

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

EVALUASI PROGRAM ZERO KARAMBA JARING APUNG (KJA) TERHADAP KUALITAS PERAIRAN SITU GINTUNG BERDASARKAN INDEKS BIOTIK

Dinda Rama Haribowo¹⁾, Yayan Mardiansyah Assuyuti²⁾, Firdaus Ramadhan^{3*)#}, dan
Alfan Farhan Rijaluddin³⁾

¹⁾ Pusat Laboratorium Terpadu (PLT), Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah
Jl. Ir. H. Juanda No.95 Tangerang Selatan, Banten 15412

²⁾ Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah

³⁾ Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Farmasi, Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN)
Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng, Jagakarsa, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12640

(Naskah diterima: 18 Agustus 2021; Revisi final: 8 Desember 2021; Disetujui publikasi: 8 Desember 2021)

ABSTRAK

Situ Gintung merupakan salah satu perairan yang diaplikasikan program *zero karamba jaring apung* (KJA) berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 Tentang Percepatan Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Daerah Aliran Sungai Citarum dengan tujuan dapat memperbaiki kualitas dan nutrisi perairan. Tujuan penelitian ini mengevaluasi program *zero KJA* terhadap kualitas dan status nutrisi berdasarkan indeks biotik yaitu plankton dan gastropoda. Pengambilan sampel pada lima stasiun di Situ Gintung setelah diaplikasikannya program *zero KJA*. Faktor kimia-fisik yang diukur adalah suhu air, derajat keasaman (pH) air, kecerahan, padatan terlarut total, kekeruhan, dan oksigen terlarut (DO) dengan *water quality checker* (WQC). Pengujian nitrit dan fosfat dilakukan dengan menggunakan UV-Vis Spektrofotometer. Pengambilan sampel plankton menggunakan metode filtrasi dan gastropoda dengan cara *hand collecting* pada kuadrat 1 m². Hasil pengukuran kimia-fisika pada setiap periode secara keseluruhan Situ Gintung masih berada di dalam baku mutu PP. No. 22 Tahun 2021 dengan nilai *water quality index* (WQI) yang terus mengalami penurunan dari Januari hingga Maret (81,42 menjadi 67,14). Kepadatan fitoplankton mengalami penurunan dari Januari hingga Maret dan kepadatan zooplankton cenderung stabil. Komposisi sebaran fitoplankton secara umum didominasi oleh kelompok Cyanobacteria, Bacillariophyceae, dan Chlorophyceae. Komposisi sebaran zooplankton didominasi oleh *Brachionus* sp., *Daphnia* sp., dan *Nauplius* sp. Nilai keanekaragaman (*H'*) untuk plankton dan gastropoda berada dalam kategori sedang ($1 < H' < 3$), untuk nilai kemerataan (*e*) berada dalam kategori kemerataan tinggi ($E > 0,5$), dan nilai dominansi (*C*) yang menunjukkan tidak adanya dominansi ($C < 0,5$). Nilai indeks saprobik dan indeks diatom menunjukkan Situ Gintung dalam keadaan tercemar sedang dengan status nutrisi mesotrofik-eutrofik.

KATA KUNCI: gastropoda; kualitas perairan; plankton; situ gintung; *zero karamba jaring apung* (KJA)

ABSTRACT: *Evaluation of water quality condition based on biotic index post the enactment of zero floating net cages (FNC) program in Gintung Reservoir. By: Dinda Rama Haribowo, Yayan Mardiansyah Assuyuti, Firdaus Ramadhan, and Alfan Farhan Rijaluddin*

Situ Gintung is one of the reservoirs in which a zero floating net cages (FNC) program has been applied according to the Presidential Regulation Number 15 of 2018 concerning the Acceleration of Pollution Control and Damage to the Citarum River Basin with a purpose to improve the quality and nutrients of the river. The purpose of this study was to evaluate the water quality and nutrient status in Gintung Reservoir based on biotic index post implementation of the zero FNC program in the reservoir. Sampling activities were carried out in five stations within Gintung Reservoir post implementation of the zero FNC program. In-situ chemical-physical factors measured were water temperature, degree of acidity (pH) of water, brightness, total dissolved solids (TDS), turbidity (turbidity), and oxygen content (DO) using

Korespondensi: Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Farmasi,
Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN).
Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng, Jagakarsa, Jakarta Selatan,
12640, Indonesia
E-mail: firdausramadhan213@gmail.com

water quality checker equipment. Nitrite and phosphate testing were done ex-situ using a UV-Vis Spectrophotometer. Plankton samples were collected using filtration method. Gastropod samples were collected by hand using a quadrat of 1 m². Results of the chemical-physical measurements showed that water quality of Gintung Reservoir is still within the quality standard of PP No. 22 of 2021 with the water quality index (WQI) continued to decline from January to March (81.42 to 67.14). Phytoplankton density decreased from January to March while zooplankton density was relatively stable. The composition of phytoplankton distribution was dominated by groups of Cyanobacteria, Bacillariophyceae, and Chlorophyceae. The composition of the zooplankton distribution was dominated by *Brachionus* sp., *Daphnia* sp., and *Nauplius* sp. The diversity values (*H'*) for plankton and gastropods were in the medium category ($1 < H' < 3$), the evenness values (*e*) was in the high category ($E > 0.5$) and the dominance value (*C*) showed no dominance ($C < 0.5$). Saprobic and diatom indexes showed that Gintung Reservoir was categorized as mesotrophic-eutrophic waterbody with moderately polluted condition.

KEYWORDS: *gastropods; waters quality; plankton; Situ Gintung; zero floating net cages*

PENDAHULUAN

Situ Gintung merupakan danau buatan yang terletak di wilayah Ciputat Timur, berfungsi sebagai daerah resapan dan taman wisata sejak tahun 1970. Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Tangerang Selatan No. 15 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Tangerang Selatan Tahun 2011-2031, Situ Gintung yang memiliki luas 21,49 ha dijadikan sebagai salah satu pengembangan unit air baku. Situ Gintung mulai mengalami penambahan fungsi akibat aktivitas warga di sekitar perairan. Fungsi awal perairan ini sebagai daerah resapan dan pengembangan air baku bertambah menjadi sarana budidaya ikan dengan sistem karamba jaring apung (KJA).

Dampak budidaya ikan dengan sistem KJA diduga telah mengubah kualitas dan status nutrisi pada perairan (Sulastri, 2018). Aktivitas budidaya sistem KJA yang dikelola secara intensif memberikan beban cemaran organik yang besar terhadap perairan di Waduk Cirata (Ardi, 2013), Saguling, Jatiluhur (Nastiti *et al.*, 2001), dan Danau Maninjau, Sumatera Barat (Syandri *et al.*, 2014). Lebih lanjut, Viani & Retnaningdyah (2018) melaporkan budidaya sistem KJA telah menurunkan status nutrisi perairan yang eutrofik menjadi hiper-eutrofik, serta terjadi pencemaran bahan organik ringan hingga sedang berdasarkan bioindikator diatom. Hal tersebut disebabkan oleh sisa pakan yang tidak dikonsumsi ikan akan terakumulasi dan menambah beban cemaran organik pada perairan. Beban cemaran organik yang tinggi berbanding lurus dengan proses degradasi oleh mikroorganisme heterotrofik secara aerob sehingga menurunkan kandungan oksigen terlarut di perairan (Pujiastuti *et al.*, 2013).

Selama lebih dari satu dekade budidaya sistem KJA terus meningkat pada perairan Situ Gintung. Peningkatan jumlah budidaya sistem KJA diduga akan meningkatkan beban cemaran organik di dalamnya. Bahri *et al.* (2015) melaporkan keadaan perairan daerah KJA memiliki nilai kandungan oksigen terlarut terendah dibandingkan stasiun lainnya. Hal tersebut diduga

tingginya kandungan bahan organik akibat akumulasi pakan yang tidak dikonsumsi ikan. Penelitian kualitas perairan menggunakan bioindikator seperti fitoplankton (Assuyuti *et al.*, 2017a) dan gastropoda (Assuyuti *et al.*, 2017a; Rijaluddin *et al.*, 2017) menunjukkan bahwa kualitas perairan Situ Gintung tercemar sedang dengan status nutrisi eutrofik.

