

SERAPAN KARBON DIOKSIDA TUMBUHAN ULAYAT UNTUK RUANG TERBUKA HIJAU DI KOTA PALANGKA RAYA

Yetrie Ludang
Program Studi Kehutanan, Universitas Palangka Raya, Indonesia
Email : yludang@yahoo.com

Abstrak

Perkembangan pembangunan dan perekonomian Kota Palangka Raya semakin pesat yang berdampak negatif terhadap tutupan lahan bervegetasi, berkurangnya ketersediaan oksigen dan meningkatnya emisi gas CO₂. Upaya untuk menekan dampak negatif tersebut salah satunya adalah memperbanyak RTH dengan pemilihan jenis tumbuhan yang tepat. Pemilihan jenis tumbuhan RTH dilihat dari sisi pengetahuan ilmiah sudah banyak dilakukan, sedangkan penelitian yang memadukan pengetahuan ilmiah dan ulayat belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh bukti keilmuan mengenai jenis tumbuhan ulayat sebagai tumbuhan RTH terkait kemampuannya dalam menyerap CO₂ dari atmosfer. Penentuan jenis tumbuhan ulayat dilakukan dengan metode wawancara langsung terhadap responden Suku Dayak asli. Pengukuran serapan CO₂ tumbuhan menggunakan metode sungkup berukuran 50 cm x 50 cm x 30 cm. Analisis konsentrasi CO₂ menggunakan *Gas Chromatography*. Serapan CO₂ akan tumbuhan diukur pada periode waktu pengukuran pukul 06.00, 09.00, 12.00 dan 15.00 WIB dengan interval waktu pengambilan gas CO₂ pada menit ke 5, 10, 15, 20, 25 dan 30. Pengukuran berat kering, persen dan karbon organik tumbuhan ulayat menggunakan metode *gravimetri*. Berdasarkan hasil penelitian bahwa jenis tumbuhan yang memiliki nilai-nilai kesakralan/ulayat bagi masyarakat Suku Dayak Kota Palangka Raya adalah Pinang Merah (*Cyrtostachys lakka*), Serai (*Cymbopogon citratus*), Kenanga (*Canarium odoratum*), dan Thorns. Kemampuan serapan CO₂ tumbuhan Pinang Merah sebesar 1,37 mg/m²/menit, Serai 1,35 mg/m²/menit dan Kenanga 1,22 mg/m²/menit. Tumbuhan ulayat dalam penelitian ini merupakan tumbuhan yang memiliki fungsi utama serta memiliki kemampuan serapan CO₂ tinggi yang mampu menekan peningkatan gas CO₂ di atmosfer.

Kata kunci : ruang terbuka hijau, serapan CO₂, tumbuhan, tumbuhan ulayat

Abstract

Construction and economic development of Palangkaraya more rapidly that negatively impact vegetated land cover, reduced availability of oxygen and increasing CO₂ emissions. Effort to reduce the negative impact of one of them is to multiply the green space with the selection of appropriate plant species. Selection of plant species of green space in terms of scientific knowledge has been done, while research that combines science and indigenous knowledge has not been done. This study aimed to obtain scientific evidence on the types of indigenous plants as herbs associated RTH ability to absorb CO₂ from the atmosphere. Determination of plant species indigenous to do with the method of direct interviews with respondents indigenous Dayak. Measurement of CO₂ uptake of plants using methods lid measuring 50 cm x 50 cm x 30 cm. CO₂ concentration analysis using Gas Chromatography. Seedling plant CO₂ uptake was measured at measurement time period 06:00, 09:00, 12:00 and 15:00 pm with CO₂ gas capture time interval in minutes to 5, 10, 15, 20, 25 and 30. Measurement of dry weight, percent organic carbon plant and customary use gravimetric method. Based on the research that the type of plants that have the values of the sanctity/customary for people Dayak city of Palangkaraya is Pinang Merah, Lemongrass, and Kenanga, and Thorns. CO₂ uptake ability of plants Red Pinang by 1.37 mg / m² / min, Serai 1.35 mg / m² / min and Kenanga 1.22 mg / m² /min. Plants customary in this study is a plant whose main function and additional functions and has a high CO₂ absorption capability that is able to suppress the increase of CO₂ in the atmosphere.

