



Jurnal

Nusa Sylva

Jurnal Ilmu-ilmu Kehutanan

Pengaruh Limbah Cair Tambang Batubara Terhadap Komunitas
Makrozoobenthos di Sungai Karang Mumus
Oleh: Fachruddin Azwari, dan D. Suprpto

Partisipasi Masyarakat Lokal dalam Konservasi Hutan Mangrove
di wilayah Tarakan, Kalimantan Utara
Oleh: Martha E. Siahaya, Messalina L. Salampessy, Indra G. Febryano, Erna
Rositah, Rato F. Silamon, Andi C. Ichsan Rusli

Populasi dan Pola Aktivitas Harian Biawak Air (*Varanus salvator*) di Kawasan
Konservasi Laut Daerah Pulau Biawak, Indramayu
Oleh: Hanjar, Unu Nitibaskara, Sofian Iskandar

Identifikasi Ruang Terbuka Hijau (RTH Publik)
Dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis
(Studi Kasus: Kota Bogor)
Oleh: Widya Astuti, Mulyadi At, dan Iwan Setiawan

Potensi Serapan Karbon Di Jalur Hijau Kota Bogor
(Studi Kasus: Jalan Kh.Sholeh Iskandar Dan Jalan Pajajaran)
Oleh: Arin R. Rinjani, Luluk Setyaningsih, dan Abdul Rahman Rusli

Simpanan Unsur Hara Makro pada Tegakan Sengon (*Paraserianthes Falcataria*
(L.) Umur 5 Tahun
(Studi Kasus : Hutan Rakyat di Desa Cidada dan Pelabuhan Ratu Kabupaten
Sukabumi)
Oleh: Khalimi Heruwanto dan Bambang Supriono



Jurnal Nusa Sylva

Jurnal Ilmiah Nusa Sylva (JNS) dikelola oleh Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa. Jurnal ini memuat artikel hasil penelitian dan review (ulasan) dalam bidang Kehutanan. JNS dengan nomor ISSN yaitu 1412-4696. Jurnal Ilmiah Nusa Sylva terbit 2 (dua) kali dalam 1 tahun (Juni dan Desember).

Nusa Sylva Scientific Journal (JNS) is managed by the Faculty of Forestry Nusa Nation University. This journal contains research articles and reviews (reviews) in the field of Forestry. JNS with the number ISSN 1412-4696. Nusa Sylva Scientific Journal is published 2 (two) times in 1 year (June and December).

DEWAN PENYUNTING (EDITORIAL TEAM) JOURNAL NUSA SYLVA

Penanggung Jawab (<i>Advisory Editor</i>)	: Dr. Ir. Andi Masnang, M.Si
Ketua Dewan Redaksi (<i>Editor in Chief</i>)	: Prof. Dr. Mulyadi At, Ir., M.Sc
Redaktur (<i>Deputy /Managing Editors</i>)	: Messalina L. Salampessy, S.Hut., M.Si Ina Lidiawati, Ir., M.Si Kustin Bintani Meiganati, S.Hut., M.Si
Editor Bagian (<i>Section Editors</i>)	: Rully Ahmad Awalludin, S.Hut Rushestiana Pratiwi, S.Hut
Editor Bahasa (<i>Language Editors</i>)	: Ken Dara Cita, S.Hut., M.Si Ratna Sari Hasibuan, S.Hut., M.Si Rudi Hermawan, S.Hut., M.Si
Proofreaders	: Dr. Ir. Zainal Muttaqin Dewi Fitrianti, SE., M.Si
Layout Editor	: Rudi Hermawan, S.Hut., M.Si
Web Admin	: Rudi Hermawan, S.Hut., M.Si Rully Ahmad Awalludin, S.Hut
Sekretariat Redaksi (<i>Secretariat</i>)	: Ken Dara Cita, S.Hut., M.Si Dewi Fitrianti, SE., M.Si
Keuangan Redaksi	: Agus Kusnadi

Isi Jurnal ini dikutip dengan menyebutkan sumbernya.
(*Citation is permitted with acknowledgement of the source*)

Alamat (<i>Address</i>)	: Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa Jln. Sholeh Iskandar Km. 4, Cibadak, Tanah Sareal Kota Bogor 16166
Telepon (<i>Phone</i>)	: (0251) 7533189
Fax (<i>Fax</i>)	: (0251) 7533189
Situs jejaring resmi (<i>Official Website</i>)	: http://ejournalunb.ac.id
E-mail	: ejournal.nusasylva@gmail.com

Jurnal Nusa Sylva

Volume 16 Nomor 1, Tahun 2016



FAKULTAS KEHUTANAN
Forestry Faculty
PROGRAM STUDI KEHUTANAN
Forestry Study Program
UNIVERSITAS NUSA BANGSA
Nusa Bangsa University

Jurnal Nusa Sylva

Volume 16 Nomor 1, Tahun 2016

DAFTAR ISI

Pengaruh Limbah Cair Tambang Batubara Terhadap Komunitas Makrozoobenthos di Sungai Karang Mumus Fachruddin Azwari, dan D. Suprpto	1
Partisipasi Masyarakat Lokal dalam Konservasi Hutan Mangrove di wilayah Tarakan, Kalimantan Utara Martha E. Siahaya, Messalina L. Salampessy, Indra G. Febryano, Erna Rositah, Rato F. Silamon, Andi C. Ichsan Rusli	12
Populasi dan Pola Aktivitas Harian Biawak Air (<i>Varanus salvator</i>) di Kawasan Konservasi Laut Daerah Pulau Biawak, Indramayu Hanjar, Unu Nitibaskara, Sofian Iskandar.....	18
Identifikasi Ruang Terbuka Hijau (RTH Publik) Dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kota Bogor) Widya Astuti, Mulyadi At, dan Iwan Setiawan.....	24
Potensi Serapan Karbon Di Jalur Hijau Kota Bogor (Studi Kasus: Jalan Kh.Sholeh Iskandar Dan Jalan Pajajaran) Arin R. Rinjani, Luluk Setyaningsih, dan Abdul Rahman Rusli	32
Simpanan Unsur Hara Makro pada Tegakan Sengon (<i>Paraserianthes Falcataria</i> (L.) Umur 5 Tahun (Studi Kasus: Hutan Rakyat di Desa Cidadap dan Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi) Khalimi Heruwanto, dan Bambang Supriono, S.Hut, M.Si.....	41

**PENGARUH LIMBAH CAIR TAMBANG BATUBARA TERHADAP
KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS DI SUNGAI KARANG MUMUS**
(*Effect Of Mine Liquid Water On Macrozoobenthos Community In Karang Mumus River*)

Fachruddin Azwari¹, dan D. Suprpto²

^{1,2} Politeknik Negeri Samarinda, Jl. Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Lipan, Samarinda, Kalimantan Timur.

e-mail: fahriazwari@yahoo.com

ABSTRACT

Liquid waste coal mining is a waste that can cause environmental pollution, including community macrozoobenthos. The aim of this research is to know the difference of macrozoobenthos community in the waters section of river and to know the influence of liquid waste of coal mining activity on river water quality. The research method is a qualitative study in which macrozoobenthos community is measured based on sampling at the location of established stations and laboratory tests. Data processing uses the Index of Diversity Index (H'), Shannon-Wiener Diversity Index and Dominant Index (C). The results showed that the resulting liquid wastes play a role in decreasing the quality of river water, marked by the Diversity Index (H') at station I average 1.65; station II Diversity Index (H') averages 0; station III Index of Diversity (IT) averaging 1.08; station IV Diversity Index (H') averages 1.6 and based on the Shannon - Wiener Diversity Index it is found that station I and station IV belong to the category of mildly polluted waters, station III belongs to the category of medium tainted waters, and station II belongs to the category of polluted waters weight, changes in physical parameters of aquatic chemistry will affect the index value of diversity of macrozoobenthos and dominance index. Type macrozoobenthos, the average value of the Dominant Index (C) at station II is the highest value obtained ($C = 0.89$), because the waters of the river waters are already exposed to coal mining waste, and cause macrozoobenthic organisms that are intolerant with pollution. move or die, while those tolerant to pollution will survive. The surviving species are the Oligochaeta type Lumbriculus sp.

Keyword : Coal, Macrozoobentos Community Waste Liquid.

ABSTRAK

Limbah cair pertambangan batubara merupakan limbah yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, termasuk komunitas makrozoobentos. Penelitian ini bertujuan untuk, mengetahui perbedaan komunitas makrozoobentos di bagian perairan Sungai dan mengetahui pengaruh limbah cair kegiatan pertambangan batubara pada kualitas perairan Sungai. Metode penelitian adalah penelitian kuantitatif dimana komunitas makrozoobentos yang diukur berdasarkan pengambilan sampel di lokasi stasiun-stasiun yang telah ditetapkan dan uji laboratorium. Pengolahan data menggunakan indeks Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keanekaragaman Shannon - Wiener dan Indeks Dominansi (C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cair yang dihasilkan berperan dalam menurunkan kualitas air Sungai, ditandai dengan Indeks Keanekaragaman (H') pada stasiun I rata-rata 1,65 ; stasiun II Indeks Keanekaragaman (H') rata-rata 0 ; stasiun III Indeks Keanekaragaman (IT) rata-rata 1,08 ; stasiun IV Indeks Keanekaragaman (H') rata-rata 1,6 dan berdasarkan Indeks Keanekaragaman Shannon - Wiener diperoleh informasi bahwa stasiun I dan stasiun IV termasuk kategori perairan tercemar ringan, stasiun III termasuk kategori perairan tercemar sedang, dan stasiun II termasuk kategori perairan tercemar berat, perubahan parameter fisik kimiawi perairan akan mempengaruhi nilai indeks keanekaragaman jenis makrozoobentos dan indeks dominansi. Jenis makrozoobentos, nilai Indeks Dominansi (C) rata-rata pada stasiun II merupakan nilai yang tertinggi yang didapatkan ($C = 0,89$), karena perairan air sungai sudah mulai terkena limbah pertambangan batubara, dan menyebabkan organisme makrozoobentos yang tidak toleran dengan pencemaran akan berpindah atau mati, sedangkan yang toleran terhadap pencemaran akan bertahan hidup. Jenis yang bertahan adalah kelompok Oligochaeta jenis Lumbriculus sp.

Kata kunci: Batu Bara, Komunitas Makrozoobentos Limbah Cair.

I. PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu sumber energi non migas yang tidak dapat diperbaharui (non renewable resources) dan telah diprogramkan oleh pemerintah pemanfaatannya untuk kemakmuran rakyat dan sebagai energi alternatif pengganti minyak dan gas bumi, mengingat cadangan minyak dan gas bumi pada saat ini sudah banyak berkurang. Selain lebih murah dibandingkan minyak bumi, cadangan sumber daya energi batubara diindikasikan masih memadai untuk memenuhi kebutuhan energi, hal ini merupakan salah satu faktor pemicu pesatnya perkembangan kegiatan pertambangan batubara.

Pertumbuhan konsumsi batubara Indonesia rata-rata meningkat sebesar 9% per tahun, sejalan dengan semakin naiknya kontribusi batubara di dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan pada Bahan Bakar Minyak (BBM). Konsumen batubara lokal terbesar adalah untuk pembangkit tenaga listrik (PLTU) yaitu + 20 juta ton per tahun, diikuti oleh industri semen yang mengkonsumsi batubara sebesar 4,2 juta ton per tahun, serta industri lainnya sebesar 1,1 juta ton per tahun.

Seperti yang terjadi pada pemanfaatan sumber daya alam umumnya, penambangan batubara juga berpotensi menimbulkan dampak pada komponen lingkungan baik biotis, abiotis, sosial maupun kultural. Dampak ini dapat bersifat negatif maupun positif. Dampak negatif sedapat mungkin diminimalkan dan dampak positif dapat dikembangkan secara maksimal.

Kota Samarinda sebagai salah satu kota di Propinsi Kalimantan Timur memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah. Hal ini ditandai dengan banyaknya kegiatan industri pertambangan batubara

Pada proses produksi industri pertambangan batubara selain memberikan manfaat, juga berpotensi menimbulkan risiko terhadap lingkungan berupa pencemaran. Hal ini disebabkan oleh adanya limbah yang

dibuang ke lingkungan dalam jumlah besar. Limbah cair pertambangan batubara merupakan limbah yang dominan menimbulkan pencemaran lingkungan, karena adanya air asam tambang yang berbahaya dan merusak kehidupan organisme yang hidup di perairan sungai termasuk komunitas makrozoobentos.

Salah satu komponen biotik ekosistem sungai adalah komunitas makrozoobentos. Makrozoobentos adalah hewan akuatik yang sebagian atau seluruh hidupnya menghuni bagian dasar perairan, baik menempel, merayap, atau menggali lubang di dasar perairan tersebut (Odum, 1998). Makrozoobentos memegang peranan yang cukup penting dalam perairan yang ditempati dan menempati beberapa tingkatan trofik dalam rantai makanan (Odum, 1998). Berbagai jenis makrozoobentos ada yang berperan sebagai konsumen primer dan ada juga yang berperan -sebagai konsumen sekunder. Makrozoobentos pada umumnya merupakan makanan alami bagi ikan yang mencari makanan di dasar perairan (Pennak, 1978).

Peranan lain makrozoobentos dalam perairan adalah mampu mempercepat proses penguraian materi organik (Welch and Lindell, 1980). Makrozoobentos yang bersifat detritivor membantu mempermudah penguraian materi organik menjadi materi anorganik, yaitu dengan memecahnya menjadi fragmen kecil sehingga akan mudah bagi mikroba untuk menguraikan materi organik menjadi materi anorganik. Hasil penguraian mikroba dapat dimanfaatkan oleh produsen yang terdapat di perairan tersebut dan produsen merupakan sumber makanan bagi organisme heterotrof lainnya (Odum, 1998).

Komunitas makrozoobentos dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan biotik dan abiotik yang bekerja secara bersama-sama dan saling berinteraksi (Hellawell, 1989). Pengaruh faktor lingkungan abiotik berbeda-beda terhadap setiap jenis makrozoobentos. Perbedaan tersebut disebabkan adanya variasi adaptasi dan daya toleransi masing-masing

jenis terhadap perubahan faktor lingkungan abiotik (Hawkes, 1979).

Berdasarkan variasi adaptasi dan kisaran toleransi makrozoobentos terhadap perubahan lingkungan abiotik, komunitas makrozoobentos sering digunakan untuk mengevaluasi kualitas air dan untuk menentukan keadaan tercemar tidaknya suatu perairan (Lee et al, 1978). Hal ini disebabkan karena makrozoobentos memiliki sifat hidup yang relatif menetap, terdiri atas beberapa jenis yang memberikan respons berbeda terhadap kualitas air, penyebarannya luas dengan berbagai kondisi kualitas air, masa hidupnya cukup lama sehingga keberadaannya memungkinkan untuk memonitor kualitas lingkungan di sekitarnya (Kovacs, 1992).

Perubahan kualitas air suatu perairan dapat dievaluasi melalui pemeriksaan parameter fisik, kimiawi, dan biologis. Penggunaan parameter lingkungan fisik-kimiawi untuk mengevaluasi kualitas perairan sifatnya terbatas hanya untuk jangka pendek pada saat itu. Sedangkan informasi dari parameter biologis (makrozoobentos) dapat mencerminkan keadaan perairan pada saat itu maupun yang sudah lalu (Tjondronegoro, 1998)

Sub DAS Karangmumus merupakan bagian dari DAS Mahakam dengan luas wilayah mencapai 31.475 Ha. Kawasan ini terbagi dalam 9 wilayah sub-sub DAS, yaitu sub-sub DAS Karangmumus, sub-sub DAS Lantung, sub-sub DAS Pampang, sub-sub DAS Muang, sub-sub DAS Karangasam, sub-sub DAS Bayur, sub-sub DAS Jayamulya, sub-sub DAS Siring dan sub-sub DAS Betapus serta beberapa sungai kecil lainnya. Wilayah Sub DAS Karangmumus mencakup 5 (lima) kecamatan, yaitu Kecamatan Samarinda Utara, Samarinda Ilir, Samarinda Ulu dan Lempake dan kecamatan Muara Badak. Wilayah Sub DAS Karangmumus mempunyai bentuk topografi yang bervariasi, dengan ketinggian wilayah topografi yang berkisar antara 10-120 m dpl dengan variasi ketinggian yang beragam.

Sungai Karang Mumus merupakan sungai penerima limbah pertambangan batubara.

Dengan masuknya limbah pertambangan batubara ke sungai, diduga berpengaruh terhadap kualitas air dan pencemaran yang menyebabkan faktor fisik, kimiawi dan biologis perairan terganggu.

Sungai sebagai salah satu ekosistem penerima limbah pertambangan batubara, secara alami mampu menerima limbah sampai batas tertentu tanpa mengalami gangguan keseimbangan, karena air sungai dapat melarutkan dan menetralkan limbah melalui proses pengenceran serta oksidasi sepanjang aliran sungai. Kemampuan air untuk menetralkan limbah tergantung kepada jarak aliran, jenis aliran dan jenis limbah. Jika limbah yang dihasilkan tidak sesuai lagi dengan daya dukung sungai, maka akan terjadi pencemaran (Haslam, 1990).

Dalam penelitian ini masalah ditekankan pada masuknya limbah pertambangan batubara ke dalam perairan Sungai Karang Mumus, yang diduga akan mempengaruhi faktor lingkungan fisik dan kimiawi air, yang selanjutnya akan dapat mempengaruhi struktur komunitas makrozoobentos di perairan Sungai Karang Mumus tersebut

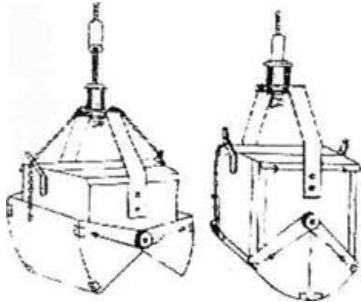
Untuk itulah penelitian ini bertujuan untuk, mengetahui perbedaan komunitas makrozoobentos di bagian perairan Sungai Karang Mumus, mengetahui pengaruh limbah cair kegiatan pertambangan batubara pada kualitas perairan Sungai Karang Mumus, dan mengetahui besarnya pengaruh perubahan parameter kualitas air terhadap perubahan struktur komunitas makrozoobentos. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai masukan bagi pihak-pihak terkait yang berhubungan langsung dengan pengelolaan sistem pembuangan limbah batubara ke lingkungan perairan sungai pada pertambangan batubara, sebagai bahan evaluasi dalam upaya mengurangi volume konsentrasi, toksisitas, dan tingkat bahaya limbah yang dibuang dan menyebar ke lingkungan perairan, dan masukan untuk meningkatkan efisiensi pelaksanaan operasionalisasi pengelolaan sistem instalasi pengolahan air limbah pertambangan batubara,

sehingga dapat meminimalisir efek negatif terhadap berkembangbiakan organisme sungai terutama makrozoobentos di Sungai.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Sungai Karang Mumus, Kelurahan Sungai Siring, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Propinsi Kalimantan Timur. Analisis sampel makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Budidaya Perairan Universitas Mulawarman.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat untuk mendapatkan data primer yaitu Pengeruk Ekman (Gambar 3.1) dan botol sampel yang digunakan untuk menyimpan sampel makrozoobentos yang didapatkan. Adapun bahan yang digunakan adalah larutan pengawet (formalin) yang berfungsi sebagai pengawet sampel makrozoobentos.



Gambar 1 Alat Pengambil Sampel Makrozoobentos

Penelitian ini merupakan penelitian studi kasus studi kasus di perusahaan tambang batubara PT. XXX, karena PT. XXX merupakan salah satu perusahaan tambang batubara yang berpotensi mengeluarkan limbah yang cukup besar dimana Sungai Karang Mumus merupakan badan air penerima limbah cair yang dihasilkan PT. XXX dan belum ada penelitian di sungai tersebut sebelumnya.

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah parameter biologis yang dipantau yaitu komunitas makrozoobentos yang diukur berdasarkan pengambilan sampel di lokasi stasiun-stasiun yang telah ditetapkan dan

dijadikan sebagai titik pengambilan sampel berbagai kondisi penelitian.

Menurut Standar Kualitas Air (SNT) 1990, pengukuran dan alat yang dipakai dapat dijelaskan pada tabel di bawah ini:

PARAMETER	VARIABEL	UNIT	ALAT
Biologi	Makrozoobentos		Eckman Grab

Sumber : Standar Kualitas Air (SNI1990)

Metode pengambilan sampel yang dilakukan adalah bahwa sampel harus mewakili kondisi yang terdapat di seluruh badan Sungai Karang Mumus sekitar pembuangan limbah cair tambang batubara PT. XXX pada 4 (empat) stasiun yaitu stasiun I, stasiun II, stasiun III, dan stasiun IV. Stasiun I mewakili badan sungai sebelum pembuangan limbah, stasiun II mewakili tempat pertemuan limbah dengan badan sungai, stasiun III mewakili badan sungai setelah pembuangan limbah dan stasiun IV mewakili badan sungai jauh setelah tempat pembuangan limbah. Pengambilan data primer dilakukan pada badan sungai sekitar pembuangan limbah tambang batubara PT. XXX selama 2 bulan.

Stasiun I : Terletak di perairan sebelum terjadinya pembuangan limbah cair tambang batubara

Stasiun II : Terletak di perairan pertemuan antara saluran pembuangan tambang batubara dengan Sungai Karang Mumus yang berjarak kurang lebih 100 m dari stasiun I. Lebar sungai berkisar 2 m - 5 m dengan kedalaman berkisar antara 1 - 2 m.

Stasiun III : Terletak di perairan Sungai Karang Mumus setelah areal tambang batubara yang berjarak kurang lebih 150 m dari stasiun II. Lebar sungai berkisar antara 3 m - 5 m dengan kedalaman berkisar antara 1 - 3 m.

Stasiun IV : Terletak di perairan Sungai Karang Mumus yang berjarak 300 m dari stasiun III. Lebar sungai berkisar antara 3 m - 6 m dengan kedalaman berkisar antara 1,5 - 3 m.

Dari setiap stasiun pengamatan tersebut, diambil sampel makrozoobentos sebanyak tiga titik pengambilan sampel, yaitu bagian tepi

kiri, bagian tengah dan tepi kanan yang selanjutnya akan digabungkan menjadi satu (*composite sample*). Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari–Maret 2012.

Pengukuran Parameter Biologi

Pengambilan sampel makrozoobentos di setiap stasiun dilakukan secara komposit dengan menggunakan alat pengeruk Ekman Grab dengan cara menjatuhkan alat tersebut sampai ke dasar perairan, setelah beberapa menit diangkat ke atas permukaan perairan. Sampel makrozoobentos yang didapat dipisahkan dari lumpur dan benda lain dengan menggunakan saringan yang berukuran terkecil 1 mm. selanjutnya sampel ini dimasukkan ke dalam botol film dan diawetkan dengan formalin 4% serta diberi label. Di laboratorium, hasil sampel makrozoobentos mula-mula dicuci dengan air kran mempergunakan saringan untuk menghilangkan lumpur yang mungkin dapat mengganggu pemilahan makrozoobentos. Kemudian makrozoobentos dipisahkan dengan menggunakan pinset dan dimasukkan ke dalam botol yang berisi alkohol 70 %. Sampel makrozoobentos kemudian diletakkan di atas cawan petri untuk selanjutnya diidentifikasi dengan lensa pembesar.

Identifikasi sampel makrozoobentos dilakukan dengan cara membandingkan sampel yang diperoleh dengan koleksi atau spesimen, gambar dan ciri-ciri yang terdapat dalam buku identifikasi invertebrata akuatik dan juga dengan bantuan buku acuan dari Pennak (1978) dan Dharma (1988). Sampel makrozoobentos yang sudah diidentifikasi dan dihitung jumlah individunya per jenis, merupakan data dasar yang digunakan dalam menganalisis struktur komunitas makrozoobentos. Data yang dianalisis meliputi

a. Indeks Keanekaragaman

Untuk mengukur keanekaragaman makrozoobentos digunakan Indeks Keanekaragaman dari Shannon-Wiener (Luidwig dan Reynolds, 1988), dengan rumus sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s Pi \ln(Pi)$$

b. Indeks Dominansi

Untuk mengetahui jenis yang mendominasi dalam suatu komunitas dilakukan perhitungan Indeks Dominansi (Luidwig dan Reynolds, 1988) dengan rumus sebagai berikut:

$$C = \sum \left(\frac{ni}{N} \right)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Selama penelitian ini ditemukan secara total 11 jenis makrozoobentos yang tergabung dalam 6 kelas yaitu kelas *Gastropoda* terdiri dari jenis *Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Fomacea sp*, *Litoridina sp*, dan *Brotia sp*, kelas *Decapoda* terdiri dari jenis *Machrobrachium sp*, kelas *Pelecypoda* yaitu jenis *Sphaerium sp*, kelas *Oligochaeta* terdiri dari jenis *Lumbriculus sp*, kelas *Insecta* terdiri dari jenis *Chironomus sp*, dan kelas *Crustacea* terdiri dari jenis *Paratelphusa sp*, yang semuanya dapat disajikan dengan jumlah total yang didapat dan komposisi serta kepadatan individu masing-masing jenis makrozoobentos yang bervariasi menurut stasiun pengambilan dan waktu pengambilan sampel.

