

## **Pendugaan Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kualitas Air Waduk Wadaslintang**

**Diana Retna Utarini Suci Rahayu<sup>1\*</sup>, Sutrisno Anggoro<sup>2</sup>,  
Tri Retnaningsih Soeprbowati<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman*

*(Mahasiswa Program Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro)*

<sup>2</sup>*Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro*

<sup>3</sup>*Program Studi Magister Biologi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro*

*\*email: dianaretna.01@gmail.com*

### **Abstrak**

Waduk Wadaslintang merupakan sumber daya air yang memiliki banyak fungsi, diantaranya untuk kegiatan akuakultur. Sejalan dengan waktu telah terjadi perubahan faktor fisik-kimia dan biologi yang diduga disebabkan karena dampak perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan menggambarkan profil temperatur air, total nitrogen (TN), total fosfat (TP) dan konsentrasi klorofil di Waduk Wadaslintang. Metode penelitian yang digunakan adalah survai. Penelitian dilakukan pada tahun 2017, data yang diperoleh dianalisis secara temporal dengan data sekunder tahun 2008, 2009, 2015 dan 2016. Data sekunder juga meliputi data curah hujan tahunan dan perubahan tata guna lahan di daerah tangkapan air (DTA) yang diperoleh berdasarkan peta tata guna lahan yang dibuat dari hasil pengolahan citra satelit landsat. Hasil kajian menunjukkan adanya perubahan temperatur air di musim kemarau yang berkisar antara  $1,27 - 2,95^{\circ}\text{C} \pm 0,77$  dan musim hujan  $0,66 - 1,11^{\circ}\text{C} \pm 0,22$ ; perubahan konsentrasi TP pada musim kemarau berkisar antara  $0,10 - 0,46 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,14$  dan musim hujan antara  $0,17 - 0,27 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,04$ ; konsentrasi TN pada musim kering berkisar antara  $0,22 - 22,7 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,76$  dan musim hujan  $0,42 - 2,03 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,72$ ; perubahan konsentrasi klorofil pada musim kemarau berkisar antara  $0,27 - 0,82 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,21$ ; musim hujan  $0,19 - 0,37 \text{ mg.L}^{-1}$ . Hasil kajian juga menunjukkan telah terjadi pergeseran tipe iklim basah (A-D) ke tipe iklim kering (E-F) dan penurunan curah hujan rata-rata di wilayah waduk, yang merupakan indikator terjadinya perubahan iklim, selain itu juga telah terjadi perubahan tata guna lahan di wilayah DTA. Ketiga faktor tersebut diduga berpengaruh pada perubahan faktor fisik-kimia dan biologi di Waduk Wadaslintang. Untuk mengantisipasi penurunan kualitas air lebih lanjut yang dapat menurunkan produksi akuakultur, perlu adanya pengelolaan yang lebih terstruktur dan terpadu dengan melibatkan seluruh komponen masyarakat.

Kata kunci: kualitas air, perubahan iklim, Waduk Wadaslintang

### **Pendahuluan**

Perubahan iklim merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi ekosistem perairan (Hosseinni *et al.*, 2017), perubahan tersebut akan terus berlangsung dan semakin besar dampaknya seiring dengan peningkatan aktifitas manusia (Thorne & Fenner, 2011). Fenomena tersebut sangat potensial

mengakibatkan timbulnya permasalahan di bidang akuakultur (Barange *et al.*, 2018). Waduk sebagai sumberdaya air yang berfungsi sebagai media kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan adalah ekosistem yang sangat rentan terhadap perubahan iklim (Chang *et al.*, 2015) karena perubahan iklim dapat mengubah kualitas air dan bahkan ekosistem air secara langsung maupun tidak langsung melalui berbagai proses biokimia (Xia *et al.*, 2015). Dampak perubahan iklim terhadap sumberdaya air telah banyak dibahas oleh para ilmuwan maupun pemerintah diberbagai negara (Xia *et al.*, 2015), tetapi pembahasan dampak perubahan iklim terhadap bidang perikanan/akuakultur masih belum banyak dilakukan (Radiarta *et al.*, 2011). Perubahan iklim di negara-negara berkembang menjadi isue yang sangat sensitif sehingga membutuhkan penanganan yang serius (Rejekiingrum, 2014), karena dapat mengancam persediaan pangan dunia (Hammond & Price, 2007). Hal tersebut terkait dengan peningkatan aktifitas antropogenik dan menurunnya ketersediaan sumberdaya alam yang lestari (Hosseini *et al.*, 2017).