Program area bebas KJA atau yang lebih dikenal sebagai *zero KJA* merupakan program yang dibuat berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 Tentang Percepatan Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Daerah Aliran Sungai Citarum. Program ini juga diterapkan di Situ Gintung dengan tujuan mampu meningkatkan proses *self purification* pada perairan sehingga meningkatkan kualitas dan status nutrisi pada perairan Situ Gintung. Kualitas dan status nutrisi perairan dapat diketahui menggunakan indeks biotik sebagai bioindikator seperti plankton dan gastropoda. Oleh karena itu, perlunya dilakukan penelitian ini untuk mengetahui kualitas dan status nutrisi perairan Situ Gintung setelah penerapan program *zero KJA* berdasarkan indeks biotik.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Maret 2019. Pengambilan sampel dilakukan di Situ Gintung, Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten. Pengujian kualitas kimia-fisik perairan dilakukan di Laboratorium Lingkungan Pusat Laboratorium Terpadu (PLT). Identifikasi sampel plankton dilakukan di Laboratorium Ekologi Pusat Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air dilakukan pada lima stasiun menggunakan *water bottle sampler* dengan kedalaman 0-0,50 m dan dilakukan pengulangan tiga kali setiap stasiun. Stasiun-1, 2, dan 5 daerah yang terdapat KJA dan merupakan *inlet* perairan. Stasiun-3 adalah daerah

yang tidak terdapat KJA dan merupakan *outlet* perairan. Stasiun-4 adalah daerah yang tidak terdapat KJA dan merupakan *inlet* untuk daerah dimanfaatkan perkebunan oleh warga sekitar (Gambar 1). Faktor kimia-fisik yang diukur adalah suhu air, derajat keasaman (pH) air, kecerahan, padatan terlarut total (TDS), kekeruhan (turbiditas), dan oksigen terlarut (DO) dilakukan secara *in situ* dengan *water quality checker* (WQC) (Horiba). Sampel air dimasukkan ke dalam botol *winkler* kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengukuran kandungan nitrit dan fosfat dengan menggunakan UV-Vis Spektrofotometer (Perkin Elmer).

Pengambilan sampel plankton berdasarkan Bellinger & Sigee (2010) dengan modifikasi, yaitu sebanyak 20 L air dilewatkan pada *plankton net* berukuran 50 μ m hingga diperoleh 20 mL dan ditetesi Lugol's iodine 10% (Suthers & Rissik, 2009). Identifikasi dilakukan dengan mengacu pada Bellinger & Sigee (2015).

Sampel gastropoda diambil pada bagian tepi situ berdasarkan Assuyuti *et al.* (2017b) dengan cara *hand collecting* pada kuadrat 1 m x 1 m, dengan pengulangan tiga kali pada tiap stasiunnya. Gastropoda yang ditemukan selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah dan diberi label. Sampel kemudian diamati dan identifikasi berdasarkan petunjuk Marwoto *et al.* (2011).

Analisis Data

Hasil pengukuran sifat kimia-fisik Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kimia-fisik air dianalisis

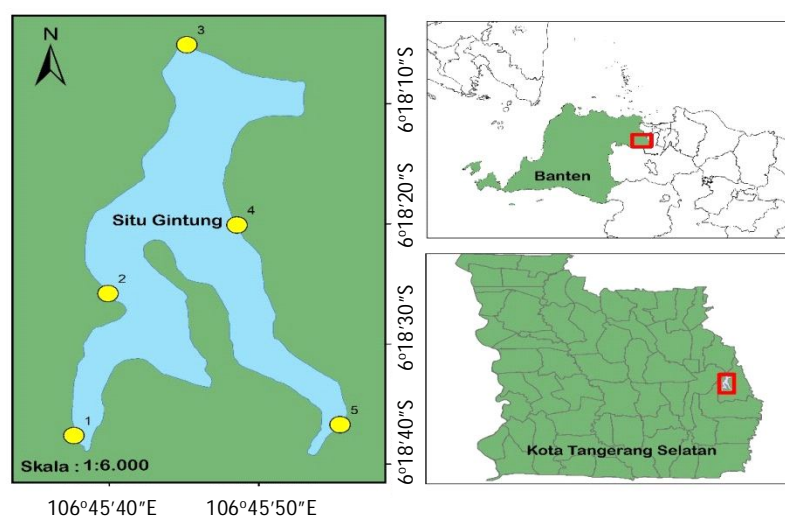
menggunakan *water quality index* (WQI) yang merujuk Koçer & Sevgili (2014) dengan kriteria dibagi menjadi lima kelas berdasarkan nilai indeks yaitu sangat baik (91-100), baik (71-90), sedang (51-70), buruk (26-50), dan sangat buruk (0-25). Kepadatan plankton dihitung dengan metode *Lackey Drop Microtransect Counting* (APHA, 2005). Perhitungan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, dominansi dan pemerataan plankton dan gastropoda berdasarkan Brower *et al.* (1990) yang dikategorikan sebagai kualitas perairan berdasarkan Shantala *et al.* (2009). Indeks kualitas perairan menggunakan indeks saprobik (X) (Dresscher & Mark, 1976) dan indeks diatom (Nygaard, 1949).

HASIL DAN BAHASAN

Kimia-Fisik dan Nilai *Water Quality Index* (WQI)

Rata-rata nilai kimia-fisik perairan memberikan pola yang beragam untuk setiap peubah ada setiap periode (Tabel 1). Peubah yang memiliki nilai standar seperti suhu, pH, padatan terlarut total, dan oksigen terlarut berada di dalam kisaran baku mutu yang ditentukan, sedangkan untuk nilai nitrit di periode Maret, nilai fosfat di periode Januari dan Maret. Kondisi tersebut diduga adanya cemaran limbah pada perairan (Putri *et al.*, 2019). Lebih lanjut, Nasir *et al.* (2018) melaporkan kegiatan antropogenik seperti pertanian, perkebunan, pertambakan, dan aktivitas rumah tangga memberikan banyak masukan nutrisi pada perairan.

Kecerahan perairan Situ Gintung telah mengalami penurunan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, Assuyuti *et al.* (2019) melaporkan



Gambar 1. Peta pengambilan sampel di Situ Gintung, Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten.

Figure 1. Map of sampling site in Gintung Reservoir, East Ciputat, South Tangerang City Banten Province.

Tabel 1. Rata-rata nilai kimia-fisik perairan Situ Gintung, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten
 Table 1. Average value of waters physicochemistry in Gintung Reservoir, South Tangerang City Banten Province

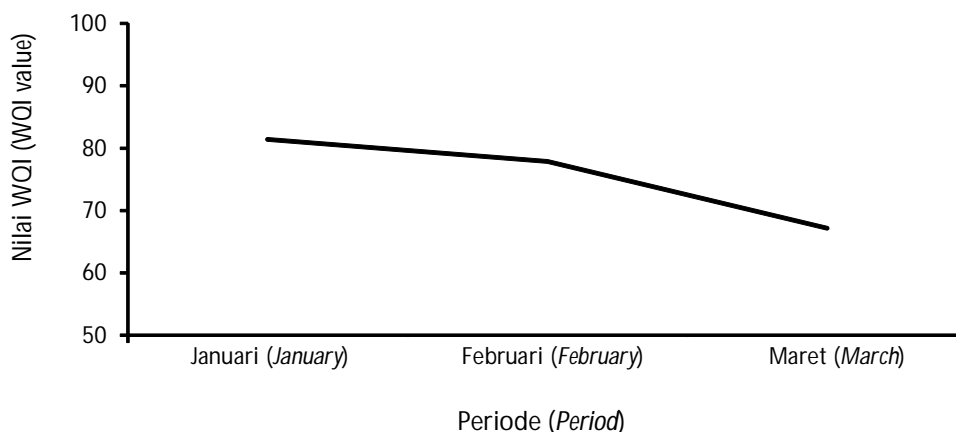
Peubah Parameters	Periode (Periods)			Standar baku mutu* Quality standards*
	Januari January	Februari February	Maret March	
Suhu Temperature (°C)	31.36 ± 2.38	32.18 ± 0.7	32.41 ± 0.65	± 3°C suhu udara ± 3°C air temperature
pH	9 ± 0.38	8.52 ± 0.75	8.07 ± 0.87	9
Daya hantar listrik Electroconductivity (µs/cm)	200 ± 20	316 ± 65.42	157 ± 7.87	-
Padatan terlarut total Total dissolved solid (mg/L)	94 ± 11.4	146 ± 31.3	78.4 ± 3.9	1,000
Kekeruhan (Turbidity) (FTU)	53.4 ± 2.07	44.64 ± 2.45	57.32 ± 7.14	-
Oksigen terlarut Dissolved oxygen (mg/L)	11.42 ± 3.71	7.74 ± 1.48	7.28 ± 1.08	6
Kecerahan (Brightness) (m)	0.16 ± 0.02	0.3 ± 0.05	0.24 ± 0.05	-
Nitrit (Nitrite) (mg/L)	0.02 ± 0.001	0.03 ± 0.002	1.61 ± 0.026	0.06
Fosfat (Phosphate) (mg/L)	0.1 ± 0.023	0.005 ± 0.0007	0.06 ± 0.005	0.02

