

**RASIO C/N TERHADAP BAHAN ORGANIK DAN TOTAL BAKTERI PADA SEDIMEN DI HABITAT
RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*) PANTAI BETAHWALANG, KABUPATEN DEMAK**

*C/N ratio towards Organic Materials and Total Bacteria Sediments in Blue Swimming Crab Habitat
Betahwalang Beach, Demak*

Megawati Arsita Putri, Norma Afiati*), Pujiono Wahyu Purnomo

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698
Email : megawatiarsita@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu indikasi kontribusi bahan organik terhadap kesuburan perairan adalah rasio C/N. Karbon dan nitrogen adalah dua komponen pokok bahan organik. Kandungan karbon organik dalam sedimen berkaitan dengan faktor karakteristik sedimen, laju degradasi mikroba, produktivitas kolom air. Pantai Betahwalang direncanakan menjadi kawasan lindung laut daerah untuk komoditas rajungan (*Portunus pelagicus*). Oleh karena itu, ingin dipelajari bagaimana kondisi/status dekomposisi di lingkungan sedimen pantai Betahwalang berdasarkan kandungan bahan organik, rasio C/N, jumlah total bakteri sedimen dan korelasi antar ketiga komponen tersebut. Untuk itu digunakan metode survei dengan teknik pengambilan sampel bersifat *purposive random*. Dalam penelitian ini digunakan data primer dan sekunder. Analisis data menggunakan chi kuadrat, regresi dan korelasi. Hasil penelitian menunjukkan status dekomposisi sedimen pantai Betahwalang, Kabupaten Demak berlangsung relatif sempurna ditinjau dari rasio C/N yang lebih kecil dari angka 20 yaitu berkisar antara 4,36 – 5,27 yang menunjukkan terjadinya proses mineralisasi N (nitrogen), dengan kandungan bahan organik (4 – 7%) dan total bakteri berkisar antara $7,4 \times 10^5$ – $17,25 \times 10^5$ cfu/ml.

Kata Kunci: Rasio C/N; Bahan Organik; Total Bakteri Sedimen, pesisir Betahwalang Kabupaten Demak

ABSTRACT

One of indication of contribution organic materials to water fertility is the C/N ratio. Carbon and nitrogen are two main component of organic material. Among others, content of organic carbon in sediment related to the sediment characteristic factors, rate of microbial degradation productivity of the water column. Therefore, need a study to see how much the decomposition process in the Betahwalang coastal sediment based on organic materials content, C/N ratio and the total number of bacteria sediment. The purpose of this study to determine the condition of coastal sediments Betahwalang decomposition, Demak district based on organic materials, C/N ratio and total bacteria in the sediment. The method used in this study is survey which conduct towards a set of objects with the assumption that object under study has represented the area observed. Data retrieval include research data and sampling. Research data were used primary and secondary data. The method sampling used purposive random sampling. Data analysis used chi squared, regression and correlation. The results showed decomposition status sediments Betahwalang Beach, Demak is perfect decomposition views of C/N ratio content, organic matter and total bacteria. The content of organic matter is relatively low ranging between 4 – 7%. The content of the C/N ratio ranged between 4,36 – 5,27 including high level category into decomposition, because the ratio C/N is smaller than figure 20 showed occurrence process of mineralized N (nitrogen). The average concentration of bacteria ranged between $7,4 \times 10^5$ – $17,25 \times 10^5$ cfu/ml.

Keywords : C/N ratio, Organic Materials, Total Bacteria Sediment

*) Penulis penanggungjawab

1. PENDAHULUAN

Pantai Betahwalang memiliki sumberdaya perikanan rajungan (*Portunus pelagicus*) dan merupakan habitat alaminya. Sumberdaya perikanan rajungan merupakan hasil tangkapan utama dan sumber penghasilan nelayan Betahwalang.

Pantai Betahwalang terdapat beberapa aktivitas masyarakat, seperti penangkapan ikan maupun aktivitas rumah tangga pemukiman warga yang menghasilkan limbah organik yang dibuang ke perairan, sehingga diperkirakan mengganggu kualitas pesisir di sekitar Betahwalang.

