

Penyimpanan Karbon pada Tegakan *Pinus merkusii* dan *Acacia auriculiformis* di Hutan Lindung Mangunan, Dlingo, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

Carbon Stocks in *Pinus merkusii* and *Acacia auriculiformis* Stands at Mangunan Protection Forest, Dlingo, Bantul, Special Region of Yogyakarta

Mizana Ijazah*, Retno Peni Sancayaningsih

Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Sekip, Yogyakarta, Indonesia

*Email:mizana.ijazah@mail.ugm.ac.id

Abstract: Tropical forests have roles in storing carbon. Plant stored carbons as biomass in plant organs (roots, woods, stems and leaves). Carbon is also stored in the litter and soil organic matter. Carbon sequestration by stand or forest can reduce carbon emissions which causes global warming. This research aims to study the abundance of species of tree, sapling and seedling growthform. It also aims to estimate biomass and carbon content in the Acacia and Pine stands. This study was conducted on January-March 2015 in Protection Forest Mangunan, Dlingo, Bantul, Yogyakarta. The research consists of two stages: species abundance measurement in both stands, height and diameter measurements of tree and sapling in stands. This study used the quadratic plot method (10 x 10 m²), which consists of 5 plots in each stand. Furthermore, data of tree height and diameter is used to estimate carbon stocks in Acacia and Pine stands. Carbon stocks calculation using allometric formula from Heriyanto et al. (2005) for *Pinus merkusii* and from BPKH Wil. XI and MFP II (2009) for *Acacia auriculiformis*. From this study it is known that in Acacia stand there are 8 species, whereas in the Pine stand there is only one species, *Pinus merkusii* (density 1,160 ind/ha). The most abundant species in the tree growthform in Acacia stand is *Acacia auriculiformis* (density 380 ind/ha), in the sapling growthform is *Voacanga grandiflora* (density 520 ind/ha) and in seedling growthform is unidentified species (density 29,600 ind/ha). Biomass and carbon content in the Acacia stand (1172.70 ton/ha and 586.35 tC/ha) is higher than the Pine stand (884.62 ton/ha and 442.31 tC/ha). The ability carbon sequestration in Acacia stand is higher than Pine stand.

Keywords: biomass, carbon stocks, Mangunan Forest

1. PENDAHULUAN

Penebangan hutan dapat menyebabkan simpanan karbon terlepas ke atmosfer sebagai karbondioksida. Oleh karena itu, deforestasi diestimasi dapat melepaskan 1-2 milyar ton karbon per tahun sejak tahun 1990, dan menyebabkan 15-25% emisi gas rumah kaca. Selain itu deforestasi juga menimbulkan efek yang berbahaya bagi stabilisasi iklim selanjutnya (Gibbs *et al.*, 2007).

Untuk mencegah deforestasi dan hal yang terkait dengan emisi karbon, maka negara berkembang membuat peraturan untuk mengurangi emisi dari alih lahan. Peraturan ini dibuat oleh UNFCC untuk memfasilitasi negara-negara agar

dapat mengurangi emisi dari deforestasi di negara-negara berkembang (Gibbs *et al.*, 2007). Indonesia sebagai anggota dari UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) berkomitmen untuk meningkatkan penyimpanan karbon di ekosistem hutan dan mengurangi emisi karbon hingga 26% (Alhamd and Rahajoe, 2013).

Hutan tropis sangat penting karena karbon terbagi antara vegetasi dan tanah dimana khususnya di zona boreal, 84% karbon terdapat dalam materi organik tanah dan 16% dalam tanaman yang masih idup. Hutan tropis mendominasi peran hutan dalam aliran karbon global sehingga dibutuhkan penelitian dan pembuatan peraturan untuk mengestimasi



kandungan karbon dan potensi penyimpanan karbon di hutan tropis (Sundarapandia *et al.*, 2014).

Hutan tropis memiliki potensi besar untuk mencegah perubahan iklim dengan melakukan konservasi cadangan karbon (C) yang sudah ada (contohnya mengurangi penebangan hutan), memperbesar simpanan C (reforestasi, agroforestri) dan substitusi produk kayu untuk bahan bakar fosil. Di hutan tropis Asia, diestimasi bahwa reforestasi, agroforestri, regenerasi dan pencegahan aktivitas deforestasi dapat berpotensi untuk menyimpan 7,50, 2,03, 3,8-7,7 dan 3,3-5,8 Pg Carbon antara tahun 1995-2050 (Brown *et al.*, 1996 in Lasco, 2002).

