

KERAGAMAN SPESIES DAN SIMPANAN KARBON HUTAN GAMBUT DI SEMENANJUNG KAMPAR

M. Genta Soerianto, Prayoto

Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Riau

mrpray2000@gmail.com

Abstract

Various flora and fauna had disappeared in peat swamp forest before they were recorded, identified, and utilized. Hence, we conducted vegetation analysis in Kampar Peninsula, Riau. There were 44 species from 29 families in two-hectare sample plot. The vegetation community was a regenerating logged-over peat swamp forest stand. Shannon-Weiner's Diversity Index for the area ranged from 2.21 to 2.88. Tree density and basal area in plot two (186 stems/ha and 17 m²/ha) was higher than plot one (127 stems/ha and 8 m²/ha). Tree volume and carbon stock in plot two were 252.19 m³/ha and 100.95 ton/ha—than they plot one (99.04 m³/ha and 59.75 ton/ha). *Syzygium acutifolium* has the highest Important Value Index (IVI) in all growth stages. The tree families which have high IVI value were Myrtaceae, Dipterocarpaceae, and Sapotaceae. The forest structure was dominated by tree diameter of less than 20 cm (81%). There were three species that are listed in the IUCN Red list which were found in the area, namely *Shorea uliginosa*, *Gonystylus bancanus*, and *Combretocarpus rotundatus*. Based on the forest's current condition, we suggest that the policy that regulates logged-over peat swamp forest conversion to acacia plantation or oil palm plantation to be reviewed.

Keywords: Peat swamp forest, species richness, logged-over forest, tree volume, carbon stock

PENDAHULUAN

Hutan rawa gambut mengandung bahan organik yang tinggi dari tanaman yang mati. Indonesia mempunyai hutan rawa gambut terbesar di dunia, meliputi areal seluas 20,6 juta hektar (Wahyunto *et al.* 2004) yang terletak di Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Hutan rawa gambut bisa digunakan sebagai sumber kayu untuk bahan bangunan atau perlengkapan memancing. Produk hutan lain yang berguna adalah rotan, getah, selutong, tanaman obat-obatan, madu, ikan, dan buah-buahan. Hutan rawa gambut merupakan habitat beragam jenis makhluk hidup termasuk jenis endemik. Selanjutnya air yang mengalir di hutan rawa gambut ideal bagi berkembang-biakan ikan (Wibisono *et al.* 2005).

Hutan rawa gambut dikenal sebagai ekosistem paling unik yang sangat sensitive terhadap gangguan manusia. Aktivitas manusia mengurangi biodiversitas hutan gambut (Miettinen & Liew 2010) dan membuat beberapa jenis flora dan fauna hilang sebelum teridentifikasi, diidentifikasi dan dimanfaatkan. Kebanyakan masyarakat yang tinggal disekitar hutan gambut kurang mengetahui fungsi hutan gambut akibat keterbatasan akses pendidikan terkait gambut.

Variasi ketebalan gambut dan aliran air mengakibatkan keragaman spesies yang berbeda-beda di hutan rawa gambut. Landscape hutan rawa gambut berisi beberapa tipe hutan rawa gambut yang jelas: hutan sempadan sungai, hutan rawa gambut sempadan sungai, hutan rawa gambut campuran, dan rawa campuran-hutan tiang rendah (Page *et al.* 1999).

Sayangnya, analisis vegetasi pada beragam kondisi hutan rawa gambut di Indonesia masih terbatas. Shannon-Weiner's Diversity Index untuk hutan rawa gambut berkisar antara 0 hingga 3.24 di Danau Naga Sakti (Sribudiani 2009), 1.2 hingga 3.6 di Suaka Margasatwa (SM). Giam Siak Kecil (Haryati & Nakagoshi, 2013; Gunawan *et al.* 2012), dan 2.2 di Senepis (Mawazin & Subiakto 2013). Disisi lain, aktivitas manusia seperti



penebangan pohon merusak kondisi hutan rawa gambut. Karena itu perlu dilakukan analisis vegetasi pada hutan rawa gambut bekas tebangan.

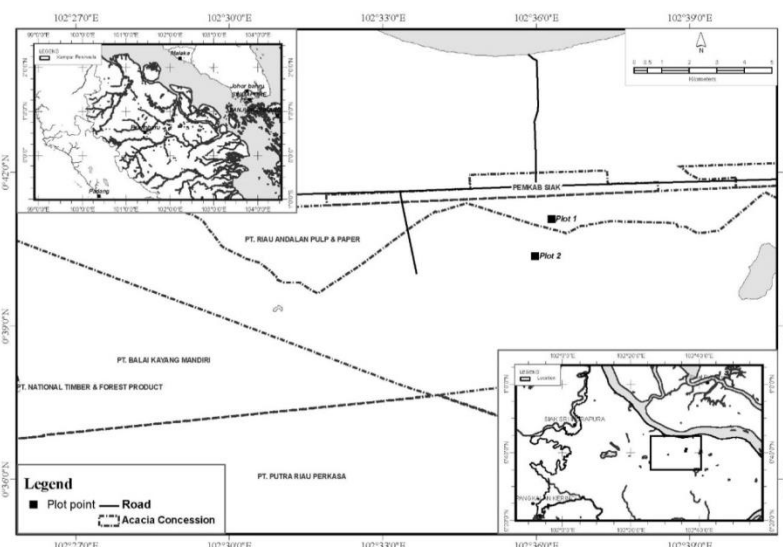
Studi ini focus pada Semenanjung Kampar, Provinsi Riau karena merupakan hutan rawa gambut terluas yang masih tersisa di Indonesia. Penutupan hutan tahun 1982 adalah 63% dari total area (702,129 hektar). Sayangnya, tahun 2005 persentase hutan berkurang signifikan menjadi 63% (260,348 hektar) atau 34% deforestasi selama 23 tahun (Darmawan *et al.* 2016).