Keterangan: * Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Air Kelas 1
 Note: * Based on the Government Indonesia Regulation Number 22/2021 Water Quality Class 1)

kecerahan Situ Gintung pada tahun 2015 sebesar 0,21-0,61 m dan pada tahun 2016 sebesar 0,26-0,39 m (Wardhana *et al.*, 2017). Turbiditas memiliki hubungan berbanding terbalik dengan kecerahan. Partikel tersuspensi seperti partikulat tanah liat, lumpur, partikel koloid, *blooming algae*, debris, dan mikroorganisme akan meningkatkan nilai turbiditas perairan (Balakrishnan & Selvaraju, 2014). Hal tersebut akan menghalangi penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan sehingga nilai kecerahan akan rendah. Tingginya nilai kekeruhan juga dapat menyebabkan terganggunya proses osmoregulasi organisme akuatik.

Nilai WQI Situ Gintung teramati mengalami penurunan dari periode Januari (81,42); Februari (77,86) hingga Maret (67,14) (Gambar 2). Perairan Situ Gintung periode Januari dan Februari berdasarkan nilai WQI memiliki kualitas baik dan pada periode Maret memiliki kualitas perairan berdasarkan nilai WQI yaitu, sedang.

Hasil WQI penelitian ini melaporkan bahwa perairan Situ Gintung masih dalam kondisi tercemar ringan yang disebabkan oleh terjadinya pengayaan nutrisi di dalam perairan baik yang masuk, maupun residu yang tersisa. Pada penelitian sebelumnya Bahri *et al.* (2015)



Gambar 2. Nilai water quality index (WQI) perairan Situ Gintung, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten pada setiap periode.

Figure 2. Variation of WQI value in Gintung Reservoir, South Tangerang City Banten Province at different periods measurement.

dan Assuyuti *et al.* (2019) hasil analisis kualitas perairan Situ Gintung menggunakan metode yang sama yaitu, WQI berada pada kategori tercemar sedang hingga ringan. Berbeda dengan nilai WQI pada beberapa penelitian sebelumnya, nilai WQI di setiap periode penelitian ini lebih rendah dari Danau Maninjau dan Rawa Pening, yaitu masing-masing 89,34 dan 79,72 (Nazir *et al.*, 2017). Lebih lanjut, Sukmawati *et al.* (2019) melaporkan nilai WQI Danau Beratan, yaitu 82 yang mengindikasikan kualitas air yang baik. Menurut Muhtadi *et al.* (2017), kualitas air yang baik diduga berkaitan dengan daya tampung beban pencemaran (DTBP) perairan yang masih sesuai dengan pemanfaatannya.

Kepadatan Fitoplankton dan Zooplankton

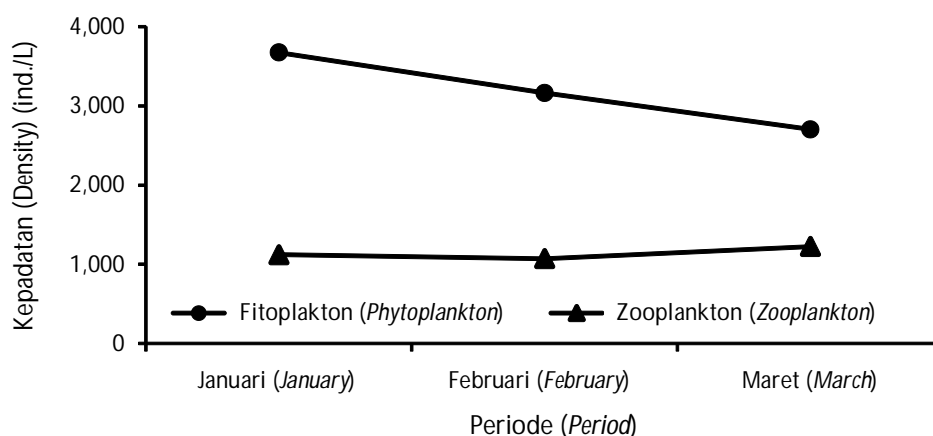
Kepadatan fitoplankton terus mengalami penurunan dari bulan Januari hingga Maret yaitu dari 3.673 menjadi 2.704 ind./L (Gambar 3). Berbeda pola dengan kepadatan zooplankton yang mengalami fluktuasi dari Januari (1.122 ind./L), mengalami penurunan pada Februari (1.071 ind./L), dan mengalami peningkatan pada Maret (1.224 ind./L). Penurunan jumlah kepadatan fitoplankton disebabkan meningkatnya jumlah zooplankton yang merupakan pemangsa alami. Tidak terlihat adanya seleksi taksa fitoplankton yang dimangsa oleh zooplankton (*Daphia* sp.). Penurunan kepadatan populasi hampir merata pada seluruh jenis fitoplankton (Chrismadha & Widoretno, 2016) namun Lotocka (2001) melaporkan terjadinya hambatan pemangsaan dan asimilasi fitoplankton oleh beberapa jenis kelompok Cyanobacter seperti *Microcystis* sp. akibat cyanotoxin yang dihasilkan.

Kepadatan fitoplankton pada penelitian ini (setelah diterapkan *zero* KJA) lebih tinggi dibandingkan

penelitian Assuyuti *et al.* (2017a) pada 2015 di Situ Gintung yang memiliki kisaran 14.413-28.380 ind./L (sebelum diterapkan *zero* KJA). Perbedaan jumlah kepadatan tersebut diduga adanya pengaruh penerapan kebijakan *zero* KJA sejak awal periode penelitian yang menyebabkan jumlah ikan budidaya sebagai pemangsa fitoplankton yang mengalami penurunan. Lebih lanjut, Samudra *et al.* (2013) kelimpahan fitoplankton stasiun perairan non-KJA Danau Rawa Pening lebih tinggi (19.012 ind./L) dibandingkan dengan stasiun KJA (14.356 ind./L), maupun muara (11.058 ind./L) karena ketersediaan unsur fosfor di stasiun non-KJA lebih banyak dan fitoplankton di stasiun KJA banyak yang dimakan oleh ikan budidaya. Berbeda keadaan dengan kepadatan zooplankton yang berada pada keadaan tetap dan cenderung tidak mengalami penurunan; diduga terjadi pengurangan pada jumlah pemangsanya yaitu ikan budidaya sistem KJA yang salah satu di antaranya ikan nila (Haribowo *et al.*, 2019). Sagala (2015) melaporkan ikan nila merupakan omnivor dan zooplankton merupakan pakan alami ikan nila yang berumur tiga bulan.

