

PENELITIAN EKOLOGI HUTAN DI PULAU NATUNA: STATUS HARA DAUN DAN SERASAH [Forest Ecological Studies in Natuna Island: Leaf and Litter-fall Nutrient Status]

Edi Mirmanto

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Jalan Raya Jakarta – Bogor, Km 46 Cibinong, Bogor
e-mail: emirmanto@yahoo.com

ABSTRACT

Forest ecological study with special attention to leaf and litterfall nutrient status has been conducted in several forest types at Natuna Island, Riau Archipelago. Ten plots have been setup which distributed in several forest type areas. Fresh leaf was collected from some dominant tree within the plots, whereas fallen leaves collected from litter traps. Nutrient content especially for N, P, K and Ca analyzed from all combined species of both fresh and fallen leaves. Results of chemical analyses showed that all fallen leaves mineral element concentration, except for Ca, were lower than that in fresh leaf. Percentage of retranslocation of both nitrogen and phosphorus tended to be similar to some earlier studies in several tropical forests. Nitrogen and phosphorus were suspected to be limiting factors of forest growth in this area.

Key words: ecological, leaf, litterfall, nutrient status, limited factor.

ABSTRAK

Penelitian ekologi hutan yang ditekankan pada status hara daun dan daun-gugur (serasah) telah dilakukan di beberapa tipe hutan di pulau Natuna, Kepulauan Riau. Sepuluh petak telah dibuat yang tersebar pada beberapa tipe hutan. Contoh daun segar diambil dari jenis dominan di setiap petak, sedangkan daun gugur dikumpulkan dengan membuat perangkap-perangkap daun. Kandungan hara khususnya N, P, K dan Ca dianalisis dari gabungan seluruh jenis baik untuk daun segar maupun daun gugur. Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa semua konsentrasi hara daun gugur, kecuali Ca lebih rendah dibandingkan dengan pada daun segar. Persentase retranslokasi baik nitrogen maupun fosfor cenderung serupa dengan hasil penelitian terdahulu di beberapa hutan tropika. Di daerah penelitian nitrogen dan fosfor diduga sebagai faktor pembatas pertumbuhan hutan.

Kata kunci: ekologi, daun, daun gugur, status hara, faktor pembatas.

PENDAHULUAN

Serasah (*litterfall*) merupakan salah satu sumber utama hara dalam proses pengembalian hara ke dalam tanah, meskipun pengembalian hara melalui aliran batang dan aliran tajuk pohon juga merupakan sumber yang cukup penting. Namun demikian di hutan-hutan yang terdapat pada tanah yang miskin akan hara, penguraian kembali hara yang terdapat dalam serasah menjadi sangat penting (Singh, 1968). Penelitian serasah dan kandungan haranya telah banyak dilakukan untuk berbagai tujuan. Beberapa diantaranya adalah sebagai indeks produksi primer (Bray dan Gorham, 1964), dan dapat memberikan informasi tentang laju dekomposisi, fenologi pohon dan siklus hara (Proctor, 1983). Di samping itu konsentrasi hara dalam serasah juga dapat digunakan untuk mengetahui indikasi hara

pembatas dan efisiensi pemanfaatan hara (Vitousek, 1982).

Sejumlah hasil penelitian tentang dinamika hara daun menunjukkan bahwa hutan pada tanah miskin hara akan lebih efisien dalam pemanfaatan hara dibandingkan hutan pada tempat-tempat yang kaya akan hara (Vitousek, 1982). Dalam penelitian-penelitian tersebut, berbagai parameter telah digunakan sebagai indikator untuk menentukan efisiensi pemanfaatan hara, diantaranya konsentrasi hara dalam biomasa dan proporsi hara yang diserap kembali sebelum daun gugur (Boerner, 1984). Dikatakan lebih lanjut bahwa pemanfaatan hara yang efisien akan tercermin dalam rendahnya konsentrasi hara dalam serasah-daun dibandingkan dengan konsentrasi dalam daun segar, dan laju penyerapan kembali yang tinggi sebelum daun

gugur.

