

Keanekaragaman Makroinvertebrata pada Ekosistem Mangrove di Dusun Lempong Pucung, Kecamatan Kampung Laut, Kabupaten Cilacap

KEVIN ZAKHARIA RIRY¹, GURUH PRIHATMO², KISWORO³

¹Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta
Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo No. 5-25 Yogyakarta, Indonesia. 55224
Email: kevinzakh@gmail.com

²Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta
Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo No. 5-25 Yogyakarta, Indonesia. 55224
Email: guruh.pri@gmail.com

³Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta
Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo No. 5-25 Yogyakarta, Indonesia. 55224
Email: kisworo@yahoo.com

ABSTRACT

Cilacap is the largest mangrove area in Central Java. The mangrove area has lots of benefits, one of them is a living place for macroinvertebrates. Macroinvertebrate has an important role for protect the system in the mangrove ecosystem. The research for macroinvertebrate diversity in Cilacap has not been done extensively. The purpose of this research is to know the diversity of macroinvertebrate and to know the correlation between physic-chemistry parameters with biology parameters. There are 22 species of macroinvertebrates from 3 classes and 14 families of macroinvertebrates with the total number of individuals of macroinvertebrates is 1886. Station 1 has a diversity index value that is classified into a medium diversity category while station 2 is in the low diversity category, both in high tide and low conditions. In quantitative, there is no correlation between physic-chemistry parameters with biology parameters.

Keywords: biology parameters; diversity; macroinvertebrate; physic-chemistry parameters

INTISARI

Cilacap merupakan daerah dengan kawasan mangrove terluas di Jawa Tengah. Kawasan mangrove memiliki banyak manfaat, salah satunya tempat hidup bagi makroinvertebrata. Makroinvertebrata memiliki peran penting dalam menjaga sistem dalam ekosistem mangrove. Penelitian tentang keanekaragaman makroinvertebrata di daerah Cilacap belum dilakukan secara luas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman makroinvertebrata dan mengetahui hubungan antara parameter fisik-kimia dengan parameter biologi. Didapatkan total 22 spesies makroinvertebrata yang berasal dari 3 kelas dan 14 famili makroinvertebrata dengan total individu 1.886. Stasiun 1 memiliki nilai indeks diversitas yang masuk dalam kategori keanekaragaman jenis sedang sedangkan stasiun 2 masuk dalam kategori keanekaragaman jenis rendah, baik dalam keadaan air pasang dan surut. Secara kuantitatif, tidak terdapat hubungan antara parameter fisik-kimia terhadap parameter biologi.

Kata kunci: keanekaragaman; makroinvertebrata; parameter biologi; parameter fisik-kimia

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan jenis tanaman yang hidup di wilayah pesisir, yaitu wilayah peralihan antara ekosistem daratan dengan lautan membentuk suatu laguna. Mangrove juga bisa dijumpai di muara sungai, yaitu tempat bercampurnya massa air laut dan air tawar yang dipengaruhi sifat fisik perairan, seperti musim, pasang surut, arus, suhu dan salinitas (Ernanto *et al.*, 2010). Mangrove ini memiliki banyak manfaat, ditinjau dari aspek ekologi, fisik dan ekonomi. Dari aspek fisik, mangrove berperan dalam mengurangi

hempasan angin, arus dan ombak laut untuk melindungi kawasan pesisir serta mampu mengendapkan lumpur yang terbawa karena memiliki perakaran yang kuat dan dapat menjadi perangkap sedimen (Purnobasuki, 2005 dalam Anova, 2013). Dari aspek ekonomi, bagian-bagian dari mangrove dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat-obatan, makanan, minuman dan kayunya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar (Setiawan, 2013; Noor *et al.*, 2006 dalam Anova, 2013). Dari aspek ekologi, perakaran mangrove dapat menyerap polutan, seperti asap dari kendaraan

serta bahan buangan dari permukiman, menjadi tempat hidup untuk burung, reptil dan juga biota air, salah satunya adalah makroinvertebrata (Purnobasuki, 2005 dalam Anova 2013; Kariada *et al.*, 2014; Djohan, 2007 dalam Utomo *et al.*, 2017;).

