

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2015 bertempat di kawasan sistem agroforestry Register 39 Datar Setuju KPHL Batutegi Kabupaten Tanggamus.

3.2 Objek dan Alat

Objek dalam penelitian ini adalah pohon (pohon hutan dan tanaman MPTs), pohon mati (nekromassa) baik yang masih berdiri maupun yang telah roboh, serta serasah di atas permukaan tanah yang ada di dalam petak contoh pengamatan pada kawasan sistem agroforestry di Register 39 Datar Setuju KPHL Batutegi. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tongkat sepanjang 1,3 meter untuk mengukur diameter setinggi dada (dbh), meteran dengan panjang 3 meter, pita meter yang digunakan untuk mengukur diameter, *christenhypsometer* yang digunakan untuk mengukur tinggi pohon, *tally sheet*, spidol, parang, kantong plastik yang digunakan sebagai tempat biomassa serasah yang didapat dalam petak contoh, oven yang digunakan untuk mengetahui berat kering serasah, timbangan digital dengan satuan gram yang digunakan untuk mengetahui berat kering serasah, kamera untuk dokumentasi, tali rapia dan tali tambang yang digunakan untuk membuat petak contoh, serta alat tulis.

3.3 Batasan Penelitian

1. Agroforestry merupakan sistem penggunaan lahan yang mengombinasikan tanaman pertanian/perkebunan dengan tanaman kehutanan (tumbuhan berkayu).
2. Biomassa yang diukur adalah biomassa atas permukaan yaitu biomassa pohon (tanaman hutan dan tanaman pertanian), biomassa nekromassa, dan biomassa serasah yang ada pada plot pengamatan.
3. Plot pengamatan berukuran 100m x 20m untuk pengukuran biomassa pohon dan biomassa nekromassa, sedangkan untuk pengukuran biomassa serasah menggunakan plot berukuran 0,5m x 0,5m.
4. Pohon bercabang merupakan tumbuhan berkayu yang memiliki percabangan di bawah 1,3m. Pohon tidak bercabang, tidak memiliki percabangan pada ketinggian 1,3m.

3.4 Data yang Dikumpulkan

3.4.1 Data Primer

Data primer adalah data yang didapat saat melakukan penelitian di kawasan sistem agroforestry Register 39 Datar Setuju KPHL Batutegi Kabupaten Tanggamus. Pada penelitian ini data yang dikumpulkan yaitu:

1. Data Vegetasi

Data vegetasi berupa tingkatan tumbuhan bawah, pancang, tiang, dan pohon yaitu jumlah setiap jenis ditemukan dalam petak ukur berukuran 20m x 20m.

Data vegetasi digunakan untuk mengetahui jenis tanaman mana yang paling

dominan pada suatu kawasan sistem agroforestry. Selain itu, dengan adanya data vegetasi dapat diketahui kerapatan suatu jenis dan besar INP pada kawasan sistem agroforestry.

2. Data Biomassa

Data biomassa digunakan untuk menghitung karbon tersimpan yang berupa jenis pohon, tinggi pohon, diameter, dan berat basah serasah yang ditemukan pada petak contoh pengamatan.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data ataupun *study literature* yang diperoleh dari penelitian – penelitian mengenai karbon tersimpan pada kawasan sistem agroforestry. Selain itu, data sekunder diperoleh dari data pendukung lainnya seperti data dari instansi pemerintah daerah yang meliputi keadaan umum lokasi penelitian.

3.5 Pengumpulan Data

Data primer diambil dari pengukuran yang dilakukan di lapangan tepatnya pada kawasan sistem agroforestry di Register 39 Datar Setuju. Pengambilan data dilakukan dengan membuat petak ukur berukuran 100m x 20m untuk kawasan sistem agroforestry (Hairiah *et al.*, 2011) yang berjumlah 20 plot pengamatan. Pembuatan petak ukur digunakan untuk mengambil data vegetasi dan data

biomassa. Petak ukur digunakan untuk memperoleh data biomassa dan vegetasi dengan cakupannya yaitu:

1. Petak ukur 100m x 20m untuk pengamatan fase pohon dewasa dengan ukuran diameter >20cm dan digunakan untuk pengamatan nekromassa dengan diameter >30cm.
2. Petak ukur 0,5m x 0,5m digunakan untuk mengukur biomassa serasah.

Petak ukur berukuran 0,5m x 0,5m berada di dalam petak ukur besar yang berukuran 100m x 20m yang digunakan untuk pengukuran biomassa pohon dan nekromassa. Dalam penelitian ini, biomassa nekromassa yang diambil yaitu biomassa nekromassa berkayu yang memiliki diameter >30cm. Setiap satu petak ukur besar terdapat satu petak ukur berukuran 0,5m x 0,5m untuk pengukuran biomassa serasah.