Tabel 1. Kepadatan Makrozoobentos (individu/m²)
Setiap Stasiun Selama Penelitian

Periode	Organisme	Stasiun			
		I	II	III	IV
1	<i>Melanoides Sp</i>	11	0	4	15
	<i>Neritina Sp</i>	3	0	0	5
	<i>Thyara Sp</i>	4	0	0	4
	<i>Fomacea Sp</i>	0	0	0	2
	<i>Littoridina sp</i>	22	0	4	19
	<i>Brotia sp</i>	7	0	4	15
	<i>Machrobrachium sp</i>	0	0	0	0
	<i>Sphaerittm Sp</i>	1	0	0	4
	<i>Lumbriculus Sp</i>	0	4	0	0
	<i>Chironomus Sp</i>	1	0	0	3
	<i>Paratelphusa Sp</i>	1	0	0	2
	Jumlah total individu	50	4	12	69

Periode	Organisme	Stasiun			
		I	II	III	IV
2	<i>Melanoides Sp</i>	6	0	3	13
	<i>Neritina Sp</i>	3	0	0	5
	<i>Thyara Sp</i>	4	0	0	4
	<i>Fomacea Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Littoridina Sp</i>	13	0	3	21
	<i>Brotia Sp</i>	10	0	4	13
	<i>Machrobrachium Sp</i>	1	0	0	0
	<i>Sphaerium Sp</i>	0	0	0	4
	<i>Lumbriculus Sp</i>	0	3	0	0
	<i>Chironomus Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Paratelphusa Sp</i>	0	0	0	0
	Jumlah total individu	37	3	10	60
	<i>Melanoides Sp</i>	33	0	4	36
	<i>Neritina Sp</i>	10	0	0	12
	<i>Ifcyora Sp</i>	7	0	0	6
	<i>Fomacea Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Littoridina Sp</i>	31	0	2	31
	<i>Brotia Sp</i>	16	0	2	25
3	<i>Machrobrachium Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Sphaerium Sp</i>	0	0	3	9
	<i>Lumbriculus Sp</i>	0	4	0	0
	<i>Chironomus Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Paratelphusa Sp</i>	0	0	0	0
	Jumlah total individu	97	4	11	119
	<i>Melanoides Sp</i>	13	1	4	34
	<i>Neritina Sp</i>	2	0	0	10
	<i>Thyara Sp</i>	4	0	3	5
	<i>Fomacea Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Littoridina Sp</i>	11	1	4	21
	<i>Brotia Sp</i>	12	0	4	27
4	<i>Machrobrachium Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Sphaerium Sp</i>	0	0	0	6
	<i>Lumbriculus Sp</i>	0	2	0	0
	<i>Chironomus Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Paratelphusa Sp</i>	0	0	0	0
	Jumlah total individu	42	4	15	97
	<i>Melanoides Sp</i>	15	0	3	27
	<i>Neritina Sp</i>	3	0	0	4
	<i>Tyara Sp</i>	7	0	0	7
	<i>Fomacea Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Littoridina Sp</i>	12	0	4	15
	<i>Brotia Sp</i>	16	0	3	23
5	<i>Machrobrachium Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Sphaerium Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Lumbriculus Sp</i>	0	4	0	0
	<i>Chironomus Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Paratelphusa Sp</i>	0	0	0	1
	Jumlah total individu	53	4	10	77
	<i>Melanoides Sp</i>	16	0	4	20
	<i>Neritina Sp</i>	3	0	0	4
	<i>Tiara Sp</i>	3	0	0	1
	<i>Fomacea Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Littoridina Sp</i>	10	0	6	11

Periode	Organisme	Stasiun			
		I	II	III	IV
6	<i>Brotia Sp</i>	20	0	3	26
	<i>Machrobrachium Sp</i>	0	0	0	0
	<i>Sphaerium Sp</i>	0	0	0	1
	<i>Lumbriculus Sp</i>	0	3	0	0
	<i>Chironomus Sp</i>	0	0	0	1
	<i>Paratelphusa Sp</i>	0	0	0	0
	Jumlah total individu	52	3	13	64

Sumber : Hasil Pengolahan Data Primer

B. Pembahasan

Kepadatan individu - individu makrozoobentos berkisar antara 0 ind/m² -36 ind/m². Jumlah total individu tertinggi terdapat di stasiun IV pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-3 sebesar 119 ind/m². Tingginya jumlah total individu makrozoobentos di stasiun IV pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-3 karena sebagian besar merupakan kontribusi kepadatan individu makrozoobentos jenis *Melanoides sp* sebanyak 36 ind/m² dan kepadatan individu makrozoobentos jenis *Littoridina sp* sebanyak 31 ind/m². Sedangkan jumlah total individu terendah terdapat di stasiun II pada waktu pengambilan sampel ke-2 dan ke-6 yakni sebesar 3 ind/m². Rendahnya jumlah total individu di stasiun II pada waktu pengambilan sampel ke-2 dan ke-6 disebabkan selain oleh jumlah jenis yang ditemukan relatif sedikit, juga jumlah individu dari masing-masing jenis makrozoobentos rendah. Hal ini yang menyebabkan rendahnya jumlah total individu di stasiun II pada waktu pengambilan sampel ke-2 dan ke-6.

Makrozoobentos dari kelompok *Gastropoda* memiliki kepadatan individu tertinggi, yang sebagian besar disusun oleh jenis *Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, dan *Fomacea sp*. Kelompok ke dua yang memiliki kepadatan tinggi adalah *Pelecypoda* yang disusun oleh jenis *Sphaerium sp*. Sedangkan kepadatan individu dari kelompok *Oligochaeta*, *Decapoda*, *Insecta*, dan *Crustacea* relatif rendah. Dari semua jenis yang ditemukan, hanya jenis *Melanoides sp*

yang sebarannya merata dan relatif mendominasi selama penelitian.

Puncak kepadatan individu masing-masing jenis makrozoobentos di setiap stasiun dan waktu pengambilan sampel makrozoobentos bervariasi. Jenis *Melanoides sp* puncak kepadatan individunya di stasiun IV pada waktu pengambilan sampel periode ke-3 sebesar 36 ind/m². Jenis *Neritina sp* puncak kepadatan rata-rata individunya di stasiun I pada waktu pengambilan sampel periode ke-3 sebesar 10 ind/m² dan jenis *Thyara sp* puncak kepadatan individunya di stasiun IV pada waktu pengambilan sampel periode ke-5 sebesar 7 ind/m². Adanya perbedaan puncak kepadatan individu masing-masing jenis makrozoobentos, diduga akibat dari pengulangan pengambilan sampel.

Suatu komunitas dibangun oleh jenis-jenis makrozoobentos yang komposisinya selalu berubah, ini berarti populasi dari masing-masing jenis makrozoobentos mempunyai kedinamikaan dan selalu berubah dari waktu ke waktu setiap kali pengamatan, baik kepadatan maupun jumlah jenisnya. Pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-1 disusun oleh kelompok *Gastropoda* (*Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Litoridina sp*, *Brotia sp*) kelompok *Pelecypoda* (*Sphaerium sp*) kelompok *Oligochaeta* (*Lumbriculus sp*), kelompok *Insecta* (*Chironomus sp*), dan kelompok *Crustacea* (*Paratelphusa sp*). Pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-2 disusun oleh kelompok *Gastropoda* (*Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Litoridina sp*, *Brotia sp*), kelompok *Pelecypoda* (*Sphaerium sp*), kelompok *Decapoda* (*Machrobrachium sp*), dan kelompok *Oligochaeta* (*Lumbriculus sp*). Pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-3 disusun oleh kelompok *Gastropoda* (*Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Litoridina sp*, *Brotia sp*) kelompok *Pelecypoda* (*Sphaerium sp*) dan kelompok *Oligochaeta* (*Lumbriculus sp*). Pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-4 disusun oleh kelompok *Gastropoda*

(*Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Litoridina sp*, *Brotia sp*), kelompok *Pelecypoda* (*Sphaerium sp*) kelompok *Oligochaeta* (*Lumbriculus sp*). Pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-5 disusun oleh kelompok *Gastropoda* (*Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Litoridina sp*, *Brotia sp*) kelompok *Oligochaeta* (*Lumbriculus sp*) dan kelompok *Crustacea* (*Paratelphusa sp*). Dan pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-6 disusun oleh kelompok *Gastropoda* (*Melanoides sp*, *Neritina sp*, *Thyara sp*, *Litoridina sp*) kelompok *Pelecypoda* (*Sphaerium sp*) kelompok *Oligochaeta* (*Lumbriculus sp*) dan kelompok *Insecta* (*Chironomus sp*).

Jumlah jenis makrozoobentos juga selalu berubah selama waktu penelitian, dimana pada stasiun IV terdapat jumlah jenis makrozoobentos yang terbanyak pada waktu pengambilan sampel periode ke-1. Jumlah jenis pada waktu pengambilan sampel periode ke-1 berkisar antara 2-8 jenis (Tabel 4.2). Jumlah jenis tertinggi terdapat di stasiun IV sebanyak 8 jenis dan diikuti oleh stasiun I sebanyak 6 jenis. Jumlah jenis terendah terdapat di stasiun II, sebanyak 2 jenis. Jumlah jenis pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-2 berkisar antara 1 - 6 jenis (Tabel 4.2). Jumlah jenis tertinggi terdapat di stasiun IV sebanyak 6 jenis dan diikuti oleh stasiun I sebanyak 5 jenis. Jumlah jenis terendah terdapat di stasiun II sebanyak 1 jenis. Jumlah jenis pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-3 berkisar antara 3 — 6 jenis (Tabel 4.2). Jumlah jenis tertinggi terdapat di stasiun IV sebanyak 6 jenis dan diikuti oleh stasiun I sebanyak 5 jenis. Jumlah jenis terendah terdapat di stasiun II sebanyak 1 jenis. Jumlah jenis pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-4 berkisar antara 1 - 6 jenis (Tabel 4.2). Jumlah jenis tertinggi terdapat di stasiun IV sebanyak 6 jenis dan diikuti oleh stasiun I sebanyak 5 jenis. Jumlah jenis terendah terdapat di stasiun II sebanyak 1 jenis. Jumlah jenis pada waktu pengambilan sampel

makrozoobentos periode ke-5 berkisar antara 1-5 jenis (Tabel 4.2). Jumlah jenis tertinggi terdapat di stasiun IV dan stasiun I sebanyak 5 jenis. Jumlah jenis terendah terdapat di stasiun II sebanyak 1 jenis. Jumlah jenis pada waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode ke-6 berkisar antara 2-5 jenis (Tabel 4.2). Jumlah jenis tertinggi terdapat di stasiun I dan stasiun IV sebanyak 5 jenis. Jumlah jenis terendah terdapat di stasiun II sebanyak 2 jenis

Adanya perbedaan jumlah jenis di setiap stasiun pengamatan dan waktu pengambilan sampel, diduga sebagai akibat adanya perbedaan kisaran toleransi masing-masing jenis makrozoobentos terhadap perubahan kondisi lingkungan abiotik di perairan Sungai Karang Mumus. Hukum toleransi dari Shelford (Kramadibrata, 1999), organisme hanya dapat hidup pada kisaran kondisi yang dapat ditoleransinya. Demikian pula halnya dengan makrozoobentos, hanya dapat hidup pada tempat-tempat yang kondisinya masih berada dalam kisaran toleransinya. Secara umum jumlah jenis makrozoobentos di perairan Sungai Karang Mumus, relatif sedikit, hal ini diduga akibat heterogenitas habitat di Sungai Karang Mumus yang relatif seragam yaitu dasar perairan berupa substrat pasir. Habitat yang cenderung seragam mengakibatkan jumlah jenis yang menghuni dasar perairan juga relatif sedikit. Hal ini sesuai dengan pendapat Koesoebiono (1979) bahwa dasar sungai berupa pasir merupakan habitat yang kurang baik bagi organisme bentos. Faktor-faktor ekologi yang dapat mempengaruhi jumlah jenis di suatu habitat berupa (Kramadibrata, 1999) : lebarnya kisaran sumberdaya yang tersedia, terspesialisasinya jenis-jenis, Tumpang tindihnya relung ekologi dan banyaknya relung ekologi yang dimanfaatkan. Rendahnya jumlah jenis yang ada di stasiun II dibandingkan dengan stasiun-stasiun lainnya diduga disebabkan pada stasiun II mendapat gangguan berupa masuknya limbah pertambangan batubara. Hal ini sesuai dengan pendapat Reice (1994) yang menyatakan bahwa gangguan dapat mempengaruhi struktur

komunitas. Gangguan berupa banjir, erosi, atau kebakaran merupakan salah satu mekanisme pengurangan jumlah jenis. Dampak awal dari gangguan berupa migrasi atau perpindahan jenis-jenis organisme baik karena mati atau pun berpindah tempat. Hasil pengukuran beberapa faktor lingkungan abiotik di stasiun II mendukung hal tersebut, yaitu kandungan padatan tersuspensi di stasiun II sebesar 94,8 mg/L. Sedangkan transparansi di stasiun II sebesar 10,3 cm. Padatan tersuspensi yang tinggi dapat mengakibatkan kekeruhan dalam air. Padatan tersuspensi dan kekeruhan air yang tinggi akan dapat menghalangi penetrasi cahaya matahari ke dalam sungai, sehingga mempengaruhi produktivitas primer alga sebagai bahan utama makanan makrozoobentos yang selanjutnya akan mempengaruhi komposisi dan kelimpahan makrozoobentos tersebut. Jumlah jenis yang selalu berubah pada setiap stasiun pengamatan dan waktu pengambilan sampel selama penelitian, membuktikan bahwa komunitas selalu berubah, hal ini mungkin juga disebabkan karena pengulangan pengambilan sampel.

C. Keanekaragaman dan Dominansi Komunitas Makrozoobentos

Keanekaragaman dan dominansi merupakan ciri dalam suatu komunitas. Nilai-nilai indeks keanekaragaman dan dominansi memperlihatkan kekayaan jenis dalam komunitas dan pemerataan jumlah individu setiap jenis. Rata-rata jumlah jenis, indeks keanekaragaman dan indeks dominansi makrozoobentos dapat dilihat pada Tabel 4.2. Keanekaragaman suatu komunitas ditandai oleh banyaknya jumlah jenis yang membentuk komunitas tersebut. Suatu komunitas memiliki keanekaragaman yang tinggi apabila semua jenis memiliki kepadatan yang relatif sama atau merata diantara jenis. Jika hanya satu atau beberapa jenis saja yang berlimpah, maka tingkat keanekaragamannya rendah.

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Jenis, Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi Makrozoobentos

Stasiun		Waktu pengambilan sampel makrozoobentos periode					
		1	2	3	4	5	6
I	S	6	5	5	5	5	5
	H'	1,48	1,54	1,47	1,40	1,47	1,36
	C	0,287	0,237	0,266	0,265	0,245	0,300
II	S	2	1	1	1	1	2
	H'	0	0	0	0	0	0
	C	1	1	1	0,833	1	0,5
III	S	4	3	3	4	3	3
	H'	1,06	1,04	1,05	1,26	1,07	1,02
	C	0,356	0,370	0,361	0,292	0,347	0,384
IV	S	8	6	6	6	5	5
	H'	1,79	1,60	1,506	1,56	1,44	1,36
	C	0,199	0,231	0,39	0,38	0,269	0,296

Sumber: Pengolahan Data Primer

Keterangan:

S = Jumlah Jenis

H' = Indeks Keanekaragaman

C = Indeks Dominansi

Kisaran nilai indeks keanekaragaman yaitu antara 0 - 1. Apabila nilai indeks mendekati 1, maka keanekaragamannya tinggi, sedangkan apabila nilai indeks mendekati 0, maka keanekaragamannya rendah. Apabila nilai indeks berkisar antara 0,6 - 0,8, berarti perairan yang ada tidak mengalami gangguan yang berarti. Nilai indeks dominansi (C) akan semakin tinggi apabila nilai keanekaragamannya rendah, begitu juga sebaliknya. Apabila nilai indeks dominansi (C) < 0,5 berarti tidak terdapat dominansi, sedangkan apabila nilai C > 0,5 berarti terjadi dominansi oleh jenis tertentu.

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa rata-rata nilai indeks keanekaragaman di perairan Sungai Karang Mumus berkisar antara 0 - 1,79. Indeks keanekaragaman tertinggi terdapat di stasiun IV sebesar 1,79 dan diikuti stasiun I sebesar 1,54. tingginya indeks keanekaragaman di stasiun IV dan stasiun I pada waktu pengambilan sampel ke-1 dan ke-

2 menunjukkan bahwa di stasiun-stasiun tersebut kepadatan individu masing-masing jenis lebih merata diantara jenis makrozoobentos. Rendahnya nilai indeks keanekaragaman jenis di stasiun II, diduga disebabkan oleh buruknya kondisi lingkungan sebagai akibat adanya buangan limbah pertambangan batubara yang berada di stasiun II. Buruknya kondisi lingkungan ini antara lain ditandai dengan rendahnya kualitas air terutama untuk parameter transparansi sebesar 10,3 cm dan kandungan padatan tersuspensi sebesar 94,8 mg/L. Untuk indeks dominansi berkisar di rata-rata 0,199 - 1, dimana nilai indeks dominansi terendah di dapatkan di stasiun IV pada periode pengambilan sampel ke-1 sebesar 0,199 dan nilai indeks dominansi tertinggi terdapat di stasiun II sebesar 1. Hal ini diduga sebagai akibat dari adanya limbah pertambangan batubara yang menyebabkan jenis makrozoobentos yang tidak toleran dengan adanya limbah akan berpindah, sehingga hanya jenis makrozoobentos yang tahan terhadap kondisi demikian yang bertahan dan mendominasi daerah tersebut.

Kondisi lingkungan yang buruk menyebabkan berubahnya komposisi dan kelimpahan komunitas makrozoobentos, jenis yang dapat beradaptasi dan toleransi akan tumbuh dan berkembang dengan baik serta terdapat dalam jumlah yang melimpah, sementara jenis yang tidak toleran akan berkurang atau bahkan menghilang. Jika dalam suatu komunitas ditemukan sejumlah jenis dengan satu atau beberapa jenis yang sangat melimpah, maka komunitas ini mempunyai nilai indeks dominansi yang tinggi. Dominansi suatu jenis merupakan sintesis dari penyebaran dan kelimpahannya. Penyebaran dan kelimpahan ini sangat bergantung pada daya hidup, reproduksi, dan pertumbuhan dari individu-individunya. Jenis-jenis yang muncul dominan menandakan bahwa mereka memiliki kemampuan untuk bertahan hidup lebih baik dari jenis-jenis lainnya, walaupun kondisi lingkungan berubah-ubah, hal ini berarti pula bahwa toleransi jenis tersebut terhadap tekanan fisiologis dan kisaran kondisi fisik lingkungan

sangat tinggi. Suatu jenis dikatakan mendominasi pada suatu komunitas apabila secara permanen keberadaannya lebih melimpah dari jenis lainnya, hal ini akan menyebabkan:

1. Mengonsumsi lebih banyak makanan
2. Menempati ruang yang lebih banyak untuk reproduksi
3. Sangat mempengaruhi perkembangan jenis lain dalam suatu komunitas.

Transparansi perairan mempunyai hubungan yang signifikan dengan keanekaragaman komunitas makrozoobentos. Hal ini berarti semakin besar nilai transparansi, maka semakin besar keanekaragaman komunitas makrozoobentos. Nilai transparansi air yang baik berkisar antara 20 - 40 cm. Semakin dalam lapisan air yang dapat ditembus cahaya matahari, maka semakin baik untuk kehidupan organisme akuatik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut, Limbah cair yang dihasilkan PT. XXX berperan dalam menurunkan kualitas air Sungai Karang Mumus. Hal ini ditandai dengan Indeks Keanekaragaman (H') pada stasiun I rata-rata 1,65 ; stasiun II Indeks Keanekaragaman (H') rata-rata 0 ; stasiun III Indeks Keanekaragaman (H') rata-rata 1,08 ; stasiun IV Indeks Keanekaragaman (H') rata-rata 1,6. Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos Shannon - Wiener diperoleh informasi bahwa stasiun I dan stasiun IV termasuk kategori perairan tercemar ringan, stasiun III termasuk kategori perairan tercemar sedang, dan stasiun II termasuk kategori perairan tercemar berat, perubahan parameter fisik kimiawi perairan akan mempengaruhi nilai indeks keanekaragaman jenis makrozoobentos dan indeks dominansi jenis makrozoobentos, seperti nilai Indeks Dominansi (C) rata-rata pada stasiun II merupakan nilai yang tertinggi yang didapatkan ($C = 0,89$), hal ini karena perairan

air sungai sudah mulai terkena limbah pertambangan batubara, dan menyebabkan organisme makrozoobentos yang tidak toleran dengan pencemaran akan berpindah atau mati, sedangkan yang toleran terhadap pencemaran akan bertahan hidup dan mendominasi daerah tersebut bertahan. Organisme yang bertahan itu adalah dari kelompok Oligochaeta jenis *Lumbriculus* sp.

B. Saran

Diperlukan upaya peningkatan efektifitas Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang dimiliki oleh perusahaan dengan harapan agar keluaran limbah cair pertambangan batubara dapat diminimalisir sekecil mungkin, diantaranya dengan melakukan kontrol yang ketat terhadap keluaran limbah cair yang hendak dibuang ke sungai apakah sesuai dengan ambang batas lingkungan yang ditetapkan, dan perlu dilakukan penelitian dengan topik yang sama tetapi dilakukan di perairan sungai yang lain yang tercemar oleh limbah pertambangan batubara, sehingga dapat diperoleh jenis makrozoobentos yang dapat dijadikan indikator biologis untuk perairan sungai yang tercemar oleh limbah pertambangan batubara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada rekan-rekan yang telah sangat membantu penulis dalam pengambilan data di lapangan hingga terpublikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1982, *Laporan Pertemuan Teknis Budidaya Ikan*, Direktorat Bina Produksi Dirjen Perikanan, Jakarta
- Anonim, 1999, *Indonesian Mining Industry Survey*, PWC Global Energy and Mining Group, Jakarta.
- Anonim, 2002, *Keputusan Gubernur Kaltim No 26 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri dan Usaha Lainnya dalam Propinsi Kaltim*, Kantor Gubernur Kaltim, Samarinda
- Colinvaux, 1986, *Ecology*. John Wiley & Sons, New York..