Makroinvertebrata merupakan hewan tidak bertulang belakang yang memiliki peran penting dalam menjaga sistem dalam ekosistem, terutama ekosistem perairan, karena memiliki fungsi sebagai konsumen tingkat pertama (pemangsa fitoplankton), konsumen tingkat kedua (pemangsa zooplankton) dalam rantai makanan dan juga sebagai penyeimbang nutrisi dalam lingkungan perairan (Kalih *et al.*, 2018; Suhendra *et al.*, 2019). Dalam ekosistem mangrove, keberadaan makroinvertebrata memiliki eksistensi yang penting. Makroinvertebrata dapat membantu proses pengurangan polutan air, menjadi makanan untuk biota lainnya dan bisa menjadi bioindikator kualitas air. Dilihat dari peran makroinvertebrata pada ekosistem mangrove, penelitian tentang keanekaragaman makroinvertebrata belum dilakukan secara luas di daerah Cilacap, sedangkan Cilacap merupakan daerah dengan kawasan mangrove terluas di Pulau Jawa, yaitu Jawa Tengah. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman makroinvertebrata dan mengetahui apakah ada hubungan antara parameter fisik-kimia dengan parameter biologi di daerah Cilacap, khususnya Dusun Lempong Pucung, Kecamatan Kampung Laut.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di ekosistem mangrove Dusun Lempong Pucung, Kecamatan Kampung Laut, Cilacap. Lokasi penelitian dibagi menjadi 2 stasiun. Stasiun 1 di kawasan Arboretum Kolak Sekencil dengan titik koordinat -7.715300, 108.879001 sedangkan stasiun 2 di sepanjang sungai kecil

dengan aliran mengalir dari dan menuju rumah warga dengan titik koordinat -7.709397, 108.872697. Setiap stasiun dibagi menjadi 3 transek dan setiap transek terdapat 4 titik plot dengan ukuran setiap titik plot 1x1 m². Pada masing-masing stasiun dilakukan sampling dengan 2 kali pengulangan, yaitu 2 kali dalam keadaan air pasang dan 2 kali dalam keadaan air surut.

Pengambilan sampel makroinvertebrata menggunakan *kick net* dengan mengacu pada metode DiFranco (2014). Sampel yang sudah didapatkan kemudian disortir di dalam nampan dan dimasukkan ke dalam plastik zip yang sudah diberikan pengawet alkohol 70%. Sampel kemudian diidentifikasi di Laboratorium Lingkungan Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta. Parameter lingkungan yang diuji meliputi temperatur, salinitas, DO, BOT dan pH dan dilakukan sebelum pengambilan sampel makroinvertebrata.

Analisis data dilakukan secara kualitatif melalui tabel dan kuantitatif, yaitu menggunakan indeks ekologi (indeks similaritas, indeks dominansi, indeks diversitas Shannon-Wiener, indeks pemerataan dan densitas), serta *Independent T-Test* untuk mengetahui perbedaan atau persamaan rerata parameter lingkungan antara 2 stasiun dan analisis korelasi untuk mengetahui kekuatan hubungan antara parameter lingkungan (fisik-kimia) dengan parameter biologi (indeks diversitas, jumlah jenis dan jumlah individu makroinvertebrata).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Lingkungan Terukur

Parameter lingkungan terukur yaitu parameter fisik dan kimia yang meliputi temperatur, salinitas, DO, BOT dan pH dilakukan pada saat keadaan air pasang dan air surut. Hasil rerata pengukuran parameter tiap stasiun ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata parameter fisik dan kimia tiap stasiun pada kondisi air pasang dan surut

Parameter	Pasang		Surut	
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 1	Stasiun 2
Temperatur (°C)	31,17 ^a	29,48 ^b	29,17 ^a	30,54 ^a
Salinitas (‰)	7 ^a	12,5 ^a	11,67 ^a	8,71 ^b
DO (ppm)	9,8 ^a	6,27 ^a	7,65 ^a	7,15 ^a
BOT (%)	1,72 ^a	3,93 ^a	1,17 ^a	1,68 ^a
pH	6-7	6-7	6-7	6-7

Dilihat dari Tabel 1, parameter temperatur yang didapatkan memiliki kisaran nilai 29,17-31,17°C. Pada keadaan air pasang memiliki rerata yang berbeda nyata antar kedua stasiun. Stasiun 2 memiliki rerata lebih rendah dibandingkan dengan stasiun 1. Hal tersebut terjadi karena kondisi cuaca mendung pada saat sampling sehingga sedikit memengaruhi rerata nilai temperatur. Untuk keadaan air surut tidak memiliki rerata yang berbeda nyata. Walaupun demikian, menurut Sari (2017) dalam Burhanuddin *et al.* (2019), kisaran temperatur 26-31°C masih berada pada batas toleransi kehidupan makroinvertebrata.