Penentuan petak ukur dilakukan dengan menggunakan metode *Purposive Sampling* (Natalia, 2013). Metode ini dilakukan dengan melihat kondisi lapangan secara sengaja, namun setiap kondisi lapang terwakili seperti kawasan yang memiliki vegetasi yang rapat, kawasan dengan vegetasi yang jarang, kondisi dengan kelerengan yang tajam, serta kawasan di daerah pegunungan.

Penentuan jumlah petak ukur didapat berdasarkan perhitungan berikut:

Luas areal Register 39 Datar Setuju (N) = 7.668,64 hektar

Intensitas sampling yang digunakan (IS) = 0,05% = 0,0005

Luas tiap petak contoh (n) = 100m x 20m = 2.000 m² = 0,2 ha

Maka , didapat:

Luas seluruh petak contoh adalah:

$$\begin{aligned} IS \times N &= 0,0005 \times 7.668,64 = 3,83 \text{ ha} \sim 4 \text{ ha} \\ &= 4 \text{ ha} \times 10.000 \text{ m}^2 \\ &= 40.000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga didapat jumlah petak ukur yang dibuat adalah:

$$\begin{aligned} \text{jumlah plot yang dibuat} &= \frac{\text{luas seluruh petak contoh}}{\text{luas tiap petak contoh}} \\ &= \frac{40.000}{2.000} = 20 \text{ plot} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka didapat jumlah plot yang dibuat pada lokasi penelitian yaitu sebanyak 20 plot yang terbagi atas tiga wilayah kelola HKm di Register 39 yang dibedakan berdasarkan luas wilayah. Luas total wilayah HKm di Register 39 adalah 7.668,64 hektar yang terbagi atas HKm Bina Wana Jaya 1 dengan luasan 1.592,40 hektar, HKm Bina Wana Jaya 2 seluas 1.044,80 hektar, dan HKm Sinar Harapan seluas 5.031,44 hektar. Pembagian petak ukur contoh dapat dihitung seperti berikut:

$$\text{Jumlah plot contoh yang dibuat} = \frac{\text{luas suatu wilayah HKm}}{\text{luas total HKm}} \times \text{jumlah plot contoh}$$

Maka , berdasarkan rumus diatas, dapat diketahui berapa jumlah plot contoh pada setiap HKm dengan data seperti berikut:

Luas total HKm di Register 39 Datar Setuju = 7.668,64 hektar

Luas HKm Bina Wana Jaya 1 = 1.592,40 hektar

Luas HKm Bina Wana Jaya 2 = 1.044,80 hektar

Luas HKm Sinar Harapan = 5.031,44 hektar

Jumlah seluruh plot contoh = 20 plot contoh

Sehingga jumlah plot contoh pada masing-masing HKm yaitu:

$$1. \text{ HKm Bina Wana Jaya 1} = \frac{1.592,40}{7.668,64} \times 20 = 4,15 \sim 4 \text{ plot contoh}$$

$$2. \text{ HKm Bina Wana Jaya 2} = \frac{1.044,80}{7.668,64} \times 20 = 2,72 \sim 3 \text{ plot contoh}$$

$$3. \text{ HKm Sinar Harapan} = \frac{5.031,44}{7.668,64} \times 20 = 13,12 \sim 13 \text{ plot contoh}$$

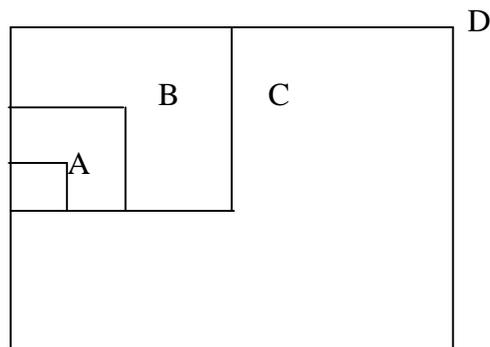
Setiap plot contoh berukuran 100m x 20m di dalamnya terdapat satu plot contoh berukuran 0,5m x 0,5m yang digunakan untuk pengambilan berat basah serasah.

Selain itu juga, terdapat plot kecil 20m x 20m untuk pengukuran INP.

