

Efisiensi Penggunaan Nitrogen (Nue) Dan Resorpsi Nitrogen Pada Hutan Taman Nasional Bukit Duabelas Dan Perkebunan Kelapa Sawit Di Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi

Violita¹

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang
e-mail: syam_unp@fmipa.unp.ac.id

ABSTRAK

Efisiensi penggunaan nitrogen (NUE) dan resorpsi N memegang peranan penting dalam adaptasi tanaman terhadap kondisi nutrisi rendah, terutama nitrogen. Sistem transformasi dari hutan alam menjadi perkebunan kelapa sawit mengakibatkan perubahan NUE dan kandungan N tanah dalam ekosistem. Bagaimana pengaruh sistem transformasi lahan terhadap NUE, resorpsi N, dan nutrisi tanah di Sarolangun, Provinsi Jambi belum diketahui. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) menghitung NUE dan resorpsi N dan korelasinya terhadap kandungan N tanah (2) menentukan kehilangan N dari serasah pada hutan alam (HA) dan perkebunan kelapa sawit (KS) di Sarolangun, Jambi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa NUE tanaman (NUE_c) dipengaruhi oleh resorpsi N. NUE_c meningkat seiring dengan peningkatan resorpsi N. Nitrogen dan kandungan karbon tanah pada HA lebih tinggi dari pada KS. Tidak terdapat korelasi antara kandungan N tanah dengan kandungan N daun dewasa, resorpsi N, dan NUE_c. NUE pada skala ekosistem (NUE_{ES}) lebih tinggi pada HA dibandingkan KS. Terdapat 68,3% dari total kehilangan produksi N atau keluar dari sistem.

Kata kunci : kandungan N tanah, NUE, resorpsi N, sistem transformasi

ABSTRACT

Nitrogen use efficiency (NUE) plays an important role on plant adaptation to the low nutrient conditions. Transformation system from natural forest to oil palm plantation changed the NUE and soil nutrition in ecosystem. However, how the transformation system affects NUE, N resorption, and soil nutrition in Sarolangun, Jambi province still unknown. The aims of the study were (1) to quantify NUE and N resorption and its correlation to N soil content (2) to determine nitrogen loss of litterfall in natural forest (HA) and oil palm plantation (KS) in Sarolangun, Jambi. The result showed that NUE in plant scale (NUE_c) influenced by N resorption. NUE_c increased with increasing of N resorption. Nitrogen and carbon content of the soil in HA was higher than that of in KS. There was no correlation between N soil content with foliar N content, N resorption, and NUE_c. NUE in ecosystem scale (NUE_{ES}) was higher in HA than that of in KS. There was 68.3% of total N production loss or out from the system in KS.

Key words: NUE, N soil content, N resorption, transformation system

I. PENDAHULUAN

Nitrogen merupakan unsur hara paling penting bagi tumbuhan. Nitrogen

dibutuhkan dalam berbagai proses metabolisme tubuh tumbuhan khususnya pada proses fotosintesis, yakni sebagai unsur

penting penyusun klorofil. Proses fotosintesis berperan besar dalam pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Peningkatan laju fotosintesis tumbuhan akan dapat meningkatkan pertumbuhan tumbuhan termasuk pertumbuhan daun (Taiz dan Zeiger 2010).

Daun dapat dijadikan sebagai indikator dalam melihat defisiensi N pada tumbuhan. Kebutuhan N berbeda-beda pada setiap jenis tumbuhan, hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor salah satunya ketersediaan N tanah (Hirel *et al.* 2007). Nitrogen yang terdapat di dalam tanah tersedia dengan adanya kontribusi serasah sebagai salah satu sumber hara terbesar dalam ekosistem teresterial. Serasah merupakan salah satu komponen ekosistem yang berperan penting dalam berlangsungnya siklus hara.

