

Analisis C/N rasio dan Total Bakteri pada Sedimen Kawasan Konservasi Mangrove Sempadan Sungai Betahwalang dan Sungai Jajar Demak

Pujiono W. Purnomo¹⁾, Niniek Widyorini¹⁾ dan Churun Ain¹⁾

¹⁾ Staf Pengajar PS. MSP Jurusan Perikanan FPIK Undip

ABSTRAK

Tanaman mangrove merupakan komponen penting dalam usaha konservasi di sepanjang hilir Sungai Betahwalang dan Sungai Jajar. Rasio C/N dan total bakteri diukur untuk mengindikasikan proses bioremediasi yang menunjang penyediaan hara dan kesuburan perairan sekitarnya. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis status perombakan bahan organik berdasarkan rasio C/N dan total bakteri dan mengetahui hubungan rasio C/N dengan total bakteri pada dua tingkat kedalaman sedimen. Penelitian dilaksanakan di kawasan mangrove sempadan hilir Sungai Betahwalang Demak pada awal Agustus hingga pertengahan September 2015. Sampling dilakukan pada 4 titik yaitu Sungai Betahwalang dekat pemukiman, sebelum muara Sungai Betahwalang dengan Sungai Jajar; setelah percampuran Sungai Betahwalang dengan Sungai jajar dan mendekati muara Sungai Jajar. Peubah yang diukur adalah C total, N total, total bakteri, pH tanah, tekstur sedimen dan sedimentasi. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa terjadi konsistensi sedimentasi dengan laju yang homogen antar stasiun sebesar antara 12,86-14,06 mg/cm²/hari. C/N rasio memperlihatkan hal yang sama tidak menunjukkan perbedaan antar lokasi pada lapisan permukaan. Nilainya berkisar antara 20,3-21,6; namun cenderung meningkat pada lapisan bawah (10-20 cm) yaitu 30,8-32,01. Pola yang sama diperlihatkan oleh data total bakteri. Berdasarkan rasio C/N pada lapisan permukaan memperlihatkan perombakan berlangsung cepat, sementara pada lapisan dalam berlangsung lambat. Hubungan antara rasio C/N dengan total bakteri mempunyai korelasi kuat dengan model regresi $Y = 36,87 - 0,00015 X$ ($r = 0,98$) Model tersebut menunjukkan bahwa keberadaan bakteri dapat mendukung proses degradasi bahan organik.

Kata Kunci: C/N rasio, Sedimen, Kawasan konservasi Sungai Betahwalang

PENDAHULUAN

Sungai Jajar merupakan salah satu sungai berukuran besar di Wilayah desa Betahwalang Kecamatan Wedung kabupaten Demak. Sementara itu, sungai Betahwalang merupakan anak sungai yang bermuara di Sungai jajar sebelum bermuara ke laut. Lokasi percampuran kedua sungai tersebut mempunyai jarak sekitar 1 km dari muara, sehingga mempunyai tipologi sempadan dan kondisi lingkungan perairan yang mirip diantara keduanya. Pengaruh air asin (air laut) terhadap lingkungan kedua sungai tersebut sangat kuat. Hasil penelitian dari Wijayanto dkk (2015) menginformasikan bahwa baik pada saat pasang maupun surut pengaruh laut yang dicirikan oleh nilai salinitas berkisar antara 5 – 12 ppt dapat mencapai hingga pada jarak 3,8 km dari muara. Dengan kondisi demikian maka sebaran pemanfaatan sumberdaya airnya dapat mencapai wilayah yang cukup luas untuk mendukung budidaya air payau di kawasan Desa Betahwalang. Disamping itu, pengaruh air asin menjadikan sempadan kedua sungai tersebut ditumbuhi mangrove dengan kelembatan dan

ketebalan yang bervariasi. Oleh sebab itu, maka sempadan kedua sungai tersebut menjadi kawasan konservasi khususnya untuk menjaga sistem daratnya.

Sebagaimana halnya tipe-tipe sungai besar yang bermuara di laut, maka kedua sungai tersebut mempunyai peran penting dalam menyangga perekonomian serta ekologis Desa Betahwalang. Peran penyangga secara ekonomi dari kedua sungai tersebut terhadap masyarakat adalah keduanya menjadi akses yang penting dari nelayan untuk melakukan penangkapan maupun keperluan lain; sumberdaya airnya mensuplai kawasan tambak seluas kurang lebih 320 ha serta menjadi tempat menangkap ikan dan pengambilan moluska serta keperluan lain. Peran ekologis yang ditampilkan oleh pengaruh masuknya massa air ke sungai dan menjadikan salinitasnya meningkat mengakibatkan tumbuhnya mangrove di sepanjang sungai Jajar maupun anak sungai Betahwalang. Mangrove yang tumbuh pada sempadan kedua sungai mencapai jarak 4 hingga 5 km dari muara sungai dengan ketebalan dan kelebatan yang bervariasi.

