

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2014-Januari 2015 di pantai Metinaro. Adapun zona pantai menjadi fokus utama dalam penelitian ini, sebab di Timor-Leste secara umum hutan mangrove tumbuh di pantai-pantai yang terlindung maupun pantai-pantai yang datar. Adapun pertumbuhan hutan mangrove agak tipis, hal ini disebabkan karena sebagian besar tidak terdapatnya muara sungai, delta maupun danau.

Secara geografis Timor-Leste terletak antara 8°-10°LS dan 124°-127.30°BT, dengan luas wilayah $\pm 14.874 \text{ km}^2$ yang ditempati oleh sekitar $\pm 1.060.880$ jiwa penduduk. Kecamatan Metinaro termasuk wilayah administrasi Kabupaten Dili dan Provinsi Dili dengan batas-batas wilayah antara lain :

1. Sebelah utara perbatasan dengan Kecamatan Atauro
2. Sebelah selatan perbatasan dengan Kabupaten Aileu
3. Sebelah timur perbatasan dengan Kabupaten Manatuto dan
4. Sebelah barat perbatasan dengan Ibu Kota Dili.



Gambar 2. Peta Kota Dili. Sumber: Website Pemerintah Timor Leste. www.timor-leste.gov.tl. 2017.

Musim setiap wilayah dapat dipengaruhi oleh iklim tropis kering dan bervariasi berdasarkan letak geografis dari suatu wilayah tersebut. Timor-Leste memiliki tipe iklim tropis kering yang sangat bervariasi secara geografis dan sangat dipengaruhi oleh musim (Trainor *et al.*, 2007). Lebih lanjut, di pantai utara; musim hujan hanya berlangsung selama 4-6 bulan yang dimulai dengan angin muson barat pada bulan November dan Desember (curah hujan < 1.000 ml per tahun) dengan kota-kota seperti Manatuto dan Vemasi yang merupakan kota terkering di kawasan Asia Tenggara.

Menurut Trainor *et al.*, (2007), ada dua puncak musim hujan di daerah pantai Selatan, yaitu pada bulan Desember dan bulan April-Juni dengan jumlah bulan basah 7-9 bulan (curah hujan > 2.000 ml per tahun) sedangkan Wilayah di bagian tengah yang bergunung-gunung dan daratan tinggi Fuiloro di sekitar Lospalos juga merupakan daerah basah (curah hujan > 2.000 ml per tahun) dengan puncak curah hujan antara bulan Mei dan Juni. Sementara itu diketahui bahwa, tidak hanya hujan dan musim kering di Timor-Leste antara bulan Juli sampai November tapi kelembaban udara pun rendah.

Suhu udara di Timor-Leste pada siang hari turun sekitar 4-5°C pada setiap penambahan ketinggian 1.000 m, seperti di Maubisse yang berada pada ketinggian 1.400m memiliki iklim yang sejuk dengan suhu udara siang hari antara 23-28°C (suhu udara malam hari 10-20°C). Di Timor-Leste, di daerah-daerah dataran rendah seperti kota Dili, Metinaro, Kasait, Area Branca dan Tibar biasanya panas pada siang hari (31-33°C) dan hangat (20-25°C) pada malam hari. Menurut Trainor *et al.*, (2007), sementara kota-kota di daratan rendah dan pantai seperti Dili biasanya panas pada siang hari (31-33°C) dan hangat pada malam hari (20-25°C).

B. Bahan dan alat penelitian

1. Bahan; a) buku tulis, b) bolpoin, dan c) kertas label serta beberapa bahan lainnya yang digunakan dalam penelitian, baik aspek vegetasi, biofisik, kerusakan, maupun valuasi ekonomi.

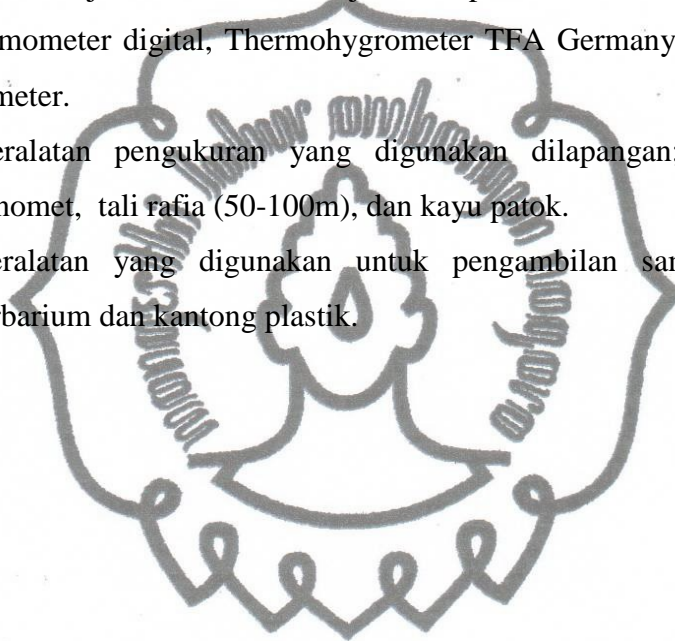
2. Alat;

a) Peralatan navigasi dan orientasi.

