

VARIASI NILAI TOTAL ESTIMASI BIOMASA DAN NEKROMASA PADA BEBERAPA TIPE HUTAN DI KABUPATEN MANOKWARI PROVINSI PAPUA BARAT

(Variation in Total Estimation Value of Biomass and Necromass in Several Forest Types around Manokwari District, West Papua Province)

ALBERTHO WAWURA SORBU¹, REINARDUS L. CABUY^{1✉}, ALEXANDER RUMATORA¹

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan Universitas Papua Manokwari, Papua Barat, 98314.

Tlp/Fax: +62986211065.

✉Penulis Korespondensi: Email: r.cabuy@unipa.ac.id

Diterima: 02 Mei 2021 | Disetujui: June 15 2021

Abstrak. Tujuan dari Penelitian ini adalah mengestimasi jumlah biomasa tumbuhan hidup dan nekromasa tumbuhan dan sisa bahan organik tumbuhan yang telah mati pada beberapa tipe tutupan lahan dan membandingkan jumlah biomasa dan nekromasa dari beberapa tipe tutupan lahan tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dengan mengukur berbagai sampel biomasa dan nekromasa pada beberapa tipe hutan. Hasil penelitian memperlihatkan nilai total estimasi biomasa tegakan dan karbon tertinggi pada hutan primer Gunung Meja dengan nilai biomasa tegakan 650 ton/Ha dan karbon tersimpan sebesar 299 ton/Ha. Sementara nilai akumulasi terendah diperoleh pada hutan bekas perladangan Sowi Gunung. Nilai nekromasa serasah tertinggi diperoleh pada hutan sekunder tua Aipiri sebesar 7,33 Mg h⁻¹, sementara nekromasa serasah terendah diperoleh di hutan Sowi Gunung sebesar 1,5 Mg h⁻¹. Nilai nekromasa dan karbon dari sisa kayu mati dan tunggak tertinggi diperoleh pada hutan sekunder tua Aipiri masing-masing sebesar 23,5 ton/Ha dan 10,81 ton/Ha. Sementara nilai terendah diperoleh pada hutan primer Gunung Meja 14,1 ton/Ha dan 6,486 ton/Ha. Tingginya variasi tersebut mengindikasikan perbedaan tipe hutan, tingkat kerapatan tegakan, tutupan hutan, rata-rata suhu dan kelembaban, intensitas cahaya.

Kata kunci: Biomasa, nekromasa, persamaan alometri, sequestrasi karbon, tipe hutan

Abstract. This study aimed at estimating amount of living biomass and necromass as well as died organic materials from plant in several forest type areas and comparing these parameters in order to know each forest type ability in sequestering and sinking carbon. The study has implemented quantitative method by measuring a number of biomass and necromass samples in the field. The result pointed out the highest amount of standing biomass and carbon sequestration was at Gunung Meja (primary forest) with 650 ton/Ha and carbon sequestration of 299 ton/Ha. while the lowest amount of accumulation was found at Sowi Gunung (farming land). In addition to necromass, the highest amount was seen at Aipiri (secondary forest) about 7.33 Mg h⁻¹, and the lowest was indicated at Sowi Gunung of 1.5 Mg h⁻¹. The highest amount of necromass and carbon from dead wood and stump was found at Aipiri (secondary forest) with the amount of 23.5 ton/Ha and 10.81 ton/Ha respectively. On the flip side, the lowest amount was indicated at Gunung Meja (primary forest) with 14.1 ton/Ha and 6.486 ton/Ha respectively. The likelihood of high variation was designated the differentiation of forest types, standing density rate, forest cover, the average of temperature and humidity, and light intensity.

Keywords: Biomass, necromass, allometry equation, carbon sequestration, forest type

PENDAHULUAN

Hutan sebagai sumber kehidupan memiliki manfaat yang beragam baik sumberdaya hutan yang nyata langsung terasa (*tangible resource*) dan tidak langsung dapat dirasakan manusia (*intangible resource*). Kebutuhan yang terasa secara langsung yakni kebutuhan harian manusia seperti pemenuhan kebutuhan pangan hutan, kayu dan bukan kayu lainnya. Sementara kebutuhan bukan kayu yakni terjaganya fungsi ekologi dengan adanya ketersediaan lingkungan dan ekosistem dengan pemenuhan kebutuhan dasar atas oksigen (O_2) bagi makhluk hidup. Ketersediaan O_2 dapat terjadi melalui mekanisme fotosintesis yang diproses oleh tumbuhan tingkat tinggi dengan menghasilkan bahan residu berupa akumulasi biomasa pada tumbuhan. Biomasa pada tumbuhan ini selanjutnya menjadi komponen penunjang perubahan bentuk tumbuhan hidup dimana terjadi penambahan tinggi dan diameter, serta membantu fungsi mekanis tumbuhan sebagai faktor mekanis batang tumbuhan (Liborius 2016).

Biomasa pada tumbuhan hidup selama periode tumbuh terus terakumulasi dan tersimpan pada berbagai bagian seperti batang utama, percabangan, ranting, dedaunan, dan perakaran. Biomasa menjadi penting dimana sebagian besar akumulasi total biomasa tersebut pada jaringan tanaman merupakan komponen karbon (C) yang diperoleh dari karbon dioksida (CO_2) di udara. Perlu diketahui bahwa gas CO_2 merupakan gas emisi sisa pembakaran yang bersifat racun (*toxic*) dan tidak diperlukan bagi kehidupan manusia. Namun dengan mekanisme fotosintesis pada tumbuhan hijau, gas CO_2 tersebut dapat terurai dan tersimpan pada tumbuhan sehingga menghadirkan kesetimbangan lingkungan dan ekosistem. Proses tersimpannya karbon di dalam tumbuhan bersifat *tentative* atau sementara dimana dapat teremisi

ke udara lagi ketika tumbuhan sebagai *host* karbon (C) tersebut dirusak habitatnya dan diganggu seperti kebakaran dll.