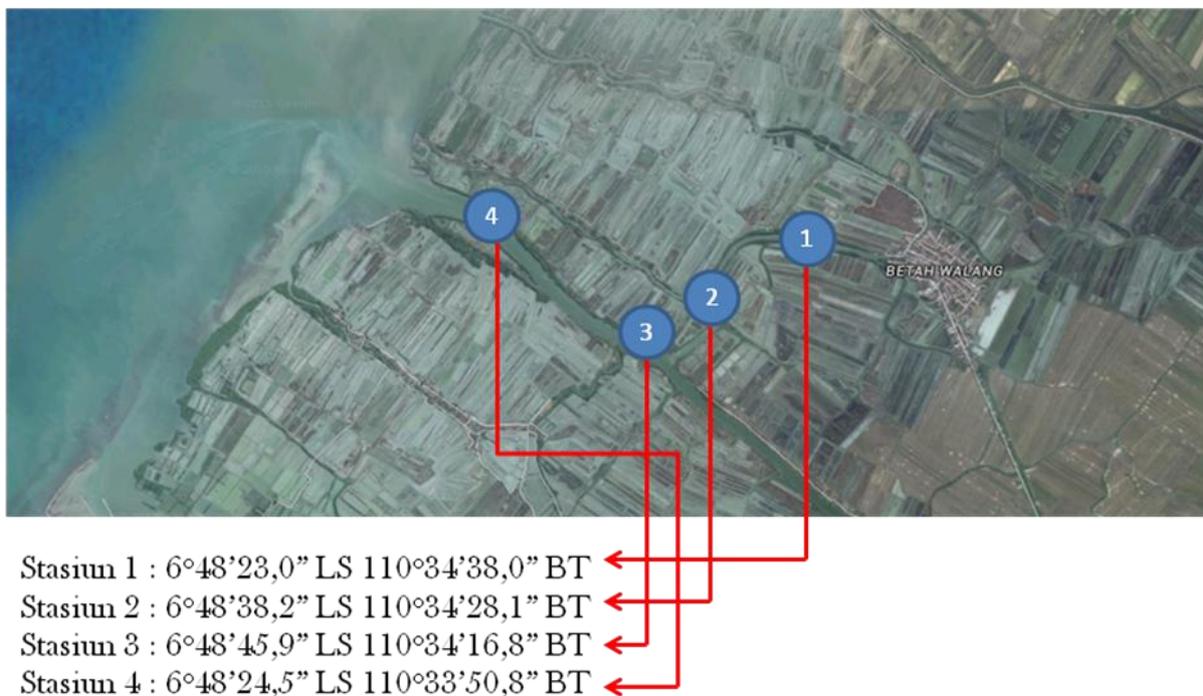
Tumbuhnya mangrove menjadikan kawasan ini sebagai filter fisik sekaligus filter biologis bagi sistem daratan maupun perairan. Dengan mengacu pendapat Peter dan Sivasothi (1999) dan Murdiyanto (2003) bahwa rata-rata mangrove menghasilkan bahan organik dari serasah hingga sebesar 1,5 ton/ha/th; menjadikan wilayah ini sebagai sumber nutrisi yang potensial untuk lingkungan perairan sungai, muara maupun perairan sekitar muara. Filter biologis mangrove terhadap ragam masukan dari daratan termasuk tambak sangat efektif mengingat bahwa mangrove pada sempadan sungai menjadi tempat pengendapan sekaligus sebagai tempat asosiasi kimiawi dengan ragam padatan untuk melakukan pengendapan di sekitar tanaman mangrove. Patrick dan Delaune (1977) menyatakan bahwa sedimen mangrove merupakan habitat dekomposer yang baik, sehingga mendukung proses dekomposisi baik luluhan daunnya maupun pengendapan material organik dan anorganik yang mengendap di kawasan sempadan sungai.

Terkait dengan fungsi ekologis tersebut, maka penelitian ini mengadopsikan sistem yang terbentuk pada sempadan sungai yang mempunyai peran konservasi dalam kajian C/N rasio dan bakteri total, sebagai informasi penting dalam kawasan konservasi sempadan sungai Jajar dan Betahwalang. Tujuan dari penelitian adalah : untuk menganalisis status perombakan bahan organik berdasarkan rasio C/N dan total bakteri dan mengetahui hubungan rasio C/N dengan total bakteri pada dua tingkat kedalaman sedimen.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Metode survei adalah metode penelitian yang dilakukan untuk mengetahui kondisi sekitar pantai serta gejala yang ada dan mencari keterangan dengan melakukan penelitian dan pendekatan kajian secara faktual.