3.5.1 Indeks Nilai Penting (INP)

Pengambilan data INP digunakan untuk mengetahui komposisi penyusun tanaman dan jenis tanaman yang paling dominan pada suatu kawasan sistem agroforestry pada setiap fase tanaman (tumbuhan bawah, pancang, tiang, dan pohon). Untuk mengetahui jenis yang paling dominan maka diukur dengan membuat plot ukur.

Peletakan plot ukur untuk menentukan INP diletakkan pada jarak 20 meter pertama pada plot besar berukuran 100m x 20m yang digunakan untuk pengambilan data biomassa dengan ukuran luasan petak ukur INP 20m x 20m. Petak ukur contoh berukuran 20m x 20m yang digunakan untuk menghitung INP, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Petak ukur untuk pengambilan data Indeks Nilai Penting (INP) yang diletakkan pada setiap plot besar (plot berukuran 100m x 20m).

Keterangan gambar:

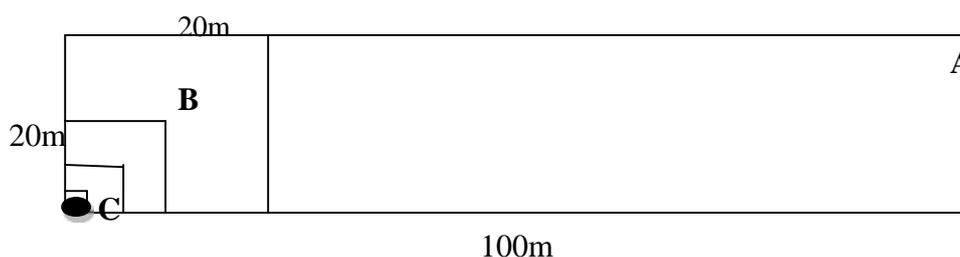
- i. A merupakan petak contoh berukuran 2m x 2m, digunakan untuk tingkat tumbuhan bawah dengan tinggi < 1,5m.
- ii. B merupakan petak contoh ukuran 5m x 5m, digunakan untuk tingkat pancang dengan diameternya < 10cm dan tinggi tanmannya > 1,5m.
- iii. C merupakan petak contoh ukuran 10m x 10m, digunakan untuk tingkat tiang dengan diameternya 10-20 cm.
- iv. D merupakan petak contoh ukuran 20m x 20m, digunakan untuk tingkat pohon dengan diameter > 20cm.

3.5.2 Data Biomassa

Setelah mengetahui penyusun tanaman berdasarkan pengukuran INP, maka selanjutnya data yang diambil yaitu mengenai data biomassa. Pengukuran untuk menduga biomassa suatu pohon ini dapat dilakukan dengan metode *non-destructive* (tidak menebang pohon) pada setiap pohon yang ada di plot penelitian (Gambar 3). Pohon yang diambil untuk dihitung biomasanya harus dilengkapi

datanya yaitu berupa diameter dan tinggi pohon tersebut. Setelah data didapat, selanjutnya diolah dengan menggunakan persamaan allometrik untuk tiap jenis tanaman. Plot besar berukuran 100m x 20m, juga digunakan untuk pengukuran biomassa nekromassa berkayu. Nekromassa merupakan pohon mati yang masih berdiri atau sudah roboh. Pengukurannya menggunakan metode *non-destructive* (tidak menebang pohon) dengan data yang diambil yaitu jenis pohon, diameter pohon, dan panjang pohon. Selanjutnya data diolah menggunakan persamaan allometrik yang tersedia seperti pohon hidup, sedangkan untuk pohon tidak bercabang dihitung berdasarkan volume slindernya.

Pengukuran biomassa serasah dilakukan pada plot berukuran 0,5m x 0,5m. Serasah yang ada dalam plot tersebut diambil lalu ditimbang. Sebagian dari serasah yang timbang, diambil berat contoh sebesar 300 gr/100 gr atau semuanya jika berat basah yang didapat kurang dari 100 gr sebagai berat basah untuk dioven selama 48 jam dengan besar suhu 80⁰C. Setelah 48 jam dioven, dilakukan pengolahan data dengan persamaan yang ada.



Gambar 3. Plot besar berukuran 100m x 20m yang di dalamnya terdapat dua plot kecil untuk pengukuran INP dan biomassa serasah.

Keterangan gambar:

A = plot besar berukuran 100m x 20m untuk pengukuran biomassa pohon dan nekromassa berkayu.

B = plot berukuran 20m x 20m yang di dalam plot tersebut terdapat plot berukuran 10m x 10m, 5m x 5m, dan 2m x 2m untuk perhitungan INP.

C = plot kecil berukuran 0,5m x 0,5m untuk pengukuran biomassa serasah.