Rajungan (*P. pelagicus*) hidup di pantai dengan substrat dasar pasir, pasir lumpur, selain juga terdapat di daerah bakau dan di tambak air payau yang berdekatan dengan laut yang memiliki substrat dasar lumpur

(Djunaedi, 2009). Pantai Betahwalang sedang direncanakan menjadi daerah perlindungan laut untuk rajungan (*P. pelagicus*), karena itu faktor-faktor kimiawi dasar perairan di pesisir tersebut perlu diketahui. Salah satunya tentang proses dekomposisi bahan organik di perairannya.

Wilayah Kabupaten Demak merupakan perairan dengan endapan sedimen berupa lumpur (Rejeki, 2011). Semakin halus sedimen persentase bahan organik semakin tinggi daripada sedimen kasar. Hal initerjadi pada kondisi perairan yang tenang, sehingga lumpur sempat mengendap dan diikuti oleh akumulasi bahan organik ke dasar perairan (Aisyah dan Sugiarti, 2010). Untuk mempelajari proses dekomposisi di lingkungan sedimen di habitat (*P. Pelagicus*) pesisir pantai Betahwalang diperlukan kajian berdasarkan kandungan bahan organik, rasio C/N dan jumlah total bakteri sedimen.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mempelajari status dekomposisi bahan organik sedimen di pantai Betahwalang berdasarkan hubungan antara bahan organik, rasio C/N dan jumlah total bakteri pada sedimen. Penelitian ini dilaksanakan antara tanggal 22 Februari – 13 Maret 2015 di Pantai Betahwalang, Kabupaten Demak. Analisis rasio C/N dilakukan di laboratorium Wahana, Jalan Pawiyatan Luhur, Bendandhuwur, Semarang. Analisis bahan organik sedimen dilakukan di laboratorium Geologi, Jurusan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDIP. Analisis total bakteri sedimen dilakukan di laboratorium Pengelolaan Sumberdaya Ikan dan Lingkungan (PSDIL), Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDIP.

2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sedimen untuk dianalisis kandungan bahan organik, C/N rasio, jumlah total bakteri. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sediment grab* untuk mengambil sedimen, bola arus untuk mengukur kecepatan arus, refraktometer untuk mengukur salinitas air, GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan titik lokasi pengambilan sampel, DO (*Dissolved Oxygen*) menggunakan metode titrimetri untuk mengukur oksigen terlarut, pH paper untuk mengukur pH air dan sedimen, termometer air raksa untuk mengukur suhu air dan suhu udara, *Secchi disk* untuk mengukur kecerahan, *stopwatch* untuk mencatat waktu, tongkat kedalaman untuk mengukur kedalaman, *oven* untuk mengeringkan sedimen, timbangan analitik dengan ketelitian 0,01 gr untuk menimbang sedimen, *furnace* untuk alat pemanas dengan suhu yang tinggi, cawan porselin sebagai wadah tahan api untuk pembakaran suhu tinggi, *autoclave* untuk mensterilkan alat dan bahan, lemari inkubasi untuk menginkubasi bakteri yang di kultur, *handcounter* untuk menghitung koloni bakteri, *aluminium foil* untuk wadah sedimen saat di oven, lembar data dan alat tulis untuk mencatat data.

B. Metode Penelitian

Metode survei digunakan dalam penelitian ini, yaitu mengamati dan mempelajari sekumpulan obyek dengan asumsi bahwa obyek yang diteliti mewakili daerah yang diamati (Nazir, 1988).

Penentuan lokasi sampling

Lokasi penelitian dianggap cukup mewakili calon daerah lindungan laut rajungan di sekitar pantai Betahwalang. Dalam hal ini, dipilih 4 lokasi dengan masing-masing dilakukan 2 kali pengulangan, yaitu sebagai berikut:

1. Stasiun 1 (S : 06°47'36,2" dan E : 110°33'01,2") adalah lokasi batas sebelah barat laut habitat rajungan sebagai perwakilan pengaruh kawasan sebelah Barat.
2. Stasiun 2 (S : 06°47'36,7" dan E : 110°33'02,0") sebagai lokasi yang mewakili habitat rajungan.
3. Stasiun 3 (S : 06°47'32,2" dan E : 110°33'06,0") sebagai lokasi yang mewakili habitat rajungan.
4. Stasiun 4 (S : 06°47'45,8" dan E : 110°32'55,7") adalah batas sebelah timur laut habitat rajungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran umum lokasi penelitian