Tujuan studi ini adalah untuk menentukan keragaman spesies, struktur hutan, volume kayu dan simpanan karbon hutan rawa gambut di Semenanjung Kampar. Hasil studi ini akan berguna untuk reboisasi lahan gambut beserta usaha konservasi lahan gambut di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Area studi

Semenanjung Kampar (Gambar 1) terletak di pantai timur Sumatra antara Sungai Kampar dan Sungai Kampar ($0^{\circ}10'N-1^{\circ}51'S$, $101^{\circ}50'-103^{\circ}07'E$). Kawasan ini mempunyai iklim tropis dengan curah hujan dan suhu rata-rata tahunan 2,500 mm dan $26.5^{\circ}C$ (Badan Pusat Statistik Provinsi Riau 2015). Area ini mempunyai beberapa kubah gambut dan empat (SM) yaitu SM Tasik Serkap, SM Tasik Belat, SM Danau Pulau Besar, and SM Tasik Metas. Landscape ini punya 58 jenis flora dan 25 jenis fauna (WWF Indonesia 2006).



Gambar 1. Lokasi plot contoh di Semenanjung Kampar, Riau

Semenanjung Kampar terdiri dari hutan rawa gambut, hutan mangrove, perkebunan sawit, belukar, hutan tanaman dan pemukiman (Hooijer *et al.* 2015). Kawasan ini mempunyai sejarah panjang tebang pilih sejak tahun 1969, selanjutnya konversi hutan menjadi hutan tanaman dilakukan mulai tahun 1997 (Tropenbos Indonesia 2010).

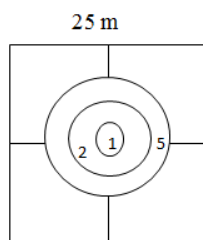
Plot Sample

Dua buah plot dibuat sebagai lokasi sampel. Koordinat plot satu adalah $0^{\circ}41'5''N$, $102^{\circ}36'18''E$ dan plot dua adalah $0^{\circ}40'22''N$, $102^{\circ}35'59''E$ (Gambar 2). Ukuran tiap plot adalah $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ dan dibagi menjadi 16 Record Units (RU) berukuran $25\text{ m} \times 25\text{ m}$. Setiap RU terdiri dari beberapa sub-RU berdasarkan tingkat pertumbuhan vegetasi.

100 m

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

25 m



- Sub record unit Ø 1 m untuk semai (tinggi 30 cm–150 cm)
- Sub record unit Ø 2 m untuk pancang (tinggi ≥ 150 cm, Ø < 5 cm)
- Sub record unit Ø 5 m untuk tiang (Ø ≥ 5 cm < 20 cm)
- Sub record unit 25 m x 25 m untuk pohon (Ø ≥ 20 cm)

Gambar 2. Rancangan plot contoh untuk pengukuran vegetasi.

Pengukuran vegetasi

Pengukuran vegetasi dilakukan bulan September 2014. Jenis pohon diidentifikasi oleh penduduk local dan staf Teknik dari Dinas Kehutanan Provinsi Riau dimana nama local ini diterjemahkan menjadi nama ilmiah. Diameter diukur setinggi 130 cm diatas tanah menggunakan Phi band meter dan cabang pertama dijadikan sebagai tinggi pohon. Raganometer juga digunakan untuk mengukur tinggi pohon menggunakan algoritma trigonometry.

Analisis data vegetasi

Indeks keragaman vegetasi dianalisis berdasarkan komposisi vegetasi. Indeks tersebut dianalisis dengan menghitung frekuensi spesies, diameter, dan tinggi. Berikut ini yang digunakan dalam studi ini:

Indeks Nilai Penting (INP)

INP digunakan untuk menganalisa struktur hutan dan komposisinya (Curtis & McIntosh 1951). INP merepresentasikan dominasi suatu spesies terhadap spesies lain dalam sebuah komunitas dengan nilai maksimum 300. INP untuk tiang dan pohon merupakan penjumlahan dari kerapatan relative, dominasi relative dan frekuensi relative. INP untuk semai dan pancang merupakan penjumlahan kerapatan relative dan frekuensi relative.

Kerapatan relative merupakan jumlah individu suatu spesies dibagi dengan jumlah total individu seluruh spesies. Dominasi relative merupakan luas bidang dasar (LBD) suatu spesies dibagi total LBD seluruh spesies. $LBD = 0.7854 \text{ (Diameter/100)}^2$. Relatif frekuensi merupakan jumlah plot ditemukannya suatu spesies dibagi jumlah total plot sampel (Priatna *et al.* 2004). INP lebih dari 10% untuk semai dan pancang merupakan spesies penting, sedangkan untuk tiang dan pohon spesies penting memiliki INP lebih dari 15% (Mawazin & Subiakto 2013).

Indeks Keragaman Shannon-Weiner's (H')

Indeks keragaman spesies merupakan sebuah parameter penting untuk menentukan tingkat suksesi dan stabilitas suatu komunitas (Staudhammer & LeMay 2001). Indeks keragaman Shannon-Weiner's berkisar dari 0 (keragaman komunitas rendah) hingga 4 (keragaman komunitas tinggi). Berdasarkan kategori biodiversiti, kerang dari 1 rendah, 1 hingga 3 moderat, dan lebih dari 3 tinggi (Magurran 1988).