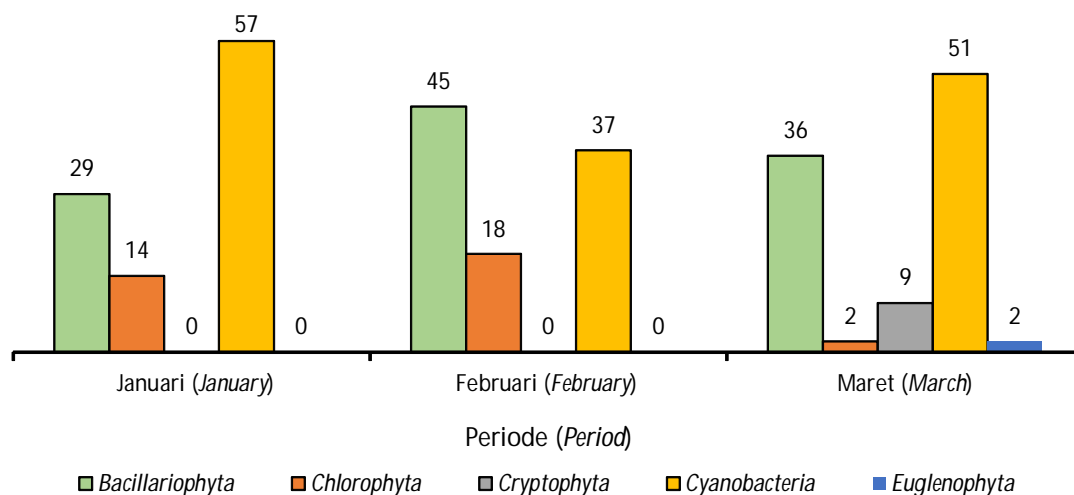
Komposisi Sebaran Fitoplankton dan Zooplankton

Komposisi fitoplankton pada periode pengamatan mengalami fluktuasi dan perubahan komposisi penyusunnya (Gambar 4). Periode Januari didominasi oleh kelompok Cyanobacteria (57%), Bacillariophyta (29%), dan Chlorophyta (14%). Terjadi perubahan komposisi pada periode Februari yang didominasi oleh Bacillariophyta (45%) diikuti oleh Cyanobacteria (37%) lalu Chlorophyta (18%). Periode Maret terdapat penambahan dua kelompok yaitu Cyanobacteria dan Euglenophyta, dengan dominansi Cyanobacteria (51%) kemudian diikuti oleh Bacillariophyta (36%),



Gambar 3. Kepadatan fitoplankton dan zooplankton di perairan Situ Gintung, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten.

Figure 3. Density of phytoplankton and zooplankton in Gintung Reservoir, South Tangerang City Banten Province.



Gambar 4. Persentase komposisi kelompok fitoplankton di perairan Situ Gintung, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten.

Figure 4. Percentage of phytoplankton group compositions in Gintung Reservoir, South Tangerang City Banten Province.

Cryptophyta (9%), Chlorophyta (2%), dan Euglenophyta (2%).

Komposisi kelompok fitoplankton pada setiap periode penelitian secara keseluruhan didominasi oleh kelompok *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, dan *Cyanobacteria* yang merupakan komposisi penyusun ekosistem lentik pada umumnya. Berdasarkan komposisi kelompok penyusunnya Situ Gintung berada pada status nutrien eutrofik (Mukherjee *et al.*, 2010). Jumlah jenis fitoplankton pada penelitian ini lebih sedikit dibandingkan Assuyuti *et al.* (2017a) yaitu terdapat 64 jenis dari tujuh kelompok fitoplankton. Penurunan kehadiran jenis pada penelitian diduga terdapat gangguan pada rantai makanan di ekosistem tersebut, sehingga muncul kelompok-kelompok yang mampu beradaptasi akan tetap bertahan dan yang tidak mampu beradaptasi akan hilang. Samudra *et al.* (2013) dan Persada *et al.* (2018) juga melaporkan terdapat tiga kelas fitoplankton yaitu, *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, dan *Cyanobacteria* mendominasi dibandingkan kelas lain pada Danau Rawa Pening dan Danau Buyan di area KJA.

Terdapat jenis-jenis fitoplankton yang kemunculannya hanya di periode tertentu dan di setiap periode (Tabel 2). Jenis fitoplankton seperti *Chroococcus* sp., *Nitzschia* sp., *Oscillatoria* sp., dan *Stephanodiscus* sp. teramati muncul selama periode pengamatan. Berdasarkan kehadiran jenis fitoplankton pada penelitian ini, terdapat perubahan jenis penyusun komposisi di setiap periode. Hal tersebut diduga telah terjadi perubahan kualitas ataupun nutrien di perairan (Barinova & Chekryzheva, 2014; Jindal *et al.*, 2014).

Jenis *Chroococcus* sp. dan *Oscillatoria* sp. merupakan jenis yang mampu beradaptasi dengan baik di berbagai kondisi lingkungan dan perairan dengan suhu hangat (Kobos *et al.*, 2013; Lu *et al.*, 2013). Jenis fitoplankton yang selalu ditemui di setiap periode penelitian merupakan fitoplankton yang menjadi indikator perairan tercemar (Abdel-Raouf *et al.*, 2012).

Kehadiran jenis zooplankton menunjukkan hasil yang sama di setiap periode. Terdapat tiga jenis zooplankton yang teramati muncul di setiap periode, yaitu *Brachionus* sp., *Daphnia* sp., dan *Nauplius* sp. (Tabel 3). Komposisi kelompok Rotifera, yaitu *Brachionus* sp. dan kelompok Arthropoda, yaitu *Daphnia* sp. dan *Nauplius* sp. Setiawati *et al.* (2018) melaporkan Rotifera merupakan kelompok zooplankton yang umum ditemukan di perairan tawar. Kehadiran kelompok-kelompok tersebut yang mendominasi akibat tidak terdapatnya pemangsa alami yaitu ikan budidaya mengindikasikan Situ Gintung dalam keadaan tercemar. Lebih lanjut, Muhtadi *et al.* (2015) melaporkan komposisi jenis zooplankton di Danau Pondok Lapan yang tercemar limbah antropogenik, yaitu *Brachionus* sp. dan *Nauplius* sp. Prasiwi & Wardhani (2018) juga melaporkan kualitas perairan Waduk Cirata yang tercemar dengan dominasi komposisi jenis zooplankton *Brachionus* sp.

Indeks Fitoplankton dan Zooplankton

Nilai indeks H', D, dan E pada fitoplankton dan zooplankton teramati memiliki pola yang beragam (Gambar 5). Nilai H' fitoplankton pada setiap periode teramati adanya fluktuasi. Periode Januari sebesar 2,04; Februari sebesar 1,78; dan Maret sebesar 1,98.

Tabel 2. Kehadiran jenis fitoplankton di perairan Situ Gintung, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten

Table 2. The presence of phytoplankton species in Gintung Reservoir, South Tangerang City Banten Province

Nama jenis <i>Species</i>	Periode (Periods)			2015 Assuyuti et al. (2017 ^a)
	Januari <i>January</i>	Februari <i>February</i>	Maret <i>March</i>	
<i>Amphora</i> sp.	√	—	—	—
<i>Anabaena</i> sp.	√	√	—	√√√
<i>Arthrospira</i> sp.	√	—	—	—
<i>Caloneis</i> sp.	√	—	—	—
<i>Chroococcus</i> sp.	√	√	√	√√√
<i>Cryptomonas</i> sp.	—	—	√	√√√
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	√	—	—	√√
<i>Eudorina</i> sp.	—	√	—	√√√
<i>Gloeocapsa</i> sp.	√	—	√	√√√
<i>Merismopedia</i> sp.	√	—	√	√√√
<i>Microcystis</i> sp.	√	—	√	√√
<i>Monoraphidium</i> sp.	√	—	—	√√√
<i>Nitzschia</i> sp.	√	√	√	√√√
<i>Oscillatoria</i> sp.	√	√	√	√√√
<i>Pandorina</i> sp.	—	√	—	√√√
<i>Phacus</i> sp.	—	—	√	√
<i>Scenedesmus</i> sp.	√	√	√	√√√
<i>Sphaerocystis</i> sp.	√	—	—	√√√
<i>Stephanodiscus</i> sp.	√	√	√	—

Keterangan (Note):

√√√ = Hadir di setiap periode pengamatan (Present in each period)

√√ = Hadir di dua dari tiga periode pengamatan (Present in two from three periods)

√ = Hadir di satu dari tiga periode pengamatan (Present in one from three periods)