Biomassa dapat didefinisikan sebagai berat kering dari bahan organik. Biomassa diekspresikan sebagai berat kering ton per unit area. Densitas biomassa berarti massa per unit area. Biomassa dapat berperan sebagai indikator potensi energi suatu ekosistem dan produktivitas hutan. Dalam penelitian estimasi karbon, biomassa dibedakan menjadi biomassa pohon dan biomassa yang berada di bawah tanah seperti akar dan serasah yang bercampur dengan tanah. Estimasi biomassa lebih sering menggunakan metode atas tanah, karena sulit mengumpulkan data biomassa bawah tanah. Dalam siklus karbon, biomassa sangat penting karena dua alasan berikut. Pertama, biomassa dalam ekosistem dapat menunjukkan jumlah karbon yang akan diemisikan ke atmosfer dalam bentuk karbondioksida, karbon monoksida atau metana. Kedua, biomassa dapat menunjukkan laju fotosintesis atau produktivitas hutan (Yavasli, 2012; Brown, 1997).

Simpanan karbon utama di ekosistem hutan terdapat dalam biomassa pohon, vegetasi lantai, serasah dan bahan organik tanah. Karbon yang tersimpan dalam bentuk biomassa pohon merupakan *pool* karbon terbesar dan sangat dipengaruhi oleh deforestasi dan degradasi. Oleh karena itu, estimasi biomassa pohon merupakan tahap yang paling penting untuk mengetahui stok karbon yang terdapat di hutan (Gibbs *et al.*, 2007).

Pada umumnya, setengah dari jumlah biomassa ekuivalen dengan jumlah karbon dalam vegetasi. *Carbon pool* di ekosistem terrestrial dapat dikelompokkan menjadi 5 bagian, yaitu: biomassa pohon (batang, cabang, dll), kayu mati, serasah,

biomassa akar (*belowground biomass*), dan karbon tanah. Estimasi biomassa dulunya menggunakan metode destruktif yang disebut juga *harvest method*. Pada metode ini, dilakukan penebangan pohon di dalam plot, kemudian pohon tersebut dikeringkan dan ditimbang berat keringnya. Pada praktiknya, cara pengukuran destruktif ini menjadi sulit jika pohon yang diukur berukuran besar, karenanya metode destruktif ini tidak praktis digunakan dalam area densitas biomassa yang besar. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti menggunakan metode pengukuran biomassa secara tidak langsung/allometri (Heriyanto *et al.*, 2005 dan Siregar, 2007). Dalam hal ini densitas biomassa pohon dapat diestimasi dari komponen yang mudah diukur seperti diameter setinggi dada dan tinggi pohon (Yavasli, 2012).

Model matematika yang sering digunakan untuk estimasi biomassa pohon adalah

$$Y = aX^b \quad (1)$$

X adalah variabel *independent* (DBH atau kombinasi antara DBH dan tinggi), Y adalah variabel *dependent* (biomassa), a adalah koefisien model allometrik dan b adalah eksponen model allometrik (Krisnawati *et al.*, 2012).

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di tegakan *Pinus merkusii* dan tegakan *Acacia auriculiformis* di Hutan Lindung Mangunan, Dlingo, Bantul, DIY dari bulan Januari – Maret 2015. Pengambilan data terdiri dari dua tahap yaitu pengukuran kemelimpahan spesies di kedua tegakan dan pengukuran tinggi dan diameter pohon dan *sapling*. Dalam penelitian ini digunakan kuadrat plot (10 x 10 m²) yang terdiri dari 5 plot pada masing-masing tegakan. Selanjutnya dihitung cacah individu setiap jenis yang ada di dalam plot baik pohon dan *sapling*. Setelah dihitung cacah individu, kemudian diukur tinggi pohon dan *sapling*, diameter pohon setinggi dada, panjang dan lebar kanopi serta intensitas cahaya pada setiap pohon dan *sapling*. Sementara itu *growthform seedling* disampling pada subplot 1x1 m di dalam plot 10 x 10 m sebanyak 5 kali ulangan. *Growthform seedling* hanya dihitung cacah individu per spesies dan tidak perlu diukur parameter untuk perhitungan biomassa. Data pohon,

sapling dan seedling tersebut ditulis di tabel vegetasi pohon.

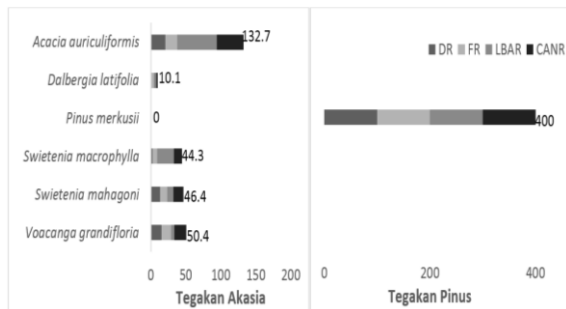
Data parameter fisikokimia yang diambil adalah intensitas cahaya, kelembaban udara dan tanah, suhu udara dan tanah serta pH tanah. Sampling parameter ini dilakukan dengan ulangan 5 kali di dalam plot ukuran 10 x 10 m. Data tersebut dimasukkan ke dalam tabel parameter fisikokimia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Vegetasi di Tegakan Pinus dan Tegakan Akasia