Pantai Betahwalang, Kabupaten Demak memiliki luas $\pm 34,1$ km² sebagian besar perairan lautnya cukup baik untuk menunjang kegiatan perikanan laut, baik untuk ikan demersal maupun pelagis kecil. Dasar perairan pantai Betahwalang, Kabupaten Demak adalah lumpur berpasir dan tidak terdapat gugusan karang (Bappeda, 2012). Kondisi perairan yang luas dan subur dicirikan oleh masukan beberapa sungai, yaitu sungai Jajar dan sungai Betahwalang yang membawa unsur hara dari aktivitas sekitar sungai. Terkait dengan perairan yang subur dan kaya akan unsur hara ini menyebabkan substrat dasar/ sedimen menjadi cadangan nutrien yang potensial sebagai penunjang produktivitas perikanan laut di kawasan ini.

Hasil analisis rasio C/N, bahan organik dan total bakteri sedimen

Variabel fisika, kimia, hayati air dan sedimen

Variabel fisika air

Variabel fisika air yang diukur pada penelitian ini meliputi suhu air, suhu udara, kedalaman, kecerahan, kecepatan arus, yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Suhu Air, Suhu Udara, Kedalaman, Kecerahan dan Arus pada tanggal 22 Februari 2015, 1 Maret 2015 dan 8 Maret 2015 di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

Waktu Sampling	Variabel fisika air	Stasiun			
		I	II	III	IV
Minggu ke-1 (22 Februari 2015)	Suhu air (°C)	31	31	30	30
	Suhu udara (°C)	30	30	29	29
	Kedalaman (m)	1,80	1,80	1,95	2,15
	Kecerahan (m)	0,28	0,28	0,36	0,36
	Arus (m/s)	0,1	0,1	0,1	0,1
Minggu ke-2 (1 Maret 2015)	Suhu air (°C)	32	32	32	32
	Suhu udara (°C)	30	30	30	30
	Kedalaman (m)	2,13	2,15	2,84	2,84
	Kecerahan (m)	0,22	0,22	0,23	0,21
	Arus (m/s)	0,071	0,071	0,04	0,07
Minggu ke-3 (8 Maret 2015)	Suhu air (°C)	28	28	28	28
	Suhu udara (°C)	27	27	27	27
	Kedalaman (m)	2,24	2,24	2,75	2,87
	Kecerahan (m)	0,31	0,31	0,29	0,34
	Arus (m/s)	0,1	0,1	0,5	0,5

Variabel kimia air

Variabel kimia air yang diukur pada penelitian ini meliputi pH, dan DO (*Dissolved Oxygen*), yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. pH air, Salinitas air dan DO pada tanggal 22 Februari 2015, 1 Maret 2015 dan 8 Maret 2015 di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

Waktu Sampling	Variabel kimia air	Stasiun			
		I	II	III	IV
Minggu ke-1 (22 Februari 2015)	pH air	7	7	6	6
	Salinitas air (‰)	5	5	5	5
	DO (mg/l)	5,6	6,4	7,6	6,4
Minggu ke-2 (1 Maret 2015)	pH air	6	6	6	6
	Salinitas air (‰)	10	10	10	10
	DO (mg/l)	8	6	6,8	6,8
Minggu ke-3 (8 Maret 2015)	pH air	6	6	6	6
	Salinitas air (‰)	15	15	15	15
	DO (mg/l)	5,2	5,6	5,4	5,8

