

Kelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton di Sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan

Abundance and Diversity of Phytoplanktones in The River, Banjarejo Village, Karangbinangun District, Lamongan Regency

Habibatul Hasanah¹, Endah Sih Prihatini¹, Faisol Mas'ud^{1*}

¹Prodi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan Universitas Islam Lamongan Jl. Veteran, No. 53
A, Fakultas Perikanan Universitas Islam Lamongan

Korespondensi Author : icol.gusty@gmail.com

ABSTRAK

Fitoplankton merupakan salah satu organisme yang sangat berpengaruh pada perubahan kualitas di perairan. Kemampuan fitoplankton yang dapat melakukan fotosintesis dan menghasilkan senyawa organik membuat fitoplankton disebut sebagai produsen primer. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton dan menganalisis hasil pengukuran kualitas air di sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Lamongan. Metode penelitian menggunakan teknik pasif dalam pengambilan air sampel fitoplankton. Hasil pengamatan dan identifikasi ditemukan 20 genus dari 8 kelas fitoplankton. Nilai kelimpahan di sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan dapat dikategorikan sebagai oligotrofik (stasiun 1 dan 2) dan mesotrofik (stasiun 3), indeks keanekaragaman dan keseragaman yang sedang atau merata dan indeks dominasi tergolong rendah. Parameter kualitas air di sungai Desa Banjarejo optimal dan mendukung pertumbuhan fitoplankton.

Kata Kunci : Fitoplankton, kelimpahan, keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominasi

ABSTRACT

Phytoplankton is one of the organisms that is very influential on changes in quality in the waters. The ability of phytoplankton to carry out photosynthesis and produce organic compounds makes phytoplankton referred to as primary producers. This study aims to analyze the abundance and diversity of phytoplankton and analyze the results of water quality measurements in the river Banjarejo Village, Karangbinangun Lamongan District. The research method uses a passive technique in taking phytoplankton water samples. The results of observations and identification found 20 genera from 8 classes of phytoplankton. The abundance value in the river Banjarejo Village, Karangbinangun District, Lamongan Regency can be categorized as oligotrophic (stations 1 and 2) and mesotrophic (station 3), the diversity and uniformity index being moderate or evenly distributed and the dominance index classified as low. Water quality parameters in the Banjarejo Village river are optimal and support the growth of phytoplankton.

Keywords: *phytoplankton, abundances, diversity, uniformity index, dominance index*

PENDAHULUAN

Fitoplankton merupakan tumbuhan planktonik yang bebas melayang dan hanyut dalam laut serta mampu berfotosintesis. Fitoplankton biasa disebut plankton

nabati, yaitu tumbuhan yang hidupnya melayang atau mengapung di laut dan perairan. Ukuran fitoplankton pada umumnya fitoplankton berukuran 2 – 200 µm (1 µm = 0,001 mm). Fitoplankton memiliki klorofil untuk dapat berfotosintesis dan menghasilkan

senyawa organik seperti karbohidrat dan oksigen. Kemampuan fitoplankton yang dapat melakukan fotosintesis dan menghasilkan senyawa organik membuat fitoplankton disebut sebagai produsen primer (Pratiwi, 2015).

Menurut Aliza (2013) suhu adalah derajat panas atau dinginnya suatu zat. Menurut Effendi (2003) kecerahan dapat mempengaruhi intensitas cahaya yang akan menentukan tebalnya lapisan eufotik. Derajat keasaman atau pH air adalah konsentrasi ion yang akan menunjukkan suasana air perairan bereaksi asam atau basa (Yuliasuti, 2011). Menurut Adawiyah (2011) oksigen terlarut dapat dijadikan sebagai penentu kualitas perairan dan kadarnya bervariasi berdasarkan suhu, salinitas dan tekanan atmosfer.

Nitrat merupakan bagian dari nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman dan algae (Purnaningsih, 2013). Penurunan nutrient yang masuk akan menurunkan konsentrasi fosfat di sungai dan akan menurunkan biomassa fitoplankton (Devi dan Siddaraju, 2012).

