

EKOLOGI LAHAN BASAH

“Daur Biogeokimia”



Disusun Oleh:
Eka Lokitaswara (93217004)

Angkatan/Semester : 3 / 2
Program Studi : Pendidikan Biologi
Dosen Pengasuh : Dr. Saleh Hidayat, M.Si.
Dr. Yetty Hastiana, M.Si.

PROGRAM PASCASARJANA PENDIDIKAN BIOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2018

EKOLOGI LAHAN BASAH: DAUR BIOGEOKIMIA

Eka Lokitaswara

PPs Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Palembang,
Jl. A. Yani. 13 Ulu Palembang, Sumatera Selatan 30263
ekalokitaswara@yahoo.co.id

Abstrak

Setiap vegetasi menghasilkan kualitas biomassa yang berbeda dan sisa biomassa menjadi sumber bahan organik yang dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kualitas tanah. Biomassa hutan berperan penting dalam siklus biogeokimia terutama dalam siklus karbon. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi laju dekomposisi suatu vegetasi adalah pengolahan tanah, temperatur, kelembaban tanah, pH, kedalaman dan aerasi tanah. Sebagai salah satu unsur pembatas pertumbuhan, nitrogen juga memainkan peran penting dalam mengontrol produktivitas biologis. *Arachis hypogaea* adalah salah satu legum yang mampu menambat nitrogen bebas (N_2) karena simbiosis dengan *Rhizobium*.

Kata Kunci: *Biomassa, Biogeokimia, Karbon, Nitrogen.*

Abstract

Each vegetation produces different biomass qualities and the remaining biomass becomes a source of organic material that can be utilized to improve soil quality. Forest biomass plays an important role in the biogeochemical cycle especially in the carbon cycle. As for several factors affecting the decomposition rate of a vegetation is soil processing, temperature, soil moisture, pH, depth and soil aeration. As one of the growth limiting elements, nitrogen also plays an important role in controlling biological productivity. *Arachis hypogaea* is one of the legumes capable of inhibiting free nitrogen (N_2) due to symbiosis with *Rhizobium*.

Keywords: Biomass, Biogeochemistry, Carbon, Nitrogen.

Pendahuluan

Lingkungan tumbuhan merupakan sistem kompleks yang berinteraksi berbagai faktor yang saling mempengaruhi. Vegetasi adalah suatu sistem dinamik yang selalu mengalami pergantian dan dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, sehingga kondisi ekstrim suatu habitat yang tidak menguntungkan dapat berubah menjadi habitat optimum bagi pertumbuhan. Biomassa hutan berperan penting dalam

siklus biogeokimia terutama dalam siklus karbon (Sutaryo, 2009 dikutip Windusari., dkk 2012).

Siklus biogeokimia karbon mencakup pertukaran/perpindahan karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer, dan atmosfer bumi sedangkan respirasi organisme akan mengembalikan CO_2 ke atmosfer (Campbell, 2004). Meningkatnya kandungan CO_2 di udara menyebabkan panas yang dilepaskan akan diserap

oleh CO₂ dan dipancarkan kembali ke permukaan bumi, sehingga proses tersebut akan memanaskan bumi (Indriyanto, 2006 dikutip Windusari, 2012). Aliran karbon dari atmosfer ke vegetasi merupakan aliran yang bersifat dua arah, yaitu pengikatan CO₂ ke dalam biomassa melalui fotosintesis dan pelepasan CO₂ ke atmosfer melalui proses dekomposisi dan pembakaran. Melalui fotosintesis, CO₂ diserap dan diubah oleh tumbuhan menjadi karbon organik dalam bentuk biomassa.