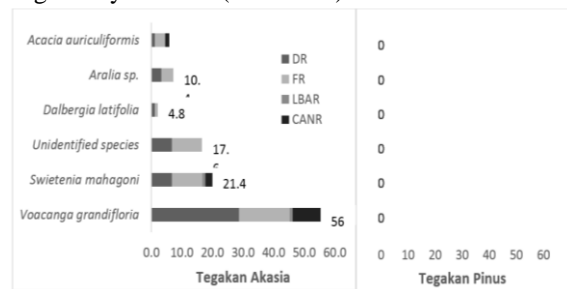
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa di Tegakan Akasia terdapat berbagai spesies baik yang ditanam maupun yang tumbuh secara alami. Spesies yang dulunya ditanam antara lain *Acacia auriculiformis*, *Dalbergia latifolia*, *Swietenia mahagoni* dan *Swietenia macrophylla*. Adapun spesies yang tumbuh secara alami adalah *Voacanga grandifolia*, *Aralia* sp., dan ada satu spesies yang belum teridentifikasi. Sebaliknya di tegakan Pinus hanya ditemukan satu spesies yaitu *Pinus merkusii*. Berarti cacah spesies di tegakan Akasia lebih tinggi dibandingkan dengan tegakan Pinus. Hal ini disebabkan karena serasah atau daun *Pinus merkusii* mengeluarkan *allelopathy* untuk berkompetisi dengan spesies lain.

Pada pohon *Pinus merkusii* terdapat saluran resin yang dapat menghasilkan metabolit sekunder (monoterpen α -pinene dan β -pinene) yang bersifat alelopatik. Senyawa tersebut bersifat toksik terhadap serangga maupun tumbuhan. (Taiz and Zeiger, 1991 dalam Senjaya and Surakusumah, 2007), sehingga *Pinus merkusii* dapat mencegah maupun menghambat tanaman lain tumbuh terlalu dekat dan menghentikan mereka mengambil ruang dan ketersediaan nutrient (Alhamd and Rahajoe, 2013).



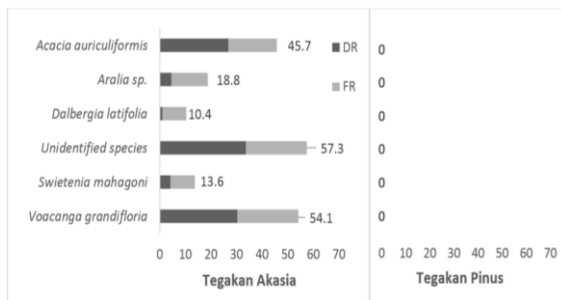
Gambar 1. Nilai penting spesies (%) pada *growthform* pohon di tegakan Akasia dan tegakan Pinus.

Pada Gambar 1 terlihat bahwa spesies yang memiliki densitas tertinggi yaitu *Acacia auriculiformis* juga memiliki nilai penting tertinggi yaitu 132,7%. Spesies ini memiliki luas basal area dan luas kanopi yang lebih besar dibandingkan spesies lain. Berdasarkan perbandingan nilai densitas relatif dan frekuensi relatif diketahui bahwa *Acacia auriculiformis* memiliki distribusi yang cenderung *clumped* (mengumpul). Nilai penting yang tinggi ini menunjukkan bahwa spesies *Acacia auriculiformis* sangat mempengaruhi tegakannya yaitu tegakan Akasia karena pada zaman dulu di tegakan ini sebagian besar ditanam tanaman Akasia. Sebaliknya pada tegakan Akasia *growthform* pohon, spesies yang memiliki nilai penting terendah adalah *Dalbergia latifolia* yaitu 10,1% karena dari kelima plot hanya ditemukan 1 individu sehingga nilai parameter vegetasinya rendah (Gambar 1).



Gambar 2. Nilai penting spesies (%) pada *growthform* sapling di tegakan Akasia dan tegakan Pinus.

Pada *growthform* sapling di tegakan Akasia (Gambar 2) nilai penting tertinggi dimiliki oleh *Voacanga grandiflora* yaitu 56 %. Nilai yang cukup tinggi ini dikarenakan *Voacanga grandiflora* memiliki densitas yang tinggi serta sering ditemukan di dalam plot. Selain itu distribusinya *clumped* (mengumpul) karena densitas relatif lebih tinggi daripada frekuensi relatif. Sedangkan nilai penting terendah dimiliki oleh *Acacia auriculiformis* (5,8 %) dan *Dalbergia latifolia* (4,8%).



Gambar 3. Nilai penting spesies (%) pada *growthform seedling* di tegakan Akasia dan tegakan Pinus.