- Dhahiyat, Y., dan Sutisna, E., dan Hasan, Z., 2002. *Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Lingkungan Perairan Situ Lengkok Kabupaten Ciamis*, Limnotek Vol DC, Jakarta
- Dharma, B., 1988. *Siput dan Kerang Indonesia (Indonesian Sheik)* Buku I dan II. PT Sarana Graha, Jakarta
- Gorny, M and Grum, L., 1993. *Methods in Soil Zoology*. Polish Scientific Publishers, Warsawa.
- Haslam, S.M., 1990, *River Pollution An Ecological Perspective*, Belhaven Press, London.
- Hawkes, 1979, *Invertebrates As Indicator Of River Water Quality*, John Willey And Sons Ltd, Toronto.
- Hellawell, J.M., 1989, *Biological Indicators Of Freshwater Pollution And Environmental Management*, Elsevier Applied Science Publisher Ltd, London.
- Hutabarat S., dan Evans, 1985. *Pengantar Oseanografi*, UI Press, Jakarta.
- Koesoebiono, 1979, *Dasar-dasar Ekologi Umum, Ekologi Perairan*, Jurusan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, IPB, Bogor.
- Kovacs, 1992, *Biological Indicators In Environmental Protection*, Ellis Horwood Limited, England.
- Kramadibrata, H.I., 1999. *Ekologi Hewan*. Jurusan Biologi. FMJPA ITB, Bandung
- Kristanto, P., 2002, *Ekologi Industri*, LPPM Universitas Kristen PETRA Surabaya, Penerbit ANDL Yogyakarta.
- Lee CD, Wong S.B dan Kuo C.L, 1978, *Benthic Macroinvertebrate And Fish As Biological Indicators Of Water Quality With Reference To Community Diversity Index*, rialam: *Water Pollution Controll In Developing Countries*, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Pennak, R.W., 1978, *Freshwater Invertebrates*, John Willey and Sons, New York.
- Salim, H., 1996, *Impact and Management of Coal Residu (Fly Ash) with Special Reference to Liqid and Solid Wastes*, Paper Presented in Clean Coal Technology, Jakarta Convention Centre, Jakarta)
- Sudarsono, ArieF 2003, *Preparasi dan Pencucian Batubara*, Departemen Teknik Pertambangan, ITB, Bandung
- Trihadiningrum, Y. dan Tjondronegoro, L., 1998, *Makro Invertebrata Sebagai Bioindikator Pencemaran Badan Air Tawar Di Indonesia : Siapkah Kita ? Artikel Lingkungan Dan Pembangunan*.
- Wardoyo, S., 1978, *Kriteria Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan*, IPB, Bogor.

**PARTISIPASI MASYARAKAT LOKAL DALAM KONSERVASI HUTAN
MANGROVE DI WILAYAH TARAKAN, KALIMANTAN UTARA**
*(Participation of Local Community in Mangrove Forest Conservation in Coastal Areas of
Tarakan, North Kalimantan)*

¹Martha E. Siahaya, ²Messalina L. Salampessy, ³Indra G. Febryano, ⁴Erna Rositah, ⁵Rato F. Silamon, ⁶Andi C. Ichsan

^{1,4}Manajemen Pertanian, Politeknik Pertanian Samarinda, Indonesia

²Fakultas Kehutanan, Universitas Nusa Bangsa, Jl. Sholeh Iskandar No. 4, Kota Bogor, Jawa Barat.

³Fakultas Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Indonesia

^{5,6}Fakultas Kehutanan, Universitas Mataram, Indonesia

e-mail: marthasiahaya@yahoo.co.id

ABSTRACT

One important aspect of sustainable development is the participation of local communities that follows. In urban areas, such participation is required in the mangrove forest conservation to support the development of the coastal areas. This study aims to explain the conservation efforts undertaken in mangrove forests by local communities residing in urban areas. The method used is a case study, in which data collection is done through in-depth interviews and participant observation. The results showed that the communities applying traditional ecological knowledge and establish institutions so the mangrove preservation kept maintained. The city government and local companies also played a role by supporting the efforts made by the local communities.

Keywords: Cultural Capital, Local Communities Mangrove, Participation, Traditional Ecological Knowledge.

ABSTRAK

Salah satu aspek penting dari pembangunan berkelanjutan adalah partisipasi masyarakat lokal yang mengikuti. Di daerah perkotaan, partisipasi seperti itu diperlukan dalam konservasi hutan mangrove untuk mendukung pengembangan daerah pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan upaya konservasi yang dilakukan hutan bakau oleh masyarakat lokal yang berada di daerah perkotaan. Metode yang digunakan adalah studi kasus, di mana pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam dan observasi partisipan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat menerapkan pengetahuan ekologi tradisional dan mendirikan institusi sehingga pelestarian mangrove tetap terjaga. Pemerintah kota dan perusahaan lokal juga memainkan peran dengan mendukung upaya-upaya dibuat oleh komunitas lokal.

Kata kunci: Komunitas Lokal, Mangrove, Modal Budaya, Partisipasi, Pengetahuan Ekologi Tradisional.

*(Artikel ini telah dipresentasikan di International Seminar on Tropical Natural Resources 2015
Universitas Mataram)*

I. PENDAHULUAN

Partisipasi masyarakat lokal dalam pengelolaan hutan merupakan aspek penting dalam pembangunan berkelanjutan. Marschke dan Berkes (2005) menjelaskan bahwa berbagai cara pengelolaan berbasis masyarakat, seperti pengorganisasian secara swadaya, pengembangan kelembagaan, eksperimen, elaborasi pengetahuan, dan pembelajaran sosial dapat membuat praktik-praktik yang tidak lestari menjadi lebih lestari. Hal ini sesuai dengan pendapat Darusman (2012) dimana masyarakat lokal merupakan bagian dari ekosistem hutan serta bagian terbesar dari subyek dan obyek pembangunan, memiliki hak untuk mendapat kesempatan yang sama dalam pengelolaan sumberdaya lokal dan pembangunan di wilayahnya, dan memiliki kekuatan yang secara potensial sangat besar baik kekuatan positif maupun negatif bagi pembangunan.

Partisipasi masyarakat lokal dalam pengelolaan sumberdaya hutan juga muncul dalam pengelolaan mangrove. Menurut Maconachie et al. (2008), secara umum penerapan pengetahuan dan praktik-praktik tradisional telah mendukung kinerja pengelolaan mangrove berbasis masyarakat yang lebih baik. Sejalan dengan pendapat tersebut, Sudtokong and Webb (2008) menggambarkan bagaimana mangrove berdiri struktur milik negara tetapi dikelola oleh masyarakat berada dalam kondisi yang secara signifikan lebih baik daripada hutan negara dengan akses terbuka di Thailand.

Keberhasilan kelembagaan lokal sangat membantu pemerintah dalam pembangunan wilayah pesisirnya. Hal ini didukung oleh pernyataan Lopez-Hoffman et al. (2006) bahwa *community-based natural resources management was mentioned as the appropriate way to reach local sustainability, protecting mangrove ecological characteristics and responding to human needs*. Namun, menurut Febryano et al. (2014), kelembagaan lokal perlu diperkuat melalui kolaborasi antara kelembagaan lokal, LSM lokal dan nasional,

universitas, lembaga penelitian, dan lain-lain; karena kolaborasi tersebut dapat meningkatkan posisi tawar kelembagaan lokal, sehingga dapat mendorong kebijakan pemerintah untuk lebih berpihak pada kelembagaan lokal.

Di wilayah perkotaan, partisipasi masyarakat lokal juga sangat dibutuhkan dalam konservasi wilayah pesisirnya, khususnya hutan mangrove. Salampessy et al. (2015) dalam studinya di wilayah pesisir kota Ambon menunjukkan bahwa masyarakat lokal mampu beradaptasi dan memodifikasi lingkungannya sebagai bentuk dari *cultural capital* yang dimiliki, dimana masyarakat menerapkan *traditional ecological knowledge* dan membentuk *institutions* sehingga kelestarian mangrove tetap terjaga. Keberhasilan pengelolaan mangrove berbasis masyarakat menjadi sangat penting, karena menurut Walters et al. (2008); Bosire et al. (2008) mangrove memiliki fungsi dan manfaat yang mendukung kehidupan di daerah pesisir.

Berkes dan Folke (1992; 1994) menyatakan bahwa kemampuan menjadikan lingkungan alam kembali ke kondisi alamiah setelah rusak akibat eksploitasi disebut sebagai modal budaya (*cultural capital*). Selanjutnya istilah modal budaya dalam konteks pengelolaan sumberdaya alam, menurut Berkes dan Folke (1992; 1994), merupakan faktor-faktor yang menyediakan cara-cara dan adaptasi-adaptasi bagi masyarakat dalam berhubungan dengan lingkungan alam dan secara aktif memodifikasinya. Pemahaman tentang modal budaya suatu kelompok masyarakat dapat menjadi pelajaran penting dalam upaya pelestarian sumberdaya alam. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan modal budaya masyarakat lokal dalam pelestarian mangrove yang berada di pesisir wilayah perkotaan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Desa Mamburungan, Kecamatan Tarakan Timur, Kota Tarakan, Provinsi Kalimantan Utara. Penelitian ini menggunakan metode studi

kasus, dimana pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam dan pengamatan terlibat. Informan kunci terdiri dari tokoh masyarakat dan masyarakat yang berperan aktif dalam upaya konservasi mangrove. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis menggunakan teori modal budaya oleh Berkes & Folke (1992; 1994) dengan mengkaji pengetahuan ekologis tradisional dan kelembagaan lokal yang ada di masyarakat setempat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Ekosistem Mangrove di Pesisir Kota Tarakan

Kota Tarakan merupakan salah satu pulau yang berada di Propinsi Kalimantan Utara yang secara geografis memiliki posisi sangat strategis sebagai jalur transportasi skala regional maupun skala internasional. Menurut Rachmawani (2007) ekosistem pesisir Kota Tarakan didominasi oleh keberadaan hutan mangrove, karang tepi, padang lamun, dan pantai berpasir. Ekosistem-ekosistem tersebut menyediakan sumberdaya alam produktif baik sebagai sumber pangan, tambang mineral dan energi, media komunikasi maupun kawasan rekreasi atau pariwisata.

Sebagai bagian dari ekosistem pesisir di Kota Tarakan, keberadaan ekosistem mangrove di sepanjang pantai memberikan kontribusi yang sangat penting baik manfaat langsung maupun tidak langsung. Manfaat tersebut diantaranya secara fisik, khususnya dalam melindungi pantai dari gelombang, angin dan badai. Tegakan mangrove dapat melindungi pemukiman, bangunan dan pertanian dari angin kencang dan intrusi air laut. Mangrove juga memainkan peranan penting dalam melindungi pesisir dari terpaan badai. Kemampuan mangrove untuk mengembangkan wilayahnya ke arah laut merupakan salah satu peran penting mangrove dalam pembentukan lahan baru. Akar mangrove mampu mengikat dan menstabilkan substrat lumpur, pohonnya mengurangi energi gelombang dan memperlambat arus, sementara

vegetasi secara keseluruhan dapat memerangkap sedimen.

Luasan hutan mangrove di Kota Tarakan sekitar 1.587 hektar yang tersebar di pesisir dan pulau-pulau kecil di Kota Tarakan. Pada tahun 2005 luas hutan mangrove menjadi 766 hektar. Dalam waktu 5 tahun telah terjadi penurunan luasan hutan mangrove sebesar 51,73%. Kondisi ini berimplikasi pada timbulnya permasalahan di wilayah pesisir Kota Tarakan antara lain potensi abrasi yang cukup tinggi, berkurangnya vegetasi mangrove di pesisir timur Kota Tarakan sehingga menyebabkan garis pantai mendekati daratan. Kondisi ini semakin diperparah sejak maraknya pembukaan areal tambak oleh masyarakat baik secara tradisional maupun modern (Anonim, 2010).

Berbagai kerugian akibat abrasi pantai terutama dirasakan masyarakat yang bermukim di sepanjang pantai, seperti adanya masyarakat yang harus memindahkan rumahnya karena terkikis oleh gelombang pasang. Rusaknya ekosistem mangrove dan terumbu karang telah mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan sumber daya ikan sehingga terjadi penurunan produksi perikanan. Penebangan hutan mangrove yang di konversi menjadi tambak dan permukiman di daerah pantai juga telah mengakibatkan terjadinya intrusi air laut ke daratan.

Pengetahuan Ekologis Tradisional dan Kelembagaan Lokal dalam Konservasi Mangrove

Kota Tarakan yang juga merupakan pulau kecil, sebagian besar wilayahnya merupakan wilayah pesisir yang didiami oleh kaum Etnis Tidung. Masyarakat etnis Tidung memiliki ciri khas tersendiri, dimana kebudayaannya lahir sebagai jawaban atas proses adaptasi yang dipahami oleh masyarakat tersebut. Corak ragam budaya yang dimilikinya dipengaruhi oleh lingkungan kepulauan, sehingga memunculkan aspek-aspek tradisi lokal yang mencerminkan aktivitas ritual yang berhubungan dengan laut, termasuk ekosistem hutan mangrove. Setiap

tahun masyarakat etnis Tidung melakukan pesta adat yang diberi nama “*pesta iraw tengkayu*”. Tradisi ritual tersebut dilakukan sebagai wujud nyata tanda syukur masyarakat etnis Tidung atas hasil laut dan keselamatan mereka dalam melakukan aktivitasnya sebagai nelayan. Menurut Anonim (2001) masyarakat etnis Tidung selalu menjaga keselarasan hubungan yang harmonis antara alam (ekosistem flora dan fauna), manusia, dan penguasa jagad raya.

Kondisi ekosistem hutan mangrove di pesisir Pulau Tarakan yang mengalami degradasi cukup serius telah mendorong masyarakat lokal untuk meningkatkan partisipasinya dalam konservasi mangrove. Masyarakat sangat memahami bahwa keberadaan hutan mangrove sangat besar peranannya bagi masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan tersebut. Pemahaman ini ditunjang oleh upaya masyarakat dalam memanfaatkan pengetahuan ekologis tradisionalnya dan mengembangkan kelembagaan lokal berupa norma dan nilai budaya yang sangat berperan bagi konservasi mangrove. Masyarakat percaya bahwa aturan-aturan tertulis maupun tidak tertulis dapat berfungsi menjaga kelestarian alam terutama kawasan mangrove baik dari segi penguasaan maupun pemanfaatannya.

Ada tiga jenis vegetasi mangrove primer yang terdapat di kawasan konservasi mangrove Desa Mamburungan, yaitu: jenis *Avicennia* sp, *Rhizophora* sp dan *Sonneratia* sp. Masyarakat di desa ini memiliki kepercayaan bahwa mangrove di desanya merupakan sumber kehidupan yang menjadi sumber pakan utama bagi keberadaan ikan, udang, kepiting, kerang, dan lain-lain yang mereka manfaatkan. Agar hasil laut tersebut selalu tersedia melimpah maka keberadaan mangrove di harus terjaga dengan baik. Untuk itulah maka masyarakat baik secara individu ataupun berkelompok secara sukarela berupaya untuk menjaga kelestarian hutan mangrovenya. Hasil laut dipanen dengan tujuan untuk dijual (komersial) ataupun sebagai konsumsi keluarga untuk pemenuhan ekonomi keluarga

(subsisten). Jika tidak ada mangrove, maka dapat dipastikan hasil produksi dari laut dan pantai yang mereka usahakan akan berkurang secara nyata. Selain itu masyarakat berpandangan bahwa keberadaan mangrove memiliki peranan penting dalam melindungi daerah pantai terutama pemukiman mereka dari abrasi maupun angin kencang yang sering terjadi.

Bentuk partisipasi masyarakat Desa Mamburungan dalam pelestarian mangrove, antara lain sebagai berikut:

1. Masyarakat, khususnya masyarakat yang sumber mata pencahariannya sebagai nelayan, memiliki inisiatif dan kesadaran sendiri untuk melakukan penanaman mangrove. Bibitnya diambil dari buah-buah mangrove di sekitar jalur sungai yang mereka lalui ketika melaut. Penanaman ini dimaksudkan sebagai pengayaan tanaman ataupun menggantikan mangrove yang sudah mati.
2. Masyarakat memunguti sampah-sampah, baik organik maupun anorganik, yang tersangkut di akar-akar mangrove ketika terjadi banjir atau pasang tinggi. Sampah-sampah tersebut kemudian dipilah-pilah lagi dan sebagian besar sampah-sampah anorganik dijual ke pemulung. Namun, sampah-sampah berupa botol-botol air mineral digunakan kembali sebagai pelampung yang digunakan dalam budidaya rumput laut.
3. Masyarakat nelayan biasanya hanya menangkap kepiting jantan saja, sementara kepiting betina dilepaskan kembali ke laut. Hal ini dilakukan untuk menjaga perkembangbiakan kepiting yang terdapat di mangrove, sehingga pada akhirnya akan berimbas positif pada kelestarian hasil bagi nelayan.

Bentuk partisipasi masyarakat Desa Mamburungan di atas didukung oleh studi yang dilakukan Arbain (2012) mengenai nilai-nilai kearifan lokal masyarakat etnis Tidung, antara lain:

- (1) Masyarakat Etnis Tidung adalah sosok masyarakat yang unik dan senantiasa

memegang teguh amanat warisan para leluhurnya tentang bagaimana menjaga dan melestarikan ekosistem alam. Mereka senantiasa menyatu dengan alam, dekat dengan alam, dan selalu berinteraksi dengan alam sekitarnya. Kepedulian masyarakat Tidung dalam menjaga dan melestarikan ekosistem mangrove terlihat jelas dalam amanat *yaki yadu* berikut: *“Bebilin yadu yaki, sama muyu ngusik/ngacow de upun bakau, geno baya buyag binatang tanga maupun tad de dumud, upun bakau penyangga timuk bunsuk, bua upun bakau kalap tenugos de uwot, upun bakau no baya buyag kuyad bekare baya no gium buyag dan mangow”*. (“Berpesan nenek dan kakek, bagi anak-anak keturunanku, jagalah dan lestarikan hutan bakau, jangan kau ganggu hutan bakau itu, karena pohon bakau itu tempat hidupnya binatang laut dan darat, hutan bakau sebagai penyangga banjir, buah pohon bakau dapat menjadi obat, dan tempat hidupnya kera/monyet bekantan dan tempatnya beradaptasi dan berkembang biak”).

- (2) Tolong-menolong atau kerja sama dalam segala aspek kemasyarakatan merupakan bagian tak terpisahkan dari masyarakat Etnis Tidung. Mereka saling membantu dalam membuat perahu, dayung, dan alat tangkap ikan, serta mencari hasil tangkapan lautnya. Mereka juga bersama-sama melakukan kegiatan kemasyarakatan di daerah pesisir pantai (*tengkayu*).
- (3) Masyarakat Tidung adalah masyarakat yang menganut pola hidup sederhana. Pengambilan hasil laut oleh masyarakat tidak dilakukan secara berlebihan, tetapi hanya di ambil sesuai kebutuhan sehari-hari saja.

Kebijakan Pemerintah Kota Tarakan dan Dukungan Berbagai Stakeholder dalam Pelestarian Mangrove

Pentingnya ekosistem hutan mangrove dan partisipasi masyarakatnya dalam

mendukung pembangunan wilayah pesisir perkotaan telah mendorong Pemerintah Kota Tarakan untuk turut mendukung berbagai upaya dalam merehabilitasi dan melindungi ekosistem mangrove di wilayahnya, antara lain:

- (1) mengeluarkan peraturan daerah yang berkaitan dengan ekosistem mangrove diantaranya Perda No 04 Tahun 2002 tentang Larangan dan Pengawasan Hutan Mangrove di Kota Tarakan dan SK Walikota No 591/HK-V/257/2001 tentang Pemanfaatan Hutan Mangrove Kota Tarakan;
- (2) membentuk tiga model pengelolaan konservasi hutan mangrove yaitu: Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) seluas sekitar 9 ha yang secara intensif dikelola oleh pemerintah kota, KKMM Kawasan Konservasi Mangrove Mamburungan (KKMM) seluas sekitar 200 ha dikelola dengan pola kerjasama masyarakat dengan Pemerintah Kota Tarakan, dan Kawasan Konservasi Mangrove Aurora (KKMA) seluas 4 ha di kawasan industri cold storage udang ekspor yang dikelola oleh PT Mustika Aurora.
- (3) berbagai kegiatan penanaman mangrove oleh dinas-dinas terkait, kalangan usaha, pendidikan dan LSM.

Selain dukungan Pemerintah Kota Tarakan yang sangat besar dalam upaya konservasi mangrove yang dilakukan oleh masyarakat lokal, ada pula peran dari berbagai stakeholder lainnya, seperti: Pertamina, WWF Indonesia, beberapa perusahaan dan organisasi lainnya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Modal budaya berupa pengetahuan ekologis tradisional dan kelembagaan lokal yang ada di masyarakat setempat telah berperan penting dalam konservasi mangrove di wilayah pesisir Kota Tarakan. Pentingnya ekosistem hutan mangrove dan partisipasi masyarakatnya telah mendorong Pemerintah

Kota Tarakan untuk turut mendukung berbagai upaya dalam merehabilitasi dan melindungi ekosistem mangrove di wilayahnya. Kegiatan tersebut juga didukung oleh berbagai stakeholder lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Masyarakat Mamburungan dan Dinas Kehutanan Tarakan Kalimantan Utara yang telah sangat membantu penulis dalam pengambilan data di lapangan hingga terpublikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2001. Tarakan Kota Tengayu
- Anonim, 2010. Buku Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Tarakan Tahun 2010. Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kota Tarakan.
- Arbain M. 2012. Pendidikan Karakter Berbasis Kearifan Lokal Tidung (Menelusuri Kearifan Lokal Masyarakat Etnis Tidung untuk Pengembangan Pendidikan Karakter di Indonesia). <http://tarakancitybaiz.blogspot.com/2012/11/pendidikan-karakter-berbasis-kearifan.html>
- Berkes F, Folke C. 1994. Investing in Cultural Capital for Sustainable Use of Natural capital. In Jansson AM, Hammer M., Folke C., Costanza R, eds. Investing in Natural Capital The Ecological Economics Approach to Sustainability. Washington DC: Island Press.
- Berkes F, Folke C. 1992. A systems perspective on the interrelations between natural, human-made and cultural capital. *Ecological Economics* 5: 1-8.
- Darusman D. 2012. Kehutanan Demi Keberlanjutan Indonesia. Bogor: IPB Press.
- Febryano IG, Suharjito D, Darusman D, Kusmana C, Hidayat A. 2014. The roles and sustainability of local institutions of mangrove management in Pahawang Island. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 20(2):69–76. <http://dx.doi.org/10.7226/jtfm.20.3.69>.
- Lopez-Hoffman L, Monroe IE, Narvaez E, Martinez-Ramos M, Ackerly DD. 2006. Sustainability of mangrove harvesting: how do harvesters' perceptions differ from ecological analysis? *Ecology & Society* 11(2):14.
- Maconachie R, Dixon AB, Wood A. 2008. Decentralization and local institutions arrangements for wetland management in Ethiopia and Sierra Leone. *Applied Geography* 29(2):269-279.
- <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2008.08.003>.
- Marschke M, Berkes F. 2005. Local level sustainability planning for livelihoods: A Cambodian experience. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 12: 21-33.
- Rachmawani D. (2007). *Kajian Pengelolaan Ekosistem Mangrove Secara Berkelanjutan Kota Tarakan Kalimantan Timur (Studi Kasus Desa Binalatung Kecamatan Tarakan Timur)*. Institut Pertanian Bogor
- Salampessy ML, Febryano IG, Martin E, Siahaya ME, Papilaya R. 2015. Cultural capital of the communities in the mangrove conservation in the coastal areas of Ambon Dalam Bay, Moluccas, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences* 23:222–229. International Conference on Tropical and Coastal Region Eco-Development 2014 (ICTCRED 2014). <http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.034>.
- Sudtokong C, Webb EL. 2008. Outcomes of state- vs. community-based mangrove management in Southern Thailand. *Ecology and Society* 13(2):27.

**POPULASI DAN POLA AKTIVITAS HARIAN BIAWAK AIR (*Varanus salvator*)
DI KAWASAN KONSERVASI LAUT DAERAH PULAU BIAWAK, INDRAMAYU
(Population and Daily behavior of Asian Water Monitor (*Varanus salvator*) in
Biawak Island Regional Marine Conservation Area, Indramayu)**

Hanjar¹, Tb Unu Nitibaskara², dan Sofian Iskandar³

¹Mahasiswa Magister Institut Pertanian Bogor

^{2,3} Fakultas Kehutanan, Universitas Nusa Bangsa, Jl. Sholeh Iskandar No. 4, Kota Bogor, Jawa Barat.

e-mail: anjarmulya@gmail.com

ABSTRACT

Biawak Island is natural habitat for Asian Water Monitor (Varanus salvator). Biawak Island is managed by Misnistry of Marine and Fisheries through Indramayu government. Varanus salvator is a endemic of Biawak Island. The objective of this research was to determine the population size and daily behavior of Asian Water Monitor by using Ed Liebitum and Focal Animal Sampling method. Daily temperature and humidity were observed to determine the abiotic factor while analysis vegetation was conducted to determine the biotic factor. The results showed that The Asian Water populations at Biawak Island ranged from 94,8 to 385,2 with average population of 240 ind/ha and population density of 2 ind/ha. Daily behavior patterns showed differences in eating and moving behavior at every age - class, While resting and basking behavior showed similar pattern at every age – class. Eating behavior at Biawak Island wasa lower compared with other places, while the distribution of the temporal behavior of Asian Water Monitor on Biawak Island showed similar pattern of those with other places.