- Peta; peta yang digunakan dalam penelitian ini, (berupa peta kawasan) dengan skala yang disesuaikan dengan luas areal penelitian.
- GPS dan Kompas, GPS berguna untuk menentukan lokasi terutama pada penentuan plot permanen. Kompas bermanfaat untuk menentukan arah pembuatan jalur atau arah menuju lokasi plot.
- Anemometer digital, Thermohygrometer TFA Germany, Gelas ukur, dan EC meter.

b) Peralatan pengukuran yang digunakan dilapangan; pita pengukur, klinomet, tali rafia (50-100m), dan kayu patok.

c) Peralatan yang digunakan untuk pengambilan sampel; pembuatan herbarium dan kantong plastik.



C. Tata Laksana Penelitian

Penelitian ini dirancang untuk mencapai tujuan utama, yaitu menemukan model pengelolaan ekosistem hutan mangrove di pantai Metinaro yang tepat. Berikut adalah Tabel rancangan penelitian.

1. Rancangan penelitian

Tabel 2. Rancangan penelitian

No.	Perumusan masalah	Tujuan	Pendekatan	Populasi dan sampel	Variabel	Analisis
1.	Identifikasi kondisi hutan mangrove dan tingkat kerusakan.	Mengkaji kondisi dan tingkat kerusakan hutan mangrove.	Survei dan observasi kondisi eksisting hutan mangrove.	Hutan mangrove dan pohon mangrove.	Luas area, indeks keaneragaman, iklim, kelembaban, kecepatan angin, diameter batang	Deskriptif dan Vegetasi.
2.	Faktor penyebab kerusakan hutan mangrove.	Mempelajari faktor penyebab kerusakan hutan mangrove.	Survei, observasi dan identifikasi faktor penyebab kerusakan.	Hutan mangrove.	Vegetasi (umur), Fisik (angin dan ombak), dan ekonomi (pendapatan),	Korelasi-Regresi linier berganda
3.	Dampak kerusakan hutan mangrove terhadap lingkungan dan valuasi ekonomi.	Mengevaluasi dampak kerusakan terhadap lingkungan dan valuasi ekonomi hutan mangrove.	Survei, observasi, dengan <i>stake holder</i> melalui kuisisioner	Biofisik dan sosial masyarakat, nilai valuasi ekonomi	Abiotik (suhu dan abrasi), penurunan keaneragaman vegetasi mangrove, ekonomi (berkurangnya sumber pendapatan)	Korelasi-regresi linier berganda
4.	Rumusan model pengelolaan hutan mangrove yang tepat utk menekan tingkat kerusakan mangrove.	Merumuskan model pengelolaan yang tepat untuk menekan tingkat kerusakan mangrove.	Simulasi berbasis keamatan hubungan dan pengaruh dominan antar variabel.	Hutan mangrove.	Abiotik, biotik, dan sosial ekonomi.	Korelasi-Regresi linier berganda.

2. Identifikasi kondisi hutan mangrove dan tingkat kerusakan

a. Identifikasi kondisi hutan mangrove saat ini

1). Bahan dan Alat penelitian

- a). Bahan; a) buku tulis, b) bolpoin, c) kertas label, dan d) vegetasi mangrove.

b). Alat;

(1) Peralatan navigasi dan orientasi.

- Peta; peta yang digunakan dalam penelitian ini, (berupa peta kawasan) dengan skala yang disesuaikan dengan luas areal penelitian.
- GPS dan Kompas, GPS berguna untuk menentukan lokasi terutama pada penentuan plot permanen. Kompas bermanfaat untuk menentukan arah pembuatan jalur atau arah menuju lokasi plot.

(2) Peralatan pengukuran yang digunakan dilapangan; pita pengukur, klinometer, tali rafia (50-100m), dan kayu patok.

(3) Peralatan yang digunakan untuk pengambilan sampel; pembuatan herbarium dan kantong plastik

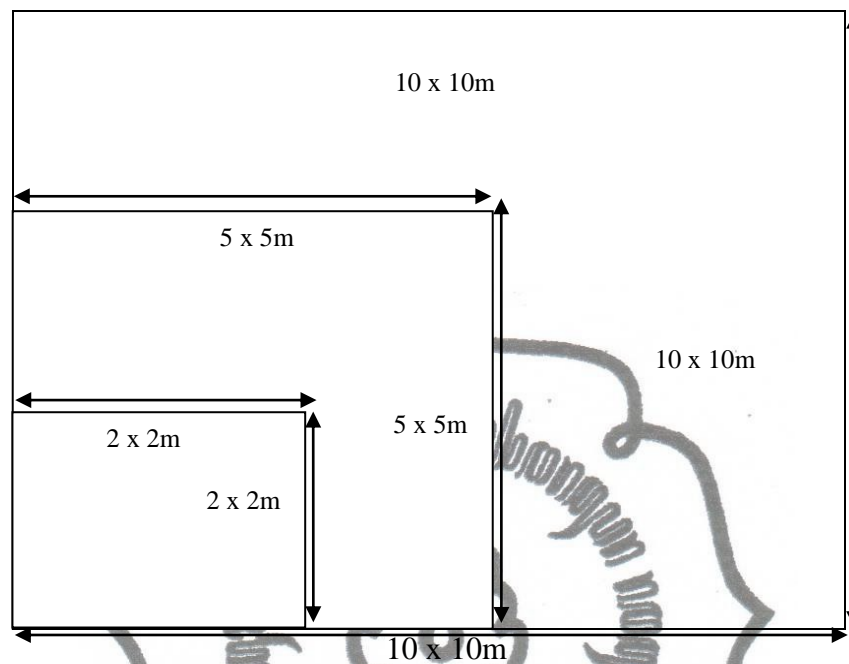
2). Populasi dan sampel

a) Populasi adalah keseluruhan bahan atau data yang diteliti (Sastrosupadi, 1999). Maka yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah semua vegetasi mangrove yang ada di Metinaro, Timor-Leste.

b) Sampel adalah sebagian data yang diambil sebagai wakil dari populasi yang diteliti, maka yang menjadi sampel pada penelitian ini adalah sebagian vegetasi mangrove yang masih hidup di Metinaro, Timor-Leste untuk diteliti.