Dalam konteks global, gas CO_2 menjadi salah satu masalah lingkungan dunia dimana produksi gas CO_2 terus terjadi dan semakin tinggi intensitasnya yang mana sejalan dengan semakin banyaknya emitor gas tersebut akibat aktivitas produksi dan transportasi. Sehingga perlu upaya mitigasi dan penyerapan gas CO_2 sehingga kesetimbangan lingkungan dapat tetap terjaga dan salah satu potensi mitigasi tersebut yakni melalui penyerapan karbon (C *sequestration*) ke dalam tumbuhan hidup dan proses endapan karbon (C *sink*) dalam bentuk sisa-sisa metabolisme tumbuhan mati di dalam hutan. Adanya mekanisme karbon sequestrasi dan penyimpanan karbon di kawasan berhutan turut membantu keseimbangan lingkungan global dengan turut berkontribusi dalam penyerapan gas karbon sisa pembakaran di udara.

Secara teknis, laju penyerapan karbon dan seberapa besar kemampuan suatu kawasan berhutan mampu menyerap dan mengakumulasi karbon dalam bentuk biomasa tumbuhan hidup dan nekromasa (sisa tumbuhan mati) sangat bervariasi. Banyak teori menyatakan bahwa kawasan hutan dengan tingkat kepadatan dan keragaman jenis tumbuhan yang tinggi serta belum terganggu secara teknis mampu berkontribusi besar dalam akumulasi komponen biomasa dan karbon dibandingkan dengan kondisi hutan yang tidak lengkap dan telah mengalami perubahan ataupun kerusakan (*disturbed forest*). Kabupaten Manokwari merupakan salah satu kabupaten di wilayah Kepala Burung Pulau Papua yang secara administratif berfungsi juga sebagai daerah penopang pembangunan wilayah Kepala Burung dimana telah terjadi banyak perubahan kawasan berhutan seiring dengan aktivitas pembangunan wilayah. Hadirnya beberapa

kondisi dan bentuk karakteristik kawasan yang masih berhutan tentu memiliki peran penting dalam mendukung kesetimbangan lingkungan yang salah satunya adalah membantu penyerapan CO₂ dan menyimpannya. Namun seberapa besar kemampuan lahan berhutan dalam mengakumulasi serta menyimpan biomasa dan karbon dari beberapa tipe tutupan lahan di wilayah Kabupaten Manokwari belum terdata dan dilaporkan secara baik sehingga perlu untuk dilakukan estimasi kemampuan akumulasi karbon dari beberapa tipe tutupan lahan tersebut. Dengan demikian mana tujuan dari penelitian ini antara lain untuk mengestimasi jumlah biomasa tumbuhan hidup dan nekromasa tumbuhan dan sisa bahan organik tumbuhan yang telah mati pada beberapa tipe tutupan lahan di wilayah Kabupaten Manokwari, membandingkan jumlah biomasa dan nekromasa dari beberapa tipe tutupan lahan, dan menggunakan model alometri untuk memprediksi total tinggi pohon.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan pada beberapa tipe hutan antara lain hutan pantai, hutan sekunder dataran rendah, hutan primer, dan areal bekas penebangan di beberapa lokasi di wilayah Kabupaten Manokwari. Penelitian ini berlangsung selama dua minggu yang sudah dimulai pada bulan April tahun 2021.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *global positioning system* (GPS), kompas, *lux meter*, *roll meter* (50 m), *phi band*, timbangan (kapasitas 5 kg), linggis, parang dan Oven. Sementara bahan yang akan digunakan

terdiri dari kantong plastik, tali rafia, *tally sheet*, kertas dan alat tulis menulis.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dengan mengukur berbagai sampel biomasa dan nekromasa pada beberapa tipe hutan. Variable yang akan diamati dalam penelitian ini adalah nilai biomasa tumbuhan hidup dan nekromasa sisa tumbuhan yang telah mati pada beberapa tipe hutan di wilayah Kabupaten Manokwari.

