meter

3.5.2.2. Pengukuran Data Ex-situ

Data ex-situ yang diukur dalam penelitian ini adalah penentuan kadar bahan organik dalam sampel sedimen dan tekstur sedimen. Pengukuran ini dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah dan Laboratorium Fisika Tanah, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Berikut adalah parameter yang diukur dalam pengukuran ex-situ beserta metode pengukurannya (Tabel 6).

Tabel 6. Parameter yang diukur pada pengukuran ex-situ

No	Parameter	Satuan	Metode Pengukuran
1	Bahan Organik Tanah	%	Walkley and Black (1934)
2	Tekstur	%	Saringan Bertingkat (Wentworth, 1922)

3.6. Metode Pengolahan Data

Metode yang digunakan dalam melakukan pengolahan data dari hasil pengambilan sampel dan pengumpulan data sekunder yang lain adalah dengan metode pengharkatan (*scoring*) untuk mengetahui klasifikasi tingkat kesesuaian lahan pada masing-masing stasiun pengamatan untuk penanaman mangrove asosiasi. Klasifikasi tingkat kesesuaian lahan dilakukan dengan menyusun matrik kesesuaian lahan untuk menilai kelayakan atas dasar pemberian skor pada parameter pembatas untuk kelangsungan hidup mangrove asosiasi. Dalam penelitian ini setiap parameter dibagi dalam tiga kelas yaitu sesuai, kurang sesuai, dan tidak sesuai. Kelas sesuai diberi nilai 3, kelas kurang sesuai diberi nilai 2, dan kelas tidak sesuai diberi nilai 1. Parameter-parameter ini kemudian diberikan pembobotan berdasarkan studi pustaka untuk digunakan dalam penentuan tingkat kesesuaian lahan. Parameter dengan pengaruh yang lebih kuat diberikan bobot yang lebih tinggi daripada parameter yang pengaruhnya lebih lemah. Matrik kriteria kesesuaian lahan disajikan dalam Tabel (7) di bawah.

Tabel 7. Modifikasi Matrik Kesesuaian Lahan untuk Mangrove Asosiasi

No	Parameter	Kelas	Nilai	Bobot
1	Substrat ¹⁾	Pasir	3	3
		Gravel	2	
		Lempung	1	
2	Bahan organik (%) ²⁾	> 0,5	3	3
		0,1 – 0,5	2	
		< 0,1	1	
3	Kecepatan angin (m/s) ³⁾	< 2,5	3	1
		2,5 – 5	2	
		> 5	1	
4	pH ⁴⁾	7 – 8,5	3	1
		6,5 – 7 atau 8,5 – 9,5	2	
		< 6,5 atau > 9,5	1	
5	Ketinggian lokasi (mdpl) ³⁾	0 – 100	3	1
		100 – 600	2	
		> 600	1	
6	Frekuensi genangan (hr/bln) ¹⁾	< 10	3	3
		10 – 19	2	
		> 20	1	
7	Gelombang (m) ⁵⁾	≤ 0,5	3	2
		> 0,5 – 1	2	
		> 1	1	
8	Arus (m/s) ⁵⁾	< 0,01	3	2
		0,01 – 0,1	2	
		> 0,1	1	
9	Curah Hujan (mm/tahun) ³⁾	700 – 2000	3	2
		> 2000 – 3500	2	
		> 3500	1	
10	Erosi (m/tahun) ⁶⁾	0	3	2
		> 0 – 2	2	
		> 2	1	
11	Formasi vegetasi sekitar ⁷⁾	Pes-caprae/Barringtonia	3	2
		Mangrove mayor	2	
		Tidak ada	1	
12	Kenaikan muka air laut (mm/tahun) ⁵⁾	< 4,99	3	2
		5 – 9,99	2	
		> 9,99	1	
13	Salinitas (‰) ³⁾	1,75 – 35	3	1
		1 – 1,75	2	
		< 1	1	

Sumber: Dimodifikasi dari Khazali, 1999 ¹⁾; Landon, 1991 ²⁾; Maroeto, *et. al.* 2007 ³⁾; KepMen No. 51/MENKLH/2004 ⁴⁾; DKP, 2008; Mazda, *et. al.* 2003; IUCN, 2006 ⁵⁾; Gornitz, *et. al.* 1992 ⁶⁾; Hanley, *et. al.* 2006 ⁷⁾;

Setiap stasiun diberikan nilai untuk setiap parameter sesuai dengan kondisinya masing-masing, kemudian skor ini dikalikan dengan bobot. Total skor dari hasil perkalian nilai parameter dengan bobotnya selanjutnya dipakai untuk menentukan kelas kesesuaian lahan mangrove dengan perhitungan sebagai berikut:

$$y = a_i . X_n \quad (\text{Prahasta, 2002})$$

Dimana:

y = Nilai akhir

a_i = Faktor pembobot

X_n = Nilai tingkat kesesuaian lahan

3.7. Metode Interpretasi Data

Data yang telah dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode pengharkatan kemudian di-interpretasi untuk mengetahui tingkat kesesuaian lahan stasiun tersebut. Interpretasi data dilakukan dengan mengklasifikasikan Nilai akhir (y) terhadap interval kelas kesesuaian lahan. Interval kelas kesesuaian lahan diperoleh berdasarkan metode *Equal Interval* guna membagi jangkauan nilai-nilai atribut ke dalam sub-sub jangkauan dengan ukuran yang sama. Perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{(\sum a_i . X_n)_{\max} - (\sum a_i . X_n)_{\min}}{k} \quad (\text{Prahasta, 2002})$$

Dimana:

I = Interval kelas kesesuaian lahan

k = Jumlah kelas kesesuaian lahan yang diinginkan

Selanjutnya, hasil analisis dengan metode pengharkatan dianalisis spasial untuk mengetahui sebaran nilai dan penentuan daya dukung dan daya tampung

lingkungan terhadap penanaman mangrove asosiasi. Metode yang digunakan dalam analisis spasial adalah dengan metode interpolasi. Interpolasi merupakan proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampel/diukur, sehingga terbuatlah peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah. Metode interpolasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Inverse Distance Weighted* (IDW) yang merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik di sekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih sesuai dengan data sampel yang dekat dibandingkan dengan yang jauh. Bobot akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Data Fisik dan Kimia Lingkungan

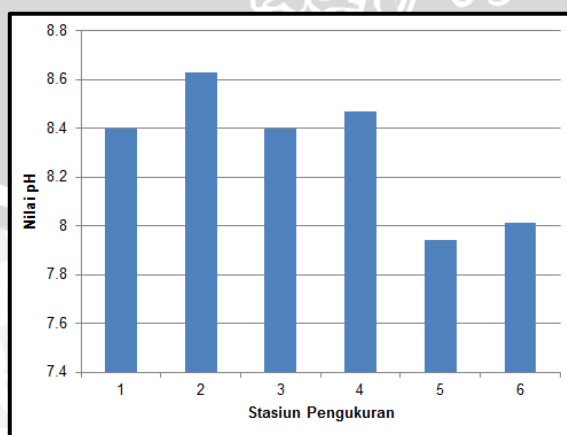
Hasil data fisik dan kimia lingkungan didapatkan dari data primer dan sekunder. Berikut adalah hasil pengumpulan data fisik dan kimia lingkungan.

4.1.1. Data Primer

Data primer yang telah dikumpulkan melalui pengamatan langsung digunakan sebagai acuan untuk melakukan analisis pengharkatan. Berikut adalah hasil dari pengamatan langsung di lapang.

4.1.1.1. pH

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran pH terhadap air dan substrat sedimen (bila stasiun tidak tergenang air). Hasil dari pengukuran pH air pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 tidak menunjukkan perbedaan yang jauh (seperti ditunjukkan pada Gambar 9). Hasil pengukuran pH pada stasiun 1 dan stasiun 3 menunjukkan nilai 8,4 sedangkan pada stasiun 2 adalah 8,63. Pada stasiun-stasiun yang tidak tergenang air, yakni pada stasiun 4, stasiun 5 dan stasiun 6, dilakukan pengukuran terhadap pH substrat sedimen. Hasil pengukuran pada substrat sedimen di stasiun 4 adalah 8,47. Pada stasiun 5 dan 6 memiliki nilai pH masing-masing 7,94 dan 8,01.

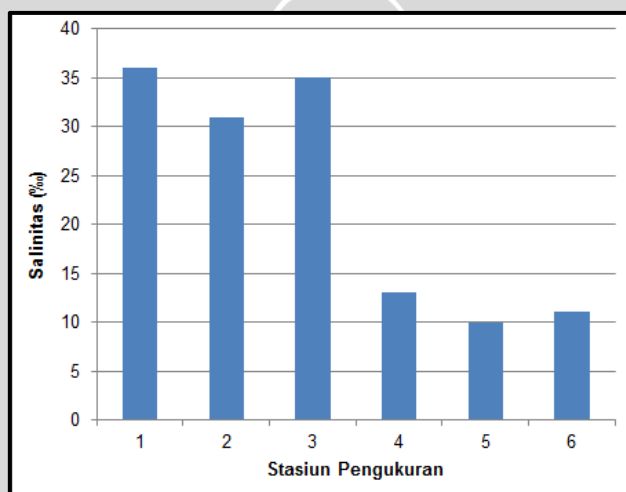


Gambar 9. Grafik pengukuran pH pada masing-masing stasiun pengamatan

Nilai pH yang ditunjukkan oleh masing-masing titik berada dalam kelas sesuai. Hal ini dikarenakan semua nilai pH berada dalam rentang 7 – 8,5. Menurut Mindawati, *et. al.* (2001) dalam Zaky (2012), pH yang ideal bagi mangrove adalah pH 7 yang merupakan pH optimal dalam pemenuhan nutrisi dalam tanah.

4.1.1.2. Salinitas

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran salinitas terhadap air dan substrat sedimen (bila stasiun tidak tergenang air). Gambar (10) di bawah menunjukkan hasil pengukuran salinitas (‰) pada masing-masing stasiun.



Gambar 10. Grafik hasil pengukuran salinitas pada masing-masing stasiun

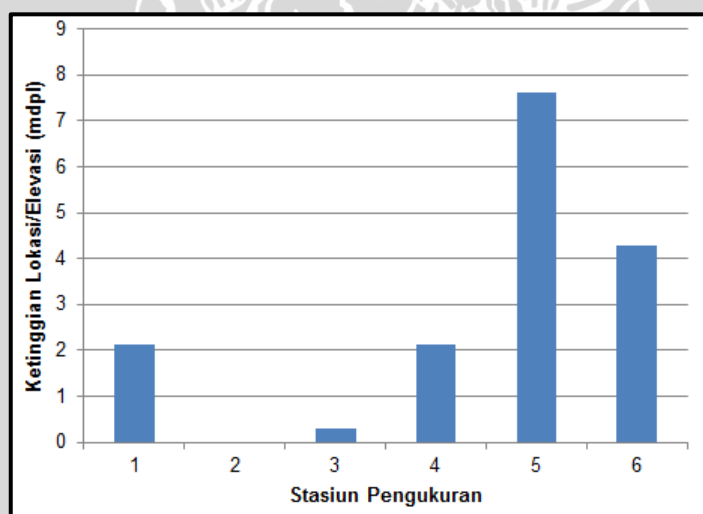
Hasil dari pengukuran salinitas air pada stasiun 1, dan stasiun 3 didapatkan hasil yang hampir sama, yakni masing-masing 36‰ dan 35‰. Pada stasiun penelitian 2, hasil pengukuran didapatkan bahwa salinitas pada lokasi tersebut sebesar 31‰. Pada stasiun-stasiun yang tidak tergenang air, yakni pada stasiun 4, stasiun 5 dan stasiun 6, dilakukan pengukuran terhadap salinitas substrat sedimen. Hasil pengukuran pada substrat sedimen di stasiun 4 adalah 13‰. Pada stasiun 5 dan 6 memiliki nilai salinitas masing-masing 10‰ dan 11‰. Perbedaan nilai salinitas yang terdapat pada setiap stasiun sangat dipengaruhi

oleh lokasi stasiun. Stasiun-stasiun yang terletak pada lokasi perairan terbuka memiliki nilai salinitas yang relatif tinggi, sedangkan pada stasiun-stasiun yang tidak terpapar perairan laut secara langsung memiliki nilai salinitas yang cenderung lebih rendah.

Berdasarkan hasil pengamatan yang kemudian disesuaikan dengan matrik modifikasi untuk penanaman mangrove asosiasi/tumbuhan pantai, maka semua titik stasiun penelitian memiliki kadar salinitas yang sesuai untuk penanaman mangrove asosiasi/tumbuhan pantai karena mangrove asosiasi memiliki toleransi yang tinggi terhadap salinitas (Whitten, *et. al.*, 2000).

4.1.1.3. Ketinggian Lokasi

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari GPS Garmin, ketinggian lokasi (elevasi) pada masing-masing stasiun berbeda (Gambar 11).



Gambar 11. Grafik informasi ketinggian lokasi pada masing-masing stasiun

Pada stasiun 1, diketahui elevasinya terhadap muka air laut rata-rata (*mean sea level*/MSL) adalah 2,13 meter (7 *feet*). Ketinggian lokasi pada stasiun 2 terhadap MSL adalah 3,96 meter (13 *feet*), namun karena lokasi ini dialiri oleh luaran PLTA Tulungagung, maka lokasi ini selalu terendam oleh genangan air laut. Pada stasiun 3, ketinggian lokasi ini terhadap MSL adalah 0 meter, atau

selalu tergenang bila terjadi pasang air laut. Elevasi pada stasiun 4 adalah 2,13 meter (7 feet), sedangkan pada stasiun 5 elevasinya adalah 7,62 meter (25 feet), dan ketinggian lokasi pada stasiun 6 terhadap MSL adalah 4,27 meter (14 feet). Ketinggian lokasi pada masing-masing stasiun berhubungan erat dengan frekuensi genangan air yang menggenangi lokasi tersebut. Adapun profil kemiringan dari masing-masing stasiun dapat dilihat di Lampiran (1).