Penelitian tentang serasah telah banyak dilakukan di hutan tropik, dan Proctor (1984) telah meringkas informasi-informasi tersebut. Di kawasan hutan tropik Malesia penelitian tentang serasah telah dilakukan di Thailand (Kira *et al.*, 1967), Semenanjung Malaya (Lim, 1978; Ogawa, 1978; Yoda, 1978; Furtado *et al.*, 1980; Gong, 1982; Gong and Ong, 1983), Sarawak (Proctor *et al.*, 1983) dan Sumatra (van Schaik dan Mirmanto, 1986). Penelitian tentang dinamika unsur hara di pulau-pulau besar tersebut di atas telah banyak dilakukan, namun pengetahuan tentang siklus hara hutan di pulau-pulau kecil khususnya pulau Natuna belum banyak diketahui. Tulisan berikut ini mempertelakan hasil penelitian status hara daun dan serasah pohon di hutan pulau Natuna, Kepulauan Riau. Hasil penelitian status hara yang disajikan dalam tulisan ini lebih bersifat kondisi sesaat, sehingga tidak dapat menggambarkan dinamika atau variasi musiman.

BAHAN DAN CARA KERJA

Daerah penelitian

Natuna Besar atau disebut juga Rinai, merupakan pulau terbesar di gugusan Kepulauan Natuna, dengan puncak tertinggi yakni Gunung Rinai yang mencapai 1.035 m dpl. Lingkungan pulau kecil yang dikelilingi massa air laut cukup luas, telah membentuk suatu pemintakatan ketinggian yang tegas pada perkembangan tipe vegetasinya. Natuna merupakan kepulauan paling Utara di selat Karimata dan terbentang pada 4° 0' 0 LU dan 108° 15' 0 BT, sekitar 1.140 km sebelah Utara Jakarta. Kepulauan ini berbatasan dengan Vietnam dan Kamboja (Utara), Sumatera Selatan dan Jambi (Selatan), Singapura, Malaysia, Riau (Barat) dan Malaysia Timur dan Kalimantan Barat (Timur).

Secara administrasi pemerintahan, Pulau Natuna termasuk ke dalam wilayah kabupaten Natuna, Provinsi Kepulauan Riau. Kabupaten Natuna mencakup wilayah seluas ± 14.190.120 ha yang terdiri atas daratan (323.520 ha) dan perairan (13.866.600

ha). Wilayah daratan terdiri atas 272 pulau besar dan kecil yang tersebar di perairan Laut Cina Selatan, tetapi baru 76 pulau (28 %) diantaranya yang berpenghuni.

Berdasarkan kondisi fisiknya, Kabupaten Natuna merupakan lahan berbukit dan bergunung batu, sedangkan daerah datar dan landai umumnya berada di pinggir pantai. Struktur tanah terdiri atas tanah podsolik merah kuning dengan batuan dasarnya mengandung bahan granit, tanah alluvial serta tanah organosol dan gley humus. Iklim di Kabupaten Natuna sangat dipengaruhi oleh perubahan arah angin. Musim kemarau biasanya terjadi pada bulan Maret sampai dengan bulan Juli. Curah hujan rata-rata bulanan 137,6 mm dengan rata-rata kelembaban udara 83,17 % dan temperatur berkisar antara 26 dan 28 °C.

Metode dan analisis data

Pengumpulan contoh daun-serasah dan daun segar dilakukan pada setiap tipe hutan yang terdapat di daerah penelitian (Mirmanto, 2014). Serasah daun (daun gugur) dikumpulkan dari 10 lokasi di masing-masing tipe hutan dengan menggunakan penampung serasah sederhana (tidak permanen), dengan maksud hanya untuk mendapatkan contoh daun gugur tanpa memperhitungkan produktivitas daun gugur. Serasah daun yang terkumpul kemudian dikering anginkan, dipilah-pilah per jenis. Bersamaan dengan itu juga dilakukan pengamatan daun yang rusak sebagai akibat serangan serangga. Sebanyak 200 lembar contoh daun-serasah masing-masing ditaksir persentase luas daun yang hilang karena dimakan serangga.

Pada setiap tipe hutan, dipilih sejumlah jenis pohon yang sama dengan jenis dari daun-serasah yang telah terkumpul. Dari setiap jenis pohon tersebut kemudian dikumpulkan contoh daun segarnya dan dikering-anginkan.