Variabel kimia sedimen

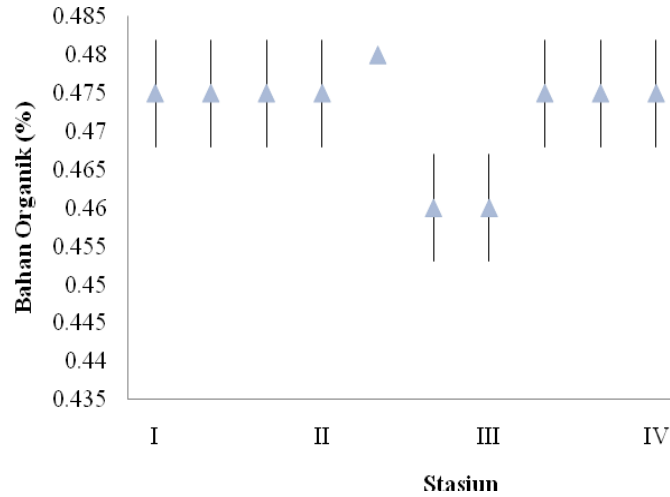
Variabel kimia sedimen yang diukur pada penelitian ini meliputi pH sedimen, bahan organik, rasio C/N sedimen, yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. Rerata pH dan Bahan Organik Sedimen pada tanggal 22 Februari 2015, 1 Maret 2015 dan 8 Maret 2015 di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

Waktu Sampling	Variabel kimia sedimen	Stasiun			
		I	II	III	IV
Minggu I (22 Februari 2015)	pH sedimen	6	6	6	6
	Bahan Organik (%)	5	5	6	6
Minggu II (1 Maret 2015)	pH sedimen	6	6	6	6
	Bahan Organik (%)	5	4	5	5
Minggu III (8 Maret 2015)	pH sedimen	6	6	6	6
	Bahan Organik (%)	5	7	5	7

Tabel 4. Standar Deviasi Bahan Organik Sedimen pada tanggal 22 Februari 2015, 1 Maret 2015 dan 8 Maret 2015 di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

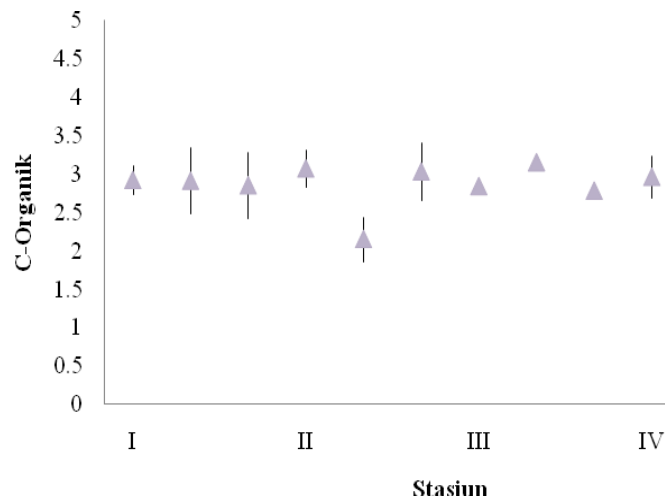
Stasiun	Waktu Sampling	Bahan Organik	SD Bahan Organik
I	Minggu I (22 Februari 2015)	0,475	0,007
	Minggu II (1 Maret 2015)	0,475	0,007
	Minggu III (8 Maret 2015)	0,475	0,007
II	Minggu I (22 Februari 2015)	0,475	0,007
	Minggu II (1 Maret 2015)	0,48	0
	Minggu III (8 Maret 2015)	0,46	0,007
III	Minggu I (22 Februari 2015)	0,46	0,007
	Minggu II (1 Maret 2015)	0,475	0,007
	Minggu III (8 Maret 2015)	0,475	0,007
IV	Minggu I (22 Februari 2015)	0,475	0,007
	Minggu II (1 Maret 2015)	0,475	0,007
	Minggu III (8 Maret 2015)	0,465	0,007



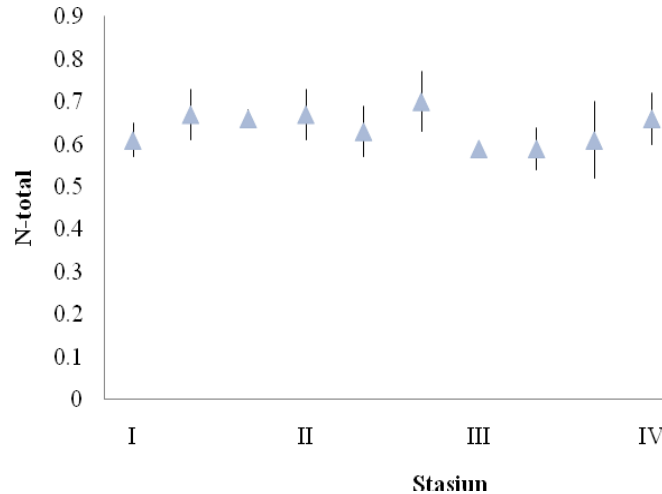
Gambar 1. Kandungan bahan organik sedimen pada 4 stasiun pada tanggal 22 Februari 2015, 1 Maret 2015 dan 8 Maret 2015 di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