1. Cara Pengukuran Parameter Pohon

Pengukuran parameter pohon dilakukan pada petak ukur besar yang berukuran 100m x 20m. Pada petak ukur besar ini diambil data pohon baik tanaman hutan dan tanaman pertanian. Data yang diambil pada petak contoh tersebut merupakan sebagai data primer.

2. Cara Pengukuran Nekromassa

Pengukuran nekromassa dilakukan pada plot besar berukuran 100m x 20m. Nekromassa yang diambil merupakan nekromassa berkayu, baik yang masih berdiri maupun yang sudah roboh. Pada plot tersebut, diambil data nekromassa yang memiliki diameter >30cm.

3. Cara Pengambilan Serasah

- a. Pengambilan biomassa serasah yang masuk dalam plot ukuran 0,5m x 0,5m diambil dengan menggunakan parang lalu dipotong dan dipisahkan antara batang dan daunnya, kemudian ditimbang untuk memperoleh berat basahanya.
- b. Subcontoh tanaman dari masing-masing biomassa daun dan batang diambil sekitar 100-300 gram. Bila subcontoh biomassa yang didapat < 100 gram, maka semua contoh tanaman yang didapat dijadikan sebagai subcontoh.
- c. Sampel serasah yang didapat kemudian dikeringkan di dalam oven dengan suhu 80⁰C selama 48 jam dengan tujuan untuk mendapatkan berat keringnya.

3.6 Analisis Data

Melihat dari tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui besar karbon tersimpan pada kawasan sistem agroforestry di Register 39 Datar Setuju KPHL Batutegi, maka akan dilakukan analisis data. Data yang dianalisis yaitu pendugaan biomassa vegetasi seperti biomassa pohon, biomassa nekromassa, dan biomassa serasah.

Dilakukannya pendugaan biomassa, untuk mengetahui kemampuan vegetasi dalam menyimpan karbon melalui proses fotosintesis tanaman (Natalia, 2014). Untuk mengetahui jenis dominan vegetasi dan komposisi vegetasi pada sistem agroforestry di Register 39 Datar Setuju KPHL Batutegi, maka dilakukan analisis vegetasi melalui INP.

3.6.1 Indeks Nilai Penting (INP)

Menurut Soegianto (1994) dalam Indriyanto (2006), INP merupakan parameter kuantitatif yang digunakan untuk mengukur dominansi (tingkat penguasaan) spesies-spesies dalam suatu komunitas tumbuhan. Pengukuran mengenai INP digunakan untuk mengetahui jenis yang paling dominan pada suatu kawasan dengan menggunakan contoh petak ukur berukuran 20m x 20m.

Indeks Nilai Penting digunakan untuk menetapkan dominasi suatu jenis terhadap jenis lainnya atau dengan kata lain INP menggambarkan kedudukan ekologis suatu jenis dalam komunitas. INP dihitung berdasarkan penjumlahan nilai Kerapatan Relatif (KR), Frekuensi Relatif (FR) dan Dominansi Relatif (DR) (Natalia, 2014).

Besarnya INP pada suatu vegetasi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{luas seluruh petak contoh}}$$

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

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\text{Jumlah petak ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh petak}}$$

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

$$\text{Dominansi (D)} = \frac{\text{Luas basal area suatu spesies}}{\text{Luas seluruh petak contoh}}$$

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

Berdasarkan persamaan tersebut, maka untuk menghitung besar INP suatu spesies untuk fase pohon, tiang, dan pancang yaitu:

$$\text{INP} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR}$$

Selanjutnya untuk menghitung besar INP fase tumbuhan bawah menggunakan perhitungan seperti berikut (Kainde *et al.*, 2001):

$$\text{INP} = \text{KR} + \text{FR}$$

Sedangkan untuk mencari perbandingan nilai penting atau *Summed Dominance Ratio* (SDR) dengan menghitung:

$$\text{SDR} = \frac{\text{Indeks Nilai Penting (INP)}}{3}$$

Perbandingan nilai penting atau *Summed Dominance Ratio* (SDR) digunakan untuk menentukan jenis yang dominan atau paling melimpah (menonjol) sebagai ciri atau tipe vegetasi (Indriyanto, 2006) di daerah penelitian. SDR juga dipakai untuk menyatakan tingkat dominansi (tingkat penguasaan) spesies-spesies dalam suatu komunitas tumbuhan.

3.6.2 Pendugaan Biomassa

Setelah mengetahui komponen vegetasi pada suatu kawasan sistem agroforestry, maka selanjutnya dihitung pendugaan biomassa berdasarkan jenis tanaman apa saja yang masuk dalam plot pengamatan dengan memasukkannya ke dalam persamaan allometrik yang telah ditetapkan.