Dari Gambar 3 diketahui bahwa nilai penting tertinggi pada *growthform seedling* dimiliki oleh spesies yang belum teridentifikasi yaitu 57,3% karena jumlahnya banyak dan sering ditemukan di dalam plot. Sebaliknya nilai penting terendah dimiliki oleh *Dalbergia latifolia* yaitu 10,4 %. Nilai ini menunjukkan bahwa pada ketiga *growthform*, *Dalbergia latifolia* memiliki nilai penting yang rendah karena jumlahnya sangat sedikit dan jarang ditemukan di dalam plot.

3.2. Biomassa dan Kandungan Karbon di Tegakan Pinus dan Tegakan Akasia

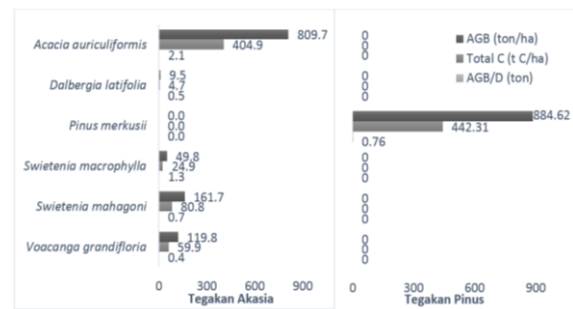
Potensi sekuestrasi karbon suatu hutan ditentukan oleh produksi biomasannya. Sementara laju produksi biomassa dapat menunjukkan potensi suatu hutan dalam menyerap CO₂ atmosfer dan mengurangi *global warming* dalam periode waktu tertentu. Biomassa yang terdapat dalam suatu tegakan atau hutan menunjukkan berapa banyak karbon yang telah disequesterasi selama waktu hidupnya (De Costa and Suranga, 2012).

Pada penelitian ini digunakan beberapa persamaan sesuai dengan jenis tanaman yang terdapat di lokasi sampling. Persamaan terdiri dari dua variabel penting yaitu tinggi dan diameter pohon. Sebenarnya ada beberapa persamaan untuk setiap jenis tanaman, namun untuk memperoleh hasil yang mendekati keakuratan maka harus dipilih persamaan yang hamper sesuai dengan kriteria atau kondisi di lokasi sampling.

Sebagai contoh persamaan untuk menghitung biomassa pohon *Pinus merkusii* ada dua yaitu AGB = 0.03292 + (DBH²+H)^{0.97318} (Heriyanto *et al.*, 2005) dan AGB = 0,0936 D^{2.4323} (Siregar, 2007). Dalam

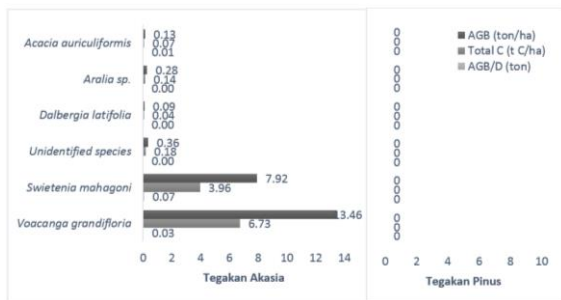
penelitian ini digunakan hasil perhitungan dari persamaan pertama yaitu penelitian Heriyanto *et al.*, karena dalam persamaan tersebut digunakan variabel tinggi pohon. Selain itu penelitian tersebut dilakukan pada tegakan yang berumur antara 5 – 24 tahun. Sedangkan persamaan dari Siregar hanya menggunakan variabel diameter pohon dan tidak menggunakan variabel tinggi. Sehingga hasil perhitungan biomasannya lebih rendah daripada persamaan pertama. Daripada itu persamaan kedua dihasilkan dari penelitian yang dilakukan pada tegakan Pinus yang masih berumur 5 tahun sehingga sangat jauh berbeda dengan kondisi tegakan Pinus di Hutan Lindung Mangunan yang sudah berumur 30 tahun.

Dari persamaan Siregar (2007) diperoleh nilai biomassa *Pinus merkusii* umur 30 tahun di Hutan Lindung Mangunan sebesar 431,70 ton/ha. Menurut Heriyanto *et al.* (2005) diperoleh biomassa sebesar 884,62 ton/ha.



Gambar 4. Biomassa dan kandungan karbon spesies pada *growthform* pohon di tegakan Akasia dan tegakan Pinus.

Dari Gambar 4 diketahui bahwa biomassa tertinggi terdapat di tegakan Akasia umur 33 tahun yaitu sebesar 1172,70 ton/ha. Sedangkan pada tegakan Pinus umur 30 tahun biomasannya lebih rendah yaitu sebesar 884,62 ton/ha. Dalam tegakan Akasia terdapat lebih banyak biomassa karena terdiri dari berbagai *growthform*, spesies dan cacah individu yang melimpah. Sedangkan di tegakan Pinus, *aboveground biomass* hanya disimpan oleh pohon Pinus.