Contoh-contoh daun segar dan daun serasah yang terkumpul diproses lebih lanjut, untuk kemudian dinalisis kandungan haranya terutama nitrogen (N), posfor (P), kalium (K) dan kalsium

(Ca). Data yang terkumpul dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tucky, dengan tingkat kepercayaan 90 %, menggunakan perangkat *StatSoft. Statistica.6.0*,

HASIL

Daun segar

Rata-rata konsentrasi unsur hara-daun segar dari empat tipe hutan di pulau Natuna menunjukkan adanya variasi diantara tipe hutan (Tabel 1). Konsentrasi N-daun segar pada hutan pegunungan tercatat secara sangat nyata paling tinggi diikuti hutan bukit kapur. Namun demikian konsentrasi N-daun segar antara ke dua tipe hutan tersebut menunjukkan perbedaan yang nyata (ANOVA, $p < 0.005$, uji Tukey). Dilain pihak dua tipe hutan yang lain (hutan kerangas dan hutan gambut) tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Hal serupa tercatat pada konsentrasi Ca-daun segar, yaitu dengan konsentrasi tertinggi pada hutan bukit kapur, sedangkan konsentrasi P-daun segar tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar tipe hutan. Konsentrasi K-daun segar secara nyata lebih

tinggi pada hutan gambut; sedangkan antar tiga tipe hutan lainnya (hutan pegunungan, hutan bukit kapur dan hutan kerangas) tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

Daun serasah

Seperti halnya pada daun segar, rata-rata konsentrasi unsur hara-daun serasah dari empat tipe hutan di pulau Natuna juga menunjukkan adanya variasi diantara tipe hutan (Tabel 2). Konsentrasi N-daun serasah pada hutan bukit kapur tercatat secara sangat nyata paling tinggi, diikuti hutan pegunungan (ANOVA, $p < 0.005$). Dua tipe hutan yang lain (hutan kerangas dan hutan gambut) tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Konsentrasi Ca-daun serasah memperlihatkan kecenderungan yang serupa, sedangkan konsentrasi P-daun serasah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar tipe hutan. Di lain pihak konsentrasi K-daun serasah secara nyata lebih tinggi pada hutan gambut, dan antar tiga tipe hutan lainnya (hutan pegunungan, hutan bukit kapur dan hutan kerangas) tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

Tabel 1. Rata-rata konsentrasi unsur hara (mg/g) dalam daun segar pada beberapa tipe hutan di pulau Natuna (*Mean of fresh-leaves nutrient concentration (mg/g) in some forest types at the Natuna island*).

Unsur (<i>Mineral elements</i>) (mg/g)	Tipe hutan (<i>Forest type</i>)				
	Pegunungan (<i>Montane</i>)	Bukit Kapur (<i>Lime stone hill</i>)	Kerangas (<i>Heath</i>)	Gambut (<i>Peat-swamp</i>)	Gambut-TP* (<i>TP peat-swamp</i>)
N	23,52 ^a (22,90 - 24,30)	21,6 ^b (20,90 - 22,00)	16,15 ^c (15,70 - 17,00)	16,22 ^c (15,50 - 16,90)	16,31 ^c (15,60 - 17,25)
P	0,77 (0,70 - 0,85)	0,79 (0,75 - 0,85)	0,84 (0,75 - 0,90)	0,82 (0,75 - 0,90)	0,83 (0,75 - 0,90)
K	9,94 ^a (9,85 - 10,10)	9,69 ^a (9,55 - 9,80)	9,78 ^a (10,00 - 10,75)	10,29 ^b (10,10 - 10,75)	10,81 ^b (10,10 - 11,25)
Ca	9,08 ^a (8,97 - 9,30)	11,50 ^b (11,20 - 12,10)	5,01 ^c (4,20 - 5,75)	4,38 ^c (3,95 - 4,50)	4,04 ^c (3,55 - 4,45)

Nilai-nilai konsentrasi setiap unsur hara antar tipe hutan yang diikuti dengan huruf yang berbeda berarti berbeda nyata (ANOVA, $p < 0,05$, uji Tukey). (*The values of each nutrient concentration among forest types followed by different letters mean significantly different (ANOVA, $p < 0.05$, Tukey test)*).

*) TP= Tanjung Putting, Mirmanto (2000)

Tabel 2. Rata-rata konsentrasi unsur hara (mg/g) dalam daun-daun serasah pada beberapa tipe hutan di pulau Natuna [*Mean of fallen leaves nutrient concentration (mg/g) in some forest types at the Natuna island*].