Siklus hara merupakan proses utama dalam menjaga ketersediaan hara pada ekosistem hutan termasuk agro-ekosistem untuk pertumbuhan tumbuhan. Secara umum terdapat tiga aspek penting dari siklus hara pada ekosistem hutan yaitu produksi dan dekomposisi serasah tumbuhan serta efisiensi penggunaan hara (NUE) termasuk N (Lambers *et al.* 2008).

Menurut Baligar *et al.* (2001), NUE dapat dikatakan sebagai kemampuan tumbuhan dalam menggunakan hara yang disediakan oleh tanah untuk pertumbuhan. Interaksi tumbuhan terhadap perubahan

kondisi lingkungan memiliki pengaruh besar terhadap NUE tumbuhan. Efisiensi penggunaan N (NUE) itu sendiri, penting untuk diketahui, karena NUE menunjukkan adaptasi tumbuhan terhadap kondisi hara. Hal tersebut dipengaruhi oleh karakteristik spesifik dari jenis tumbuhan termasuk pohon (Rosleine *et al.* 2006). Jenis pohon menjadi faktor utama yang berperan penting dalam siklus hara. Masing-masing jenis pohon memiliki karakter tersendiri dalam menghasilkan serasah, dengan kandungan hara, kontribusi serasah dan NUE tumbuhan (NUE_c) yang berbeda-beda. Menurut Rosleine *et al.* (2006), bahwa tidak semua tumbuhan yang menghasilkan serasah banyak berkontribusi besar terhadap siklus hara, ketersediaan hara tanah dan NUE dalam skala ekosistem (NUE_{ES}).

Transformasi lahan hutan alam menjadi perkebunan kelapa sawit yang menyebabkan perubahan vegetasi tentunya akan mempengaruhi nilai NUE_c dan NUE_{ES}. Kontribusi tumbuhan terhadap ketersediaan hara tanah melalui serasah akan menentukan nilai NUE_c dan NUE_{ES}. Jenis pohon hutan yang ditanam diantara tegakan pohon perkebunan dapat memperbaiki NUE_c maupun NUE_{ES} (Triadiati *et al.* 2007).

Perkebunan kelapa sawit yang menggunakan sistem monokultur (tanpa pohon hutan) mengakibatkan perubahan

pada pengembalian hara dibandingkan dengan hutan, dan tentunya akan mempengaruhi nilai NUE_c maupun NUE_{ES} . Pengembalian hara yang rendah dibandingkan dengan pengambilan hara yang jauh lebih besar, membuat alternatif pemupukan menjadi hal yang sangat diharapkan. Pemberian pupuk N dalam jumlah besar akan turut memenuhi kebutuhan N tumbuhan dan memperbaiki NUE suatu tumbuhan. Menurut Baligar *et al.* (2001) sekitar 50% dari pemberian pupuk adalah pupuk N untuk meningkatkan produksi dan ketersediaan hara tanah.

Informasi mengenai nilai NUE dan resorpsi N pada perkebunan kelapa sawit dengan hutan alam sebagai pembanding masih belum diketahui terutama di Kabupaten Sarolangun. Informasi ini diperlukan untuk melihat seberapa besar kerusakan yang terjadi akibat dari perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi perkebunan kelapa sawit yang dilihat dari aspek efisiensi penggunaan N tumbuhan dan ketersediaan N tanah. Oleh karena itu dilakukanlah penelitian tentang NUE dan resorpsi N pada perkebunan kelapa sawit dan hutan alam sebagai pembanding. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan NUE , resorpsi N serta keterkaitannya dengan perubahan N tanah pada perkebunan kelapa sawit dan hutan alam.

II. METODE

Waktu dan Tempat. Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2012 sampai bulan September 2013 di Perkebunan Kelapa Sawit dan hutan alam di Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi (untuk pengambilan sampel) dan dilanjutkan dilaboratorium Fisiologi dan Genetika Tumbuhan Biologi MIPA IPB.

Bahan dan Alat. Bahan yang digunakan adalah sampel daun tanaman kelapa sawit di perkebunan kelapa sawit dan sampel daun dari pohon yang ada di hutan alam. Alat yang digunakan adalah: oven dan alat pemotong.