Dalam hal ini untuk mencapai tujuan yang diharapkan maka dilakukan pengambilan contoh pada beberapa 4 lokasi sampling, yaitu Sungai Betahwalang dekat pemukiman, sebelum muara Sungai Betahwalang dengan Sungai Jajar; setelah percampuran Sungai Betahwalang dengan Sungai jajar dan mendekati muara Sungai Jajar (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Wilayah Penelitian

Sampling dilaksanakan 2 kali selang 3 minggu, dengan peubah yang diukur adalah C total, N total, total bakteri, pH tanah, tekstur sedimen dan sedimentasi. Pengukuran C total menggunakan metoda Walkey and Black, pengukuran N total mempergunakan metode Kjeldahl. Keduanya diukur pada permukaan dan kedalaman 30 cm masing-masing 2 ulangan. Pengukuran pH mempergunakan pH meter, pengukuran tekstur tanah mempergunakan metoda Buchanan (Buchanan, 1992). Sementara itu untuk mengukur sedimentasi mempergunakan sedimen trap pada setiap stasiun. Penelitian dilaksanakan pada awal bulan Agustus hingga awal September 2015 di kawasan sempadan Sungai Betahwalang dan Sungai Jajar Desa Betahwalang Kecamatan Wedung Kabupaten Demak.

Perhitungan bakteri mengikuti SNI 2897 dalam Anonim (2008), pengujian *Total Plate Count* (TPC) untuk menunjukkan jumlah mikroba yang terdapat dalam suatu sampel dengan cara menghitung koloni bakteri yang ditumbuhkan pada media agar. Adapun langkah pembuatan media, yaitu:

1. Pembuatan *Plate Count Agar* (PCA)

PCA ditimbang sebanyak 22,5 gram, dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer dan dilarutkan (dihomogenisasi) dengan akuades sebanyak 1000 ml, kemudian dipanaskan diatas *hot plate* sampai mendidih, tutup disterilisasi dengan *autoclave* pada temperatur 121°C selama 15 detik.

2. Pengenceran sampel

Sedimen kering ditimbang 1 gram. Tabung reaksi disiapkan 2 buah dan diberi label 10^{-1} dan 10^{-2} . Larutan Trisant dimasukkan ke dalam masing-masing tabung reaksi. Tanah yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam tabung 10^{-1} (dihomogenkan). Sebanyak 1 ml larutan dari tabung 10^{-1} diambil dengan mikropipet dan dimasukkan ke dalam tabung 10^{-2} (dihomogenkan).

3. Penghitungan jumlah koloni

Jumlah koloni dihitung pada setiap seri pengenceran kecuali cawan Petridish yang berkoloni menyebar. Cawan Petridish dipilih adalah yang mempunyai jumlah koloni 25 sampai dengan 250. Hasil perhitungan dilakukan sesuai dengan SNI: 01-6366-2000 yaitu 1×10^4 CFU/gram untuk TPC.

Sesuai dengan tujuan penelitian maka dilakukan uji statistik. Uji statistik yang di pergunakan adalah uji regresi untuk mengetahui keterkaitan hubungan antara C/N rasio dengan jumlah bakteri (Sudjana, 1992).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Desa Betahwalang termasuk dalam wilayah Kecamatan Wedung Kabupaten Demak yang merupakan wilayah daerah pesisir pantai. Habitat dasar perairan muara umumnya mempunyai tipe bervariasi dan kondisi ini terdiri atas tekstur tanah halus (liat) dan tekstur tanah sedang (lempung) (Minarsih *et al.*, 2009). Kondisi tanah yang berlumpur ini sangat bagus untuk perkembangan dan pertumbuhan ekosistem mangrove. Kecenderungan terbentuknya kondisi habitat mangrove seperti tersebut sangat dimungkinkan mengingat

bahwa keterpengaruhan sungai oleh pasang laut cukup luas dengan rambatan arus pasang maupun surut yang lemah.