Salah satu indikator telah terjadi perubahan iklim diketahui dengan adanya peningkatan temperatur, perubahan curah hujan atau musim, penurunan kualitas dan kuantitas perairan, peningkatan frekuensi, intensitas badai, dan lain-lain (Alam *et al.*, 2013). Perubahan konsentrasi nutrien (Indriani *et al.*, 2016) dan klorofil-a (Atici & Alas, 2012) dapat pula mengindikasikan adanya dampak perubahan iklim. Sedangkan dampak utama perubahan iklim terhadap kualitas air yang utama adalah terhadap temperatur udara yang berpengaruh pada temperatur air dan proses hidrologi (Hoseini *et al.* (2017). Perubahan curah hujan, temperatur, dan pola iklim akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas sumberdaya air (Barange *et al.*, 2018), yang selanjutnya akan berpengaruh pada kondisi fisika-kimia dan biologi air diantaranya fluktuasi DO dan intensitas pertumbuhan mikro & makroalga (Xia *et al.*, 2014). Semua hal tersebut memberikan dampak bagi produksi perikanan (baik tangkap maupun budidaya) dan biodiversitas (Radiarta *et al.*, 2011). Oleh karena itu untuk mengantisipasi adanya permasalahan kelaparan dan kekurangan air di masa depan, perlu adanya konservasi dan pengelolaan sumberdaya air secara bijak. Penilaian dan monitoring kualitas air merupakan salah satu upaya untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan ekosistem dan kerugian ekonomi lebih lanjut

dimasa depan (El-Serehy, 2018), dan untuk mengetahui tingkat kesehatan ekosistem perairan dapat dilakukan melalui penilaian kesuburan (Vidovic *et al.*, 2015; Marselina & Burhanudin, 2017).

Waduk sebagai salah satu sumberdaya air memiliki karakteristik yang berbeda dengan danau dan sungai, karena ekosistem perairan tersebut merupakan perpaduan antara danau dengan sungai, kualitas airnya tidak hanya dipengaruhi oleh faktor antropogenik disekitar lingkungan perairan tersebut tetapi juga dipengaruhi oleh faktor alam seperti *climate change* (Chang *et al.*, 2015). Mengingat besarnya fungsi waduk dalam mendukung kesejahteraan masyarakat, maka berlangsungnya operasional waduk sangat penting (Huang *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2017). Oleh karena itu untuk mengetahui karakteristik Waduk Wadaslintang, maka penelitian ini bertujuan menggambarkan perubahan kualitas air di Waduk Wadaslintang, Wonosobo pada musim kemarau dan penghujan.

### **Bahan dan Metode**

Penelitian ini dilakukan di Waduk Wadaslintang yang terletak di wilayah Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah. Pendekatan metode penelitian yang digunakan adalah survei, dengan metode pengambilan sampel *purposive sampling* pada stasiun penelitian yang terdiri dari inlet, outlet, tengah, dan daerah karamba jaring apung (karamba dengan sistem semi intensif dan karamba sistem intensif). Pengambilan sample air dilakukan pada permukaan air (kedalaman  $\pm 0.3$  m), menggunakan *horisontal water sampler* yang dilakukan pada musim kemarau dan musim penghujan pada tahun 2017. Pengambilan data temperatur dilakukan secara *in situ* menggunakan thermometer digital dan sampel air *ex situ* dikoleksi dalam botol polypropylene yang sudah dibersihkan dan dianalisis di laboratorium berdasarkan prosedur yang ditentukan oleh APHA (1992) untuk parameter Total Phosphat, Total Nitrogen dan klorofil-a. Metode uji TP menggunakan Spektrofotometri, TN menggunakan Mikro Kjeldahl dan klorofil menggunakan Spektrofotometri. Analisis data dilakukan secara deskriptif terhadap data primer dan data sekunder hasil kajian tahun 2009, 2015, dan 2016 serta data sekunder berupa curah hujan dari BMKG dan perubahan tata guna lahan di daerah tangkapan air (DTA). Data perubahan tata guna lahan berasal dari peta tata guna lahan yang dibuat dari hasil pengolahan citra satelit landsat.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil yang diperoleh dalam penelitian pada parameter fisik dan kimia tersaji pada Tabel 1. Data fisik berupa temperatur air menunjukkan adanya variasi temperatur dari 26,22°C hingga 29,17°C selama musim kemarau dan 28,79°C hingga 29,95°C selama musim penghujan. Temperatur air pada tahun 2017 cenderung lebih tinggi dari pada temperatur air pada tahun 2008 di stasiun penelitian yang sama baik pada musim kemarau maupun musim penghujan. Temperatur air merupakan salah satu faktor fisik terpenting yang menunjukkan karakteristik ekosistem. Perubahan temperatur air akan berpengaruh pada proses metabolisme biota air pada perairan tersebut, disamping itu juga akan berpengaruh pada parameter kualitas air lainnya. Variasi temperatur air pada musim kemarau dan penghujan tersaji pada Gambar 1. Secara langsung perubahan temperatur udara akan berpengaruh pada temperatur air Chang *et al* (2015). Perubahan temperatur udara berkorelasi tinggi dengan perubahan temperatur air pada temperatur yang lebih tinggi dari 0°C dan meningkatnya temperatur global akan berpengaruh pada peningkatan temperatur di perairan tersebut (Hammond & Price, 2007). Hasil kajian International Panel for Climate Change (IPCC), temperatur permukaan secara global telah meningkat sebesar 0,74 ° C selama 100 tahun terakhir (1906 ~ 2005) (Xia *et al.*, 2015). Variasi temperatur air akan berpengaruh pada proses pengaturan kesetimbangan fisika-kimia seperti proses nitrifikasi dan mineralisasi bahan organik (Hossaini *et al.*, 2017). Peningkatan temperatur air akan menyebabkan penurunan kelarutan oksigen sehingga mengakibatkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut yang dapat berdampak pada intensitas pertumbuhan mikro dan makroalga (Radiarta *et al.*, 2011). Sebagian mikroalga merupakan pakan alami bagi ikan sehingga perubahan kelimpahan dan distribusi mikroalga akan berdampak pada level tropik di atasnya yaitu zooplankton dan benih ikan.