4.1.1.4. Formasi Vegetasi Sekitar

Formasi vegetasi sekitar lokasi penelitian diketahui melalui observasi yang dilakukan di lapang. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, diketahui bahwa pada stasiun 1 terdapat vegetasi yang tumbuh di sekitar titik lokasi stasiun. Vegetasi yang tumbuh berupa formasi *Barringtonia* dengan dominasi spesies *Hibiscus tiliaceus*. Hal ini juga ditemukan pada stasiun 3 yang terdapat beberapa *Hibiscus tiliaceus*, namun ditemukan berada di belakang titik pengamatan. Pada stasiun 2 merupakan satu-satunya lokasi pengamatan yang tidak terdapat vegetasi yang tumbuh di sekitar area lokasi tersebut. Hal ini dikarenakan stasiun 2 merupakan stasiun yang terpapar arus yang cukup deras sebagai dampak *effluent* dari PLTA Tulungagung. Pada stasiun 4 terdapat beberapa tegakan *Pandanus tectorius* yang relatif besar. Pada stasiun ini juga ditemukan *Hibiscus tiliaceus* yang merupakan salah satu bagian dari formasi *Barringtonia*. Pada stasiun 5 ditemukan beberapa vegetasi waru laut. Pada stasiun 6 hampir mirip dengan kondisi yang ada di stasiun 4 yakni banyak ditemukan tegakan *Pandanus* di belakang lokasi ini, ditemukan pula *Hibiscus tiliaceus* yang cukup mendominasi. Hasil ini menunjukkan bahwa dilihat dari segi formasi vegetasi sekitar, semua stasiun memiliki daya dukung untuk penanaman mangrove asosiasi kecuali stasiun 2. Selain tidak terdapat vegetasi yang memungkinkan untuk dilakukan rehabilitasi, stasiun ini juga merupakan stasiun

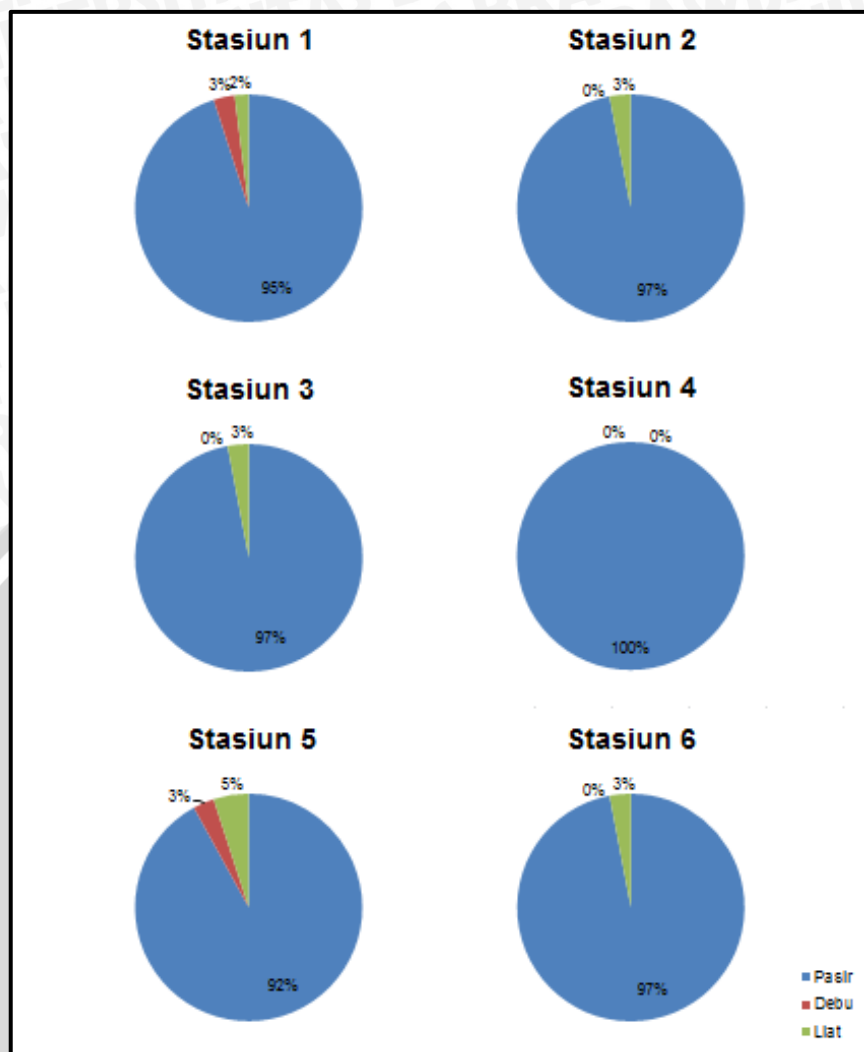
yang terpapar arus cukup deras dari *effluent* PLTA Tulungagung, sehingga berdasarkan parameter ini, stasiun 2 tidak dianjurkan sebagai tempat rehabilitasi.

4.1.2. Hasil Uji Analisis Sedimen

Uji analisis sedimen dilakukan terhadap tekstur dan kandungan bahan organik yang dikandungnya. Berikut hasil uji analisis sedimen.

4.1.2.1. Tekstur Sedimen

Hasil pengamatan tekstur sedimen untuk setiap stasiun di Pantai Sidem disajikan pada Gambar (12) di bawah. Berdasarkan analisis tekstur sedimen, didapatkan bahwa pada semua stasiun memiliki substrat yang cenderung sama. Pada stasiun 1 didapatkan bahwa substratnya adalah pasir dengan prosentase sebesar 97%, sedangkan 3% debu dan 2% lainnya adalah liat. Tekstur substrat pada stasiun 2 identik dengan tekstur substrat yang ada di stasiun 6 dan stasiun, yakni 97% berupa pasir dan 3% adalah liat. Pada masing-masing stasiun ini tidak terdeteksi tekstur substrat berupa debu. Hal yang serupa juga terdapat pada stasiun 4 yang juga terdapat debu. Pada stasiun 4 ini sampel sedimen yang diambil merupakan sedimen dengan tekstur pasir sebesar 100%. Pada lokasi stasiun 5, sampel sedimen yang dianalisis menunjukkan tekstur berupa pasir dengan prosentase sebesar 92%, sementara lainnya adalah debu dan pasir dengan prosentase masing-masing 3% dan 5%. Hal ini diduga berkaitan erat dengan lokasi stasiun 5 yang merupakan bekas tambak sehingga sedimen yang dihasilkan berasal dari dekomposisi serasah.



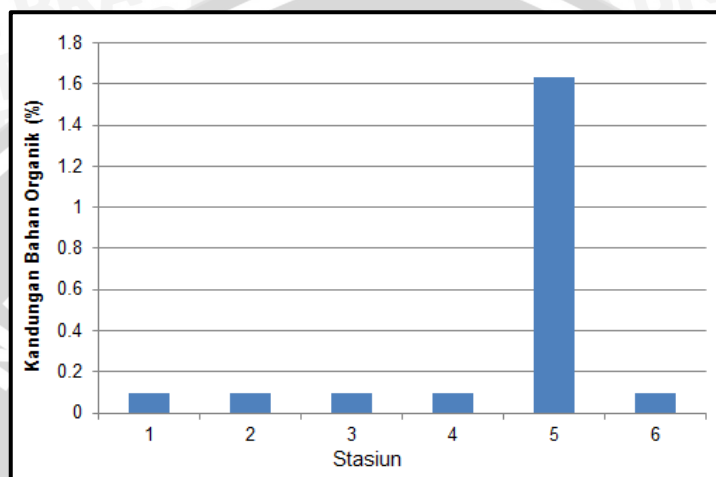
Gambar 12. Distribusi rata-rata tekstur sedimen pada masing-masing stasiun

Berdasarkan Gambar (12) di atas dapat dijelaskan bahwa tekstur sedimen yang mendominasi di lokasi penelitian di Pantai Sidem adalah pasir. Tekstur pasir yang ada di lokasi penelitian mendukung untuk kegiatan penanaman mangrove asosiasi, sehingga diberikan nilai 3 atau sesuai. Hal ini berlaku untuk seluruh titik penelitian.

4.1.2.2. Bahan Organik Substrat

Sampel substrat yang diambil dari masing-masing stasiun dianalisis untuk mengetahui jumlah prosentase kandungan bahan organik yang terkandung di dalamnya. Hasil analisis kandungan bahan organik menunjukkan bahwa pada

pada hampir semua stasiun penelitian memiliki prosentase yang sama, yakni sebesar 0.10% kecuali yang terdapat pada stasiun 5. Pada stasiun 5 diketahui bahwa kandungan organik yang terkandung di dalamnya adalah sebesar 1.63%. Grafik kandungan bahan organik (%) pada masing-masing stasiun ditunjukkan oleh Gambar (13) di bawah.



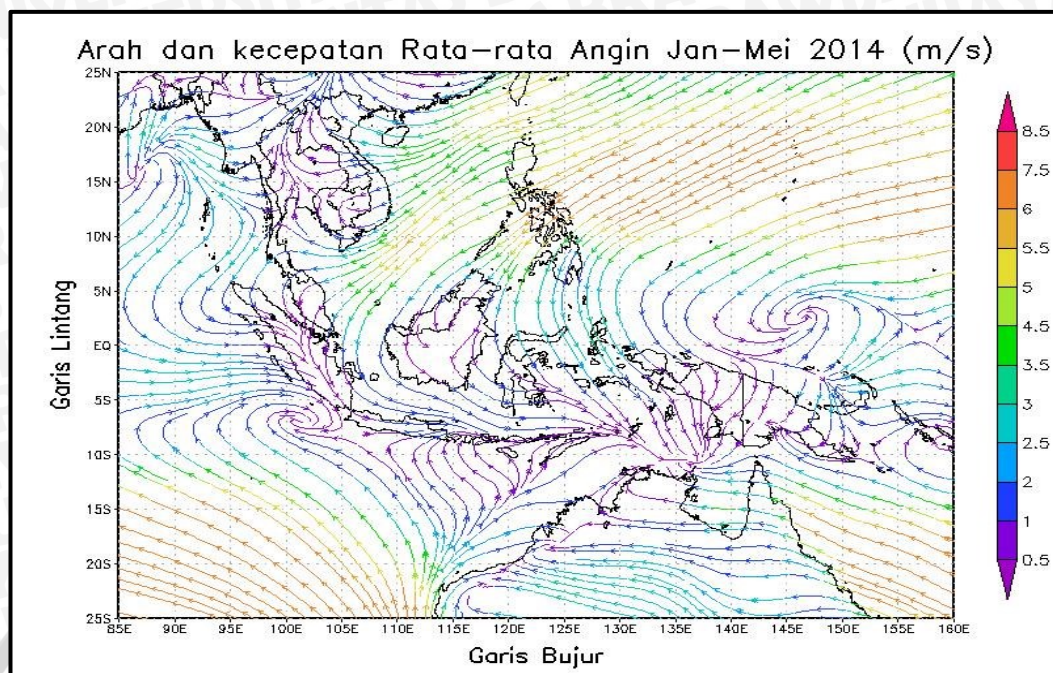
Gambar 13. Grafik kandungan bahan organik pada masing-masing stasiun

Kandungan bahan organik yang tinggi pada stasiun 5 diduga disebabkan oleh lokasi pengambilan sampel pada stasiun tersebut adalah area bekas tambak, sehingga komposisi humus (bahan organik) menjadi lebih tinggi sebagai akibat dari dekomposisi serasah. Akibat dari dekomposisi serasah ini, sedimen yang dihasilkan adalah sedimen halus (dapat dilihat pada Gambar 13), berupa prosentase liat dan debu yang lebih tinggi dibanding stasiun lainnya, sehingga sedimen ini lebih mudah mengikat material organik.

4.1.3. Data Sekunder

4.1.3.1. Kecepatan Angin

Data kecepatan angin yang digunakan adalah data yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir (P3SDLP) yang ditunjukkan oleh Gambar (14).

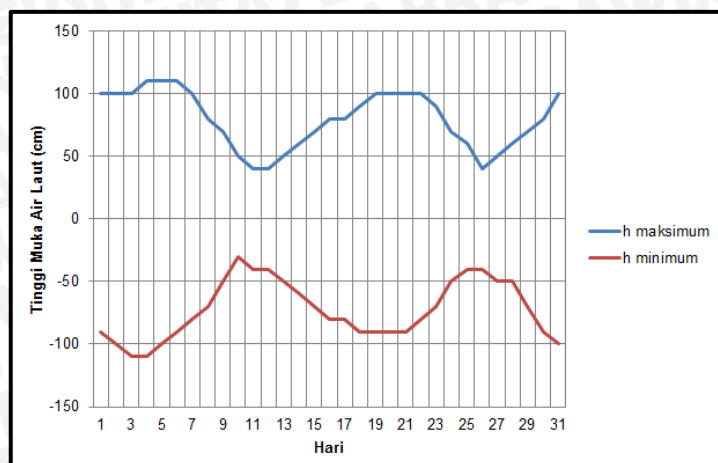


Gambar 14. Arah dan kecepatan rata-rata angin bulan Januari-Mei 2014
(Sumber: P3SDLP, 2014)

Berdasarkan peta di atas, kecepatan rata-rata angin selama bulan Januari sampai dengan bulan Mei di wilayah Tulungagung menunjukkan nilai sebesar 0,5 – 1,0 m/detik. Hal ini berlaku untuk semua stasiun penelitian.

4.1.3.2. Frekuensi Genangan

Data frekuensi genangan diketahui dari data pasang-surut yang diperoleh dari BMKG stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya. Data yang diperoleh dari BMKG merupakan data harian yang menampilkan data pasang tertinggi dan surut terendah dalam satu hari diikuti dengan waktu (jam) terjadinya, sehingga tidak dapat ditentukan tipe pasang surut yang ada di perairan Tulungagung. Gambar (15) berikut adalah gambar grafik yang menunjukkan muka air laut di perairan Tulungagung dan sekitarnya.



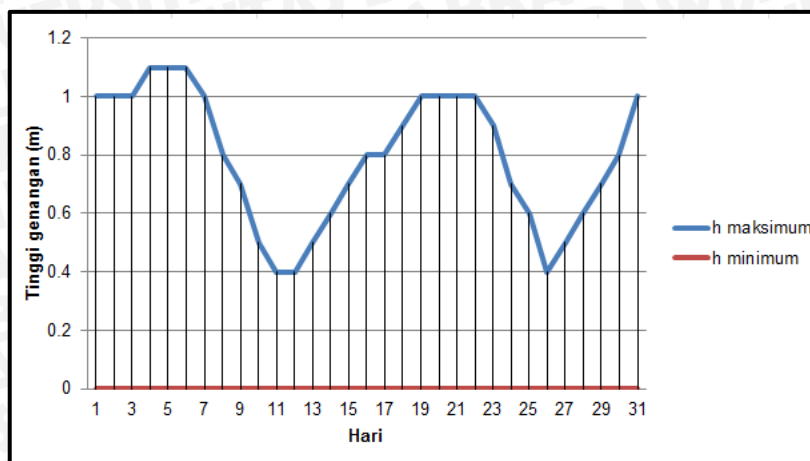
Gambar 15. Grafik pasang-surut di perairan Tulungagung pada Maret 2014

Data pasang-surut ini kemudian diverifikasi dengan data ketinggian lokasi (elevasi) dari masing-masing stasiun, sehingga diketahui data genangan pada lokasi tersebut. Berikut adalah hasil verifikasi data pasang surut terhadap elevasi masing-masing stasiun (Tabel 8).