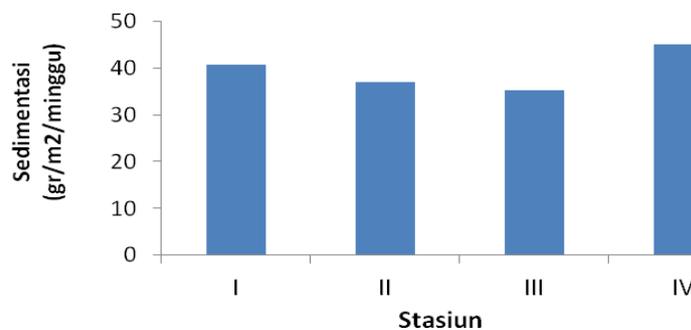
Hasil pengukuran terhadap komposisi tekstur dasar wilayah penelitian yang dilakukan pada waktu yang berbeda pada 4 stasiun penelitian memperlihatkan konsistensi nilainya, yaitu seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tekstur Sedimen Wilayah Penelitian

No	Stasiun	Struktur Sedimen (%)		
		Liat	Lumpur	Pasir
1	I	73,50	21,30	3,21
2	II	72,73	22,16	4,14
3	III	75,99	33,13	4,83
4	IV	71,87	22,81	3,26

Berdasarkan hasil analisis terhadap tektur tanah atau sedimen di tanaman mangrove wilayah penelitian, maka dapat dinyatakan bahwa sebagian besar bertekstur liat. Kondisi tanah liat merupakan habitat yang sangat baik untuk pertumbuhan mangrove. Kawasan mangrove di daerah ini tersebar luas di sepanjang Sungai Betahwalang dan Sungai Jajar hingga bermuara di laut. Jenis mangrove yang tumbuh di kawasan ini beragam yaitu jenis *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, dan *Rhizophora mucronata*. Jenis terakhir merupakan jenis yang dominan. Kondisi tanaman mangrove tumbuh subur mulai dari muara hingga ke arah hulu hingga 4 km.

Perkembangan mangrove dan kondisi sedimennya akan selalu mengalami dinamika perubahan baik yang diakibatkan oleh sedimentasi yang berasal dari air yang menggenang maupun campurannya dengan serasah sehingga membentuk lahan mangrove yang kaya akab bahan organik. Hasil pengukuran sedimentasi di wilayah studi ini adalah seperti diperlihatkan pada Gambar 2.

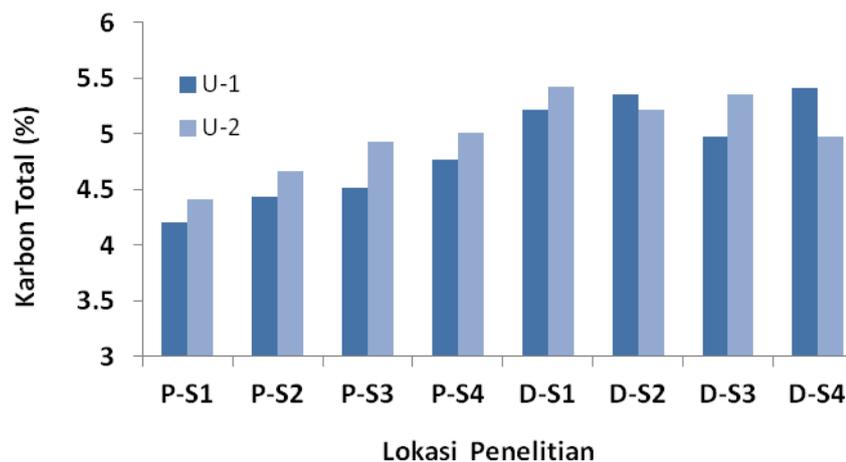


Gambar 2. Laju Sedimentasi di Kawasan Mangrove Sungai Betah Walang dan Sungai Jajar

Berdasarkan pengukuran tersebut menunjukkan bahwa sedimentasi kawasan ini cenderung merata antar stasiun atau mewakili kawasan ini.

Sedimentasi dari material inorganik yang mengendap dan membentuk tekstur pada kawasan mangrove yang tumbuh di sepanjang sempadan sungai Betahwalang hingga sungai Jajar merupakan fenomena yang menegaskan fungsi mangrove lingkungan ini sebagai filter penciri lingkungan estuarine. Keberadaan mangrove diperkirakan mempunyai peran penting untuk mereduksi limpasan material kotor yang masuk ke dalam lingkungan perairan laut (Thombeer, 1997). Laju sedimentasi tersebut yang membentuk tekstur habitat mangrove merupakan satu kesatuan material terendapkan bersaa material organik baik dari aliran hulu maupun yang berasal dari luluhan daun mangrove.