Rumus untuk H' adalah:

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \cdot \ln P_i$$

Dimana,

H' = Indeks keragaman Shannon-Weiner's

P_i = proporsi nilai penting dari spesies i
(P_i = n_i/N)

n_i = Jumlah individu tiap spesies dalam plot
contoh

N = Total jumlah individu

S = Jumlah spesies yang ditemukan

Σ = Jumlah spesies 1 hingga spesies S



Indeks Kemerataan Shannon (E')

Indeks kemerataan digunakan untuk mengetahui tingkat stabilitas suatu spesies dalam sebuah komunitas. Berdasarkan kategori klasifikasi kurang dari 0,3 adalah rendah, 0,3 hingga 0,6 adalah sedang, dan 0,6 is tinggi (Magurran 1988).

Rumusnya adalah:

$$E' = \frac{H'}{\ln S} \times 100\%$$

Dimana:

H' = Indeks keragaman Shannon- S = Jumlah spesies yang ditemukan

Weiner's

\ln = Logarithm Natural

Index Dominasi (C)

Indeks dominasi digunakan untuk mengetahui dominasi spesies tertentu terhadap spesies lainnya. Nilai C rendah berarti dominasi spesies menyebar diantara spesies yang berbeda, sedangkan nilai C tinggi menunjukkan spesies dominan terpusat pada spesies tertentu. Pembagian kategorinya adalah kurang dari 0,5 adalah rendah, 0,5 hingga 0,75 adalah sedang, dan lebih dari 0,75 adalah tinggi (Krebs 1994).

Rumusnya adalah:

$$C = -\sum_{i=1}^n \{ni/N\}^2$$

Dimana:

C = Indeks Dominasi

N = Total indeks nilai penting

n_i = indeks nilai penting spesies i

Volume Pohon dan Karbon

Volume pohon dihitung berdasarkan rumus, $\text{Volume} = \text{LBD} \times \text{tinggi} \times 0.7$. Jumlah berat kering biomasa dihitung menggunakan persamaan aliometri yang umum dipergunakan di Indonesia. Separuh berat kering biomasa diperkirakan sebagai jumlah karbon (Murdiyarso *et al.* 1999).

$$W = 0.110 D^{2.62} \quad (\text{Ketterings et al. 2001})$$

Dimana:

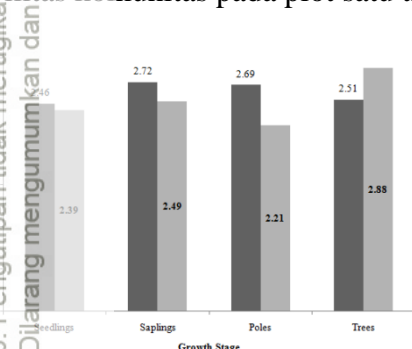
W = Berat kering biomassa pohon (kg) D = Diameter pohon (cm)

D = Diameter pohon (cm)

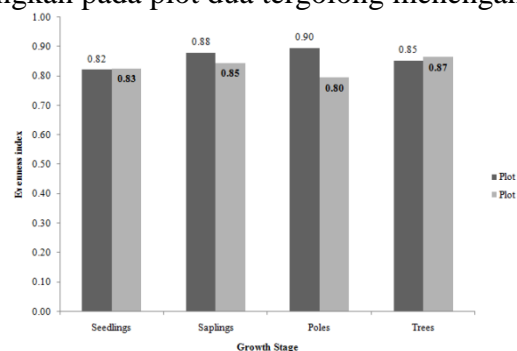
HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks keragaman dan jumlah species

Komunitas vegetasi mempunyai nilai indeks keragaman (H') moderat antara 2,21 hingga 2,88 untuk semua tingkat pertumbuhan (Gambar 3), dimana nilai ' H ' paling tinggi pada plot satu adalah tingkat pertumbuhan pancang dan nilai ' H ' paling tinggi pada plot dua adalah tingkat pertumbuhan pohon. Indeks kemerataan (E') untuk komunitas pada plot satu tergolong tinggi berkisar antara 0,8 hingga 0,9 (Gambar 4). Hasil ini menunjukkan bahwa komunitas pada plot satu tinggi sedangkan pada plot dua tergolong menengah.



Gambar 3. Indeks Keragaman (H')

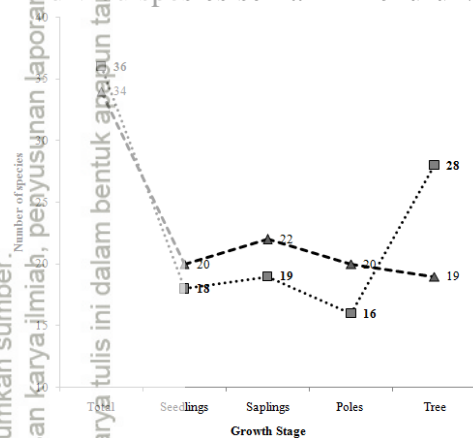


Gambar 4. Indeks kemerataan (E')