Keywords : Asian Water Monitor, Population, Daily Behavior, Habitat, Biawak Island

ABSTRAK

Salah satu penyebaran biawak air di Pulau Jawa adalah di Pulau Biawak. Pulau Biawak merupakan Kawasan konservasi Laut daerah yang di kelola pemerintah daerah Indramayu dibawah kementerian Kelautan dan Perikanan. Satwa yang khas di Pulau ini adalah Biawak Air (*Varanus salvator*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui populasi dan pola aktivitas harian biawak air di Pulau Biawak. Penelitian ini populasi menggunakan metode transek jalur yang dianalisa menggunakan metode King, sedangkan perilaku harian menggunakan metode ad liebitum dan focal animal sampling dengan menghitung frekuensi perilakunya. Dilakukan pencatatan suhu dan kelembaban sebagai faktor lingkungan dan analisis vegetasi sebagai habitat biawak air. Hasil penelitian menunjukkan populasi biawak air di Pulau Biawak berkisar antara 94,8 – 385,2 dengan rata rata populasi 240 individu dengan kepadatan populasinya adalah 2 ind/ha. Pada penelitian pola perilaku harian biawak air di Pulau Biawak menunjukkan perbedaan perilaku pada setiap kelas umurnya. Pada perilaku harian, perilaku makan di Pulau Biawak cenderung lebih rendah dibandingkan tempat lain, sedangkan sebaran temporal perilaku biawak air di Pulau Biawak tidak berbeda jauh dengan biawak air di tempat lain.

Kata Kunci : Biawak Air, Populasi, Perilaku Harian, Habitat, Pulau Biawak.

I. PENDAHULUAN

Salah satu penyebaran biawak air di Pulau Jawa adalah di Pulau Biawak. Pulau Biawak merupakan Kawasan konservasi Laut daerah yang di kelola pemerintah daerah Indramayu dibawah kementerian Kelautan dan Perikanan seluas 120 hektar. Keberadaan biawak ini diperkirakan sejak jaman dahulu dan sudah ada sebelum mercusuar yang terdapat di pulau tersebut dibangun yaitu pada tahun 1870 (Wakhid, 2010). Status keberadaan biawak air (*Varanus salvator*) dianggap memiliki persebaran yang luas dan perlu diperhatikan akibat dari perburuan liar dan pembangunan wilayah. Penelitian ini dilakukan karena biawak air di Pulau biawak perlu diperhatikan aspek konservasinya terkait dengan kegiatan perlindungan, pengawetan, dan pemanfaatannya. Belum adanya data terkait dengan populasi dan perilaku biawak air di Pulau Biawak menjadi hal penting dilakukannya penelitian ini dalam upaya menjaga kelestarian biawak itu sendiri. Untuk itu maka penelitian ini bertujuan mengetahui dugaan populasi biawak air di Pulau Biawak, Indramayu dan mengetahui pola aktivitas harian pada tiap individu kelas umur biawak di Pulau Biawak, Indramayu serta mengetahui sebaran temporal aktivitas biawak air di Pulau Biawak, Indramayu.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dari bulan maret sampai april 2016 di Pulau Biawak Indramayu. Penelitian populasi dilakukan dengan metode transek jalur dengan jalur sebanyak 3 jalur dan 3 ulangan. Panjang jalur transek adalah 1 Km dengan kanan kiri jalur 10 meter, kemudian data dianalisis menggunakan metode King (*King Method*). Pada perilaku harian biawak air di lakukan dengan metode pengamatan *Ed Liebitum* dan *Focal Animal Sampling* yang kemudian dihitung frekuensi perilakunya. Pengamatan suhu, kelembaban dan cuaca di lapangan dicatat dan dianalisis secara deskriptif dan tabel sedangkan analisis vegetasi dilakukan dengan melakukan metode jalur berpetak pada vegetasi pantai dan mangrove dengan menghitung indeks nilai pentingnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Biawak Air (*Varanus salvator*) di Pulau Biawak sebanyak 240 individu dimana kepadatan populasinya adalah 2 ind/ha. Berdasarkan kelas umur, populasi biawak muda memiliki rata – rata populasi 100 ind/ha dengan kisaran populasi 13,2 – 180 ind/ha dan kepadatan populasinya 0,83 ind/ha, sedangkan biawak dewasa memiliki rata – rata populasi 140 ind/ha dengan kisaran 52,8 – 228 ind/ha dan kepadatan populasinya 1,17 ind/ha. Berdasarkan struktur populasi ditemukan 12 individu di antaranya 5 individu kelas umur muda dan 7 individu kelas umur dewasa, sedangkan pada kelas umur anak tidak ditemukan dalam jalur pengamatan. Akan tetapi, tanda – tanda keberadaan biawak anak ditemukan melalui jejak atau bekas ekor biawak anak yang berukuran kecil. Biawak anak juga ditemukan ketika pengamatan perilaku, hal ini didapat dari metode penangkapan secara sengaja menggunakan perangkap.

Pada setiap umur memiliki pola perilaku yang sama dengan alokasi waktu yang berbeda Pola perilaku yang ditunjukkan adalah makan, bergerak, istirahat, berjemur. Pada pola perilaku sosial memiliki presentase kejadian yang sangat kecil. Selama penelitian perilaku sosial yang terjadi adalah berkelahi memperebutkan makanan. Perilaku berkelahi terjadi satu kali dari seluruh pengamatan pada tiga kelas umur yaitu pada biawak dewasa. Alokasi waktu perilaku harian yang dilakukan biawak air di Pulau Biawak disajikan pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Alokasi waktu perilaku harian biawak air di Pulau Biawak

Jenis perilaku	Makan	Gerak	Istirahat	Berjemur
Kelas umur				
Anak	3,22%	54,91%	34,46%	7,41%
Muda	7,89%	52,66%	31,72%	7,73%
Dewasa	7,73%	45,57%	36,88%	9,82%
Jantan				
Dewasa Betina	5,64%	46,05%	37,04%	11,27%

1. Populasi

Pulau Biawak dengan luasan 120 ha memiliki kelimpahan dan kepadatan populasi pada biawak muda sebanyak 100 individu dengan kepadatan 0,83 ind/ha, sedangkan pada biawak dewasa sebanyak 140 individu dengan kepadatan populasi sebesar 1,17 ind/ha. Berbeda dengan populasi biawak air di Suaka Margasatwa Pulau Rambut yang memiliki luasan 45 ha dengan kelimpahan sebanyak 168,75 individu dan kepadatan populasi sebesar 3,75 ind/ha (Gumilang, 2001), sedangkan pada biawak komodo (*Varanus komodoensis*) di Pulau Rinca dugaan populasinya pada biawak komodo dewasa sebanyak 334 individu dengan kepadatan 1,7 ind/ha dan muda sebanyak 128 dengan kepadatan 0,65 ind/ha (Muhammad, 2008). Bennet (1995) dalam Gumilang (2001), menyebutkan bahwa kepadatan populasi yang cukup baik adalah 0,07 ind/ha. Hal ini menunjukkan bahwa kelimpahan populasi di Pulau Biawak tinggi.

Menurut Gumilang (2001), tingginya populasi biawak air kemungkinan diakibatkan oleh kurangnya faktor pengendali populasi seperti adanya satwa lain yang menjadi predator biawak air, sumber makanan yang melimpah, tingkat persaingan rendah, produktifitas tinggi, pengaruh manusia yang minim dan kemungkinan double counting. Sedangkan di Pulau Biawak tingginya populasi dapat disebabkan minimnya pengaruh manusia karena aksesibilitas yang cukup jauh dari daratan dengan kegiatan ekowisata yang juga rendah, luasan kawasan yang cukup luas dibandingkan dengan pulau lain sehingga memicu rendahnya persaingan dan tingginya produktivitas serta biawak itu sendiri yang menjadi predator puncak di Pulau Biawak.

2. Perilaku harian

Perilaku harian terdiri dari perilaku makan, gerak, istirahat dan jemur. Perilaku harian biawak di KKLD Pulau Biawak didominasi dengan perilaku bergerak dan istirahat. Begitu pula yang dilakukan biawak di Pulau Rambut (Pah, 2003). Hal ini didasarkan pada perilaku bergerak biawak untuk mencari makan dan

sumber pakan, menghindari ancaman dan mencari persarangan. Menurut Bennet (1998), sepanjang tahun biawak air bergerak hanya untuk mencari makan.

Perilaku bergerak pada kelas umur anak banyak dilakukan karena kelas umur anak lebih senang menjelajah untuk mencari hal baru, selain itu juga dilakukan untuk menghindari dari ancaman biawak dewasa. Pada kelas umur muda aktif bergerak untuk menjelajah dan mencari sumber pakan yang kemudian dijadikan wilayah teritorinya nanti diusia dewasa. Pada biawak dewasa jenis kelamin jantan, melakukan aktivitas bergerak untuk mencari makan dan menjaga teritorinya dari biawak lainnya, sedangkan pada jenis kelamin betina melakukan aktivitas bergerak untuk mencari persarangan dan bertelur.

Perilaku istirahat ditunjukkan dengan merebahkan atau menempelkan seluruh bagian tubuh biawak ke permukaan tanah. Perilaku istirahat dilakukan setelah melakukan aktivitas bergerak, makan, atau berjemur dan dilakukan dengan tidur. Pola istirahat yang stabil dilakukan oleh semua kelas adalah melakukan tidur di siang dan malam hari. Di malam hari, istirahat biawak di Pulau Biawak dilakukan di dalam persarangan berupa kubangan yang tertutup semak dan ranting pepohonan. Lembaga Biologi Nasional (1977) dalam Hidayat (2014) menyatakan bahwa Biawak menyukai tinggal di sekitar air dan menghuni berbagai relung. Perilaku beristirahat disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Perilaku Beristirahat Biawak Air Di Pulau Biawak

3. Pola Aktivitas Harian

Pola aktivitas harian tiap individu pada kelas umur memiliki kecenderungan frekuensi yang sama, Begitu pula pada tiap jenis kelamin, baik jantan maupun betina, keduanya memiliki pola aktivitas yang tidak jauh berbeda. Kecenderungan yang sama ini ditunjukkan pada aktivitas makan dan berjemur, sedangkan pada aktivitas bergerak dan istirahat cenderung fluktuatif. Pola aktivitas makan, istirahat dan berjemur tertinggi dilakukan biawak dewasa, sedangkan pola aktivitas bergerak tertinggi dilakukan biawak anak. Pada biawak anak dan muda aktivitas makan, bergerak dan istirahat banyak dilakukan di tengah hutan, sedangkan pada biawak dewasa baik jantan maupun betina lebih banyak bergerak mengikuti wilayah teritorinya.

Pola aktivitas berjemur banyak dilakukan vegetasi terbuka dan sesekali ke tepi pantai dan mangrove. Hal ini dilakukan untuk beraktivitas berjemur dan mencari makan. Biawak dewasa lebih banyak memangsa tikus dan sesekali memangsa ikan di pantai. Perilaku sosial dapat terjadi pada semua kelas umur, akan tetapi selama pengamatan hanya terjadi satu kali pada kelas umur dewasa jenis kelamin jantan. Perilaku yang ditunjukkan adalah berkelahi memperebutkan makanan. Perilaku sosial biawak air disajikan pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Perilaku berkelahi biawak air di Pulau Biawak

4. Sebaran Temporal

Sebaran temporal aktivitas biawak dari tiap kelas umur cenderung sama. Di pagi dan sore

hari biawak cenderung mencari makan dan berjemur. Aktivitas berjemur di pagi hari dilakukan pada pukul 07.00 - 10.00 WIB dan sore hari pada pukul 15.00 – 17.00 WIB. Hal ini sejalan dengan pendapat Gumilang (2001) bahwa berjemur (*basking*) dilakukan pada pagi hari sekitar pukul 07.30-10.00 WIB dan menjelang sore hari pada pukul 15.30-17.30 WIB. Aktivitas istirahat biawak dilakukan secara optimal di siang hari antara pukul 12.00 – 14.00 WIB. Aktivitas istirahat di siang hari banyak dilakukan biawak untuk tidur dan dilakukan di tempat – tempat teduh, sedangkan istirahat di malam hari, aktivitas istirahat biawak banyak dilakukan di kubangan yang lembab dan tertutup semak – semak rimbun. Aktivitas istirahat biawak menunjukkan penurunan aktivitas bergerak biawak. Perilaku berjemur biawak air disajikan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Perilaku berjemur Biawak Air di Pulau Biawak

Periode aktif bergerak biawak dilakukan pada pagi dan sore hari hal ini dilakukan selain untuk mencari makan, biawak bergerak untuk menghindari ancaman dari biawak lainnya dan mencari tempat untuk beristirahat. Aktivitas makan biawak dilakukan sepanjang hari dan frekuensi yang rendah. Periode aktif makan lebih banyak dilakukan di pagi dan sore hari. Hal ini dikarenakan jenis pakan biawak di Pulau Biawak lebih banyak melakukan aktivitasnya di pagi dan sore hari seperti tikus dan ikan. Aktivitas sosial biawak jarang terjadi, hal ini dikarenakan biawak merupakan satwa soliter yang jarang

berkomunikasi dengan biawak lain. Menurut Bennet (1998), biawak biasanya tidak bersosialisasi dengan binatang lain. Faktor terjadinya aktivitas sosial adalah proses kawin, perebutan makan dan wilayah teritorialnya, sehingga aktivitas ini tidak terpaksa pada alokasi waktu aktivitas harian biawak.

5. Kondisi Lingkungan dan habitat

Kondisi lingkungan dan habitat sangat berpengaruh terhadap populasi dan perilaku biawak. Menurut Wildlife Associates (1999) dalam Pah (2003), habitat biawak air memiliki kondisi lingkungan yang panas atau lembab dengan kisaran suhu lingkungan di siang hari 29 - 32°C dan pada malam hari adalah 26 - 28°C. Di Pulau Biawak suhu rata – rata di pagi hari berkisar antara 24,30 – 26,40°C , di siang berkisar antara 29,60 – 33,8°C dan di malam hari berkisar antara 27,40 – 29,8°C. Biawak merupakan reptil berdarah dingin yang membutuhkan keseimbangan suhu dan kelembaban untuk menjaga metabolisme tubuhnya. Hal ini ditunjukkan dengan perilaku berjemur biawak di pagi dan sore hari. Suhu dan kelembaban yang cukup juga dibutuhkan biawak dalam membentuk persarangannya. Persarangan biawak dibuat dalam bentuk kubangan dan tertutup semak serta ranting pepohonan merupakan bentuk pengaruh kondisi lingkungan terhadap perilaku biawak.

Kondisi cuaca di Pulau Biawak cenderung stabil sepanjang hari. Ketika terjadinya hujan deras, perilaku bergerak biawak cenderung menurun dan memilih beristirahat di tempat teduh. Sedangkan di cuaca mendung dan gerimis biawak melakukan aktivitasnya seperti biasa. Biawak merupakan reptil berdarah dingin yang membutuhkan keseimbangan suhu dan kelembaban untuk menjaga metabolisme tubuhnya. Biawak mempunyai sistem sirkulasi dan respirasi yang tidak efisien dibanding satwa berdarah panas dalam mengalirkan oksigen ke jaringan tubuh untuk metabolisme. Hal ini menyebabkan biawak memiliki rata – rata proses metabolisme yang kecil dan tak dapat menghasilkan panas yang cukup diperlukan oleh tubuh untuk aktivitas biokimia yang optimal.

Biawak harus menyerap panas dari sumber lain seperti sinar matahari, panas dari medium lain (tanah, air, udara) atau panas permukaan ketika mereka beristirahat (Goin *et al.* 1978). Menurut Alikodra (1990), habitat merupakan suatu kawasan yang dapat memenuhi semua kebutuhan dasar dari populasi tertentu. Kebutuhan dasar populasi adalah untuk berlindung, berkembang biak, menyediakan makanan dan air serta pergerakan. Habitat biawak air di Pulau Biawak terdiri dari hutan mangrove dan pantai.

Berdasarkan nilai Indeks Nilai Penting (INP), vegetasi di hutan mangrove dan pantai memiliki kerapatan yang cukup tinggi. Kerapatan vegetasi berpengaruh pada kelimpahan satwa buru biawak air dan pembentukan iklim mikro di antaranya suhu dan kelembaban yang baik yang dibutuhkan biawak air. Vegetasi mangrove didominasi oleh bakau (*Rizhopora sp.*) dan vegetasi pantai didominasi oleh Tanjung (*Bruguiera sp.*). Di vegetasi mangrove banyak dilakukan untuk berjemur dan mencari makan karena di vegetasi tersebut banyak ditemukan ikan – ikan kecil, kepiting bakau, tikus serta satwa lainnya yang menjadi mangsa biawak air, sedangkan pada vegetasi pantai banyak dilakukan untuk berlindung dan membuat persarangan karena lantai hutan pantai banyak ditumbuhi semak – semak yang cukup rapat. Keberadaan aliran sungai yang membelah pulau merupakan sumber air bagi biawak air. De Lisle (2007) menyatakan bahwa di Cagar Alam Tangkoko, Sulawesi Utara, biawak hidup di sekitar laguna.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Dugaan populasi biawak air di Pulau Biawak sebanyak 240 individu dengan kisaran populasi 94,8 – 385,2 dan kepadatan populasi 2 ind/ha. Hal ini menunjukkan populasi biawak air yang cukup tinggi.
2. Sebaran perilaku harian biawak air di Pulau Biawak dipengaruhi kelas umur biawak.
3. Pola aktivitas harian biawak pada tiap kelas umur cenderung berbeda.

4. Sebaran temporal aktivitas biawak air di Pulau Biawak memiliki kesamaan pada tiap kelas umur dan daerah lainnya.

B. Saran

1. Dilakukan monitoring populasi biawak air, paling tidak enam bulan sekali. Hal ini diperlukan untuk mengetahui pertumbuhan dan struktur populasi biawak air.
2. Penelitian mengenai keanekaragaman satwa terkait dengan kelimpahan sumber pakan biawak air di Pulau Biawak.
3. Pembentukan petugas dengan tupoksi khusus dan menetap di Pulau Biawak sehingga pengawasan menjadi lebih optimal.
4. Peninjauan kembali terhadap kemungkinan menjadi kawasan konservasi yang dikelola oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang tulus untuk segala pihak yang telah banyak membantu penulis dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra H.S. 1990. Pengelolaan Satwa liar (I). Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Bogor.
- Bennet D. 1998. Monitor Lizard: Natural History, Biology and Husbandry. Second Edition. Frankfurt.
- De Lisle, F.H. 2007. Observations on *Varanus salvator* in North Sulawesi. *Biawak. Quarterly Journal of Varanid Biology and Husbandry* 1(2): 59-66.
- Goin CJ, OB Goin & GR Zug. 1978. Introduction to Herpetology. WH Freeman & Company. San Fransisco.
- Gumilang, Robi. 2001. Populasi dan Penyebaran Biawak Air (*Varanaus salvator*) di Suaka Margasatwa Pulau Rambut (skripsi). Bogor. Fahutan. IPB
- Hidayat, E. W. 2014. Populasi dan Preferensi Habitat Biawak Air (*Varanus salvator*) di Suaka Margasatwa Pulau Rambut, DKI Jakarta (skripsi). Bogor. Fahutan. UNB
- Muhammad, Yosi. 2008. Pendugaan Parameter Demografi dan Sebaran Spasial Populasi Biawak Komodo (*Varanus komodoensis*) di Pulau Rinca Taman

Nasional Komodo Nusa Tenggara Timur (Skripsi). Bogor. Fahutan. IPB

Pah, M.K. 2003. Aktivitas Harian Biawak Air Asia (*Varanus salvator*) di Suaka Margasatwa Pulau Rambut, Jakarta (skripsi). Bogor. Fahutan. IPB

Wakhid, Abdul. 2010. Studi ekologi biawak (*Varanus salvator*) di Pulau Biawak. Fauna Indonesia Volume 9 No. 1. LIPI. Bogor

IDENTIFIKASI RUANG TERBUKA HIJAU DI KOTA BOGOR DENGAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Identification Of Public Green Space in Bogor City With The Application Of Geographic Information System

Widya Astuti¹, Mulyadi At², Iwan Setiawan³

¹Direktorat Penguatan dan Penatagunaan Kawasan Hutan, Jl. Djuanda No. 4, Kota Bogor, Jawa Barat.

^{2,3} Fakultas Kehutanan, Universitas Nusa Bangsa, Jl. Sholeh Iskandar No. 4, Kota Bogor, Jawa Barat.

e-mail: widyanathasya85@gmail.com

ABSTRACT

One of the most important developments in the urban population is the conversion of land. Conversion of green open space (RTH) into a building facility causes pollution in the city. The presence of green space has considerable benefits in improving urban environmental quality, such as microclimate control. Therefore, the purpose of this study is to identify the suitability of the extent and type of public green space in Bogor City, to identify the distribution of public green space in Bogor City and to identify factors influencing the existence and sustainability of public green space function in Bogor City. This research method is done by a spatial approach of RTH public area of Bogor City using GIS application of Arc GIS 10.1 and Ikonos satellite image 2014 for remote sensing. The result of research shows that the area of public open space in Bogor city is 1,199,42 Ha or 10,12% from city wide this matter not yet in accordance with prevailing regulation, public open space of city of Bogor consist of 11 type of public open space, public per sub-district in Bogor City, and factors influencing the existence of public open space.

Keywords: Bogor, Geographic Information System, Open Space Green

ABSTRAK

Salah satu dampak perkembangan jumlah penduduk kota adalah terjadinya konversi lahan. Konversi ruang terbuka hijau (RTH) menjadi fasilitas bangunan menyebabkan terjadi pencemaran di kota.. Keberadaan RTH memiliki manfaat cukup besar dalam peningkatan kualitas lingkungan hidup kota, seperti sebagai pengendali iklim mikro. Untuk itulah tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kesesuaian luasan dan jenis RTH publik di Kota Bogor, mengidentifikasi distribusi RTH publik di Kota Bogor dan mengidentifikasi faktor yang berpengaruh terhadap keberadaan dan kelestarian fungsi RTH publik di Kota Bogor. Metode penelitian ini dilakukan dengan pendekatan spasial kawasan RTH publik Kota Bogor menggunakan aplikasi SIG yaitu Arc GIS 10.1 dan citra satelit Ikonos tahun 2014 untuk penginderaan jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas RTH publik yang ada di Kota Bogor adalah 1.199,42 Ha atau 10,12% dari luas kota hal ini belum sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku, jenis RTH publik Kota Bogor yang terdiri dari 11 jenis RTH publik, presentase RTH publik per kecamatan di Kota Bogor, dan faktor yang berpengaruh pada keberadaan RTH publik.

Kata kunci: Bogor, Ruang Terbuka Hijau, Sistem Informasi Geografis

I. PENDAHULUAN

Masalah lingkungan hidup daerah perkotaan banyak dibicarakan oleh para ahli lingkungan. Salah satunya berupa semakin berkurangnya RTH di kawasan kota. Hilangnya RTH merupakan pemicu munculnya *heat island* dan hilangnya pengendali emisi (gas buang) kota. Antara lain berdampak pada menurunnya kualitas lingkungan hidup, perubahan sifat-sifat radioaktif termal, aerodinamik dan hidrologi, terjadi perubahan iklim setempat, sampai perubahan ekosistem alami (Setyowati, 2008).

Pemanasan yang terjadi pada sistem iklim bumi merupakan hal yang jelas terasa, seiring dengan banyaknya bukti dari pengamatan kenaikan temperatur udara dan laut, pencairan salju dan es di berbagai tempat, dan naiknya permukaan laut global. Selama 100 tahun terakhir, temperatur permukaan bumi rata-rata naik sekitar 0,74°C. Jika konsentrasi GRK dominan di atmosfer, karbondioksida, meningkat dua kali lipat dari masa pra-industri, hal ini akan memacu pemanasan rata-rata mencapai 3oC (Kusmir, et al.,2005). Kota Bogor sebagai salah satu kota besar di Indonesia saat ini sedang mendalami upaya penataan ruang terbuka hijau (RTH) baik RTH publik maupun RTH privat. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 05/Prt/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, alokasi luas RTH adalah 30% yang terdiri dari 10% RTH privat dan 20% RTH publik dari luas kota. Peraturan Daerah Kota Bogor No. 8 Tahun 2011 memuat sasaran luas RTH sampai dengan tahun 2031 adalah 32,51% dari luas kota, yaitu terdiri dari RTH Publik 2.436,93 hektar (20,57%) dan RTH Privat 1.415,30 hektar (11,94%).