Unsur (<i>Mineral elements</i>) (mg/g)	Tipe hutan (Forest type)				
	Pegunungan (<i>Montane</i>)	Bukit Kapur (<i>Lime stone</i>)	Kerangas (<i>Heath</i>)	Gambut (<i>Peat-swamp</i>)	Gambut-TP* (<i>TP peat-swamp</i>)
N	12,01 ^a (11,60 - 12,60)	14,55 ^b (14,00 - 14,60)	10,05 ^c (9,95 - 10,20)	10,30 ^c (9,80 - 10,50)	10,40 ^c (10,00 - 11,00)
P	0,48 (0,45 - 0,55)	0,52 (0,40 - 0,65)	0,45 (0,40 - 0,55)	0,60 (0,50 - 0,70)	0,55 (0,45 - 0,65)
K	8,20 ^a (8,00 - 8,45)	7,80 ^a (7,40 - 8,20)	8,05 ^a (7,90 - 8,30)	5,60 ^b (5,30 - 6,05)	5,10 ^b (4,75 - 5,90)
Ca	10,40 ^a (9,85 - 10,95)	11,76 ^b (10,90 - 12,80)	8,04 ^c (7,80 - 8,75)	8,03 ^c (7,65 - 8,60)	7,33 ^c (6,40 - 8,05)

Nilai-nilai konsentrasi setiap unsur hara antar tipe hutan yang diikuti dengan huruf yang berbeda berarti berbeda nyata (ANOVA, $p < 0,05$, uji Tukey) (*The values of each nutrient concentration among forest types followed by different letters mean significantly different (ANOVA, $p < 0.05$, Tukey test)*)

*) Mirmanto (2000)

Tabel 3. Jumlah contoh daun-serasah yang diamati menurut tingkat kerusakan daun pada beberapa tipe hutan di pulau Natuna (*Number of fallen leaves observed according to degree of damages in some forest types at the Natuna island*).

Tipe hutan (<i>Forest type</i>)	Tingkat kerusakan (%) (<i>Degree of damages</i>)					Total
	0	< 10	10-30	30-50	50-70	
Kerangas (<i>Heath</i>)	9	70	83	20	18	200
Gambut (<i>Peat-swamp</i>)	28	90	64	14	4	200
Bukit Kapur (<i>Lime stone hill</i>)	39	89	52	11	9	200
Tanjung Puting*	81	222	114	26	7	450
Pegunungan (<i>Montane</i>)	43	98	46	9	4	200

*) Mirmanto (2000)

Herbivori

Dari seluruh daun-serasah yang diamati hanya sekitar 16 % daun yang terdapat dalam keadaan utuh. Persentase hilangnya permukaan daun bervariasi diantara tipe hutan, dengan nilai tertinggi pada hutan kerangas (17,9 %) dan terendah hutan pegunungan (10,05 %) (Tabel 3). Tingginya tingkat kerusakan daun di hutan kerangas nampaknya berkaitan dengan banyaknya serangga pemakan daun, serupa dengan fenomena yang terjadi di

kebanyakan hutan kerangas di tempat lain. Namun demikian tingkat kerusakan ini masih berada dalam kisaran hasil penelitian herbivori terdahulu yaitu 7-19 % (Bray, 1964; Leigh dan Smythe, 1978; Wint, 1983; Scott, 1990; Mirmanto, 2000).

PEMBAHASAN

Hasil analisis kimia daun segar menunjukkan adanya variasi dalam konsentrasi hara antar tipe hutan (Tabel 1), yang kemungkinan berkaitan

dengan perbedaan jenis yang terdapat di masing-masing tipe hutan (Stark, 1971; Grubb dan Edwards, 1982 dan Scott, 1990). Di daerah penelitian indeks kesamaan berdasarkan komposisi jenis pohon dominan bervariasi dari 0% (antara hutan bukit kapur dan hutan kerangas) sampai 34,2% (antara hutan gambut dan hutan kerangas) (Mirmanto, 2014). Hal ini kemungkinan yang menyebabkan tidak adanya perbedaan yang nyata antara konsentrasi hara daun-segar pada hutan gambut dan hutan kerangas. Begitu juga nilai Indeks kesamaan antara hutan pegunungan dan hutan bukit kapur yang tercatat tidak terlalu besar (16,8 %) juga menghasilkan perbedaan konsentrasi hara yang nyata. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa secara tidak langsung hasil penelitian ini mendukung laporan penelitian terdahulu yang menyatakan adanya variasi konsentrasi hara-daun antara suatu jenis dengan jenis yang lain. Namun demikian analisis kimia daun setiap jenis (dominan) dirasa masih perlu dilakukan untuk mengklarifikasi

kecenderungan ini.