Tabel 8. Nilai tinggi genangan maksimum dan minimum serta frekuensi genangan pada masing-masing stasiun

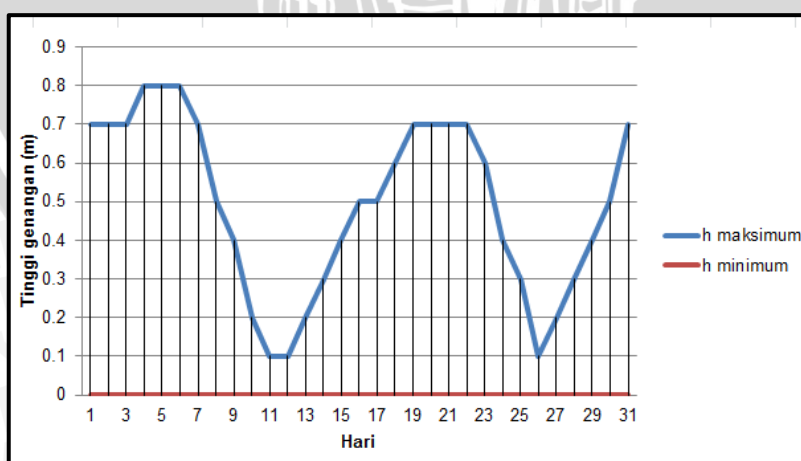
Stasiun	Ketinggian lokasi/elevasi (m)	Tinggi genangan max (m)	Tinggi genangan min (m)	Frekuensi genangan (hari/bulan)	Kategori Lokasi
1	2,13	0	0	0	Supratidal
2	0	1,10	0	30	Subtidal
3	0,30	0,80	0	30	Intertidal
4	2,13	0	0	0	Supratidal
5	7,62	0	0	0	Supratidal
6	4,27	0	0	0	Supratidal

Berdasarkan data di atas, terdapat 2 stasiun penelitian yang mengalami genangan akibat pasang dan surut perairan, stasiun tersebut adalah stasiun 2 dan 3. Berikut ditampilkan grafik distribusi genangan maksimum dan minimum pada stasiun 2 (Gambar 16) dan stasiun 3 (Gambar 17).



Gambar 16. Distribusi genangan max dan min serta frekuensi genangan di stasiun 2 pada bulan Maret 2014

Gambar di atas menunjukkan distribusi genangan pada stasiun 2, dimana garis biru menunjukkan tinggi genangan maksimum sedangkan garis merah merupakan tinggi genangan minimum yang ada di lokasi tersebut. Pada tinggi genangan terjadi variasi ketinggian dengan tinggi genangan berkisar antara 0,4 meter sampai dengan 1,1 meter, sedangkan untuk tinggi genangan minimum sebesar 0 meter. Hal ini mengindikasikan bahwa pada stasiun tersebut, ketika terjadi pasang akan mengalami penggenangan namun ketika surut akan terbebas dari genangan. Hal ini terjadi selama sebulan penuh (frekuensi genangan 30 hari/bulan – 31 hari/bulan).



Gambar 17. Distribusi genangan max dan min serta frekuensi genangan di stasiun 3 pada bulan Maret 2014

Menurut gambar di atas dapat dijelaskan bahwa stasiun 3 memiliki kriteria penggenangan (frekuensi, tinggi genangan maksimum dan minimum) dengan pola yang hampir sama dengan stasiun 2, dimana garis biru menunjukkan tinggi genangan maksimum sedangkan garis merah merupakan tinggi genangan minimum yang ada di stasiun tersebut. Perbedaan hanya terlihat pada tinggi genangan saat pasang pada lokasi ini berkisar antara 0,1 meter sampai dengan 0,8 meter, sedangkan untuk tinggi genangan minimum relatif sama dengan 2 stasiun sebelumnya, yakni sebesar 0 meter. Hal ini mengindikasikan bahwa pada stasiun tersebut, ketika terjadi pasang akan mengalami penggenangan namun ketika surut akan terbebas dari genangan. Hal ini terjadi selama sebulan penuh (frekuensi genangan 30 hari/bulan – 31 hari/bulan).

Berdasarkan pada Tabel 8 di atas, dapat diketahui pula bahwa pada stasiun 1, stasiun 4, stasiun 5, dan stasiun 6 tidak terdapat genangan baik pada saat pasang maupun saat surut. Hal ini dikarenakan ketinggian lokasi (elevasi) pada stasiun-stasiun tersebut lebih tinggi dibandingkan tinggi muka air laut pada saat pasang tertinggi, sehingga lokasi ini tidak tergenang. Hal ini terjadi selama sebulan penuh (frekuensi genangan 0 hari/bulan).

4.1.3.3. Gelombang

Berdasarkan data yang diperoleh dari BMKG stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya, tinggi gelombang pada perairan Tulungagung tahun 2014 berkisar dari 0,1 meter sampai dengan yang tertinggi 1,6 meter yang terjadi pada bulan Juni. Dari data tersebut diketahui bahwa tinggi gelombang rata-rata pada tahun 2014 adalah 0,9 meter. Secara khusus, pada bulan pengambilan data yakni bulan Maret, tinggi gelombang tertinggi adalah 1,3 meter sedangkan yang terendah adalah 0,3 meter. Rata-rata dari data tinggi gelombang pada bulan Maret adalah 0,8 meter. Tinggi gelombang ini berlaku untuk lokasi stasiun yang

terdapat genangan air bila mengalami pasang. Stasiun tersebut adalah stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3.

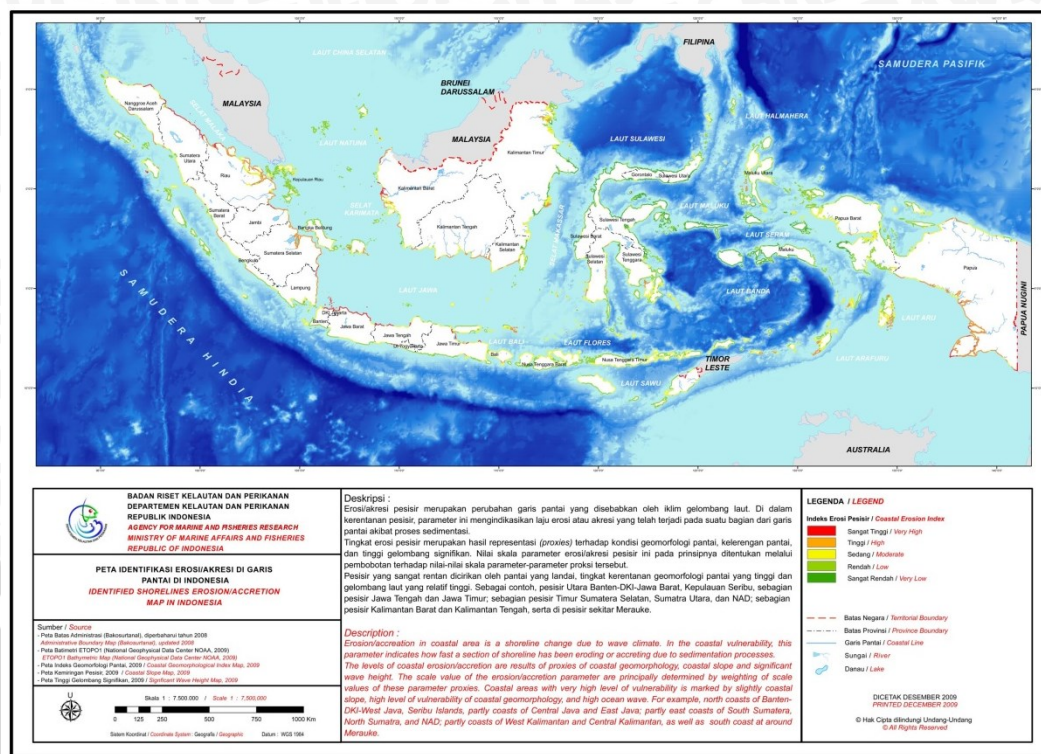
4.1.3.4. Kecepatan Arus

Berdasarkan data yang diperoleh dari BMKG stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya, kecepatan arus di wilayah perairan Tulungagung dan sekitarnya pada bulan Maret 2014 berkisar antara 0,9 – 15,8 cm/det dengan rata-rata kecepatan arus sebesar 4,4 cm/det. Selama tahun 2014, sampai bulan Juni, kecepatan arus yang ada di perairan ini berkisar dari 0,2 cm/det sampai dengan yang tertinggi adalah 36,0 cm/det yang terjadi pada bulan Juni. Rata-rata kecepatan arus selama 2014 sampai bulan Juni adalah 11,1 cm/det dengan rata-rata tertinggi pada bulan Juni 2014. Data ini berlaku untuk lokasi stasiun yang berhadapan langsung dengan laut lepas, sedangkan lokasi stasiun yang tidak terpapar oleh air laut, maka tidak memiliki kecepatan arus (0 cm/det).

4.1.3.5. Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari BMKG stasiun Klimatologi Karangploso Malang. Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan yang tercatat pada pos penakar hujan di Kecamatan Kalidawir (Pos 81 Jatim). Pos Kalidawir merupakan pos terdekat dengan lokasi penelitian, sehingga memiliki kemiripan data yang dekat dibandingkan dengan pos lainnya. Curah hujan yang tercatat di pos Kalidawir selama bulan Juli 2013 sampai dengan Juni 2014 adalah 1.311 mm/tahun. Data ini berlaku untuk semua stasiun di lokasi penelitian.

4.1.3.6. Erosi



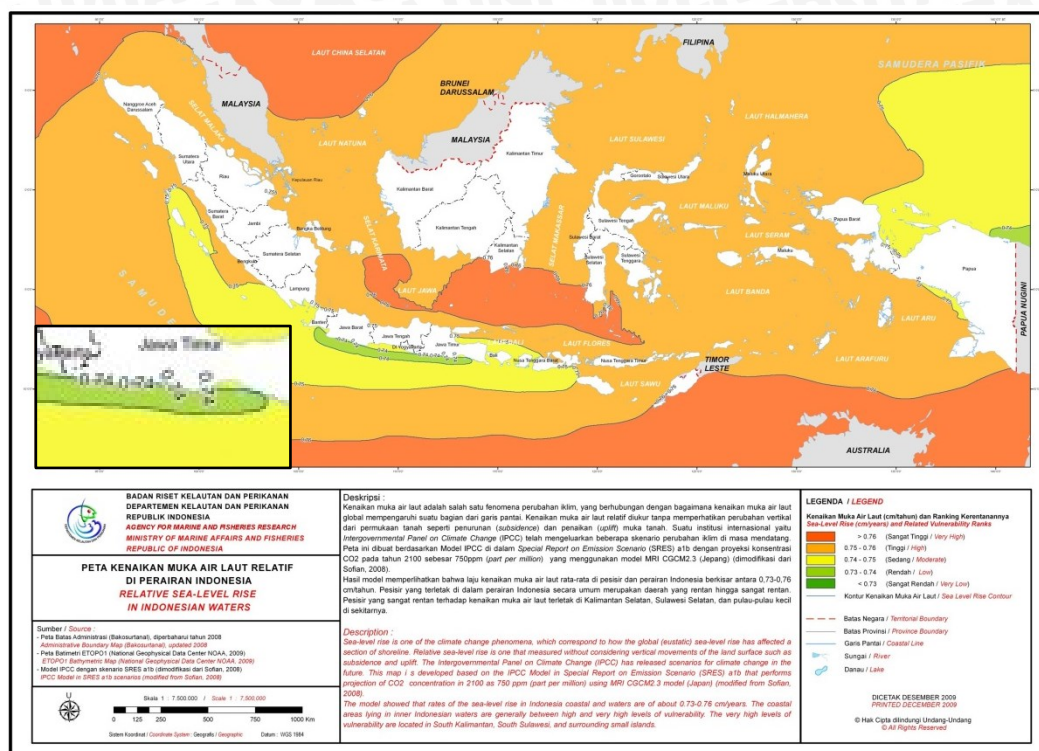
Gambar 18. Peta identifikasi erosi/akresi di Indonesia (Sumber: P3SDLP, 2014)

Erosi/akresi pesisir merupakan perubahan garis pantai yang disebabkan oleh iklim, gelombang laut. Berdasarkan peta yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Perikanan (P3SDLP) tentang erosi atau akresi yang ada pesisir Indonesia, menunjukkan bahwa tingkat indeks erosi pesisir yang ada di pesisir pantai Tulungagung adalah sangat rendah dengan nilai indeks sebesar 0,74. Nilai skala parameter erosi/akresi pesisir ini pada prinsipnya ditentukan melalui pembobotan terhadap nilai-nilai skala parameter-parameter proksi tersebut.

4.1.3.7. Kenaikan Muka Air Laut

Kenaikan muka air laut adalah salah satu fenomena perubahan iklim yang berhubungan dengan bagaimana kenaikan muka air laut global mempengaruhi

suatu bagian dari garis pantai. Suatu institusi internasional yaitu *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) telah mengeluarkan beberapa skenario perubahan iklim di masa mendatang.



Gambar 19. Peta Kenaikan Muka Air Laut Relatif di Indonesia (Sumber: P3SDLP, 2014)

Peta ini dibuat oleh P3SDLP berdasarkan model IPCC di dalam *Special Report on Emission Scenario* (SRES) a1b dengan proyeksi konsentrasi CO₂ pada tahun 2100 sebesar 750ppm (*part per million*) yang menggunakan model MRI CGCM2.3 (Jepang) yang telah dimodifikasi oleh Sofian (2008). Hasil model memperlihatkan bahwa laju kenaikan muka air laut rata-rata di pesisir dan perairan Indonesia berkisar antara 0,73 – 0,76 cm/tahun. Pesisir yang terletak di dalam perairan Indonesia secara umum merupakan daerah yang rentan hingga sangat rentan. Berdasarkan peta ini, perairan Tulungagung tergolong dalam perairan yang memiliki tingkat kerentanan yang rendah dengan laju kenaikan muka air laut sebesar 0,74 cm/tahun.