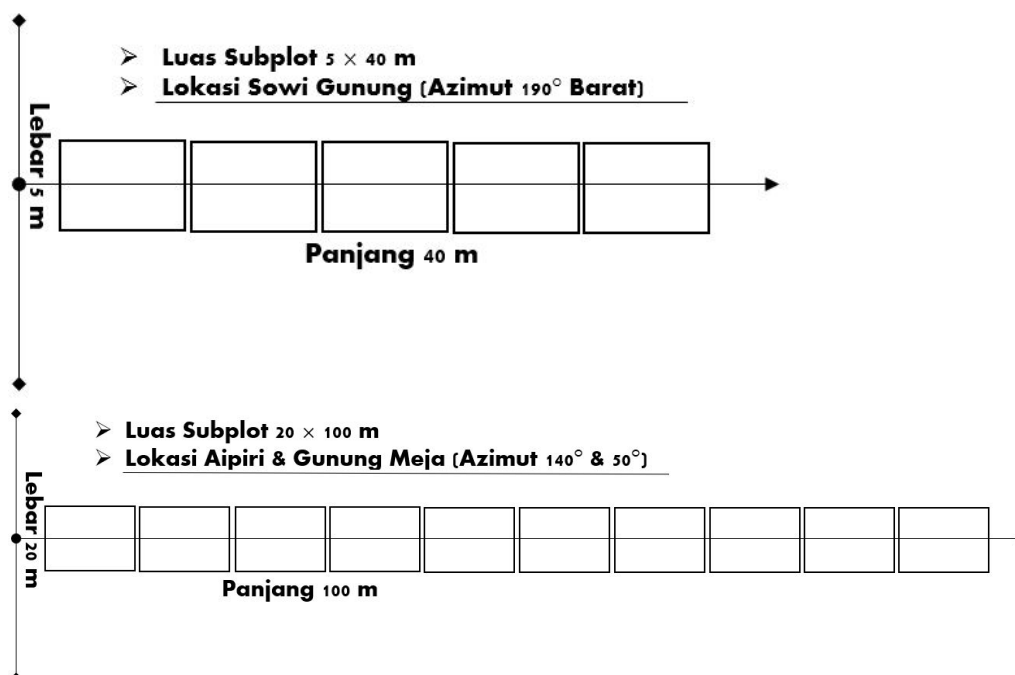
Tahap Penelitian

Penentuan Lokasi

Lokasi penelitian terdiri dari beberapa area yang dipilih secara sengaja (*purposive*) dengan mempertimbangkan keterwakilan tipe hutan dan tutupan lahan di Kabupaten Manokwari. Terdapat empat lokasi yang dipilih yaitu: hutan pantai yang mewakili tipe vegetasi pantai di daerah Aipiri, hutan sekunder dan bekas perladangan di daerah Sowi Gunung dan hutan primer di kawasan Hutan Gunung Meja Kabupaten Manokwari.

Penentuan Plot Contoh

Proses penentuan plot contoh guna pengambilan data biomasa dan nekromasa dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian lokasi dan vegetasinya. Selanjutnya masing-masing lokasi diukur dengan total luasan 1 ha dan untuk penentuan sub plot penelitian dibuat dengan ukuran 5 m × 40 m (200 m²). Namun untuk tipe hutan alam (diameter batang > 30 cm) akan dibuat sub plot contoh pengamatan dengan ukuran 20 m × 100 m (2000 m²) (Hairiah dan Rahayu 2007).



Gambar 1. Sketsa subplot pengamatan pada ke tiga lokasi penelitian yang berbeda

Pengumpulan Data

Pengambilan data biomasa tumbuhan hidup pada masing-masing tipe hutan dibatasi pada tumbuhan tingkat tinggi dengan diameter > 5 cm sehingga tumbuhan lain dengan kriteria diameter kurang dari 5 cm tidak diambil. Hal ini dikarenakan metode yang digunakan tidak dapat mengakomodir jenis-jenis tumbuhan tersebut dan dianjurkan untuk dilakukan pengukuran dengan metode destruktif (semua sampel diambil, dikeringkan dan ditimbang untuk mendapatkan nilai berat kering sampel). Untuk mendapatkan nilai diameter dilakukan pengukuran diameter dengan menggunakan *phi band* yang dililit pada abating utama setinggi 1,3 m dari permukaan tanah. Sementara nilai total tinggi pohon dilakukan pengiraan secara kasat mata. Sebagai perbandingan nilai tinggi berdasarkan perkiraan tersebut akan dibandingkan dengan persamaan alometri tinggi pohon pada hutan tropis yang dikembangkan oleh Djomo et al. (2016), $H =$

$\text{Exp}(1,190 + 0,407 \ln(D) + 0,036(\ln(D))^2)$. Guna menguji besaran nilai galat (*error*) dari hasil pengujian model alometri tinggi tersebut, digunakan parameter rata-rata kuadrat galat atau mean square error (MSE) dimana nilai MSE terkecil menjadi alternatif penerapan model pada tipe hutan tersebut. Rumus MSE yang digunakan:

$$\text{MSE} = \frac{\sum (\text{Aktual} - \text{Prediksi})^2}{n}$$

Pengambilan data nekromasa dilakukan pada jenis serasah, dedaunan, ranting dan cabang, serta batang kayu mati dengan kondisi kayu yang masih terlihat (tidak membusuk). Dalam pengambilan sampel serasah, dedaunan, ranting dan cabang dipilih yang sudah relatif kering sehingga diasumsikan telah mendekati sampel kering oven (mengingat tidak ada analisis dan penimbangan lanjutan di laboratorium). Sementara untuk akar tidak dilakukan mengingat keterbatasan sumber daya yang ada. Serasah, dedaunan, cabang dan ranting selanjutnya

ditimbang guna mengetahui beratnya dan dicatat ke dalam *tally sheest*. Sementara kayu mati akan diukur diameternya pada kedua sisi dan panjangnya untuk dilakukan perhitungan dengan persamaan alometry yang digunakan untuk tumbuhan hidup.

Pengolahan dan Analisis Data

Estimasi nilai biomasa akan mengacu pada data hasil pengukuran diameter dan tinggi pohon dengan menggunakan pendekatan persamaan alometri yang dikembangkan oleh Ketterings et al. (2001) sebagai berikut:

$$\text{Biomasa} = 0,11 \rho D^{2,62}$$

Dimana:

0.11 = Angka tetapan/konstanta

ρ = Nilai berat jenis kayu

D = Nilai Diameter

^{2,62} = Angka tetapan/konstanta

Alasan mendasar pemilihan persamaan menurut Ketterings et al. (2001) ini adalah karena persamaan ini lebih adaptif dengan kondisi hutan di wilayah kawasan tropis basah khususnya Indonesia dan memiliki keakuratan yang cukup tinggi baik pada hutan alami dan hutan sekunder dibandingkan dengan persamaan lain (Syam'ani dkk. 2012; Trimanto 2014). Dalam penelitian ini tidak dilakukan analisis sampel kayu dari masing-masing individu pohon guna mendapatkan nilai berat jenis, sehingga pendekatan nilai berat jenis yang digunakan mengacu pada nilai berat jenis yang dikembangkan oleh ICRAF (2016). Selanjutnya untuk mengetahui nilai total biomasa per satuan luas, maka nilai total biomasa hasil perhitungan selanjutnya dibagi dengan total luasan (kg/m^2) dan dapat digunakan untuk memperkirakan total akumulasi biomasa pada satuan hektar dengan mengalikan luasan dalam hektar (Mg ha^{-1}).