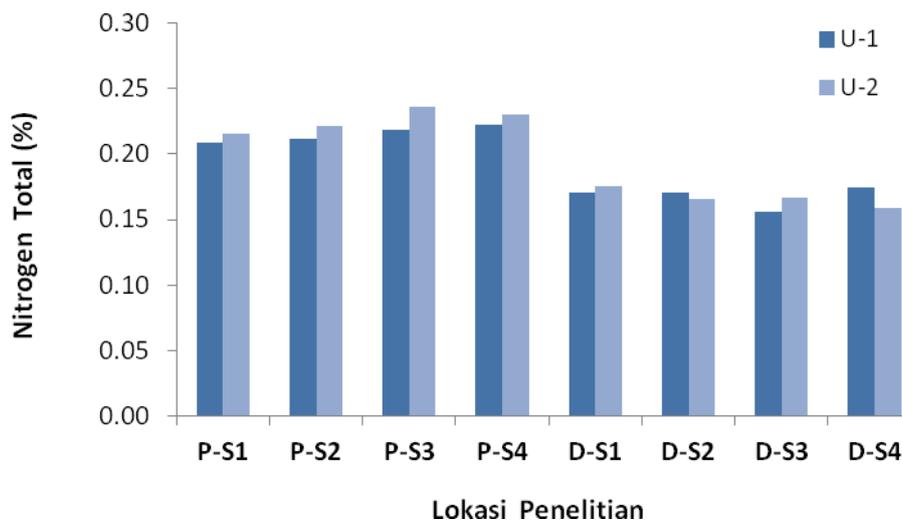
Dari hasil kesatuan pembentukan sedimen tersebut, selanjutnya diukur karbon total sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Karbon Total sedimen Kawasan Mangrove Sungai Betah Walang dan Sungai Jajar

Hasil pengukuran menunjukkan nilai karbon tergolong tinggi baik di permukaan maupun dasar (Tan, 1992) dan pengukuran karbon konsisten dalam selang waktu pengukuran maupun antara permukaan dan dalam.

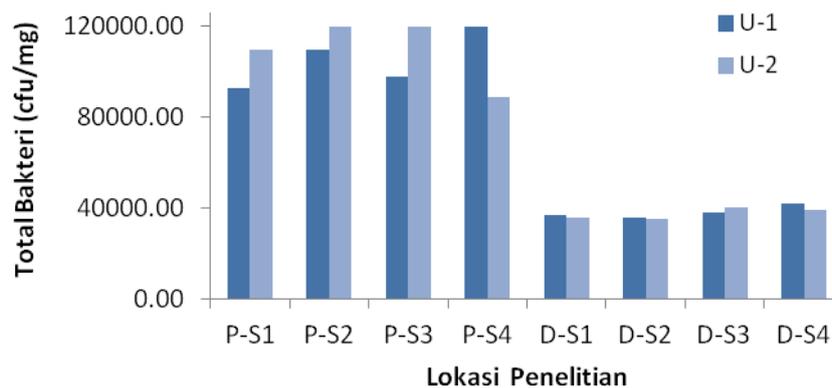
Sementara itu hasil pengukuran nitrogen total pada lokasi penelitian adalah seperti diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Nitrogen Total sedimen Kawasan Mangrove Sungai Betah Walang dan Sungai Jajar

Hasil pengukuran menunjukkan nilai nitrogen juga tergolong tinggi baik di permukaan maupun dasar (Tan, 1992) dan nilainya konsisten dalam selang waktu pengukuran dengan kecenderungan lebih tinggi pada permukaan dibandingkan dengan di dalam sedimen pada kedalaman 30 cm.

Hasil pengukuran total bakteri pada lokasi penelitian adalah seperti diperlihatkan pada Gambar 5.

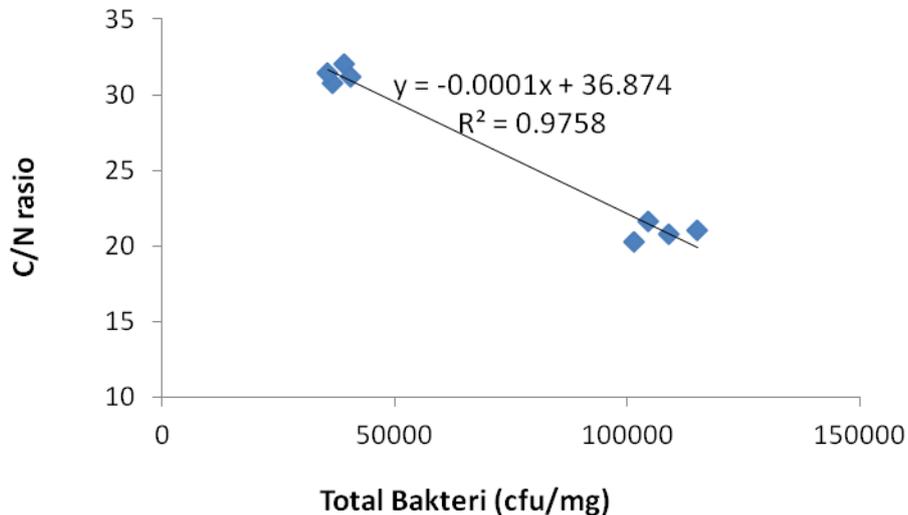


Gambar 5 Total Bakteri Sedimen Kawasan Mangrove Sungai Betah Walang dan Sungai Jajar