4.2. Pembahasan Analisis Kesesuaian Lahan

Analisis kesesuaian lahan didasarkan pada metode pengharkatan, sedangkan untuk mengetahui interval kelas digunakan metode *Equal Interval* (Prahasta, 2002). Berdasarkan metode tersebut didapatkan hasil interval untuk masing-masing kelas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I &= \frac{75 - 25}{4} \\ &= \frac{50}{4} \\ &= 12,5 \end{aligned}$$

Sehingga, didapatkan nilai kesesuaian lahan (NKL) sebagai berikut:

- S1 : sesuai, dengan nilai $> 62,5 - 75$
- S2 : sesuai bersyarat, dengan nilai $> 50 - 62,5$
- S3 : kurang sesuai, dengan nilai $> 37,5 - 50$
- N : tidak sesuai, dengan nilai $25 - 37,5$

Menurut Yulianda (2007), kategori sesuai (S1) menunjukkan bahwa sedikit/tidak ada faktor yang menjadi pembatas bagi kesesuaian kawasan. Kategori sesuai bersyarat (S2) menunjukkan jika terdapat beberapa faktor yang berpengaruh nyata dan menghambat kesesuaian lahan sehingga diperlukan upaya dalam pemulihan kondisi faktor tersebut. Kategori kurang sesuai (S3) menunjukkan bahwa di lokasi tersebut terdapat faktor-faktor utama yang menjadi pembatas kesesuaian kawasan. Kategori tidak sesuai (N) menunjukkan adanya faktor-faktor yang menjadi pembatas tetap sehingga menghambat kesesuaian kawasan.

Penilaian kesesuaian lahan untuk penanaman mangrove asosiasi secara garis besar untuk stasiun yang terpapar oleh air laut secara terbuka adalah sesuai bersyarat (S2), yakni pada stasiun 1 dan stasiun 3. Pada stasiun 4, stasiun 5 dan stasiun 6 dikategorikan sesuai (S1) untuk penanaman cemara laut,

sedangkan stasiun 3 dikategorikan kurang sesuai (S3). Adapun untuk nilai kesesuaian lahan (NKL) di setiap stasiun penelitian disajikan pada Tabel (9).

Tabel 9. Nilai Kesesuaian Lahan di setiap stasiun penelitian

Stasiun	NKL	Kelas	Penilaian
1	61	S2	Sesuai Bersyarat
2	49	S3	Kurang Sesuai
3	53	S2	Sesuai Bersyarat
4	66	S1	Sesuai
5	71	S1	Sesuai
6	68	S1	Sesuai

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa ada perbedaan hasil yang menunjukkan beda nyata dari stasiun-stasiun yang berhadapan secara langsung dengan laut dibandingkan stasiun-stasiun yang tidak terpapar oleh laut secara terbuka.

Berikut adalah hasil pengharkatan dari stasiun 1 (Tabel 10) yang mendapatkan nilai kesesuaian lahan sebesar 61, sehingga pada stasiun ini dikategorikan Sesuai Bersyarat (S1).

Tabel 10. Hasil pengharkatan pada stasiun 1

No	Parameter	Data Lapang	Kelas	Skor	Bobot	Nilai
1	Substrat	Pasir	S1	3	3	9
2	Bahan organik	0.1	S2	2	3	6
3	Kecepatan angin	1	S1	3	1	3
4	pH	8.4	S1	3	1	3
5	Ketinggian lokasi	2.13	S1	3	1	3
6	Frekuensi genangan	0	S1	3	3	9
7	Gelombang	0.9	S2	2	2	4
8	Arus	11.1	S3	1	2	2
9	Curah Hujan	1311	S1	3	2	6
10	Erosi	0.74	S2	2	2	4
11	Formasi Vegetasi Sekitar	Barringtonia	S1	3	2	6
12	Kenaikan Muka Air Laut	7.4	S2	2	2	4
13	Salinitas	36	S2	2	1	2
Σ	Jumlah					61

Tabel (11) berikut adalah hasil pengharkatan yang dilakukan pada stasiun 2, yang diketahui mendapatkan nilai 49. Stasiun ini dikategorikan Kurang Sesuai (S3).

Tabel 11. Hasil pengharkatan pada stasiun 2

No	Parameter	Data Lapang	Kelas	Skor	Bobot	Nilai
1	Substrat	Pasir	S1	3	3	9
2	Bahan organik	0.1	S2	2	3	6
3	Kecepatan angin	1	S1	3	1	3
4	pH	8.63	S2	2	1	2
5	Ketinggian lokasi	0	S3	1	1	1
6	Frekuensi genangan	30	S3	1	3	3
7	Gelombang	0.9	S2	2	2	4
8	Arus	11.1	S3	1	2	2
9	Curah Hujan	1311	S1	3	2	6
10	Erosi	0.74	S2	2	2	4
11	Formasi Vegetasi Sekitar	Tidak Ada	S3	1	2	2
12	Kenaikan Muka Air Laut	7.4	S2	2	2	4
13	Salinitas	31	S1	3	1	3
Σ	Jumlah					49

Hasil pengharkatan pada stasiun 3 disajikan pada Tabel (12) di bawah. Stasiun 3 dikategorikan dalam stasiun Sesuai Bersyarat (S2) dengan nilai kesesuaian lahan sebesar 53.

Tabel 12. Hasil pengharkatan pada stasiun 3

No	Parameter	Data Lapang	Kelas	Skor	Bobot	Nilai
1	Substrat	Pasir	S1	3	3	9
2	Bahan organik	0.1	S2	2	3	6
3	Kecepatan angin	1	S1	3	1	3
4	pH	8.4	S1	3	1	3
5	Ketinggian lokasi	0.3	S3	1	1	1
6	Frekuensi genangan	30	S3	1	3	3
7	Gelombang	0.9	S2	2	2	4
8	Arus	11.1	S3	1	2	2
9	Curah Hujan	1311	S1	3	2	6
10	Erosi	0.74	S2	2	2	4
11	Formasi Vegetasi Sekitar	Pes-caprae	S1	3	2	6
12	Kenaikan Muka Air Laut	7.4	S2	2	2	4
13	Salinitas	35	S2	2	1	2
Σ	Jumlah					53

Stasiun 4 merupakan stasiun yang dikategorikan Sesuai (S1) sesuai hasil pengharkatan dengan nilai 66. Berikut Tabel (13) hasil pengharkatan pada stasiun 4.

Tabel 13. Hasil pengharkatan pada stasiun 4

No	Parameter	Data Lapang	Kelas	Skor	Bobot	Nilai
1	Substrat	Pasir	S1	3	3	9
2	Bahan organik	0.1	S2	2	3	6
3	Kecepatan angin	1	S1	3	1	3
4	pH	8.47	S1	3	1	3
5	Ketinggian lokasi	2.13	S1	3	1	3
6	Frekuensi genangan	0	S1	3	3	9
7	Gelombang	0.9	S2	2	2	4
8	Arus	0	S1	3	2	6
9	Curah Hujan	1311	S1	3	2	6
10	Erosi	0.74	S2	2	2	4
11	Formasi Vegetasi Sekitar	Barringtonia	S1	3	2	6
12	Kenaikan Muka Air Laut	7.4	S2	2	2	4
13	Salinitas	13	S1	3	1	3
Σ	Jumlah					66

Tabel (14) berikut merupakan hasil pengharkatan yang dilakukan pada stasiun 5 dengan nilai kesesuaian lahan paling tinggi yakni 71, sehingga stasiun dikategorikan Sesuai (S1).

Tabel 14. Hasil pengharkatan pada stasiun 5

No	Parameter	Data Lapang	Kelas	Skor	Bobot	Nilai
1	Substrat	Pasir	S1	3	3	9
2	Bahan organik	0.63	S1	3	3	9
3	Kecepatan angin	1	S1	3	1	3
4	pH	7.94	S1	3	1	3
5	Ketinggian lokasi	7.62	S1	3	1	3
6	Frekuensi genangan	0	S1	3	3	9
7	Gelombang	0	S1	3	2	6
8	Arus	0	S1	3	2	6
9	Curah Hujan	1311	S1	3	2	6
10	Erosi	0.74	S2	2	2	4
11	Formasi Vegetasi Sekitar	Barringtonia	S1	3	2	6
12	Kenaikan Muka Air Laut	7.4	S2	2	2	4
13	Salinitas	10	S1	3	1	3
Σ	Jumlah					71

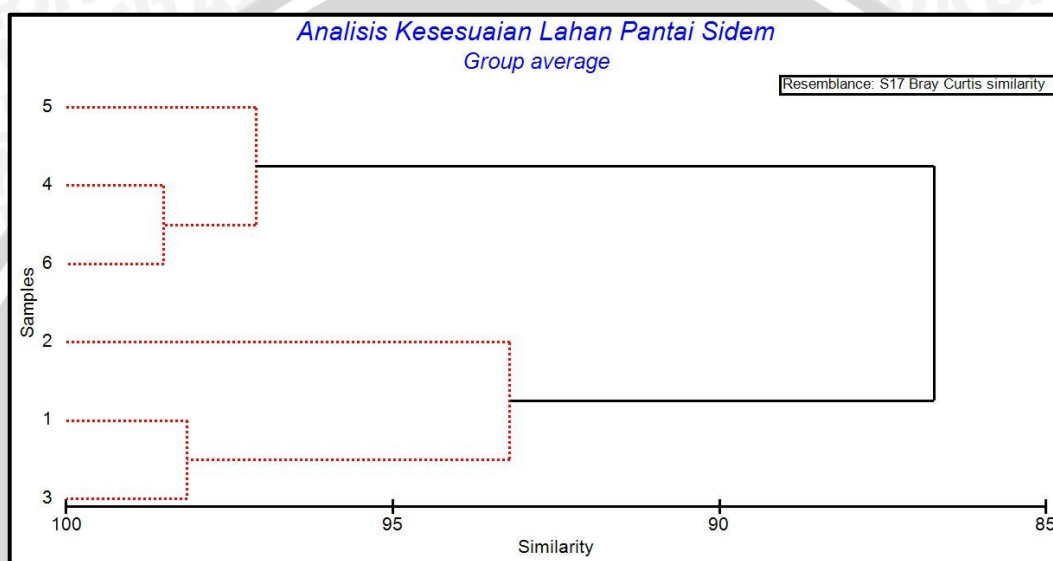
Stasiun 6 merupakan stasiun yang dikategorikan Sesuai (S1) sesuai hasil pengharkatan dengan nilai 68. Berikut hasil pengharkatan disajikan dalam Tabel (15) di bawah.

Tabel 15. Hasil pengharkatan pada stasiun 6

No	Parameter	Data Lapang	Kelas	Skor	Bobot	Nilai
1	Substrat	Pasir	S1	3	3	9
2	Bahan organik	0.1	S2	2	3	6
3	Kecepatan angin	1	S1	3	1	3
4	pH	8.01	S1	3	1	3
5	Ketinggian lokasi	4.27	S1	3	1	3
6	Frekuensi genangan	0	S1	3	3	9
7	Gelombang	0	S1	3	2	6
8	Arus	0	S1	3	2	6
9	Curah Hujan	1311	S1	3	2	6
10	Erosi	0.74	S2	2	2	4
11	Formasi Vegetasi Sekitar	Barringtonia	S1	3	2	6
12	Kenaikan Muka Air Laut	7.4	S2	2	2	4
13	Salinitas	11	S1	3	1	3
Σ	Jumlah					68

Berdasarkan metode tersebut, didapatkan bahwa pada lokasi penelitian stasiun 1 nilai parameter tertinggi diperoleh dari parameter substrat, kecepatan angin, pH, ketinggian lokasi, curah hujan dan formasi vegetasi sekitar. Pada stasiun 2 nilai parameter tertinggi diperoleh dari substrat, kecepatan angin, curah hujan dan salinitas. Pada stasiun 3, nilai parameter tertinggi didapatkan dari parameter substrat, kecepatan angin, pH, curah hujan, dan formasi vegetasi sekitar. Pada stasiun 4, nilai parameter hampir didapatkan dari semua parameter kecuali pada parameter bahan organik, gelombang, erosi, dan kenaikan muka air laut. Pada stasiun 5, parameter yang mendapatkan nilai dengan kelas dibawah sesuai (S2) adalah parameter erosi, dan parameter kenaikan muka air laut. Hal ini relatif sama dengan stasiun 6 yang mendapatkan nilai dengan kelas dibawah sesuai (S2) adalah parameter bahan organik, erosi, dan kenaikan muka air laut.

Hasil analisis pengharkatan kemudian dikelompokkan berdasarkan persamaan karakteristik pada masing-masing stasiun dengan menggunakan analisis pengelompokan (*clustering*). Hasil dari analisis pengelompokan digunakan untuk mengetahui kelompok stasiun yang memiliki kemiripan karakteristik sehingga dapat diketahui paramater yang mengakibatkan beda nyata terhadap hasil pengharkatan (Gambar 20).



Gambar 20. Hasil analisis *clustering* dari nilai kesesuaian lahan Pantai Sidem

Berdasarkan hasil pengharkatan yang disajikan pada Tabel 10 – 15 dan hasil analisis *clustering*, dapat diketahui bahwa terdapat parameter-parameter yang mempengaruhi hasil pengharkatan sehingga terdapat beda nyata pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 terhadap stasiun 4, stasiun 5 dan stasiun 6. Pada stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3 terdapat karakteristik lahan yang cenderung hampir sama, sedangkan pada stasiun 4, stasiun 5 dan stasiun 6 pula terdapat karakteristik yang cenderung hampir sama. Beberapa parameter yang dianggap memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perbedaan kriteria tersebut adalah frekuensi genangan, gelombang dan arus. Pada stasiun yang memiliki kriteria sesuai bersyarat, umumnya parameter tersebut memiliki kriteria penilaian kurang sesuai (S2) hingga tidak sesuai (S3). Dalam pembahasan

selanjutnya, stasiun ini kemudian dikelompokkan berdasarkan kriterianya masing-masing, sehingga didapatkan 2 (dua) kelompok besar yaitu 1) kelompok sesuai; dan 2) kelompok sesuai bersyarat dan kurang sesuai. Stasiun 2 meski memiliki kategori yang berbeda dibandingkan dengan stasiun 1 dan stasiun 3, namun sesuai dengan hasil *clustering* dengan indeks kesamaan lebih dari 90, dapat digolongkan dalam kelompok sesuai bersyarat karena memiliki karakteristik yang cenderung sama.

4.2.1. Parameter Frekuensi Genangan

Parameter penggenangan didapatkan perbedaan yang nyata dalam tinggi genangan maksimum dan minimum serta frekuensi genangan antara kelompok sesuai dan kelompok sesuai bersyarat. Pada kelompok sesuai, tinggi genangan maksimum dan minimum tidak ada yang mencapai 0 meter, atau dapat dikatakan bahwa pada stasiun ini terbebas dari genangan, sedangkan pada kelompok stasiun bebas bersyarat frekuensi genangan mencapai 30 hari/bulan dengan tinggi genangan berkisar antara 0,1 – 1,1 meter.