Data-data hasil penelitian tentang konsentrasi hara daun-segar dari berbagai hutan tropik telah dirangkum dan dikelompokkan menurut kelas kesuburan tanah (Vitousek dan Sanford, 1986). Berdasarkan pengelompokan tersebut, hutan di daerah penelitian tergolong ke dalam kelompok dengan tingkat kesuburan tanah moderat atau cukup subur (hutan pegunungan dan hutan bukit kapur) dan pada tingkat kesuburan tanah rendah (hutan gambut dan hutan kerangas) (Tabel 4).

Pada Tabel 4 terlihat bahwa konsentrasi nitrogen-daun dan posfor-daun di daerah penelitian relatif rendah dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu pada masing-masing kelompok tingkat kesuburan tanah. Konsentrasi kalium-daun tercatat relatif rendah pada kelompok kesuburan tanah moderat, tetapi sebanding pada kelompok kesuburan tanah rendah. Dilain pihak konsentrasi Kalsium-daun relatif tinggi di masing-masing kelompok kesuburan tanah.

Tabel 4. Rata-rata konsentrasi unsur hara daun (%) dalam kisaran hutan-hutan lahan pamah yang dikelompokkan menurut kesuburan tanah [*Mean of leaves nutrient concentration (%) of some lowland forest according to soil fertility*].

Lokasi (<i>Sites</i>)	N	P	K	Ca
Tanah yang cukup subur: (<i>Moderately fertile</i>:-)				
●Rata-rata dari 5 lokasi ¹ (<i>Mean of 5 study sites</i>)	2,40	0,14	1,50	0,48
●Natuna pegunungan (<i>Natuna montane</i>)	2,35	0,09	1,09	0,90
●Natuna bukit kapur (<i>Natuna lime stone hill</i>)	2,16	0,12	0,96	1,15
Tanah yang kurang subur: (<i>Infertile soil</i>)				
●Rata-rata dari 4 lokasi ¹ (<i>Mean of 5 study sites</i>)	1,71	0,06	0,46	0,31
●Maraca ²	1,88	0,12	1,03	0,47
●Natuna kerangas (<i>Natuna heath</i>)	1,61	0,06	0,98	0,50
●Natuna gambut (<i>Natuna peat</i>)	1,87	0,05	1,02	0,43
●Tanjung Puting gambut ³ (<i>Tanjung Putting peat</i>)	1,83	0,08	1,08	0,40

Data dari ¹⁾ Vitousek & Sanford, 1986; ²⁾Scott, 1990; dan ³⁾Mirmanto, 2000 (Cited from ¹⁾ Vitousek & Sanford, 1986; ²⁾Scott, 1990; dan ³⁾Mirmanto, 2000)

Tabel 5. Rata-rata konsentrasi unsur hara (mg/g) dalam daun segar dan daun serasah pada beberapa tipe hutan di pulau Natuna (*Mean of fresh-leaves and fallen leaves nutrient concentration (mg/g) in some forest types at the Natuna island*).

Tipe hutan (<i>Forest types</i>)		Unsur (mg/g) (<i>Mineral elements</i>)			
		N	P	K	Ca
Pegunungan (<i>Montane</i>)	Daun segar (<i>Fresh-leaves</i>)	23.50	0.90	10.90	9.00
	Daun serasah (<i>Fallen-leaves</i>)	14.50	0.46	8.20	10.40
Bukit kapur (<i>Limestone hill</i>)	Daun segar (<i>Fresh-leaves</i>)	21.60	1.20	9.60	11.50
	Daun serasah (<i>Fallen-leaves</i>)	14.50	0.64	7.40	11.70
Kerangas (<i>Heath</i>)	Daun segar (<i>Fresh-leaves</i>)	16.10	0.60	9.80	5.00
	Daun serasah (<i>Fallen-leaves</i>)	8.60	0.20	2.30	8.40
Gambut (<i>Peat</i>)	Daun segar (<i>Fresh-leaves</i>)	18.70	0.50	10.20	4.30
	Daun serasah (<i>Fallen-leaves</i>)	10.30	0.25	2.60	7.50
Gambut Tanjung Puting* (<i>Tanjung Putting Peat</i>)	Daun segar (<i>Fresh-leaves</i>)	18.30	0.87	10.80	4.02
	Daun serasah (<i>Fallen-leaves</i>)	10.40	0.40	5.10	7.33