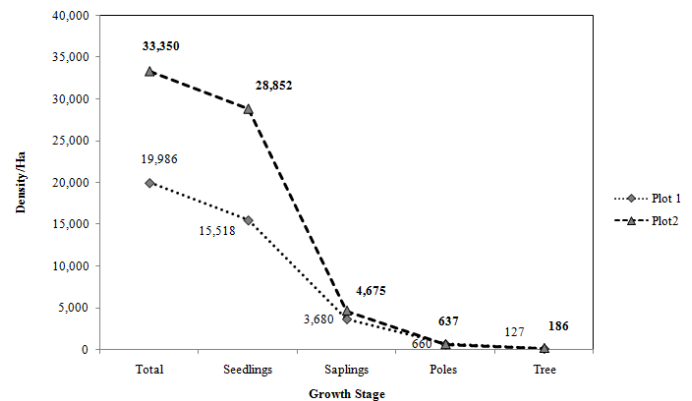


Terdapat 44 spesies dari 29 famili dalam 2 hektar plot contoh. Plot dua mempunyai lebih banyak spesies (36 spesies) dibanding plot satu (34 spesies) (Gambar 5). Tujuh spesies ditemukan pada semua tingkat pertumbuhan pada plot satu (Apendiks A) yaitu *Bleumeodendron tokbrai*, *Combretocarpus rotundatus*, *Litsea firma*, *Myristica lowiana*, *Imelodendron griffthianum*, *Shorea uliginosa*, and *Syzygium acutifolium*. Sementara sepuluh spesies ditemukan pada semua tingkat pertumbuhan di plot dua (Appendix B) yaitu *Antidesma coriaceum*, *Combretocarpus rotundatus*, *Diospyros maingayi*, *Canuamontleyana*, *Glutarenghas*, *Myristica lowiana*, *Payena leersii*, *Polyaltiahypoleuca*, and *Syzygium acutifolium*.

Pancang memiliki jumlah spesies terbanyak di plot satu sedangkan pohon mempunyai jumlah spesies paling banyak di plot dua (Gambar 5). Pola sebaran tingkat pertumbuhan memiliki bentuk J terbalik pada kedua plot (Gambar 6). Semai memiliki kepadatan paling tinggi dimana semakin tinggi tingkat pertumbuhan kepadatan individu spesies semakin menurun.



Gambar 5. Jumlah spesies



Gambar 6. Jumlah individu

Vegetasi tumbuh mengisi celah setelah kegiatan penebangan. Pertumbuhan semai berkurang akibat kompetisi ruang, cahaya dan nutrisi. Seleksi alam mengurangi jumlah individu yang bisa tumbuh pada tiap tingkat pertumbuhan (Denslow 1987). Analisis vegetasi lebih lanjut pada hutan bekas tebangan yang berbeda dibutuhkan untuk mengetahui efek tebang pilih terhadap struktur hutan dan komposisi spesies di hutan rawa gambut. Indek keragaman dan kemerataan yang menengah menunjukkan bahwa keragaman spesies pada areal studi kami dapat bertahan. Hutan bekas tebangan seharusnya dikelola dengan baik agar keragaman spesies dapat pulih sesuai kondisi alamnya.

Domominasi spesies

Syzygium acutifolium mempunyai INO paling tinggi pada semua tingkat pertumbuhan dalam plot contoh (Lampiran A dan B). Nilai INP spesies lainnya bervariasi setiap tingkat pertumbuhan dalam tiap plot. Nilai INP tertinggi di plot satu berdasarkan tingkat pertumbuhan: semai yaitu *Syzygium acutifolium*, *Antidesma coriaceum*, *Myristica lowiana*, *Shorea uliginosa* dan *Ilex hypoglauc* (Lampiran A); pancang yaitu *Syzygium acutifolium*, *Myristica lowiana*, *Myristica lowiana*; tiang yaitu *Syzygium acutifolium*, *Palaquium leiocarpum*, *Antidesma coriaceum*, *Shorea uliginosa*, dan *Polyaltia hypoleuca*; pohon yaitu *Shorea uliginosa*, *Syzygium acutifolium*, *Litsea firma*, dan *Palaquium leiocarpum*.

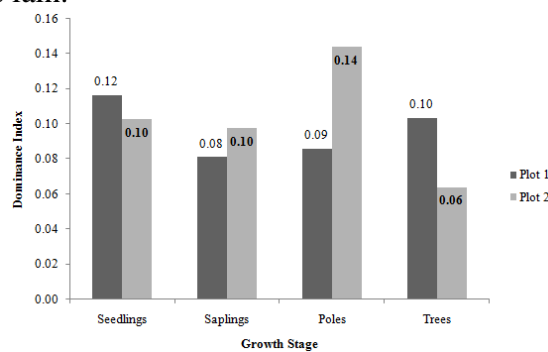
Nilai INP tertinggi pada plot dua berdasarkan tingkat pertumbuhan: semai yaitu *Syzygium acutifolium*, *Antidesma coriaceum*, *Diospyros maingayi*, dan *Gluta renghas* (Lampiran B); pancang yaitu *Syzygium acutifolium*, *Antidesma coriaceum*, dan *Combretocarpus rotundatus*; tiang didominasi oleh *Syzygium acutifolium*, *Combretocarpus*



Gombretocarpus rotundatus, dan *Pimelodendron griffithianum*; Pohon yaitu *Syzygium acutifolium*, *Compassia malaccensis*, *Pimelodendron griffithianum*, dan *Palaquium leiocarpum*.