Oleh karena itu berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton dan menganalisis hasil pengukuran kualitas air di sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Lamongan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai April 2022. Pengambilan sampel fitoplankton di sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan (**Gambar 1**) dan mengidentifikasi di Laboratorium Fakultas Perikanan Universitas Islam Lamongan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

Parameter	Satuan	Alat/Metode	Bahan
Fisika			
Suhu	°C	Thermometer	Air
Kecerahan	cm	Secchidisk	Air
Kimia			
pH	-	pH meter	Air
DO	mg/L	DO meter	Air
Nitrat	mg/L	Uji Laboratorium	Air
Fosfat	mg/L	Uji Laboratorium	Air
Parameter	Satuan	Alat/Metode	
Biologi			
Fitoplankton	sel/L	-	Mikroskop
		-	Plankton net
		-	Ember 5 liter
		-	Botol Sampel
		-	Box
		-	Kertas label
		-	Air
		-	Lugol
		-	Es batu

Prosedur Penelitian

Pada teknik pengambilan sampel menggunakan metode purposive sampling. Menurut Fachrul (2007) purposive sampling adalah teknik pengambilan sampel akan digunakan apabila sampel yang diambil memiliki pertimbangan tertentu. Lokasi penelitian didapatkan 3 stasiun lokasi pengambilan sampling, yaitu bagian utara pemukiman warga, di tengah atau pemukiman warga dan bagian selatan pemukiman warga atau daerah tambak lokasi stasiun penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**. Menurut pendapat Nasution *et al* (2019) yaitu mengambil sampel fitoplankton dengan Teknik pasif secara vertikal, air akan diambil sebanyak 100 L dari kedalaman 30 cm sampai ke permukaan sungai. Sampel disaring menggunakan plankton net dan

dimasukkan kedalam botol sampel dengan volume 100 ml, diawetkan menggunakan 6 tetes lugol agar kondisi plankton tidak rusak.

Analisis Data

Kelimpahan

Dalam menghitung kelimpahan fitoplankton dihitung dengan menggunakan rumus APHA (1989).

$$N = Z \times \frac{X}{Y} \times \frac{1}{V}$$

Keterangan :

N = Kelimpahan individu (Ind/L)

Z = Jumlah individu

X = Volume air sampel yang di saring (ml)

Y = Volume 1 tetes air (ml)

V = Volume air yang disaring

Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman fitoplankton sesuai dengan rumus Odum (1993) dalam Wulandari (2009) dapat dilihat sebagai berikut :

$$H' = - \sum \frac{ni}{N} \ln \frac{ni}{N}$$

Keterangan :

H' = Indeks keragaman jenis

ni = Jumlah individu ke – i

N = Jumlah total individu

Indeks Keseragaman

Menghitung indeks keseragaman fitoplankton dapat dihitung dengan rumus yang dikemukakan oleh Magurran (1992) sebagai berikut :

$$E = \frac{H'}{H' \max}$$

Keterangan :

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman

H' max = Ln S (S = Jumlah individu)

Indeks Dominasi

Dalam menghitung Indeks Dominasi pada umumnya digunakan rumus (Legendre 1983 dalam Setyobudiandi 2009) sebagai berikut :

$$D = \sum \left(\frac{ni}{N} \right)^2 \frac{s}{i-1}$$

Keterangan :

D = Indeks dominasi simpson

ni = Jumlah individu

N = Jumlah total individu

s = Jumlah genus

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Fitoplankton

Dari hasil identifikasi fitoplankton yang dijumpai di Sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan, ditemukan 20 genus dari 8 kelas fitoplankton. Kelas *Dinoflagellata* terdiri atas 4 genus, *Cyanobacteria* terdiri atas 4 genus, *Ochrophyta* terdiri atas 5 genus, *Chlorophyta* terdiri atas 3 genus, *Cynophyta*, *Dinophyta*, *Heterokontophyta* dan *Bacillariophyta* masing – masing terdiri atas 1 genus. Hasil identifikasi dapat dilihat pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Hasil Identifikasi Fitoplankton

No	Class	Family	Genus
1	<i>Dinoflagellata</i>	<i>Oxytoxaceae</i>	<i>Oxytoxum</i>
		<i>Dinophysiaceae</i>	<i>Dinophysis</i>
		<i>Gymnodiniaceae</i>	<i>Amphidinium</i>
		<i>Gonynulacaceae</i>	<i>Alexandrium</i>
2	<i>Cynobacteria</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Oscillatoria</i>
		<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena</i>
		<i>Chroococcaceae</i>	<i>Cylindrospermopsis</i>
3	<i>Ochrophyta</i>	<i>Catenulaceae</i>	<i>Gloeocapsa</i>
		<i>Asterionellopsidaceae</i>	<i>Amphora</i>
			<i>Asterionellopsis</i>