*) Mirmanto (2000)

Rata-rata konsentrasi semua unsur hara serasah, kecuali kalsium (Ca), relatif lebih rendah dibandingkan dengan yang terkandung dalam daun segar (Tabel 5). Persentase konsentrasi nitrogen-serasah terhadap konsentrasi nitrogen-daun bervariasi dari 51,06 % (hutan pegunungan) sampai 67,13 % (hutan bukit kapur) dengan rata-rata 59,4 %, sedangkan rata-rata untuk posfor dan kalium masing 58,2 % dan 49,7 %. Rendahnya persentase konsentrasi kalium-serasah terhadap konsentrasi kalium-daun kemungkinan sebagai akibat adanya pencucian. Dilain pihak menurunnya konsentrasi nitrogen-serasah dan posfor-serasah mencerminkan adanya retranslokasi ke dua unsur tersebut sebelum daun gugur (Edwards, 1982).

Medina (1984) telah meringkas data-data retranslokasi nitrogen dan posfor, yang dihitung sebagai perbedaan antara konsentrasi maksimum pada daun segar dan serasah yang masih segar, dari 5 hutan tropik. Dalam penelitian ini retranslokasi dihitung mengikuti cara Hashemi *et al.* (2012) dan Huang *et al.* (2007), yaitu persentase antara selisih nutrisi dalam daun segar dan serasah dengan nutrisi dalam daun segar.

Dengan mengikuti cara perhitungan tersebut telah dilakukan penghitungan terhadap

retranslokasi nitrogen dan posfor di daerah penelitian. Dalam kelas kesuburan yang sama terlihat bahwa retranslokasi baik nitrogen maupun posfor di daerah penelitian nampak sebanding dengan beberapa hutan tropika lainnya (Tabel 6). Disamping itu juga terlihat adanya kesamaan pola dengan beberapa hutan tropika yang lain yaitu retranslokasi posfor cenderung lebih tinggi dari pada nitrogen. Tingginya retranslokasi posfor berakibat pada rendahnya konsentrasi posfor dalam tanah, sehingga terdapat pendapat bahwa posfor sebagai pembatas pertumbuhan di suatu kawasan hutan tropika.

Hasil pengamatan herbivori (Tabel 3) menunjukkan bahwa sekitar 13,2 % daun-serasah hilang karena dimakan serangga. Jika produksi daun-serasah ditaksir sekitar 5,8 ton/ha/tahun (Mirmanto *et al.*, 1999) maka dapat diperkirakan bahwa dalam satu tahun hutan di daerah penelitian kehilangan daun sekitar 0,8 ton/ha. Berdasarkan Tabel 2 maka dapat diperkirakan bahwa dalam daerah seluas satu ha, sekitar 9,4 kg nitrogen, 0,33 kg posfor dan 0,17 kg kalium per tahun sepertinya hilang dari ekosistem hutan. Namun demikian perkiraan tersebut nampaknya tidak seluruhnya benar karena pengembalian unsur hara melalui

Tabel 6. Retranslokasi posfor dan nitrogen di beberapa hutan tropika menurut kelas kesuburan tanah (*Retranslocation of phosphorus and nitrogen of some tropical forest according to soil fertility*).

Tipe kesuburan (<i>Fertility type</i>)	Lokasi (<i>Sites</i>)	Retranslokasi (<i>Retranslocation</i>)		Penulis (<i>Authors</i>)
		N (%)	P (%)	
Agak subur: (<i>Moderately soil</i>)	Ghana	36	51	Nye (1961)
	Bukit kapur (<i>Limestone hill</i>)	33	47	Penelitian ini (<i>This study</i>)
	Pegunungan (<i>Montane</i>)	38	49	Penelitian ini (<i>This study</i>)
Kurang subur: (<i>Infertile soil</i>)	Columbia	58	65	Folster & de las Salas (1976)
	Venezuela	42	67	Cuevas & Medina (1986)
	Maraca, Brazilia	58	68	Scott (1990)
	Tanjung Puting	43	55	Mirmanto (2000)
	Gambut (<i>Peat</i>)	45	50	Penelitian ini (<i>This study</i>)
	Kerangas (<i>Heath</i>)	47	67	Penelitian ini (<i>This study</i>)

kotoran dan bagian-bagian tubuh serangga yang mati juga perlu diperhitungkan. Oleh karena itu analisis kimia kotoran dan tubuh serangga mati merupakan hal yang cukup menarik untuk diteliti lebih mendalam.