Tabel 3. Kehadiran jenis zooplankton di perairan Situ Gintung, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten

Table 3. The presence of zooplankton species in Gintung Reservoir, South Tangerang City Banten Province

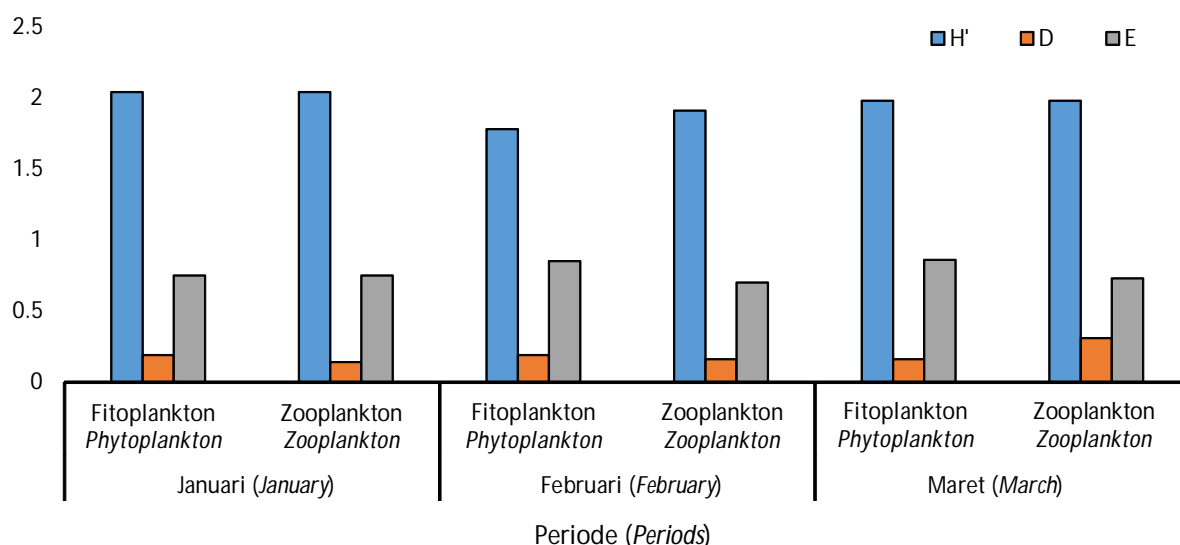
Nama jenis <i>Species</i>	Periode (Periods)		
	Januari <i>January</i>	Februari <i>February</i>	Maret <i>March</i>
<i>Brachionus</i> sp.	√	√	√
<i>Daphnia</i> sp.	√	√	√
<i>Nauplius</i> sp.	√	√	√

Nilai H' di semua periode berada dalam kategori sedang dengan kualitas air tercemar sedang (Shanthala et al., 2009). Nilai D fitoplankton pada setiap periode mengalami penurunan. Nilai D periode Januari sebesar 0,19; Februari 0,19; dan Maret 0,16 yang menunjukkan tidak adanya dominansi. Nilai E pada periode penelitian mengalami peningkatan. Pada periode Januari sebesar

0,75; Februari sebesar 0,85; dan Maret sebesar 0,86; yang menunjukkan pemerataan tinggi dan belum menunjukkan adanya spesies yang mendominasi.

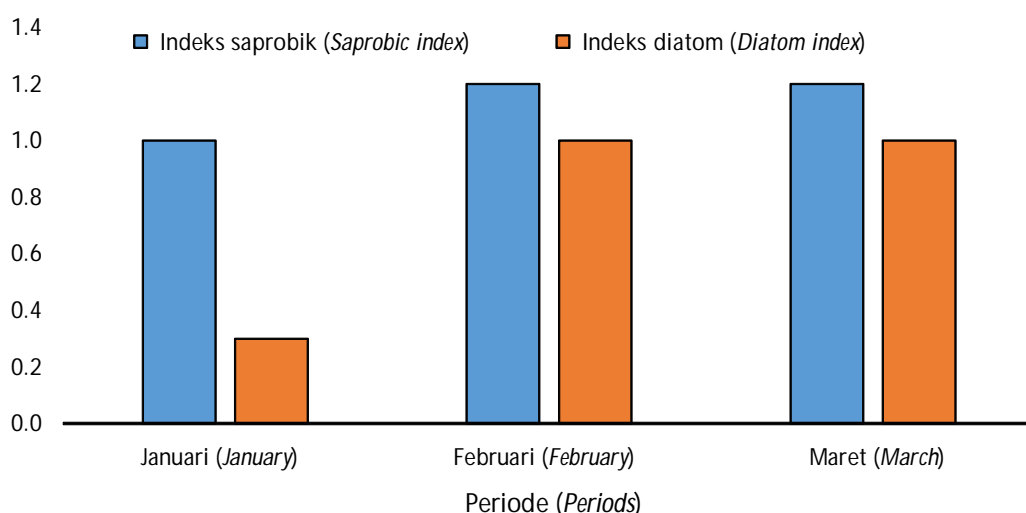
Indeks Kualitas Perairan

Indeks penilaian kualitas perairan menggunakan indeks saprobik (X) dan indeks diatom (Gambar 6).



Gambar 5. Indeks keanekaragaman (H'), dominansi (D), dan kemerataan (E) fitoplankton dan zooplankton di perairan Situ Gintung, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten.

Figure 5. Diversity, dominance, and evenness indexes of phytoplankton and zooplankton in Gintung Reservoir, South Tangerang City Banten Province.



Gambar 6. Nilai indeks kualitas perairan berdasarkan komposisi jenis fitoplankton di perairan Situ Gintung, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten.

Figure 6. Water quality index based on composition of phytoplankton in Gintung Reservoir, South Tangerang City Banten Province.

Indeks saprobik digunakan untuk mengetahui tingkat cemaran suatu perairan dan indeks diatom untuk mengetahui status nutrisi atau tingkat trofik perairan. Pada periode Januari, Februari dan Maret indeks saprobik secara berurutan teramati masing-masing sebesar 1,0; 1,0; dan 1,2. Nilai X pada setiap periode masih berada dalam satu kategori fase saprobik yaitu α -oligosaprobik dengan adanya kontaminasi senyawa organik dan anorganik di dalamnya. Nilai X pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan di Danau Galela dengan fase β -mesosaprobik (tercemar

ringan) hingga α -mesosaprobik (cukup berat) (Soeprbowati *et al.*, 2020) dan lebih rendah dibanding penelitian yang dilakukan Ramadhan *et al.* (2016; 2019) di kawasan Situ Gunung dengan kategori tercemar ringan (β -mesosaprobik) hingga sangat ringan (oligosaprobik) oleh bahan organik. Perbedaan nilai X pada setiap perairan dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik di lingkungan sekitar perairan, semakin tinggi aktivitas maka tingkat pencemaran akan semakin tinggi.

Nilai indeks diatom pada penelitian ini teramati ada kenaikan dari periode Januari yang sebesar 0,3 hingga 1,0 di periode Februari. Nilai indeks diatom pada periode Februari dan Maret memiliki nilai yang sama yaitu 1,0. Terdapat peningkatan status trofik perairan Situ Gantung yang berawal oligotrofik di periode Januari menjadi mesotrofik di periode Februari dan Maret, meskipun secara komposisi jenis penyusun mulai mengarah ke eutrofik.

Komposisi dan Keanekaragaman Gastropoda

Berdasarkan hasil pengamatan ditemukan tujuh jenis gastropoda yang terdiri atas lima famili di Situ Gantung (Tabel 4). Hasil yang ditemukan memiliki jenis yang lebih sedikit dari hasil penelitian sebelumnya. Assuyuti *et al.* (2017b) melaporkan ditemukan 11 jenis gastropoda. Pengamatan setelah penerapan program zero KJA tidak ditemukan empat jenis gastropoda yaitu *Gyraulus convexiuculus*, *Melanoides plicaria*, *Tarebia granifera*, dan *Thiara scabra*. Perubahan jenis gastropoda yang ditemukan diduga karena adanya perubahan faktor kimia-fisik perairan sebelum dan sesudah program zero KJA. Menurut Du *et al.* (2011), perubahan komunitas moluska dapat disebabkan karena adanya perubahan kualitas perairan. Assuyuti *et al.* (2017a) melaporkan keberadaan gastropoda dipengaruhi oleh kecerahan dan suhu perairan.