Pengambilan Sampel Daun.

Pengambilan sampel daun dilakukan pada setiap lokasi. Untuk tiap lokasi diambil 3–5 (daun dewasa dan daun senesen) sampel daun dari 3 jenis pohon yang memiliki nilai INP tertinggi dan 3 jenis dengan INP terendah pada lokasi HA, sedangkan pada KS diambil tiap 5 pohon pada masing-masing lokasi KS. Daun dewasa yang diambil pada KS adalah daun yang ke-17 dan daun senesen yang diambil pada KS adalah antara daun yang ke-45 sampai daun yang ke-48. Pengambilan sampel ini dilakukan setiap periode pengamatan setiap 3 bulan selama satu tahun. Sampel daun dicuci, kemudiandikering udarakan dan dioven pada suhu 80°C selama 48 jam.

Efisiensi Penggunaan Hara Nitrogen (NUE). Nilai NUE pada tumbuhan (NUE c) kelapa sawit dan pada hutan alam, dihitung berdasarkan Vitousek (1982) dan Tateno dan Kawaguchi (2002) dengan rumus sebagai berikut:

$$NUE_c = \frac{1}{\text{Konsentrasi N daun senesen (\%)}}$$

Efisiensi penggunaan nitrogen pada skala ekosistem (NUE_{ES}) pada perkebunan monokultur kelapa sawit dan hutan alam dihitung berdasarkan Vitousek (1982):

$$NUE_{ES} = \frac{\text{Produksi serasah (g m}^{-2}\text{ tahun}^{-1})}{\text{Pemasukan N pada ekosistem (g m}^{-2}\text{ tahun}^{-1})}$$

Hutan alam digunakan sebagai kontrol ekosistem yang tidak mengalami gangguan dibandingkan dengan NUE sistem monokultur kelapa sawit. Pemasukan N pada hutan alam diperoleh dari total produksi N pada serasah, sedangkan pemasukan N pada perkebunan KS diperoleh dari penjumlahan antara produksi N pelepah serasah dan pupuk N (30 g N/m²/tahun) yang diberikan selama satu tahun penelitian. Hal ini dilakukan mengingat bahwa sumber N tidak hanya berasal dari serasah pelepah tetapi juga dari pupuk yang diberikan petani pada perkebunan KS, selain itu untuk produksi N bagian reproduksi KS, tidak dimasukkan kedalam perhitungan, karena bagian reproduksi tidak dikembalikan ke sistem.

Resorpsi N. Proporsi resorpsi N dihitung berdasarkan Sharma dan Pande (1986) yaitu sebagai berikut:

$$\text{Resorpsi N (\%)} = \frac{N \text{ daun dewasa} - N \text{ daun senesen}}{N \text{ daun dewasa}} \times 100\%$$

Pengukuran kandungan N tanah. Pengambilan contoh tanah dilakukan sebanyak 4 kali periode pengamatan. Contoh tanah diambil dengan menggunakan bor tanah pada kedalaman 0–20 cm. Contoh tanah yang diperoleh dibagi menjadi 2 bagian yaitu pada kedalaman 0–10 cm dan 10–20 cm. Masing-masing sampel tanah yang diperoleh dikering anginkan dan disaring dengan lobang pori 2 mm x 2 mm yang selanjutnya oven pada suhu 60°C sampai bobot konstan untuk kemudian dianalisis kandungan N-total (metode Kjeldahl) dan C-organik (metode Walkley and Black). Pengambilan contoh tanah ini dilakukan untuk mengetahui kandungan N tanah sebagai data pendukung yang terkait dengan produksi dan dekomposisi serasah serta akar halus (Bab 4 dan 5). Selain itu dosis pupuk yang diberikan petani pada perkebunan kelapa sawit juga dijadikan sebagai data tambahan, terhadap kandungan N tanah di perkebunan kelapa sawit.