Keywords: urban green space, carbon dioksida, plants, plant indigenous

1. PENDAHULUAN

Kota Palangka Raya sebagai ibukota Provinsi Kalimantan Tengah memiliki luas wilayah 2.678,51 km² atau 267.851 hektar dengan jumlah penduduk pada tahun 2013 sebanyak 244.500 jiwa meningkat dari tahun 2012 sebesar 6,49% dengan kepadatan penduduk 91 jiwa/km² (BPS Kota Palangka Raya, 2014). Perkembangan pembangunan dan perekonomian Kota Palangka Raya yang semakin pesat memberikan dampak positif terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat. Namun disisi lain, perkembangan pembangunan dan perekonomian yang ditandai dengan semakin banyaknya pemukiman baru, pertokoan, sarana transportasi dan sarana penunjang lainnya memiliki dampak negatif terhadap tekanan dan kualitas lingkungannya. Dampak negatif tersebut diantaranya, semakin berkurangnya tutupan lahan yang bervegetasi sehingga berpengaruh terhadap ketersediaan oksigen dan semakin meningkatnya emisi gas karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan. Upaya untuk menekan dampak negatif tersebut salah satunya adalah memperbanyak Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Palangka Raya dengan pemilihan jenis tumbuhan yang tepat.

Pemilihan jenis tumbuhan RTH dilihat berdasarkan pengetahuan ilmiah diantaranya : cocok dengan kondisi tanah, berfungsi sebagai peneduh dan pelindung, memiliki nilai estetika, memiliki serapan CO₂ tinggi. Penelitian tentang pemilihan jenis tumbuhan untuk RTH dilihat dari sisi pengetahuan ilmiah sudah banyak dilakukan. Sedangkan penelitian yang memadukan pengetahuan ilmiah dan ulayat belum banyak dilakukan. Pengetahuan ulayat merupakan basis dari pembangunan nasional yang berkelanjutan karena memasukkan pengalaman, keahlian dan wawasan yang dimiliki oleh masyarakat setempat bahwa pengembangan keilmuan dalam menetapkan RTH tidak semata-mata oleh tumbuhan tetapi juga oleh budaya/kultur setempat (United Nation Enviromental Programe, 2009).

Sehubungan dengan pradigma di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan

sinergi antara pengetahuan ilmiah dan ulayat yang berlaku di masyarakat Suku Dayak Kota Palangka Raya, dalam hal pemilihan jenis tumbuhan RTH. Tujuan penelitian adalah memperoleh bukti keilmuan mengenai jenis tumbuhan ulayat sebagai tumbuhan RTH terkait kemampuannya dalam menyerap CO₂ dari atmosfer.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan waktu

Penelitian dilaksanakan di Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah dan di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Jakenan Pati, Jawa Tengah serta di laboratorium jurusan/PS Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Maret - Mei 2013.

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan terdiri dari jenis tumbuhan ulayat berumur 2-4 bulan (tingkat pertumbuhan anakan), pasir, kertas koran, air dan media tanam berupa campuran tanah dan serbuk kayu serta sedikit pupuk kandang sapi dilengkapi polybag berdiameter 22,5 cm dengan tinggi 9,5 cm.

Alat yang digunakan adalah sungkup sebanyak 4 unit berukuran 50 cm x 50 cm x 30 cm dilengkapi baterai, termometer, kipas angin dan *septum* (karet penutup lubang sungkup), *Gas Chromatography*, *syringe* yang dilengkapi pembungkus kertas perak dan karet padat penutup *syringe*, kertas label, kaliper, meteran, penggaris 50 cm, oven, desikator, tanur pengabuan, cawan pengabuan, ember, keranjang plastik kecil, karet gelang, kantong kertas, stereofom, stopwatch, isolasi, kamera, gunting, bedengan berukuran 4 m x 1 m, timbangan analitik, blender serta alat tulis menulis.

Prosedur penelitian

Penentuan jenis tumbuhan ulayat

Masyarakat Kota Palangka Raya sebagian besar didominasi oleh Suku Dayak, merupakan penduduk asli setempat. Untuk menentukan

jenis tumbuhan ulayat dilakukan dengan metode wawancara langsung terhadap responden Suku Dayak asli tidak bercampur dengan suku lain yang hidup 2-3 generasi di 5 Kecamatan Kota Palangka Raya, yaitu Kecamatan Pahandut, Jekan Raya, Bukit Batu, Sebangau dan Rakumpit. Berdasarkan hasil wawancara untuk jenis tumbuhan ulayat diantaranya adalah Pinang Merah (*Cyrtostachys lakka* Becc.), Serai (*Cymbopogon citratus*) dan Kenanga (*Canangium odoratum* (Lamk.) Hook. dan Thorms. (Lat.)).