Tabel 5. Rerata dan Standar Deviasi C-Organik dan N-total Sedimen pada tanggal 22 Februari 2015, 1 Maret 2015 dan 8 Maret 2015 di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

Stasiun	Waktu Sampling	C-Organik		N-total	
		(%)	SD C-Organik (%)	(%)	SD N-total (%)
I	Minggu I (22 Februari 2015)	2,91	0,19	0,61	0,04
	Minggu II (1 Maret 2015)	2,91	0,43	0,66	0,06
	Minggu III (8 Maret 2015)	2,85	0,43	0,65	0,02
II	Minggu I (22 Februari 2015)	3,06	0,24	0,66	0,06
	Minggu II (1 Maret 2015)	3,14	0,29	0,62	0,06
	Minggu III (8 Maret 2015)	3,03	0,38	0,70	0,07
III	Minggu I (22 Februari 2015)	2,84	0,09	0,59	0,01
	Minggu II (1 Maret 2015)	2,70	0,70	0,59	0,05
	Minggu III (8 Maret 2015)	3,01	0,29	0,60	0,09
IV	Minggu I (22 Februari 2015)	2,95	0,27	0,65	0,06
	Minggu II (1 Maret 2015)	3,09	0,36	0,59	0,04
	Minggu III (8 Maret 2015)	3,01	0,21	0,68	0,04



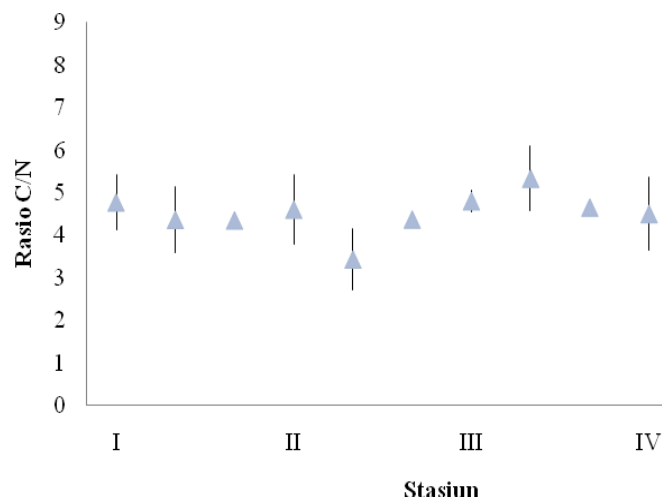
Gambar 2. Kandungan C-organik sedimen pada 4 stasiun pada tanggal 22 Februari 2015, 1 Maret 2015 dan 8 Maret 2015 di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.



Gambar 3. Kandungan N-Total sedimen pada 4 stasiun pada tanggal 22 Februari 2015, 1 Maret 2015 dan 8 Maret 2015 di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

Tabel 6. Rerata dan Standar Deviasi Rasio C/N Sedimen pada tanggal 22 Februari 2015, 1 Maret 2015 dan 8 Maret 2015 di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

Stasiun	Waktu Sampling	Rasio C/N (%)	SD C-Organik (%)
I	Minggu I (22 Februari 2015)	4,78	0,65
	Minggu II (1 Maret 2015)	4,37	0,77
	Minggu III (8 Maret 2015)	4,36	0,02
II	Minggu I (22 Februari 2015)	4,61	0,82
	Minggu II (1 Maret 2015)	3,44	0,71
	Minggu III (8 Maret 2015)	4,38	0,07
III	Minggu I (22 Februari 2015)	4,81	0,26
	Minggu II (1 Maret 2015)	5,34	0,77
	Minggu III (8 Maret 2015)	4,66	0,09
IV	Minggu I (22 Februari 2015)	4,51	0,86
	Minggu II (1 Maret 2015)	7,03	1,00
	Minggu III (8 Maret 2015)	4,51	0,04