N yang hilang. Kehilangan N pada perkebunan kelapa sawit ditentukan dengan mengukur kandungan N dari tandan buah segar kelapa sawit pada saat pemanenan.

Analisis data. Data NUE c dan resorpsi N dianalisis dengan menggunakan

Multivariate-test, uji lanjut dengan menggunakan *Tukey-Test*, sedangkan data kandungan N dan C tanah, NUE_{Es} , dan produksi N dan C bagian tumbuhan dianalisis dengan menggunakan *Independence sample T-test*. Semua data diuji dengan tingkat signifikan adalah $p < 0.05$. Untuk menentukan korelasi antara masing-masing parameter digunakan analisis regresi dan korelasi Pearson's. Semua data dianalisis dengan menggunakan software SPSS 17.0.

III. DISKUSI

Pada umumnya NUE bervariasi pada setiap jenis tumbuhan yang diamati (Tabel 6.1). Nilai NUE_c tertinggi diperoleh pada jenis *Baccaurea sp. 2* sedangkan nilai NUE_c terendah diperoleh pada *Scutinanthe brunnea Thwaites* (Tabel 6.1).

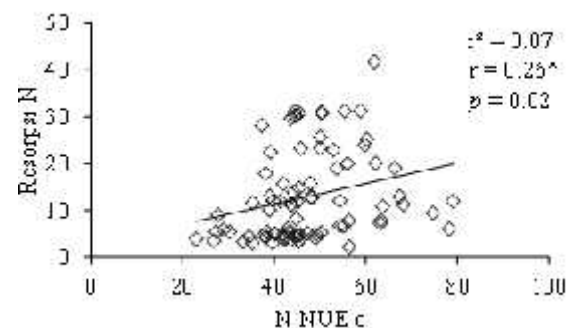
Nilai resorpsi N tertinggi diperoleh pada jenis *Ochanostachys amentacea* Mast dan yang terendah diperoleh pada jenis *Baccaurea sp.2* dan terlihat signifikan ($p < 0.05$) antara keduanya (Tabel 6.1).

Tabel 6.1 Efisiensi penggunaan nitrogen (NUE) dan resorpsi N pada perkebunan kelapa sawit (KS) dan beberapa jenis pohon dengan nilai INP tinggi dan rendah di hutan (HA)

Lokasi	Nama jenis	INP	NUE_c	Resorpsi N
HA	<i>Ochanostachys amentacea</i> Mast	300	15,74*	13,74*
KS	<i>Ochanostachys amentacea</i> Mast	30,1	20,94*	29,5*
	<i>Baccaurea sp. 2</i>	15,9	1,71*	5,8*
	<i>Baccaurea sp. 1</i>	37,4	20,61*	18,7*
	<i>Baccaurea wallichii</i> Hook f.	2,2	51,58*	10,0*
	<i>Scutinanthe brunnea</i> Thwaites	1,9	3,12*	6,4*
	<i>Baccaurea wallichii</i> Hook f.	1,6	46,41*	6,0*

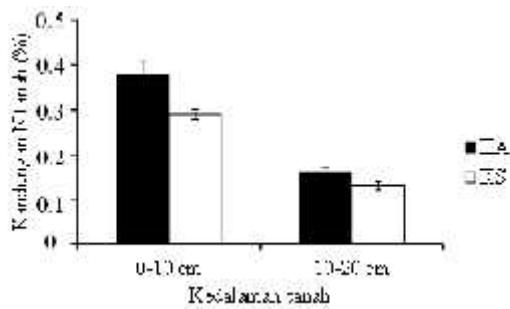
Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak signifikan (Tukey-test $p < 0.05$)

Analisis korelasi dan regresi antara NUE_c dan resorpsi N menunjukkan adanya korelasi positif yang signifikan pada $p < 0.05$. Peningkatan NUE_c seiring dengan peningkatan resorpsi N (Gambar 6.1). Namun korelasi ini sangat lemah (Gambar 6.1).