Salinitas pada keadaan air pasang tidak memiliki rerata yang berbeda nyata antar stasiun. Kondisi berbeda terlihat dari rerata keadaan air surut yang memiliki perbedaan yang nyata. Pada stasiun 2 memiliki rerata yang lebih rendah diakibatkan pengaruh cuaca hujan pada saat sampling dengan durasi yang cukup lama sehingga air hujan, yang bersifat lebih tawar, tercampur dan menyebabkan penurunan dari nilai salinitas. Hal tersebut diperkuat dengan pernyataan Purnaini *et al.* (2018) bahwa pengaruh hujan akan membuat kadar salinitas lebih rendah. Tetapi, kadar salinitas sudah sesuai dengan kadar perairan mangrove (0,5-35 ppt) (Setyawan *et al.*, 2002 dalam Wibisono, 2018).

Nilai DO yang baik untuk kondisi air pasang maupun air surut dengan kisaran 6,27-9,8 mg/L dan tidak memiliki perbedaan rerata yang nyata antar stasiun. Nilai kisaran tersebut sudah memenuhi batas toleransi untuk kehidupan makroinvertebrata, yaitu >5 mg/L (USEPA, 2000 dalam Yimer *et al.*, 2009). Nilai BOT pada keadaan air pasang dan air surut memiliki kisaran nilai rerata 1,17-3,93 dan tidak memiliki perbedaan rerata yang nyata

antar stasiun. Kisaran nilai BOT dikategorikan sangat rendah hingga rendah. Hal tersebut dikemukakan oleh Reynold (1971) dalam Payung (2017) bahwa nilai BOT dalam sedimen jika lebih rendah dari 3,5% dikategorikan sangat rendah dan jika 3,5-7% dikategorikan rendah.

Berdasarkan pengukuran pH dengan menggunakan kertas pH, tidak terdapat perbedaan rentang nilai baik untuk keadaan air pasang maupun surut, yaitu 6-7. Rentang nilai tersebut sudah memenuhi standar yang bisa ditolerir oleh biota dalam air, salah satunya makroinvertebrata, dengan rentang toleransi 6,5-7,5 (Wardhana, 2004).

Keanekaragaman Makroinvertebrata di Ekosistem Mangrove Dusun Lempong Pucung

Berdasarkan hasil penelitian dan indentifikasi, ditemukan total 22 spesies makroinvertebrata dari 14 famili yaitu Potamididae, Semisulcospiridae, Neritidae, Assimineidae, Periplomatidae, Cyrenidae, Sphaeriidae, Solenidae, Mytilidae, Penaeidae, Varunidae, Grapsidae dan Ocypodidae dengan jenis terbanyak dari filum Moluska yang didominasi dari kelas Gastropoda kemudian diikuti oleh Bivalvia. Selanjutnya distribusi terkecil dari filum Arthropoda dari kelas Malacostraca yang bisa dilihat pada Tabel 2. Kelas Gastropoda tidak bisa dipungkiri sangat mendominasi jumlahnya karena memang menurut Pramudji (2001) Gastropoda memiliki jumlah yang lebih dominan sebagai penghuni hutan mangrove dibandingkan kelas lain dan dilanjutkan menurut Payung (2017) bahwa Gastropoda memiliki kemampuan adaptasi yang cukup baik terhadap lingkungan.