Pengukuran serapan karbon dioksida tumbuhan ulayat

Metode pengukuran serapan CO₂ tumbuhan menggunakan metode sungkup (*chamber*) berukuran 50 cm x 50 cm x 50 cm. Jumlah sungkup yang digunakan sebanyak 4 unit terdiri dari 3 unit untuk tumbuhan ulayat dan 1 unit untuk kontrol (tanpa tumbuhan). Pengukuran serapan CO₂ dimulai dengan meletakkan masing-masing tumbuhan di atas lantai semen, kemudian di tutup dengan masing-masing sungkup yang dilengkapi dengan termometer, baterai kering dan kipas angin kecil, begitu juga sungkup tanpa tumbuhan (kontrol). Di setiap sisi sungkup ditutup dengan pasir untuk menghindari udara masuk ke dalam sungkup. Hidupkan kipas angin kecil dalam sungkup serta karet penutup/septum di atas sungkup dibuka selama ± 2-3 menit, kemudian ditutup kembali. Lakukan pengambilan sampel gas di dalam sungkup melalui *septum* dengan menggunakan *syringe* pada periode waktu pukul 06.00, 09.00, 12.00 dan 15.00 WIB dengan interval waktu pada menit ke 5, 10, 15, 20, 25 dan 30. Catat data suhu di dalam dan di luar sungkup pada setiap periode waktu pengambilan gas. Pengambilan sampel gas dalam sungkup dilakukan sebanyak 4 kali selama 4 minggu.

Sampel gas dalam *syringe* dianalisis menggunakan *Gas Cromatography* di laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Jakenan Pati, Jawa Tengah. Data hasil analisis gas CO₂, dihitung laju serapan gas CO₂ dengan menggunakan rumus Khalil, *et. al.*, (1991):

$$F = \frac{dc}{dt} \times \frac{V_{ch}}{A_{ch}} \times \frac{mW}{mV} \times \frac{273,2}{273,2 + T}$$

Keterangan :

F = Laju serapan CO₂ dalam sungkup (mg/m²/menit)

dc/dt = Perbedaan konsentrasi CO₂ per satuan waktu (ppm/menit)

V_{ch} = Volume boks (m³)

A_{ch} = Luas boks (m²)

mW = Berat molekul CO₂ (gr)

mV = Volume molekul CO₂ (22,41 L)

T = Suhu rata-rata selama pengambilan contoh gas (°C)

Daya Serap CO₂ tumbuhan (F_b) merupakan selisih antara laju serapan CO₂ dalam sungkup yang berisi tumbuhan dengan laju serapan CO₂ dalam sungkup tanpa tumbuhan/kontrol (K), dengan rumus sebagai berikut :

$$F_b = F - K$$

Keterangan :

F_b = Daya Serap CO₂ tumbuhan (mg/m²/menit)

F = Laju Serapan CO₂ dalam sungkup (mg/m²/menit)

K = Laju Serapan CO₂ pada sungkup kontrol/tanpa tumbuhan (mg/m²/menit)

Analisis berat kering, persen dan kadar karbon organik

Analisis berat kering, persen dan kadar karbon organik masing-masing tumbuhan menggunakan metode *gravimetri* di laboratorium Jurusan/PS Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya dan dilakukan setelah proses pengukuran serapan gas CO₂ selesai dilaksanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tumbuhan ulayat masyarakat suku dayak

Masyarakat Suku Dayak memiliki keyakinan tradisional yang didalamnya terkandung sejumlah besar data empiris yang berhubungan dengan fenomena, proses dan sejarah perubahan lingkungan. Salah satu keyakinan tradisional terkait dengan pemahaman terhadap jenis tumbuhan yang masih melekat sampai saat ini adalah penempatan penanaman tumbuhan yang sakral atau lebih dikenal dengan paham “*pamali*”. Paham *pamali* merupakan pantangan yang harus dihindari dalam menempatkan jenis