Data nekromasa berupa serasah dan dedaunan, ranting dan cabang akan ditimbang dan dicatat sebagai total nilai berat nekromasa serasah, dedaunan, ranting dan cabang. Sementara untuk log kayu mati (tidak bercabang) yang ditemukan dalam sub plot pengamatan akan diukur dan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$BK (\text{kg/nekromasa}) = \pi \rho H D^2 / 40$$

Dimana,

H = Panjang/tinggi nekromasa (cm), D = Diameter nekromaa (cm), ρ = nilai berat jenis kayu (g cm^{-3}) yang mana untuk kayu mati berkisar $0,4 \text{ g cm}^{-3}$, namun dapat bervariasi tergantung proses pelapukan nekromasa kayu.

Guna memperoleh nilai total karbon (C) dari komponen nekromasa serasah, dedaunan, ranting dan cabang, maka akan dilakukan dengan formula: Karbon (C) = $BK \times 0,46$. Selanjutnya untuk dugaan nilai total karbon tersimpan dari nilai biomasa tegakan pada masing-masing tipe hutan dilakukan dengan formula: Karbon = Total biomasa $\times 0,5$ yang mana dengan asumsi bahwa setengah dari jumlah total biomasa merupakan komponen karbon yang tersimpan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada tiga lokasi di wilayah Kabupaten Manokwari dengan perbedaan karakteristik tutupan lahan hutan. Ketiga lokasi tersebut ialah lokasi lahan terbuka/bekas perladangan yang bebetempat di Sowi Gunung (SG), lokasi hutan pantai dengan kategori hutan sekunder tua di sekitar pantai Aipiri (AI) dan lokasi hutan Taman Wisata Alam Gunung Meja dengan kategori hutan alam (GM). Secara lengkap karakteristik dari ke tiga lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik informasi dan keadaan umum dari ke tiga lokasi penelitian

Status Lahan	SG	AI	GM
Ketinggian (dpl)	283 m	0 m – 2 m	217 m
Suhu (° C)	28	27	24
Kelembaban (%)	77	79	85
Azimut (°)	190° Barat	50° Timur	140° Timur
Koordinat	S = 00.88522°	S = 00.88522°	S = 00.84545°
	E = 134.02490°	E = 134.02490°	E = 134.07202°
Intensitas Cahaya (<i>Lux meter</i>)	1.800 lux	1.100 lux	700 lux
Statusutupan lahan (%)	Relatif terbuka (20% - 30%)	Sebagian tertutup tajuk (50% - 50%)	Relatif tertutup (85% - 90%)

Dari ke tiga lokasi penelitian, terlihat variasi karakteristik lingkungan yang antara lain perbedaan ketinggian lokasi, rata-rata suhu dan kelembaban, intensitas cahaya dan status penutupan lahan hutan. Dengan beberapa variasi ini tentu akan berdampak terhadap nilai kandungan biomasa dan nekromasa di dalam masing-masingutupan lahan tersebut. Istomo dan Farida (2017) menyebutkan bahwa nilai variasi kandungan biomasa dipengaruhi oleh iklim, topografi, karakteristik lahan, umur dan kerapatan vegetasi serta kualitas tempat tumbuh. Dari hasil penelitian Sugirahayu dan Rusdiana (2011) mengindikasikan bahwa nilai kandungan biomasa akan berbeda untuk masing-masing keterwakilan tipeutupan lahan dan ekosistem hutan.

Variasi Nilai Biomasa Tegakan

Biomasa merupakan komponen penting

tanaman yang terbentuk dari hasil metabolisme dimana proses metabolisme tersebut pada tumbuhan sangat bergantung kepada faktor lingkungan. Dengan demikian adanya variasi lingkungan tumbuh akan berdampak kepada akumulasi biomasa tegakan. Dari hasil penelitian pada tiga lokasi dengan tipeutupan lahan yang berbeda, ditemukan variasi nilai biomasa tegakan pada tumbuhan hidup. Salah satu indikator tingginya variasi nilai estimasi biomasa pada tiga lokasi penelitian ialah jumlah tegakan pohon berdiri, rata-rata diam-eter dan tingginya. Dari hasil pengukuran di lapangan diperoleh jumlah individu pohon per satuan plot pengukuran untuk lokasi Sowi Gunung sebanyak 22 individu, untuk lokasi Aipiri 29 individu, dan Gunung Meja sebanyak 65 individu. Secara lengkap karakteristik lokasi dan tegakan disajikan pada tabel 2.

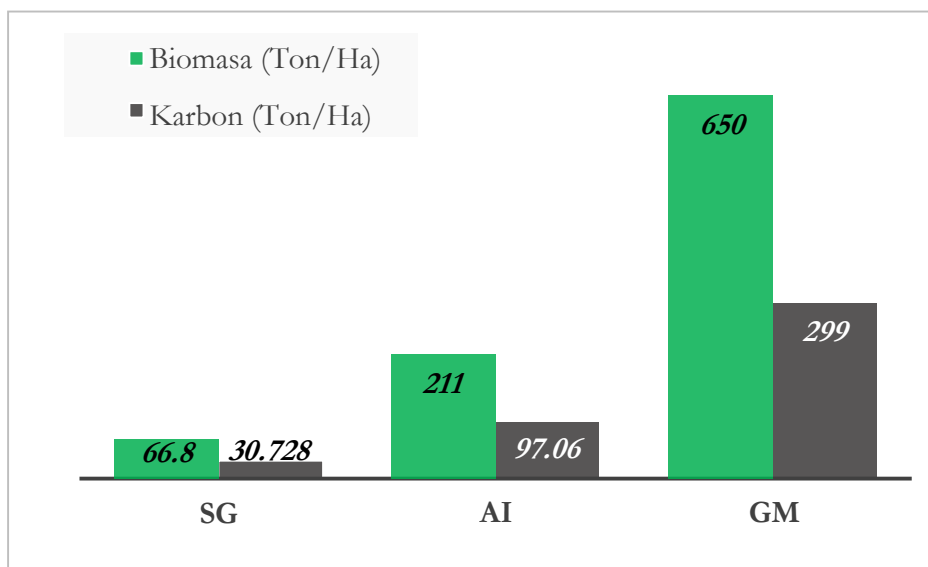
Tabel 2. Karakteristik lokasi dan tegakan pada ke tiga lokasi penelitian