Sebagai salah satu unsur pembatas pertumbuhan, nitrogen juga memainkan peran penting dalam mengontrol produktivitas biologis. Beberapa bagian dari siklus biogeokimiawi nitrogen yang ada di laut pun turut berperan dalam rangkaian '*feedback*' yang mengatur iklim, pembentukan sedimen biogenik, dan kadar beberapa bahan kimia dalam air laut. Karena keberadaan nitrogen secara alamiah dalam tingkat oksidasi yang beragam, nitrogen cenderung mengalami reaksi redoks yang mengakibatkan nitrogen memiliki siklus biogeokimiawi yang kompleks. Siklus yang kompleks tersebut ditambah dengan variabilitas spasial dan temporal nitrogen yang besar menyebabkan siklus nitrogen di laut sulit dipelajari.

Keadaan ini mengakibatkan pengetahuan kita tentang aliran global dan ukuran cadangan dimana nitrogen tersimpan memiliki tingkat ketidakpastian yang cukup tinggi. Data yang tersedia mengindikasikan bahwa siklus biogeokimiawi nitrogen di laut tidak dalam kondisi '*steady state*', dan perkiraan tentang beberapa sumber nitrogen yang terikat terlampau rendah.

Pembahasan

Barchia (2009) dikutip Windusari., dkk (2012) menyatakan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi laju dekomposisi adalah pengolahan tanah, temperatur, kelembaban tanah, pH, kedalaman dan aerasi tanah. Mikroorganisme tanah berperan besar dalam dekomposisi bahan organik tanah dan pelepasan CO₂. Kehilangan bahan organik akibat dekomposisi diimbangi oleh adanya suplai bahan organik dari vegetasi penutup yang terbentuk dari resintesis akar, serasah, dan bagian lain tumbuhan yang mengalami pelapukan.

Bahan organik berupa serasah tanaman yang jatuh ke tanah akan cepat mengalami dekomposisi dan melepaskan unsur anorganik yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman, tererosi, tercuci maupun terlepas ke udara.

Sekitar setengah dari bahan kering serasah termineralisasi dalam waktu 8-10 minggu sebelum akhirnya laju dekomposisi menurun. Bahan organik dari sisa rumput-rumputan, 70% dari berat kering akan terdekomposisi dalam waktu lebih lama, dan sisanya sukar lapuk (Barchia, 2009 dikutip Windusari, dkk. 2012). Laju dekomposisi sisa tanaman sangat dipengaruhi oleh kandungan nitrogen dalam jaringan tanaman. Lingkungan mempengaruhi aktivitas mikroorganisme heterotrof seiring dengan laju evolusi karbon dalam tanah. Aktivitas mikroorganisme heterotrof yang sangat tinggi pada suatu wilayah hutan tropis basah menyebabkan laju pelepasan karbon di wilayah tersebut cenderung tinggi. Oleh karena itu semua karakteristik tanah seperti pH, temperatur, potensial air, struktur tanah dan aerasi akan mempengaruhi dekomposisi bahan organik.

Iklm juga sangat berperan dalam laju dekomposisi bahan organik, meningkatnya temperatur dan kelembaban menyebabkan proses dekomposisi berlangsung cepat. Hal ini menyebabkan akumulasi bahan organik di tanah tropis sangat jarang akibat iklim optimum bagi aktivitas

mikroorganisme untuk melakukan dekomposisi bahan organik.

Vegetasi akan memproduksi biomassa dan sisa biomassa menjadi sumber bahan organik yang dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kualitas tanah. Setiap vegetasi akan menghasilkan kualitas biomassa yang berbeda. Kualitas bahan organik tanah berupa susunan senyawa penyusun bahan organik akan menentukan kecepatan pelapukan bahan organik mengalami pelapukan. Unsur hara yang tersedia akan diimmobilisasi oleh mikroorganisme, dan hanya unsur hara yang tidak terimmobilisasi yang dapat diambil oleh tanaman untuk pertumbuhannya.