Hasil pengukuran total bakteri memperlihatkan bahwa pada lapisan permukaan mempunyai jumlah yang rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan di kedalaman 30 cm.

Berkaitan dengan diperolehnya pengukuran C/N rasio dan total bakteri, maka keduanya diuji hubungan diantaranya. Hubungan ini dilandasi pengertian bahwa C/N rasio

merupakan ukuran dari proses dekomposisi bahan organik, sementara bakteri merupakan suatu komponen yang melaksanakan kegiatan dekomposisinya. Hasil analisis regresi terhadap hubungan keduanya adalah sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan antara Total Bakteri dengan C/N rasio di Sedimen Mangrove Sungai Betahwalang

Hasil analisis tersebut di atas menunjukkan bahwa semakin meningkat total bakteri yang ditemukan menunjukkan terjadinya penurunan C/N rasio. Seperti ditunjukkan pada perbedaan C/N rasio di permukaan sedimen dengan pada kedalaman 30 cm.

PEMBAHASAN

Ekosistem mangrove adalah suatu ekosistem yang mempunyai tipe hutan tumbuh di daerah pasang surut yang tergenang pada saat pasang dan bebas dari genangan pada saat surut yang komunitas tumbuhannya toleransi terhadap garam. Mangrove berperan untuk mempertahankan kelangsungan hidup biota laut seperti ikan, udang, kepiting, siput dan biota lainnya (Naibaho *et al.*, 2014). Menurut Sunarto (2008), Mangrove merupakan formasi tumbuhan pantai yang kompleks dan dinamis. Kompleksitas mangrove selain disebabkan oleh bentuk-bentuk formasinya yang beragam juga karena interaksi ekologis yang sangat banyak. Mangrove merupakan ekosistem intertidal yang dinamis dan sangat produktif yang umumnya ditemui pada pantai terlindung, estuaria dan lingkungan delta dimana biasanya membentuk unit vegetasi yang berbeda pada pertemuan daratan dan laut. Karena habitatnya berada pada daerah intertidal, mangrove dipengaruhi oleh pasang dan fluktuasi lingkungan yang luas seperti gradien salinitas yang dikendalikan oleh faktor iklim.

Hutan Mangrove mempunyai produktivitas bahan organik yang sangat tinggi, tetapi hanya kurang lebih 10% dari produksinya dapat langsung dimakan oleh herbivora, sisanya

masuk ke dalam ekosistem dalam bentuk detritus. Sebagian besar dari produksi tersebut dimanfaatkan sebagian detritus atau bahan organik mati seperti daun-daun Mangrove yang gugur sepanjang tahun, dan melalui aktivitas mikroba decomposer dan hewan pemakan detritus kemudian diproses menjadi partikel partikel halus. Selanjutnya detritus tersebut merupakan suatu fraksi penting dari rantai makanan yang terdapat di ekosistem hutan mangrove dan estuaria. Partikel partikel organik tersebut menjadi tempat hidup bagi bakteri, jamur dan mikroorganisme lainnya yang merupakan sumber makanan utama bagi organisme omnivora seperti udang, kepiting dan sejumlah ikan (Galaxi *et al.*, 2013).

Akumulasi bahan organik ditentukan oleh dua faktor yaitu faktor produksi dan faktor dekomposisi. Secara umum produksi bahan organik ditentukan oleh jenis dan kerapatan tegakan hutan mangrove, dimana semakin rapat tegakan produksi bahan organik juga meningkat, sedangkan dekomposisi juga ditentukan oleh jenis bahan organik maupun oleh faktor dekomposernya. Dekomposisi merupakan proses penghancuran/penguraian bahan organik mati yang dilakukan oleh agen biologi maupun fisika menjadi bahan-bahan mineral dan humus koloidal organik. Oleh karena itu, dekomposisi bahan organik juga sering disebut proses mineralisasi. Proses ini merupakan proses mikroba (dekomposer) dalam memperoleh energi bagi perkembangbiakannya. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses dekomposisi bahan organik dari sisi dekomposernya adalah suhu, kelembaban, salinitas, dan pH. Proses ini sangat besar peranannya dalam siklus energi dan rantai makanan pada ekosistem mangrove.