Gambar 5. Biomassa dan kandungan karbon spesies pada *growthform sapling* di tegakan Akasia dan tegakan Pinus.

Pada tegakan Akasia (Gambar 4 dan 5) terlihat bahwa biomassa *growthform* pohon lebih besar dibandingkan dengan *growthform sapling* hal ini disebabkan karena ukuran pohon lebih besar dari *sapling* sehingga kemampuannya menyimpan karbon lebih tinggi. Karbon yang terdapat dalam bentuk biomassa memiliki waktu penyimpanan lebih lama pada pohon besar dibandingkan tanaman lain yang berukuran lebih kecil (Hannah, 2015). Pada saat tanaman masih muda, hara digunakan untuk melangsungkan pertumbuhan sehingga biomasanya masih rendah. Kemudian seiring pertambahan umur, tanaman akan menggunakan nutriennya untuk membentuk biomassa yang terlihat dari ukuran tinggi dan diameter pohon yang semakin membesar.

Pada Gambar 4 juga terlihat bahwa pada tegakan Akasia *growthform* pohon, biomassa *Acacia auriculiformis* paling tinggi yaitu 809,72 ton/ha dan kandungan karbonnya yaitu 404,86 t C/ha. Pada tegakan Pinus, biomassa *Pinus merkusii* sebesar 884,62 ton/ha dan kandungan karbonnya yaitu 442,31 t C/ha. Dari total biomassa memang biomassa *Pinus merkusii* lebih tinggi dibandingkan dengan *Acacia auriculiformis* karena cacah individunya lebih tinggi yaitu 1.160 individu/ha sedangkan densitas Akasia hanya 380 individu/ha. Namun jika nilai biomasanya dibagi dengan densitas spesies maka *Acacia auriculiformis* memiliki biomassa yang lebih tinggi yaitu sekitar 2,13 ton per individu, sedangkan *Pinus merkusii* hanya sekitar 0,76 ton per individu. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan *Acacia auriculiformis* dalam menyimpan karbon lebih tinggi daripada *Pinus merkusii*.

Secara morfologi memang terlihat bahwa di Hutan Mangunan ukuran pohon *Acacia auriculiformis* lebih besar daripada *Pinus merkusii*.

Hal ini disebabkan karena kedua spesies tersebut memiliki beberapa perbedaan dalam hal laju pertumbuhan, laju reproduksi, bentuk daun, bentuk batang dan kekerasan kayu batang. Pada umumnya pohon Akasia memiliki laju pertumbuhan yang sangat cepat dibandingkan dengan Pinus. *Seedling Acacia auriculiformis* tumbuh dengan cepat, dapat mencapai tinggi 25-30 cm dalam waktu 3-4 bulan dan mencapai tinggi 6 m dalam waktu 2 tahun. Sedangkan *Pinus merkusii* yang berumur 8-9 bulan tingginya baru sekitar 20-25 cm. Selain itu laju reproduksi *Acacia auriculiformis* juga lebih cepat, spesies ini mulai berbunga pada umur 2 tahun, sedangkan *Pinus merkusii* menghasilkan strobilus dalam jumlah yang banyak sekitar 400-600 pada umur 15-25 tahun (Hendrati *et al.*, 2014 ; Pousujja *et al.*, 1986).

Acacia auriculiformis memiliki bentuk daun semu (filodia) yang luasnya lebih besar dibandingkan daun *Pinus merkusii* yang berbentuk jarum. Penampang daun yang lebih luas memungkinkan cahaya matahari yang diserap semakin banyak untuk proses fotosintesis sehingga laju fotosintesisnya semakin meningkat. Selain itu bentuk batang Akasia bercabang sehingga biomassa tidak hanya tersimpan pada batang utama tapi juga disimpan pada cabang, sedangkan batang Pinus berbentuk tegak ke atas dan tidak ada percabangan sehingga biomassa hanya disimpan pada batang utama. Kemudian kayu Akasia lebih keras sehingga disebut penghasil *hardwood* sedangkan kayu Pinus lebih lunak (*softwood*), hal ini juga ikut mempengaruhi kemampuan spesies tersebut dalam menyimpan karbon dalam batang.