		<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbella</i>
		<i>Rhizosoleniaceae</i>	<i>Guinardia</i>
		<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Stephanodiscus</i>
4	<i>Chlorophyta</i>	<i>Ocystaceae</i>	<i>Chlorella</i>
		<i>Haematococcaceae</i>	<i>Haematococcus</i>
		<i>Radiococcaceae</i>	<i>Radiococcus planktonicus</i>
5	<i>Cynophyta</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Spirulina</i>
6	<i>Dinophyta</i>	<i>Protopteridinium</i>	<i>Protopteridinium</i>
7	<i>Heterokontophyta</i>	<i>Thalassiosiraceae</i>	<i>Thalassiosira weissflogii</i>
8	<i>Bacillariophyta</i>	<i>Basillariineae</i>	<i>Pleurosigma</i>

Kelimpahan Fitoplankton

Dari hasil penelitian pada **Tabel 3**, nilai kelimpahan fitoplankton di perairan Sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan nilai kelimpahan pada stasiun 3 tergolong *mesotrofik*, kemudian stasiun 1 dan stasiun 2 yang tergolong *oligotrofik*.

Tabel 3. Nilai rata – rata kelimpahan fitoplankton

Minggu	Stasiun (Ind/L)		
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	1320	1120	2540
2	1360	1360	2420
3	2260	2000	2880
Rata-rata	1646,7	1493,3	2613,3
Kategori	<i>Oligotrofik</i>	<i>Oligotrofik</i>	<i>Mesotrofik</i>

Tingginya nilai kelimpahan disebabkan karena adanya aktifitas perikanan seperti budidaya udang dan ikan secara tradisional dan juga aktifitas pertanian seperti padi oleh warga desa, sehingga menyebabkan banyaknya nutrisi yang masuk ke dalam perairan. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Wardoyo (1975) dalam Abdullah (2015) yang menyatakan bahwa kandungan zat hara dalam perairan merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton.

Keruhnya air dapat membatasi masuknya cahaya matahari ke dalam perairan. Pambudi, dkk (2016) menyatakan bahwa ketersediaan cahaya matahari dalam jumlah banyak akan mempercepat proses fotosintesis yang dilakukan fitoplankton karena intensitas cahaya mempengaruhi laju produksi fitoplankton dalam suatu perairan. Sehingga menyebabkan rendahnya kelimpahan fitoplankton di perairan.

Keanekaragaman

Dari hasil nilai pada **Tabel 4**, di perairan Sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan menunjukkan indeks keanekaragaman dalam kategori sedang.

Tabel 4. Nilai rata – rata keanekaragaman fitoplankton

Minggu	Stasiun (Ind/L)		
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	2,065	2,177	2,469
2	2,333	2,163	2,350
3	2,336	2,362	2,623
Rata-rata	2,245	2,234	2,480

Tingginya keanekaragaman disebabkan karena dipengaruhi faktor fisika dan kimia air seperti suhu, nitrat dan fosfat yang mendukung bagi pertumbuhan fitoplankton sehingga dapat ditolerir oleh berbagai jenis fitoplankton. Hal ini sesuai dengan pendapat Mustari, dkk (2018) yang menyatakan dalam penelitiannya bahwa parameter fisika dan kimia seperti suhu, nitrat, fosfat merupakan faktor utama dalam menunjang pertumbuhan plankton disamping penetrasi dari cahaya matahari.

Nilai indeks keanekaragaman juga dapat disebabkan oleh kelimpahan individu dari masing – masing spesies fitoplankton yang tidak merata, sehingga jenis tertentu yang memiliki kelimpahan yang relatif lebih tinggi dibanding jenis yang lainnya. Indeks keanekaragaman tidak hanya dipengaruhi oleh

jumlah jenis, namun juga dapat dipengaruhi oleh penyebaran dan jumlah individu pada masing – masing jenis (Riki, 2018).

Indeks Keceragaman

Berdasarkan **Tabel 5**, menunjukkan bahwa indeks keceragaman di Sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan berkisar antara $0,746 \pm 0,798$ yang mendekati angka 1 sehingga masuk dalam kategori keceragaman yang merata atau sedang.