Serasah mangrove yang tertimbun dilantai hutan akan mengalami dekomposisi oleh berbagai jasad renik untuk menghasilkan detritus dan mineral bagi kesuburan tanah, serta sumber kehidupan fitoplankton yang berkedudukan sebagai produser primer (Mahmudi *et al.*, 2008). Pada proses dekomposisi akan terjadi pelepasan karbondioksida, dimana semakin tinggi aktivitas mikroorganisme maka dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik sehingga C-organik akan berkurang (akibat pelepasan karbondioksida dan dekomposisi bahan organik) sementara kadar N-total mengalami peningkatan sehingga rasio C/N akan berkurang. Semakin tinggi kandungan N-total yang terbentuk akan menyebabkan terjadi penurunan rasio C/N sehingga terjadi proses mineralisasi. Perbandingan C/N yang rendah menunjukkan bahwa proses mineralisasi berjalan dengan baik (Harizena, 2012 dalam Pratiwi *et al.*, 2013). Dekomposisi bahan organik dengan rasio C/N yang tinggi melebihi 30 menunjukkan dekomposisi tahap awal, rasio C/N lebih kecil dari pada 20 menunjukkan terjadinya proses mineralisasi N, sedangkan diantara 20-30 terjadinya proses mineralisasi dan imobilisasi seimbang (Hanafiah, 2005 *dalam Pratiwi et al.*, 2013).

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa C/N rasio berkisar antara 20,3 – 21,6 di sedimen permukaan yang lebih rendah dibandingkan pada sedimen di kedalaman 30 cm sebesar 30,8 – 32,01. Ini menunjukkan bahwa proses mineralisasi terjadi lebih efektif di permukaan. Hal ini ditunjang oleh lebih tingginya total bakteri di sedimen permukaan dibandingkan dengan di sedimen kedalaman 30 cm. Atas dasar hal tersebut, maka terjadi kecenderungan menurunnya rasio C/N dengan meningkatnya total bakteri. Menurut Aksornkoe (1993) dalam Sutiknowati (2013) bakteri non patogen umumnya termasuk dalam kelompok bakteri heterotrofik. Bakteri heterotrofik pada suatu perairan atau media dalam perairan menjadi salah satu indikator aktifitas penguraian senyawa organik yang menunjukkan kesuburan perairan dan berkaitan dengan pakan alami bagi biota laut. Bakteri heterotrofik di lingkungan laut berperan sangat vital sebagai dekomposer yang menguraikan material organik menjadi komponen yang lebih sederhana sebagai unsur hara yang esensial. Beberapa penelitian dari Dai *et al.*, 2000; Jia and Peng, 2003; Chen *et al.*, 2003, 2004; Callahan *et al.*, 2004; dan Zong *et al.*, 2006 menginformasikan bahwa rata-rata terjadi proses dekomposisi di permukaan sedimen mangrove lebih efektif dibandingkan di dalam sedimen. Kisaran nilai C/N rasio yang dilaporkan adalah antara 17 hingga 24, yang menunjukkan bahwa sedimen permukaan merupakan kawasan yang sangat efektif dalam menyumbangkan nutrisi ke dalam lingkungan perairan sekitarnya.

Berkaitan dengan lebih efektifnya dekomposisi di permukaan menurut Chen *et al.*, 2003 disebabkan karena potensi terbentuknya kondisi aerob lebih besar. Dalam kondisi demikian proses perombakan bahan organik mempunyai peluang besar dapat terjadi melalui penyediaan bahan pengoksidasi khususnya oksigen. Atas dasar hal tersebut maka lingkungan permukaan mangrove mempunyai peran yang sangat besar tidak saja dalam menunjang terbentuknya pertumbuhan kawasan mangrove itu sendiri, akan tetapi sebagai penyumbang yang efektif terhadap nutrisi di lingkungan sekitarnya. Sementara proses dekomposisi yang ada di sedimen lebih dalam dapat menunjang kebutuhan *in situ* dari mangrove.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa status perombakan berdasarkan kandungan C total, N total dan C/N rasio secara spasial relatif homogen dan lebih tinggi di permukaan dibandingkan dengan di dasar perairan. Hubungan antara total bakteri dengan C/N rasio dalam kategori sangat erat dengan meningkatnya total bakteri C/N rasio mengalami penurunan yang menunjukkan bahwa keberadaan bakteri dapat mendukung proses degradasi bahan organik