Gambar 6.1 Korelasi dan regresi antara efisiensi penggunaan N tumbuhan (NUE_c) dan resorpsi N. * signifikan pada $p < 0.05$

Pada Gambar 6.2, terlihat kandungan N tanah (%) pada HA dan KS. Kandungan N tertinggi terjadi pada HA dan signifikan ($p < 0.05$) dengan KS. Selain itu terjadi perbedaan kandungan hara pada kedalaman yang berbeda. Kandungan hara tertinggi terjadi pada kedalaman tanah 0-10 cm dibandingkan dengan kedalaman 10-20 cm dan signifikan ($p < 0.05$) antara keduanya (Gambar 6.2).



Gambar 6.2 Kandungan N tanah (%) pada hutan alam (HA) dan perkebunan kelapa sawit (KS). Data menunjukkan nilai rata-rata±SD

Kandungan N tanah tidak berkorelasi dengan kandungan N daun dewasa, resorpsi N dan NUE c (Tabel 6.2). Korelasi tidak signifikan terjadi pada semua sumber parameter yang dianalisis pada $p < 0.05$ (Tabel 6.2).

Tabel 6.2 Korelasi kandungan N tanah dengan kandungan N daun dewasa, resorpsi N, dan NUE c pada hutan alam (HA) dan perkebunan kelapa sawit (KS)

Lokasi	Parameter	Variable	r	p
HA	Kandungan N tanah (%)	Kandungan N daun dewasa (%)	0.31	0.22
		Resorpsi N (%)	0.11	0.80
		NUE c	0.28	0.23
KS	Kandungan N tanah (%)	Kandungan N daun dewasa (%)	0.21	0.28
		Resorpsi N (%)	0.18	0.17
		NUE c	-0.13	0.39

Produksi serasah dan produksi N pada KS lebih tinggi dari pada HA (Tabel 6.3). Nilai NUE_{ES} pada KS lebih rendah dari pada HA dan terlihat signifikan ($p < 0.05$) antara keduanya (Tabel 6.3).

Tabel 6.3 Efisiensi penggunaan nitrogen pada skala ekosistem (NUE_{ES}) pada hutan alam (HA) dan perkebunana kelapa sawit (KS)

Lokasi	Produksi serasah (g/m ² /tahun)	Persediaan N (g/m ² /tahun)	NUE_{ES}
HA	1.1 ± 0.5	12.7 ± 0.5	8.0 ± 0.5
KS	2.1 ± 1.1	40.8 ± 4.9	7.6 ± 0.8

Data menunjukkan nilai rata-rata±SD

Pada Tabel 6.4 terlihat produksi N dan C dari serasah pada KS, namun hanya bagian pelepah saja yang diaplikasikan ke tanah perkebunan, sedangkan bagian reproduksinya berupa buah diambil dan tidak dikembalikan pada ekosistem perkebunan. Pada Tabel 6.4 ini dapat dilihat bahwa sekitar 68.3% dari total hara N dihasilkan pada KS sedangkan untuk C sekitar 77.8% dari total C.

Tabel 6.4 Produksi N dan C dari bagian tanaman kelapa sawit pada perkebunan kelapa sawit

Bagian tumbuhan	Produksi hara (g/m ² /tahun)	
	N	C
Pelepah	10.3±4.9	215.3±124.0
Bagian reproduksi	21.9±9.7	746.8±307.3

Data menunjukkan nilai rata-rata±SD

Pembahasan

Nilai NUE_{ES} dan resorpsi N bervariasi pada HA. Variasi nilai NUE_{ES} dan resorpsi N ini terjadi karena perbedaan jenis pohon. Menurut Hirel *et al.* (2007) keragaman nilai NUE_{ES} dipengaruhi oleh jenis tumbuhan, faktor lingkungan dan genetik. Hal ini lebih terkait dengan kemampuan dan kebutuhan tumbuhan akan N (Hirel *et al.* 2007). Yuan *et al.* (2005c) menambahkan bahwa terjadinya perbedaan resorpsi N pada tumbuhan tergantung pada jenis tumbuhan, bentuk hidup dan faktor lingkungan tempat tumbuh tumbuhan.