Tabel 1. Variasi Parameter Fisik-Kimia dan Biologi musim kemarau dan penghujan

No	Parameter	Tahun							
		2008		2009		2015	2016	2017	
		K	H	K	H	K	H	K	H

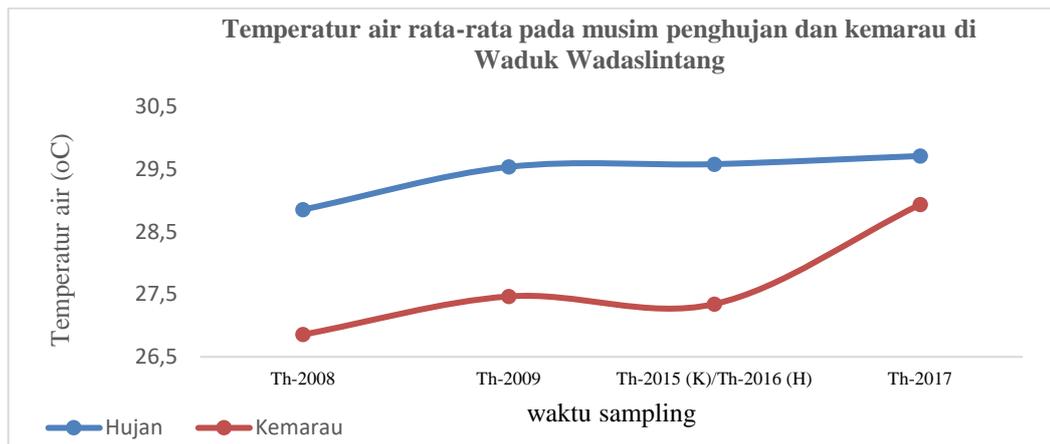
1	Temperatur air (°C)	26.86	28.86	27.47	29.53	28.54	29.58	28.93	29.71
2	TN (mg/L)	0.82	0.504	1.22	0.54	5.19	1.03	5.31	6.67
3	TP (mg/L)	0.12	0.028	0.26	0.03	0.55	0.18	0.30	0.26
4	Khlorofil-a (mg/L)	0.87	0.21	0.44	0.09	8.86	6.02	3.46	4.24

K= musim kemarau, H = musim penghujan

Perubahan iklim telah mengakibatkan temperatur air naik di sungai (Hosseini *et al.*, 2017), danau (Shekha *et al.*, 2017; Chang & Bonnette, 2017), dan perairan tawar lainnya seperti waduk (Thorne & Fenner, 2011; Chang *et al.*, 2015) dan rawa (Chang & Bonnette, 2017). Peningkatan temperatur air tersebut dapat menyebabkan tekanan bagi kelangsungan hidup ikan sebagai hewan poikiloterm. Bagi sebagian besar biota air peningkatan temperatur melebihi kisaran optimal akan berpengaruh pada laju metabolisme, dengan demikian hal tersebut akan berpengaruh pada rantai makanan ekosistem perairan tersebut. Peningkatan temperatur juga dapat menyebabkan ikan kehilangan sumber pakan alaminya sehingga akan terjadi migrasi yang berdampak pada perubahan struktur komposisi ikan pada suatu perairan. Disamping itu akan terjadi kegagalan reproduksi dan perkembangan larva, sehingga akan mengakibatkan penurunan kelimpahan dan perubahan distribusi ikan. Beberapa spesies dapat beradaptasi, sedangkan yang tidak akan mengalami kepunahan. Pada ikan budidaya peningkatan temperatur air melebihi batas toleransi akan langsung mengakibatkan kematian karena ikan tidak dapat menghindar untuk mencari lingkungan yang lebih kondusif.