Arachis hypogaea adalah salah satu legum yang mampu menambat nitrogen bebas (N₂) karena simbiosis dengan *Rhizobium*. Akumulasi NH₃ dapat menghambat aktivitas enzim nitrogenase, dan dapat dihindari bila NH₃ dipindahkan ke tempat lain atau diikat dalam bentuk alantoin, allantoate dan 4-methyleneglutamine yang dapat ditemukan pada xilem (Anderson and Beardall, 1991 dikutip Widoretno dan Santoso, 2000). Secara umum aktivitas enzim akan terus berlanjut jika produk enzim segera digunakan, diangkut ke tempat lain, atau berikatan dengan

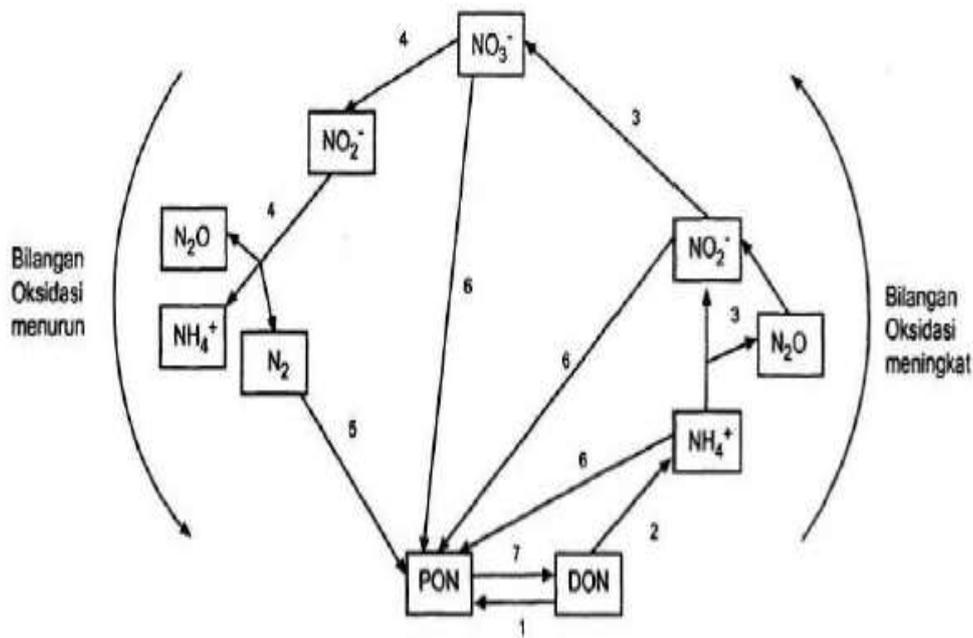
senyawa lain. NH_3 adalah produk enzim nitrogenase yang direduksi di akar dan daun yang dapat berikatan dengan Cu.

Sementara itu bakteroid dalam melakukan aktivitasnya memerlukan substrat yang berasal dari hasil fotosintesis tumbuhan inang. Besarnya produk fotosintesis yang dihasilkan oleh tumbuhan inang menentukan kecepatan aktivitas penambatan N_2 oleh bakteroid. Fotosintesis adalah hasil metabolisme yang dipengaruhi oleh hara, termasuk nitrat dan Cu. Nitrat sebagai sumber nitrogen berfungsi untuk membentuk komponen sel, amino, protein, enzim dan asam nukleat (Lehninger, 1993 dikutip Widoretno dan Santoso, 2000). Sedangkan Cu berperan sebagai kofaktor enzim atau protein sehingga berfungsi aktif dalam metabolisme. Penambahan Cu dalam jumlah yang tinggi akan berikatan dengan gugus sulfhidril. Ikatan tersebut akan mereduksi jumlah gugus sulfhidril. Reduksi sulfhidril akan mengakibatkan terbentuknya ikatan stabil yang disebut dengan gugus thiolat, sehingga enzim kehilangan aktivitasnya (Mohr and Scopfer, 1995).