Berdasarkan hasil analisis dari data dan informasi tentang penelitian serasah di 62 hutan tropik lahan pamah, Vitousek (1984) berpendapat bahwa posfor mungkin merupakan hara pembatas bagi pertumbuhan hutan tropika lahan pamah secara umum. Jika mengikuti metode Vitousek (1984) tersebut, maka hutan di daerah penelitian nampaknya akan mendukung pernyataan tersebut yaitu posfor merupakan penghambat pertumbuhan hutan di daerah penelitian. Namun demikian mungkin masih perlu dilakukan uji langsung dengan percobaan pemupukan hutan, karena hasil percobaan pemupukan hutan di daerah Barito Ulu, Kalimantan Tengah (Mirmanto, 1996) menunjukkan bahwa unsur nitrogen juga merupakan penghambat pertumbuhan hutan tropika lahan pamah.

KESIMPULAN

Retranslokasi P dan N dengan cenderung lebih tinggi pada tipe hutan dengan habitat miskin hara, yang ditunjukkan oleh pola pemanfaatan hara yang lebih efisien pada tipe-tipe hutan tersebut. Posfor diduga sebagai faktor penghambat pertumbuhan vegetasi, ditandai dengan tingginya retranslokasi P pada semua tipe hutan. Percobaan pemupukan pada skala laboratorium maupun skala lapangan merupakan kajian yang menarik untuk mengkonfirmasi faktor penghambat tumbuhan.

Persentase kehilangan permukaan daun karena serangan serangga yang cukup tinggi diduga mengurangi kuantitas pengembalian hara dari vegetasi ke tanah. Dilain pihak pengembalian hara melalui bagian-bagian tubuh serangga merupakan kajian menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Boerner REJ. 1984. Foliar nutrient dynamics and nutrient use efficiency of four deciduous tree species in relation to site fertility, *Journal of Applied Ecology* **21**, 1029-1040.
- Bray JR. 1964. Primary consumption in three forest canopies, *Ecology* **45**, 165-167.