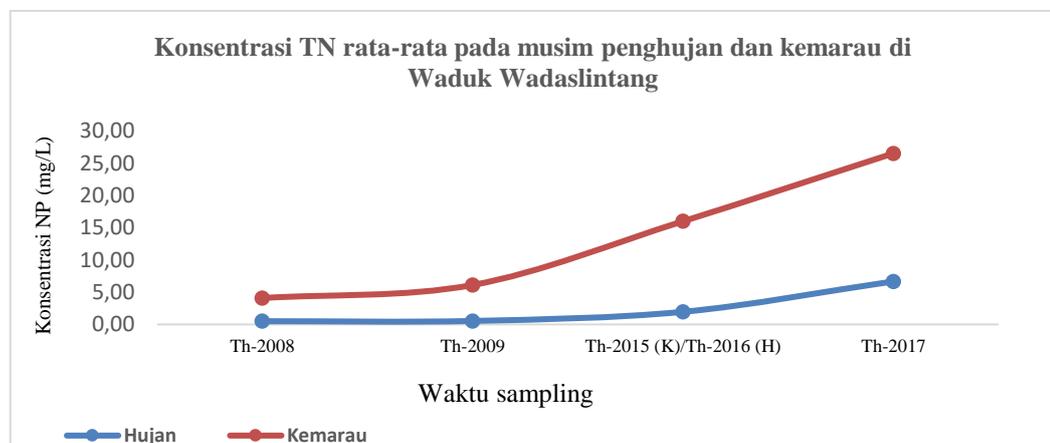
Beberapa bukti menunjukkan tingkat perubahan temperatur permukaan secara global telah melambat namun demikian indikator perubahan iklim terus menunjukkan adanya peningkatan temperatur secara global. Hal tersebut akan berdampak pada produksi perikanan, oleh karena itu untuk mengoptimalkan produksi ikan dan menjaga kelestarian sumberdaya perikanan serta lingkungannya agar tetap berkelanjutan perlu adanya pengelolaan. Hal ini karena adanya beberapa bukti yang menunjukkan perkembangan jumlah KJA yang ada di Waduk

Wadaslintang telah melebihi daya dukung waduk (Piranti *et al.* 2016). Hasil pengamatan di lapangan juga menunjukkan adanya peningkatan jumlah area KJA yang telah melampaui zona pemanfaatan yang telah ditetapkan. Hal tersebut dapat disebabkan karena rendahnya proses penegakan hukum, dan kurangnya manajemen pengelolaan waduk yang baik (Radiarta *et al.*, 2011).



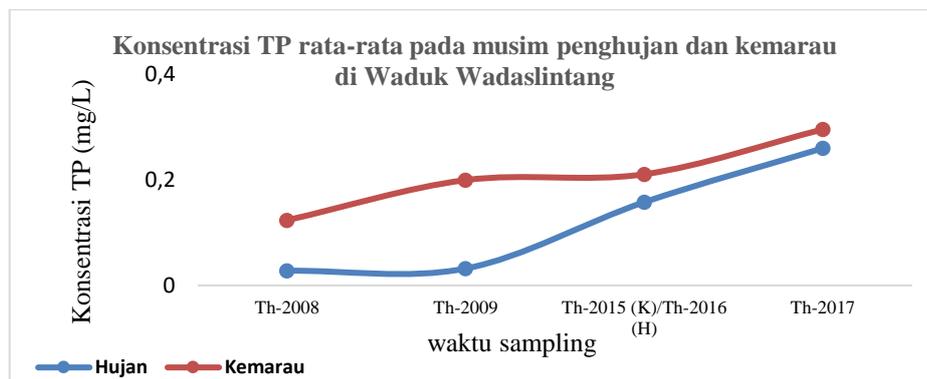
Gambar 1. Variasi temperatur air rata-rata pada musim kemarau dan penghujan

Hasil pengukuran parameter kimia yang meliputi total fosfat (TP) dan total nitrogen (TN) menunjukkan adanya variasi konsentrasi nutrisi tersebut. Konsentrasi TP pada musim penghujan berkisar antara 0.01 – 0.29 mg/L, sedangkan musim kemarau berkisar antara 0.04 – 0.51 mg/L. Konsentrasi TN musim penghujan berkisar antara 0.3 – 7.0 mg/L, dan musim kemarau berkisar antara 0.41 – 8.03 mg/L. Nutrien merupakan komponen penting bagi pertumbuhan fitoplankton sebagai produktifitas primer.



Gambar 2. Variasi Konsentrasi rata-rata TN musim kemarau dan penghujan

Konsentrasi nutrisi, terutama total nitrogen (TN) dan fosfor juga menunjukkan adanya perubahan konsentrasi, terkait dengan perubahan iklim, karena adanya penurunan curah hujan dan lebih diperburuk karena adanya penggunaan lahan di *land use* maupun di perairan. (Chang & Bonnette, 2016). Variasi konsentrasi TN dan TP rata-rata pada musim kemarau dan penghujan tersaji pada Gambar 2 dan 3.