3). Teknik sampling vegetasi mangrove

Teknik yang digunakan untuk pengambilan sampel dalam penelitian ini dengan menggunakan plot berukuran 10 x 10m, 5 x 5m dan 2 x 2m di mana setiap plot akan diambil sampelnya sesuai dengan ukuran plot yang telah ditentukan sebelumnya.



Gambar 3. Contoh plot dalam penelitian

4). Teknik pengumpulan data vegetasi

Teknik yang digunakan untuk pengumpulan data vegetasi di lapangan serta menghitung vegetasi mangrove guna mengetahui tingkat kerapatan, penutupan dan keanekaragaman hutan mangrove dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Melakukan survei untuk mengetahui keadaan umum lokasi penelitian yang sebenarnya.
- b) Setelah melakukan survei, maka membuat plot dengan ukuran 10 x 10m, 5 x 5m dan 2 x 2m pada lokasi penelitian, dimana terdapat adanya kerusakan hutan mangrove yang telah disurvei sebelumnya.
- c) Pengukuran akan dilakukan mulai dari surut terjauh sampai pasang tertinggi dengan maksud semua sampel yang diambil tersebut sebagai wakil dari populasi guna mengetahui potensi hutan mangrove.
- d) Menghitung semua jenis hutan mangrove yang terdapat dalam plot tersebut.

- e) Membuat herbarium jika jenis mangrove ada yang belum bisa teridentifikasi di lokasi penelitian.

5). Teknik analisis dan data vegetasi

Teknik yang digunakan untuk menghitung vegetasi mangrove, guna mengetahui keanekaragaman hutan mangrove di Metinaro, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a). Indeks keragaman (*Diversity*)

Untuk mengetahui tingkat keanekaragaman spesies tumbuhan, data dianalisis menggunakan Indeks Shannon-Wiener (Prasetyo, 2007):

$$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\ln p_i)$$

Keterangan :

H' = indeks keragaman Shannon-Wiener

P_i = n_i/N

N = total jumlah individu dalam komunitas

n_i = total individu spesies ke- i

\ln = logaritma natural (bilangan alami)

Menurut Fachrul (2007), untuk mengetahui potensi hutan dengan cara kuantitatif dan kualitatif. Lebih lanjut, cara kualitatif dilakukan dengan melihat besar kecilnya indeks nilai penting, sedangkan cara kuantitatif dapat diketahui dengan mencari volume pohon berdasarkan rumus sebagai berikut;

b). Indeks Nilai Penting: $INP = Kr + Dr + Fr$

Keterangan:

INP = Indeks Nilai Penting

Kr = Kerapatan Relatif

Dr = Dominansi Realatif

Fr = Frekuensi Relatif

c) Kerapatan =
$$\frac{\text{Jumlah total indeks spesies}}{\text{Luas petak pengamatan}}$$

$$\text{d) Dominansi} = \frac{\text{Luas basal area (m}^3\text{)}}{\text{Luas petak pengamatan (ha)}}$$

$$\text{e) Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah petak ditemukan suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh anakan}}$$

$$\text{f) Kerapatan Relatif} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{g) Frekuensi Relatif} = \frac{\text{Frekuensi suatu relatif}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{h) Dominansi Relatif} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

Analisis vegetasi potensi hutan mangrove di Metinaro yang telah dianalisis dalam penelitian ini adalah indeks nilai penting, dengan maksud mencari tahu tentang indeks nilai penting hutan mangrove yang lebih berpotensi untuk diperhatikan dalam pengelolaan agar tidak mengalami kerusakan, namun perlu direhabilitasi agar kesetabilan hutan mangrove kembali lestari.

b. Tingkat kerusakan

1). Populasi dan sampel

a). Populasi; penelitian kualitatif, hubungan antara populasi dan sampel sangatlah erat, karena: populasi merupakan keseluruhan objek yang diteliti (Suyanto dan Sutinah, 2005). Maka yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah semua kerusakan mangrove di Timor-Leste.

b). Sampel; Sebagian mangrove di Metinaro yang saat ini mengalami kerusakan dan dijadikan sebagai sampel dalam penelitian ini.

2). Teknik sampling kerusakan hutan mangrove

Teknik yang digunakan dalam penelitian adalah teknik *purposive sampling* untuk pengambilan sampel di lokasi penelitian. *Purposive*

sampling adalah teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2010). Adapun maksud peneliti adalah untuk mencari hutan mangrove yang rusak dan akan di pilih sebagai *sampling* dalam penelitian ini, terutama di Pantai Timor-Leste untuk di teliti.