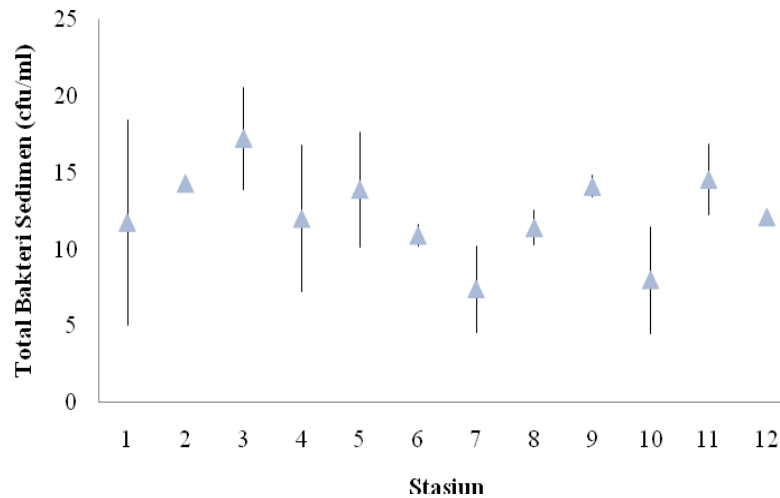
Gambar 4. Kandungan rasio C/N sedimen pada 4 stasiun pada tanggal 22 Februari 2015, 1 Maret 2015 dan 8 Maret 2015 di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

Variabel hayati sedimen

Variabel hayati sedimen yang diukur pada penelitian inital bakteri sedimen. Hasil rata-rata jumlah total bakteri sedimen berkisar antara $9,79 \times 10^5 - 13,6 \times 10^5$ cfu/ml.

Tabel 7. Rerata dan Standar Deviasi Total Bakteri pada tanggal 22 Februari 2015, 1 Maret 2015 dan 8 Maret 2015 di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

Stasiun	Waktu Sampling	Total Bakteri (cfu/ml)	SD Total Bakteri
I	Minggu I (22 Februari 2015)	11,75 x 10 ⁵	6,71
	Minggu II (1 Maret 2015)	14,3 x 10 ⁵	0,28
	Minggu III (8 Maret 2015)	17,25 x 10 ⁵	3,32
II	Minggu I (22 Februari 2015)	12 x 10 ⁵	4,80
	Minggu II (1 Maret 2015)	13,9 x 10 ⁵	3,80
	Minggu III (8 Maret 2015)	10,9 x 10 ⁵	0,70
III	Minggu I (22 Februari 2015)	7,4 x 10 ⁵	2,82
	Minggu II (1 Maret 2015)	11,4 x 10 ⁵	1,13
	Minggu III (8 Maret 2015)	14,1 x 10 ⁵	0,70
IV	Minggu I (22 Februari 2015)	8 x 10 ⁵	3,50
	Minggu II (01 Maret 2015)	14,55 x 10 ⁵	2,33
	Minggu III (08 Maret 2015)	12,1 x 10 ⁵	0,28



Gambar 5. Kandungan jumlah total bakteri sedimen pada tanggal 22 Februari 2015, 1 Maret 2015 dan 8 Maret 2015 di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

Pembahasan

Hasil penelitian mendapatkan kisaran bahan organik antara 4 – 7% (Tabel 3). Dari kisaran tersebut kandungan bahan organik tergolong kriteria rendah menurut Reynold (1971), yang melaporkan bahwa kadar bahan organik sedimen antara 3,5 – 7% tergolong rendah.

Analisis data menggunakan chi kuadrat (χ^2) dengan pendekatan antar stasiun dan waktu menunjukkan tidak ada pengaruh atau perbedaan yang nyata antar stasiun dan antar waktu; berarti secara statistik bahan organik sedimen relatif homogen antar stasiun dan antar waktu.