Pencapaian sasaran luasan RTH publik Kota Bogor akan menghadapi banyak kendala, antara lain disebabkan oleh: adanya RTH publik secara aktual telah berubah fungsi, terutama yang berupa kawasan sempadan sungai, sempadan situ, dan sempadan mata air. Proses pembebasan lahan yang akan dilakukan

untuk mengembalikan fungsinya selain memerlukan biaya yang tinggi, juga akan menghadapi perlawanan sosial dari sebagian masyarakat yang enggan untuk direlokasi. Kawasan komersial dan permukiman yang relatif sudah padat akan menyulitkan proses pengadaan lahan yang kompak dalam suatu hamparan untuk pembangunan hutan kota minimal 2,5 hektar per wilayah pengembangan, taman kota minimal 0,5 hektar di pusat kota dan sub pusat kota serta pada RTH Privat, kendala yang akan dihadapi adalah pada RTH pekarangan rumah karena tidak sedikit rumah-rumah aktual yang seluruh luas lahannya tertutup bangunan. Kondisi RTH di Kota Bogor secara aktual saat ini belum diketahui, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kondisi aktual RTH kota Bogor terutama RTH publik. Penelitian terhadap kondisi aktual RTH publik di Kota Bogor perlu dilakukan dengan menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis yaitu Arc GIS 10.1 dan penginderaan Jauh dengan menggunakan citra satelit Ikonos tahun 2014.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kesesuaian luasan dan jenis RTH publik di Kota Bogor, mengidentifikasi distribusi RTH publik di Kota Bogor serta mengidentifikasi faktor yang berpengaruh terhadap keberadaan dan kelestarian fungsi RTH publik di Kota Bogor. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan masukan bagi pemerintah Kota Bogor dalam upaya pengembangan ruang terbuka hijau.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan yaitu Kamera, Global Position System (GPS) receiver, Komputer dan Printer, Perangkat lunak (Aplikasi Arc GIS 10.1, Aplikasi Universal Maps Downloader, Aplikasi Global Mapper 13), Alat tulis, Peta RBI tahun 2013 skala 1:25.000, Peta RTRW Kota Bogor 2011-2031, Peta Administrasi Kota Bogor, dan Citra satelit Ikonos Tahun 2014. Penetapan kawasan RTH publik secara spasial dalam penelitian ini berdasarkan kriteria yang berlaku dalam PERDA Kota Bogor No. Tahun 2011 yang

mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No: 05/PRT/M Tahun 2011. Pengumpulan data dilakukan dengan 3 metode, yaitu studi literatur atau pustaka, wawancara, dan pengecekan lapangan (*Ground check*). Metode yang digunakan dalam pengecekan lapangan adalah *Stratified random sampling* (sampel acak bertingkat), yaitu penentuan sampel berdasarkan tipe/kelas penutupan lahannya dan setiap tipe penutupan lahan diambil sampelnya secara acak (BPKH Wilayah XII Tanjungpinang. 2015. Petunjuk Pelaksanaan Cek Lapangan (*Ground Check*) penutupan lahan). Data RTH yang diambil berupa titik koordinat lapangannya dan dokumentasinya. Hasil data titik koordinat RTH kemudian diolah dan dioverlaykan menggunakan ArcGIS.

Data penelitian yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah untuk membuat peta identifikasi dengan menggunakan Arc GIS 10.1. Data digital/layer batas administrasi Kota Bogor berdasarkan peta RBI tahun 2013 menjadi acuan dalam pengambilan citra satelit. Citra satelit di *download* dengan aplikasi Software Unirversal Maps Downloader (UMD). Pengambilan citra menggunakan aplikasi UMD dipilih karena menghasilkan citra yang telah memiliki nilai koordinat geografis, sehingga tidak perlu di koreksi geometri.

Proses pembuatan peta identifikasi secara lengkap pada penelitian ini yaitu sebagai berikut: Overlay merupakan proses tumpang susun data digital dalam aplikasi SIG yaitu Arc GIS 10.1.

Kegiatan interpretasi RTH publik kota Bogor dilakukan dengan menggunakan 8 langkah Mulyadi At, 2009 yaitu: deteksi gambaran, pengenalan, identifikasi, deliniasi, pengukuran, deduksi dan perbandingan, klasifikasi, dan kodefikasi. Pada kegiatan interprestasi dilakukan deliniasi/digitasi, yaitu melakukan konversi data analog ke dalam format digital. Digitasi dilakukan untuk menginterpretasikan tampilan pada citra satelit dan sebaran RTH yang terdapat pada peta RTRW Kota Bogor 2011-2031 ke dalam

format Shafile/layer dengan sistem koordinat yang digunakan adalah WGS 84 atau WGS 84 UTM Zone 48S (pembagian zone wilayah skala 250 untuk Kota Bogor). Data hasil digitasi sebaran RTH publik tersebut kemudian dilakukan analisis spasial sesuai dengan kriteria yang ada untuk mengidentifikasi RTH publik Kota Bogor. Analisis spasial RTH publik dilakukan dengan 2 cara yaitu:

- a. Digitasi RTH publik sesuai yang tergambar pada peta RTRW Kota Bogor 2011-2031 skala 1:60.000, dilakukan pada jenis RTH hutan kota, RTH taman/lapangan, RTH kebun penelitian, lapangan olahraga, Tempat Pemakaman Umum (TPU), jaringan listrik SUTT, dan jalur rel KA. Setelah didigitasi kemudian dianalisis untuk dihitung luas RTH publik berdasarkan jenis RTH dan sebaran adminstrasi kecamatannya
- b. Membuat buffer/daerah penyangga pada layer RBI skala 1:25.000 berupa layer sungai, layer jalan, danau, serta layer hasil digitasi peta RTRW Kota Bogor 2011-2031 skala 1:60.000 berupa layer jalur rel KA dan layer titik jaringan listrik SUTT. Pembuatan buffer memiliki Fungsi menghasilkan data spasial baru yang berbentuk poligon atau area dengan jarak tertentu dari data spasial/layer yang menjadi masukannya (<http://ciezbalqis.blogspot.com/2013/02/istilah-istilah-dalam-sistem-informasi.html>).

Pengecekan lapangan dilakukan untuk mengetahui kebenaran sebaran RTH hasil digitasi interpretasi citra satelit dan peta RTRWP Kota Bogor tahun 2011-2031 serta pengambilan titik koordinat lapangan menggunakan GPS. Hasil *ground check* digunakan sebagai data uji ketelitian. Selain itu pengecekan lapangan dilakukan pengambilan dokumentasi RTH di lapangan. Setelah pengecekan lapangan kemudian dilakukan uji ketelitian interpretasi dengan menggunakan rumus uji ketepatan interpretasi (Hudan, 2008):

$$KI = \frac{JKI}{JSL} \times 100 \%$$

Apabila hasilnya $\geq 80\%$ (Anderson dalam utami 2009), maka klasifikasi tersebut dianggap benar. Tetapi apabila hasilnya tidak memenuhi syarat di atas maka dilakukan interpretasi kembali. Jika klasifikasi tersebut sudah benar dan dengan ditambahkan data hasil survei lapangan, maka akan dihasilkan peta identifikasi RTH.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Spasial Luasan dan Jenis RTH Publik

Sesuai dengan Peraturan Daerah Kota Bogor No. 8 Tahun 2011, kriteria RTH publik dapat ditetapkan menggunakan pendekatan analisis spasial. Terdapat 11 jenis RTH publik Kota Bogor yang dilakukan penelitian. Hasil penelitian berdasarkan analisis spasial yang dilakukan pada masing-masing jenis RTH publik Kota Bogor, didapatkan luas RTH publik Kota Bogor 1.199,42 Ha atau 10,12% dari luas kota Bogor. Rincian hasil penelitian pada masing-masing jenis RTH publik adalah sebagai berikut:

1. RTH Sempadan Sungai

RTH sempadan sungai adalah kawasan sepanjang kiri dan kanan koridor sungai termasuk sungai buatan/kanal/saluran irigasi primer yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi sungai dan mengamankan aliran sungai dan dikembangkan sebagai area penghijauan. RTH sempadan sungai di Kota Bogor dibagi menjadi 2 bagian yaitu sempadan sungai besar dengan jarak buffer 20 meter dari sisi kiri dan kanan sungai dan sempadan sungai kecil dengan jarak buffer 10 meter dari sisi kiri dan kanan sungai (Permen PU No.05/Prt/M/2008). RTH sempadan sungai berdasarkan hasil penelitian menempati urutan pertama terluas dari jenis RTH publik lainnya dengan luas 507,74 Ha atau 4,28% dari luas kota Bogor, dengan rincian:

- Luas RTH sempadan sungai kecil 109,11 Ha
- Luas RTH sempadan sungai besar 398,63 Ha.

2. RTH Sempadan Situ/Danau/Waduk

RTH sempadan situ/danau/waduk adalah kawasan sekeliling situ/danau/waduk yang mempunyai manfaat penting untuk kelestarian fungsinya. Kota Bogor memiliki 5 situ yaitu Situ Gede, Situ Leutik, Situ Anggalena, Danau Bogor Raya, dan Situ Panjang. Jarak buffer sempadan situ/danau/waduk adalah 50 meter dari sisi luar situ/danau/waduk.

Luas RTH sempadan situ/danau/waduk berdasarkan penelitian menempati urutan kesebelas atau urutan terakhir dari luasan jenis RTH publik yang lainnya dengan total luasan adalah 16,09 Ha atau 0,14% dari luas Kota Bogor.

3. Hutan Kota

Hutan kota dapat dimanfaatkan sebagai kawasan konservasi dan penyangga lingkungan kota (pelestarian, perlindungan dan pemanfaatan plasma nutfah, keanekaragaman hayati).

Hutan kota dapat juga dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas sosial masyarakat (secara terbatas, meliputi aktivitas pasif seperti duduk dan beristirahat dan atau membaca, atau aktivitas yang aktif seperti jogging, senam atau olahraga ringan lainnya), wisata alam, rekreasi, penghasil produk hasil hutan, oksigen, ekonomi (buah-buahan, daun, sayur), wahana pendidikan dan penelitian. Fasilitas yang harus disediakan disesuaikan dengan aktivitas yang dilakukan seperti kursi taman, sirkulasi pejalan kaki/jogging track. Di Kota Bogor terdapat 2 hutan kota yaitu, hutan kota CIFOR dan Kebun Raya Bogor.

Berdasarkan hasil penelitian luas hutan kota berada pada urutan ketiga dengan total luasan adalah 131,29 Ha atau 1,11% dari luas Kota Bogor.

4. RTH Taman/Lapangan

RTH Taman/lapangan kota adalah taman yang ditujukan untuk melayani penduduk satu kota atau bagian wilayah kota. Taman ini dapat berbentuk sebagai RTH (lapangan hijau), yang dilengkapi dengan fasilitas rekreasi, taman bermain (anak/balita), taman bunga, taman khusus (untuk lansia), fasilitas olah raga

terbatas, dan kompleks olah raga dengan minimal RTH 30%. Semua fasilitas tersebut terbuka untuk umum.

Berdasarkan hasil penelitian luas RTH taman/lapangan berada pada urutan kesembilan dengan luas total 26,57 Ha atau 0,22% dari luas Kota Bogor.

5. RTH Kebun Penelitian

RTH kebun penelitian adalah RTH yang diperuntukkan untuk pengembangan ilmu dan pengetahuan (IPTEK) yang kewenangannya di bawah badan pengurus. Kebun penelitian memiliki fungsi ekologis yaitu sebagai daerah resapan air, tempat pertumbuhan berbagai jenis vegetasi, pencipta iklim mikro serta tempat hidup burung. Berdasarkan hasil penelitian luas RTH kebun penelitian di Kota Bogor berada pada urutan kelima dengan luas total 64,92 Ha atau 0,55% dari luas Kota Bogor.

6. RTH Lapangan Olahraga

Lapangan olahraga merupakan lapangan yang dibangun untuk menampung berbagai aktifitas olahraga seperti sepak bola, voli, atletik, dan golf serta sarana-sarana penunjangnya. Fungsi lapangan olahraga pertemuan, adalah sebagai sarana wadah interaksi dan olahraga, tempat sosialisasi, bermain, serta untuk meningkatkan kualitas lingkungan sekitarnya.

Berdasarkan hasil penelitian luas RTH lapangan olahraga di Kota Bogor berada pada urutan keempat dengan luas total 107,42 Ha atau 0,91% dari luas Kota Bogor.

7. RTH Tempat Pemakaman Umum (TPU)

Penyediaan ruang terbuka hijau pada areal pemakaman disamping memiliki fungsi utama sebagai tempat penguburan jenazah juga memiliki fungsi ekologis yaitu sebagai daerah resapan air, tempat pertumbuhan berbagai jenis vegetasi, pencipta iklim mikro serta tempat hidup burung serta fungsi sosial masyarakat di sekitar seperti beristirahat dan sebagai sumber pendapatan. Berdasarkan hasil penelitian luas RTH TPU di Kota Bogor

berada pada urutan kedua dengan luas total 189,29 Ha atau 1,60% dari luas Kota Bogor.

8. RTH Sempadan Jalan Tol

RTH Sempadan Jalan Tol merupakan jalur hijau yang memiliki fungsi sangat penting terhadap kualitas lingkungan di sekitar jalan tol, seperti mengurangi polusi udara, peredam kebisingan, menciptakan iklim mikro, dan menambah nilai estetika jalan tol.

Berdasarkan hasil penelitian luas RTH Sempadan Jalan Tol di Kota Bogor berada pada urutan kedelapan dengan luas total 41,14 Ha atau 0,35% dari luas Kota Bogor.

9. RTH Sempadan Rel Kereta Api (KA)

Penyediaan RTH pada sempadan jalan rel KA merupakan RTH yang memiliki fungsi utama untuk membatasi interaksi antara kegiatan masyarakat dengan jalan rel KA. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 05/Prt/M/2008 lebar garis sempadan jalan rel KA adalah 11 meter pada kiri kanan rel KA.

Berdasarkan hasil penelitian luas RTH sempadan rel KA di Kota Bogor berada pada urutan kesepuluh dengan luas total 16,09 Ha atau 0,14% dari luas Kota Bogor.

10. RTH Jaringan Listrik SUTT

Jaringan listrik SUTT sangat berbahaya bagi manusia, sehingga RTH pada kawasan ini dimanfaatkan sebagai pengaman listrik tegangan tinggi dan kawasan jalur hijau dibebaskan dari berbagai kegiatan masyarakat serta perlu dilengkapi tanda/peringatan untuk masyarakat agar tidak beraktivitas di kawasan tersebut. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 05/Prt/M/2008, Garis sempadan jaringan tenaga listrik adalah 64 meter yang ditetapkan dari titik tengah jaringan tenaga listrik. Berdasarkan hasil penelitian luas RTH Jaringan Listrik SUTT di Kota Bogor berada pada urutan keenam dengan luas total 48,89 Ha atau 0,41% dari luas Kota Bogor.

11.RTH Jalur Hijau Jalan

RTH Jalur hijau jalan adalah pepohonan, rerumputan, dan tanaman perdu yang ditanam pada pinggiran jalur pergerakan di samping kiri-kanan jalan dan median jalan. RTH Jalur hijau jalan terdiri dari pulau jalan, median jalan dan jalur hijau tepi jalan. Pada penelitian ini, peneliti membatasi penelitian pada jalur hijau tepi jalan. Jalur hijau tepi jalan berfungsi sebagai wilayah konservasi air dan keindahan/estetika kota.

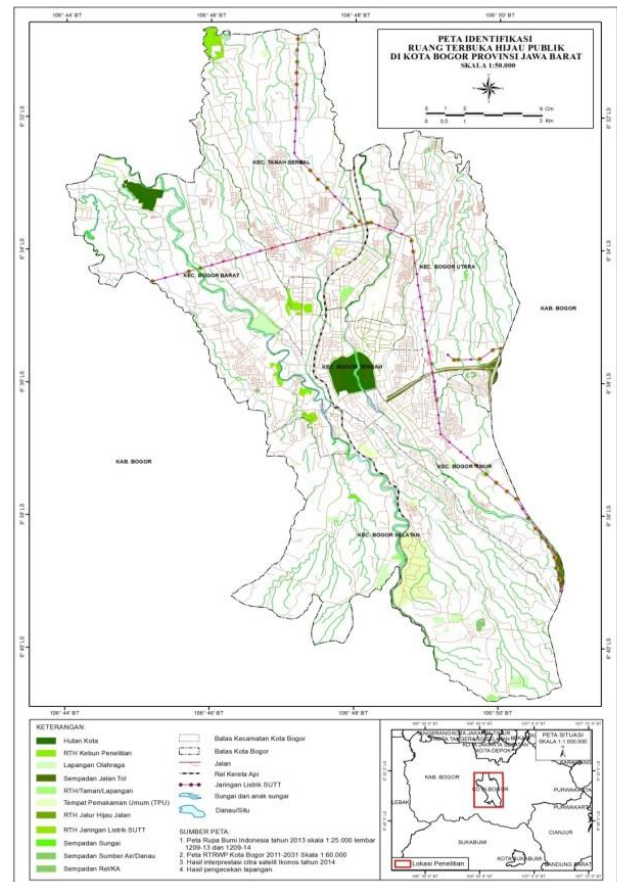
Berdasarkan hasil penelitian luas RTH alur hijau jalan di Kota Bogor berada pada urutan ketujuh dengan luas total 48,55 Ha atau 0,41% dari luas Kota Bogor.

Hasil penelitian analisis spasial RTH publik Kota Bogor disajikan dalam peta identifikasi dengan skala 1:50.000 seperti gambar di bawah ini.

B. Distribusi RTH Publik pada Masing-masing Wilayah Kecamatan

Distribusi atau sebaran RTH publik di Kota Bogor dihitung berdasarkan analisis spasial pada masing-masing jenis RTH publik dengan layer kecamatan RBI di Kota Bogor.

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa distribusi RTH publik di Kecamatan Bogor Selatan menempati urutan terluas RTH publik di Kota Bogor dengan luas 412,10 Ha atau 3,48% dari luas Kota Bogor, Kecamatan Bogor Barat di urutan kedua luas RTH publik di Kota Bogor dengan luas 253,45 Ha atau 2,14% dari luas Kota Bogor, Kecamatan Tanah Sereal menempati urutan ketiga luas RTH publik di Kota Bogor dengan luas 167,93 Ha atau 1,42% dari luas Kota Bogor, Kecamatan Bogor Tengah menempati urutan keempat luas RTH publik di Kota Bogor dengan luas 155,56 Ha atau 1,31% dari luas Kota Bogor, Kecamatan Bogor Utara menempati urutan kelima luas RTH publik di Kota Bogor dengan luas 134,06 Ha atau 1,31% dari luas Kota Bogor, dan distribusi RTH publik di Kecamatan Bogor Timur menempati urutan tersempit dengan luas RTH publik 76,32 Ha atau 0,64% dari luas Kota Bogor.



Gambar 1. Peta hasil identifikasi ruang terbuka hijau di kota Bogor

C. Analisis Ketelitian Hasil Interpretasi

Uji ketelitian interpretasi citra dilakukan untuk mengetahui kebenaran hasil interpretasi citra dengan cara membandingkan antara data hasil interpretasi dengan data yang sebenarnya di lapangan.

Pengecekan lapangan menggunakan metode *Stratified random sampling* (sampel acak distratifikasikan), yaitu penentuan sampel berdasarkan tipe/kelas penutupan lahannya dan setiap tipe penutupan lahan diambil sampelnya secara acak.

Pengecekan lapangan dilakukan pada 24 sampel RTH publik yang mewakili masing-masing jenis RTH publik Kota Bogor yang tersebar secara acak di 6 kecamatan kota Bogor.

Hasil pengecekan lapangan berupa titik koordinat kemudian di overlaykan di atas peta dan dianalisis tingkat ketelitian hasil interpretasi citra satelit. Dari hasil overlay titik koordinat dengan data spasial RTH publik didapatkan bahwa hasil pengecekan di lapangan seluruhnya tepat/sesuai pada posisi/letak jenis RTH publik Kota Bogor pada data spasial RTH publik.

Penghitungan hasil pengecekan lapangan dengan menggunakan rumus uji ketelitian (Hudan, 2008) seperti di bawah ini:

$$\begin{aligned} KI &= \frac{JKI}{JSL} \times 100 \% \\ &= \frac{24}{24} \times 100 \% \\ &= 100 \% \end{aligned}$$

Menurut Anderson dalam Utami (2009), apabila hasil uji klasifikasi memiliki nilai lebih besar atau sama dengan 80%, maka klasifikasi tersebut dianggap benar.

Dengan nilai $KI = 100\%$ pada citra satelit RTH publik di Kota Bogor, maka interpretasi dianggap benar karena sudah memenuhi toleransi yang ada yaitu di $\geq 85\%$.

D. Faktor yang berpengaruh terhadap keberadaan dan kelestarian fungsi RTH publik di Kota Bogor

Faktor yang paling berpengaruh terhadap keberadaan dan kelestarian fungsi RTH publik di Kota Bogor adalah perubahan fungsi/konversi lahan RTH publik menjadi lahan terbangun untuk berbagai keperluan seperti perumahan, industri, perdagangan dan jasa, kantor dan lain-lain.

Jenis RTH publik yang terindikasi mengalami perubahan fungsi antara lain: RTH sempadan sungai, RTH sempadan situ/danau/waduk, RTH Sempadan rel KA, RTH sempadan jaringan listrik SUTT, dan RTH jalur hijau jalan.

E. Peluang Pengembangan RTH Publik di Kota Bogor

Pengembangan RTH publik di Kota Bogor perlu dilakukan guna mencapai luas RTH publik yang sesuai dengan peraturan dan

perundang-undangan yang berlaku. Kekurangan luas RTH publik di Kota Bogor jika dihitung dari hasil analisis spasial RTH publik dengan sasaran luas RTH publik Kota Bogor adalah seluas 1.237,51 Ha atau 10,45%. Pengembangan RTH publik sampai tahun 2031 untuk mencapai target dengan memenuhi kekurangan luas RTH publik adalah seluas 61,88 Ha pertahun atau 0,52% pertahun.

Peluang pengembangan RTH publik di Kota Bogor yang dapat dilakukan antara lain:

1. Mempertahankan jenis-jenis RTH publik yang kondisinya masih baik dan yang sudah ada
2. Mengembalikan/merevitalisasi RTH publik yang telah berubah fungsi menjadi lahan terbangun
3. Menambah atau mengembangkan RTH publik yang telah ada seperti pulau jalan, jalur hijau jalan, sempadan jaringan listrik SUTT, sempadan jalur rel KA
4. Membangun RTH publik baru seperti:
 - Taman kota di kecamatan yang belum ada taman kota
 - Hutan kota di kecamatan yang belum ada hutan kota atau di kecamatan yang wilayah belum terbangunnya masih luas
 - Taman lingkungan yang dibangun sampai pada tingkat RT
 - Lapangan olahraga baik skala kota sampai skala lingkungan.
5. Membangun RTH baru yang bersifat privat seperti:
 - Membangun RTH di sekitar pertokoan dan mal
 - Membangun RTH di perumahan-perumahan developer
 - Membangun RTH di kampus-kampus yang belum ada RTH
 - Membangun RTH di kantor-kantor pemerintahan di Kota Bogor.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

RTH publik di Kota Bogor berdasarkan analisis spasial seluas 1.199,42 Ha atau 10,12% dari luas Kota Bogor, luasan tersebut belum sesuai dengan Peraturan Menteri

Pekerjaan Umum Nomor : 05/Prt/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan bahwa luas RTH publik di wilayah perkotaan adalah 20% dari luas kota.

Kecamatan Bogor Selatan memiliki presentase RTH publik terbesar yaitu 3,48% disusul berturut-turut Kecamatan Bogor Barat 2,14%, Kecamatan Tanah Sereal 1,42%, Kecamatan Bogor Tengah 1,31%, Kecamatan Bogor Utara 1,13% dan kecamatan Bogor Timur memiliki persentase terkecil yaitu 0,64%. Faktor yang berpengaruh terhadap keberadaan dan kelestarian fungsi RTH publik di Kota Bogor adalah berbagai kegiatan/aktifitas manusia yang menggunakan/mengkonversi kawasan RTH publik menjadi lahan terbangun

B. Saran

Diperlukan pengembangan luas RTH publik di Kota Bogor agar sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku. Untuk RTH publik yang telah mengalami penurunan fungsi maupun telah dikonversi menjadi lahan terbangun agar dilakukan beberapa langkah sebagai berikut : untuk RTH sempadan sungai agar dilakukan revitalisasi pada kawasan sempadan sungai agar fungsi RTH sebagai kawasan lindung kembali. Bagi RTH jalur rel KA agar dilakukan sosialisasi dan penertiban oleh instansi terkait. Untuk RTH jaringan listrik SUTT agar dilakukan penertiban dan sosialisasi oleh instansi terkait. Untuk RTH sempadan danau agar dilakukan revitalisasi lahan serta pada RTH jalur hijau jalan agar dilakukan penertiban dan dilakukan penanaman kembali pohon pada jalur hijau jalan tersebut. Membangun RTH publik baru seperti: taman kota, dan lapangan olahraga baik skala kota sampai skala lingkungan.

Membangun RTH baru yang bersifat privat seperti membangun RTH di sekitar pertokoan dan Mall, membangun RTH di perumahan-perumahan, membangun RTH di kampus-kampus serta membangun RTH di kantor-kantor pemerintahan di Kota Bogor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Kepala Dinas pertamanan dan kebersihan kota Bogor, Kepala Bappeda Kota Bogor, Kepala BPS dan kepala BIG yang telah sangat membantu penulis dalam pengambilan data di lapangan hingga terpublikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- BPKH Wilayah XII Tanjungpinang. 2015. Buku Petunjuk Lapangan Cek Lapangan (Ground Check) Penutupan Lahan di Kepulauan Riau. <http://ciezbalqis.blogspot.com/2013/02/istilah-istilah-dalam-sistem-informasi.html>.
- Hudan P. Arsa, 2008. *Pemetaan Dan Penyusunan Basisdata Ruang Terbuka Hijau (Rth) Kota Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Kota Surabaya)*. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Kusmir, Yochanan, Robinson, W.A., Chang, Ping, Robertson, A.W. 2005. The Physical Basis for Predicting Atlantic Sector Seasonal to Interannual Climate Variability. *Journal of Climate*, pp. 5949- 5970. Washington DC: Allen Press, Inc
- Lillesand, T.M. & R.W. Kiefer. 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Terjemahan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- MulyaAt, M.Sc. 2009. *Dasar-dasar Penginderaan Jauh*. Bahan Ajar Mata Kuliah Penafsiran Foto Udara dan Penginderaan Jarak Jauh.
- Peraturan Daerah Kota Bogor No. 8 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bogor 2011–2031.
- Peraturan Menteri PU No. 05/PRT/M Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan.
- Setyowati, 2008. *Iklim Mikro dan Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Di Kota Semarang*. J. Manusia Dan Lingkungan, Vol. 15, No.3, November 2008: 125-140.
- Tahir, A. N. 2003. *Sistem Informasi Pengelolaan Ruang Terbuka Hijau (Studi Kasus Pengelolaan Ruang Terbuka Hijau Kotamadya Jakarta Pusat)*. Jurusan Budidaya Pertanian. Skripsi. Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Utami, S., 2009. *Aplikasi Penggunaan Sistem Informasi Geografis Untuk Evaluasi Kelayakan Di Area Lumpur Lapindo*. Surabaya : Tugas Akhir Program Studi Teknik Geodesi.

POTENSI SERAPAN KARBON DI JALUR HIJAU KOTA BOGOR (Studi Kasus: Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran)

***(Research potential of carbon absorption in the green belt city of Bogor,
Case study: KH.Sholeh Iskandar Street and Pajajaran Street)***

Arin Rahma Rinjani ¹, Luluk Setyaningsih², dan Abdul Rahman Rusli³

¹PT. Nurinda, Jl. Letjen. Suprpto Kav. 121 Komplek Cempaka Indah Blok B5 Jakarta Pusat

^{2,3}Fakultas Kehutanan, Universitas Nusa Bangsa, Jl. Sholeh Iskandar No. 4, Kota Bogor, Jawa Barat

e-mail: arinrahmar@gmail.com

Carbon dioxide (CO₂) in the atmosphere can be absorbed by trees through the process of photosynthesis. Plants or trees serve as a stockpile and carbon deposition and this term is called carbon sink. The existence of trees in the green jar of urban areas plays an important role in carbon uptake. For this reason, the purpose of this study is to determine the number of trees, to know the number of vehicle emissions and to know the potential of carbon uptake. The research used a census method toward existing stands. For data analysis, surface standing biomass calculations using allometric equations for measuring tree biomass and carbon uptake analyzes were calculated using a carbon stock formula. The results showed that the potential of carbon uptake in the green route of Bogor City found 14 species of trees with the number of trees 1357 trees divided into two roads are kh.sholeh iskandar road that is as much as 523 and on pajajaran road as much as 834. Total emissions of motor vehicles road kh.sholeh iskandar of 31780 kg/hour while in pajajaran street amounted to 40908 kg/hour. Potential carbon uptake of 2317.03 kg, while in pajajaran street of 7780.79 kg. The remaining carbon dioxide emissions in the road kh.sholeh iskandar of 29462.97 kg/hour and for the needs of trees on the street kh.sholeh iskandar as many as 6949 stems. The remaining carbon dioxide emissions in the pajajaran road amounted to 33119.25 kg, hours and tree needs in pajajaran road as many as 1348 stems.

Keywords: Carbon uptake, trees, vehicle emissions,

ABSTRAK

Karbon dioksida (CO₂) di atmosfer dapat diserap oleh pohon melalui proses fotosintesis. Tanaman atau pohon berfungsi sebagai tempat penimbunan dan pengendapan karbon dan istilah ini disebut reserwa karbon. Keberadaan pohon di jalur hijau kawasan perkotaan memegang peranan penting sebagai serapan karbon. Untuk itulah maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah pohon, mengetahui jumlah emisi kendaraan bermotor serta mengetahui potensi serapan karbon. Penelitian menggunakan metode sensus terhadap tegakan yang ada. Untuk analisa data, perhitungan biomassa permukaan tegakan menggunakan persamaan allometrik untuk mengukur biomassa pohon dan analisa serapan karbon dihitung dengan menggunakan formula carbon stock. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi serapan karbon di jalur hijau Kota Bogor ditemukan 14 jenis pohon dengan jumlah pohon 1357 pohon yang terbagi dalam dua jalan yaitu jalan kh.sholeh iskandar yaitu sebanyak 523 dan di jalan pajajaran sebanyak 834. Total emisi kendaraan bermotor jalan kh.sholeh iskandar sebesar 31780 kg/jam sedangkan di jalan pajajaran sebesar 40908 kg/jam. Potensi serapan karbon sebesar 2317,03 kg, sedangkan di jalan pajajaran sebesar 7780,79 kg. Sisa emisi karbon dioksida di jalan kh.sholeh iskandar sebesar 29462,97 kg/jam serta untuk kebutuhan pohon di jalan kh.sholeh iskandar sebanyak 6949 batang. Sisa emisi karbon dioksida di jalan pajajaran sebesar 33119.25 kg, jam dan kebutuhan pohon di jalan pajajaran sebanyak 1348 batang.

Kata kunci: Emisi Kendaraan, pohon, serapan karbon.

I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang merupakan salah satu masalah lingkungan yang dialami dunia saat ini. Salah satu faktor penyebab perubahan iklim adalah pemanasan global. Pemanasan global disebabkan oleh Emisi gas bumi rumah kaca. Salah satu gas bumi yang berpengaruh besar dalam peningkatan suhu permukaan bumi adalah karbon dioksida. Konsentrasi karbon dioksida di atmosfer telah mengalami peningkatan dari era pra industri pada tahun 1750 yaitu 280 ppm menjadi 378 ppm pada tahun 2005 (Solomo dkk., 2007). Peningkatan gas rumah kaca salah satunya dipicu oleh pemakaian bahan bakar fosil untuk energi dalam bidang industri maupun transportasi (Lathief, 2008).

Kendaraan bermotor merupakan sumber utama polusi udara di daerah perkotaan dan menyumbang 70 persen Emisi NOX, 52 persen Emisi VOC dan 23 persen partikulat (Departement of Enviroment & Consevation, 2006).

Kota Bogor yang selain dikenal sebagai kota hujan dikenal pula sebagai kota sejuta angkot mempunyai trayek angkutan umum. Pada awalnya terdapat 13 trayek angkutan kota yang beroperasi di Kota Bogor (berdasarkan SK Walikotamadya Kepala Dearah Tingkat II Bogor No. 5511,2/SK-225-Ekon/97). Pada tahun 1995 terjadi perluasan Kota Bogor yang mengakibatkan wilayah operasi tiga trayek angkutan perkotaan, yakni trayek 01A, trayek 04, dan trayek 16 masuk keseluruhannya kedalam wilayah kota Bogor kemudian tahun 2006 ditambahkan trayek angkuta kota berdasarkan keputusan Walikota Bogor No. 551.23.45.67 Tahun 2006 Tanggal 17 Februari 2006, menjadi 22 trayek. Rute semua trayek angkutan kota di Kota Bogor merupakan fixed route, dimana kendaraan hanya diperkenankan melewati jalur yang telah ditetapkan.

Data dan informasi terkait simpanan karbon di areal Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran Kota Bogor belum banyak dikaji, untuk itu penelitian ini penting dilakukan. Ada pun tujuan penelitian ini untuk mengetahui jumlah pohon yang terdapat di

jalur hijau yang terdapat di Areal Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran, mengetahui emisi kendaraan bermotor di Areal Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran serta mengetahui potensi penyerapan karbon pada Tegakan pohon di Areal Jalan KH.Sh Iskandar dan Jalan Pajajaran.

Penelitian diharapkan bermanfaat untuk memberikan informasi bagi pengelola taman kota maupun pemerintah Kota Bogor mengenai potensi penyerapan dan penyimpanan karbon oleh tegakan pohon bagi upaya konservasi lingkungan di sekitarnya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di areal Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran Kota Bogor. Penelitian dilaksanakan selama dua bulan, yaitu pada April – Mei 2016.

Dalam penelitian ini pengambilan data menggunakan metode sensus dengan mengukur seluruh Tegakan pohon (Harbagung, 1985), yang berada di Areal pinggir Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran Kota Bogor. Pengambilan data jumlah Pohon menggunakan metode sensus dengan mengukur seluruh Tegakan pohon (Harbagung, 1985), yang berada di Areal pinggir Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran Kota Bogor. Penghitungan biomassa atas permukaan Tegakan menggunakan persamaan allometrik. Persamaan allometrik yang digunakan untuk mengukur biomassa Pohon adalah persamaan Ketterings *et al.* (2001):

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

Keterangan :

B : Biomassa Pohon (kg/Pohon)

D : Diameter setinggi dada (cm)

ρ : Berat jenis kayu (gr/cm³) (IPCC, 2006)

Persamaan Ketterings tersebut memiliki nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 0,90. Nilai koefisien determinasi tersebut merupakan nilai yang menunjukkan keterandalan persamaan yang digunakan. Semakin besar nilai koefisien determinasi tersebut, maka semakin tinggi

keterandalan persamaan yang digunakan. (Lukito, 2014).

Dalam menentukan sampel biomassa tegakan yaitu menggunakan sampel sensus metode sensus dengan mengukur seluruh Tegakan pohon (Harbagung, 1985), dalam menghitung biomassa tegakan yaitu hanya mengukur diameter Pohon.

Analisis cadangan karbon Pohon menggunakan pendekatan kandungan biomassa yang dikembangkan oleh IPCC (2006), Formulasi umum yang digunakan adalah :

$$C = 0,5 \times W$$

Keterangan :

C : Cadangan Karbon (Tc)

W : Biomassa (kg)

0,5 : Koefisien kadar karbon pada tumbuhan

Analisa Serapan Karbon dihitung dengan menggunakan data carbon stock dengan formulasi yang digunakan oleh IPCC (2006) adalah sebagai berikut:

$$EC = 3,76 \times CLC-D$$

Keterangan :

EC : Serapan Karbon (tCO_2)

3,76 : Ratio atomic carbon dioxide terhadap carbon : $44/12$ (tCO_2 e/ton C)

CLD-D : Carbon Stock

Menentukan Sampel Kendaraan

Pengambilan sampel kendaraan ini dilakukan di Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran. Sampel di ambil pada hari libur nasional, hari kerja dan hari minggu pada waktu pagi, siang, dan sore. Waktu yang dilakukan pada pengambilan sampel masing-masing satu jam.

Menghitung Emisi Kendaraan

Untuk menghitung intensitas Emisi sumber garis dihitung dengan formula Menurut Zhongan, *et.al* (2005) :

$$E_P = \sum L \times N_i \times F_{pi}$$

Keterangan:

L : Panjang jalan yang diteliti

Ni : Jumlah kendaraan bermotor yang melintas ruas jalan (kendaraan/jam)

Fpi : Faktor Emisi kendaraan bermotor tipe f(g/Km)

I : Tipe kendaraan bermotor (1 .n)

Ep : Intensitas Emisi dari suatu ruas (g/jam/km)

P : Jenis polutan yang diestimasi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan di Jalur Hijau Kota Bogor yaitu di Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran terdapat berbagai jenis pohon. Data Sebaran Jenis Pohon di Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Sebaran Pohon di Jalur Hijau Jalan KH.Sholeh Iskandar

No	Jenis	Jumlah Pohon	
		KH. SI	Pajajaran
1	Bungur	288	2
2	Mahoni	45	664
3	Trembesi	115	8
4	Kenari	26	-
5	Petai Cina	13	-
6	Lamtoro	7	-
7	Pinus	6	2
8	Angsana	5	-
9	Kapuk	3	9
10	Johar	2	11
11	Beringin	-	17
12	Ketapang	-	4
13	Jati	-	1
14	Karet	-	1
Jumlah		523	834

Emisi Kendaraan Bermotor

Untuk mengetahui Emisi kendaraan bermotor maka telah dilakukan penghitungan jumlah kendaraan di sepanjang Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran pada waktu pagi, siang, dan sore hari dalam waktu tiga hari.

Jumlah kendaraan melintas di Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran selama tiga hari dalam sehari pada hari libur nasional, hari kerja, dan hari minggu adalah disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. Data jumlah kendaraan melintas di Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran selama 3 hari pada hari libur nasional, hari kerja, dan hari minggu

Lokasi	Hari pengamatan	Jumlah kendaraan/ hari	
		Mobil	Motor
KH.Sholeh Iskandar	Libur	3350	4250
	Nasional		
	Kerja	1550	2100
Pajajaran	Minggu	2850	3450
	Libur	5950	7300
	Nasional		
	Kerja	1800	2300
	Minggu	2300	3000
Rata-rata		2966.6	3733.3
		7	3

Dari tabel 2 terlihat bahwa jumlah kendaraan yang paling banyak melintas pada

adalah di ruas Jalan Pajajaran hal ini dikarenakan ruas Jalan Pajajaran merupakan Jalan utama Jakarta, Bogor, dan Sukabumi.

Dengan jumlah kendaraan yang seperti demikian dapat di duga Emisinya berdasarkan rumus Zhongan, *et.al* (2005), maka hasil Emisi estimasi dicantumkan dalam tabel 3.

Tabel 3. Estimasi Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor di Ruas Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran

Lokasi	Hari	Jumlah Kendaraan		Total Emisi (L x Ni x Fpi)	
		Mobil (Unit)	Motor (Unit)	Mobil (g/jam)	Motor (g/jam)
KH.SI	Liburan Nasional	3350	4250	1876	11900
	Kerja	1550	2100	868	5880
	Minggu	2850	3450	1596	9660
Jumlah		7750	9800	4340	27440
Pajajaran	Liburan Nasional	5950	7300	3332	20440
	Kerja	1800	2300	1008	6440
	Minggu	2300	3000	1288	8400
jumlah		10050	12600	5628	35280

Keterangan : L: Panjang jalan, Ni: jumlah kendaraan, Fpi: faktor Emisi kendaraan

Biomassa dan Serapan Karbon di Jalur Hijau

Biomassa Pohon diperoleh dari perkalian DBH dengan berat jenis Pohon dalam penelitian ini menggunakan rumus dari persamaan Ketterings *et al.* (2001). Bahwa untuk mengukur serapan karbon di peroleh dari nilai cadangan karbon bahwa cadangan karbon proses untuk mengetahui serapan karbon sedangkan untuk mengetahui cadangan karbon diperoleh dari perkalian dengan biomassa. Perhitungan daya serap CO₂

pada suatu Pohon didasarkan pada kadar karbohidrat yang terdapat pada daun Pohon tersebut (Dahlan dalam Abdurrazaq, 2010). Untuk mengetahui biomassa dilakukan pengukuran DBH dengan Inventarisasi pada Pohon dilakukan dengan cara sensus jenis dan jumlah Pohon pada dua titik jalur Hijau yaitu Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan pajajaran. Hasil potensi serapan karbon pada masing-masing jalur pengamatan yang terdiri dari dua jalur hijau yaitu Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran disajikan pada tabel 4.

Tabel 4 . Potensi serapan karbon Pohon

Lokasi	Jenis	Jumlah Pohon	DBH (cm)	Berat Jenis *	Biomassa (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Serapan rata-rata perpohon/jenis	Serapan Total/Jenis (kg)
KH	Bungur	288	38.14	0.69	499.60	249.80	3.28	939.26
	Trembesi	115	37.26	0.61	121.34	60.67	2.00	228.12
	Mahoni	45	30.89	0.61	33.39	16.69	1.39	62.77
	Kenari	26	35.96	0.55	21.38	10.69	1.55	40.19
	Petai cina	13	37.82	0.45	11.76	5.88	1.70	22.11
	Lamtoro	7	28.10	0.82	4.54	2.27	1.22	8.53
	Pinus	6	33.72	0.48	3.53	1.77	1.90	6.65
	Angsana	5	77.17	0.65	43.80	21.90	16.47	82.34
	Kapuk	3	82.97	0.33	16.86	8.43	10.56	31.69
	Johar	2	36.50	0.84	2.48	1.24	2.33	2.33
PJ	Mahoni	664	50.60	0.61	2154.89	1077.44	6.11	4051.19
	Beringin	17	95.52	0.52	445.43	222.72	49.26	837.41
	Johar	11	63.67	0.84	66.71	33.35	11.40	125.41
	Kapuk	9	138.11	0.33	312.41	156.20	65.26	587.32
	Trembesi	8	68.85	0.61	83.06	41.55	19.52	156.15
	Ketapang	4	36.25	0.65	3.90	1.95	1.83	7.34
	Bungur	2	68.47	0.69	9.79	4.90	9.20	18.41
	Pinus	2	25.16	0.48	0.49	0.25	0.46	0.93
	Jati	1	20.83	0.7	0.21	0.10	0.39	0.39
	Karet	1	165.61	0.61	43.27	21.86	82.20	82.20

Keterangan: Berat Jenis (sumber: Atlas Kayu Jilid II), KH : KH Sholeh Iskandar, PJ : Pajajaran

Total Sisa Emisi Karbon Dioksida di Jalur Hijau

Sisa emisi Karbon dioksida diperoleh dari perkurangan antara emisi karbon kendaraan bermotor dengan daya serap jalur hijau. Sedangkan untuk mengetahui kebutuhan pohon di Jalur Hijau diperoleh dari perbagian antara sisa emisi dengan rata-rata jenis pohon. Data sisa emisi karbon dioksida dan kebutuhan pohon di Jalur Hijau terdapat pada tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 5. Sisa emisi karbon dioksida dan kebutuhan pohon di jalur hijau

Lokasi	Sisa Emisi CO2 (kg/jam)	Kebutuhan Pohon (batang)
KH.Sholeh Iskandar	29462.97	6949
Pajajaran	33119.25	1348

Jalur Hijau Kota Bogor yaitu Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran terdapat sebanyak 14 jenis pohon dengan

jumlah Pohon keseluruhan sebanyak 1357 pohon. Di Jalan KH.Sholeh Iskandar terdapat jumlah pohon sebanyak 532 pohon, sedangkan di Jalan Pajajaran terdapat Jumlah pohon sebanyak 834 pohon.

Vegetasi di Jalur Hijau Kota Bogor, di Jalan KH.Sholeh Iskandar yang di dominasi oleh jenis Pohon Bungur sedangkan di Jalan Pajajaran di dominasi oleh pohon Mahoni.

Tabel 3. Menjelaskan bahwa kendaraan terbanyak melintas di Ruas Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran adalah pada Hari Libur Nasional. Hal dikarenakan pada hari Libur Nasional bagi sebagian besar Pegawai Pemerintahan, Karyawan dan banyak masyarakat yang melakukan liburan ke tempat wisata yang berada di Kota Bogor. Masyarakat yang datang ke Kota Bogor sebagian besar menggunakan sepeda motor dan mobil sehingga terjadi volume kendaraan cukup tinggi. Pada hari kerja volume kendaraan tidak terlalu padat hal ini dikarenakan akses jalan yang sebagian besar dipergunakan oleh pekerja dan anak sekolah yang menggunakan sepeda

motor dan mobil. Sementara pada hari minggu terjadi kepadatan kembali dikarenakan hari libur bagi Pegawai dan anak sekolah dan banyak masyarakat yang bepergian menggunakan sepeda motor dan mobil.

Rata – rata jumlah Kendaraan yang paling banyak melintas di Ruas Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran adalah sepeda motor sebanyak 3733.33 unit/hari, sedangkan untuk mobil adalah sebanyak 2966.67 unit/hari.

Tabel 3 menjelaskan emisi kendaraan tertinggi di Ruas Jalan KH.Sholeh Iskandar yaitu terdapat pada hari libur nasional dengan nilai emisi kendaraan sebesar 11900 g/jam untuk sepeda motor sedangkan untuk emisi mobil yaitu 1876 g/jam sedangkan di Ruas Jalan Pajajaran emisi kendaraan tertinggi yaitu terdapat pada hari libur nasional dengan nilai emisi kendaraan sebesar 20440 g/jam untuk sepeda motor sedangkan untuk emisi mobil yaitu 3332 g/jam. Menurut pasal 6 Permen LH No. 4/2009 itu, tiap kendaraan roda empat tipe baru harus menjalani uji emisi yang mewajibkan menggunakan bahan bakar dengan spesifikasi reference fuel menurut *Economic Commission for Europe (ECE)*. Euro tiga adalah standar emisi kendaraan bermotor di Eropa yang telah diadopsi oleh beberapa negara di dunia. Terhitung tanggal 1 Agustus 2013 di Indonesia untuk kendaraan bermotor roda dua berada pada standar Euro 3. Pemerintah menetapkan standar emisi sepeda motor 2.62 g/jam sedangkan untuk mobil 0.44 g/jam. Ternyata setelah dihitung emisi itu lebih tinggi dibandingkan dengan emisi yang ditetapkan oleh Pemerintah.

Pada tabel 4. Menjelaskan bahwa di Ruas Jalan KH.Sholeh Iskandar serapan karbon tertinggi terdapat pada jenis pohon bungur dengan serapan karbon adalah 939.26 kg sedangkan yang terkecil jenis pohon Johar dengan serapan karbon adalah 2.33 kg, sedangkan di Ruas Jalan Pajajaran serapan karbon tertinggi terdapat pada jenis pohon Mahoni dengan serapan karbon adalah 4051.19 kg sedangkan yang terkecil jenis pohon Jati dengan serapan karbon adalah 0.3g

kg. Menurut Nowak dan Crane (2002), beragamnya nilai karbon tersimpan pada suatu plot dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah pohon dalam plot tersebut (kerapatan) dan juga luas basal yang dimiliki pohon penyusun vegetasi (dominasi). Menurut Satoo dan Madgwick (1982), menyatakan bahwa suhu dan curah hujan merupakan faktor iklim yang berpengaruh penting terhadap biomassa. Selain curah hujan dan suhu yang mempengaruhi besarnya biomassa, parameter lain yang berpengaruh adalah umur tanaman, kerapatan tegakan, komposisi dan struktur tegakan, kualitas tempat tumbuh, serta faktor lingkungan. Semakin besar biomassa, maka kandungan karbon akan semakin besar sehingga hubungan antara besarnya karbon dengan biomassa berbanding positif (Maretnowati, 2004). Tinggi dan rendahnya nilai karbon tersimpan pada tegakan batang dipengaruhi oleh diameter batang. Odum (1971), menyatakan bahwa luas basal mempengaruhi nilai karbon tersimpan karena dioksidasi oleh ruang terbuka hijau dengan jumlah pohon 10.000 pohon berumur 16-20 tahun mampu mengurangi karbon dioksida sebanyak 800 ton pertahun (Simpson dan McPherson, 1999). Penanaman pohon menghasilkan absorbs karbon dioksida dari udara dan menyimpan karbon, sampai karbon dilepaskan kembali akibat vegetasi tersebut busuk atau dibakar. Hal ini disebabkan karena pada RTH yang dikelola dan ditanam akan menyebabkan terjadinya penyerapan karbon dari atmosfer kemudian sebagian kecil biomasanya dipanen dan atau masuk dalam kondisi masak tebang atau mengalami pembusukan (IPCC,1995).