Tabel 2. Keanekaragaman makroinvertebrata di ekosistem mangrove Dusun Lempong Pucung

Kelas	Famili	Spesies	Stasiun 1		Stasiun 2		Total Individu
			Pasang	Surut	Pasang	Surut	
Gastropoda	Potamididae	<i>Pirenella alata</i>	62	129	10	14	215
		<i>Telescopium telescopium</i>	-	-	3	-	3
		<i>Telescopium</i> sp. 1	2	4	-	-	6
	Semisulcospiridae	<i>Semisulcospira coreana</i>	63	97	332	825	1317
		<i>S. gottschei</i>	16	53	-	-	69
		<i>Neritina plumbea</i>	-	3	2	6	11
		<i>Neritina</i> sp.	-	1	-	-	1
	Neritidae	<i>Neripteron violaceum</i>	-	1	1	-	2
		Assimineidae	<i>Sphaerassiminea miniata</i>	-	21	-	-
	Bivalvia	Periplomatidae	<i>Laternula truncata</i>	12	14	-	1
Cyrenidae		<i>Polymesoda expansa</i>	10	14	4	2	30
Solecurtidae		<i>Tagelus divisus</i>	6	10	-	-	16
Sphaeriidae		<i>Sphaerium</i> sp.	11	10	4	14	39
		<i>Musculium</i> sp.	2	4	-	-	6
Solenidae		<i>Solen</i> sp.	2	1	1	-	4
Mytilidae	<i>Geukensia</i> sp.	-	3	-	-	3	
Malacostraca	Penaeidae	<i>Penaeus</i> sp.	17	82	-	9	108
	Varunidae	<i>Metaplax elegans</i>	-	1	-	-	1
	Grapsidae	<i>Grapsus</i> sp.	-	1	-	-	1
	Ocypodidae	<i>Uca</i> sp.	2	1	-	-	3
		<i>Uca annulipes</i>	-	2	-	-	2
		<i>Unidentified 1</i>	1	-	-	-	1
Total Individu			206	452	357	871	1886
Total Spesies			13	20	8	7	22

Dari semua spesies yang ditemukan, terdapat 4 spesies yang ditemukan pada kondisi air pasang maupun air surut, baik pada stasiun 1 maupun stasiun 2, yaitu *P. alata*, *S. coreana*, *P. expansa* dan *Sphaerium* sp. Kemunculan dari 4 spesies ini pada 2 stasiun tersebut bisa disimpulkan bahwa memang kondisi stasiun 1 maupun stasiun 2 bisa dikatakan cocok untuk habitat keempat spesies tersebut. *P. alata* berasal dari famili Potamididae di mana menurut Budiman & Dwiono (1986) dalam Tacazily (2018) famili ini merupakan kelompok Gastropoda asli mangrove yang kemunculannya jarang di luar ekosistem mangrove. Jadi, pasti tetap akan ditemukan spesies ini di dalam ekosistem mangrove. Terdapat juga spesies *P. expansa* dan *Sphaerium* sp. yang berasal dari kelas Bivalvia. Jumlah individu yang didapatkan tidak terlalu banyak karena memang sifat hidupnya yang dominan berada di dalam dasar perairan

(Insafitri, 2010) sehingga sulit dijangkau jika tidak menggunakan alat yang memadai. Dari keempat spesies tersebut, spesies *S. coreana* memiliki jumlah individu yang dominan dari semua spesies, terutama di stasiun 2. Menurut Sakbatan *et al.* (2017) dalam Rustiasih *et al.* (2018), famili ini memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap kondisi perairan yang buruk sekalipun dan bisa dijumpai sangat banyak jumlahnya. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi stasiun 2 yang bisa dikatakan buruk terbukti dari pengaruh kegiatan warga, yaitu pembuangan limbah domestik langsung ke air sehingga tidak dipungkiri menyebabkan spesies ini dapat bertahan hidup dan memiliki jumlah yang melimpah. Walaupun pada stasiun 1 juga ditemukan spesies ini, tetapi dampak dari kegiatan warga tersebut tidak terlalu besar seperti pada kondisi stasiun 2 karena stasiun 2 aliran airnya dari dan menuju rumah warga

(langsung terdampak dari aktivitas warga tersebut).