- Bray JR and E Gorham. 1964. Primary consumption in three forests of the world, *Advances in Ecological Research*, 2, 101-157.
- Burgouths TBA. 1993. Spatial heterogeneity of nutrient cycling in Bornean rain forest. Vrije Universiteit te Amsterdam, Nederland. [Ph.D, thesis].
- Cuevas, E and E Medina. 1986. Nutrient dynamics within Amazonian forests. *Oecologia* 76(2), 222-235.
- Edwards PJ. 1982. Studies of mineral cycling in montane rain forest in New Guinea. V. Rate of cycling in throughfall and litterfall. *Journal of Ecology* 70, 807-827.
- Folster, H, G de las Salas, and P Khanna. 1976. A tropical evergreen forest site with perched water table, Magdalena valley, Columbia: Biomass and bioelement inventory of primary and secondary vegetation. *Oecologia Plantarum* 11, 297-320.
- Furtado JI, S Verghese, KS Liew and TH Lee. 1980. Litter production in freshwater swamp forest Tasek Bera, Malaysia, In: JI Furtado (ed.) *Tropical Ecology and Development*, 815-882, Proc. of Vth International Society of Tropical Ecology, Kuala Lumpur.
- Gong WK. 1982. Leaf litterfall, decomposition and nutrient element release in a lowland dipterocarp forest, *Malayan Forester* 45, 367-378.
- Gong WK and JE Ong. 1983. Litter production and decomposition in a coastal hill dipterocarp forest. In: *Tropical Rain Forest: Ecology and Management*. SL Sutton, TC Whitmore and AC Chadwick (eds.) 275-285, British Ecological Society, Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- Grubb PJ and PJ Edwards. 1982. Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea, III, The distribution of mineral elements in the above-ground material, *Journal of Ecology* 70, 623-648.
- Hashemi SF, SM Hojati, SM Hosseini-Nasr, H Jalilvand. 2012. Comparison of nutrient elements and elements retranslocation of *Acer velutinum*, *Zelkova carpinifolia* and *Pinus brutia*. In: Darabkola-Mazandaran. *Iranian Journal of Forest* 4, 175-185.
- Huang J, X Wang, E Yan. 2007. Leaf nutrient concentration, nutrient resorption and litter decomposition in green broad-leaved forest in eastern China. *Forest Ecology and Management* 239, 150-158.
- Kira T, H Ogawa, K Yoda and K Ogino. 1967. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand, IV, Dry matter production, with special reference on the Khao Chong rain forest, *Nature and Life in South East Asia* 5, 149-174.
- Leigh EG Jr and N Smythe 1978. Leaf production, leaf consumption and the regulation of folivory on Barro Colorado Island, In: GG Montgomery. *The Ecology of Arboreal Folivores*, 33-50. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Lim MT. 1978. Litterfall and mineral nutrient content of litter in Pasoh Forest Reserve, *Malayan nature Journal* 30, 375-380.
- Medina E. 1984. Nutrient balance and physiological processes at the leaf level, In: E Medina, HA Mooney and C Vazquez-Yanes (eds.), *Physiological Ecology of Plants in Wet Tropics*, pp, 51-84, Dr, W, Junk Publisher, The Hague.
- Mirmanto E. 1996. A lowland rain forest fertilization experiment in Central Kalimantan, Indonesia. Dept, of Biol, and Mol, Sciences, University of Stirling, Stirling, Scotland. [M.Sc thesis].
- Mirmanto E. 2000. Status hara daun dan serasah hutan gambut di Taman Nasional Tanjung Puting, Kalimantan Tengah. *Jurnal Biologi Indonesia* 2(6), 267-275.
- Mirmanto E. 2014. Komposisi floristik dan struktur hutan di pulau Natuna Besar, Kepulauan Natuna. *Jurnal Biologi Indonesia* 10(2), 213-220.
- Nye PH. 1961. Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. *Plant and Soil* XIII, No.4.
- Ogawa H. 1978. Litter production and carbon cycling in Pasoh forest reserve, *Malayan Nature Journal* 29, 277-281.
- Proctor J. 1983. Tropical forest litterfall, I, Problems of data comparison, In: *Tropical Rain Forest: Ecology and Management*. S.L, Sutton, T.C, Whitmore & A.C, Chadwick (eds,) 267-273, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Proctor, J. 1984. Tropical forest litter-fall, II, The data set, In: *Tropical Rain Forest: The Leeds Symposium*. SL Sutton and AC Chadwick (eds.) 83-113, Leed Philosophical and Literary, Leeds.
- Proctor J, JM Anderson, SCL Fogden and HW Vallack. 1983. Ecological studies in four contrasting lowland rain forest in Gunung Mulu National Park, Sarawak, II, Litterfall, litter-standing crop and preliminary observations on herbivory *Journal of Ecology* 71, 261-283,
- Scott DA. 1990. Litter and mineral nutrient studies in a tropical forest on Maraca island, Roraima, Brazil. Dept, of Biol, and Mol, Sciences, University of Stirling, Stirling, Scotland. [M.Sc thesis].
- Schaik CP and Mirmanto E. 1985. Spatial variation in the structure and litterfall of a Sumatran rain forest. *Biotropica* 17, 196-205.
- Singh KP. 1968. Litter production and nutrient turnover in deciduous forests of Varanasi, In: *Proc. of the Symposium on Recent Advances in Tropical Ecology*. R, Misra & B, Gopal (eds.), 655-665, International Society for Tropical Ecology, Varanasi, India.
- Stark N. 1971. Nutrient cycling, II, Nutrient distribution in Amazonian vegetation *Tropical Ecology* 12, 177-201.
- Vitousek PM. 1982. Nutrient cycling and nutrient use efficiency *American Naturalist* 119, 553-572.
- Vitousek, PM. 1984. Litterfall, nutrient cycling and nutrient limitation in tropical forest. *Ecology* 65, 285-298.
- Vitousek PM and RL Sanford Jr. 1986. Nutrient cycling in moist tropical forest *Annual Review of Ecology and Systematics* 17, 137-167.
- Wint GRW. 1983. Leaf damage in tropical rain forest canopies, In: *Tropical Rain Forest: Ecology and Management*. S.L, Sutton, T.C, Whitmore and A.C, Chadwick, eds,), 229-239, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Yoda K. 1978. Organic carbon, nitrogen and mineral nutrients in the soils of Pasoh forest *Malayan Nature Journal* 30, 229-251.