3). Jenis data

Data penelitian dibedakan berdasarkan dua jenis data, yaitu:

- a). Jenis data primer (*Primary Data*); data primer diperoleh melalui survei, pengamatan lapangan dan pencatatan secara langsung dari lokasi penelitian.
- b). Jenis data sekunder (*Secondary Data*); data sekunder diperoleh melalui kantor Desa dan Dinas terkait mengenai peta kerusakan mangrove.

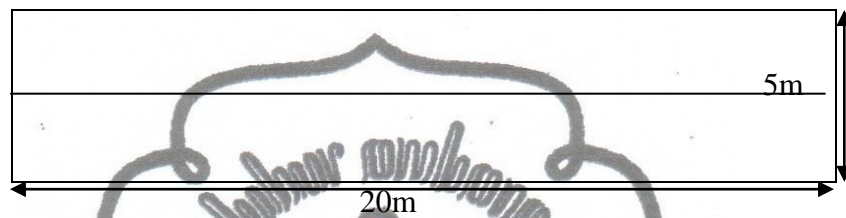
4). Sumber data

- a). Sumber data primer (*Primary Data*); sumber data primer diperoleh secara langsung dari lokasi penelitian melalui survei dan pencatatan langsung dari lokasi penelitian.
- b) Sumber data sekunder (*Secondary Data*); sumber data sekunder diperoleh dari kantor Desa maupun Dinas terkait.

5). Teknik pengumpulan data kerusakan hutan mangrove

Penelitian ini, teknik yang digunakan untuk pengumpulan data dengan teknik *purposive sampling* untuk pengambilan sampel di lokasi penelitian dari berbagai pertimbangan oleh peneliti. Menurut Sugiyono (2010), *purposive sampling* adalah teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu. Pertimbangan yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah untuk mencari dan memilih lokasi guna pengambilan sampel hutan mangrove yang mengalami kerusakan, maka lokasi tersebut akan ditetapkan sebagai tempat pengambilan sampel dan diyakini akan memudahkan peneliti untuk memperoleh data yang diharapkan.

Adapun lokasi tersebut akan tetap berada di wilayah Timor-Leste yang telah dipilih sebelumnya. Setelah lokasi kerusakan tersebut diketahui, maka peneliti akan menetapkan guna mengambil sampel dengan metode belt transek yang dilengkapi dengan sub-sub plot yang ukuran plotnya adalah 20 x 20 m dan 5 x 5 m untuk memudahkan pengambilan sampel kerusakan.



Gambar 4. Contoh belt transek dalam penelitian

6). Analisis data kerusakan hutan mangrove

Teknik yang digunakan untuk menganalisis data kerusakan dalam penelitian ini, lebih melihat pada kerapatan dan penutupan hutan mangrove berdasarkan kriteria baku kerusakan dari Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (2004), untuk mengetahui tingkat kerusakan hutan mangrove. Maka penelitian ini dianalisis berdasarkan kriteria baku mutu kerusakan hutan mangrove. Menurut Sellano, dkk., (2008), untuk mengestimasi tingkat kerusakan mangrove diklasifikasikan dalam 3 kriteria yaitu baik (sangat padat), cukup baik (sedang), dan rusak.

Data tersebut di analisa berdasarkan presentase luas tutupan dan kerapatan, per mangrove yang hidup adalah sebagai berikut:

- a) Penutupan: Perbandingan antara luas area penutupan jenis 1 (C_i), dan luas total area penutupan untuk seluruh jenis ($\sum C$):

$$R_{ci} = (C_i / \sum C) \times 100 \dots\dots\dots$$

$$C_i = (\sum BA/A) \dots\dots\dots$$

Dimana :

$$BA = \pi DBH^2/4 \text{ (dalam cm}^2\text{)}.$$

$$\pi = 3,1416 \text{ adalah konstanta}$$

$$DBH = \text{diameter batang pohon dari jenis 1}$$

A = luas total area pengambilan contoh (luas total area contoh/plot)

- b) Kerapatan: Perbandingan antara jumlah jenis tegakan jenis 1 (n_i) dan jumlah total tegakan seluruh jenis ($\sum n_i$): $R_{di} = (n_i / \sum n_i) \times 100$ (Sellano, dkk., 2008).

3. Penyebab kerusakan hutan mangrove

Identifikasi kerusakan hutan mangrove berdasarkan penyebab

a. Bahan dan Alat penelitian

- 1). Bahan; a) buku tulis, b) bolpoin, c) kertas label, dan d) vegetasi mangrove..
- 2). Alat;
 - a) Peralatan navigasi dan orientasi.
 - Peta; peta yang digunakan dalam penelitian ini, (berupa peta kawasan) dengan skala yang disesuaikan dengan luas areal penelitian.
 - GPS dan Kompas, GPS berguna untuk menentukan lokasi terutama pada penentuan plot permanen. Kompas bermanfaat untuk menentukan arah pembuatan jalur atau arah menuju lokasi plot.
 - b) Peralatan pengukuran yang digunakan dilapangan; pita pengukur, klinometer, anemometer digital, tali rafia (50-100m), dan kayu patok.

b. Populasi dan sampel

- 1) Populasi adalah keseluruhan bahan atau data faktor penyebab kerusakan hutan mangrove yang diteliti.
- 2) Sampel adalah sebagian data penyebab kerusakan hutan mangrove yang diambil sebagai wakil dari populasi yang diteliti, maka yang menjadi sampel pada penelitian ini adalah sebagian penyebab kerusakan hutan mangrove yang rusak untuk diteliti.