Widoretno dan Santoso (2000) mengemukakan bila semua unsur hara

tersedia, maka pembentukan bintil akar lebih banyak ditentukan nitrat, karena nitrat adalah sumber nitrogen yang merupakan pembentukan protein dan sangat berperan dalam pertumbuhan, sedangkan Cu adalah kofaktor enzim yang aktif sehingga hanya dibutuhkan dalam jumlah kecil. Bila di medium nitrat berlebihan, maka protein dan enzim terbentuk lebih banyak, sehingga kebutuhan nitrogen tidak perlu tambahan dari mekanisme penambatan dari bintil akar.

Kebanyakan nitrogen berada dalam bentuk N_2 , sehingga tidak dapat digunakan secara mudah, karena hanya organisme penangkap nitrogen yang mampu memecahkan ikatan rangkap tiga yang kuat dari N_2 . Kebanyakan nitrogen terikat yang terlarut dalam air laut adalah berbentuk nitrat dan asam humat. Biota laut mengandung kurang dari 0,002 persen kandungan nitrogen di laut yang tersebar merata pada biomasa tumbuhan dan bakteri. Meskipun biota darat mengandung persentase nitrogen yang lebih besar (2,74%), tetapi sebagian besar terdapat dalam bentuk biomasa tumbuhan. Adapun skema siklus nitrogen dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Skema Siklus Biogeokimiawi Nitrogen: 1) remineralisasi, 2) amonifikasi, 3) nitrifikasi, 4) denitrifikasi (reduksi nitrat disimilatori), 5) fiksasi nitrogen, 6) reduksi nitrogen asimilatori, 7) asimilasi DON (LIBES, 1992 dikutip Setiapermana, 2006).

Reaksi Oksidasi

Remineralisasi dan Amonifikasi

Istilah remineralisasi digunakan untuk mengacu kepada tahap awal dekomposisi PON (*Particulate Organic Nitrogen*) dimana nitrogen padat diubah menjadi DON (*Dissolved Organic Nitrogen*). PON adalah Nitrogen Organik Partikulat yang disintesis oleh fitoplankton mempunyai dua kemungkinan nasib. Kemungkinan pertama, fitoplankton akan mati, sel-selnya mengalami penguraian (*lysis*), dan kemungkinan kedua, sel-sel fitoplankton dikonsumsi oleh protozoa atau zooplankton. Sedangkan DON adalah Nitrogen Organik Terlarut yang

dilepaskan akan diuraikan oleh bakteri. DON kemudian diuraikan oleh bakteri heterotrofik. Penguraian ini berlangsung cepat, karena sifat reaktif ikatan nitrogen-karbon. Pemecahan dari ikatan tersebut melepaskan amonia (NH_3) yang cenderung bereaksi dengan H^+ atau H_2O dan membentuk amonium (NH_4^+). Proses ini dinamakan 'amonifikasi' untuk biomolekul yang mengandung nitrogen paling dominan adalah protein. Contoh bakteri yang berperan dalam amonifikasi nitrat menjadi amonium adalah *Micrococcus denitrifikan*.

Nitrifikasi

Dalam air dengan kandungan oksigen yang cukup, ammonium mudah teroksidasi menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat berturut-turut oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Proses ini disebut 'nitrifikasi' yang terjadi secara bertahap. Pada awalnya, PON diurai menjadi amonium yang merangsang pertumbuhan *Nitrosomonas*. Bakteri ini mengoksidasi amonium menjadi nitrit, sehingga kadar amonium menurun dan kadar nitrit meningkat. Peningkatan kadar nitrit tersebut akan merangsang pertumbuhan *Nitrobacter*, yang mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Akhirnya, seluruh DIN dioksidasi menjadi nitrat. PON yang tersisa adalah senyawa yang tidak bisa diurai oleh bakteri laut anaerobik.