Family dengan jumlah individu terbanyak di plot satu yaitu Myrtaceae, Dipterocarpaceae, dan Lauraceae (Lampiran A and C) sedangkan di plot dua yaitu Myrtaceae, Sapotaceae, and Euphorbiaceae (Lampiran B and C). Famili dengan nilai INP tertinggi pada plot satu berdasarkan tingkat pertumbuhan; semai yaitu Myrtaceae, Euphorbiaceae, Myristicaceae, dan Rutaceae (Lampiran A and C); pancang yaitu Myrtaceae, Euphorbiaceae, Myristicaceae, dan Aquifoliaceae; tiang yaitu Myrtaceae, Sapotaceae, Euphorbiaceae, dan Dipterocarpaceae; dan pohon yaitu Myrtaceae, Dipterocarpaceae, Lauraceae, dan Sapotaceae. Sedangkan INP tertinggi pada plot dua; semai yaitu Myrtaceae, Euphorbiaceae, Ebenaceae, dan Tymelaceae (Lampiran B dan C); pancang yaitu Myrtaceae, Euphorbiaceae, Anisophylleaceae, dan Ebenaceae; tiang yaitu Myrtaceae, Anisophylleaceae, Euphorbiaceae, dan Sapotaceae; pohon yaitu Sapotaceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, dan Fabaceae. Dominasi suatu spesies terhadap spesies lainnya rendah untuk kedua plot (0.06 hingga 0.14) (Gambar 7).

Berdasarkan nilai INP, plot sample termasuk asosiasi *Syzygium acutifolium*. Spesies dominan menggunakan lingkungan secara efisien dibanding spesies lain. Spesies dominan pada areal studi kami merupakan spesies yang umum di hutan rawa gambut Sumatera (Kuniyasu & Tetsuya 2002). Dipterocarpaceae bukan family yang mendominasi pada areal studi kami namun mendominasi hutan rawa gambut. Spesies yang ditemukan pada semua tingkat pertumbuhan mempunyai kemampuan regenerasi yang baik dan bisa bersaing dengan spesies lain.

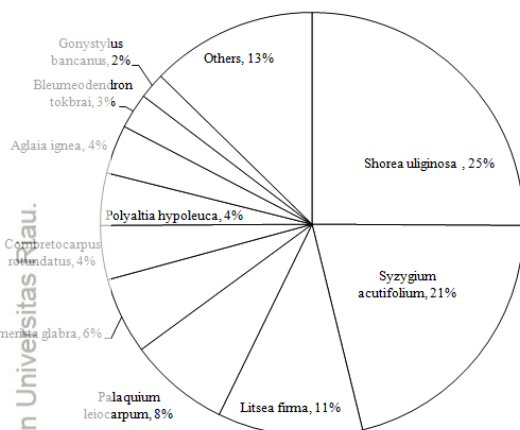


Gambar 7. Indeks Dominasi Spesies

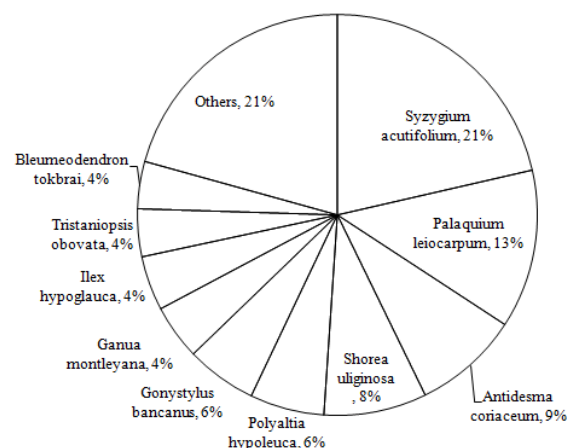
Bidang Dasar (LBD), kerapatan pohon, diameter dan tinggi

Kerapatan pohon dan LBD plot dua lebih tinggi dari pada plot satu (186 batang/ha dan 11 m²/ha) dan (127 batang/ha and 8 m²/ha) (Gambar 6, Lampiran A dan Lampiran B). Spesies dengan Luas Bidang Dasar (LBD) lebih dari 20% pada plot dua yaitu *Shorea javanica* (25%; Gambar 8), dan *Syzygium acutifolium* (25%) untuk tingkat pohon. Untuk tingkat tiang LBD > 20% yaitu *Syzygium acutifolium* (21%; Gambar 9). Sedangkan untuk tingkat satu, tidak ada spesies yang memiliki LBD lebih dari 20% untuk tingkat pohon (Gambar 10), untuk tingkat tiang LBD lebih dari 20% yaitu *Syzygium acutifolium* (30%) dan *Gombretocarpus rotundatus* (22%; Gambar 11).