Dilihat dari hasil perhitungan indeks ekologi pada Tabel 3, nilai indeks diversitas dan pemerataan stasiun 1 lebih besar dari stasiun 2 sedangkan nilai densitas stasiun 2 lebih besar dari stasiun 1, baik dalam keadaan air pasang maupun air surut. Nilai indeks diversitas berbanding lurus dengan nilai pemerataan. Semakin tinggi nilai diversitas berarti semakin tinggi pula pemerataannya. Stasiun 1 bisa dikatakan memiliki spesies yang beragam dan tidak mendominasi yang bisa dilihat pada Tabel 2 yang menyebabkan pula pola penyebaran jenis dari makroinvertebrata tersebut merata. Menurut Wilhm & Dorris (1968) dalam Kusumaningsari *et al.* (2015), nilai pemerataan semakin mendekati angka 1 berarti jumlah

individu yang didapatkan tersebar merata dan terdapat penyebaran spesies yang merata juga di suatu tempat. Hal tersebut berbanding terbalik dengan dominansi. Didapatkan nilai dominansi terbesar terdapat pada stasiun 2 yang berarti terdapat spesies yang mendominasi pada lokasi tersebut, yaitu *S. coreana* sehingga diversitas dari stasiun 2 lebih rendah dari stasiun 1. Menurut Redjeki *et al.* (2017) dalam Wibisono (2018), kondisi lokasi tersebut tergolong kurang stabil dikarenakan ada spesies yang mendominasi. Dari nilai densitas, stasiun 2 lebih besar dari stasiun 1. Hal tersebut dikarenakan terjadi lonjakan jumlah individu dari spesies yang mendominasi tersebut. Tetapi, walaupun stasiun 1 lebih rendah, stasiun 1 masih memiliki variasi jenis yang lebih banyak dibandingkan stasiun 2.

Tabel 3. Indeks-indeks ekologi keadaan air pasang dan air surut

Indeks Ekologi	Stasiun 1		Stasiun 2	
	Pasang	Surut	Pasang	Surut
Diversitas (H')	1,91	2,03	0,37	0,29
Densitas (ind/m ²)	17,17	37,67	29,75	72,58
Dominansi (C)	0,21	0,18	0,87	0,90
Kemerataan (e)	0,74	0,68	0,18	0,15

Untuk analisis hubungan antara parameter fisik-kimia dengan parameter biologi dilakukan secara kuantitatif. Dilihat dari Tabel 4 berdasarkan hasil analisis secara kuantitatif

ternyata tidak terdapat adanya korelasi antara parameter fisik-kimia terhadap parameter biologi.

Tabel 4. Hubungan antara parameter fisik-kimia dengan parameter biologi

		Temperatur	Salinitas	DO	BOT
Jumlah Individu	Pearson Correlation	-.024	-.017	-.479	-.246
	Sig. (2-tailed)	.976	.983	.521	.754
	N	4	4	4	4
Jumlah Jenis	Pearson Correlation	-.368	.149	.378	-.595
	Sig. (2-tailed)	.632	.851	.622	.405
	N	4	4	4	4
Indeks Diversitas	Pearson Correlation	.038	-.226	.734	-.621
	Sig. (2-tailed)	.962	.774	.266	.379
	N	4	4	4	4

KESIMPULAN

Didapatkan total 22 spesies makroinvertebrata yang berasal dari 3 kelas dan 14 famili makroinvertebrata dengan total individu 1886. Dari nilai indeks diversitas, stasiun 1 masuk dalam kategori keanekaragaman jenis sedang sedangkan

stasiun 2 masuk dalam kategori keanekaragaman jenis rendah, baik dalam keadaan air pasang dan surut. Secara kuantitatif parameter fisik-kimia tidak memiliki hubungan terhadap parameter biologi. Disarankan untuk menambah lokasi penelitian agar data yang didapatkan bisa lebih akurat dari segi parameter