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada Dekan FPIK yang memberikan ijin penelitian mandiri sehingga dapat tersusunnya jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. Metode Pengujian Cemar Mikroba Dalam Daging, Telur dan Susu, Serta Hasil Olahannya. SNI 2897-2008. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Buchanan, J. I. 1992., Numerical Methods and Analysis. McGraw-Hill International Editions.
- Callahan, J., Dai, M., Chen, R.-F., Li, X., Lu, Z., Huang, W., 2004. Distribution of dissolved organic matter in the Pearl River estuary, China. *Marine Chemistry* 89,211e224
- Chen, J., Jin, H., Yin, K., Li, Y., 2003. Variation of reactivity of particulate and sedimentary organic matter along the Zhujiang River Estuary. *Acta Oceanologica Sinica* 22, 557e568.
- Chen, J., Li, Y., Yin, K., Jin, H., 2004. Amino acids in the Pearl River Estuary and the adjacent waters: origins, transformation and degradation. *Continental Shelf Research* 24, 1877e1894.
- Dai, M., Martin, J., Hong, H., Zhang, Z., 2000. Preliminary study on the dissolved and colloidal organic carbon in the Zhujiang River Estuary. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 18, 265e273
- Galaxi, H., A. Pratomo dan D. Abdillah. 2013. Produksi dan laju dekomposisi serasah daun mangrove di Pulau Los Kota Tanjungpinang. Jurusan Ilmu Kelautan, FIKP, UMRAH.
- Jia, G., Peng, P., 2003. Temporal and spatial variations in signatures of sedimented organic matter in Lingding Bay (Pearl estuary), southern China. *Marine Chemistry* 82, 47e54
- Kjeldahl, J. 1883. A New Method for the Estimation of Nitrogen in Organic Compounds. *Z. Anal. Chem.*, 366 p.
- Mahmudi, M., K. Soewardi dan C. Kusmana. 2008. Laju Dekomposisi Mangrove dan Kontribusinya terhadap Nutrien di hutan Mangrove Reboisasi. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Brawijaya.
- Minarsih, M.M., S. Subekti dan A. Zulaedah. 2009. *Optimalisasi Pengelolaan Mangrove Berbasis Masyarakat Desa Betahwalang Kecamatan Bonang Kabupaten Demak*. Universitas Pandanaran.
- Murdiyanto, B. 2003. Mengenal, Memelihara dan Melestarikan Ekosistem Bakau. Proyek Pembangunan Masyarakat Pantai dan Pengelolaan Sumberdaya Perikanan - Ditjen Perikanan Tangkap Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta

- Naibaho, R.F., Yunafsi dan A. Suryanti. 2014. Laju Dekomposisi Serasah Daun *Avicennia Marina* dan Kontribusinya Terhadap Nutrisi di Perairan Pantai Serambi Deli Kecamatan Pantai Labu. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Patrick, W.H. Jr dan R. D. Delaune. 1977. Chemical and Biological Redox Systems Affecting Nutrient Availability in the Coastal Wetlands. *Geoscience and Man*, 18: P: 131-137
- Peter, K. L. Ng dan N. Sivasothi. 1999. A Guide to the Mangroves of Singapura I: The Ecosystem and Plant Diversity, Singapura Science Centre. P: 94-100.
- Pratiwi, I.G.A.P., I.W.D. Atmaja dan N.N. Soniari. 2013. Analisis Kualitas Kompos Limbah Persawahan dengan Mol Sebagai Dekomposer. Fakultas Pertanian, Universitas Udayana.
- Sudjana. 1992. Metode Statistika. Tarsito. Bandung
- Sunarto, 2008. Peran Ekologis dan Antropogenis Ekosistem Mangrove. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Sutiknowati, L.I. 2013. Mikroba Parameter Kualitas Perairan Pulau Pari Untuk Upaya Pembesaran Biota Budidaya. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5(1): 204-218.
- Tan, K. H. 1992., Dasar-dasar Kimia Tanah. Terjemahan D.H. Goenadi dan B. Radjagukguk, Gadjah Mada University Press.
- Tombeer. 1997. *Environmental Oceanography*. 2nd ed. CRC Press. London
- Wijayanto, A., Suryanti dan P. W. Purnomo. 2015. Analisis Kesuburan Berdasarkan Bahan Organik Total, Nitrat, Fosfat, dan Klorofil-A di Sungai Jajar, Kabupaten Demak. FPIK Undip, Semarang.
- Zong, Y., Lloyd, J.M., Leng, M.J., Yim, W.W.-S., Huang, G., 2006. Reconstruction of Holocene monsoon history from the Pearl River estuary, southern China, using diatoms and carbon isotope ratios. *The Holocene* 16, 1e13