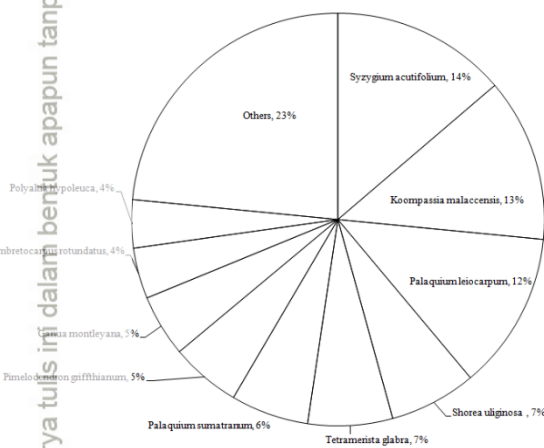




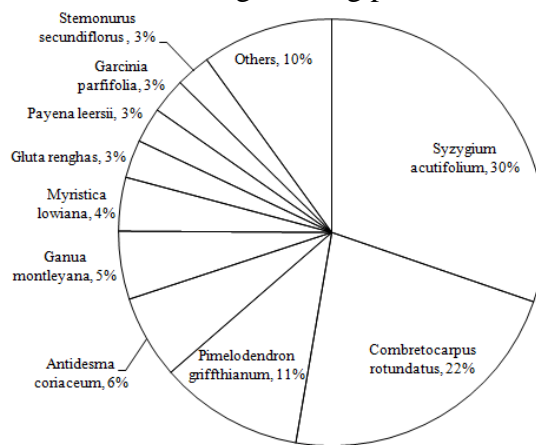
Gambar 8. LBD tingkat pohon plot 2



Gambar 9. LBD tingkat tiang plot 1



Gambar 10. LBD tingkat pohon plot 1

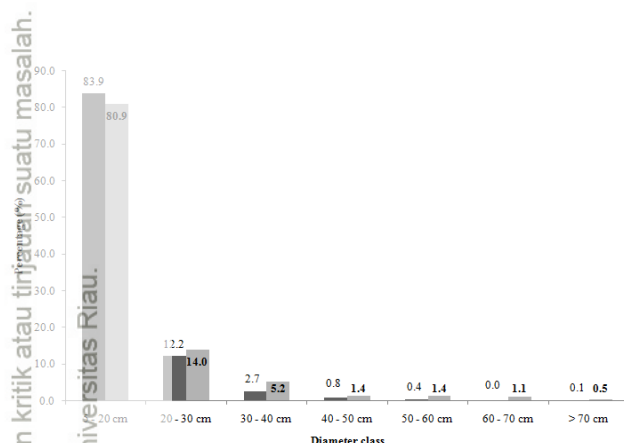


Gambar 11. LBD tingkat tiang plot 1

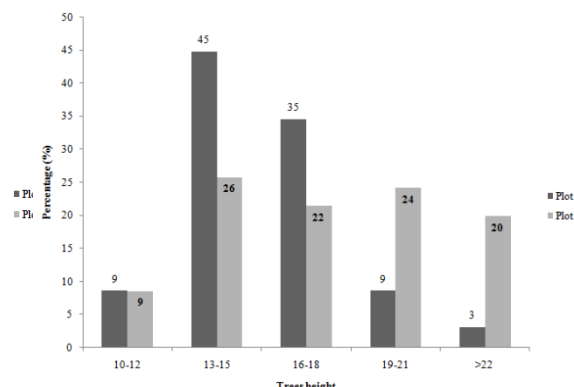
Pola sebaran diameter pohon mengikuti bentuk J terbalik pada kedua plot contoh (Gambar 12). Diameter pohon 5 cm–20 cm dominan pada plot satu (83.9%) dan plot dua (80.9%). Jumlah pohon berkurang dengan meningkatnya ukuran diameter. Pohon dengan ketinggian 13–18 m mendominasi plot satu (79.5%) (Gambar 13), sedangkan pada plot dua jumlah individu berdasarkan ketinggian pohon terdistribusi merata.

Luas bidang dasar pohon dan tiang di plot satu dan dua lebih rendah dibanding hutan alam di Kalimantan 20.57 to 41.8 m²/ha (Sidiyasa 2009), tetapi kerapatan pohon dengan hutan alam 485 to 806 batang/ha. Pohon besar yang tersisa merupakan sisa dengan nilai komersil rendah. Bentuk J terbalik pada kerapatan pohon merupakan umum di hutan tropis (Ogawa *et al.* 1965). Hasil ini menunjukkan proses suksesi alamiah dengan jumlah individu terdistribusi pada berbagai umur. Lapisan tajuk pada hutan bekas tebangan kurang bervariasi dibanding hutan primer (Okuda *et al.* 2003).





Gambar 12. Sebaran diameter



Gambar 13. Sebaran tinggi pohon

Volume pohon and karbon

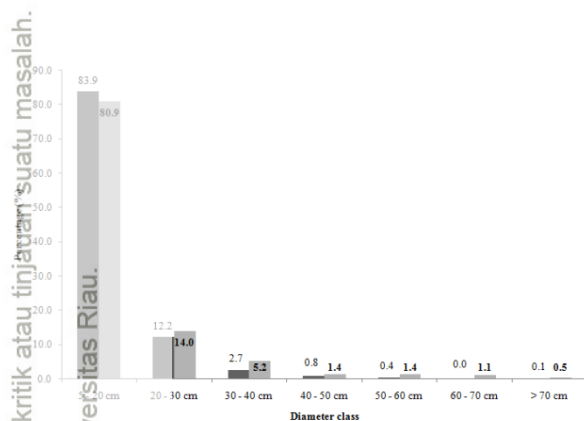
Volume pohon di plot dua (252.19 m³/ha) lebih tinggi dari plot satu 99.04 m³/ha (Lampiran B dan A). Pohon dengan volume terbanyak di plot dua yaitu *Koompassia malaccensis*, *Palaquium leiocarpum*, and *Syzygium acutifolium* (Appendix B), sedangkan pada plot satu yaitu *Shorea uliginosa*, *Syzygium acutifolium*, and *Litsea firma* (Appendix A).

Setengah volume pohon pada plot satu merupakan kelas diameter 20–30 cm (Gambar 14). Pada plot satu volume pohon menurun dengan meningkatnya kelas diameter, sedangkan pada plot dua volume pohon berdasarkan kelas diameter terdistribusi lebih merata. Famili Dipterocarpaceae, Myrtaceae, dan Sapotaceae mempunyai volume yang tinggi masing-masing 29%, 21%, and 11% di plot satu (Gambar 15), sedangkan pada plot dua Sapotaceae, Fabaceae and Myrtaceae mempunyai volume pohon yang tinggi masing-masing 29%, 15%, dan 13% (Gambar 16).