Peningkatan resorpsi N seiring dengan peningkatan NUE_{ES} . Resorpsi N berperan penting dalam menentukan nilai NUE_{ES}

tumbuhan (Aerts dan Chapin 2000). Li *et al.* (2012) menambahkan bahwa tingginya resorpsi N berkorelasi dengan tingginya nilai NUE c, yakni semakin tinggi resorpsi N maka NUE c juga semakin tinggi. Pada proses resorpsi N, hara N ditranslokasi selama senesen dan digunakan untuk pertumbuhan tumbuhan. Hara yang tidak ditranslokasi selama senesen akan jatuh ke tanah bersama serasah. Hara yang terkandung di dalam serasah ini akan kembali digunakan oleh tumbuhan sebagai hara tersedia melalui proses dekomposisi (Aerts 1996).

Kandungan N tanah pada kedua tipe ekosistem (KS dan HA) berbeda. Kandungan N pada KS lebih rendah dari pada HA. Selain itu semakin dalam tanah maka semakin menurun kandungan N tanah (Chen *et al.* 2011). Hal ini terkait dengan dekomposisi serasah dan akar halus pada hutan alam (Bellingham *et al.* 2013) dan aplikasi pupuk pada perkebunan (Chen *et al.* 2011). Aplikasi pupuk pada lahan perkebunan diberikan pada kedalaman tanah sekitar 10 cm (Chen *et al.* 2011) dan penyerapan hara oleh akar paling banyak terjadi pada kedalaman tersebut. Pada hutan alam serasah dan akar halus menjadi sumber hara utama melalui proses dekomposisi, dan proses ini paling banyak terjadi pada kedalaman 0-10 cm (Jiménez *et al.* 2009).

Pada perkebunan kelapa sawit diberikan pupuk sebanyak 2 kali dalam setahun. Jenis pupuk yang diberikan yaitu urea. Rata-rata pemberian pupuk N yakni sebanyak 0.03 kg N/m²/tahun. Pemberian pupuk ternyata tidak berhasil meningkatkan kandungan N tanah melebihi pada lokasi HA baik pada kedalaman 0-10 cm maupun pada kedalaman 10-20 cm. Menurut Baligar *et al.* (2001), pengelolaan pupuk yang baik termasuk pemanfaatan sisa bagian tumbuhan sebagai pupuk seperti kompos, pupuk hewan, pemanfaatan tumbuhan penutup tanah dapat meningkatkan kandungan hara tanah dan berkontribusi terhadap NUE. Pada lokasi penelitian ini petani tidak memanfaatkan sisa tumbuhan sebagai kompos, yang digunakan sebagai pupuk hanya pupuk kimia yakni jenis urea seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Namun pemberian pupuk tersebut tidak mampu meningkatkan kandungan N tanah.

Kandungan N tanah tidak mempengaruhi kandungan N daun dewasa, resorpsi N, dan NUE c. Beberapa peneliti menyatakan bahwa kandungan N tanah menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi NUE c (Baligar *et al.* 2001; Chen *et al.* 2011). Kandungan N tanah ini tidak mempengaruhi resorpsi N pada kedua tipe ekosistem (KS dan HA). Menurut Aerts (1996), bahwa resorpsi hara termasuk N tidak responsif terhadap peningkatan