Tabel 5. Nilai rata – rata keceragaman fitoplankton

Minggu	Stasiun (Ind/L)		
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	0,689	0,727	0,824
2	0,779	0,722	0,784
3	0,780	0,788	0,784
Rata-rata	0,749	0,746	0,798

Suhu juga dapat mempengaruhi kondisi dari kehidupan beberapa fitoplankton. Hal ini berpengaruh pada sebaran fitoplankton, karena optimumnya suhu yang berada pada stasiun tersebut sehingga sebarannya pun tinggi (Pratiwi, 2015). Dalam perkembangan fitoplankton di perairan sungai mempunyai kisaran suhu optimum yaitu $20 - 30^{\circ}\text{C}$ dan pada daerah tropis berkisar pada $25 - 32^{\circ}\text{C}$ (Effendi, 2003).

Pengaruh penyebaran, organisme, gas – gas terlarut dan mineral yang terlarut dalam air dapat mempengaruhi tinggi rendahnya keceragaman fitoplankton di perairan (Mayagitha, 2014).

Menurut Ayuwandira (2014), rendahnya cahaya dipengaruhi oleh adanya kegiatan antropogenik seperti limbah yang langsung dibuang oleh penduduk di perairan sungai sehingga menyebabkan kekeruhan dan kecerahan yang rendah.

Indeks Dominasi

Dari **Tabel 6**, indeks dominasi fitoplankton di sungai Desa Banjarejo tergolong rendah.

Tabel 6. Nilai Rata – rata Indeks Dominasi

Minggu	Stasiun (Ind/L)		
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	0,195	0,152	0,106
2	0,122	0,152	0,121
3	0,122	0,121	0,088
Rata-rata	0,146	0,142	0,105

Tingginya nilai dominasi karena di dipengaruhi oleh adanya beberapa spesies yang mendominasi kawasan tersebut, juga dapat dipengaruhi oleh faktor fisika serta kimia air seperti cahaya matahari yang masuk ke perairan. Sirait (2018) menyatakan ketika indeks dominasi memiliki nilai yang tinggi maka menunjukkan adanya spesies yang mendominasi, semakin kecil nilai indeks dominasi menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi.

Pratiwi (2015) dalam penelitiannya bahwa jumlah keanekaragaman dan keceragaman yang tinggi tidak akan berbeda jauh atau tidak ada jenis fitoplankton yang dapat mendominasi,

Parameter Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air di sungai Desa Banjarejo meliputi suhu, kecerahan, pH, DO, nitrat dan fosfat yang tertera pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Parameter kualitas air

Parameter	Hasil Pengukuran		
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	26,9	27,6	28,7
Kecerahan (cm)	43,3	29,3	31,7
pH	7,6	7,2	7,2
DO (mg/L)	5,0	5,1	5,5
Nitrat (mg/L)	2,2	3	4,3
Fosfat (mg/L)	0,3	0,7	0,8

Suhu

Subaidah (2011) nilai suhu yang baik untuk pertumbuhan fitoplankton berkisar antara $20 - 30^{\circ}\text{C}$. Hal ini juga didukung dalam penelitian Haliyana (2016) yang menjelaskan bahwa secara umum suhu optimal untuk perkembangan plankton adalah $20 - 30^{\circ}\text{C}$. Sehingga hasil pengukuran suhu di sungai Desa Banjarejo termasuk dalam kisaran suhu optimal untuk pertumbuhan fitoplankton.

Kecerahan

Menurut Boyd *et al* (1982) dalam Effendi (2022) menyatakan bahwa kisaran kecerahan perairan untuk air tawar dalam pertumbuhan fitoplankton adalah $25 - 40$ cm. Pengaruh rendahnya kecerahan dapat dipengaruhi oleh jumlah fitoplankton yang tumbuh dengan baik karena penetrasi cahaya yang maksimal, sehingga banyaknya fitoplankton yang membuat perairan tersebut memiliki kecerahan yang rendah.

pH

Menurut pendapat Pescod (1973) dalam Asriyana dan Yuliana (2012) bahwa pH yang ideal untuk pertumbuhan dan kehidupan fitoplankton di perairan adalah 6,5 – 8,0. Maka perairan di sungai Desa Banjarejo termasuk perairan dengan pH netral dan mendukung pertumbuhan dari fitoplankton.

Oksigen Terlarut (DO)

Sesuai dengan pernyataan Kordi *et al* (2005) yang menyatakan bahwa konsentrasi oksigen yang baik dalam budidaya perairan adalah sekitar 5 – 7 mg/L. Maka perairan di sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan tergolong produktif dan cocok untuk budidaya perairan. Karena semakin kecil nilai oksigen terlarut didalam perairan maka sungai tersebut dapat diprediksi sebagai sungai yang tercemar.