Menurunnya jenis gastropoda yang ditemukan juga mengindikasikan Situ Gantung mengalami peningkatan kondisi trofik danau. Penelitian Carlsson (2001)

menunjukkan danau distrofik memiliki jenis gastropoda paling rendah. Jumlah jenis gastropoda yang hadir akan terus meningkat dari tingkat oligotrofik hingga eutrofik. Individu gastropoda yang paling banyak ditemukan yaitu dari jenis *Pomacea canaliculata*. Menurut Qiu & Kwong (2009), *Pomacea* sp. merupakan salah satu makrozoobentos invasif. Selain itu, jenis ini juga dapat bertahan hidup di lingkungan perairan yang terkontaminasi polutan biokimia (Chiu *et al.*, 2014). Daya adaptasi yang tinggi, serta kondisi lingkungan yang sesuai, diduga menjadi penyebab jenis *Pomacea canaliculata* menjadi individu yang paling banyak ditemukan di Situ Gantung.

Kepadatan individu rata-rata setelah penerapan zero KJA terlihat paling tinggi pada stasiun-2 yaitu 1,22 ind./m²; sedangkan stasiun-4 memiliki kepadatan individu paling rendah yaitu 0,85 ind./m² (Gambar 7). Namun kepadatan individu rata-rata gastropoda setelah penerapan zero KJA terlihat lebih rendah dibandingkan sebelum zero KJA di semua stasiun (Gambar 7). Nilai nitrit yang melebihi baku mutu (Tabel I) diduga menyebabkan turunnya jumlah individu gastropoda yang ditemukan. Penelitian Savia *et al.* (2016) menunjukkan kepadatan gastropoda memiliki korelasi positif dengan pH dan oksigen terlarut sedangkan total nitrogen berkorelasi negatif dengan kepadatan dan jumlah spesies gastropoda.

Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') tertinggi ada pada bulan Februari (1,45) dan terendah terlihat pada bulan Maret (1,07). Indeks dominansi

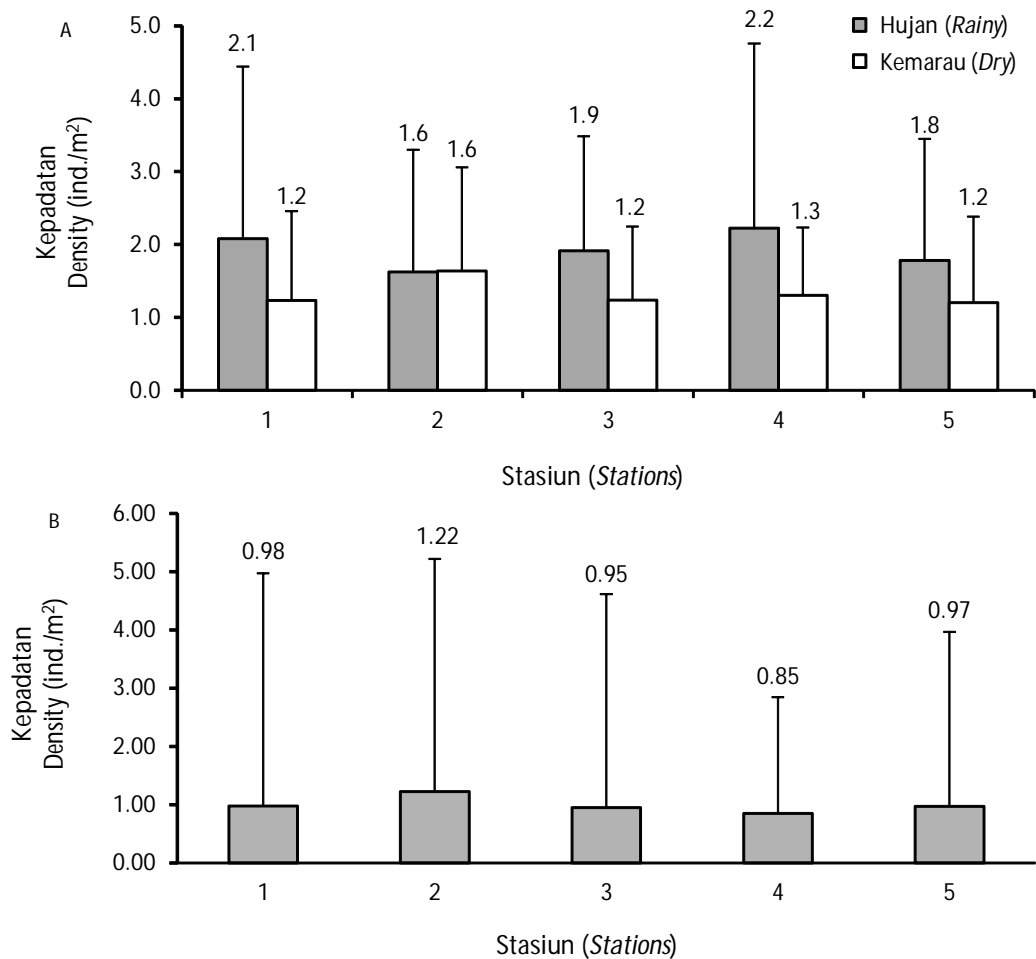
Tabel 4. Jenis gastropoda yang ditemukan di Situ Gantung sebelum dan sesudah penerapan Program zero karamba jaring apung (KJA)

Table 4. Species of gastropods found in Gintang Reservoir before and after implementation of zero NFC program

Famili Family	Nama jenis Species	Tahun (Year)	
		2019	2016*
Ampullariidae	<i>Pomacea canaliculata</i>	✓	✓
	<i>Lymnaea rubiginosa</i>	✓	✓
Planorbidae	<i>Gyraulus convexiuculus</i>	-	✓
	<i>Indoplanorbis exustus</i>	✓	✓
	<i>Physastra stagnalis</i>	✓	✓
Thiaridae	<i>Melanoides plicaria</i>	-	✓
	<i>Melanoides tuberculata</i>	✓	✓
	<i>Tarebia granifera</i>	-	✓
	<i>Thiara scabra</i>	-	✓
Viviparidae	<i>Filopaludina javanica</i>	✓	✓
	<i>Filopaludina sumatrensis</i>	✓	✓

Keterangan: * Data musim hujan dari Assuyuti *et al.* (2017b)

Note: * Rainy season data from Assuyuti *et al.* (2017b)



Sumber (Source): Assuyuti *et al.* (2017b)

Gambar 7. Kepadatan individu gastropoda tiap stasiun: (A) sebelum program zero KJA, (B) setelah penerapan zero KJA tahun 2016 di perairan Situ Gintung, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten.

Figure 7. Individual density of gastropods each station: (A) after zero FNC program, (B) before zero FNC implementation on 2016 in Gintung Reservoir, South Tangerang City Banten Province.

terlihat meningkat dari bulan Januari (0,30) sampai bulan Maret (0,44). Nilai indeks dominansi berada pada nilai rendah pada Januari dan Februari yang berarti tidak ada spesies yang dominansi dan pada Maret mendekati 0,50 karena ada dominansi dari jenis *P. canaliculata*. Indeks kemerataan berada pada 0,55-0,74. Nilai kemerataan tinggi pada Januari dan Februari, lalu turun pada bulan Maret (Tabel 5).

Hasil penelitian Assuyuti *et al.* (2017b) menunjukkan nilai keanekaragaman yang lebih tinggi dari nilai bulan Maret, sedangkan nilai dominansi terlihat lebih tinggi dan nilai kemerataan yang lebih rendah. Berdasarkan hasil tersebut dapat terlihat

adanya efek penerapan zero KJA terhadap keanekaragaman gastropoda yang ada di Situ Gintung. Nilai indeks keanekaragaman, kemerataan, dan dominansi di suatu ekosistem danau sangat dipengaruhi oleh peubah fisik-kimia perairan, musim dan aktivitas antropogenik (Surbakti, 2011; Mola & Abdel Gawad, 2014; Putri *et al.*, 2017).