No.	Lokasi/Tipe Lahan	Luasan Plot (m ²)	Σ Individu	Diameter rata-rata (cm)	Tinggi rata-rata (m)
1.	SW (lahan bekas kebun)	5 × 40 = 200	22	30,45	6,83
2.	AI (Hutan sekunder tua)	20 × 100 = 2000	29	44,14	15,14
3.	GM (Hutan Primer)	20 × 100 = 2000	65	46,23	17,23

Dari tabel 1 terlihat variasi jumlah individu pohon per satuan plot ukuran pengamatan, dimana jumlah individu tertinggi diperoleh pada lokasi Gunung Meja (65 individu), kemudian diikuti pada lokasi hutan sekunder tua Aipiri (29 individu) dan yang terendah jumlahnya diperoleh di lokasi Sowi Gunung (22 individu). Sementara untuk nilai rata-rata diameter tertinggi diperoleh pada tegakan hutan primer Gunung meja (46,23 cm), kemudian hutan Aipiri sekunder tua (44,14 cm) dan hutan bekas perladangan Sowi Gunung (30,45 cm). Kondisi tersebut sama juga karakteristik tinggi tegakan dimana tegakan di hutan Gunung Meja memiliki rata-rata tinggi pohon yang lebih (17,23 m) di bandingkan dengan lokasi hutan sekunder tua Aipiri (15,14 m) dan hutan bekas perladangan Sowi Gunung (6,83 m).

Tingginya variasi karakteristik tegakan pada ke tiga lokais penelitian berdampak kepada

variasi inilia akumulasi biomasa dan karbon terkandung. Gambar 2 di bawah memperlihatkan variasi estimasi nilai biomasa dan karbon pada tegakan hidup. Komponen utama biomasa tumbuhan merupakan unsur karbon (C) yang tersimpan yang mana secara ekologi berperan penting dalam kesetimbangan lingkungan global. Sehingga semakin banyak jumlah akumulasi unsur karbon yang tersimpan, maka akan berdampak baik terhadap lingkungan global. Karbon merupakan komponen terbesar yang berada di dalam biomasa tumbuhan dan diperkirakan mencapai setengah dari total akumulasi biomasa. Estimasi besaran nilai karbon tersimpan (*carbon stock*) yang digunakan dalam penelitian ini yakni sebesar 0,46% dari total akumulasi biomasa yang diperoleh yang dirujuk dari panduan Hairiah dan Rahayu (2007).



Gambar 1. Total akumulasi estimasi nilai biomasa dan karbon tersimpan pada tegakan berdiri di tiga lokasi yang berbeda

Dari hasil tampilan pada gambar 1, dapat dilihat bahwa ada variasi nilai akumulasi baik untuk total akumulasi nilai biomasa tegakan maupun kandungan carbon tersimpannya

(*standing stock*). Dari ketiga keterwakilan tipe hutan, hutan di lokasi Gunung Meja memiliki kemampuan akumulasi biomasa dan karbon tertinggi yakni dengan akumulasi biomasa

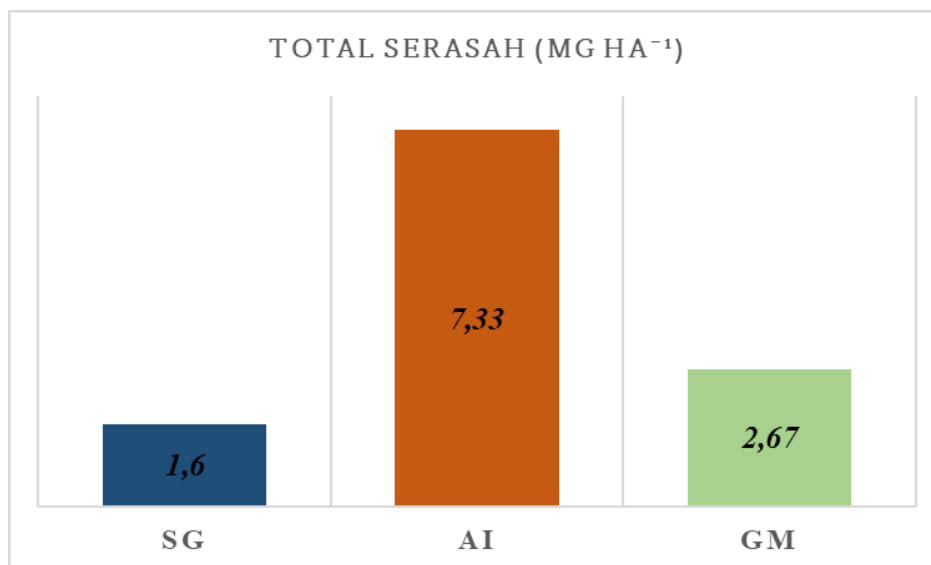
mencapai 650 Ton/Ha dan akumulasi karbon stok sekitar 299 Ton/Ha. Kemudian diikuti oleh hutan sekunder tua di lokasi pantai Aipiri dengan total akumulasi biomasa tegakan mencapai 211 Ton/Ha dan karbon tersimpan sebesar 97,06 Ton/Ha. Sementara akumulasi terendah berada di lokasi bekas perladangan Sowi Gunung dengan total akumulasi biomasa tegakan mencapai 66,8 Ton/Ha dan karbon tersimpan sebesar 30,728 Ton/Ha.