Tabel 4 menjelaskan juga bahwa di Ruas Jalan KH.Sholeh Iskandar rata-rata serapan karbon tertinggi terdapat pada jenis pohon angkana dengan rata-rata serapan karbon sebesar 16.47 kg sedangkan yang terkecil terdapat pada pohon mahoni sebesar 1.39 kg, sedangkan di Ruas Jalan Pajajaran rata-rata serapan karbon tertinggi terdapat pada pohon karet sebesar 82.20 kg sedangkan untuk yang terkecil terdapat pada pohon jati sebesar 0.39.

Hal ini sejalan dengan yang dilakukan oleh Laengge (2012) bahwa untuk biomassa tanaman penghijauan angkana (*Pterocarpus indicus Willd*) di jalur hijau jalan kota Manado memberikan hasil pendugaan biomassa tanaman penghijauan angkana di Jalan Sam Ratulangi menunjukkan nilai rata-rata adalah 252,12 kg, sedangkan di Jalan Toar sebesar 230,93 kg. Besarnya kandungan biomassa berdasarkan diameter dan tinggi pohon angkana di Jalan Sam Ratulangi dan Jalan Toar disebabkan oleh besarnya ukuran diameter batang dan tinggi tanaman itu sendiri. Seperti yang diketahui, biomassa berkaitan erat dengan proses fotosintesis, di mana biomassa bertambah karena tumbuhan menyerap CO₂ dari udara dan mengubahnya menjadi senyawa organik melalui fotosintesis.

Tumbuhan memerlukan sinar matahari, gas asam arang (CO₂) yang diserap dari udara serta air dan hara yang diserap dari dalam tanah untuk kelangsungan hidupnya. Melalui proses fotosintesis, CO₂ di udara diserap oleh tanaman dan diubah menjadi karbohidrat, kemudian disebarkan keseluruh tubuh tanaman dan akhirnya ditimbun dalam tubuh tanaman berupa daun, batang, ranting, bunga dan buah. Proses penimbunan C dalam tubuh tanaman hidup dinamakan proses sekuestrasi (*C-sequestration*). Dengan demikian mengukur jumlah C yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup (biomassa) pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO₂ di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Sedangkan pengukuran C yang masih tersimpan dalam bagian tumbuhan yang telah mati (nekromasa) secara tidak langsung menggambarkan CO₂ yang tidak dilepaskan ke udara lewat pembakaran (Hairiah dan Rahayu, 2007).

Beberapa jenis tanaman pelindung yang biasa ditanam di sisi kanan kiri jalan ataupun ditengah terbagi menjadi 3 bagian yaitu jenis pohon besar, jenis pohon sedang dan jenis pohon kecil. Jenis pohon besar yaitu kenari (*Canarium vulgare*), mahoni (*Swietenia mahagoni*), angkana (*Pterocarpus indicus*), palem raja (*Oreodoxa regia*), saga (*Adenanthera pavoninna*), asam jawa

(*Tamarindus indica*), dan bungur (*Lagestroemia londonii*). Jenis pohon sedang yaitu glodogan biasa atau tiang (*Polyalthia longifolia*), kupu-kupu (*Bauhinia blakeana*), kiara payung (*Filicium decipiens*), tanjung (*Mimusosp elengi*), cemara kipas (*Thuja occidentalis*), dan biola cantik (*Ficus lyrata*). Sedangkan jenis pohon kecil yaitu palem merah (*Cryptostachys lakka*), palem botol (*Mascarena lagenicaulis*), palem putri (*Vitsia merini*) dan pinang (*Areca cathecu*) (Nazaruddin, 1996).

Vegetasi sangat bermanfaat untuk merekayasa masalah lingkungan di perkotaan. Selain merekayasa estetika, mengontrol erosi dan air tanah, mengurangi polusi udara, mengurangi kebisingan, mengendalikan air limbah, mengontrol lalu lintas dan cahaya yang menyilaukan, mengurangi pantulan cahaya, serta mengurangi bau. Kumpulan bunga dan dedaunan yang memberikan aroma sedap berguna untuk mengurangi bau busuk. Daun dan ranting-ranting mampu memperlambat aliran angin dan curahan hujan. Akar yang menjalar akan menahan erosi tanah, baik oleh air hujan maupun oleh angin. Daun yang tebal berguna untuk menghalangi cahaya. Daun-daun yang tipis untuk menyaring cahaya serta ranting-ranting berduri untuk menghalangi gerak-gerik manusia. (Zoer'aini, 2007).

Jalur hijau yang terdapat di Ruas Jalan KH. Sholeh Iskandar dapat mempengaruhi nilai gas buang Emisi karbon dari kendaraan bermotor terdapat di Ruas Jalan KH. Sholeh Iskandar. Menurut (2010), dijelaskan bahwa jumlah Emisi karbon total satuan kendaraan yang di konversi ke satuan mobil penumpang (smp) di jalan KH. Sholeh Iskandar yaitu 31780 kg/jam, daya serap jalur hijau di Jalan KH. Sholeh Iskandar 2317.03 kg. Sedangkan emisi karbon dari kendaraan bermotor yang terdapat di Jalan Pajajaran yaitu 40908 kg/jam, sedangkan daya serap jalur hijau di Jalan Pajajaran sebesar 7788.75 kg. Tabel 7. Menjelaskan bahwa sisa emisi karbon dioksida di Jalan KH. Sholeh Iskandar sebesar 29462.97 kg/jam dari hasil tersebut dibutuhkan pohon untuk mereduksi sisa emisi karbon dioksida di

Jalan KH.Sholeh Iskandar sebanyak 6949 batang. Sedangkan sisa emisi karbon dioksida di Jalan Pajajaran sebesar 33119.25 kg/jam dari hasil tersebut dibutuhkan pohon untuk mereduksi sisa emisi karbon dioksida di Jalan Pajajaran sebanyak 1348 batang.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Jumlah pohon di Jalur Hijau di Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran terdapat 14 jenis pohon dengan jumlah pohon keseluruhan sebanyak 1353 pohon. Di Jalan KH.Sholeh Iskandar terdapat jumlah pohon sebanyak 523 pohon sedangkan di Jalan Pajajaran jumlah pohon sebanyak 834 pohon. Emisi tahunan polutan Karbon Monoksida di Ruas Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran sepanjang 200 meter dengan total Emisi kendaraan di Jalan KH.Sholeh Iskandar sebesar 31780 g/jam, sedangkan di Jalan Pajajaran total Emisi kendaraan sebesar 40908 g/jam. Potensi serapan karbon berdasarkan biomassa yang terdapat di Jalur Hijau Jalan KH.Sholeh Iskandar yaitu : 2317.03 kg ; di Jalan Pajajaran yaitu : 7788.72 kg. Jenis-jenis dominan penyerap karbon di Ruas Jalan KH.Sholeh Iskandar dan Jalan Pajajaran yaitu Bungur (*Lagerstroemia*), Trembesi (*Samanea saman*), Angsana (*Pterocarpus indica*), Mahoni (*Switenia mahagoni*), Beringin (*Ficus benyamina*), Kapuk (*ceiba petandra*). Sisa emisi karbon dioksida di Jalan KH.Sholeh Iskandar sebesar 29462,97 kg/jam sedangkan kebutuhan pohon di Jalan KH. Sholeh Iskandar sebanyak 6949 batang, sedangkan sisa emisi karbon dioksida di Jalan Pajajaran sebesar 33119.25 kg/jam sedangkan kebutuhan pohon di Jalan Pajajaran sebanyak 1348 batang.

B. Saran

Perlu dilakukan penambahan jumlah dan jenis Pohon yang dapat berperan menyerap karbon yang cukup tinggi seperti *Lagerstroemia*, *Samanea Saman*, *Pterocarpus Indica*, *Switenia Mahagoni*, *Ficus benyamina*, *Ceiba petandra*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang tulus untuk rekan-rekan yang telah membantu dalam pengambilan data hingga penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurarazaq.2010. Daya Serap Pohon terhadap Karbondioksida.<http://ncca.19.Wordpress.com/2016/07/20/data-daya-serap-Pohon-terhadap-karbondioksida>.
- Arini, F, 2010. Studi Kontribusi Kegiatan Transportasi terhadap Emisi Karbon di Surabaya bagian Timur, Surabaya : (belum diterbitkan).
- Brown, S. 1997. *Estimating Biomass Change and Biomassa Change of Tropical Forest.A Primer*.FAO.Forestry Paper No. 134. FAO, USA.
- Dahlan, E.N. 1989. Studi kemampuan Tanaman dalam menyerap timbal Emisi dari Kendaraan Bermotor.Tesis.Program Pascasarjana.Insitusu Pertanian Bogor. Bogor.
- Dahlan EN. 1992. Hutan kota untuk pengelolaan dan peningkatan kualitas Lingkungan Hidup. Bogor : APhi.
- Delvian, 2006.Peromena Forest Science Journal.Volume 2 No. 1.
- Hairiah, K., S. Rahayu. 2007. *Pengukuran 'karbon tersimpan' di berbagai macam penggunaan lahan*. World Agroforestry Centre- ICRAF SEA Regional Office. Bogor.
- Hamilton, L.S dan HLM, N. King. 1998. *Daerah Aliran Sungai Hutan Tropika*, Yogyakarta : UGM Press
- Harbagung. 1996. *Model pendugaan tempat tumbuh hutan tanaman Eucalyptus deglupta*. Forest Research Bulletin 542:19-35.
- Hariyadi, 2005. Kajian potensi Cadangan Karbon Pada Pertamanan The (*Camelia Sinensis.L*) dan Berbagai Penggunaan Lahan di Kawasan Taman Nasional Gunung Halimun, Kecamatan Nanggung. Kabupaten Bogor. Disertasi. Program Pascasarjana, Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- IPCC. 1995. Green house Gas Inventory Reference Manual. IPCC WGI Technical Support unit, Hardley Center, Meterologi office, London Road, Braknell, RG 122 NY, United Kingdom.
- [IPCC] *Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. www.ipcc-nggip.iges.or.jp. [2 Maret 2016], pukul 15:20 WIB.
- Kettering, M.Q., R. Coe, M. V. Noordwijk, Y. Ambagau, dan C.A. Palm. 2001. *Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equation for predicting above-ground tree biomass in mixed*

- secondary forest. For. Ecol. & Manage.* 146: 199-209.
- Latief, C. 2007. Perbedaan sebaran karbon pada atmosfer permukaan dan menengah bulan Desember 2007 hasil pengukuran profil vertical CO₂ di waktukosek. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*. Yogyakarta.
- Madji, Udo Yamin Efendi. (2007). *Quranic Quotient*. Jakarta: Qultum Media.
- Manuri, S., C.A.S. Putra dan A.D. Saputra. 2011. *Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Huta*. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation-GIZ. Palembang
- Masripatin, N., dkk. 2010. *Cadangan Karbon pada berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- Muhdi. 2008. *Model Simulasi Kandungan Karbon Akibat Pemanenan Kayu di Hutan Alam Tropika*. Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara
- Nowak, D.J. dan D.E. Crane. 2002. Carbon Strorage and Sequestration by urban tress in the USA. *Environmental Pollution* 116: 381-389.
- Odum. 1971. *Dasar-Dasar Ekologi*. Terjemahan Ir. Thahjono Samingan, M.Sc. Cet. 2. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Packham JR dan Harding DJL. 1982. *Ecology of Woodland Processes*. Edward Arnold. London
- Puspijak. 2011^a. Pedoman Pengukuran Karbon untuk Mendukung Penerapan REDD+ di Indonesia. Badan Litbang Kehutanan.
- Puspijak. 2011^b. Cadangan Karbon pada Berbagai Tipe Hutan dan Jenis Hutan Tanaman Indonesia. Badan Litbang Kehutanan.
- Roswiniarti, O., Solichin, dan Suwarsono. 2008. Potensi pemanfaatan data SPOT untuk estimasi cadangan dan karbon di hutan rawa gambut Merang, Sumatera Selatan. *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XVII*.
- Satoo, T. dan Madgwick, H A I. 1982. *Forest Biomass*. <http://www.worldcat.org>. (2 Desember 2013), pukul 21:20 WIB.
- Simpson, J.R., and E.G. McPherson, 1999. *Carbon Dioxide Reduction Through Urban Forestry- Guiderines For Professional and Volunteer Tree Planters*, Gen, Tech, Rep, PSW-GTR-171, Albany, CA : Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Departmen of Agriculture.
- Solomon, C. B. (2007). *The Relationships among Middle Level Leadership, Teacher Commitment, Teacher Collective Efflcacy, and Student Achievement*. Diambil dari <http://edt.missouri.edu/winter2007/Dissertation/SolomonC-050407-D6620/research.pdf> pada tanggal 26 Desember 2007, pukul 20:15 WIB.
- Sutaryo, D. 2009. *Penghitungan Biomassa. Wetlands International Indonesia Programme*. Bogor.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999. *Pengendalian Pencemaran Udara*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999. Jakarta.
- Wiyono, Slamet. (2006). *Manajemen Potensi Diri*. Jakarta: PT Grasindo.

**SIMPANAN UNSUR HARA MAKRO (N, P, K, Ca dan Mg) PADA TEGAKAN
SENGON (*Paraserianthes falcataria* (L.)) UMUR 5 TAHUN**
(*Macro's Nutrients Stock (N, P, K, Ca and Mg) on Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.)) which
Aged 5 Years*)

Khalimi Heruwanto¹ dan Bambang Supriono²

¹PT. Ayamuru Bakti Pertiwi Consultant, Kota Bogor, Jawa Barat Indonesia

²Fakultas Kehutanan, Universitas Nusa Bangsa, Jl. Sholeh Iskandar No. 4, Kota Bogor, Jawa Barat.

e-mail: khalimi.heruwanto@ayamarubaktipertiwi.co.id

ABSTRACT

Sengon (Paraserianthes falcataria) is a type of plant developed as an industrial forest plantation and community forest that is used as a wood raw material. The nutrient content contained in the stands of sengon trees is very important to know. This study aims to determine the number of macronutrient deposits in sengon plants aged 5. Research methods by measuring the total volume of tree trunks, calculate nutrient inventory according to the formula set, the area of Basic Field and Tree Trunk volume. The results showed that the average volume of sengon trees in Cidadap village was 412,48 m³ / ha and Pelabuhan Ratu Village was 453,61 m³ / ha. The macronutrient content stored on the stands of sengon is a calcium (Ca) element of 0.28%; then Nitrogen (N) of 0.23%, Potassium (K) of 0.19%; Phosphorus (P) of 0.08% and Magnesium (Mg) of about 145.52 ppm. The average deposits of macronutrients (N, P, K, Ca and Mg) of Sengon stands in Cidadap Village from the research results are Calcium (Ca) of 380.22 kg / Ha; Nitrogen (N) of 311.22 kg / ha; Potassium of 264.97 Kg / Ha; Phosphate (P) of 109.80 kg / Ha and Magnesium of 19.81 kg / Ha, while in Pelabuhan Ratu Village is 418.14 kg / ha Calcium (Ca); 342.29 kg / Ha of nitrogen (N); 291.40 kg / Ha Potassium (K); 120.75 kg / ha Phosphorus (P); and 21.78 kg / ha of Magnesium (Mg). The larger the volume of Sengon stands, the greater the macronutrient deposits (N, P, K, Ca and Mg).

Keywords: Macro Elements, Saving Of Nutrients, Sengon

ABSTRAK

Sengon (*Paraserianthes falcataria*) merupakan jenis tanaman yang dikembangkan sebagai tanaman hutan industri maupun hutan rakyat yang dimanfaatkan sebagai bahan baku kayu. Kandungan unsur hara yang terkandung dalam tegakan pohon sengon sangat penting untuk di ketahui. Penelitian ini bertujuan mengetahui jumlah simpanan unsur hara makro pada tanaman sengon yang berumur 5. Metode penelitian dengan mengukur volume total batang pohon, menghitung persediaan unsur hara sesuai formula yang ditetapkan, luas Bidang Dasar dan volume Batang Pohon. Hasil penelitian menunjukkan volume rata-rata pohon sengon di Desa Cidadap sebesar 412,48 m³/ha dan di Desa Pelabuhan Ratu sebesar 453,61 m³/ha. Kandungan hara makro yang tersimpan pada tegakan sengon adalah unsur kalsium (Ca) yaitu sebesar 0,28 %; kemudian Nitrogen (N) sebesar 0,23 %, Kalium (K) sebesar 0,19 %; Fosfor (P) sebesar 0,08 % dan Magnesium (Mg) yaitu sekitar 145,52 ppm. Simpanan rata-rata unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tegakan Sengon di Desa Cidadap dari hasil penelitian adalah Kalsium (Ca) sebesar 380,22 kg/Ha ; Nitrogen (N) sebesar 311,22 kg/Ha; Kalium sebesar 264,97 Kg/Ha; Fosfat (P) sebesar 109,80 kg/Ha dan Magnesium sebesar 19,81 kg/Ha, sedangkan di Desa Pelabuhan Ratu adalah sebesar 418,14 kg/Ha Kalsium (Ca); 342,29 kg/Ha nitrogen (N); 291,40 kg/Ha Kalium (K); 120,75 kg/Ha Fosfor (P); dan 21,78 kg/Ha Magnesium (Mg). Semakin besar volume tegakan Sengon, semakin besar pula simpanan unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg).

Kata Kunci : Simpanan Unsur Hara, Sengon, Unsur Makro.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan penyediaan unsur hara tergantung pada jenis atau spesiesnya, di samping juga dipengaruhi oleh iklim dan jasad hidup dalam tanah serta bahan induk. Jenis pohon merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya akumulasi hara pada biomassa tegakan hutan (Satto dan Madgwick, 1982). Unsur-unsur hara yang di mobilisasikan pada vegetasi cenderung meningkat seiring dengan makin dewasanya tegakan (Ruhayat, 1993b).

Sengon (*Paraserianthes falcata*) merupakan jenis tanaman yang dikembangkan sebagai tanaman hutan industri maupun hutan rakyat yang dimanfaatkan sebagai bahan baku kayu. Sengon dipilih karena memiliki kelebihan yaitu masa tebang relatif pendek, pengelolaan relatif mudah, persyaratan tempat tumbuh tidak rumit, dan kayunya serbaguna. Hara-hara yang diserap tanaman dari dalam tanah tentunya ikut terbawa/hilang saat Sengon tersebut ditebang.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui jumlah simpanan kandungan unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) pada tegakan Sengon umur 5 tahun. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukan informasi tentang informasi simpanan unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) pada tegakan Sengon.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Desa Cidadap dan di desa Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi. Analisis kandungan sampel unsur hara makro dengan mengambil 5 pohon dengan 3 perlakuan 5 ulangan untuk dianalisis laboratorium selama 1 bulan. Penelitian ini menggunakan tegakan Sengon Umur 5 Tahun". Pada penelitian ini yang menjadi populasi adalah semua tegakan pohon sengon di wilayah kerja Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Sukabumi.

Pengumpulan data primer diambil dari hasil penebangan pohon. Bagian batang yang diambil contoh adalah tinggi bebas cabang, yaitu batang bagian pangkal, tengah dan ujung.

- a. Pengukuran volume total batang pohon menggunakan rumus :

$$Vol [m^3] = g_{1..3} [m^2] \times h [m] \times f$$

Dimana: vol = volume batang (termasuk kulit kayu); g_{1..3} = basal area pada diameter setinggi dada (tinggi dada = 1,3 m); h = tinggi pohon total; f = faktor bentuk

- b. Menghitung persediaan unsur hara dengan menggunakan rumus :

$$NS_{kayu/kulit} [kg/ha] = vol [m^3/ha] \times \text{kerapatan} [kg/m^3] \times \text{kons.} [kg/ha]$$

Dimana: NS kayu/kulit = persediaan unsur hara di dalam kayu atau kulit; vol = volume kayu atau kulit; kons = konsentrasi unsur hara di dalam kayu atau kulit

Perhitungan persediaan unsur hara dapat diperluas kepada beberapa tingkat volume panen, dengan rumus :

$$NL_{panen} [kg/ha] = NS_{kayu} [kg/ha] + NS_{kulit} [kg/ha]$$

Dimana: NL_{panen} = kehilangan unsur hara melalui panen, NS_{kayu} = persediaan unsur hara dalam kayu; NS_{kulit} = persediaan unsur hara dalam kulit.

- c. Menghitung Luas Bidang Dasar (LBDS) dan Volume Batang Pohon

Luas bidang dasar (lbds) merupakan penampang dari diameter batang pohon. Luas bidang dasar (lbds) pohon tergantung pada diameter batang pohon setinggi dada.

Peningkatan kualitas tempat tumbuh akan menyebabkan luas bidang dasar meningkat (Baker, et al.1979). Besarnya luas bidang dasar dapat dihitung dengan rumus :

$$lbds = 0.25 \times \pi \times d^2$$

Dalam hal ini :

$lbds$ = luas bidang dasar (m^2)

π = konstanta (3.14)

d = diameter batang (m)

Sedangkan untuk volume batang pohon dapat dihitung dengan rumus :

$$V = lbds \times P$$

V = volume (m^3)

$lbds$ = luas bidang dasar (m^2)

P = panjang/tinggi tanaman (m)

d. Pengukuran Kandungan Unsur Hara

Pengukuran Kandungan Unsur Hara di Dalam Batang Kayu dilakukan Laboratorium Seameo Biotrop Services Laboratory, Langkah-langkah dalam pengukuran unsur hara tersebut, dilakukan sebagai berikut :

- 1) Metode pengabuan basah asam nitrat : Perklorat ($HN0_3 + HClO_4$)
- 2) Nitrogen Total. Tanaman Distruksi – Distrilasi-Titrasi
- 3) Penetapan Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg)
- 4) Penetapan Kalium (K)
- 5) Penetapan Phospor (P)
- 6) Penetapan Kadar Air

• Konversi Konsentrasi

Konsentrasi potensi atau kandungan unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) pada batang Sengon dari hasil laboratorium kemudian dikonversi dari berat jenis kayu, massa kayu dan volume kayu dengan rumus :

$$Berat\ Jenis = \frac{massa}{Volume}$$

Atau

$$massa = berat\ jenis \times volume$$

• Penghitungan Massa Batang

Massa batang pohon dapat dihitung dengan rumus :

$$m = V \times \rho$$

Dimana :

m = massa benda (kg)

V = volume benda per hektare (m^3/ha)

ρ = massa jenis benda (kg/m^3)

• Penghitungan Kehilangan Unsur Hara Makro (N, P, K, Ca dan Mg)

Analisis kehilangan unsur hara dihitung berdasarkan persentasi dan jumlah kadar N, P, K, Ca, dan Mg dalam batang Sengon dikalikan dengan massa pohon sengon tersebut dan dirumuskan dengan :

$$NSkayu/ha = K \times m$$

Dimana :

$NSkayu$ = Kehilangan hara (kg/ha)

K = konsentrasi hara (%) atau (ppm)

M = massa kayu per hektar (kg/ha)

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dari analisis rata-rata volume tegakan Sengon setiap ha disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis rata-rata Volume Tegakan Sengon Setiap Ha.