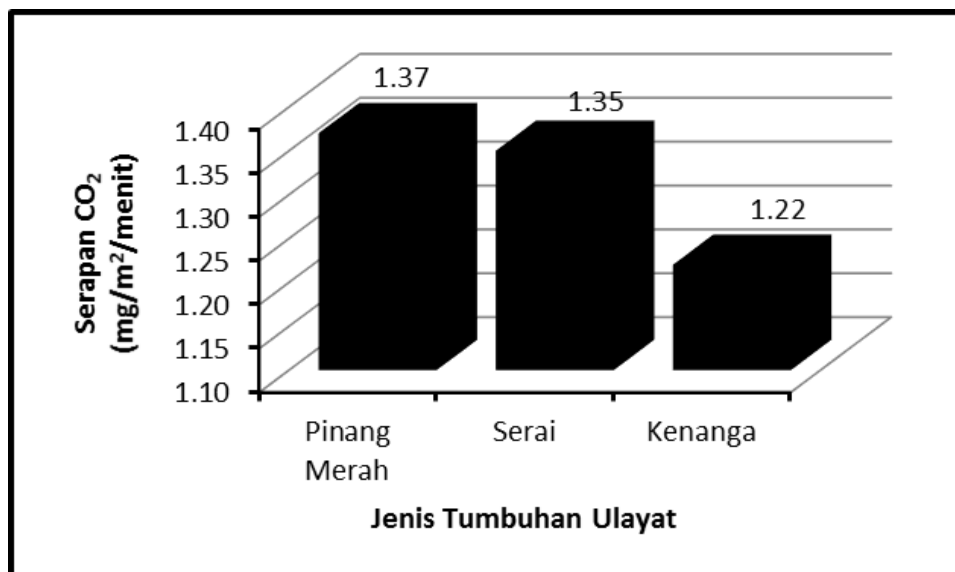
tumbuhan tertentu. Tumbuhan pantangan yang dimaksud adalah yang mengandung getah-getahan dan biasanya dapat tumbuh di sembarang tempat, akan tetapi tidak semua tumbuhan pantangan selalu ada getahnya.

Berdasarkan hasil wawancara dengan responden masyarakat Suku Dayak, beberapa jenis tumbuhan yang memiliki pantangan dalam penempatannya diantaranya Pinang Merah (*Cyrtostachys lakka* Becc.), Serai (*Cymbopogon citratus*), Kenanga (*Canarium odoratum* (Lamk.) Hook. dan Thorns. (Lat.)). Tumbuhan Pinang Merah dan Kenanga tidak boleh ditanam di depan pintu rumah, persisnya pada posisi lurus arah depan pintu tetapi dapat di tanam disamping depan maupun belakang rumah, perkantoran, pertokoan, sekolah dan sepanjang jalan. Hal ini diyakini masyarakat Suku Dayak, jika pantangan tersebut dilanggar dapat

menyebabkan penghuni rumah mengalami kesulitan dalam menjalani kehidupannya, seperti susah mendapatkan rezeki dan ketidakharmonisan dalam rumah tangga. Demikian juga untuk tumbuhan Serai yang fungsinya sebagai tumbuhan pangan, tidak boleh ditanam di depan rumah. Jika dilanggar bisa mengakibatkan kehidupan penghuni rumah tidak harmonis dan sebaiknya ditanam di samping dan belakang rumah.

Serapan karbon dioksida tumbuhan ulayat

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan ulayat di Kota Palangka Raya memiliki serapan CO₂ yang berbeda-beda. Tumbuhan Pinang Merah rata-rata memiliki kemampuan menyerap CO₂ paling tinggi dibandingkan Serai dan Kenanga. Berikut data rata-rata serapan CO₂ tumbuhan ulayat, seperti pada Gambar 1.