Berdasarkan sifat kimia-fisik dan indeks biotik setelah penerapan program zero KJA kualitas perairan Situ Gintung semakin menurun dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Bahri *et al.*, 2015; Wardhana *et al.*, 2017; Assuyuti *et al.*, 2019). Proses *self purification* diduga tidak berjalan dengan baik, karena penerapan

Tabel 5. Indeks keanekaragaman gastropoda di perairan Situ Gintung, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten

Table 5. Diversity index of gastropods in Gintung Reservoir, South Tangerang City Banten Province

Nilai indeks Index values	Periode (Periods)			2016*
	Januari January	Februari February	Maret March	
H'	1.42	1.45	1.07	1.37
D	0.30	0.31	0.44	0.57
E	0.73	0.74	0.55	0.38

Keterangan: * Data musim hujan dari Assuyuti *et al.* (2017b)Note: * Rainy season data from Assuyuti *et al.* (2017b)

zero KJA dilakukan secara tidak bertahap. Hal ini menyebabkan gangguan tingkat trofik pada rantai makanan ekosistem tersebut.

KESIMPULAN

Setelah penerapan kebijakan *zero KJA*, karakteristik peubah kimia-fisika perairan Situ Gintung secara keseluruhan masih berada di dalam kisaran baku mutu PP. No. 22 Tahun 2021, namun peubah pH dan nitrit perlu diperhatikan karena berada di atas nilai baku mutu. Berdasarkan komposisi, kehadiran, dan indeks keanekaragaman biotik jenis menunjukkan Situ Gintung dalam kondisi tercemar sedang dan eutrofik, serta diduga akan terjadi ledakan populasi dari zooplankton akibat penurunan jumlah populasi pemangsanya. Nilai X dan indeks diatom menunjukkan Situ Gintung, Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten masih tercemar senyawa organik dan anorganik di dalamnya. Kebijakan *zero KJA* sebaiknya dilakukan secara bertahap dan setelah menganalisis daya tampung perairan Situ Gintung terlebih dahulu agar tidak menimbulkan ledakan jenis populasi lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) UIN Syarif Hidayatullah (Nomor UN.01/KPA/507/2019) yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- Abdel-Raouf, N., Al-Homaidan, A.A., & Ibraheem, I.B.M. (2012). Microalgae and wastewater treatment. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 19(3), 257-275. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.04.005>.
- APHA. (2005). Standart method for the examination of water and wastewater. 21th Ed. Washington D.C.: American Public Health.
- Ardi, I. (2013). Budidaya ikan sistem keramba jaring apung guna menjaga keberlanjutan lingkungan perairan Waduk Cirata. *Media Akuakultur*, 8(1), 23-29. <https://doi.org/10.15578/ma.8.1.2013.23-29>.
- Assuyuti, Y.M., Rijaluddin, A.F., Ramadhan, F., & Tokeshi, M. (2017a). Population And Diversity Of Phytoplankton On Ramadan In Situ Gintung Lake, South Tangerang, Banten Province, Indonesia. *El-Hayah*, 6(2), 57. <https://doi.org/10.18860/elha.v6i2.4882>.
- Assuyuti, Y.M., Rijaluddin, A.F., Ramadhan, F., Zikrillah, R.B., & Kusuma, D.C. (2017b). Struktur Komunitas Dan Distribusi Temporal Gastropoda Di Danau Situ Gintung, Tangerang Selatan, Banten. *Scripta Biologica*, 4(3), 139. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2017.4.3.432>.
- Assuyuti, Y.M., Rijaludin, A.F., & Ramadhan, F. (2019). Indeks kualitas perairan dan fitoplankton periode ramadan di Situ Gintung, Tangerang Selatan, Banten. *Biotropic The Journal of Tropical Biology*, 3(2), 101-121.
- Bahri, S., Ramadhan, F., & Reihannisa, I. (2015). Kualitas perairan Situ Gintung, Tangerang Selatan. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 3(1), 16-22. <https://doi.org/10.24252/bio.v3i1.561>.
- Balakrishnan, E. & Selvaraju, M. (2014). Water quality variation and screening of microalgal distribution in thachan pond Chidambaram taluk of Tamil nadu. *International Journal of Biological Research*, 2(2), 90-95. <https://doi.org/10.14419/ijbr.v2i2.3199>.
- Barinova, S. & Chekryzheva, T. (2014). Phytoplankton dynamic and bioindication in the Kondopoga Bay, Lake Onego (Northern Russia). *Journal of Limnology*, 73(2), 80-95. <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2014.820>.
- Bellinger, E.G. & Sigee, D.C. (2010). Freshwater Algae: Identification and use as bioindicators.

- Wiley-Blackwell. file:///C:/Users/youhe/Downloads/kdoc_o_00042_01.pdf.
- Bellinger, E.G. & Sigeo, D.C. (2015). Freshwater algae: Identification, enumeration and use as bioindicators. John Wiley and Sons LTD. West Sussex, UK.
- Brower, J.E., Zar, J.H., & Ende, V.N.V. (1990). Field and laboratory methods for general ecology. 3rd Edition. WMC. Brown Publisher.
- Carlsson, R. (2001). Freshwater snail communities and lake classification. An example from the Åland Islands, Southwestern Finland. *Limnologica*, 31(2), 129-138. [https://doi.org/10.1016/S0075-9511\(01\)80007-4](https://doi.org/10.1016/S0075-9511(01)80007-4).
- Chiu, Y.-W., Wu, J.-P., Hsieh, T.-C., Liang, S.-H., Chen, C.-M., & Huang, D.-J. (2014). Alterations of biochemical indicators in hepatopancreas of the golden apple snail, *Pomacea canaliculata*, from paddy fields in Taiwan. *Journal of Environmental Biology*, 35, 667-673.
- Chrismadha, T. & Widoretno, M.R. (2016). Pola pemangsaan fitoplankton oleh zooplankton *Daphnia magna*. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 23(2), 75-83.
- Dresscher, T.G.N. & van der-Mark, H. (1976). A simplified method for the biological assessment of the quality of fresh and slightly brackish water. *Hydrobiologia*, 48(3), 199-201.
- Du, L.N., Li, Y., Chen, X.Y., & Yang, J.X. (2011). Effect of eutrophication on molluscan community composition in the Lake Dianchi (China, Yunnan). *Limnologica*, 41(3), 213-219. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2010.09.006>.
- Haribowo, D.R., Annisa, S., Kholidah, N., Izza, N.D., Zahrah, P.A., Pamungkas, A.P., Ramadhan, F., Rijaluddin, A.F., & Assuyuti, Y.M. (2019). Kimia fisik perairan dan ektoparasit ikan nila dan patin di Situ Gintung, Tangerang Selatan, Banten. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(2), 203. <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i02.p06>.
- Jindal, R., Thakur, R.K., Singh, U.B., & Ahluwalia, A.S. (2014). Phytoplankton dynamics and water quality of Prashar Lake, Himachal Pradesh, India. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 3(2014), 101-113. <https://doi.org/10.1016/j.swaqe.2014.12.003>.
- Kobos, J., Błaszczyk, A., Hohlfeld, N., Toruńska-Sitarz, A., Krakowiak, A., Hebel, A., Sutryk, K.,, & Mazur-Marzec, H. (2013). Cyanobacteria and cyanotoxins in Polish freshwater bodies. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 42(4), 358-378. <https://doi.org/10.2478/s13545-013-0093-8>.
- Koçer, M.A.T. & Sevgili, H. (2014). Parameters selection for water quality index in the assessment of the environmental impacts of land-based trout farms. *Ecological Indicators*, 36(January), 672-681. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.09.034>.
- Lotocka, M. (2001). Toxic effect of cyanobacterial blooms on the grazing activity of *Daphnia magna* Straus. *Oceanologia*, 43(4), 441-453.
- Lu, X., Tian, C., Pei, H., Hu, W., & Xie, J. (2013). Environmental factors influencing cyanobacteria community structure in Dongping Lake, China. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 25(11), 2196-2206. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(12\)60297-6](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(12)60297-6).
- Marwoto, R.M., Isnainingsih, N.R., Mujiono, N., Heryanto, H., & Alfih, R. (2011). Keong air tawar Pulau Jawa (Moluska, Gastropoda). *Pusat Penelitian Biologi (LIPI) Bogor Indonesia*, 16 hlm.
- Mola, H.R.A. & Abdel Gawad, S.S. (2014). Spatio-temporal variations of macrobenthic fauna in Lake Nasser Khors, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 40(4), 415-423. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2014.12.001>.
- Muhtadi, A., Yunasfi, Ma'rufi, M., & Rizki, A. (2017). Morphometry and pollution load capacity of Lake Pondok Lapan in Langkat Regency, North Sumatra. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 2(2), 49-63.
- Muhtadi, Yunasfi, Rais, F.F., Azmi, N., & Ariska, D. (2015). Struktur komunitas biologi di Danau Pondok Lapan, Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara. *Aquatic Sciences Journal*, 2(2), 83-89.
- Mukherjee, B., Nivedita, M., & Mukherjee, D. (2010). Plankton diversity and dynamics in a polluted eutrophic lake, Ranchi. *Journal of Environmental Biology*, 31(5), 827-839.
- Nasir, A., Baiduri, M.A., & Hasniar. (2018). Nutrien N-P di perairan Pesisir Pangkep, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1), 135-141.
- Nastiti, A.S., Krismono, & Kartamihardja, E.S. (2001). Dampak budi daya ikan dalam keramba jaring apung terhadap peningkatan unsur N dan P di perairan Waduk Saguling, Girata, dan Jatiluhur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 7(2), 22-30. <https://doi.org/10.15578/jppri.7.2.2001.22-30>.