1. Biomassa Pohon

Hasil pengukuran diameter pohon dan tinggi pohon dianalisis dengan menggunakan persamaan allometrik yang telah ada untuk menduga biomassa pohon. Beberapa persamaan allometrik yang digunakan untuk menduga biomassa dapat dilihat pada Tabel 1.

2. Biomassa Nekromassa

Pendugaan biomassa nekromassa dianalisis dengan menggunakan persamaan allometrik seperti pohon hidup (untuk pohon bercabang), untuk pohon tidak bercabang, maka berat kering dari nekromassa tersebut dihitung berdasarkan volume slindernya. Rumus volume slinder untuk nekromassa tidak bercabang adalah (Hairiah dan Rahayu, 2007):

$$BK = \frac{\text{kg}}{\text{nekromassa}} = \frac{\pi \rho H}{40} D^2$$

merupakan jari-jari dari diameter nekromassa, merupakan berat jenis kayu (g/cm^3) yang biasanya berat jenis untuk kayu mati $0,4 \text{ g/cm}^3$, H merupakan panjang atau tinggi nekromassa (cm) dan D merupakan diameter nekromassa (cm).

Tabel 1. Model persamaan allometrik yang digunakan

No	Jenis Tegakan	Persamaan Allometrik	Sumber
1	Mahoni*	$BK = 0,902(D^2H)^{0,08}$	(Purwanto, 2009)
2	Sonokeling*	$BK = 0,745(D^2H)^{0,64}$	(Purwanto, 2009)
3	Jati*	$BK = 0,015(D^2H)^{1,08}$	(Purwanto, 2009)
4	Sengon*	$BK = 0,020 (D^2H)^{0,93}$	(Purwanto,2009)
5	Akasia*	$BK=0,077 (D^2H)^{0,90}$	(Purwanto,2009)
6	Pohon-pohon bercabang	$BK=0,11 (D)^{2,62}$	(Ketterings, 2001)
7	Pohon-tidak bercabang	$BK= D^2H/40$	(Hairiah,2002)
8	Kopi**	$BK=0,281(D)^{2,06}$	(Arifin, 2001)
9	Pisang**	$BK=0,030(D)^{2,13}$	(Arifin 2001, Van Noordwijk,2000)
10	Palm**	$BK=BA*H^*$	(Hairiah, 2000)
11	Bambu**	$BK=0,131(D)^{2,28}$	(Priyadarsini,2000)
12	Kakao**	$BK= 0,1208(D)^{1,98}$	(Hairiah dkk, 2011)

Keterangan:

- BK = Berat kering (kg/pohon)
H = Tinggi total tanaman (cm)
D = Diameter setinggi dada (dbh) (cm)
BA = Basal area (cm^2)
= Kerapatan kayu (0,7 gr)
* = Jenis tanaman kehutanan
** = Jenis tanaman MPTs

Sehingga akan didapat total biomassa pohon (kg) = $BK_1 + BK_2 + \dots + BK_n$

Rumus untuk menghitung biomassa per satuan luas (ton/ha) sebagai berikut:

$$\frac{\text{Total biomassa (kg)}}{\text{Satuan area (m}^2\text{)}}$$

3. Biomassa Serasah

Data pengukuran biomassa serasah diperoleh setelah dioven selama 48 jam dalam suhu 80°C, lalu diambil sampelnya dan ditimbang sebagai berat kering. Berat basah didapat setelah pengambilan sampel di lapangan.

Berat basah dan berat kering dari serasah dapat digunakan untuk menduga biomassa serasah dengan menggunakan rumus *Biomass Expansion Factor* (Brown, 1997).

$$\text{Total BK} = \frac{\text{BK sub contoh (gr)}}{\text{BB sub contoh (gr)}} \times \text{total BB (gr)}$$

Keterangan:

BK = Berat Kering (gr)

BB = Berat Basah (gr)

4. Karbon Tersimpan

Karbon tersimpan pada vegetasi hutan dapat diestimasi menggunakan nilai biomassa yang yang diperoleh dari persamaan allometrik, rumus silinder ataupun nilai BEF (*Biomass Expansion Factor*). Menurut IPCC (2006), fraksi karbon dari biomassa adalah 0,50 (0,44-0,55) yang berarti bahwa 50% dari biomassa adalah karbon tersimpan. Jumlah besar karbon tersimpan dapat dihitung dengan :

$$\text{Karbon tersimpan} = \text{Biomassa} \times 0,5$$