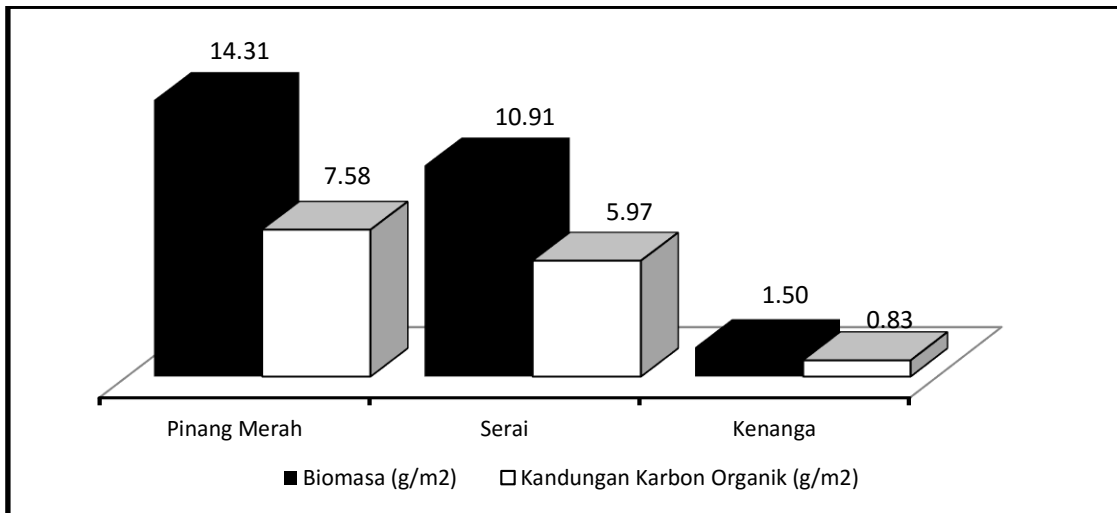
Gambar 1. Rata-rata Serapan CO₂ Tumbuhan Ulayat di Kota Palangka Raya

Dwidjoseputro (1980), bahwa kemampuan tumbuhan dalam menyerap CO₂ dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, sinar matahari, ketersediaan air, luas keseluruhan daun, umur daun dan fase pertumbuhan. Ginting (2009), peningkatan konsentrasi CO₂ yang dibarengi dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi dapat meningkatkan laju fiksasi CO₂

dalam beberapa jenis tumbuhan. Tingginya serapan CO₂ tumbuhan Pinang Merah dipengaruhi oleh suhu dan konsentrasi CO₂ yang ada di dalam sungkup. Rata-rata suhu pada sungkup yang berisi tumbuhan Pinang Merah lebih tinggi sebesar 36,99 °C dibandingkan Serai sebesar 36,72 °C dan Kenanga sebesar 36,56 °C. Peningkatan suhu pada kisaran yang

normal hanya sedikit berpengaruh terhadap hidrolisis air dan difusi CO₂ ke dalam daun, sehingga akan sangat berpengaruh pada reaksi biokimia, fiksasi dan reduksi CO₂. Kondisi tersebut mengakibatkan meningkatnya laju fotosintesis, karena suhu mempengaruhi enzim yang bekerja pada proses fotosintesis. Demikian juga, rata-rata besaran konsentrasi CO₂ dalam sungkup yang berisi Pinang Merah lebih tinggi sebesar 555,94 ppm dibandingkan Serai sebesar 554,96 ppm dan Kenanga sebesar 549,52 ppm yang berpengaruh terhadap serapan CO₂. Mooney dan Ehrelinger (1977), CO₂ merupakan bahan utama dalam proses fotosintesis dan kecepatan fotosintesis akan meningkat seiring dengan semakin meningkatnya konsentrasi CO₂ intraseluler. Fiksasi CO₂ oleh tumbuhan akan semakin meningkat dengan naiknya konsentrasi CO₂ di lingkungan sekitar (Wordpress, 2007). Perubahan suhu dan konsentrasi CO₂ mempunyai dampak sangat nyata terhadap produktifitas vegetasi dan ekosistem karena sekitar 90 % berat kering/biomasa tumbuhan

berasal dari fiksasi CO₂ melalui proses fotosintesis (Gardner, *et. al.*, 1991). Proses penyerapan gas CO₂ dari udara melalui proses fotosintesis yang kemudian diubah menjadi karbohidrat dan disebarkan ke seluruh organ tumbuhan serta akhirnya ditimbun dalam tubuh tumbuhan. Proses penimbunan karbon dalam tubuh tumbuhan hidup dinamakan *proses sekuestrasi* (Hairiah, *et. al.*, 2011). Ginting (2009), beberapa respon peningkatan konsentrasi CO₂ terhadap tumbuhan diantaranya menstimulir pertumbuhan berupa biomasa, mendorong tanaman untuk mengalami aklimatisasi, penimbunan karbohidrat lebih besar dan meningkatkan ukuran organ namun tidak mempengaruhi perkembangannya. Kondisi tersebut juga terjadi pada tumbuhan Pinang Merah yang memiliki serapan CO₂ paling tinggi berpengaruh terhadap jumlah biomasa dan kandungan karbon organik yang tersimpan semakin tinggi, seperti pada Gambar 2.