c. Teknik sampling penyebab kerusakan hutan mangrove

Teknik yang digunakan untuk pengambilan sampel dalam penelitian ini dengan menggunakan belt transek berukuran 20 x 20m dan 5 x 5m di mana

setiap belt transek akan diambil sampelnya sesuai dengan ukuran plot yang telah ditentukan sebelumnya.

d. Teknik pengumpulan data penyebab kerusakan

Teknik yang digunakan untuk pengumpulan data penyebab kerusakan hutan mangrove di lapangan berdasarkan tiap-tiap penyebab kerusakan, guna mengetahui pengaruh tidaknya faktor tersebut penyebab terjadinya kerusakan hutan mangrove di pantai Metinaro dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Melakukan survei untuk mengetahui keadaan umum lokasi penelitian yang sebenarnya.
- 2) Setelah melakukan survei, maka membuat belt transek dengan ukuran 20 x 20m dan 5 x 5m pada lokasi penelitian, dimana terdapat adanya kerusakan hutan mangrove yang telah disurvei sebelumnya.
- 3) Pengukuran akan dilakukan mulai dari surut terjauh sampai pasang tertinggi dengan maksud semua sampel yang diambil tersebut sebagai wakil dari populasi guna mengetahui potensi penyebab kerusakan hutan mangrove.
- 4) Mengidentifikasi semua kerusakan pohon mangrove yang terdapat dalam belt transek berdasarkan penyebabnya.

e. Teknik analisis data penyebab kerusakan

Teknik yang digunakan untuk menghitung penyebab kerusakan hutan mangrove, guna mengetahui penyebab kerusakan hutan mangrove yang mempengaruhi turunnya jumlah pohon mangrove di Metinaro, Timor-Leste. Adapun teknik yang digunakan untuk menganalisa data penyebab kerusakan dalam penelitian ini berdasarkan parameter kecepatan angin, binatang peliharaan, penebangan liar, umur tanaman, dan abrasi pantai. Hal ini sangat penting untuk diketahui bahwa peran dari setiap parameter tersebut sangat mempengaruhi berbagai kehidupan pada ekosistem hutan mangrove.

4. Dampak kerusakan terhadap lingkungan dan valuasi ekonomi

Analisis dampak kerusakan ekosistem hutan mangrove terhadap lingkungan yang kaitannya kondisi lingkungan yang dialami oleh masyarakat di daerah setempat. Hal ini perlu diketahui bahwa, hutan mangrove memiliki fungsi dan peranan terhadap biotik, abiotik, dan sosial ekonomi yang sangat penting. Selain analisis di atas, adapun yang perlu dianalisis sebagai dampak dari kerusakan hutan mangrove dalam penelitian ini antara lain :

a. Abrasi pantai atau perubahan garis pantai

Analisis dampak kerusakan ekosistem hutan mangrove terhadap lingkungan yang kaitannya dengan abrasi pantai atau perubahan garis pantai di daerah setempat. Hal ini perlu diketahui bahwa, hutan mangrove memiliki fungsi dan peranan terhadap biotik, abiotik, dan sosial ekonomi maupun budaya sangat penting yang kaitannya dengan kerusakan lingkungan. Menurut Raharjo (2014), kerusakan lingkungan dapat dianalisis dari beberapa pendekatan, antara lain: 1). Identifikasi jenis pemanfaatan lahan, 2). Menghitung luas wilayah yang mengalami kerusakan, dan 3). Menghitung perubahan lingkungan abiotik (A), biotik (B), culture (C). Namun dalam penelitian ini, peneliti menganalisis jenis pemanfaatan lahan serta luas wilayah yang mengalami kerusakan.

1). Bahan dan Alat penelitian

a). Bahan;

(1) buku tulis, (2) bolpoin, dan (3) kertas label.

b). Alat;

(1) Peralatan navigasi dan orientasi.

- Peta; peta yang digunakan dalam penelitian ini, (berupa peta kawasan) dengan skala yang disesuaikan dengan luas areal penelitian.
- GPS dan Kompas, GPS berguna untuk menentukan lokasi terutama pada penentuan plot permanen. Kompas bermanfaat untuk menentukan arah pembuatan jalur atau arah menuju lokasi plot.

- (2) Peralatan pengukuran yang digunakan dilapangan; pita pengukur, klinometer, anemometer digital, tali rafia (50-100m), dan kayu patok.

2). Populasi dan sampel

- a) Populasi adalah keseluruhan bahan atau data abrasi pantai yang diteliti.
- b) Sampel adalah sebagian data abrasi pantai yang diambil sebagai wakil dari populasi yang diteliti, maka yang menjadi sampel pada penelitian ini adalah sebagian data abrasi pantai untuk diteliti.

3). Teknik sampling abrasi pantai

Teknik yang digunakan untuk pengambilan sampel dalam penelitian ini dengan menggunakan plot (pias) memanjang pada saat air laut surut terendah dan diukur dari darat ke arah laut serta jaraknya tergantung kondisi daerah, di mana setiap plot (pias) diukur sesuai jaraknya maupun semua yang berkaitan dengan abrasi pantai sebagai data penelitian yang telah ditentukan sebelumnya.