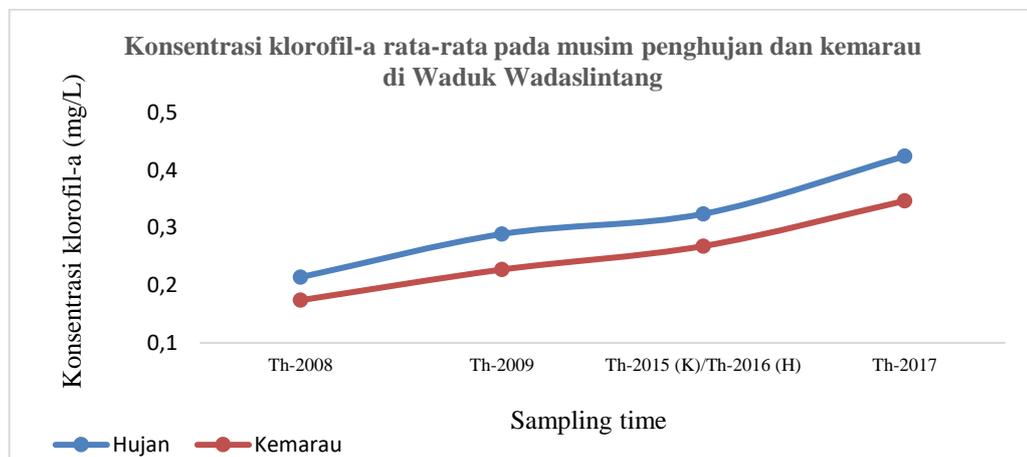


Gambar 3. Variasi konsentrasi rata-rata TP musim kemarau dan penghujan

Konsentrasi TP dan TN musim kemarau lebih tinggi daripada musim penghujan, hal tersebut diduga karena unsur hara tersebut menjadi lebih pekat pada saat musim kemarau akibat tingginya proses penguapan, sedangkan curah hujan masih rendah. Konsentrasi TP pada hasil penelitian ini menunjukkan konsentrasi pada kedua musim telah melebihi baku mutu Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air. Menurut Pello *et al.* (2014), konsentrasi nutrisi khususnya nitrat dan fosfat cenderung meningkat pada musim timur. Hal tersebut diduga karena adanya peningkatan proses dekomposisi bahan organik. Nutrien yang melebihi ketentuan ambang batas baku mutu akan menyebabkan pengkayaan perairan (eutrofikasi) yang ditandai dengan terjadinya peningkatan kelimpahan fitoplankton Sihombing *et al.* (2015).

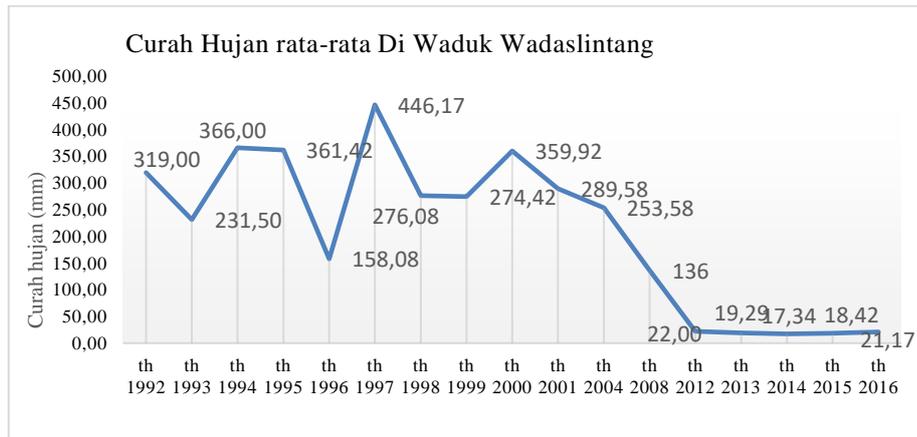
Konsentrasi klorofil-a pada musim kemarau berkisar antara 0.17 – 0.35 mg/L dan penghujan antara 0.21 – 0.42 mg/L. Klorofil-a merupakan indikator kelimpahan fitoplankton (Atici & Alas 2012; Indriani *et al.*, 2016). Tinggi rendahnya kandungan klorofil sangat erat hubungannya dengan konsentrasi nutrisi,

karena konsentrasi nitrat dan fosfat mempunyai tingkat keeratan hubungan yang sangat kuat dengan kelimpahan fitoplankton (Sihombing et al., 2015). Tingkat keeratan hubungan/korelasi antara TN dengan klorofil ditunjukkan dengan nilai  $r = 0.9293$ , sedangkan keeratan hubungan antara klorofil-a dan TP = 0.9763. Konsentrasi klorofil cenderung meningkat pada akhir penelitian, hal ini diduga karena semakin meningkatnya akumulasi nutrien di dalam waduk baik yang berasal dari DTA maupun dari aktifitas antropogenik di dalam waduk. Hal ini dapat menstimulir terjadinya eutrofikasi atau alga bloom yang dapat membahayakan kelangsungan hidup ikan di waduk. Kondisi tersebut lebih berpotensi terjadi pada musim kemarau karena terjadi penurunan muka air/volume waduk.