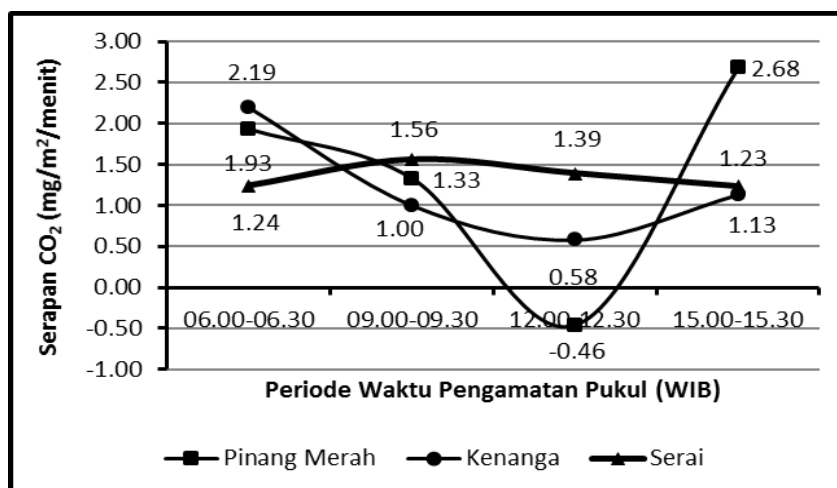


Gambar 2. Rata-rata Biomasa dan Karbon Organik Tumbuhan Ulayat di Kota Palangka Raya

Fluktuasi Serapan Karbon Dioksida Tumbuhan Ulayat

Fluktuasi laju serapan CO₂ tumbuhan Pinang Merah, Serai dan Kenanga pada periode waktu pengamatan pukul 06.00, 09.00, 12.00 dan 15.00 WIB menunjukkan *trend* yang bervariasi.

Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi sinar matahari dalam memancarkan sinarnya. Fluktuasi serapan CO₂ tumbuhan ulayat di Kota Palangka Raya, seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Fluktuasi Serapan CO₂ Tumbuhan Ulayat di Kota Palangka Raya Berdasarkan Periode Waktu Pengamatan

Secara umum rata-rata serapan CO₂ tumbuhan Pinang Merah, Serai dan Kenanga pada periode waktu pengamatan pukul 12.00 WIB cenderung mengalami penurunan. Namun pada periode pengamatan pukul 15.00 WIB serapan CO₂ tumbuhan Pinang Merah dan Kenanga mengalami peningkatan yang signifikan. Kondisi tersebut disebabkan karena pada periode waktu pengamatan tersebut, cahaya matahari di lokasi penelitian bersinar cukup terik yang berpengaruh terhadap peningkatan suhu maupun konsentrasi CO₂. Peningkatan suhu dan konsentrasi CO₂ memiliki pengaruh terhadap jumlah fiksasi CO₂ yang diserap oleh tumbuhan dan fiksasi CO₂ maksimum terjadi pada saat sinar matahari mencapai puncaknya (Gratimah, 2009). Selain itu kondisi tersebut juga mempengaruhi efisiensi proses fotosintesis. Gratimah (2009), efisiensi fotosintesis maksimum akan tercapai apabila intensitas cahaya matahari secara penuh dan hari panjang sehingga peningkatan cahaya matahari secara berangsur-angsur akan meningkatkan fotosintesis sampai tingkat kompensasi cahaya yaitu tingkat cahaya saat pengambilan CO₂ sama dengan pengeluaran CO₂.