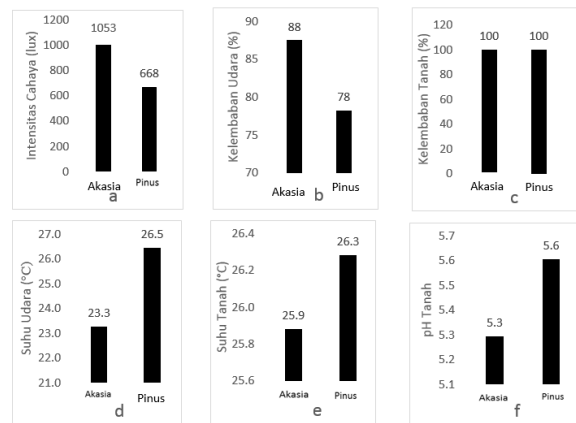
Jika dilihat dari tahun penanaman *Acacia auriculiformis* sudah berumur 33 tahun sedangkan *Pinus merkusii* berumur 30 tahun. Sehingga secara fisik ukuran Akasia lebih besar daripada Pinus. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pohon Akasia di Hutan Mangunan ini lebih tinggi daripada Pinus, selain itu luas basal area Akasia jauh lebih besar daripada Pinus. Bentuk morfologi pohon Akasia juga berbeda dengan Pinus, pohon Akasia memiliki percabangan dan kanopinya lebih lebar dibandingkan dengan Pinus. Sedangkan pohon Pinus yang terdapat di Hutan Mangunan ini kelilingnya hampir seragam karena ditanam pada tahun yang sama dengan jarak tanam yang seragam juga. Bentuk morfologinya tegak dan tidak ada percabangan.

Selain itu dengan densitas yang kurang rapat dan tanah yang lebih banyak nutrisi, pohon Akasia memperoleh lebih banyak nutrisi dibandingkan Pinus yang densitasnya padat dan kandungan nutrisi di tanah lebih rendah. Kondisi fisiologi masing-masing spesies tersebut juga mempengaruhi kemampuannya dalam menyimpan karbon.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa biomassa dan kandungan karbon tertinggi setelah Akasia dimiliki oleh *Swietenia mahagoni* yaitu 161,69 ton/ha dan 59,88 t C/ha; *Voacanga grandiflora* yaitu 119,75 ton/ha dan 80,85 t C/ha. Jika dilihat densitasnya lebih tinggi densitas *Voacanga grandiflora* dibandingkan dengan *Swietenia mahagoni* yaitu 280 individu/ha dan 240 individu/ha. Hal ini menunjukkan bahwa biomassa atau kandungan karbon tidak hanya dipengaruhi oleh densitas pohon tapi lebih dipengaruhi oleh tinggi dan diameter pohon. Karena dalam persamaan allometri digunakan nilai diameter dan tinggi pohon untuk menghitung biomassa. Selain itu, laju pertumbuhan yang berbeda pun juga ikut mempengaruhi proses pembentukan biomassa pada pohon. Semakin tinggi laju pertumbuhannya maka tanaman semakin cepat membentuk biomassa. Pada *growthform* pohon, biomassa terendah dimiliki oleh *Dalbergia latifolia* yaitu 9,45 ton/ha karena jumlah pohon yang tersampling hanya satu.

Biomassa pada *growthform sapling* (Gambar 5) hanya sedikit, yang tertinggi terdapat pada *Voacanga grandiflora* yaitu 13,46 ton/ha dan kandungan karbonnya hanya 6,73 t C/ha. Hal ini disebabkan karena densitas tertinggi dimiliki oleh *Voacanga grandiflora*, selain itu ukuran *sapling*-nya lebih besar dibandingkan spesies lain. Sebaliknya biomassa terendah pada *growthform sapling* terdapat pada *Acacia auriculiformis* dan *Dalbergia latifolia* yaitu 0,13 ton/ha dan 0,09 ton/ha. Kandungan karbon pada spesies tersebut masing-masing adalah 0,07 t C/ha dan 0,04 t C/ha. Kedua spesies tersebut hanya terdiri dari 1 individu sehingga biomasanya paling rendah. Namun jika dibandingkan biomassa *Acacia auriculiformis* sedikit lebih besar daripada *Dalbergia latifolia* karena ukuran batang *Acacia auriculiformis* lebih tinggi dan diameternya juga lebih besar.

Berikut ini merupakan hasil pengukuran faktor fisikokimia di Hutan Lindung Mangunan.



Gambar 6. Faktor fisikokimia di tegakan Akasia dan tegakan Pinus.

Dari Gambar 6 di atas diketahui bahwa secara umum nilai faktor fisikokimia di kedua tegakan hampir sama kecuali intensitas cahaya, kelembaban udara dan suhu udara.

Pada tegakan Akasia intensitas cahayanya lebih tinggi daripada Pinus (Gambar 13), hal ini menunjukkan bahwa *gap canopy* di Akasia lebih besar karena banyak pohon tua yang tumbang sehingga terbentuk *gap*. Adanya *gap canopy* memungkinkan *seedling* maupun *sapling* yang toleran terhadap cahaya bisa tumbuh dengan baik. Selain karena memperoleh cahaya yang cukup, nutrisi yang terdapat di serasah di tegakan Akasia juga dapat menunjang pertumbuhan *sapling* dan *seedling* yang terdapat di lantai hutan. Sebaliknya di tegakan Pinus, jarak antar pohon sangat dekat yaitu sekitar 1 – 2 meter sehingga kanopinya berdekatan. Hal ini akan menghalangi masuknya cahaya ke lantai hutan.