Dalam kaitannya dengan nilai estimasi biomasa tegakan, dilakukan juga estimasi tinggi total pohon dari ke tiga lokasi yang berbeda dengan menggunakan alometri tinggi berdasarkan Djomo et al. (2016). Tujuan utama dilakukan estimasi total tinggi dengan menggunakan pendekatan model alometri tinggi pohon ialah untuk memudahkan pengambilan data tinggi total pohon di lapangan dengan tanpa menggunakan alat pengukur tinggi. Disisi lain juga bahwa akan semakin sulit menggunakan alat pengukur tinggi pohon ketika berada pada hutan tropis Papua yang cenderung lebat dan rapat. Hasil analisis estimasi tingkat keakuratan antara nilai tinggi hasil pengukuran (nilai aktual) dengan model alometri tinggi (estimasi model) diuji dengan melihat parameter besaran galat (*error*) hasil perhitungan pada masing-masing tipe hutan. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan parameter rata-rata kuadrat galat atau mean square error (MSE). Hasil perhitungan mengindikasikan bahwa nilai MSE terendah berada pada tutupan hutan primer Gunung Meja sebesar 66,8407, kemudian diikuti pada hutan sekunder tua Aipiri dengan nilai MSE 86,8306 dan yang tertinggi berada

pada hutan bekas perladangan Sowi Gunung dengan nilai MSE 112,2228. Dengan demikian model alometri tinggi dari Djomo et al. (2016) lebih dapat digunakan pada tipe tutupan hutan primer Gunung Meja karena memiliki nilai galat (*error*) yang cenderung lebih kecil dengan nilai aktualnya. Sementara untuk tipe hutan sekunder tua maupun hutan bekas perladangan sangat tidak cocok untuk diterapkan, sehingga perlu dicarikan model estimasi tinggi untuk kedua tipe hutan tersebut.

Variasi Nilai Nekromasa

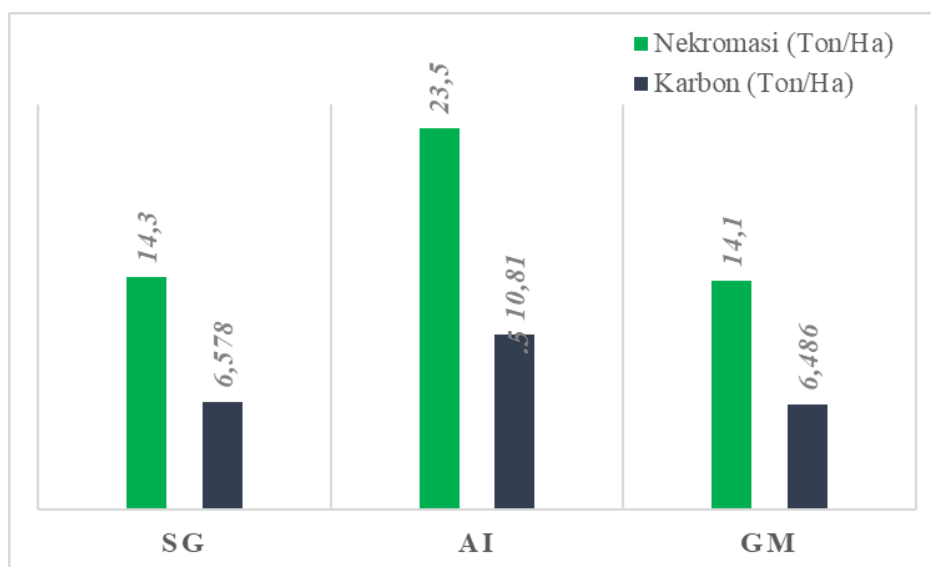
Nekromasa merupakan kompoen mati dari tumbuhan yang antara lain dapat berupa daun, ranting, cabang, tunggak, akar, batang utama, dll. Nekromasa masih bernilai ekologi karena mampu menyimpan carbon dalam jumlah yang cukup besar. Sehingga dalam penelitian ini, beberapa tipe nekromasi dihitung antara lain di bagi menjadi dua kelompok nekromasa: yang pertama adalah nekromasa serasah + ranting + percabangan kecil (*woody litters*) dan nekromasa kedua merupakan tunggak tegakan tinggal + batang utama (*dead wood*) yang telah mati guna mendapatkan kisaran nilai karbon tersimpan. Pentingnya klasifikasi komponen nekromasa ini sesuai dengan rekomendasi Mass et al. (2020) bahwa nekromasa penting untuk dikategorikan sesuai bentuk dan ukurannya karena masing-masing komponen nekromasa tersebut memiliki karakteristik yang khusus dan terdistribusi secara berbeda dalam kawasan hutan. Selanjutnya hasil perhitungan estimasi nilai nekromasa serasah dan tunggak disajikan pada gambar 3 dan 4 di bawah.



Gambar 2. Variasi nilai rata-rata berat serasah + ranting + percabangan kecil (*woody litters*) pada ketiga lokasi penelitian

Dari hasil perhitungan berat serasah + ranting + percabangan kecil yang ditampilkan pada gambar 2, terdapat perbedaan berat pada ke tiga lokasi penelitian. Nilai serasah + ranting + percabangan kecil tertinggi diperoleh pada

lokasi hutan sekunder tua Aipiri dengan total nilai 7,33 Mg ha⁻¹, yang diikuti oleh lokasi hutan primer Gunung Meja dengan total nilai 2,67 Mg h⁻¹ dan yang terendah diperoleh pada hutan bekas perladangan Sowi Gunung dengan total 1,6 Mg ha⁻¹.