4). Teknik pengumpulan data abrasi pantai

Teknik yang digunakan untuk pengumpulan data abrasi pantai di lapangan berdasarkan tiap-tiap piase, guna mengetahui pengaruh tidaknya kerusakan hutan mangrove terhadap abrasi pantai dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Melakukan survei untuk mengetahui keadaan umum abrasi pantai yang sebenarnya.
- b) Setelah melakukan survei, maka membuat plot (pias) dengan ukuran tergantung kondisi daerah pada saat surut terendah, dimana terdapat adanya abrasi pantai yang telah disurvei sebelumnya.
- c) Pengukuran dilakukan mulai dari darat ke arah surut terendah dengan maksud semua abrasi pantai diambil sebagai wakil dari populasi guna mengetahui potensi abrasi pantai.
- d) Mengukur semua abrasi pantai yang terdapat dalam piase (plot) berdasarkan jaraknya.

5). Teknik analisa data abrasi pantai

Teknik yang digunakan untuk menghitung abrasi pantai guna mengetahui kerusakan hutan mangrove dapat menyebabkan terjadinya abrasi pantai. Adapun teknik yang digunakan untuk menganalisa data abrasi pantai, sehingga peneliti juga melakukan analisis data peningkatan abrasi pantai yang menyebabkan terjadi perubahan garis pantai karena adanya pergerakan yang disebabkan oleh angin dan air laut. Menurut Liyani, dkk., (2012), secara sederhana proses perubahan garis pantai disebabkan oleh angin dan air yang bergerak dari suatu tempat ke tempat yang lain, mengikis tanah dan kemudian mengendapkan di suatu tempat secara kontinu. Analisis yang digunakan terhadap abrasi pantai atau perubahan garis pantai dalam penelitian ini mengacu pada metode Bruun yang tunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$R = S (L/(B+h))$$

Keterangan :

R = laju perubahan garis pantai (m)

S = kenaikan muka air laut (m)

L = panjang profil pantai (m)

B = ketinggian pantai (m)

h = kedalaman pantai pada *closure depth* (Sambodho dan Suntoyo, 2012).

b. Valuasi ekonomi

Data nilai ekonomi hutan mangrove dapat diketahui dari berbagai macam manfaat dan fungsi ekosistem hutan mangrove, antara lain :

1). Manfaat langsung (ML)

Menurut Fauzi (2002) dalam Setiyowati, dkk. (2016), manfaat langsung adalah nilai yang dihasilkan dari pemanfaatan langsung dari hutan mangrove seperti menangkap ikan, kayu bakar dan wisata.

$$ML = ML_1 + ML_2 + ML_3 + \dots + ML_n \quad (\text{dimasukkan ke dalam nilai Rupiah}).$$

Dimana :

ML = manfaat langsung

ML_1 = manfaat langsung kayu bakar

ML_2 = manfaat langsung ikan

ML_3 = manfaat langsung kerang

ML_4 = manfaat langsung kepiting

2). Manfaat tidak langsung (MTL)

Menurut Fauzi (2002) dalam Setiyowati, dkk. (2016), manfaat tidak langsung adalah nilai yang dirasakan tidak langsung terhadap barang dan jasa yang dihasilkan sumberdaya dan lingkungan. Manfaat tidak langsung berupa fisik adalah sebagai penahan abrasi pantai yang diestimasi melalui replacement cost dari pembangunan sabuk pantai (*green belt*) (Setiyowati, dkk. 2016). Lebih lanjut, nilai dari manfaat tidak langsung adalah nilai yang dihasilkan dari pemanfaatan secara tidak langsung, sebagai penahan abrasi atau pemecah ombak (*break water*) (Rp/tahun), mencari makan (*feeding ground*) bagi biota perairan, serta manfaat pariwisata. Nilai manfaat tidak langsung dirumuskan sebagai berikut:

$$MTL = MTL_1 + MTL_2 + MTL_3 \dots + MTL_n$$

Dimana :

MTL = manfaat tidak langsung (dimasukkan ke dalam Rupiah).

MTL_1 = manfaat tidak langsung sebagai peredam gelombang (*breakwater*)

MTL_2 = manfaat tidak langsung sebagai penyedia bahan pakan alami untuk biota yang hidup di dalam hutan mangrove.

3). Manfaat pilihan

Nilai manfaat pilihan merupakan suatu nilai yang menunjukkan adanya kesediaan seseorang untuk membayar guna melestarikan keanekaragaman hayati dan diestimasi pemanfaatannya di masa mendatang. Menurut Ariftia, dkk. (2014), nilai pilihan hutan mangrove diestimasi menggunakan nilai keanekaragaman hayati (*biodiversity*). Adapun menurut Ruitenbeek (1991), nilai ini didekati dengan mengacu pada nilai keanekaragaman hayati (*biodiversity*)

hutan mangrove di Indonesia, yaitu 1.500/km²/tahun atau US\$ 15/ha/tahun. $\boxed{MP = MPb}$ = US\$ 15 per ha x luas hutan mangrove (dimasukkan ke dalam nilai Rupiah).

4). Manfaat eksistensi atau keberadaan (ME)

Manfaat eksistensi adalah manfaat yang dirasakan oleh masyarakat berdasarkan keberadaan ekosistem yang teliti setelah manfaat lainnya (manfaat langsung, manfaat tidak langsung dan manfaat pilihan). Manfaat ini adalah nilai ekonomis keberadaan (fisik) dari ekosistem yang di teliti. Dengan formulasinya adalah sebagai berikut :

$$ME = \sum_{i=1}^n (Mei)/n \text{ (masukkan ke dalam nilai Rupiah)}$$

Dimana:

ME = manfaat eksistensi

Mei = manfaat eksistensi dari responden ke-1 sampai ke n

n = jumlah responden (orang) (Hiarley, 2009).