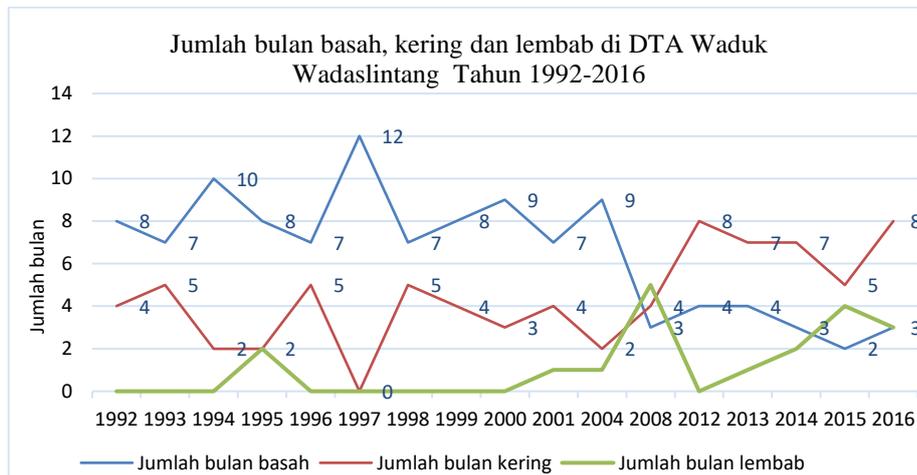
Gambar 4. Variasi konsentrasi klorofil rata-rata musim kemarau dan penghujan

Perubahan temperatur dan curah hujan sebagai variabel iklim dalam jangka panjang secara berangsur-angsur mengindikasikan adanya perubahan iklim (Yuliana, 2015). Kondisi tersebut terjadi juga di wilayah Waduk Wadaslintang, diketahui berdasarkan Gambar 5 yang menunjukkan curah hujan rata-rata di wilayah Waduk Wadaslintang mengalami penurunan. Hasil analisis menunjukkan jumlah bulan basah lebih tinggi hingga tahun 2004 selanjutnya pada tahun 2008 – 2016 jumlah bulan kering meningkat (Gambar 6). Selanjutnya berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa sejak tahun 1992 hingga tahun 2004 tipe iklim sangat basah (tipe A) hingga sedang (tipe D), dengan nilai Q antara 0.0 – 71.43, sedangkan tahun 2008 – 2016 terlihat tipe iklim E – F. Nilai Q 100% - 300% menunjukkan kisaran untuk tipe iklim E – F, artinya menunjukkan kondisi wilayah yang kering dengan hutan belantara hingga kering ilalang (Tabel 3).



Sumber BMKG, 2017

Gambar 5. Data curah hujan rata-rata di wilayah Waduk Wadaslintang



Sumber BMKG, 2017

Gambar 6. Jumlah bulan basah, kering dan lembab di DTA Waduk Wadaslintang

Salah satu faktor penyebab perubahan tipe iklim dipicu meningkatnya aktifitas antropogenik. Beberapa penelitian menunjukkan adanya korelasi perubahan tata guna lahan di DTA dengan perubahan fungsi hidrologi waduk. Hasil kajian Radiarta *et al.* (2011), menunjukkan perubahan tata guna lahan pada periode awal hingga akhir abad 19 yang meningkat secara drastis sehingga mengakibatkan adanya penurunan curah hujan sebesar 10 mm/th disertai penurunan debit limpasan sebesar 3 mm/th di DAS Citarum Hulu.

Tabel 2. Perbandingan Jumlah bulan basah, kering dan lembab

Tahun	Jumlah bulan basah	Jumlah bulan kering	Jumlah bulan lembab	Q	Tipe iklim	Keterangan
1992	8	4	0	50.00	C	agak basah
1993	7	5	0	71.43	D	sedang
1994	10	2	0	20.00	B	basah
1995	8	2	2	25.00	B	basah
1996	7	5	0	71.43	D	sedang
1997	12	0	0	0.00	A	sangat basah
1998	7	5	0	71.43	D	sedang
1999	8	4	0	50.00	C	agak basah
2000	9	3	0	33.33	C	agak basah
2001	7	4	1	57.14	C	agak basah
2004	9	2	1	22.22	B	basah
2008	3	4	5	133.33	E	agak kering
2012	4	8	0	200.00	F	Kering
2013	4	7	1	175.00	F	kering
2014	3	7	2	233.33	F	Kering
2015	2	5	4	250.00	F	kering
2016	3	8	3	266.67	F	kering

Sumber: Sumber BMKG, 2017

Tabel 3. Kriteria tipe iklim dan nilai Q

No	Tipe iklim	Nilai Q	Keterangan
1	A	$0\% \leq Q < 14,3\%$	Bulan sangat basah, hutan hujan tropis
2	B	$14,3\% \leq Q < 33,3\%$	Basah, hutan hujan tropis
3	C	$33,3\% \leq Q < 60\%$	Agak Basah, hutan musim
4	D	$60\% \leq Q < 100\%$	Sedang, hutan musim
5	E	$100\% \leq Q < 167\%$	Agak kering, terdapat hutan belantara
6	F	$167\% \leq Q < 300\%$	Kering, ilalang
7	G	$300\% \leq Q < 700\%$	Sangat Kering
8	H	$\leq 700\% \leq Q$	Luar biasa Kering