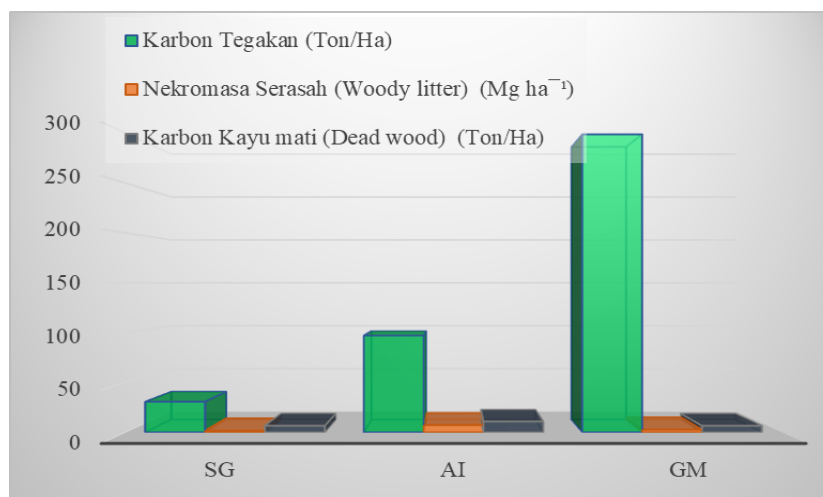
Gambar 3. Variasi nilai rata-rata akumulasi nekromasa dan karbon tersimpan pada tegakan tinggal + batang mati (dead wood) pada ketiga lokasi penelitian

Dari gambar 3, terlihat perbedaan nilai akumulasi nekromasa dan karbon tersimpan pada tegkan tinggal dan kayu mati dimana akumulasi tertinggi diperoleh pada lokasi hutan sekunder tua Aipiri dengan total nekromasa 23,5 Ton/Ha dan akumulasi karbon tersimpan 10,81 Ton/Ha. Kemudian diikuti oleh hutan bekas perladangan dengan total akumulasi nekromasa 14,3 Ton/Ha dengan akumulasi karbon 6,578 Ton/Ha. Nilai terendah akumulasi nekromasa dan Karbon tersimpan dipeoleh pada hutan primer Gunung Meja dengan nilai total nekromasa 14,1 Ton/Ha dan karbon tersimpan 6,486 Ton/Ha.

Perbandingan Akumulasi Biomasa dan Nekromasa

Dari hasil penelitian total akumulasi nilai biomasa tegakan berdiri, dan nekromasa serasah dan kayu mati, diperoleh nilai total akumulasi yang bervariasi pada ke tiga lokasi penelitian. Tingginya variasi tersebut tentu dipengaruhi oleh faktor biotik lingkungan seperti kerapatan tegakan, jumlah individu pohon berdiri dan interaksi antara makhluk hidup di dalamnya yang membentuk pola iklim mikro. Selain itu faktor abiotik habitat juga turut mempengaruhi tingginya variasi nilai

akumulasi biomasa dan nekromasa yang antara lain variasi intensitas cahaya, rata-rata suhu dan kelembaban, serta jenis tanah yang akan mempengaruhi laju dekomposisi serasah. Dari tabel 1 di atas terlihat indikasi perbedaan faktor abiotik yang cukup tinggi tersebut berkorelasi dengan jumlah ketebalan dan kepadatan serasah pada lantai hutan untuk ke tiga tipe tutupan hutan. Daya dukung ekosistem hutan yang baik tentu akan memacu laju pertumbuhan pohon secara optimal, baik penambahan diameter dan tinggi pohon seperti yang terlihat pada tipe tutupan hutan primer di lokasi Gunung Meja. Hairiah dan Rahayu (2007) menyatakan bahwa jumlah C tersimpan antar tipe tutupan lahan akan berbeda, yang mana bergantung pada tingkat keragaman dan kepadatan tumbuhan yang ada pada setiap tipe hutan tersebut, kondisi jenis tanah serta cara pengelolaannya. Selanjutnya Chairul Dkk. (2016) mengungkapkan bahwa variasi nilai C juga dapat dipengaruhi oleh bentuk dan tipe tutupan hutan, jenis vegetasi, jenis iklim dan rata-rata curah hujan, serta kondisi topografi dan biofisik lainnya, termasuk implementasi teknik silvikultur pada hutan tanaman dan manajemen hutan yang diterapkan.



Gambar 4. Variasi perbedaan total akumulasi biomasa tegakan berdiri dan nekromasa serasah dan kayu mati pada ketiga lokasi penelitian di Kabupaten Manokwari

Hutan primer Gunung Meja memiliki nilai akumulasi biomasa tegakan dan karbon tersimpan tertinggi (650 ton/Ha dan 299 ton/Ha) diduga karena kondisi hutan yang masih alami dengan tegakan berdiri yang padat sehingga mampu mengakumulasi biomasa dalam jumlah besar, dibandingkan dengan kedua tipe hutan lainnya. Nilai hasil akumulasi C yang diperoleh pada hutan primer Gunung Meja secara akumulasi lebih tinggi dengan yang ditemukan pada hutan primer di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru di Jawa Timur sebesar 193,49 tonC/Ha (Noor'an dkk. 2015). Sementara total akumulasi C yang diperoleh dari penelitian ini pada tipe hutan sekunder tua Aipiri (97,06 ton/Ha) sedikit mirip dengan apa yang ditemukan oleh Hidayat dkk. (2019) sebesar 87,06 ton/ha pada hutan belukar tua pada vegetasi rawa gambut di Kalimantan Barat.