Pada tegakan Pinus tidak ditemukan adanya spesies lain karena terdapat *allelopathy* pada serasah Pinus. Pada lantai hutan tersebut terdapat serasah dengan jumlahnya yang banyak dan tebal. Sehingga spesies lain tidak dapat tumbuh karena kalah berkompetisi dengan Pinus. Keberadaan *seedling* sangat ditentukan oleh faktor lingkungan atau kompetisi. Faktor tersebut dapat mempengaruhi regenerasi hutan yang ditanami. Selain itu keberadaan *seedling* juga ditentukan oleh karakter spesies *seedling* tersebut seperti toleransinya terhadap cahaya, ketersediaan sumber daya dan hewan predator (Li *et al.*, 2011).

Intensitas cahaya tidak hanya berkaitan dengan dinamika hutan tapi juga berkaitan dengan laju produktivitas hutan. Semakin tinggi intensitas cahaya maka laju fotosintesis dan laju respirasi juga meningkat. Hal ini akan mempengaruhi laju pembentukan biomassa pada tegakan hutan.

Pada tegakan Akasia kelembaban udara lebih tinggi dibandingkan dengan tegakan Pinus karena terdapat beberapa strata vegetasi seperti pohon yang paling tinggi dengan tajuk yang besar, pohon yang tinggi dengan tajuk kecil dan *understorey*. Pohon yang tinggi dengan tajuk yang besar seperti *Acacia auriculiformis*, *Dalbergia latifolia*, *Swietenia mahagoni* dan *Swietenia macrophylla* dapat menciptakan *microclimate* (iklim mikro) terhadap tanaman dibawahnya (*understorey*), sehingga kelembaban udara lebih tinggi dan suhu udaranya lebih rendah dibandingkan dengan tegakan Pinus yang hanya terdiri dari satu strata vegetasi.

Hasil penelitian estimasi biomassa tersebut menunjukkan bahwa setiap jenis pohon memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menyimpan karbon. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh morfologi pohon seperti tinggi dan diameter pohon kemudian fisiologinya yang berkaitan dengan produktivitas primer. Selain itu juga dipengaruhi oleh faktor fisikokimia maupun keberadaan organisme lain. Menurut Terakunpisut *et al.*, (2007) dalam Combalicer *et al.*, (2011), kemampuan hutan dalam menyimpan karbon tergantung pada jenis hutan, umur hutan dan ukuran pohon. Hutan yang ditanam (*plantation forest*) dengan produktivitas harian yang tinggi merupakan penyimpan karbon yang ideal. Penanaman baru pada tanah yang telah rusak adalah pilihan yang baik untuk cadangan karbon ketika ditanam dan dipanen secara periodik dan dapat digunakan sebagai sumber getah dalam waktu yang lama (Combalicer *et al.*, 2011).

4. KESIMPULAN

Cacah spesies dan kemelimpahan spesies pada tegakan Akasia lebih tinggi dibandingkan cacah spesies dan kemelimpahan spesies pada tegakan Pinus. Pada tegakan Akasia terdapat spesies *Acacia auriculiformis*, *Dalbergia latifolia*, *Swietenia macrophylla*, *Swietenia mahagoni*, *Voacanga grandiflora*, *Aralia* sp. dan spesies yang belum

teridentifikasi. Sedangkan pada tegakan Pinus hanya terdapat spesies *Pinus merkusii*.

Pada tegakan Pinus, *Pinus merkusii* memiliki densitas 1.160 ind/ha dan nilai pentingnya 400 %. Spesies yang melimpah pada *growthform* pohon di tegakan Akasia adalah *Acacia auriculiformis* dengan densitas 380 ind/ha dan nilai penting 132,7 %. Pada *growthform sapling* dan *seedling* densitas tertinggi secara berurutan adalah *Voacanga grandiflora* dengan densitas 520 ind/ha dan nilai penting 56 % ; spesies yang belum teridentifikasi dengan densitas 29.600 individu/ha dan nilai penting 57,3 %.