Sumber: Tukidi, 2004

Hasil analisis peta topografi DTA tahun 2008 – 2018 menunjukkan telah terjadi perubahan tata guna lahan di daerah tangkapan air Waduk Wadaslintang

seperti tersaji pada Tabel 4. Hal tersebut juga terjadi di beberapa DAS utama di Pulau Jawa yang dipengaruhi oleh perubahan karakteristik DAS (Rejekiningrum, 2014). Perubahan terbesar terjadi akibat alih fungsi lahan dari hutan menjadi lahan pertanian, dan dari lahan pertanian menjadi lahan pemukiman dan kebun. Gambar 7a dan 7b menunjukkan adanya perubahan tata guna lahan, tahun 2004 luas pemukiman sebesar 811.46, Ha. pada tahun 2018 meningkat menjadi 1,033.34; sawah juga mengalami peningkatan yang semula hanya 740.58 Ha menjadi 2.402,98 Ha., demikian pula kebun mengalami peningkatan luas dari 8.193,01 Ha. menjadi 11.026,45 Ha. Sedangkan beberapa jenis lahan yang mengalami penurunan luas adalah semak-semak, hutan dan tanah terbuka. Menurut Setyowati (2016), penurunan kualitas air disebabkan karena adanya perubahan tata guna lahan akibat adanya penurunan luasan hutan sebesar 3.7%, peningkatan luas pemukiman sebesar 2.1% dan peningkatan lahan sebesar 3.9%.

Tabel 4. Perbandingan luas dan komposisi jenis lahan di DTA

No	Jenis Lahan	2004*	2008*	2012**	2016**	2018**
1	Hutan	2,988.58	2,313.00	1,797.75	1,451.94	1,033.34
2	Pemukiman	811.46	1,027.53	1,266.16	1,293.04	2,473.95
3	Sawah	740.58	822.84	2,473.64	1,414.22	2.402,98
4	Tanah terbuka	1.222,51	1.531,48	52,57	80,82	74.16
5	Kebun	8.193,01	9.238,38	11.624,16	11.349,24	11.026,45
6	Semak-semak	2.564,32	3.226,29	840.33	831,50	874,97
7	Badan air	951,39	694,17	1.385,10	1.019,77	1.374.67

Sumber: \* Nursholeh, 2012, \*\*dokumen pribadi



Sumber: Nursholeh, 2012

Gambar 7a Komposisi DTA Th. 2004



Sumber: dokumen pribadi

Gambar 7b. Komposisi DTA Th. 2018

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Terjadi kecenderungan peningkatan temperatur air, TP, TN dan konsentrasi khlorofil pada musim kemarau dan penghujan yang menyebabkan penurunan kualitas air Waduk Wadaslintang yang akan berpengaruh pada aktifitas budidaya ikan di Waduk Wadaslintang;
2. Tipe iklim di area Waduk Wadaslintang dari tahun 1996 – 2004 adalah tipe A (sangat basah) sampai dengan D (sedang) dan 2008 – 2016 adalah tipe E (kering) – F (sangat kering);
3. Alih fungsi lahan di DTA merupakan salah satu faktor yang berpengaruh pada kualitas air di Waduk Wadaslintang;
4. Perubahan iklim bukan merupakan satu-satunya faktor yang mengakibatkan perubahan kualitas air di Waduk Wadaslintang.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih pada Univeritas Jenderal Soedirman yang telah mendanai salah satu penelitian ini, ucapan terima kasih kami sampaikan juga kepada PT Jasa Tirta I atas bantuannya, demikian pula kami ucapkan terima kasih kepada almarhumah Dr. Endang Widyastuti, Dr. Agatha Sih Piranti, Drs. Gentur Waluyo yang berkontribusi secara langsung dan tidak langsung dalam kegiatan penelitian atau persiapan naskah ini.