ketersediaan hara, yakni tidak terdapat korelasi antara resorpsi N dengan kandungan N tanah. Penyerapan dan efisiensi penggunaan hara (termasuk N) tergantung kepada jenis tumbuhan yang terkait dengan morfologi, proses fisiologi, dan biokimia dari tumbuhan dan termasuk interaksi tumbuhan tersebut dengan faktor lingkungan meliputi; iklim, tanah, dan pemberian pupuk (Baligar *et al.* 2001). Selain itu menurut Yuan *et al.* (2005a) dan Yuan *et al.* (2005b), menyatakan bahwa efisiensi resorpsi N tinggi pada daerah yang memiliki ketersediaan N tanah yang rendah, hal ini dilakukan tumbuhan sebagai sistem adaptasi tumbuhan pada kondisi rendah N. Efisiensi resorpsi N ini menentukan ketersediaan hara pada tanah. Konsentrasi N tanah tinggi umumnya terdapat pada ekosistem dengan keragaman tumbuhan tinggi dan produksi serasah tinggi. Hal ini tergantung pada jenis tumbuhan pada ekosistem tersebut. Walaupun begitu belum ada penjelasan yang jelas tentang kontrol hara pada resorpsi N (Aerts 1996).

Efisiensi penggunaan nitrogen dalam skala ekosistem (NUE_{ES}) diperlukan untuk melihat penggunaan N dalam ekosistem yang berbanding lurus dengan produksi serasah pada ekosistem tersebut. Nilai NUE_{ES} pada HA lebih tinggi dari pada KS. Hutan alam yang memiliki keragaman tumbuhan yang tinggi, memungkinkan

untuk memperoleh nilai NUE_{ES} yang lebih tinggi dibandingkan dengan KS yang monokultur, yang mengindikasikan tingginya kesuburan tanah pada HA. Pemberian pupuk N pada perkebunan KS tidak mampu meningkatkan kandungan N tanah dan NUE_{ES} . Pemasukan N pada ekosistem yang lebih tinggi pada KS (berasal dari pupuk N dan serasah pelepah) tidak mampu meningkatkan NUE_{ES} pada KS, sehingga dapat dikatakan bahwa pada ekosistem perkebunan kelapa sawit belum dapat memanfaatkan N dengan optimal.

Bagian reproduksi yang berkontribusi besar terhadap produksi serasah pada perkebunan kelapa sawit tidak dikembalikan ke sistem, sehingga banyak hara yang keluar dari sistem. Hal ini mengakibatkan ketidakseimbangan antara pengambilan hara N tanah dengan pengembalian hara N ke tanah, sehingga NUE tidak optimal jika dibandingkan dengan hutan alam.

Tumbuhan membutuhkan unsur N ini dalam jumlah yang cukup besar terutama sebagai salah satu unsur penting penyusun klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis. Pohon hutan yang memiliki keragaman tinggi dan tumbuh secara alami memungkinkan terjadinya tumpang tindih antar kanopi pohon. Hal ini akan mempengaruhi proses fotosintesis. Peningkatan N pada kanopi pohon bagian atas akan meningkatkan laju fotosintesis.

Menurut Tateno dan Kawaguchi (2002) bahwa pohon kanopi memiliki kandungan N yang lebih tinggi dari pada sub kanopi. Hal ini juga terjadi pada daun senesen. Tingginya kandungan N ini disebabkan karena tingginya laju fotosintesis ketika mendapatkan cahaya matahari penuh (Taiz dan Zeiger 2010).

Lain halnya pada KS yang memakai sistem monokultur dan ditanam pada jarak tertentu yang memungkinkan untuk tidak terjadinya tumpang tindih daun atau kanopi pohon memungkinkan nilai N yang lebih tinggi dibandingkan dengan HA yang heterogen. Produksi kelapa sawit meningkat dengan pengelolaan penanaman yang baik dengan sistem jarak yang menghindari tumbuhan kelapa sawit dari tumpang tindih pada pelepahnya (Witt *et al.* 2005). Hal ini terkait dengan laju fotosintesis tumbuhan. Laju fotosintesis pada kelapa sawit tinggi ketika mendapatkan cahaya matahari penuh yang mengakibatkan tingginya kandungan N daun dengan NUE_{ES} KS yang lebih tinggi dari pada HA. Hal ini disebabkan karena tingginya produksi serasah pada KS terutama dari bagian reproduksi, namun 68.3% dari total N yang dihasilkan pada KS tidak dikembalikan ke sistem. Hal ini mengakibatkan rendahnya N tanah pada KS.