Tingginya akumulasi nekromasa serasah (*woody litter*) dan kayu mati (*dead wood*) pada lokasi hutan sekunder tua Aipiri (7,33 Mg ha⁻¹ dan 10,81 ton/Ha) diduga karena telah terjadi aktivitas di dalam hutan berupa penebangan sehingga sisa penebangan berupa serasah, ranting, percabangan dan tunggak, kayu mati tersebut yang tertimbun dan terakumulasi dalam bentuk serasah dan sisa kayu mati. Hasil perolehan akumulasi nekromasa serasah di lokasi hutan sekunder Aipiri (7,33 Mg ha⁻¹) seseai dengan total hasil nekromasa serasah yang ditemukan oleh Widyasari (2010) pada hutan rawa bekas terbakar di Sumatera Selatan sebesar 7,029 Mg h⁻¹. Rata-rata total akumulasi C pada nekromasa kayu mati di hutan sekunder tua Aipiri (10,81 ton/Ha) lebih tinggi dengan yang ditemukan oleh Hidayat dkk. (2019) pada tipe tutupan lahan belukar tua dan muda di wilayah rawa gambut Hutan Lindung Muara Sungai Landak di Kalimantan Barat yang mana masing-masing dengan nilai 5,51 ton/Ha dan 1,86 ton/Ha.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Nilai total estimasi biomasa tegakan dan karbon tertinggi diperoleh pada tipe tutupan hutan primer Gunung Meja dengan nilai biomasa tegakan 650 ton/Ha dan karbon tersimpan sebesar 299 ton/Ha. Sementara nilai akumulasi terendah diperoleh pada tipe tutupan hutan bekas perladangan di lokasi Sowi Gunung.
2. Nilai nekromasa serasah (*woody litter*) tertinggi diperoleh pada tipe tutupan hutan sekunder tua Aipiri sebesar 7,33 Mg h⁻¹, sementara nekromasa serasah terendah diperoleh pada lokasi hutan Sowi Gunung sebesar 1,5 Mg h⁻¹.
3. Nilai nekromasa dan karbon dari sisa kayu mati (*dead wood*) dan tunggak tertinggi diperoleh pada hutan sekunder tua Aipiri masing-masing sebesar 23,5 ton/Ha dan 10,81 ton/Ha. Sementara nilai terendah diperoleh pada hutan primer Gunung Meja 14,1 ton/Ha dan 6,486 ton/Ha.
4. Tingginya variasi nilai biomasa dan karbon tegakan serta nekromasa serasah dan kayu mati pada ketiga tipe hutan tersebut mengindikasikan perbedaan tipe hutan, tingkat kerapatan tegakan, tutupan hutan, rata-rata suhu dan kelembaban, intensitas cahaya dan kesehatan ekosistem hutan.

Saran

Perlu dilakukan penelitian secara terintegrasi di beberapa kawasan hutan di Kota Manokwari guna memperoleh estimasi nilai biomasa tegakan dan karbon tersimpan serta nilai nekromasa yang lebih akurat sehingga dapat diketahui kemampuan dan daya serap karbon beberapa tipe hutan di Kota Manokwari.

DAFTAR PUSTAKA

Chairul, Muchktar E, Mansyurdin, Tesri M dan Indra G. 2016. Struktur kerapatan vegetasi dan estimasi kandungan karbon pada

- beberapa kondisi hutan di Pulau Siberut Sumatera Barat. *Jurnal Metafora* 3(1): 15-22.
- Djomo AN, Picard N, Fayolle A, Henry M, Ngomanda A, Ploton P, McLellan J, Sabarowski J, Adamou I, Lejeune P. 2016. Tree allometry for estimation of carbon stocks in African tropical forests. *Forestry*, 446-455, <https://doi.org/10.1093/forestry/cpw025>.
- Hairiah K dan Rahayu S. 2007. Pengukuran 'karbon tersimpan' di berbagai macam penggunaan lahan. Bogor.
- Hidayat MT, Aatiani D, Dewantara I. 2019. Estimasi stok karbon pada vegetasi hutan rawa gambut di kawasan lindung IUPHHK-HTI PT. Muara Sungai Landak Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari*, 7(1): 551-558.
- ICRAF. 2016. Tree functional attributes an ecological database: Wood Density. <http://db.worldagroforestry.org/wd>.
- Istomo dan Farida NE. Potensi simpanan karbon di atas permukaan tanah tegakan *Acacia nilotica* L, (Wild) ex. Del. Di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7 (2): 155-162.
- Ketterings QM, Coe R, van Noordwijk M, Ambagau Y, Palm CA. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass on mixed secondary forests. *Forest Ecology and Management*, 146: 199-209.
- Liborius R. 2016. Allometric relationships of tropical tree species in Indonesia and Senegal. [Thesis]. Michigan State University, East Lansing.
- Mass GCB, Sanquette CR, Marques R, Machado SA, Sanquetta MNI. 2020. Quantification of carbon in forest necromass: State of the art. *Cerne*, 26 (1): 98-108.
- Noor'an RF, Jaya INS, Paspaningsih N. 2015. Pendugaan perubahan stok karbon di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. *Media Konservasi*, 20 (2): 177-186.
- Sugirahayu L dan Rusdiana O. 2011. Perbandingan simpanan karbon pada beberapa tutupan lahan di Kabupaten Paser, Kalimantan Timur berdasarkan sifat fisik dan sifat kimia tanahnya. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 2 (3): 149-155.
- Syam'ani, Agustina A, Susilawati, Nugroho Y. 2012. Cadangan karbon di atas permukaan tanah pada berbagai system penutupan lahan di SUB-DAS Amandit. *Jurnal Hutan Tropis*, 13(2): 148-158.
- Trimanto 2014. Analisis vegetasi dan estimasi biomasa stok karbon pohon pada tujuh hutan gunung, Suaka Alam Pulau Bawean Jawa Timur. *Berita Biologi*, 13(3): 321-332.
- Widyasari NAE. 2010. Pendugaan biomassa dan potensi karbon terikat di atas permukaan tanah pada hutan gambut merang bekas terbakar di Sumatra selatan. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor Jawa Barat.