Peran Tumbuhan Ulayat Sebagai Tumbuhan Ruang Terbuka Hijau

Keberadaan jenis tumbuhan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang ada di Kota Palangka Raya sampai saat ini didominasi oleh jenis Tanjung

(*Mimusops elengi* L.), Angsana (*Pterocarpus indicus*) dan Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.). Berdasarkan fungsinya ke-3 jenis tumbuhan tersebut merupakan jenis tumbuhan yang memiliki fungsi sebagai tumbuhan pelindung dan cocok tumbuh di Kota Palangka Raya. Namun demikian diperlukan jenis tumbuhan lain yang memiliki fungsi sosial budaya yang terkait dengan masyarakat setempat (Suku Dayak).

Peraturan Menteri PU Nomor 05/PRT/M/2008, bahwa dalam pemilihan jenis tumbuhan untuk RTH perlu memperhatikan 2 hal, yaitu fungsi tumbuhan dan persyaratan penempatannya serta disarankan agar dipilih jenis tumbuhan khas daerah setempat. Fungsi tumbuhan untuk RTH meliputi fungsi utama (*intrinsik*) atau fungsi ekologis dan fungsi tambahan (*ekstrinsik*) yang meliputi fungsi sosial budaya, ekonomi dan estetika.

Hasil penelitian ini merekomendasikan bahwa ke-3 jenis tumbuhan ulayat tersebut yaitu Pinang Merah, Serai dan Kenanga perlu mendapatkan perhatian khusus dari Pemerintah Kota Palangka Raya sebagai tumbuhan RTH. Mengingat ke-3 jenis tumbuhan tersebut disamping memiliki fungsi utama juga memiliki fungsi tambahan sebagai tumbuhan sosial budaya, ekonomis dan estetika serta memiliki serapan CO₂ yang cukup tinggi yang mampu mengatasi peningkatan gas CO₂ di atmosfer.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Jenis tumbuhan yang memiliki nilai-nilai sakral/ulayat bagi masyarakat Suku Dayak di Kota Palangka Raya diantaranya tumbuhan Pinang Merah (*Cyrtostachys lakka* Becc.), Serai (*Cymbopogon citratus*) dan Kenanga (*Canangium odoratum* (Lamk.) Hook. dan Thorns. (Lat.) Serapan CO₂ tumbuhan ulayat yaitu tumbuhan Pinang Merah sebesar 1,37 mg/m²/menit, Serai sebesar 1,35 mg/m²/menit dan Kenanga sebesar 1,22 mg/m²/menit. Fluktuasi serapan CO₂ tumbuhan ulayat menunjukkan *trend* yang bervariasi. Tumbuhan ulayat merupakan tumbuhan yang memiliki fungsi utama (*intrinsik*) dan fungsi tambahan (*ekstrinsik*) serta memiliki kemampuan serapan CO₂ tinggi yang mampu menekan peningkatan gas CO₂ di atmosfer

Saran

Untuk melengkapi penelitian ini diperlukan kajian proses pelepasan CO₂ (proses respirasi) oleh tumbuhan ulayat pada malam hari.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kota Palangka Raya. 2014. *Palangka Raya dalam angka 2014*. Badan Pusat Statistik Kota Palangka Raya.
- Dwijoseputro, D. 1980. *Pengantar fisiologi tumbuhan*. PT. Gramedia Jakarta.
- Ginting, C. 2009. *Interaksi antara peningkatan konsentrasi karbondioksida dan suhu*

terhadap pertumbuhan tanaman. Buletin Ilmiah INSTIPER, 16(1).

- Gratimah, G. 2009. *Analisis kebutuhan hutan kota sebagai penyerap gas CO₂ antropogenik di pusat Kota Medan*. Tesis Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R.R., Rahayu, S. 2011. *Petunjuk praktis pengukuran cadangan karbon dari tingkat lahan ke bentang lahan edisi Ke-2*. Word Agroforestry Centre.
- Khalil, M. A. K., R. A. Rasmussen and M. X. Wang ang L. Ren. 1991. *Methane emission from rice field in China. Enviromental Science Technology*. 25: p 979-981.
- Mooney, H. and J.R. Ehleringer. 1977. *Photosynthesis plant ecology*. Edited by M. J. Crawley. Blackwell Science, London.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. 2008. *Pedoman penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau di kawasan perkotaan*.
- United Nation Environmental Programe. 2009. *Integrated watershed management ecohydrology and phytotechnology*.
- Wordpress. 2007. *Pengaruh kadar gas karbondioksida pada fotosintesis*. http://engineeringbook.files.wordpress.com/2007/04/ipa_terpadu.pdf. [2 September 2013].