IV. KESIMPULAN

Nilai NUE_c dan resorpsi N bervariasi untuk setiap jenis tumbuhan pada lokasi

penelitian. Peningkatan resorpsi N seiring dengan peningkatan NUE_c . Kandungan N tanah tidak mempengaruhi kandungan N daun dewasa, resorpsi N dan NUE_c .

Efisiensi penggunaan nitrogen pada skala ekosistem lebih tinggi pada HA dibandingkan KS. Pemberian pupuk N tidak mampu meningkatkan NUE_{ES} pada KS. Nitrogen yang keluar dari ekosistem melalui serasah selama satu tahun periode penelitian terjadi sebanyak 68.3% dari total hara N yang dihasilkan pada serasah KS.

DAFTAR PUSTAKA

- Aerts R. 1996. Nutritional and plant-mediated controls on leaf litter decomposition of *Carex* species. *Ecology*. 78:244-260.
- Aerts R, Chapin FS III. 2000. The mineral nutrition of wild plants revisited: A re-evaluation of processes and patterns. *Advances Ecol Res*. 30:1-67.
- Baligar FC, Fageria NK, He ZL. 2001. Nutrient use efficiency in plants. *Commun Soil Sci Plant Anal*. 32(7&8):921-950.
- Chen L, Qi X, Zhang X, Li Q, Zhang Y. 2011. Effect of Agricultural Land Use Changes on Soil Nutrient Use Efficiency in an Agricultural Area, Beijing, China. *Chin Geogra Sci*. 21(4):392-402.
- Hirel B, Gouis JL, Ney B, Gallais A. 2007. The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches. *JExpBot*. 58:2369-2387.

- Jiménez EM, Moreno FH, Penuela MC, Patino S, and Lloyd J. 2009. Fine root dynamics for forests on contrasting soils in the Colombian Amazon. *Bio-geosciences*.6: 2809-2827.
- Lambers H, Chapin III FS, Pons TL. 2008. *Plant Physiological Ecology*. Edisi ke-2. New York .Springer.
- Li Lj, Zeng DH, Mao R, Yu ZY. 2012. Nitrogen and phosphorus resorption of *Artemisia scoparia*, *Chenopodium acuminatum*, *Cannabis sativa*, and *Phragmites communis* under nitrogen and phosphorus additions in a semiarid grassland, China. *Plant Soil Environ*. 58 (10):446-451.
- Rosleine D, Devi N, Choesin, Sulistyawati E. 2006. The contribution of dominant tree species to nutrient cycling in a mixed forest ecosystem on mount tangkubanperahu, West Java, Indonesia. *International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS)*. 29-30 November 2006. Bandung-Indonesia. hlm 378-380.
- Sharma SC, Pande PK. 1989. Patterns of litter nutrient concentration in some plantation ecosystems. *Forest Ecol Manage*. 29:151-163.
- Taiz L, Zeiger E. 2010. *Plant Physiology*. Sunderland: Sinauer Associates. 690 p.
- Tateno R, Kawaguchi H. 2002. Differences in nitrogen use efficiency between leaves from canopy and subcanopy trees. *Ecol Res*. 17:695–704.
- Triadiati, Tjitrosemito S, Guhardja E, Sudarsono, Qayim I, Lueschner C. 2007. Nitrogen resorption and nitrogen use efficiency in cacao agroforestry systems managed differently in Central Sulawesi. *Hayati*. 14:127-132.
- Vitousek PM. 1982. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. *Am Natur*. 119:553-572.
- Yuan Zhi-You, Li Ling-Hao, Han Xing-Guo, Huang Jian-Hui, Wan Shi-Qiang. 2005. Foliar nitrogen dynamics and nitrogen resorption of a sandy shrub *Salix gordejewitii* in northern China. *Plant Soil*. 278:183-193.
- Witt C, Fairhurst TH, Griffiths W. 2005. Key principles of crop and nutrient management in oil palm. *Better crops*. 89(3):27-31.