Perbedaan ketinggian dan frekuensi genangan ini dapat disebabkan karena adanya perbedaan elevasi pada masing-masing stasiun. Perbedaan ini akan mempengaruhi distribusi dan periode pasang-surut yang terjadi. Hal ini akan mempengaruhi pertumbuhan mangrove asosiasi, sebagaimana dikutip dalam *Plant Resources of Southeast Asia* (Prosea) yang menyatakan bahwa mangrove asosiasi tidak toleran terhadap genangan yang terlalu lama. Selain itu, terdapat pula faktor lain yang mempengaruhi penggenangan pada dua kelompok stasiun ini, yaitu kenaikan muka air laut dan penurunan muka tanah. Hal ini dikarenakan peristiwa ini menyebabkan terjadinya pasang surut perbani dimana waktu pasang air laut mencapai ketinggian yang melebihi keadaan normal sehari-hari.

Hal lain yang perlu diperhatikan dalam hubungannya dengan frekuensi genangan adalah perlunya menjaga pengairan. Meskipun mangrove asosiasi tidak toleran terhadap genangan yang terlalu lama, faktor ketersediaan air yang cukup merupakan salah satu keberhasilan rehabilitasi mangrove asosiasi, terutama dalam keadaan masa rentan sebelum tanaman berusia 1 tahun (*pers. comm.* 2014). Salah satu hal yang dapat menjadi rekomendasi untuk pengairan adalah dengan memberikan *hydrology channel*. Pemberian *hydrology channel* harus dilakukan pada lokasi stasiun yang tidak mendapatkan aliran air baik dari pasang-surut maupun air tawar untuk meningkatkan angka hidup (Lewis, 2005).

4.2.2. Parameter Gelombang dan Arus

Parameter yang dianggap berpengaruh memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai kesesuaian lahan selain parameter di atas adalah parameter gelombang dan arus. Parameter ini berhubungan erat dengan kondisi paparan lokasi terhadap laut. Kelompok stasiun sesuai bersyarat merupakan kelompok stasiun yang menghadap ke laut secara langsung dengan paparan gelombang dan arus secara terbuka. Pada kelompok stasiun yang memiliki kriteria sesuai merupakan stasiun yang terlindung dari paparan gelombang dan arus secara langsung. Berdasarkan analisis pengharkatan yang dilakukan maka kecepatan arus dan tinggi gelombang pada kelompok lokasi sesuai dikategorikan sesuai (S1) dan pada kelompok lokasi sesuai bersyarat, parameter kecepatan arus dikategorikan dalam kurang sesuai (S2) sedangkan parameter gelombang dikategorikan tidak sesuai (S3).

Hal di atas jelas akan berpengaruh terhadap pertumbuhan cemara laut di kedua kelompok lokasi penelitian tersebut, terlebih pada vegetasi yang berada di zona terdepan. Vegetasi yang berada di barisan terdepan umumnya memiliki

kerentanan untuk lebih rusak oleh arus dan gelombang yang kuat dibandingkan dengan vegetasi di barisan belakangnya.

Walaupun demikian, faktor tersebut juga berpengaruh tidak langsung terhadap sedimentasi pantai dan pembentukan padatan-padatan pasir di muara sungai. Terjadinya sedimentasi dan padatan-padatan pasir ini merupakan substrat yang baik untuk menunjang pertumbuhan mangrove.

4.3. Pembahasan Mangrove Asosiasi

4.3.1. Mangrove Asosiasi yang Sesuai dengan Karakteristik Pantai Sidem

Pantai Sidem merupakan pantai terbuka yang terdampak dinamika pantai sebagai akibat adanya interaksi terhadap gelombang dan arus. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk rehabilitasi Pantai Sidem adalah dengan penanaman hutan pantai dengan komposisi mangrove asosiasi. Hal ini didasarkan pada penelitian Samarakoon, *et. al.*, (2013), yang menyatakan bahwa hutan pantai dapat berfungsi sebagai solusi alternatif dalam menghadapi interaksi pantai terhadap gelombang dan arus. Lebih dari itu, mengembalikan vegetasi hijau di sepanjang pantai juga dapat meningkatkan keindahan pemandangan lanskap pantai, yang mana berkorelasi positif terhadap industri pariwisata pada wilayah tersebut. Vegetasi sabuk hijau juga menunjukkan dapat mengembalikan beberapa fungsi ekosistem terhadap komunitas pantai (Costanza, *et. al.*, 2007). Berikut ini adalah daftar vegetasi yang telah tumbuh sebelumnya di masing-masing stasiun (Tabel 16).

Tabel 16. Jenis vegetasi yang tumbuh di masing-masing stasiun

No	Jenis Mangrove	Keberadaan					
		Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5	Stasiun 6
1	Cemara	X	X	X	X	X	X
2	Waru Laut	√	X	√	√	X	x
3	Katang-katang	√	X	√	√	X	X
4	Pandan	x	X	X	X	√	√
5	Keben	X	X	X	X	√	√

Tabel (16) di atas menunjukkan bahwa di Pantai Sidem merupakan pantai yang sesuai dengan vegetasi mangrove asosiasi. Hal ini dibuktikan dengan adanya vegetasi mangrove asosiasi yang telah ada sebelumnya, karena usaha rehabilitasi dapat berjalan dengan sukses di tempat dimana pada tempat tersebut terdapat mangrove yang telah ada sebelumnya (Hashim, *et. al.*, 2010)

Penentuan jenis mangrove asosiasi yang direkomendasikan untuk rehabilitasi didasarkan pada beberapa prasyarat. Berikut adalah prasyarat jenis mangrove yang direkomendasikan untuk rehabilitasi (Tabel 17).

Tabel 17. Prasyarat jenis mangrove yang direkomendasikan untuk rehabilitasi

Prasyarat	Jenis Tanaman				
	Cemara	Waru	Katang	Pandan	Keben
Substrat	Pasir	Pasir	Pasir	Pasir	Pasir
Genangan	tidak tergenang	tidak tergenang	tidak tergenang	tidak tergenang	tidak tergenang
Salinitas	1,75-35	1,75-35	1,75-35	1,75-35	1,75-35
pH	7-8,5	7-8,5	7-8,5	7-8,5	7-8,5
Cepat tumbuh	Ya	Tidak	Ya	Ya	Tidak
Stabilizer tanah	Ya	Tidak	Ya	Ya	Tidak
Sebagai tanggul angin	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya

Berdasarkan tabel tersebut, maka terdapat beberapa tanaman yang dianggap memenuhi syarat untuk ditanam di Pantai Sidem berdasarkan kondisi lingkungannya. Tanaman-tanaman tersebut adalah:

- *Ipomoea pes-caprae*
- *Pandanus tectorius*
- *Casuarina equisetifolia*

Tanaman di atas berdasarkan beberapa pertimbangan, memenuhi syarat untuk dijadikan tanaman untuk rehabilitasi pantai. Pertimbangan tersebut adalah:

- Cepat tumbuh (*fast growing*)
- Pemanfaatannya sebagai tanaman tanggul angin, penstabil tanah, pelindung pantai dan pagar
- Dapat tumbuh secara bersamaan dengan tanaman lain di daerah pantai atau dataran rendah
- Dapat tumbuh pada kondisi tanah yang jelek sekalipun, misalnya pada tanah dangkal, tidak subur, atau pada tanah dengan kadar garam yang tinggi
- Dapat digunakan sebagai tujuan wisata

4.3.2. Teknik Penanaman

Inti dari kegiatan rehabilitasi adalah penanaman bibit di lapangan. Apabila penanaman dilakukan dengan cara yang benar dan waktu yang tepat, maka peluang tumbuhnya bibit di lapangan tinggi. Berikut adalah beberapa tahapan dalam melakukan penanaman untuk mangrove asosiasi (tanaman pantai) menurut Kurniasari (2006):

1. Penentuan Lokasi Penanaman

Lokasi yang sesuai untuk penanaman mangrove asosiasi dan tanaman pantai adalah areal berpasir, terutama yang telah ditumbuhi oleh beberapa jenis tumbuhan menjalar, seperti *Ipomoea pes-caprae*. Lokasi ini sangat sesuai dengan yang ada di Pantai Sidem.

2. Penataan Lokasi Penanaman

Hal yang perlu diperhatikan dalam penataan lokasi penanaman adalah jarak tanam. Pengetahuan mengenai jarak tanam yang ideal dan luas lokasi penanaman harus diketahui untuk mengetahui jumlah bibit yang dibutuhkan. Jarak tanam ideal untuk tanaman pantai adalah 3m x 3m atau 4m x 4m

untuk tanaman yang bertajuk kecil dan 5m x 5m untuk yang bertajuk lebar (Wibisono, *et. al.*, 2006). Namun dalam praktiknya, perlu adanya antisipasi adanya kematian yang mengakibatkan angka hidup mangrove menjadi rendah, sehingga disarankan dilakukan penanaman dengan jarak tanam setengah dari jarak tanam yang seharusnya, yakni 2m x 2m, yang kemudian dilakukan penjarangan (*pers. comm.*, 2014).

3. Pengangkutan Bibit

Pengangkutan bibit dilakukan dengan pengaturan sedemikian rupa agar bibit tahan terhadap guncangan. Pemilihan alat angkut disesuaikan dengan tingkat kemudahan menjangkau lokasi penanaman.

4. Penanaman Bibit di Lapangan

Penanaman sebaiknya di awal musim penghujan, terutama pada pagi hari atau sore hari. Penanaman dilakukan mulai dari arah darat menuju ke laut. Penanaman mangrove asosiasi dilakukan dengan memasukkan bibit (tanpa *polybag*) ke dalam lubang berukuran mata cangkul dan ditanam dengan tanah. Mangrove asosiasi yang dapat tumbuh lebih dari 1 meter diberikan ajir untuk melindungi dari terpaan angin.

5. Pemeliharaan

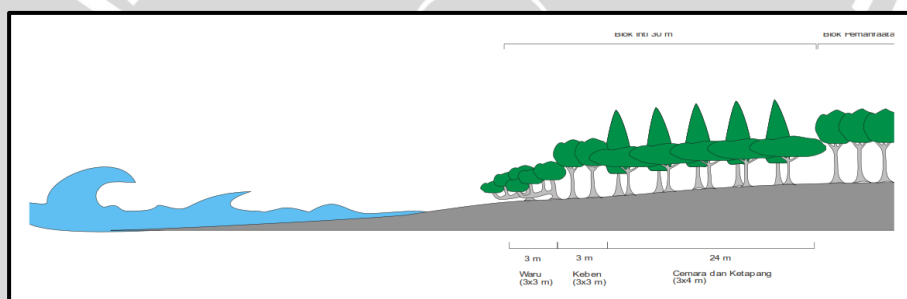
Pemeliharaan mangrove asosiasi bertujuan untuk merawat tanaman agar keberhasilannya di lapangan tinggi. Pemeliharaan mangrove asosiasi umumnya dilakukan dengan memberikan tiang penyangga agar tidak terkena terpaan angin dan memagari tanaman agar tidak terganggu oleh keberadaan hewan ternak yang dapat merusak tanaman. Pemeliharaan mangrove juga dilakukan dengan memberikan saluran pengairan bagi lokasi yang bersifat kering, seperti pada lokasi stasiun 5.

6. Penjarangan

Penjarangan dilakukan untuk mengurangi dengan menebang sebagian pohon untuk memberi ruang tumbuh yang ideal bagi pohon lainnya atau memperpanjang jarak tanam.

4.4. Desain Penanaman

Pantai Sidem merupakan pantai yang diproyeksikan sebagai pantai wisata oleh masyarakat setempat. Berdasarkan hal tersebut, maka desain penanaman dapat mengacu pada model yang disusun oleh Pemda Kabupaten Ciamis (2007) yang ditunjukkan oleh Gambar (21).



Gambar 21. Penampang melintang desain hutan pantai untuk lokasi wisata

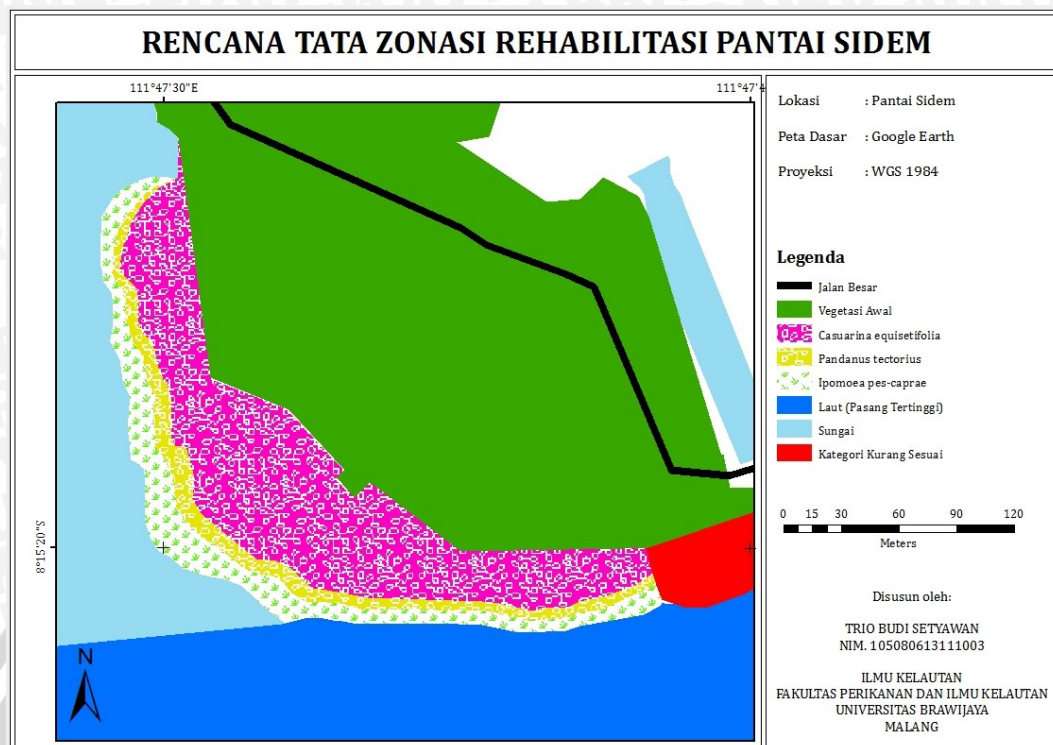
Penyusunan desain model ini didasarkan pada peranan tajuk pohon dalam memecahkan dan menahan gelombang pasang dan arus balik. Untuk itu, dalam desain yang dibuat, tanaman dari berbagai spesies pantai dan memiliki bentuk tajuk tertentu disusun dan ditata sedemikian rupa baik jenis maupun alur penanamannya, sehingga secara berlapis berperan sebagai penyanggah dan pemecah gelombang pasang. Disamping itu, dalam pengaturan tanaman tersebut mempertimbangkan faktor estetika sehingga kawasan pantai tetap memiliki keindahan dan daya tarik.