Biomassa dan kemampuan penyimpanan karbon di tegakan Akasia umur 33 tahun lebih tinggi dibandingkan tegakan Pinus umur 30 tahun. Total biomassa dan kandungan karbon pada *growthform* pohon dan *sapling* di tegakan Akasia adalah 1172,70 ton/ha dan 586,35 tC/ha, sedangkan pada *growthform* pohon di tegakan Pinus biomassa dan kandungan karbonnya adalah 884,62 ton/ha dan 442,31 tC/ha. Pada *growthform* pohon, spesies yang memiliki biomassa dan kandungan karbon tertinggi adalah *Acacia auriculiformis* dengan biomassa 809,72 ton/ha dan karbon 404,86 tC/ha. Sedangkan pada *growthform sapling*, spesies yang memiliki biomassa dan kandungan karbon tertinggi adalah *Voacanga grandiflora* dengan biomassa 13,46 ton/ha dan karbon 6,73 tC/ha.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada dosen pembimbing skripsi Dr. Retno Peni Sancayaningsih beserta dosen penguji Dr. Purnomo, M.S. dan Dr. rer. nat. Andhika Puspito Nugroho. Terima kasih juga kepada kedua orang tua beserta teman-teman yang telah membantu penelitian serta penyusunan artikel ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Alhamd, L., & Rahajoe, J.S. (2013). Species composition and above ground biomass of pine forest at Bodogol, Gunung Gede Pangrango National Park, West Java. *J. of Tropical Biology and Conservation* 10,43-49.
- Brown, S. (1997). Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest. FAO. Forestry Paper.



- Brown, S., Sathaye, J., & Cannel, M. (1996). *Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change*. London: Cambridge University Press.
- Combalicer, M.S., Lee, D.K., Woo, S.Y., Park, P.S., Lee, K.W., Tolentino, E.L., Combalicer, E.A., Lee, Y.K., & Park, Y.D. (2011). Aboveground biomass and productivity of nitrogen-fixing tree species in the Philippines. *Scientific Research and Essays* 6(27):5820-5836.
- De Costa, W.A.J.M., & Suranga, H.R. (2012). Estimation of carbon stocks in the forest plantations of Sri Lanka. *J.Natural Science Foundation of Sri Lanka* 40(1):9 – 41.
- Gibbs, H.K., Brown, S., Niles, J.O., & Foley, J.A. (2007). Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. *Environmental Research Letters* :1-13.
- Hannah, L. (2015). *Climate Change Biology*. New York: Academic Press.
- Hendrati, R. L., Nurrohmah, S.H., Susilawati, S., & Budi, S. (2014). *Budidaya Acacia auriculiformis*. Jakarta. IPB Press.
- Heriyanto, N.M., Siringoringo, H.H., Miyakuni, K., & Yoshiyuki, K. (2005). Allometric equations and other parameters for estimating the amount of biomass in Pinus merkusii forests. *Prosiding Kajian Manajemen Pengikatan Karbon di Hutan Indonesia*. FORDA dan JICA.
- Kesatuan Pengelolaan Hutan DIY. (2014). Rencana Pengelolaan KPH Yogyakarta Jangka Tahun 2015-2024.
- Krisnawati, H., Adinugroho, W.C., & Imanuddin, R. (2013). Monograph Allometric Models for Estimating Tree Biomass at Various Forest Ecosystem Types in Indonesia. Bogor: Ministry of Forestry.
- Lasco, R.D. (2002). Forest carbon budgets in Southeast Asia following harvesting and land cover change. *Science in China* 45:55-64.
- Li, P., Huang, Z.L., Xiang, Y.C., & Ren, H. (2011). Survival, growth and biomass of *Acacia auriculiformis* and *Schima superba* seedlings in different forest restoration phases in Nan'ao Island, South China. *J. of Tropical Forest Science* 23(2):177 – 186.
- Li, X., Yi, M.Y., Son, Y., Park, P.S., Lee, K.H., Son, Y.M., Kim, R.H., & Jeong, M.J. (2011). Biomass and carbon storage in an age-sequence of Pine (*Pinus koraiensis*) plantation forests in Central Korea. *J. Plant Biology* 54: 33-42.
- Pousujja, R., Granhof, J., & Willan, R. L. (1986). *Pinus merkusii Jung and De Vriese*. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre.
- Siregar, H. (2007). Pendugaan biomassa pada hutan tanaman Pinus (*Pinus merkusii Jungh et deVriese*) dan konservasi karbon tanah di Cianten, Jawa Barat. *J. Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 6(3):251 – 266.
- Yavasli, D.D. (2012). Recent approaches in aboveground biomass estimation methods. *Aegean Geographical Journal* :39 – 51.

Penanya:

Dr Donatus Setyawan Purwo Handoko S.Si, M.Si (Universitas Jember)

Pertanyaan:

- Bagaimana bentuk CO₂ di dalam pohon?
- Bagaimana benalu dapat tumbuh?

Jawaban:

- Karbon dioksida dalam pohon dalam bentuk karbohidrat yang dibedakan menjadi sukrosa, glukosa dan lain-lain
- Benalu berasal dari biji yang terdispersal yang tumbuh karena mendapat nutrient dari inang (tumbuhan lain). Biji benalu misalnya disebarkan oleh burung kemudian di bawa ke lokasi lain (pohon di tempat lain) kemudian hidup di pohon tersebut bila terdapat nutrient yang cukup.