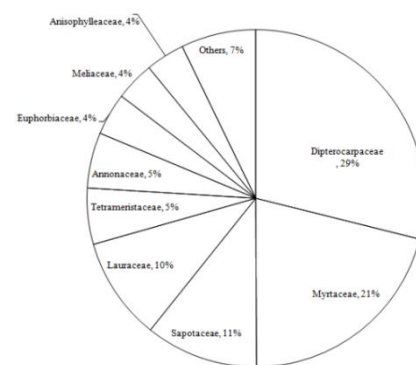
Simpanan karbon plot dua (100.95 ton/ha; Lampiran B) lebih tinggi dari plot satu (9.75 ton/ha; Lampiran A). Mayoritas karbon di plot satu tersimpan dalam pohon kelas diameter 20-30 cm (46%), (Gambar 17), sedangkan pada plot dua tidak ada kelas diameter yang mendominasi simpanan karbon. Simpanan karbon di plot satu didominasi oleh *Shorea uliginosa*, *Syzygium acutifolium*, dan *Palaquium leiocarpum* (Lampiran A), sedangkan simpanan karbon di plot dua di dominasi oleh *Palaquium leiocarpum*, *Koompassia malaccensis*, *Syzygium acutifolium* dan *Tetramerista glabra* (Lampiran B).

Tree volume and carbon stock of the forest suggest that logged-over peat swamp forest should be managed as carbon stock and wood resources in the future. Volume pohon pada areal studi lebih rendah dari rata-rata volume pohon hutan rawa gambut sekunder di Indonesia (214.80 m³/ha; Ministry of Environment and Forestry 2014).

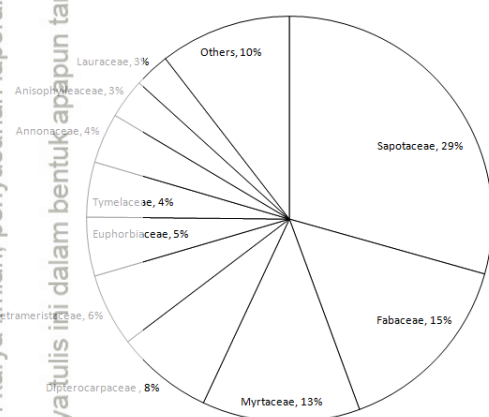
Jumlah biomasa diatas tanah tergantung pada bagian tanaman, tingkat pertumbuhan, kerapatan dan kondisi lingkungan. Jumlah biomasa di Indonesia adalah 151 ton/ha hingga 301 ton/ha (Ministry of environment and forestry 2014). Pohon berdiameter 100 cm mengandung 70% karbon pada hutan primer sedangkan tanaman rendah mengandung 10% biomasa (Rahayu *et al.* 2004) yang tersimpan dalam serasah pada permukaan tanah. Studi ini hanya menghitung volume tegakan diatas permukaan tanah. Berdasarkan jumlah karbon areal studi merupakan hutan sekunder (Brearley & Kidd 2004) karena hutan primer mengadung 300 ton karbon/ha (Palm *et al.* 1999). Simpanan karbon dengan areal studi di PT National Sago Prima (Rosalina *et al.* 2013).



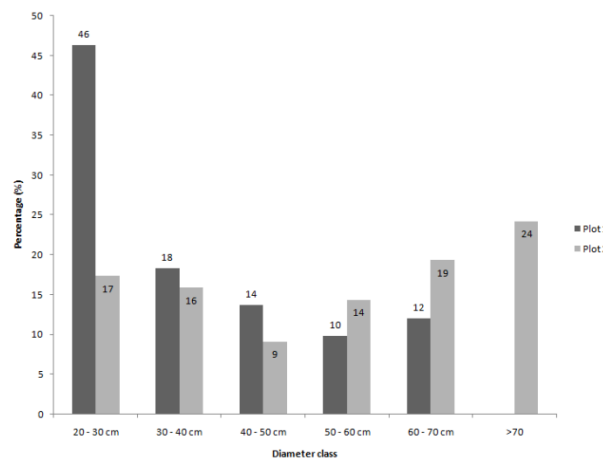
Gambar 14. Volume berdasarkan kelas diameter



Gambar 15. Volume berdasarkan family plot1



Gambar 16. Volume berdasarkan family



Gambar 17. Simpanan karbon berdasarkan kelas diameter

DAFTAR PUSTAKA

- Brearley, F. & Kidd, P. 2004. Structure and floristics of an old secondary rain forest in Central Kalimantan, Indonesia, and a comparison with adjacent primary forest. *Forest Ecology and Management*. 195: 386–398.
- J. T. & McIntosh, R. P. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border Region of Wisconsin. *Ecology*. 32: 476–496.
- Hamdhan, B., Siregar, Y.I. & Zahrah, S. 2016. Sustainable management of peat swamp forest ecosystems toward forest and land fires in Kampar Peninsula, Sumatera. *Man and Environment*. 23: 195–205 (in Indonesian with English Abstract).
- Went, J. S. 1987. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 18: 431–451.
- Hamdhan, H., Kobayashi, S., Mizuno, K. & Kono, Y. 2012. Peat swamp forest types and their regeneration in Giam Siak Kecil-Bukit Batu Biosphere Reserve, Riau, East Sumatra, Indonesia. *Mires and Peat*. 10: 1–17.
- Hamdhan, E. & Nakagoshi, N. 2013. Post-fire succession at forest vegetation in Giam Siak Kecil Wildlife Reserve, Riau, Indonesia. *Hikobia*. 16: 335–349.
- Hamdhan, A., Vernimmen, R., Mawdsley, N., Page, S., Mulyadi, D. & Visser, M. 2015. Assessment of impacts of plantation drainage on the Kampar Peninsula peatland, Riau. 80 pp. Wetlands International, Wageningen.
- Ketterings, Q.M., Coe, R., Van Noordwijk, M., Ambagau, Y. & Palm, C.A. 2001. Reducing uncertain in the use of allometric biomass equation for predicting above-ground



- tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and Management*. 146: 199–209.
- Krebs, C.J. 1994. *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*. 801 pp. Addison Wesley Longman, Menlo Park.
- Lunijayu, M. & Tetsuya, S. 2002. Environments and people of Sumatran peat swamp forests I: Distribution and typology of vegetation. *Southeast Asian Studies*. 40: 74–86.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. 192 pp. Princeton University Press, New York.
- Mawazain & Subiakto, A. 2013. Species diversity and composition of logged over peat swamp forest in Riau. *Forest Rehabilitation*. 1: 59–73.
- Miettinen, J. & Liew, S. C. 2010. Degradation and development of peatland in peninsular Malaysia and in the islands of Sumatra and Borneo since 1990. *Land Degradation and Development*. 296: 285–296.
- Ministry of environment and forestry 2014. Potential of forest resources from plots of national forest inventory. 41 pp. Jakarta, (in Indonesian).
- Murdiyarso, D., Noordwijk, M.V. & Suyanto, D.A. 1999. Modelling global change impact on the soil environment, In: Murdiyarso, D., Noordwijk, M.V. & Suyanto, D.A. (eds.), *Modelling Global Change Impact on the Soil Environment*, pp. 11–20. IC-SEA Report No. 6, BIOTROP-GCTE/ICSEA, Bogor.
- Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K. & Kira, T. 1965. Comparative study on three main types of forest vegetation in Thailand I. Structure and floristic composition. *Nature and Life in Southeast Asia*. 4: 13–48.
- Okuda, T., Suzuki, M., Adachi, N., Quah, E.S., Hussein, N.A. & Manokaran, N. 2003. Effect of selective logging on canopy and stand structure and tree species composition in a lowland dipterocarp forest in peninsular Malaysia. *Forest Ecology and Management*. 175: 297–320.
- Page, S. E., Rieley, J.O., Shetye, W. & Weiss, D. 1999. Interdependence of peat and vegetation in a tropical peat swamp forest. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*. 354: 1885–1897.
- Peterson, C.A., Wooster, P.L., Alegre, J., Arevalo, L., Castilla, C., Cordeiro, D.G., Feigl, B., Hairiah, K., Mendes, A., Moukam, A., Njomgang, R., Parton, W.J., Ricse, A., Rodrigues, V. & Sitompul, S.M., 1999. Carbon sequestration and trace gas emissions in slash-and-burn and alternative land uses in the humid tropics. 17 pp. ICRAFT, Nairobi.
- Priantono, D., Kartawinata, K. & Abdulhadi, R. 2004. Recovery of a lowland dipterocarp forest twenty two years after selective logging at Sekundur, Gunung Leuser National Park, North Sumatra, Indonesia. *Reinwardtia. A Journal on Taxonomic Botany, Plant Sociology and Ecology*. 12: 237–255.
- Rahayu, S., Lusiana, B. & Van Noordwijk, M. 2004. Land use system in Nunukan Regency, East Kalimantan, in: Lusiana, B., Noordwijk, M.V. & Rahayu, S. (eds.), *Carbon stock in Nunukan Regency East Kalimantan: Modelling and spatial monitoring*. pp. 56. World Agroforestry Centre, Bogor (in Indonesian).
- Rosalia, Y., Kartawinata, K., Nisyawati, Nurdin, E. & Supriatna, J. 2013. Floristic composition and structure of a peat swamp forest in the conservation area of the PT National Sago Prima, Selatpanjang, Riau, Indonesia. *Reinwardtia. A Journal on Taxonomic Botany, Plant Sociology and Ecology*. 14: 193–210.
- Sugita, K. 2009. Structure, composition, and diversity of stands in Sungai Wain Protection Forest in Balikpapan, East Kalimantan. *Journal of Forest Research and Nature Conservation*. 6: 79–93 (in Indonesian with English Abstract).



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.



- Prabudiani, E. 2009. Inventory and identification of forest in Naga Sakti Lake. Proceeding of Semirata Sultan Ageng Tirtayasa University: 1–8.
- Statistics of Riau Province 2015. Riau in figure 2015. 468 pp. Statistics of Riau Province, Pekanbaru.
- Waudhammer, C. L. & LeMay, V. M. 2001. Introduction and evaluation of possible indices of stand structural diversity. Canadian Journal of Forest Research. 31: 1105–1115.
- Tropenbos Indonesia 2010. Data and base information of comprehensive assessment of high conservation value in Kampar Peninsula. 210 pp. Tropenbos Indonesia, Bogor (in Indonesian).
- Wahyunto, Ritung, S., Suparto & Subagjo 2004. Peat distributin and carbon content in Sumatra and Kalimantan. 254 pp. Wetlands International, Bogor (in Indonesian).
- Whittaker, R.J., Willis, K.J. & Field, R. 2001. Scale and species richness: towards a general, theory of species diversity hierarchical. Diversity. 28: 453–470.
- Wibisono, I.T.C., Siboro, L. & Suryadiputra, I.N.N. 2005. Guidelines for rehabilitation and silviculture techniques on peatlands. 174 pp. Wetlands International, Bogor (in Indonesian).
- WWF Indonesia 2006. Overview of the status of natural forests in Kuala Kampar, Riau, Sumatra, Indonesia. Proposed expansion of the peninsula's existing conservation area. 16 pp. WWF Indonesia, Jakarta