fisik, kimia dan biologinya dan mempelajari lebih lanjut kondisi air pasang dan kondisi air surut di perairan mangrove.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Drs. Guruh Prihatmo, M.S. dan Drs. Kisworo, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penelitian dan penyelesaian artikel ini. Bapak Wahyono Bersama ibu dan Mas Jhoni serta mas Andri yang telah menyediakan tempat penelitian dan telah menemani serta membantu selama proses penelitian di lapangan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ariadne Digna N., S.Pd. dan Arga Nugroho, S.Si yang telah membantu dalam menyediakan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk penelitian serta ilmu dan arahan selama proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anova, YMA. 2013. Keanekaragaman Mangrove di Pantai Kecamatan Pangungrejo Kota Pasuruan. [Skripsi]. Malang: Universitas Islam Negri Maulana Malik Ibrahim.
- Burhanuddin, II., Setyobudiarso, H., dan Sudiro. 2019. Kajian Biomonitor Makroinvertebrata dan Status Mutu Perairan Danau Sentani Kabupaten Jayapura. *Prosiding Seminar Nasional Infrastruktur Berkelanjutan Era Revolusi Industri 4.0*, Malang, 31 Oktober 2019. Hal. 55-64.
- DiFranco, JL. 2014. Protocols for sampling aquatic macroinvertebrates in freshwater wetlands. Portland: Maine Department of Environmental Protection
- Ernanto, R., Agustriani, F., dan Aryawaty, R. 2010. Struktur komunitas gastropoda pada ekosistem mangrove di Muara Sungai Batang Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Maspari Journal-Marine Science Research*. vol 1(1): 73-78. doi: 10.36706/maspari.v1i1.1128.
- Insafitri. 2010. Keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi Bivalvia di Area Buangan Lumpur Lapindo Muara Sungai Porong. *Jurnal Kelautan*. vol 3(1): 54-59.
- Kalih, LATTWS., Septian, IGN., dan Sativa, DY. 2018. Makroinvertebrata sebagai bioindikator kualitas perairan Waduk Batujai di Lombok Tengah. *Biotropika-Journal of Tropical Biology*. vol 6(3): 103-107. doi: 10.21776/ub.biotropika.2018.006.03.05.
- Kusumaningsari, SD., Hendarto, B., dan Ruswahyuni. 2015. Kelimpahan hewan makrobentos pada dua umur tanam *Rhizophora* sp. di Kelurahan Mangunharjo, Semarang. *Diponegoro Journal of Maquares-Management of Aquatic Resources*. vol 4(2): 58-64.
- Payung, WR. 2017. Keanekaragaman Makrozoobentos (Epifauna) Pada Ekosistem Mangrove di Sempadan Sungai Tallo Kota Makassar. [Skripsi]. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Pramudji. 2001. Ekosistem hutan mangrove dan peranannya sebagai habitat berbagai fauna akuatik. *Jurnal Oseana*. 26(4): 13-23.
- Purnaini, R., Sudarmadji., dan Purwono, S. 2018. Pengaruh pasang surut terhadap sebaran salinitas di Sungai Kapuas Kecil. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. vol 1(2): 21-29. doi: 10.26418/jtlb.v6i2.30239.
- Rustiasih, E., Arthana, WI., dan Sari, AHW. 2018. Keanekaragaman dan kelimpahan makroinvertebrata sebagai biomonitoring kualitas perairan Tukad Badung, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*. vol 1(1): 16-23.
- Setiawan, H. 2013. Status ekologi hutan mangrove pada berbagai tingkat ketebalan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. vol 2(2): 104-120. <https://doi.org/10.18330/jwallacea.2013.vol2iss2pp104-120>.
- Suhendra, N., Hamdani, H., Hasan, Z., dan Sahidin, A. 2019. Struktur komunitas makroinvertebrata di wilayah pantai berkarang Karapyak Pesisir Pangandaran. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. vol 10(1): 103-110.
- Taczily, E. R. F. (2018). Struktur Komunitas Gastropoda di Ekosistem Mangrove Wana Tirta, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Kristen Duta Wacana.
- Utomo, B., Budiastuty, S., & Muryani, C. (2017). Strategi Pengelolaan Hutan Mangrove Di Desa Tanggul Tlare Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(2), 117. <https://doi.org/10.14710/jil.15.2.117-123>
- Wardhana, AW. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta: Andi Offset.
- Wibisono, RA. 2018. Hubungan keanekaragaman dan ekologi kepiting dengan mangrove di Wana Tirta, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Kristen Duta Wacana.
- Yimer, HD dan Mengistou, S. 2009. Water quality parameters and macroinvertebrates index of biotic integrity of The Jimma Wetlands, Southwestern Ethiopia. *Journal of Wetlands Ecology*. vol 3: 79-99. doi: 10.3126/jowe.v3i0.2265.