Reaksi Reduksi Denitrifikasi

Dalam kondisi air laut yang tak jenuh dengan oksigen (sub-oksik dan anoksik), beberapa jenis bakteri heterotrofik merespirasi bahan organik dengan menggunakan nitrat sebagai penerima elektron. Sebagian nitrat direduksi berturut-turut menjadi nitrit dan kemudian N_2 , dengan demikian tidak menjadi bagian dari biomasa bakteri. Karena nitrogenterikat hilang dalam proses ini, maka proses tersebut

dinamakan 'denitrifikasi'. Disamping kondisi sub-oksik dan anoksik sebagai prasyarat terjadinya proses denitrifikasi, sejumlah besar bahan organik diperlukan untuk proses denitrifikasi. Kondisi ini lazim ditemui di zona upwelling di kawasan pesisir seperti di perairan Peru dan daerah dengan kondisi perairan yang relatif tenang (*stagnant*) antara lain perairan bagian timur Pasifik Utara tropik. Denitrifikasi juga terjadi pada sedimen pesisir dan perairan estuari yang tercemar sebagai akibat keberadaan bahan organik dalam jumlah besar.

Fiksasi Nitrogen

Nitrogen masuk ke dalam laut melalui aliran sungai, curah hujan, difusi dari sedimen dan fiksasi N_2 . Dalam fiksasi N_2 , ikatan rangkap tiga dalam N_2 harus dipecahkan. Atom yang dibebaskan menjadi bagian dari senyawa tereduksi yang biasanya berupa senyawa organik. Karena pemecahan ikatan N_2 merupakan reaksi yang memerlukan banyak energi, hanya ada beberapa organisme yang mampu 'memfiksasi' nitrogen. Organisme yang memiliki kemampuan memfiksasi nitrogen, apakah bakteri heterotrofik

maupun ototrofik terbatas hanya pada beberapa jenis bakteri.

Setiapermana (2006) menyatakan bahwa salah satu jenis pengikat nitrogen yang berbentuk sel bebas adalah *Oscillatoria* sp., jenis cyanobakteria fotosintetik yang dianggap sebagai salah satu tipe '*blue-green algae*'. Organisme ini berkembang dengan cepat pada perairan pesisir tropik, sehingga seringkali menghasilkan '*blooming*'. Fiksasi nitrogen sangat dibutuhkan di perairan tropik karena keterbatasan kandungan nitrogen yang ekstrim. Di perairan tropik, *Oscillatoria* sp. tersebar secara luas dan memiliki tingkat populasi yang tinggi, sehingga jenis-jenis ini dianggap sebagai organisme pengikat nitrogen laut yang paling penting.

Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa penambahan kadar Cu akan menurunkan aktivitas nitrogenase bila melampaui nilai optimum. Nitrogen di alam tersebar luas dalam laut, tetapi tidak dapat dimanfaatkan oleh kehidupan dalam laut, karena kebanyakan berada dalam bentuk N_2 . Bentuk nitrogen terikat yang

dapat dimanfaatkan oleh kehidupan, memiliki kadar yang relatif rendah, akibatnya nitrogen terikat membatasi produktivitas biologis. Kebalikannya, sebaran nitrogen terikat di laut sebagian besar dikontrol oleh organisme laut. Jadi, siklus nitrogen di laut didominasi oleh proses yang dimediasi secara biologis yang kebanyakan melibatkan reaksi redoks.

Daftar Pustaka

- Campbell, N.A., Reece, J.B., dan Mitchell, L.G. 2004. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Mohr, H., P. Schopfer. 1995. *Plant Physiology*. (Translated by G. Lawlor and D.W. Lawlor). Berlin: Springer Verlag.
- Setiapermana, Deddy. 2006. Siklus Nitrogen di Laut. *Jurnal Oseana*, Volume XXXI No.2: 19-31.
- Widoretno, Sri dan Santoso. 2000. Pengaruh Penambahan Ion Cu (Cu^{++}) dan Nitrat terhadap Penambatan Nitrogen pada Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Biosmart*, Volume 2 No. 1: 32-40.
- Windusari, Yuanita, Nur A.P. Sari, Indra Yustiani, dan Hilda Zulkipli. 2012. Dugaan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah di Kawasan Suksesi Alami pada Area Pengendapan Tailing PT Freeport Indonesia. *Jurnal Biospecies*, Volume 5 No. 1: 22-28.