- Nazir, E.W, Hadi, A., Prajanti, A., Nasution, E.L., Kusumardhani, M., & Kartikaningsih, S.E. (2017). Kajian kualitas air Danau Maninjau dan Danau Rawa Pening melalui pendekatan indeks kualitas air. *Ecolab*, 11(1), 42-52.
- Nygaard, G. (1949). Hidrological studies on some danish ponds and lake: II. The quotient hypothesis and some little known or new phytoplankton organism. *Kunglige Danske Vindesk*, 7(1), 1-242.
- Peraturan Daerah Kota Tangerang Selatan No. 15. (2011). Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Tangerang Selatan. <http://www.bphn.go.id/data/documents/kotatangangersel-2011-15.pdf>.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82. (2001). Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Persada, P.R.G., Restu, I.W., & Sari, A.H.W. (2018). Struktur komunitas fitoplankton di area keramba jaring apung Danau Buyan Kecamatan Sukasadam, Buleleng, Provinsi Bali. *Journal Metamorfosa*, 5(2), 151-158.
- Prasiwi, I. & Wardhani, E. (2018). Analisis hubungan kualitas air terhadap indeks keanekaragaman plankton dan bentos di Waduk Cirata. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(3). <https://doi.org/10.26760/jrh.v2i3.2510>.
- Pujiastuti, P., Ismail, B., & Pranoto. (2013). Kualitas dan beban pencemaran perairan waduk Gajah Mungkur. *Jurnal EKOSAINS*, V(1), 59-75.
- Putri, R.J.W., Carmudi, & Pulungsari, A.E. (2017). Kualitas air Waduk Penjalin berdasarkan struktur komunitas makrobenthos. *Scripta Biologica*, 4(1), 69-73. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2017.4.1.388>.
- Putri, W.A.E., Purwiyanto, A.I.S., Fauziyah, Agustriani, F., & Suteja, Y. (2019). Kondisi nitrat, nitrit, amonia, fosfat dan BOD di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1), 65-74. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i1.18861>.
- Qiu, J.W. & Kwong, K.L. (2009). Effects of macrophytes on feeding and life-history traits of the invasive apple snail *Pomacea canaliculata*. *Freshwater Biology*, 54(8), 1720-1730. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02225.x>.
- Ramadhan, F., Priyanti, P., Fauziah, R., & Aprizal, R. (2019). Komunitas fitoplankton di kawasan Curug Sawyer dan Cimanaracun, Situ Gunung, Jawa Barat. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 36(3), 106-111. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2019.36.3.735>
- Ramadhan, F., Rijaluddin, A.F., & Assuyuti, M. (2016). Studi indeks saprobik dan komposisi fitoplankton pada musim hujan di Situ Gunung, Sukabumi, Jawa Barat. *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*, 9(2), 95-102. <https://doi.org/10.15408/kaunyah.v9i2.3366>.
- Rijaluddin, A.F., Wijayanti, F., & Haryadi, J. (2017). Struktur komunitas makrozoobentos di Situ Gintung, Situ Bungur dan Situ Kuru, Ciputat Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 139-147.
- Sagala, E.P. (2015). Komposisi zooplankton pada kolam pemeliharaan ikan nila berumur tiga bulan dalam kolam permanen di Kelurahan Bukit Lama Kecamatan Ilir Barat 1, Palembang. *Prosiding Semirata*, hlm. 451-460.
- Samudra, S.R., Soeprbowati, T.R., & Izzati, M. (2013). Komposisi, kemelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang. *Bioma/ : Berkala Ilmiah Biologi*, 15(1), 6. <https://doi.org/10.14710/bioma.15.1.6-13>.
- Saviæ, A., Randeloviæ, V., Dordeviæ, M., & Pesiaæ, V. (2016). Assemblages of freshwater snails (Mollusca: Gastropoda) from the Nišava River, Serbia: Ecological factors defining their structure and spatial distribution. *Acta Zoologica Bulgarica*, 68(2), 235-242.
- Setiawati, S., Izmiarti, & Nofrita. (2018). Komposisi dan struktur komunitas zooplankton di Danau Diatas, Sumatera Barat. *Jurnal Bioeksperimen*, 4(2), 10-15. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v4i1.2795>.
- Shantala, M., Hosmani, S.P., & Hosetti, B.B. (2009). Diversity of phytoplanktons in a waste stabilization pond at Shimoga Town, Karnataka State, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 151, 437-443. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0287-5>.
- Shanthala, M., Hosmani, S.P., & Hosetti, B.B. (2009). Diversity of phytoplanktons in a waste stabilization pond at Shimoga Town, Karnataka State, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 151(1-4), 437-443. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0287-5>.
- Soeprbowati, T.R., Suhry, H.C., Saraswati, T.R., & Jumari, J. (2020). Kualitas air dan indeks pencemaran Danau Galela. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 236-241. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.236-241>.
- Sukmawati, N.M.H., Pratiwi, A., & Rusni, N.W. (2019). Kualitas air Danau Batur berdasarkan parameter

- fisikokimia dan NSFQI. *Jurnal Lingkungan & Pembangunan*, 3(2), 53-60.
- Sulastri. (2018). Fitoplankton danau-danau di Pulau Jawa/ : Keanekaragaman dan perannya sebagai bioindikator perairan. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Pusat Penelitian Oseanografi. LIPI Press.
- Suthers, I.M. & Rissik, D. (Eds). (2009). *Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality*. Coollingwood VIC/ : CSIRO Publishing.
- Surbakti, S.B.R. (2011). Biologi dan ekologi thiaridae (Moluska/ : Gastropoda) di Danau Sentani Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 3(2), 59-66.
- Suthers, I.M., Rissik, D., & Richardson, A. (2019). Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality. Coollingwood VIC/ : CSIRO Publishing, 248 pp.
- Syandri, H., Junaidi, Azrita, & Yunus, T. (2014). State of aquatic resources Maninjau Lake West Sumatra Province, Indonesia. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 5(1), 109-113.
- Viani, D.Z. & Retnaningdyah, C. (2018). Evaluasi status trofik dan pencemaran bahan organik di Waduk Lahor Malang menggunakan bioindikator diatom. *Jurnal Biotropika*, 6(1), 10-15.
- Wardhana, H.I., Nadila, A., Mardiansyah, Ramadhan, F., & Rijaluddin, A.F. (2017). Kualitas perairan pada bulan ramadan di Situ Gintung, Tangerang Selatan, Banten. *Jurnal Biodjati*, 2(1), 9-20.