No	Respon- den	Jumlah Tanaman/ Ha	Lbds (m ²)	Diamet er Rata- Rata Tbc (cm)	Ting gi Rata - Rata Tbc (m)	Vol (m ³ /Ha)
Desa Cidadap						
1	R1	1,460	0.030	19.33	7.75	339,45
2	R2	1,520	0.037	21.40	9.47	532,59
3	R3	1,540	0.033	20.18	7.97	405,04
4	R4	1,440	0.026	17.98	8.56	320,49
5	R5	1,520	0.029	18.93	9.54	420,52
6	R6	1,480	0.036	20.83	8.70	463,54
7	R7	1,480	0.029	19.12	8.12	348,51
8	R8	1,510	0.036	21.19	8.64	469,67
Jumlah		11.950	-	-	-	3.299,80
Rata-rata		1.494	0,032	19,87	8,59	412,48
Desa Pelabuhan Ratu						
1	R9	1520	0.033	20.22	8.62	432,28
2	R10	1550	0.036	21.17	8.91	497,18
3	R11	1525	0,035	20,95	8,08	431,27
Jumlah		4.595	-	-	-	1.360,83
Rata-rata		1.532	0,035	20,78	8,53	453,61

Keterangan : R1 = Respoden 1, R2 = Respoden 2, R3 = Respoden 3, R4 = Respoden 4, R5 = Respoden 5, R6 = Respoden 6, R7 = Respoden 7, R8 = Respoden 8, R9 = Respoden 9, R10 = Respoden 10. LBDS = Luas Bidang Dasar, Tbc (Tanaman Bebas Cabang)

Hasil rata-rata volume di desa Cidadap dengan jumlah tanam rata-rata 1.494 pohon dengan diameter rata-rata 19,87 cm dan tinggi rata-rata TBC sebesar 8,59 m dihasilkan volume rata-rata 412,48 m³/ha. Hasil rata-rata volume di desa Pelabuhan Ratu dengan jumlah tanam rata-rata 1.532 pohon dengan diameter rata-rata 20,78 cm dan tinggi rata-rata TBC sebesar 8,53 m dihasilkan volume rata-rata 453,61 m³/ha.

Tabel 2. Hasil Penelitian Dalam Prosentase dan Rata-rata Unsur Hara Makro (N, P, K, Ca, dan Mg) pada Tegakan Sengon

No	Sampel	Umur (Th)	Diamet- er (cm)	Kandungan Unsur Hara				
				N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (ppm)
1	P1	5	24,20	0,25	0,09	0,19	0,36	178,9
2	P2	5	22,61	0,27	0,07	0,20	0,32	146,7
3	P3	5	21,97	0,23	0,08	0,17	0,28	127,5
4	P4	5	20,70	0,19	0,08	0,18	0,25	110,3
5	P5	5	21,34	0,20	0,08	0,23	0,18	164,3
Rata-rata				0,23	0,08	0,19	0,28	145,52

Keterangan : P1= Pohon Sampel 1, P2= Pohon Sampel 2, P3= Pohon Sampel 3, P4= Pohon Sampel 4, P5= Pohon Sampel 5

Hasil penelitian dihasilkan rata-rata unsur N sebesar 0,23 %, P sebesar 0,08 %, K sebesar 0,19 %, Ca sebesar 0,28 % dan Mg sebesar 145,52 ppm.

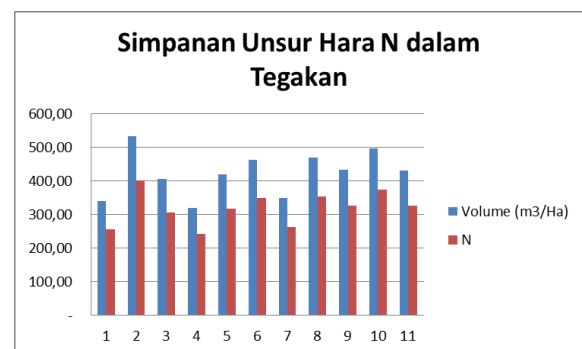
Berdasarkan penelitian simpanan unsur hara makro yang terkandung antara lain Nitrogen (N) berkisar 241,84 – 401,89 kg/ha; Fosfor (P) berkisar 90,36 – 141,78 kg/ha; Kalium (K) berkisar 205,88 – 342,14 kg/ha; Kalsium (Ca) berkisar 321,26 – 490,94 kg/ha dan Magnesium (Mg) berkisar 16,30 – 25,58 kg/ha. Simpanan unsur hara terbesar terletak pada hutan rakyat Sengon Responde 2 (R2).

Tabel 3. Hubungan Volume dengan Simpanan Kandungan Unsur Hara Makro (N, P, K, Ca dan Mg) Pada Tegakan Sengon Setiap Hektar.

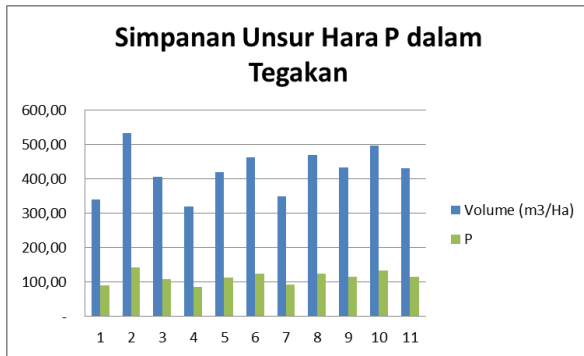
No	Res- ponden	Vol (m ³ /Ha)	Simpanan Unsur Hara (kg/ha)				
			N	P	K	Ca	Mg
1	R1	339,45	256,15	90,36	218,06	312,91	16,30
2	R2	532,59	401,89	141,78	342,14	490,94	25,58
3	R3	405,04	305,64	107,82	260,19	373,36	19,45
4	R4	320,49	241,84	85,31	205,88	295,42	15,39
5	R5	420,52	317,33	111,94	270,14	387,64	20,19
6	R6	463,54	349,78	123,39	297,78	427,29	22,26
7	R7	348,51	262,99	92,77	223,88	321,26	16,74
8	R8	469,67	354,41	125,03	301,72	432,94	22,55
9	R9	432,38	326,27	115,10	277,76	398,57	20,76
10	R10	497,18	375,17	132,35	319,39	458,30	23,88
11	R11	431,27	325,44	114,80	277,05	397,54	20,71

Keterangan : R1 = Respoden 1, R2 = Respoden 2, R3 = Respoden 3, R4 = Respoden 4, R5 = Respoden 5, R6 = Respoden 6, R7 = Respoden 7, R8 = Respoden 8, R9 = Respoden 9, R10 = Respoden 10

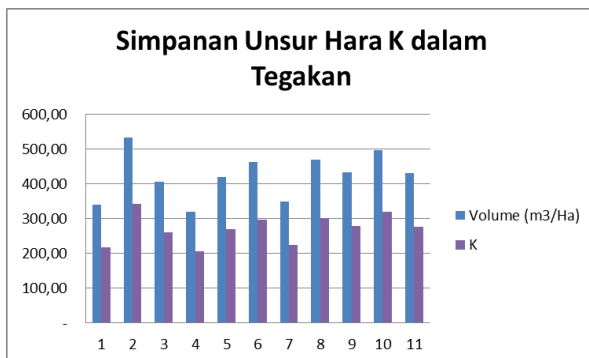
Hubungan antara volume dengan masing-masing simpanan unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) disajikan pada Gambar 1 sampai Gambar 2.



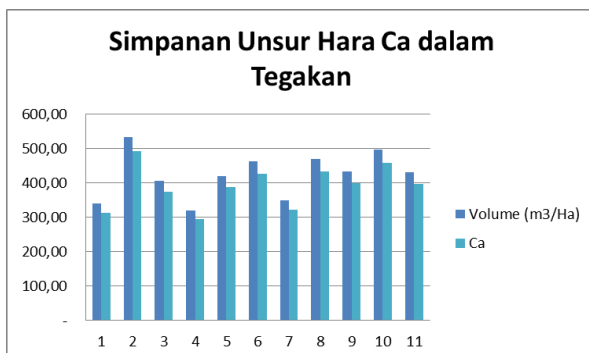
Gambar 1. Grafik Simpanan Unsur Hara N dalam Tegakan



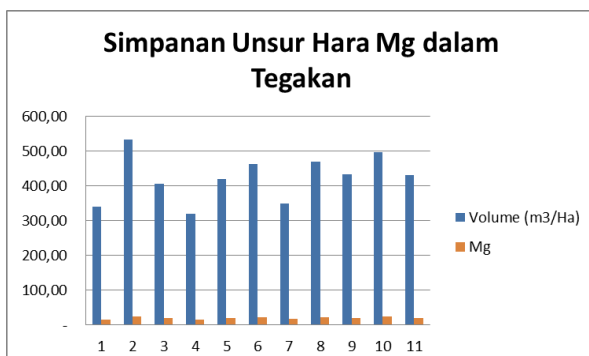
Gambar 2. Grafik Simpanan Unsur Hara P dalam Tegakan



Gambar-3. Grafik Simpanan Unsur Hara K dalam Tegakan



Gambar 4. Grafik Simpanan Unsur Hara Ka dalam Tegakan



Gambar 6. Grafik Simpanan Unsur Hara Mg dalam Tegakan

Berdasarkan Tabel 1, tegakan sengon berumur 5 (*lima*) tahun dengan jarak tanam 2 m x 3 m. Karakteristik yang diukur pada sampel ini adalah diameter batang, tinggi tanaman bebas cabang, luas bidang dasar, dan volume Tbc. Tegakan sengon yang terletak di Desa Cidadap memiliki diameter batang bebas cabang rata-rata sebesar 19,87 cm dan tinggi Tbc rata-rata sebesar 8,59 m. Sedangkan untuk sengon di Desa Pelabuhan Ratu memiliki diameter batang bebas cabang rata-rata sebesar 20,78 cm dan tinggi Tbc rata-rata sebesar 8,53 m.

Diameter setinggi 1,30 m mempengaruhi luas bidang dasar dan volume tegakan per pohon. Berdasarkan perhitungan rumus di atas, lbds rata-rata tegakan sengon pada Desa Cidadap adalah sebesar 0,032 m²/pohon sedangkan di Desa Pelabuhan Ratu sebesar 0,035 m²/pohon. Sedangkan rata-rata volume tanaman bebas cabang per hektar sebesar 412,48 m³/Ha untuk Desa Cidadap dan sebesar 453,61 m³/Ha untuk Desa Pelabuhan Ratu. Menurut Whitmore (1984) pada tanah yang bagus sampai umur 10 tahun rata-rata tegakan sengon dapat mencapai 50 m³/ha - 60 m³/ha dan 20 m³/ha - 40 m³/ha pada tegakan berumur 8 tahun - 15 tahun. Jika dihitung rata-rata volume per tahunnya, maka sengon yang terdapat di Desa Cidadap berkisar 82,50 m³/Ha dan sengon di Desa Pelabuhan Ratu berkisar 90,72 m³/Ha. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kualitas tapak/tanah di lokasi penelitian memiliki kondisi yang baik untuk tanaman sengon.

Untuk konsentrasi Hara Makro pada Batang Tegakan Sengon penelitian digunakan untuk pengukuran konsentrasi hara adalah 5 (lima) sampel dengan 3 ulangan. Ulangan yang digunakan yaitu bagian batang atas, batang tengah dan batang bawah dari pohon sengon. Unsur hara yang dianalisis merupakan hara makro yaitu Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Hasil analisis laboratorium seperti disajikan pada Lampiran 3.

Berdasarkan Tabel 2, kandungan hara makro terbesar pada tegakan sengon adalah unsur kalsium (Ca) yaitu sebesar 0,28 %; kemudian Nitrogen (N) sebesar 0,23 %, Kalium (K) sebesar 0,19 %; Fosfor (P) sebesar 0,08 % dan yang paling rendah adalah unsur Magnesium (Mg) yaitu sekitar 145,52 ppm. Kalsium (Ca) yang terserap dari dalam tanah berfungsi untuk pertumbuhan tanaman, terutama untuk pertumbuhan pada daun dan batang. Kalsium dijumpai dalam tanaman sebagai kalsium pektat pada dinding sel daun dan batang. Selain itu kalsium diperlukan untuk pemanjangan sel, sintesa protein dan pembelahan sel serta memperkeras batang tanaman. Menurut Istomo (2006) kandungan hara Ca tingkat pohon dari terbesar hingga terendah adalah cabang, batang, kulit, daun, dan ranting. Oleh karena itu, kandungan hara terbesar yang terdapat pada batang adalah unsur kalsium (Ca).

Magnesium mempunyai peran penting dalam berbagai proses yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Magnesium berperan penting bagi tanaman karena merupakan satu-satunya unsur logam yang menyusun molekul klorofil (Tisdale dan Nelson, 1975). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Anhar (2006) menyebutkan bahwa konsentrasi Mg terbesar terletak pada daun dan terkecil pada batang. Kandungan Mg yang paling rendah disebabkan batang merupakan bagian yang sudah menjadi organ yang kurang aktif dalam melakukan pertumbuhan dan pembelahan sel. Unsur Mg juga dipengaruhi oleh umur tanaman. Semakin bertambahnya

umur tanaman maka Mg yang terkandung semakin berkurang.

1. Hubungan Antara Volume dengan Simpanan Unsur Hara

Jumlah tegakan sengon yang ditanam dan belum ditebang dapat menunjukkan simpanan unsur hara yang terdapat pada areal tersebut. Berdasarkan penelitian simpanan unsur hara makro yang terkandung di lokasi penelitian sebagaimana disajikan pada Tabel-3 menunjukkan simpanan hara makro Nitrogen (N) berkisar 241,84 – 401,89 kg/ha; Fosfor (P) berkisar 90,36 – 141,78 kg/ha; Kalium (K) berkisar 205,88 – 342,14 kg/ha; Kalsium (Ca) berkisar 321,26 – 490,94 kg/ha dan Magnesium (Mg) berkisar 16,30 – 25,58 kg/ha. Simpanan unsur hara terbesar terletak pada kebun sengon Responden 2 (R2) dengan kandungan/ simpanan hara terbesar unsur kalsium (Ca) dan terendah unsur hara magnesium (Mg).

Pada Gambar 2-6 menunjukkan bahwa komposisi kandungan masing-masing unsur hara terhadap volume pohon per hektar. Berdasarkan grafik, simpanan unsur hara berbanding lurus dengan volume pohon. Semakin besar volume pohon semakin besar kandungan hara yang tersimpan dan sebaliknya. Secara visual pada grafik dapat dilihat bahwa kandungan unsur Ca merupakan komposisi terbesar dan unsur Mg merupakan komposisi terkecil dalam tegakan populasi sengon. Hal ini terjadi disebabkan kebutuhan kalsium yang tinggi pada batang tanaman dan rendahnya kebutuhan magnesium untuk batang sebagaimana telah dijelaskan pada sub bab pengukuran konsentrasi hara pada batang sengon. untuk Potensi Kehilangan Unsur Hara Makro (N, P, K, Ca dan Mg) dalam Tegakan Sengon, Hal ini sejalan dengan yang disampaikan oleh Nasution (2008), kayu sengon termasuk kelas awet IV/V dan kelas IV-V dengan berat jenis $0,33 \text{ gram/cm}^3$ (0,24-0,49). Jadi Massa jenis yang digunakan dalam penelitian ini adalah $0,33 \text{ gram/cm}^3$ (330 kg/m^3).

Kehilangan hara dalam tanah berbanding lurus dengan kandungan hara yang terdapat dalam batang. Semakin besar hara yang terkandung dalam batang semakin besar pula hara yang hilang dalam tanah. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa kehilangan hara dari yang terbesar hingga yang terkecil adalah unsur kalsium (Ca), Nitrogen (N), Kalium (K), Fosfor (P) dan Magnesium (Mg).

Berdasarkan perhitungan dan Tabel-3, apabila dilakukan pemanenan maka kehilangan hara makro di Desa Cidadap dari yang terbesar hingga terendah antara lain dengan asumsi berat jenis kayu Sengon sebesar $0,33 \text{ gr/m}^3$ (330 kg/m^3), maka kehilangan unsur Kalsium (Ca) sebesar $380,22 \text{ kg/Ha}$; Nitrogen (N) sebesar $311,22 \text{ kg/Ha}$; Kalium sebesar $264,97 \text{ Kg/Ha}$; Fosfat (P) sebesar $109,80 \text{ kg/Ha}$ dan Magnesium sebesar $19,81 \text{ kg/Ha}$. Sedangkan kehilangan hara pada lokasi penelitian di Desa Pelabuhan Ratu antara lain kehilangan sebesar $418,14 \text{ kg/Ha}$ Kalsium (Ca); $342,29 \text{ kg/Ha}$ nitrogen (N); $291,40 \text{ kg/Ha}$ Kalium (K); $120,75 \text{ kg/Ha}$ Fosfor (P); dan $21,78 \text{ kg/Ha}$ Magnesium (Mg).

Kehilangan hara terbesar dari dalam batang pohon adalah unsur kalsium (Ca) dan terendah adalah unsur Magnesium (Mg). Hal ini terjadi disebabkan kebutuhan kalsium yang tinggi pada batang tanaman dan rendahnya kebutuhan magnesium untuk batang sebagaimana telah dijelaskan pada sub bab pengukuran konsentrasi hara pada batang sengon. Sedangkan unsur Nitrogen, Kalium dan Fosfor juga sama pentingnya untuk pertumbuhan tanaman.

Nitrogen merupakan unsur hara utama yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang dan akar. Kalium berfungsi dalam metabolisme tanaman (pembentukan protein dan karbohidrat), mengeraskan jerami dan kayu tanaman serta meningkatkan kualitas biji dan buah. Unsur fosfor (P) dalam tanaman jumlahnya lebih kecil dibandingkan Ca, N dan K namun tetap dianggap sebagai kunci kehidupan (Ismunadji

et al., 1991). Tanaman memerlukan P pada semua tingkat pertumbuhan terutama awal pertumbuhan. Fosfor berfungsi untuk pembelahan sel, pembentukan albumin, pembentukan buah, bunga dan biji.

Kadar air pada kayu merupakan faktor penting yang harus diperhatikan terutama untuk keperluan bangunan. Berdasarkan hasil laboratorium di desa Cidadap rata-rata adalah $52,97 \%$ dan di desa Pelabuhan Ratu rata-ratanya adalah $52,16 \%$. Semakin banyak populasi sengon per hektar lahan semakin banyak hara yang terserap dan semakin banyak yang hilang akibat penebangan.

II. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Simpanan rata-rata unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) tegakan Sengon di Desa Cidadap dari hasil penelitian adalah Kalsium (Ca) sebesar $380,22 \text{ kg/Ha}$; Nitrogen (N) sebesar $311,22 \text{ kg/Ha}$; Kalium sebesar $264,97 \text{ Kg/Ha}$; Fosfat (P) sebesar $109,80 \text{ kg/Ha}$ dan Magnesium sebesar $19,81 \text{ kg/Ha}$, sedangkan di Desa Pelabuhan Ratu adalah sebesar $418,14 \text{ kg/Ha}$ Kalsium (Ca); $342,29 \text{ kg/Ha}$ nitrogen (N); $291,40 \text{ kg/Ha}$ Kalium (K); $120,75 \text{ kg/Ha}$ Fosfor (P); dan $21,78 \text{ kg/Ha}$ Magnesium (Mg). Semakin besar volume tegakan Sengon, semakin besar pula simpanan unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg).

B. Saran

Untuk mengganti simpanan unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) pada tegakan Sengon yang hilang apabila dilakukan pemanenan diupayakan tidak menggunakan pupuk anorganik, tetapi dengan menggunakan pupuk kandang untuk meningkatkan kesuburan tanah dan peningkatan produksi yang ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih bagi petani didesa Cidadap dan desa Pelabuhan Ratu yang telah sangat membantu dalam

pengambilan data di lapangan hingga terselesainya penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia D.2010. Potensi Pengembangan Hutan Rakyat di Desa Hegarmanah Kecamatan Cicantayan Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Anhar, Sahrul. 2006. Kandungan Magnesium pada Biomassa Tanaman Acacia Mangium Willd dan pada Podsolik Merah Kuning di HPHTI PT. Musi Hutan Persada, Sumatera Selatan. IPB-Bogor.
- Arikunto, Suharsimi. 2006. Metodologi Penelitian. Yogyakarta: Bumi Aksara.
- Baker, F.S., T.W. Daniel, J.A. Helms. 1979. Principles of Silviculture Technical. Second Edition. Mc. Graw Hill, New York.
- Delvian.2006.Faktor Penting Bagi Pertumbuhan Pohon dalam Pengembangan Hutan Tanaman Industri. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Hartati, Wahyuni. 2008. Evaluasi Distribusi Hara Tanah Dan Tegakan Mangium, Sengon Dan Leda Pada Akhir Daur Untuk Kelestarian Produksi Hutan Tanaman Di Umr Gowa PT Inhutani I Unit III Makassar. Jurnal Hutan dan Masyarakat vol. III No. 2, Agustus 2008, p. 111-234.
- Istomo. 2006. Kandungan Fosfor dan Kalsium pada Tanah Gambut. Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. XII No. 3 : 40. Riau.
- Ismunadi, M.,S. Partohardjono dan A.S. Karama. 1991. Fosfor : Peranan dan Penggunaannya dalam Bidang Pertanian, PT. Petrokimia Gresik (Persero) dengan Balai Penelitian Tanaman Pangan, Bogor.
- Khalif, U., Sri RU, dan Zaenal K. 2014. Pengaruh Penanaman Sengon (*Paraserianthes falcata*) terhadap Kandungan C dan N Tanah di Desa Slamparejo, Jabung, Malang. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol I No 1: 9-16, 2014
- Krisnawati, H., Evellina V, Maarit K, dan Markku K. 2011. *Paraserianthes falcata* (L.) Nielsen. Ekologi, Silvikultur, dan Produktivitas. Bogor: Cifor.
- Leuwakabessy, F.M., Wahjudin, U.M., dan Suwarno. 2003.Kesuburan Tanah.Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Mackenzen J. 2000. Pengelolaan Unsur Hara pada Hutan Tanaman Industri (HTI) di Indonesia. Jerman: Badan Kerjasama Teknis Jerman – Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).
- Madgwick, H.A.I. 1976. Mensuration of Forest Biomass. Oslo Biomass Study University of Maine at Orono, USA.
- Nasution, A.S. 2008. Mengenal Kayu Sengon (*Paraserianthes falcata*).
- Pasaribu, R.A. dan Roliadi H. 2006. Kajian Potensi Kayu Pertukangan dari Hutan Rakyat pada Beberapa Kabupaten di Jawa Barat. Prosiding Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan 2006. p. 35-48.
- Peraturan Menteri Kehutanan No. P.03/Menhut-V/2004 tentang Pedoman Pembuatan Tanaman Hutan Rakyat Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Jakarta:Kementerian Kehutanan.
- Pusitarini D. 2006. Sebaran Diameter Pohon Sengon (*Paraserianthes falcata* (L) Nielsen) yang Mendapat Serangan *Xystocera festiva* Pascoe pada Berbagai Umur Tegakan. Bogor: IPB.
- Raharjo,S.A.S., Prasetyo, B.D., dan Yuniati, D. 2010. Pengembangan Pola/Model Hutan Rakyat sebagai Sumber Kayu Energi dan Kayu Pertukangan di Nusa Tenggara Timur. Kupang: Kementerian Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Balai Penelitian Kehutanan Kupang.
- Ruhayat, D 1993a. Dinamika Unsur Hara dalam pengusaha Hutan Alam dan Hutan Tanaman. Siklus Biogeokimia. Prosiding Lokakarya Pembinaan Hutan Tropis Lembab yang berwawasan lingkungan untuk Meningkatkan Produktivitasnya. Departemen Kehutanan R I dan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda. p. 13-26
- Soendjoto, M.A., Suyanto, Hafizianoor, Purnama, A., Rafiqi, A. Sjukran, S.2008. Keanekaragaman Tanaman pada Hutan Rakyat di Kabupaten Tanah Laut, kalimantan Selatan.Biodiversitas vol. 9 No.2 p.142-147.
- Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Supriyono. B (2010). Kontribusi Produksi Hutan Rakyat Terhadap Pasokan Kayu Untuk Industri dan Pendapatan Petani. Tesis, Universitas Nusa Bangsa, Bogor.
- Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. Soil Fertility and Fertilizers. 3rd. McMilan Publishing Co. New York.

- Usman, M. 2001. Memposisikan Hutan Rakyat sebagai Aktualisasi Ekonomi Kerakyatan. Seminar MPI Reformasi di Riau tanggal 11 April 2001.
- Whitmore, T.C. and C.P. Burnham. 1984. Tropical Rain Forest of The Far East. *Clarendon Press. Oxford*.