## Referensi

- Alam, A., Badruzzaman, A. B. M., & Ali, M. A. (2013). Assessing effect of climate change on the water quality of the Sitalakhya river using WASP model. *J. Civ. Eng*, 41, 21-30.
- Atıcı, T., & Alaş, A. (2012). A study on the trophic status and phytoplanktonic algae of Mamasin Dam Lake (Aksaray-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12(3), 595-601.
- Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M. C., Cochrane, K. L., Funge-Smith, S., & Poulain, F. (2018). Impacts of climate change on fisheries and aquaculture. *Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Chang, C. H., Cai, L. Y., Lin, T. F., Chung, C. L., Van Der Linden, L., & Burch, M. (2015). Assessment of the impacts of climate change on the water quality of a small deep reservoir in a humid-subtropical climatic region. *Water*, 7(4), 1687-1711.
- Chang, H., & Bonnette, M. R. (2016). Climate change and water-related ecosystem services: impacts of drought in California, USA. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2(12), e01254.
- El-Serehy, H. A., Abdallah, H. S., Al-Misned, F. A., Irshad, R., Al-Farraj, S. A., & Almalki, E. S. (2018). Aquatic ecosystem health and trophic status classification of the Bitter Lakes along the main connecting link between the Red Sea and the Mediterranean. *Saudi journal of biological sciences*, 25(2), 204-212.
- Harrod, C. (2015). Climate change and freshwater fisheries. *Freshwater fisheries ecology*, 641-694.
- Hosseini, N., Johnston, J., & Lindenschmidt, K. E. (2017). Impacts of climate change on the water quality of a regulated prairie river. *Water*, 9(3), 199.
- Huang, T., Li, X., Rijnaarts, H., Grotenhuis, T., Ma, W., Sun, X., & Xu, J. (2014). Effects of storm runoff on the thermal regime and water quality of a deep, stratified reservoir in a temperate monsoon zone, in Northwest China. *Science of the Total Environment*, 485, 820-827.
- Yuliana, L. (2015). Analisis Proyeksi Evapotranspirasi di Wilayah Nusa Tenggara Barat Menggunakan Skenario Proyeksi Perubahan Iklim (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Li, Y., Huang, T. L., Zhou, Z. Z., Long, S. H., & Zhang, H. H. (2017). Effects of reservoir operation and climate change on thermal stratification of a canyon-shaped reservoir, in northwest China. *Water Science and Technology: Water Supply*, 18(2), 418-429.
- Marselina, M., & Burhanudin, M. (2017). Trophic status assessment of saguling reservoir, Upper Citarum Basin, Indonesia. *Air, Soil and Water Research*, 10, 1178622117746660.
- Nursholeh, A. (2012). Penentuan Laju Erosi Daerah Tangkapan Hujan (DTH) Waduk Wadaslintang Tahun 2004 dan 2008 Menggunakan Teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- Pello, F. S., Adiwilaga, E. M., Huliselan, N. V., & Damar, A. (2014). Pengaruh musim terhadap beban masukan nutrien di Teluk Ambon Dalam. *J. Bumi Lestari*, 14(1), 63-73.

- Radiarta, I. N., Kristanto, A. H., & Saputra, A. (2011). KONDISI METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN PERIKANAN DI KAWASAN WADUK CIRATA, JAWA BARAT: Analisis Awal Kemungkinan Dampak Pemanasan Global terhadap Perikanan Budidaya. *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(3), 495-506.
- Rejekiingrum, P. (2014). Dampak Perubahan Iklim terhadap Sumberdaya Air: Identifikasi, Simulasi, dan Rencana Aksi. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 8(1): 1-15.
- Setyowati, R. D. N. (2016). Studi Literatur Pengaruh Penggunaan Lahan terhadap Kualitas Air. *SISTEM Jurnal Ilmu Ilmu Teknik*, 12(1), 7-15.
- Sihombing, I. N., Hutabarat, S., & Sulardiono, B. (2015). Kajian Kesuburan Perairan Berdasarkan Unsur Hara (N, P) dan Fitoplankton di Sungai Tulung Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*, 4(4), 119-127.
- Thorne, O., & Fenner, R. A. (2011). The impact of climate change on reservoir water quality and water treatment plant operations: a UK case study. *Water and Environment Journal*, 25(1), 74-87.
- Vidovic, M. M., Rodic, M. M., Vidovic, M. U., Trajkovic, I. S., & Jovanic, S. Z. (2015). Assessment of the trophic status by monitoring of reservoir's water quality. *Journal of Water Resource and Protection*, 7, 1-13.
- Widyastuti, E., A.S. Piranti, D.R.U.S. Rahayu. 2008. Beban Fosfat Total untuk Penentuan Daya Dukung Lingkungan di Perairan Waduk Wadaslintang. Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV. 15 Oktober 2008. Pusat Penelitian Limnologi LIPI. Bogor.
- Widyastuti, E., A.S. Piranti, D.R.U.S. Rahayu. 2008. Laporan Penelitian Skim Fundamental tahap pertama tahun 2008. Universitas Jenderal Soedirman.
- Widyastuti, E., Piranti, A. S., & Rahayu, D. R. U. S. (2009). Monitoring Status Daya Dukung Perairan Waduk Wadaslintang Bagi Budidaya Keramba Jaring Apung Monitoring of Carrying Capacity Status of Wadaslintang Reservoir on Cage Net. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 16(3), 133-140.
- Widyastuti, E., A.S. Piranti, D.R.U.S. Rahayu. 2009. Laporan Penelitian Skim Fundamental tahap kedua tahun 2009. Universitas Jenderal Soedirman
- Xia, X. H., Wu, Q., Mou, X. L., & Lai, Y. J. (2015). Potential impacts of climate change on the water quality of different water bodies. *J. Environ. Inform*, 25(2), 85-98.