Setelah seluruh manfaat dapat diidentifikasi, maka selanjutnya untuk mengkuantifikasi seluruh manfaat maupun fungsi tersebut ke dalam nilai uang (Rupiah) dengan beberapa nilai sebagai berikut :

- a). Nilai pasar; pendekatan ini digunakan untuk mengetahui nilai pasar dari komponen sumberdaya alam yang langsung dipasarkan, dengan menghitung nilai ekonomi dari komoditas yang langsung dapat dimanfaatkan dari sumberdaya mangrove. Menurut Hiarley (2009), pendekatan nilai pasar digunakan untuk komponen sumberdaya yang langsung diperdagangkan, misalnya kayu mangrove dan ikan. Maka digunakan untuk mengetahui nilai uang bagi manfaat langsung dari ekosistem mangrove tersebut.
- b). Harga tidak langsung; pendekatan tersebut digunakan untuk menilai manfaat tidak langsung dari suatu komponen sumberdaya alam (hutan mangrove), dan komponen tersebut belum ada nilai pasar. Misalnya menilai manfaat dari komponen biologis (penyedia pakan) maupun menilai manfaat dari komponen fisik (peredam gelombang).

c). *Contingent Value Method* (CVM); pendekatan (CVM) ini digunakan untuk mengkuantifikasikan/menghitung nilai manfaat pilihan dari suatu komponen sumberdaya yang tidak dijual di pasaran, misalnya nilai keberadaan. Metode ini digunakan untuk menghitung besarnya nilai ekonomi melalui pendekatan *Contingent Valuation Method* atau lebih dikenal dengan CVM (Rakhfid dan Rochmady, 2014). Proses ini melibatkan konversi rata-rata sampel kerataan populasi secara keseluruhan, salah satunya adalah mengalikan rata-rata sampel dengan jumlah rumah tangga dalam populasi (N), dalam hal ini populasi kecamatan Metinaro.

d) *Total Economic Value* (TEV); pendekatan (TEV) ini digunakan untuk menjumlahkan nilai manfaat total ekonomi hutan mangrove yang telah diidentifikasi dan dikuantifikasi. Menurut Suzana, dkk., (2011), nilai manfaat total dari hutan mangrove merupakan penjumlahan seluruh nilai ekonomi dari manfaat hutan mangrove yang telah diidentifikasi dan dikuantifikasikan. Nilai manfaat total tersebut menggunakan persamaan:

$$TEV = DV + IV + OV + EV$$

Dimana:

TEV = total economic value (NET)

DV = nilai manfaat langsung (ML)

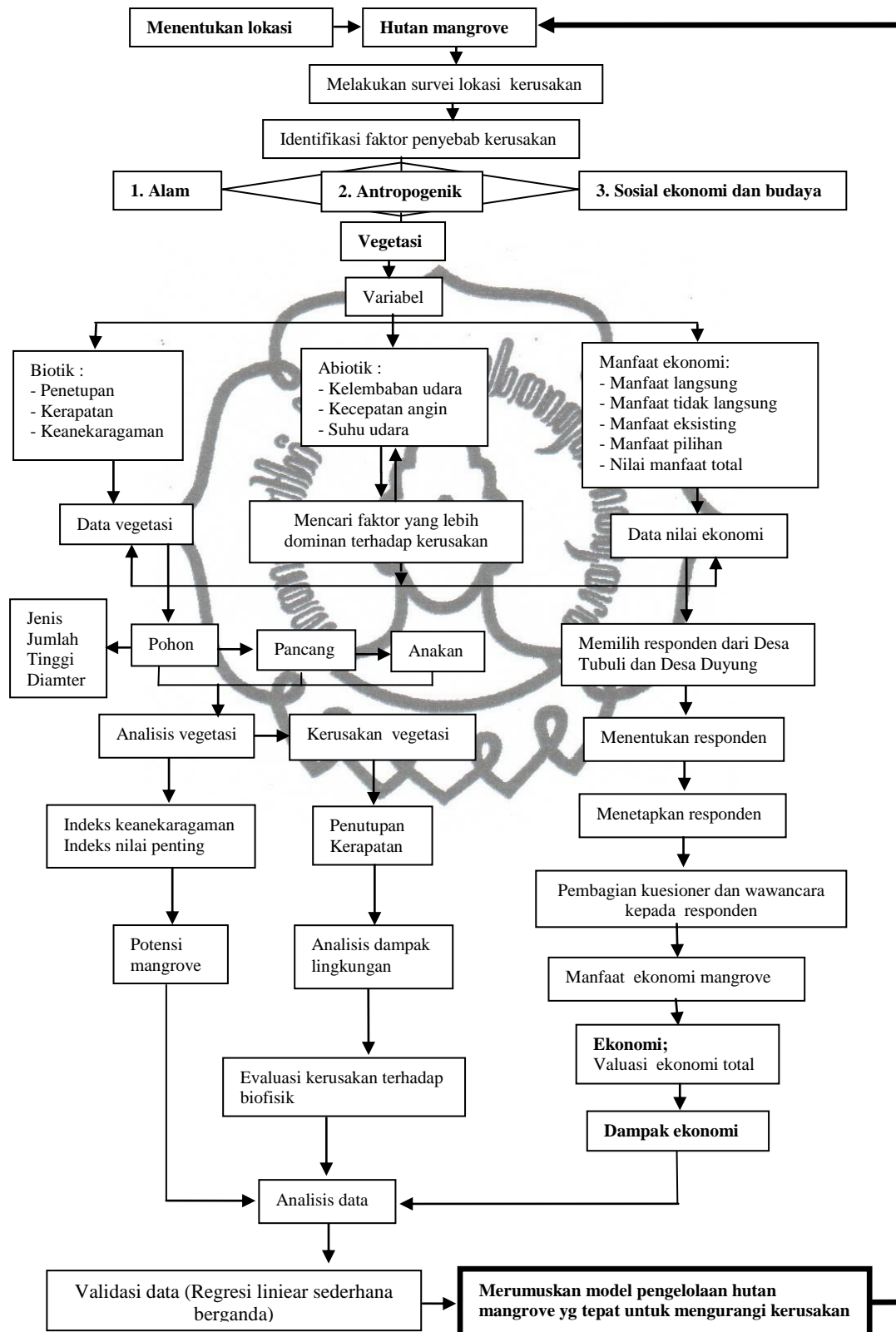
IV = nilai manfaat tidak langsung (MTL)