4.5. Daya Dukung Lingkungan Berdasarkan Analisis Spasial

Daya dukung lingkungan lahan untuk penanaman mangrove asosiasi dalam penelitian ini ditentukan dari luasan lahan yang dapat digunakan dengan untuk penanaman. Lahan yang digunakan untuk daya dukung lingkungan adalah lahan yang memiliki indeks kesesuaian lahan S1 dan S2, selanjutnya dihitung luasan area untuk kemudian dihitung daya tampungnya menggunakan analisis spasial interpolasi dengan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW).

Dalam analisis spasial kesesuaian lahan untuk penanaman mangrove asosiasi untuk rehabilitasi Pantai Sidem di Kabupaten Tulungagung, sumber data spasial yang digunakan adalah data dari hasil pengukuran lapang. Data yang digunakan merupakan hasil analisis pengharkatan yang kemudian dianalisis dengan interpolasi menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) untuk mengetahui sebaran nilai kesesuaian lahan untuk mangrove asosiasi dan luasan daya tampung area tersebut.

Luas wilayah Pantai Sidem yang akan digunakan sebagai wilayah rehabilitasi berdasarkan data yang dihitung dari analisis spasial menggunakan perangkat lunak ArcGIS adalah $\pm 23.400 \text{ m}^2$. Berikut adalah rencana tata zonasi yang direkomendasikan untuk rehabilitasi mangrove di Pantai Sidem, Tulungagung (Gambar 22).



Gambar 22. Rencana tata zonasi yang diusulkan untuk rehabilitasi mangrove di Pantai Sidem

Berdasarkan analisis spasial di atas, diketahui bahwa daya dukung Pantai Sidem untuk upaya penanaman mangrove asosiasi adalah sebesar 23.400 m² yang terdiri dari mangrove asosiasi:

- *Ipomoea pes-caprae* : 4.950 m²
- *Pandanus tectorius* : 3.100 m²
- *Casuarina equisetifolia* : 15.350 m²

5. PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan simpulan sebagai berikut:

1. Pantai Sidem, Tulungagung memiliki kondisi perairan dan kondisi tanah yang berbeda pada masing-masing stasiun dengan kategori kurang sesuai, sesuai bersyarat dan sesuai untuk penanaman mangrove asosiasi.
2. Daya dukung Pantai Sidem untuk penanaman mangrove asosiasi sebesar 23.400 m² dengan spesies mangrove asosiasi *Ipomoea pes-caprae*, *Pandanus tectorius*, dan *Casuarina equisetifolia*.

5.2. Saran

Berdasarkan pemaparan di atas, penulis ingin menyampaikan beberapa masukan dan saran demi aplikasi lebih lanjut dari karya ini, diantaranya adalah:

1. Perlu adanya kesediaan kerjasama untuk aplikasi karya tulis ini, karena program rehabilitasi harus melibatkan semua pihak terkait agar tidak terjadi perselisihan yang terjadi di kemudian hari.
2. Perlu adanya suatu kelompok yang bertugas untuk memelihara dan mengawasi pertumbuhan mangrove, sehingga keberhasilan penanaman mencapai angka hidup yang tinggi.
3. Perlu adanya perhatian khusus terhadap aspek kelembagaan, aspek IPTEK dan aspek teknis dalam pelaksanaan program rehabilitasi Pantai Sidem.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnett, M. R. 1997. *Commons Coastal Plants in Florida: A Guide to Planting and Maintenance*. Florida: University Press of Florida
- Bengen, D. G. 2004. *Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Terpadu Menuju Pembangunan Kelautan Berkelanjutan*. Coastal Resources Management Project (COREMAP) II. USAID-BAPPENAS
- Brown, B. 2007. *Resilience Thinking Applied to the Mangroves of Indonesia*. Yogyakarta: IUCN & Mangrove Action Project
- Brown, S. H, Joy H., Kim C.. 2005. *Fact Sheet of Ipomoea pes-caprae*. University of Florida: IFAS Extension
- Costanza, R., Fisher B, Mulder K, Liu S, Christopher T. 2007. Biodiversity and Ecosystem Services: A Multi-Scale Empirical Study of the Relationship Between Species Richness and Net Primary Production. *Ecological Economics* (**61**): 478 - 491
- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Dinas Kelautan dan Perikanan. 2008. *Indeks Kerentanan Pulau-pulau Kecil*. Direktorat Pemberdayaan Pula-pulau Kecil. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan
- Diposaptono, S. 2011. *Mitigasi Bencana dan Adaptasi Perubahan Iklim*. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Direktorat Kelautan dan Pesisir dan Pulau-pulau Kecil
- Dommergues, Y. 1995. *Casuarina equisetifolia: Pohon Kuno yang Menjamin Masa Depan yang Cerah*. USA: NFTA
- Ewussie, J. Y. 1990. *Pengantar Ekologi Tropika: Membicarakan Alam Tropis Asia dan Dunia Baru*. Bandung: ITB
- FAO – Food and Agriculture Organization. 1976. *Forest Resources in the Asia and Far-East Region*. Roma: FAO – UN
- FAO – Food and Agriculture Organization. 1982. *Tropical Forest Resources*. By J. P. Lanly. FAO Forestry Paper 30
- Goltenboth, F, Timotius K. H., Milan P. P., Margraf J. 2006. *Ecology of Insular Southeast Asia, the Indonesia Archipelago*. Amsterdam: Elsevier
- Gornitz, V. W., White T. M., Daniel R. C. 1992. *A Coastal Hazard Data Base for the US East Coasr*. Environment Science Division. Pub. No. 3913

- Hakam, A., Istijono B, Ismail FA, Zaidir, Fauzan, Dalrino, Revalin. 2013. Penanganan Abrasi Pantai di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Riset Kebencanaan, Mataram*, 8-10 Oktober 2013
- Hanley, R., Dennie M., Jeremy B. 2006. Petunjuk Rehabilitasi Hutan Pantai untuk Wilayah Provinsi Aceh dan Sumatera Utara. FAO Regional Office for Asia and the Pacific
- Hardjowigeno, S. dan Widiatmaka. 2001. Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata guna Tanah. Bogor: Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB
- Harjadi, B dan Dona O. 2008. Penerapan Teknik Konservasi Tanah di Pantai Berpasir untuk Agrowisata. *Info Hutan* 5 (II): 113 – 121
- Hashim, Roslan, Babak K., Noraini M. T., Rozainah Z. An Integrated Approach to Coastal Rehabilitation: Mangrove Restoration in Sungai Haji Dorani, Malaysia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (86): 118 – 124
- Henuhili, V., Sudarsono, Suyitno A. I., Tien A., The Diversity of Fauna and Flora at the Coast Samas and Glagah of Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 3 Juli 2010. Yogyakarta
- Hibban, I. 2013. Wisata Tulungagung: Pantai Sidem, Terowong Tulungagung Selatan, PLTA Tulungagung: Terowongan Neyama. www.ihahibban.wordpress.com . Diakses pada 10 Mei 2014
- Hogarth, P. J. 2007. The Biology of Mangroves. New York: Oxford University Press Inc.
- IUCN – The World Conservation Union. 2006. Managing Mangroves for Resilience to Climate Change. Switzerland: IUCN
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2010. Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 10/Men/2002 tentang Pedoman Umum Perencanaan Pengelolaan Pesisir Terpadu
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51/Men/2004 tentang Baku Mutu Air Laut
- Khan, M. R., Omoloso A. D. 2002. Antibacterial, antifungal activities of *Barringtonia asiatica*. *Fitoterapia* (73): 255 – 260
- Khazali, M. Panduan Teknis Penanaman Mangrove Bersama Masyarakat. Bogor: Wetlands International – Indonesia Programme
- Kidd, R. 2001. Coastal Dune Management: A Manual of Coastal Dune Management and Rehabilitation Techniques. New South Wales Department of Land Water and Conservation
- Kimmins, J.P. 1987. *Forest Ecology*. New York: MacMillan Publishing Company

- Kurniasari, T. 2006. Flyer 2 Menanam Bibit di Lapangan. Wetlands International – Indonesia Programme
- Kusmana, C. 2003. Teknik Rehabilitasi Mangrove. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB
- Landon, J. R. 1991. Booker Tropical Soil Manual. A Handbook of Soil Survey and Agricultural Evaluation in the Tropics and Sub-Tropics. London: Longman
- Lewis, R. R. 2005. Ecological Engineering for Successful Management and Restoration of Mangrove Forests. *Ecological Engineering* (24): 403 – 418
- Maroeto, M. A., dan Sutoyo. 2007. Identifikasi dan Diagnose Sifat Kimia Tanah Salin untuk Kesesuaian Tanaman Cemara laut (*Casuarina equisetifolia*). *Jurnal Pertanian Mapeta X* (1): 13 – 23
- Mazda, Y., Eric W. dan Peter V. R. 2007. The Role of Physical Processes in Mangrove Environments Manual for the Preservation and Utilization of Mangrove Ecosystems. Japan: TERRAPUB
- Mile, M. Y. 2007. Pengembangan Spesies Tanaman Pantai untuk Rehabilitasi dan Perlindungan Kawasan Pantai Pasca Tsunami. *Info Teknis* 5 (2): 1-8
- Noor, Y. R., Khazali M, Suryadiputra I. N. N. 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Bogor: Wetlands International – Indonesia Programme
- Nugroho, A. W. dan Sumardi. 2010. Ameliorasi Tapak untuk Pemapangan Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*) pada Gumuk Pasir Pantai. *Jurnal Penelitian dan Konservasi Alam VII* (4): 381 – 397
- Nugroho, A. W. 2013. Pengaruh Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Awal Cemara laut pada Gumuk Pasir Pantai. *Indonesian Forest Rehabilitation Journal* 1 (1): 113 – 125
- Nurahmah, Y., Muhammad Y. M., dan Endah S. 2007. Teknis Perbanyakan Tanaman Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*) pada Media Pasir. *Info Teknis* 5 (1): 1-7
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis. Jakarta: PT Gramedia
- Opa, E. T. Perubahan Garis Pantai Desa Bentenan Kecamatan Pusomaen, Minahasa Tenggara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis VII* (3): 109 – 114
- Pemerintah Daerah Kabupaten Ciamis. 2006. Rencana Tindak Lanjut Pengembangan Wilayah Pesisir Laut Kabupaten Ciamis
- Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.21/Menhut-V/2007 tentang Penyelenggaraan Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan

- Pethick. 1997. An Introduction to Coastal Geomorphology. London: Edward Arnold a Division of Holder and Stoughton
- Plantamor. 2014. Plant Resources of Southeast Asia. www.plantamor.com diakses pada 12 Juni 2014
- Prahasta, E. 2002. Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Bandung: CV. Informatika
- Priyono, A. 2010. Panduan Praktis Teknik Rehabilitasi Mangrove di kawasan Pesisir di Indonesia. Semarang: KeSEMaT
- Putra, D. T. B. 2011. Pengaruh Suplementasi Daun Waru (*Hibiscus tiliaceus*) Terhadap Karakteristik Fermentasi dan Populasi Protozoa Rumen secara In Vitro. *Jurnal SainsUNS* V: 93 – 99
- Ramadhan, M. I. 2013. Panduan Pencegahan Abrasi Pantai. Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia
- Samarakoon, M. B, Norio T., Kosuke I. 2013. Improvements of Effectiveness of Existing *Casuarina equisetifolia* Forests in Mitigating Tsunami Damage. *Journal of Environmental Management* (114): 105 – 114
- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta. Bandung.
- Sukresno. 2007. Reklamasi Lahan Pantai Berpasir: Studi Kasus di Pantai Samas Kabupaten Bantul, Provinsi DIY. *Prosiding Gelar Teknologi Pemanfaatan IPTEK untuk Kesejahteraan Masyarakat. Purworejo*, 30-31 Oktober 2007. Bogor: Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam Litbang Dephut.
- Sumardi. 2008. Prinsip Silvikultur Reforestasi dalam Rehabilitasi Formasi Gumuk Pasir di Kawasan Pantai Kebumen. *Prosiding Seminar Nasional Silvikultur Rehabilitasi, 24-25 Nopember 2008*. Yogyakarta
- Surakhmad, W. 1985. Pengantar Penelitian Ilmiah-Dasar Metode Teknik. Tarsito. Bandung.
- Susanto, H., Susi S., Dendy W., Eko M. M. S. J., Nur A. L. 2012. Jenis-jenis Mangrove Taman Nasional Karimunjawa. Jawa Tengah: BTN Karimunjawa
- Tan, R. 2001. Sea Poison Tree. www.naturia.per.sg/buloh/plants/sea_poison.htm . Diakses pada 12 Juni 2014
- Tuheteru, F. D. dan Mahfudz. 2012. Ekologi, Manfaat dan Rehabilitasi Hutan Pantai di Indonesia. Manado: Balai Penelitian Kehutanan Manado
- Undang-undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya
- Walkley, A. and Black I. A., 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and A Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Sci.* 37: 29-38

Wentworth, C. K. 1922. A Scale of Grade and Class Term for Clastic Sediment. *Geology* (**30**): 337 – 392

Whitten, T., Damanik S. J., Anwar J, Hisyam N. 2000. *The Ecology of Indonesia Series: The Ecology of Sumatera*. Singapore: Periplus Edition

Wibisono, I. T. C, Eko B. W, I Nyoman S. 2006. Panduan Praktis Rehabilitasi Pantai; Suatu Pengalaman Merehabilitasi Kawasan Pesisir. Wetlands International – Indonesia Programme

Yulianda, F. 2007. Ekowisata Bahari sebagai Alternatif Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir Berbasis Konservasi. Seminar Sains 21 Februari 2007. Bogor: IPB

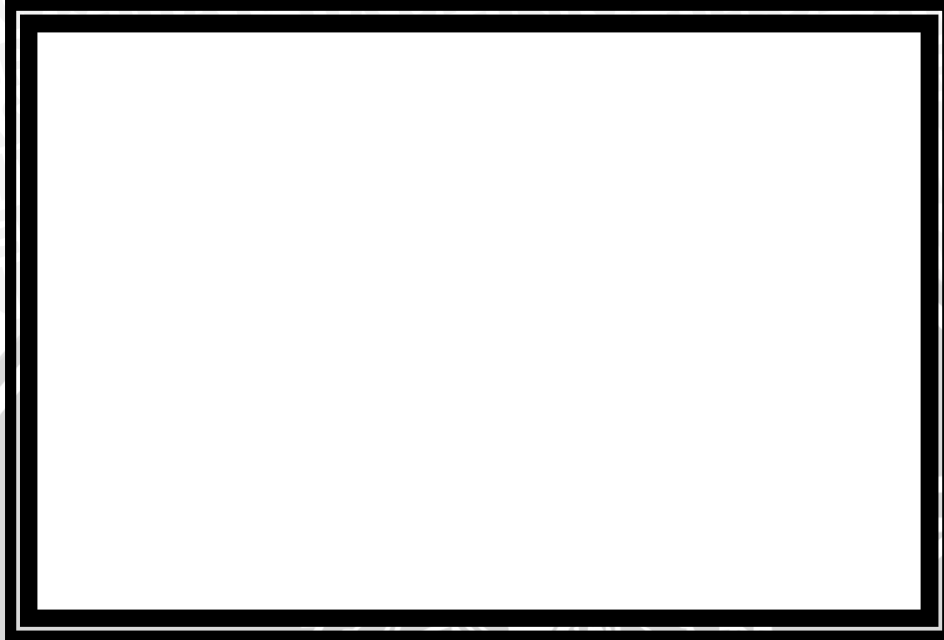
Zaky, A. R. 2012. Kajian Kondisi Lahan Mangrove di Desa Bedono Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak dan Kelurahan Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. UNDIP

Zoysa, M. D. 2008. *Casuarina* Coastal Forest Shelterbelts in Hambatota City, Srilanka: Assessment of Impact. *Small Scale Forestry* **VII**: 17 – 27

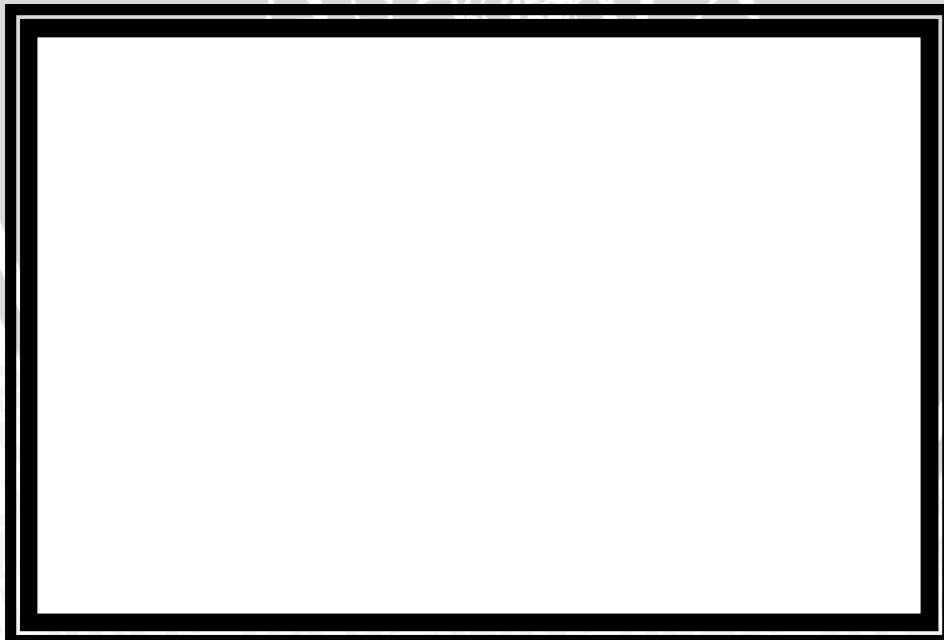


LAMPIRAN

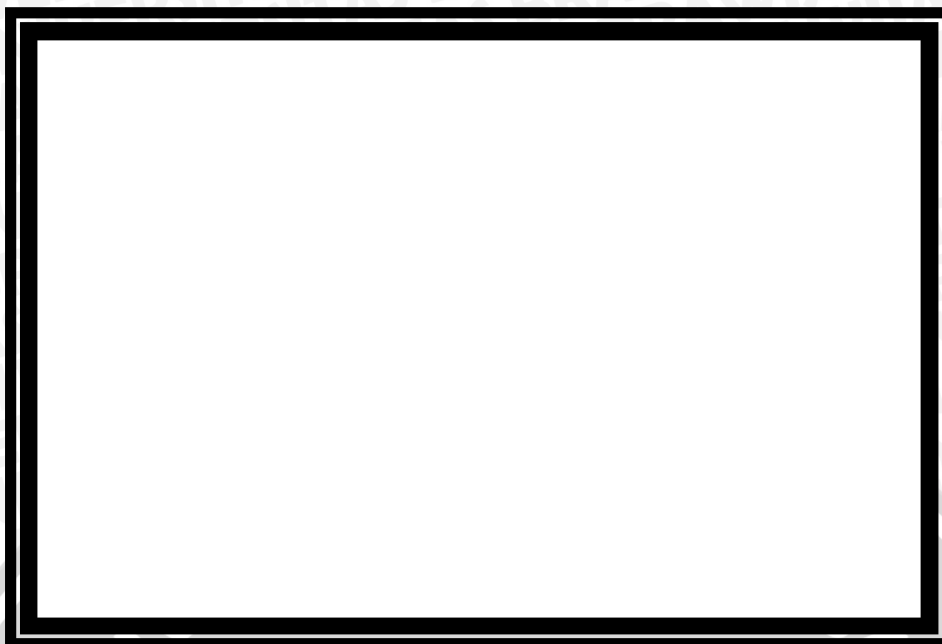
Lampiran 1. Dokumentasi Pengambilan Sampel



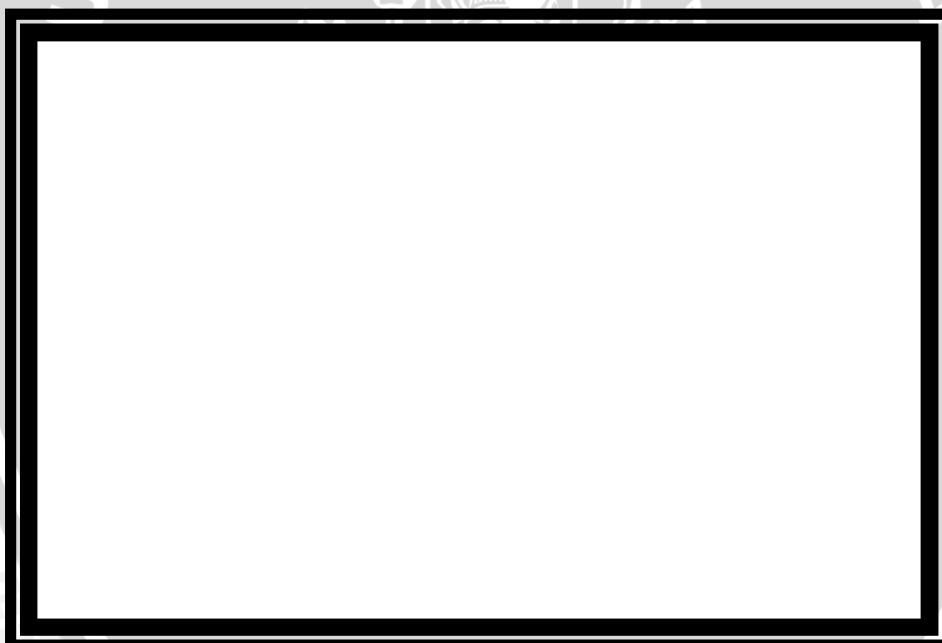
Dokumentasi penulis di depan papan nama PT PJB



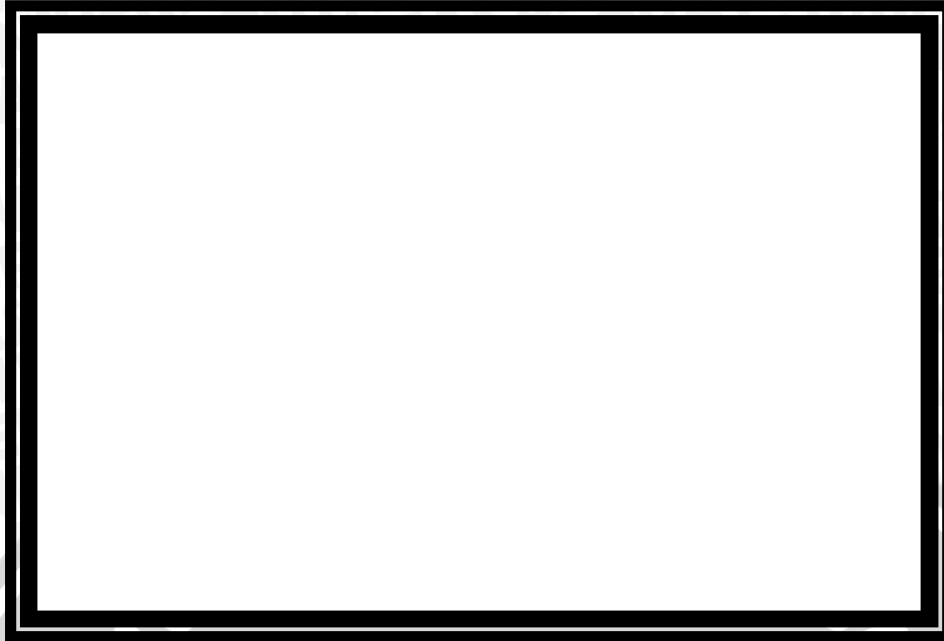
Dokumentasi lokasi stasiun 3



Dokumentasi pengambilan sampel di area bekas tambak



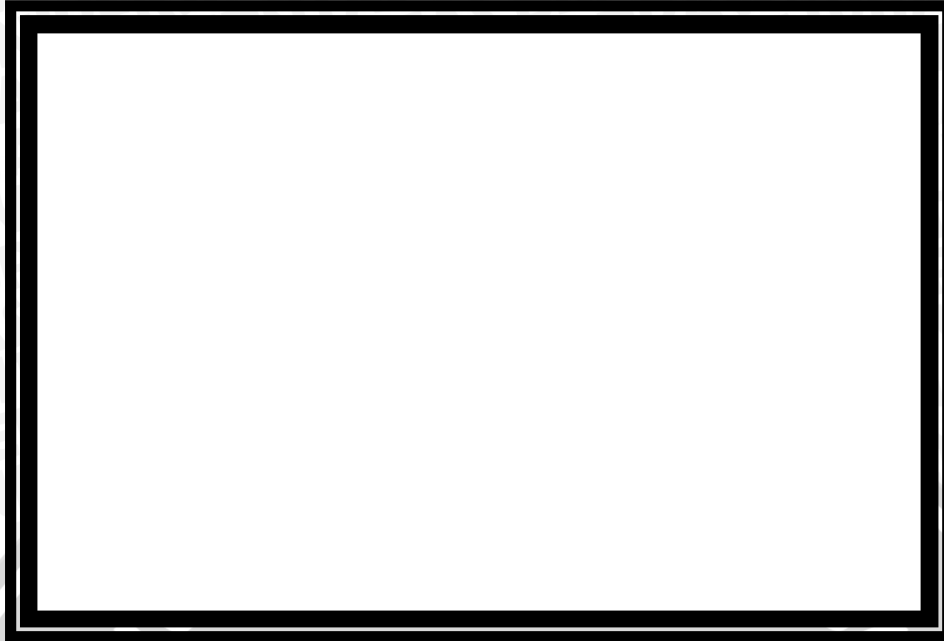
Dokumentasi pencatatan *physiochemical properties*



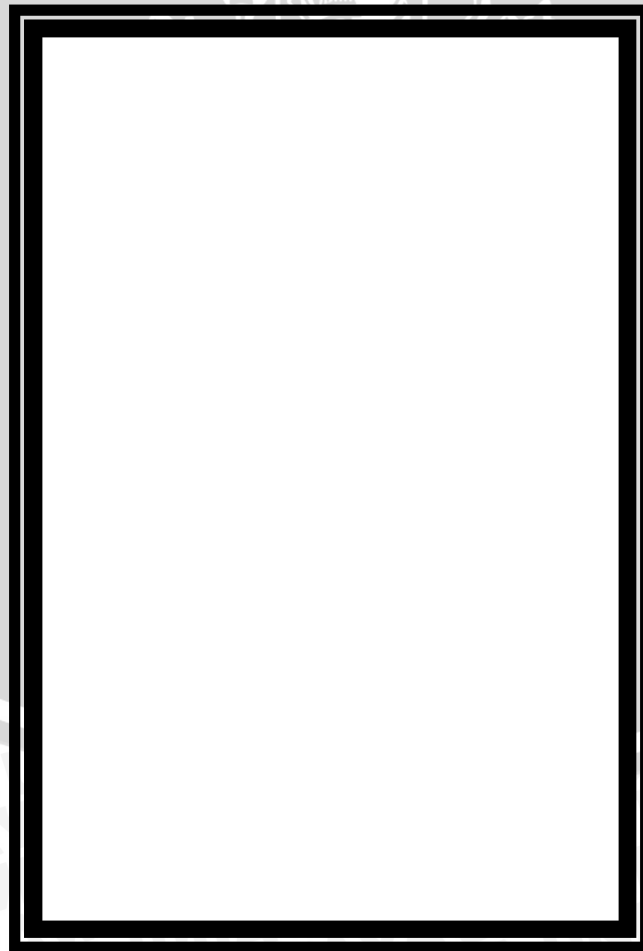
Dokumentasi pengambilan sampel



Dokumentasi keadaan lapang di Pantai Sidem

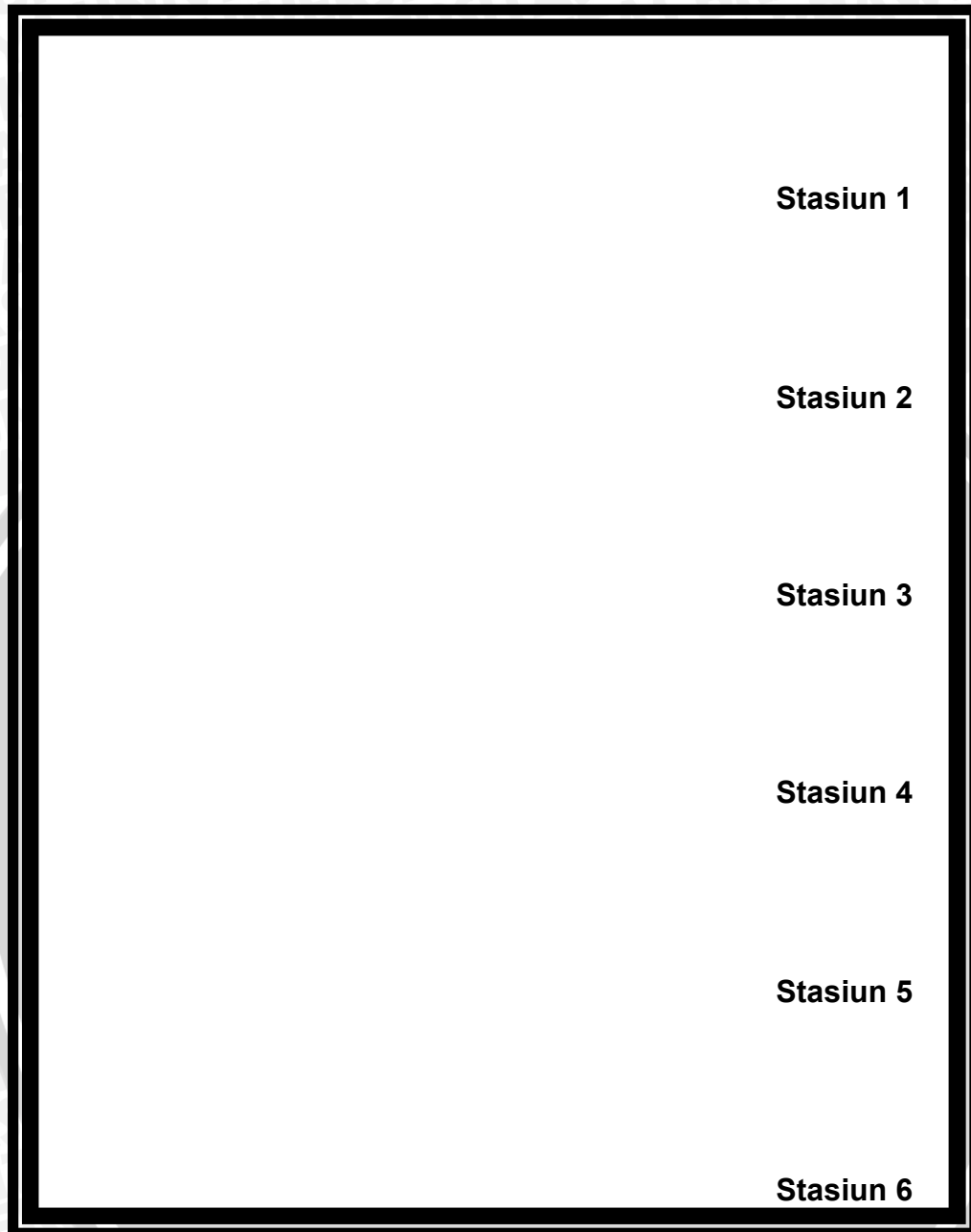


Dokumentasi vegetasi yang ada di Pantai Sidem

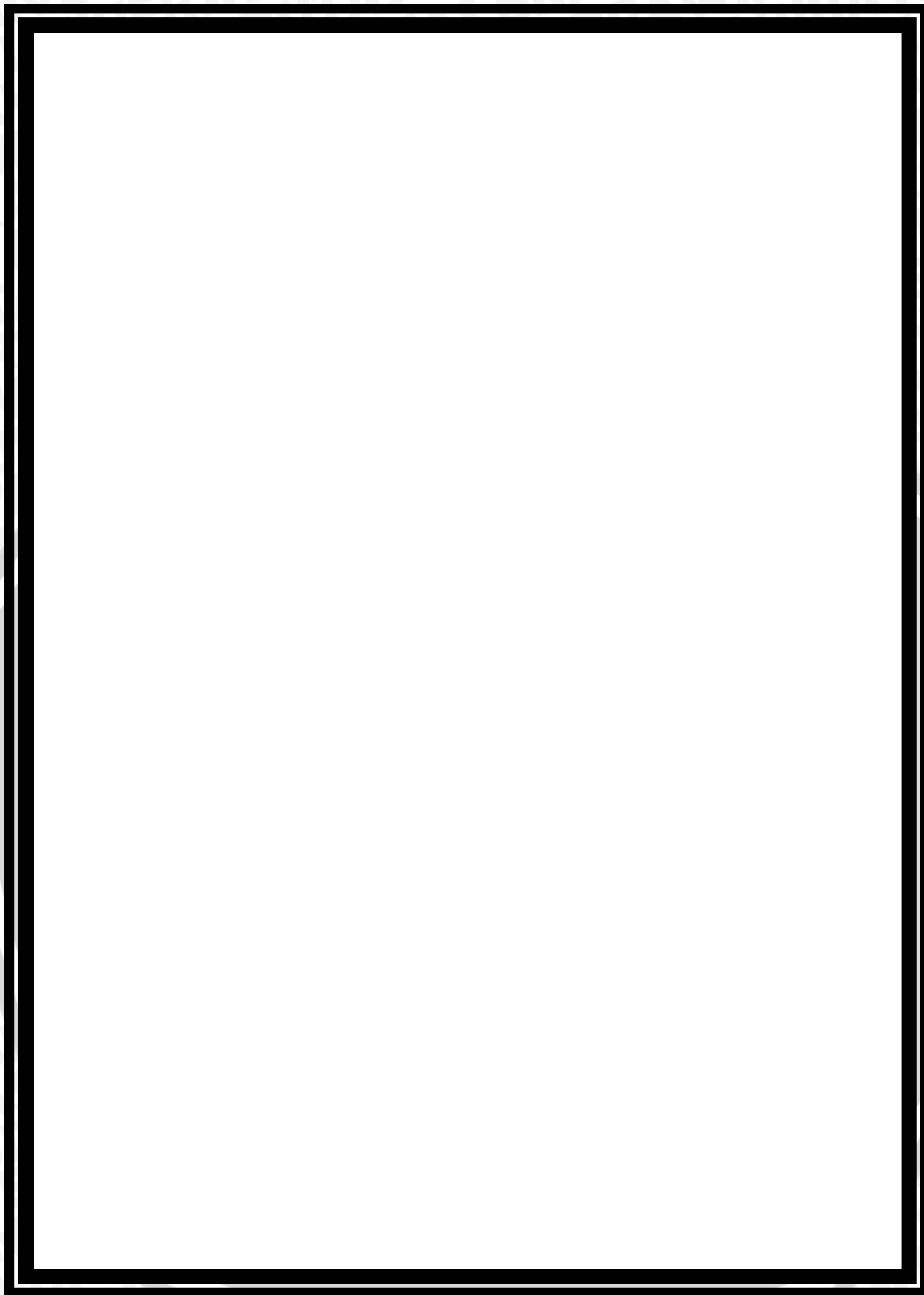


Dokumentasi vegetasi yang di Pantai Sidem

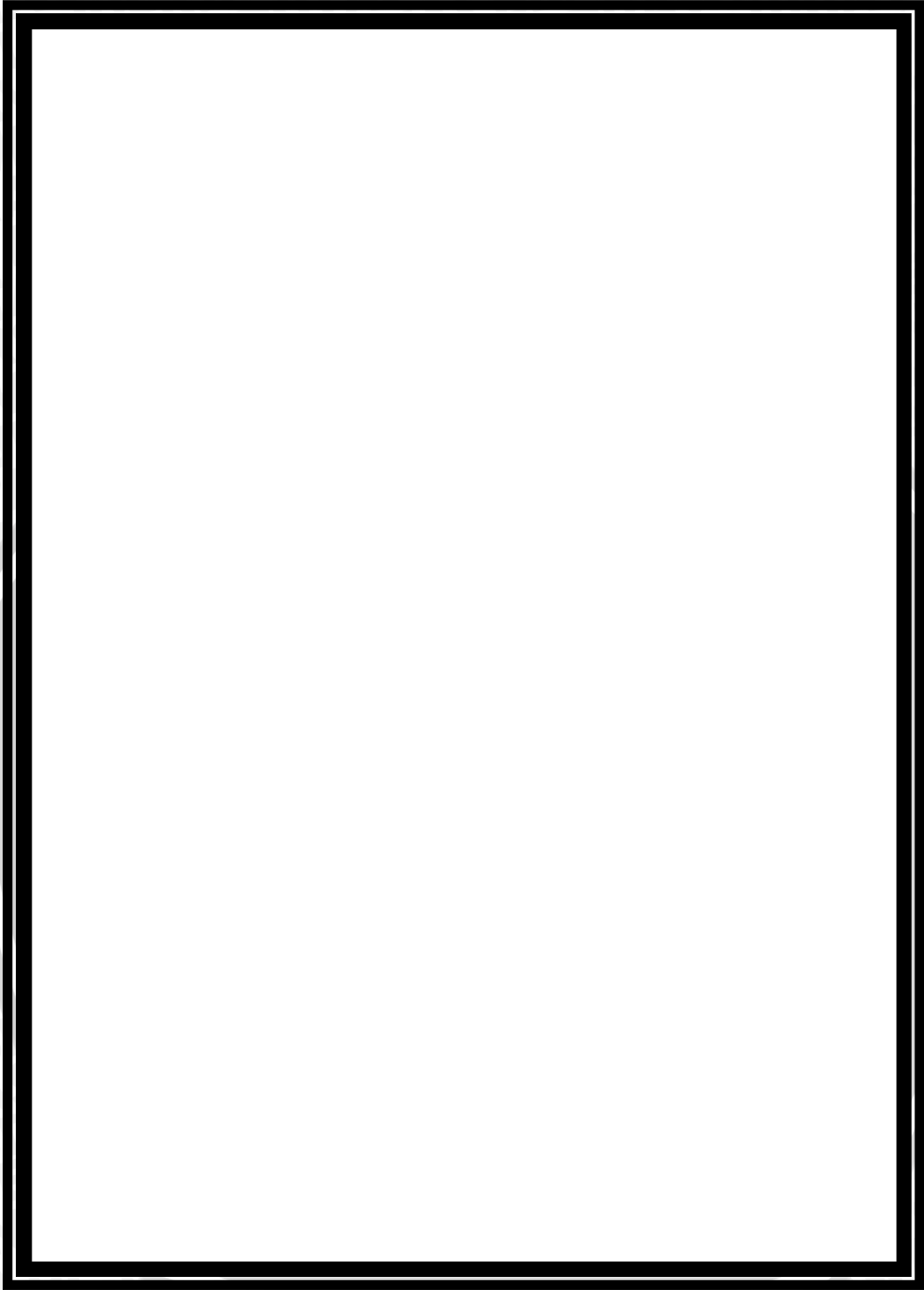
Lampiran 2. Hasil pindai data primer dan sekunder



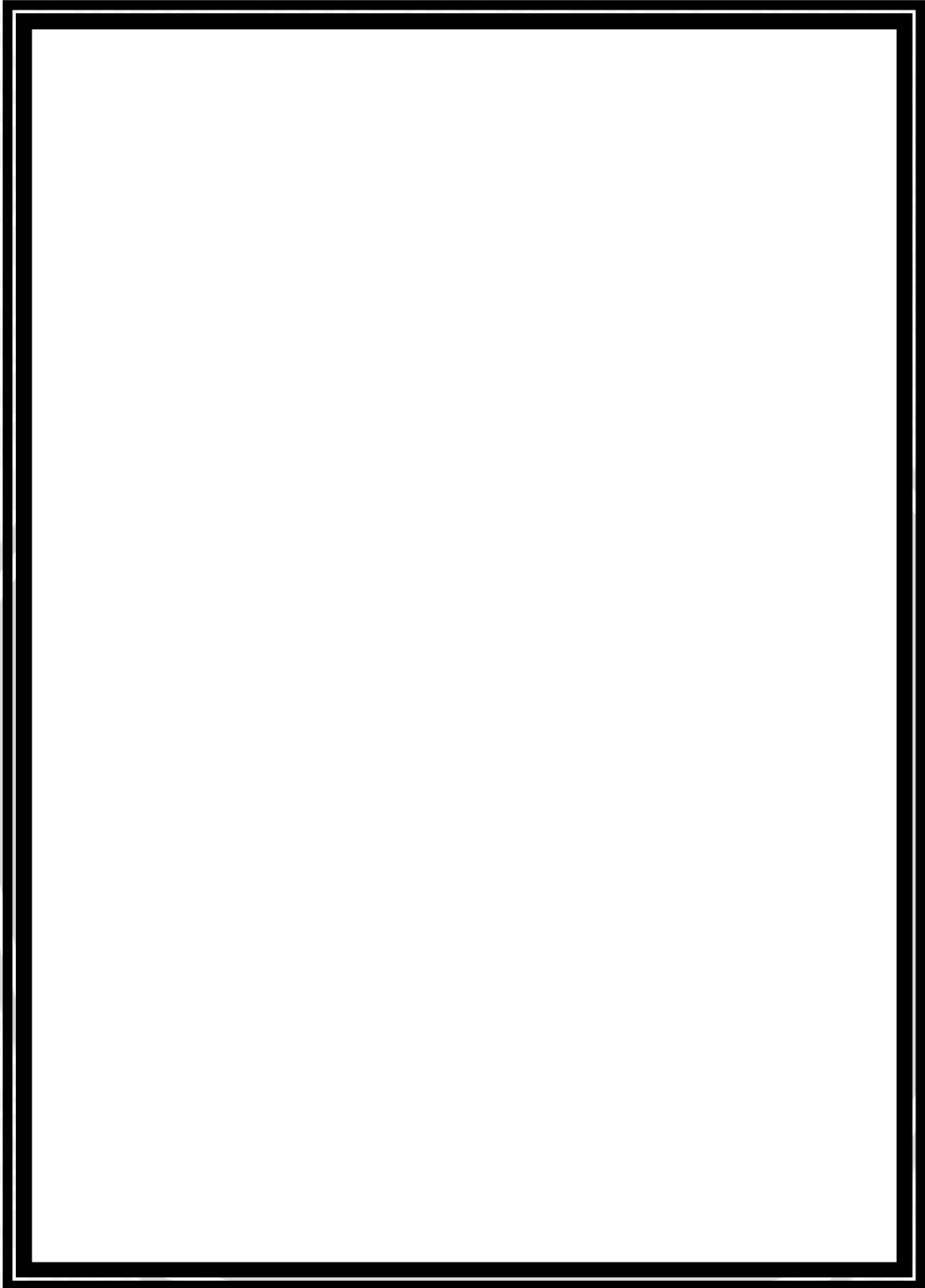
Gambar Profil Kemiringan pada masing-masing stasiun



Hasil pindai analisis data tekstur dan bahan organik sedimen



Hasil pindai data sekunder yang didapat dari BMKG



Hasil pindai data sekunder yang didapat dari BMKG