C-organik akan berkurang (akibat pelepasan karbondioksida dan dekomposisi bahan organik) sementara kadar N-total mengalami peningkatan, maka rasio C/N akan berkurang. Semakin tinggi kandungan N-total yang terbentuk menyebabkan terjadi penurunan rasio C/N, terjadi proses mineralisasi. Perbandingan C/N rendah menunjukkan proses mineralisasi berjalan dengan baik (Pratiwi, 2013).

Hasil analisis menggunakan chi kuadrat (χ^2) dengan pendekatan antar stasiun dan antar waktu, diperoleh $\chi^2 <$ tabel χ^2 . Hal ini menunjukkan tidak ada pengaruh atau perbedaan yang nyata antar stasiun dan antar waktu, yang berarti rasio C/N relatif homogen antar stasiun dan waktu.

Unsur C dan N merupakan makronutrien utama yang dibutuhkan oleh bakteri dalam melakukan metabolisme sel untuk menghasilkan senyawa-senyawa yang penting dalam pertumbuhan bakteri. Unsur C merupakan unsur utama yang berperan dalam penyusunan sel-sel bakteri. Adapun unsur N memiliki peranan yang sangat penting dalam penyusunan asam nukleat, asam amino dan enzim-enzim (Shewfelt, 2005).

Kandungan rata-rata bakteriberkisar antara 7,4 x 10⁵ – 17,25 x 10⁵ cfu/ml. Pertumbuhan bakteri tergantung dari bahan-bahan organik maupun anorganik sebagai sumber energinya, dan terutama berhubungan dengan dekomposisi protein dan bahan-bahan nitrogen lainnya serta lemak sebagai bahan makanannya (Sutedjo, 1991). Walaupun demikian analisis chi kuadrat (χ^2) antar stasiun dan antar waktu memperlihatkan $\chi^2 <$ tabel χ^2 , secara statistik berarti bahwa tidak ada pengaruh atau perbedaan yang nyata antar stasiun dan antar waktu.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan yaitu status dekomposisi sedimen pantai Betahwalang, Kabupaten Demak yaitu dekomposisi sempurna dilihat dari kandungan rasio C/N, bahan

organik dan total bakteri. Kandungan bahan organik berkisar antara 4 – 7% termasuk kriteria rendah. Kandungan rasio C/N berkisar antara 4,36 – 5,27 termasuk kedalam kategori tinggi tingkat dekomposisinya, karena rasio C/N lebih kecil dari angka 20 menunjukkan terjadinya proses mineralisasi N (nitrogen). Konsentrasi rata-rata bakteri berkisar antara $7,4 \times 10^5$ – $17,25 \times 10^5$ cfu/ml dan hubungan rasio C/N, bahan organik sedimen, total bakteri sedimen dengan pendekatan antar stasiun dan waktu dengan analisis chi-kuadrat didapatkan χ^2 lebih kecil dari tabel χ^2 . Hal ini menunjukkan rasio C/N tidak ada hubungan yang nyata antar stasiun dan waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S. dan Sugiarti. 2010. Pendekatan Analisis Multivariat dalam Menentukan Sebaran Spasial Karakteristik Air dan Substrat Sedimen di Danau Towuti. *Jurnal Limnotek*. 17(2): 218 - 226.
- Djunaedi, A. 2009. Kelulushidupan dan Pertumbuhan Crablet Rajungan (*P. pelagicus* Linn.) pada Budidaya dengan Substrat Dasar yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 14(1): 23 – 26.
- Nazir. M. 1988. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Jakarta. 544 hlm.
- Rejeki, S. 2011. Pemanfaatan Perairan Pantai Pasca Penanganan untuk Budidaya Laut (Kasus di Dukuh Morosari, Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Demak, Jawa Tengah). [Disertasi]. Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang. 306 hlm.
- Pratiwi, I.G.AP., I.W.D. Atmaja, dan N.N. Soniari. 2013. Analisis Kualitas Kompos Limbah Persawahan dengan Mol sebagai Dekomposer. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 4(2): 195 – 203.
- Shewfelt. 2005. *Optimization of Nitrogen for Bioventing of Gasoline Contaminated Soil*. *J. Environ. Eng. Sci. NRC Canada*. 4: 29 - 42.
- Sutedjo. 1991. Mikrobiologi Tanah. Rineka Cipta. Jakarta. 447 hlm.