OV = nilai manfaat pilihan (MP)

EV = nilai manfaat keberadaan (ME) (Suzana, dkk., 2011).

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisis nilai manfaat ekonomi total, dengan maksud mencari tahu tentang nilai manfaat ekonomi total dari hutan mangrove yang diperoleh masyarakat di Timor-Leste dari waktu ke waktu hingga sampai pada penelitian berlangsung.

5. Langkah – langkah dalam penelitian



Gambar 5. Digram alir penelitian

6. Validasi dan analisis model

Model merupakan abstraksi dari suatu sistem yang nyata dan kompleks, dan saling berhubungan melalui berbagai bentuk interaksi yang selanjutnya bekerjasama guna mencapai tujuan tertentu. Nyata dan kompleks dalam suatu interaksi sangat penting untuk dianalisis, guna mengungkapkan fakta yang ada di suatu daerah dengan tujuan tertentu. Setelah mengetahui faktor dominan penyebab kerusakan hutan mangrove pada semua aspek dari hasil analisis tersebut, maka dilanjutkan dengan analisis dalam bentuk regresi berganda dari aspek kerusakan terhadap biofisik bagi pengelolaan ekosistem hutan mangrove. Hasil penelitian ini dibahas setelah mengetahui faktor penyebab kerusakan yang lebih dominan, sehingga data tersebut akan divalidasi dan dianalisis dengan model persamaan regresi linier sederhana berganda untuk n prediktor dengan persamaan adalah sebagai berikut: $\hat{Y} = a_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$ (Sugiyono, 2010).

Variabel-variabel yang akan dibahas dalam penelitian ini ada 2 yaitu variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y). Variabel bebas dan variabel terikat dalam penelitian ini dirancang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, antara lain: X_1 = penebangan liar (PL), X_2 = binatang peliharaan (BP), X_3 = kecepatan angin (KA), X_4 = abrasi pantai (AP) atau perubahan garis pantai, X_5 = umur tanaman (UT), dan Y = penurunan jumlah pohon mangrove.

7. Teknik penyusunan model

Teknik yang digunakan untuk penyusunan model dalam penelitian adalah semua faktor penyebab kerusakan diketahui terlebih dahulu sebelumnya melalui identifikasi supaya untuk mempermudah pengolahan untuk menyusun model, sebab model tersebut akan dikategorikan sebagai hasil atau temuan dalam penelitian disertasi ini. Selain itu, adapun sub model keanekaragaman mangrove menggambarkan adanya perubahan jumlah populasi mangrove yang disebabkan oleh beberapa faktor; habitat, perlindungan, pengawasan, pemeliharaan, maka keanekaragaman menjadi stabil.

Hal ini mempengaruhi perubahan luasan hutan mangrove yang disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah pertumbuhan hutan mangrove, rehabilitasi, kepadatan hutan mangrove, dan kerapatan pohon mangrove. Adapun sub model kerusakan hutan mangrove yang menyebabkan terjadinya perubahan, perubahan ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya; penebangan liar, umur tanaman, konversi lahan mangrove menjadi tambak, sampah padat, gelombang, kecepatan angin, suhu, salinitas, kelembaban, dan curah hujan. Hal ini cukup penting hubungannya sehingga perlu diperhatikan agar keanekaragaman tetap terjaga dan lestari.

Berdasarkan berbagai komponen dan sub model tersebut di atas, maka perlu menyusun keterkaitan serta interaksi antara sub-sub model yang menjelaskan hubungan antara keanekaragaman mangrove, populasi mangrove, kerusakan mangrove, dan kepadatan populasi mangrove yang saling mempengaruhi dalam suatu habitat. Pentingnya keanekaragaman tetap lestari, maka perlu mengurangi kerusakan supaya terjadi keanekaragaman mangrove, peningkatan populasi mangrove, dan serta kepadatan populasi mangrove yang menjadi habitat bagi semua biota pantai dan pesisir termasuk manusia yang di dalamnya, maka diperkirakan kurun waktu minimal 10 tahun kedepan keanekaragaman vegetasi mangrove maupun biota pantai lainnya akan berjalan sesuai dengan fungsi dan peranannya masing-masing.