Nitrat

Menurut Boyd (1990) dalam Effendi (2022) kadar nitrat yang baik untuk perairan adalah 0,2 – 10 mg/L. Nitrogen cukup membatasi pertumbuhan fitoplankton selain fosfor dan nutrien. Dengan hasil pengukuran maka nilai nitrat di sungai Desa Banjarejo masih baik.

Fosfat

Tinggi rendahnya kadar fosfat pada perairan sungai dapat disebabkan karena adanya pengaruh buangan limbah domestik dari lingkungan sekitar sungai. Hasil analisa Rumanti dkk (2014) yang menyatakan bahwa senyawa fosfat dalam perairan dapat berasal dari sumber alami seperti erosi dari tanah, buangan dari hewan, limbah domestik, industri dan pelapukan tumbuhan atau perairan.

Berdasarkan hasil penelitian kandungan fosfat tergolong bagus dan optimal, hal ini sesuai dengan nilai kisaran standart yang berada pada kisaran 0,27 – 5,51 mg/L merupakan kandungan fosfat yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton, sedangkan kandungan fosfat kurang dari 0,02 mg/L akan menjadi faktor pembatas (Rumanti dkk, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa di Sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan memiliki nilai kelimpahan berkisar antara $1493,3 \pm 2613,3$ Ind/L yang tergolong dalam jenis perairan mesotrofik di stasiun 3, stasiun 1 dan 2 tergolong jenis perairan oligotrofik. Keanekaragaman $2,334 \pm 2,480$ yang termasuk dalam kisaran indeks keanekaragaman sedang. Indeks keseragaman $0,746 \pm 0,798$ yang tergolong dalam kisaran indeks keseragaman sedang. Indeks dominasi $0,105 \pm 0,146$ yang termasuk dalam kategori dominasi rendah. Berdasarkan hasil pengamatan fitoplankton di sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan masih tergolong perairan subur.
2. Dari hasil penelitian yang dilakukan di sungai Desa Banjarejo Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan dihasilkan nilai suhu, kecerahan, pH, DO, nitrat dan fosfat yang optimal dalam mendukung pertumbuhan fitoplankton.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, L. M. 2015. Studi Kelimpahan dan Sebaran Phytoplankton Secara Horizontal Bagi Peruntukan Budidaya Ikan. [Skripsi]. Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian. Universitas Muhammadiyah Makasar
- Adawiyah, R. 2011. Diversitas Fitoplankton di Danau Tasikardi dengan Kandungan Karbondioksida dan Nitrogen. [Skripsi]. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Jakarta
- Aliza, D., Winaruddin dan Sipahutra, L.W. 2013. Efek Peningkatan Suhu Air Terhadap Perubahan Perilaku, Patologi Natomi dan Histopatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Medika Veterinaria, 7(2):142 – 145
- APHA. 1989. *Standart Methods for The examination of Water and Waste Water Including bottom Sediment and Sludges*. 17

th ed. America. Health Association Inc.,
New York

- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Fachrul, M., F. 2007. Metode sampling bioekologi. bumi aksara. Jakarta
- Mayagitha, K.A., Haeruddin, Rudiyantri, S. 2014. Status Kualitas Perairan Sungai Bre,I Kabupaten Pekalongan Ditinjau Dari Konsentrasi TTS, BOD, COD Dan Struktur Komunitas Fitoplankton. Diponegoro Journal Of Maquares, 3(1):177 – 185
- Odum, E. P. 1993. Dasar – Dasar Ekologi. Edisi Ketiga. Terjemahan : Samingan, T., Srigandono. Fundamentals Of Ecology. Third Edition. Gajah Mada University Press
- Setyobudiandi, I. 2009. Sampling dan Analisis Data Perikanan dan Kelutan Terapkan Metode Pengambilan Contoh di Wilayah Pesisir dan Laut. Institut Pertanian Bogor
- Pambudi, A., Priambodo, T.W., Noriko, N., Basma. 2016. *Keanekaragaman Fitoplankton Sungai Ciliwung Pasca Kegiatan Bersih Ciliwung*. Jurnal Al – Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi, 3(4):204 – 212
- Pratiwi, E.D. 2015. Hubungan Kelimpahan Plankton Terhadap Kualitas Air Di Perairan malang Rapat Kabupaten Bintan Provinsi Kepulauan Riau. Jurnal Fakultas Ilmu Kelautan. FKIP UMRAH.
- Yuliasuti, E. 2011. *Kajian Air Sungai Ngringi Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air*. [Tesis]. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang