

# UJI EFEKTIVITAS ALAT SIRKULASI VERTIKAL DENGAN IDENTIFIKASI ALGA SEBAGAI BIOINDIKATOR UNTUK MENCEGAH TERJADINYA ALGAE BLOOM DI WADUK SAGULING

**Ika Prima Utami**

Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan/Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta 55281

[ika.prima.u@mail.ugm.ac.id](mailto:ika.prima.u@mail.ugm.ac.id)

**Intan Supraba**

Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan/Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta 55281

[intan.supraba@ugm.ac.id](mailto:intan.supraba@ugm.ac.id)

**Eko Agus Suyono**

Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada  
Jl. Teknika Sel. Senolowo Kampus UGM Yogyakarta 55281

[eko\\_suyono@ugm.ac.id](mailto:eko_suyono@ugm.ac.id)

## Abstract

The application of vertical circulation technology is an effort to prevent eutrophication and the occurrence of algae blooms in lakes. The concept of water circulation technology is to rotate water from the bottom layer which is not translucent to the surface and vice versa, from the surface to the bottom layer so that the growth of algae is expected to be disrupted and the population will decrease. Based on the results of the plankton test, it was found that there was a significant decrease in microalgae abundance between before and after the vertical circulation device was operated. Based on the identification of total microalgae abundance at the five location points, microalgae identified before the vertical circulation devices operated (t1) the total mikroalga abundance was 140150 individuals / 20L, after vertical circulation devices operating t2, t3 and t4 decreased to 49050 individuals / 20L, 16450 individuals / 20L, and 12450 individuals / 20L. And based on the biodiversity index on t1 the average is in the criterion  $H' < 1$  which is low species diversity which means the community of biota is unstable or water quality is heavily polluted but after vertical circulation devices operated biodiversity increases with criteria  $1 < H' < 3$  means moderate diversity or moderate polluted water quality. These results indicate that vertical circulation devices that operate continuously can reduce microalgae abundance and improve water quality.

**Keywords:** vertical circulation devices, microalgae, eutrophication

## Abstrak

Penerapan teknologi sirkulasi vertikal merupakan salah satu upaya untuk mencegah eutrofikasi serta terjadinya *algae bloom* di waduk dan danau. Konsep dari teknologi sirkulasi air ini adalah memutar air dari lapisan bawah yang tidak tembus cahaya matahari ke permukaan dan sebaliknya yaitu dari permukaan ke lapisan bawah, sehingga diharapkan pertumbuhan *algae* akan terganggu dan populasinya akan menurun. Berdasarkan hasil uji plankton yang dilakukan diketahui bahwa terjadi penurunan kelimpahan mikroalga yang signifikan antara sebelum dan setelah alat sirkulasi vertikal dioperasikan. Berdasarkan identifikasi total kelimpahan mikroalga pada ke lima titik lokasi, diidentifikasi waktu sebelum alat sirkulasi vertikal beroperasi (t1) total kelimpahan alga sebanyak 140150 individu/20L, setelah alat sirkulasi vertikal beroperasi t2, t3 dan t4 berturut-turut mengalami penurunan menjadi 49050 individu/20L, 16450 individu/20L, dan 12450 individu/20L. Dan berdasarkan indeks keanekaragaman hayati pada t1 rata-rata berada pada kriteria  $H' < 1$  yaitu keanekaragaman jenis rendah yang artinya komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat namun setelah alat sirkulasi vertikal keanekaragaman hayati meningkat dengan kriteria  $1 < H' < 3$  keanekaragaman sedang atau kualitas air tercemar sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa alat sirkulasi vertikal yang beroperasi secara kontinu dapat mengurangi kelimpahan mikroalga dan memperbaiki kualitas air.

**Kata Kunci:** alat sirkulasi vertikal, mikroalga, eutrofikasi

## PENDAHULUAN

Danau adalah wadah air dan ekosistemnya yang terbentuk secara alamiah termasuk situ dan wadah air sejenis dengan sebutan istilah lokal sedangkan waduk adalah wadah air yang terbentuk sebagai akibat dibangunnya bendungan dan berbentuk pelebaran alur atau badan

atau palung sungai (PERMENLH, 2009).Waduk Saguling adalah waduk yang terletak di Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat pada ketinggian 643 m di atas permukaan laut.Waduk ini merupakan salah satu dari tiga waduk yang membendung aliran Sungai Citarum bersama dua waduk lainnya yaitu Waduk Jatiluhur dan Waduk Cirata. Luas daerah genangan waduk ini sekitar 5.600 Ha dengan volume tampungan awal 875 Juta m<sup>3</sup> air.

Berdasarkan penelitian kualitas air waduk yang dilakukan Puslitbang Sumber Daya Air yang bekerjasama dengan Pemerintah Finlandia diketahui bahwa Waduk Saguling masuk dalam tingkat eutrofik (penyuburan berat) yaitu tingkat pencemaran waduk yang disebabkan oleh senyawa nitrogen, fosfor, dan zat organik (Machbub dkk., 2003). Machbub dkk (2003) melaporkan kondisi kualitas air DAS Citarum Hulu yang merupakan input Waduk Saguling menunjukkan bahwa beban pencemar BOD Waduk Saguling yaitu sebesar 71,099 ton BOD/hari, 161,157 ton COD/hari, 5,735 ton Total Nitrogen/hari, dan 0,498 ton Total fosfor/hari. Hal ini menyebabkan Waduk Saguling mengalami pencemaran yang sangat berat serta penyuburan yang tinggi sehingga menyebabkan terjadinya eutrofikasi.

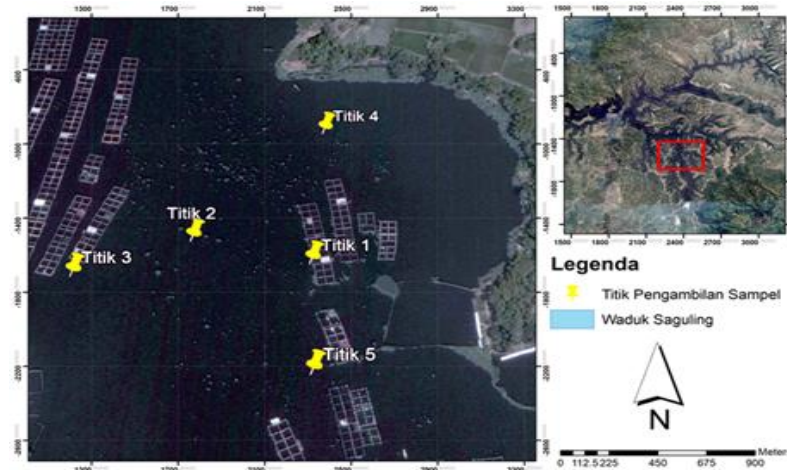
Dampak dari terjadinya eutrofikasi ini adalah terjadinya *algae bloom*, yaitu suatu peristiwa dimana satu jenis/species dari kelompok mikroalga berkembang sangat pesat melampaui keadaan normal dalam waktu yang singkat. Penyebab *algae bloom* yaitu meningkatnya kadar N dan P dalam air waduk/danau sebagai akibat dari masuknya limbah penduduk, industri juga pertanian kedalam waduk/danau. Peristiwa ini biasanya diikuti oleh kematian massal organisme lainnya seperti ikan yang disebabkan oleh turunnya kadar oksigen terlarut dalam air pada kolam air bagian dalam, selain itu timbulnya bau busuk serta warna air berubah menjadi hijau kekuningan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian kualitas air di Waduk/Danau. Beberapa metode yang dapat dikembangkan dalam upaya untuk mengurangi penyuburan serta terjadinya *algae bloom* di waduk dan danau yaitu secara fisika, kimia dan biologi. Secara fisika salah satunya dengan menerapkan alat Sirkulasi Vertikal yang bertujuan mengganggu pertumbuhan alga dengan menggerakkan air yang menjadi habitat tumbuh alga.

Pada tahun 2017, Balai Litbang Lingkungan Keairan telah melakukan Uji Model Fisik Sirkulasi Vertikal Solar Bee untuk Perbaikan Kualitas Air Waduk/Danau. Uji fisik kualitas air dengan menggunakan alat Sirkulasi Vertikal kembali diuji cobakan pada tahun 2018 dengan model alat sirkulasi vertikal yang telah dimodifikasi. Alat sirkulasi vertikal ini diharapkan dapat lebih meningkatkan kualitas air di waduk Saguling.

## METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada bulan November 2018 – Desember 2018. Lokasi penelitian adalah Waduk Saguling, Cililin, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Pelaksanaan survei disesuaikan dengan penelitian yang direncanakan.

Penentuan titik sampling dan pengambilan sampel dilakukan berdasarkan jarak di lima titik lokasi yaitu Titik 1 (0 m) dengan koordinat 06° 56' 57,7" LS 107° 26' 02,2" BT ; Titik 2 (100 m ke arah barat) : 06° 56' 58,2" LS 107° 25' 54,2" BT; Titik 3 (200 m ke arah barat) : 06° 56' 59,0" LS 107° 25' 56,1" BT ; Titik 4 (100 m ke arah utara): 06° 56' 54,6" LS 107° 26' 01,0" BT : Titik 5 (100 m ke arah selatan) : 06° 57' 00,3" LS 107° 26' 02,4" BT. Gambar 1 menunjukkan peta lokasi titik sampling di Waduk Saguling . Waktu pengambilan sampel air dilakukan sebelum pemasangan alat sirkulasi vertikal (t1) dan setelah alat sirkulasi vertikal dioperasikan (t2,t3,t4) dalam rentang waktu hari ke 7,14 dan 21.

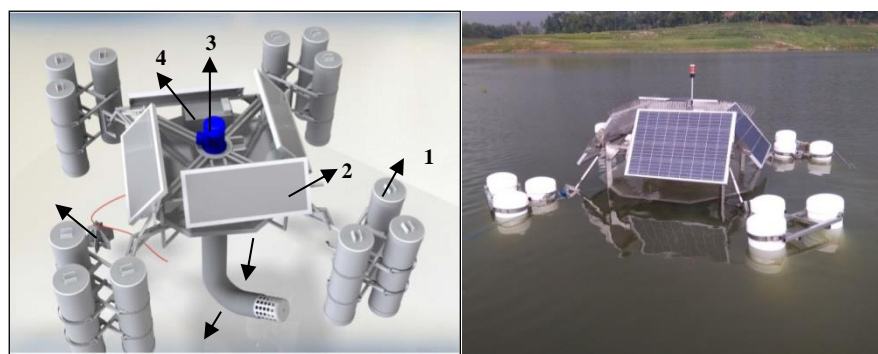


Gambar 1. Lokasi titik sampling di Waduk Saguling

### Alat dan Bahan

- Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel plankton, formalin 40% komersial sebagai fiksatif.
- Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Alat Sirkulasi Vertikal Modifikasi. Alat sirkulasi air ini menggunakan motor DC sebagai penggerak *impeller* yang didesain dengan putaran 100 rpm dan Panel surya/*solar cell* serta *battery/accu* sebagai sumber energi. Dibutuhkan alat pelampung yang terbuat dari pipa PVC dengan diameter 10” agar alat sirkulasi dapat mengapung pada permukaan, dan penambat agar alat sirkulasi tetap berada ditempatnya. Sedangkan ujung pipa penghisap alat tersebut dipasang pada kedalaman 6 meter, dimana pipa pengisap (*hose*) menggunakan sistem bentuk J dengan saringan diujungnya. Alat sirkulasi mempunyai tersebut dapat mengalirkan/mensirkulasi air sebanyak 1320 liter per menit. (Gambar 2)

Berdasarkan hasil analisis data didapatkan kapasitas direct flow rate dari alat sirkulasi yaitu 2 m/s dan periode gelombang adalah :  $100 \text{ rpm} / 60 \text{ s} = 1,67 / \text{s}$ , sehingga akan memiliki hasil panjang gelombang 3,34 m/s. Dalam 1 menit gelombang pengadukan ini akan mencakup daerah maksimum 200,4 meter. (*Assumsption the wave is constant*).



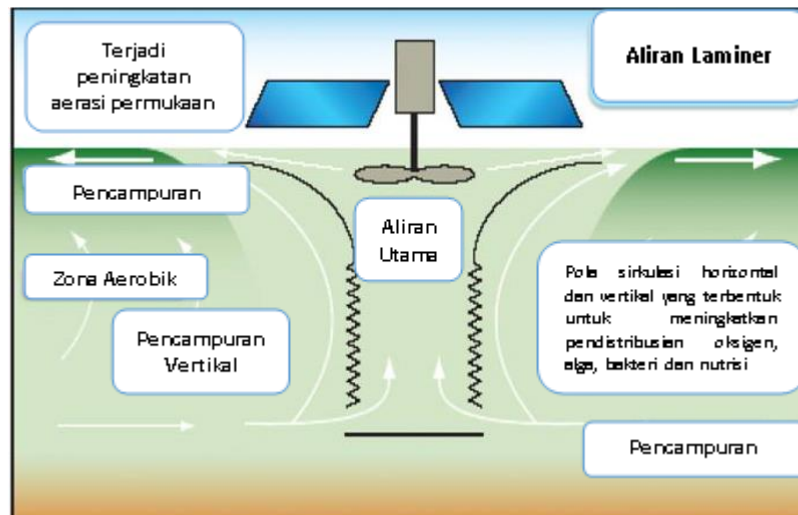
Gambar 2. Alat Sirkulasi Air Vertikal Modifikasi

Sumber : Puslitbang SDA, 2018

Keterangan :

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| 1. Pelampung           | 5. Pemberat/penambat |
| 2. Panel Surya         | 6. Pipa penghisap    |
| 3. Penggerak/Motor D.C | 7. Pemutar air       |
| 4. Baterai/accu        |                      |

Konsep dari teknologi sirkulasi air ini adalah memutar air dari lapisan bawah yang tidak tembus cahaya matahari ke permukaan dan sebaliknya yaitu dari permukaan ke lapisan bawah, sehingga diharapkan pertumbuhan *algae* akan terganggu sehingga populasinya akan menurun. Selain itu diharapkan pula adanya perbaikan kualitas air, mengingat adanya air yang disirkulasi secara vertikal maka diharapkan ada kenaikan kadar Oksigen Terlarut, suhu air yang lebih homogen antara permukaan dan pada kedalaman. (Gambar 3.)



Gambar 3. Pola Aliran Air pada Proses Sirkulasi Air Waduk/Danau  
Sumber :Japan Water Agency (2010) dalam Puslitang SDA (2017)

### Cara Penelitian

Pelaksanaan penelitian untuk melakukan identifikasi keanekaragaman hayati di Waduk Saguling dan hasil kinerja alat sirkulasi vertikal modifikasi yang dikembangkan oleh Puslitbang SDA Bandung. Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam kurun waktu 2 bulan termasuk survey lokasi, pengambilan sampel dan analisis di laboratorium. Penelitian dilakukan dengan memasang alat sirkulasi vertikal modifikasi pada area yang telah di survey sebelumnya. Pada masing-masing penelitian ditetapkan 5 titik pengambilan sampel dengan jarak masing-masing sampel adalah 100 – 200 meter dari alat sirkulasi. Pengambilan sampel dilakukan 4 kali ulangan setiap minggu untuk mengetahui kinerja alat sirkulasi vertikal baik sebelum dan setelah dioperasikan. Tahap-tahapan pengambilan sampel yang dilakukan yaitu:

Sampel air untuk kelimpahan plankton diambil 20 L dan disaring menggunakan Plankton Net kemudian dipindah ke dalam botol gelas atau polythene, kemudian ditambahkan larutan formalin 40% untuk mengawetkan mikroalga yang ada didalam botol sampel untuk mencegah mikroalga berkembang biak, dan 5 tetes  $\text{CuSO}_4$  agar mikroalga tetap berwarna hijau. Tahapan pelaksanaan pengujian dilakukan sesuai dengan standar SNI 13-4717-1998 tata pengambilan percontohan plankton pada badan perairan umum.

### Perhitungan dan Analisa Data

Sampel plankton diidentifikasi dan data yang didapat dihitung nilai Densitas (D) menggunakan rumus berikut:

$$D = \left(\frac{l}{p}\right) q \left(\frac{1}{v}\right) \quad (1)$$

Keterangan:

- $D$  : jumlah plankter per satuan volume  
 $q$  : jumlah plankter dalam subsampel  
 $p$  : volume subsampel  
 $l$  : volume sampel  
 $v$  : volume air tersaring

Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (Odum,1971):

$$H' = - \sum_{i=1}^n (pi \ln pi) \quad (2)$$

Keterangan:

- $H'$  : Indeks keanekaragaman  
 $pi$ :  $n/N$  = jumlah individu jenis ke-n dibagi jumlah total individu

Indeks Dominansi Simpson (Odum,1971) :

$$C = - \sum_{i=1}^s \left[ \frac{ni}{N} \right]^2 \quad (3)$$

Keterangan :

- $C$  : Indeks dominansi  
 $ni$  : Jumlah individu genus ke-i  
 $N$  : Jumlah total individu

Data yang diperoleh diidentifikasi dan dianalisis dalam bentuk grafik atau histogram menggunakan program Microsoft excel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Struktur Komunitas Mikroalga

Kemelimpahan plankton pada Gambar 4 merupakan kisaran komunitas plankton dari empat waktu pengambilan dengan rentang waktu satu minggu setiap pengambilan sampel. Kelimpahan plankton yang ditemukan dijumlahkan berdasarkan 5 titik lokasi pengamatan. Kemelimpahan plankton sebelum dan setelah alat sirkulasi vertikal beroperasi menunjukkan terjadi penurunan kelimpahan yang sangat signifikan.

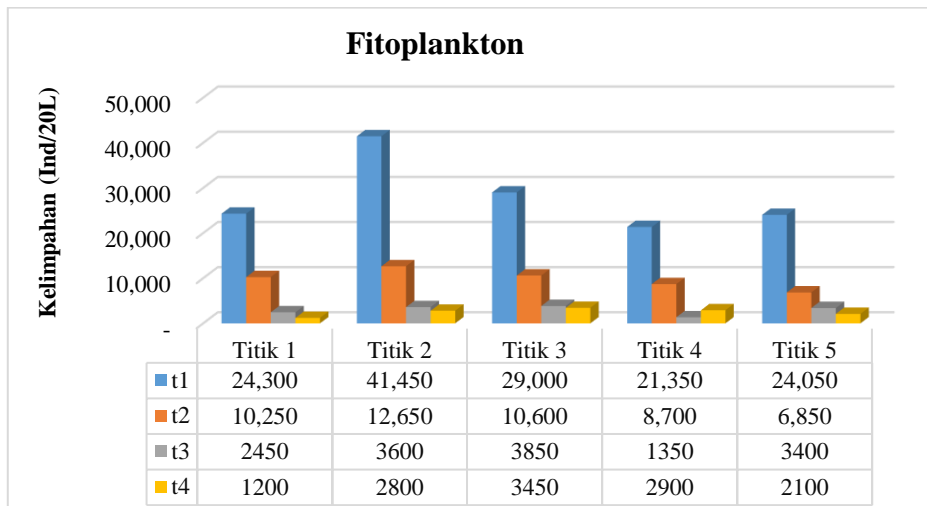
Pada kelimpahan sebelum alat sirkulasi vertikal beroperasi (t1), total kelimpahan mikroalga yang ditemukan sebesar 140150 individu/20L. Kelimpahan tertinggi terjadi pada lokasi Titik 2, diduga bahan organik yang berada pada lokasi titik 1 dan titik 3 terakumulasi pada Titik 2, dimana lokasi Titik 1 dan Titik 2 berada dekat dengan keramba jaring apung yang setiap harinya menghasilkan sisa pakan ikan. Sisa pakan ikan yang terdekomposisi di dasar perairan akan meningkatkan kandungan nutrien yang dibutuhkan oleh mikroalga untuk berkembang biak, tingginya nilai kelimpahan yang diperoleh didukung oleh parameter – parameter fisika kimia perairan yang sesuai untuk mendukung kehidupan dan perkembangan mikroalga terutama konsentrasi N-total dan P-total yang tinggi.

Setelah alat sirkulasi vertikal beroperasi pada minggu pertama (t2) terjadi penurunan yang sangat signifikan dengan kelimpahan mikroalga yang ditemukan 49050 individu/20L, terjadi penurunan sebesar 41,76 %. Pada t2 terjadi peningkatan kelimpahan mikroalga dibandingkan pada t1 untuk kelompok-kelompok seperti *Chlorophyta*, *Cyanophyta*,

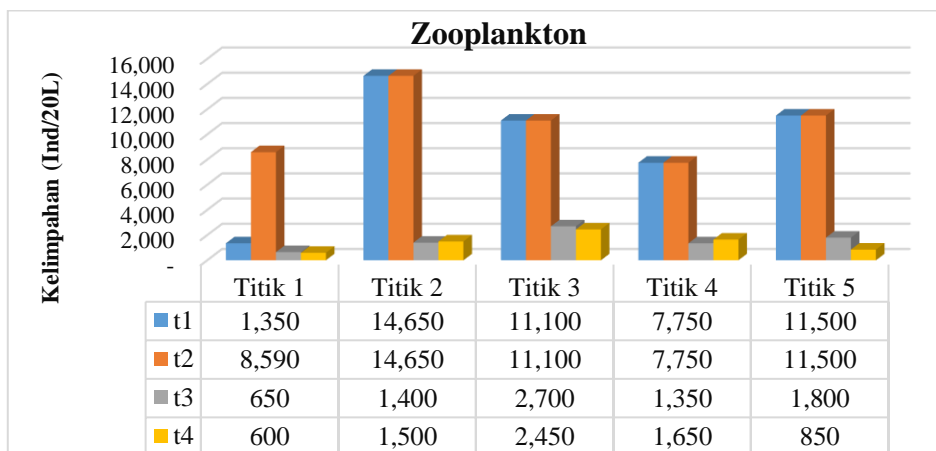
*Euglenophyta*, *Diatom*, *Chrysophyta* kecuali *Dinoflagellata* yang mengalami penurunan yang sangat signifikan.

Memasuki minggu kedua setelah alat sirkulasi vertikal beroperasi (t3) total kelimpahan alga kembali mengalami penurunan menjadi 16500 individu/20L atau terjadi penurunan kelimpahan sebesar 14,92 % dibandingkan pada t2. Pada t4 kembali terjadi penurunan kelimpahan mikroalga menjadi 12450 individu/20L.

Sementara kelimpahan zooplankton rata – rata pada t1 dan t2 menunjukkan kelimpahan yang tinggi sejalan dengan kelimpahan mikroalga yang tinggi. Hal sebaliknya terjadi pada Titik 1 sebelum alat sirkulasi vertikal beroperasi (t1), dimana kelimpahan zooplankton yang rendah diduga menyebabkan meningkatnya kelimpahan mikroalga. Rendahnya kelimpahan zooplankton juga diduga disebabkan karena adanya predasi dari ikan yang berada di lokasi tersebut. Sedangkan pada t3 dan t4 terjadi penurunan kelimpahan zooplankton yang juga diduga disebabkan berkurangnya kelimpahan pada mikroalga. Zooplankton merupakan predator utama dari mikroalga. Keberadaan zooplankton juga akan mempengaruhi kelimpahan mikroalga. (Gambar 4)



Gambar. 4 Kelimpahan Mikroalga Waduk Saguling Sebelum (t1) dan Setelah (t2, t3, t4) Alat Sirkulasi Vertikal Dioperasikan



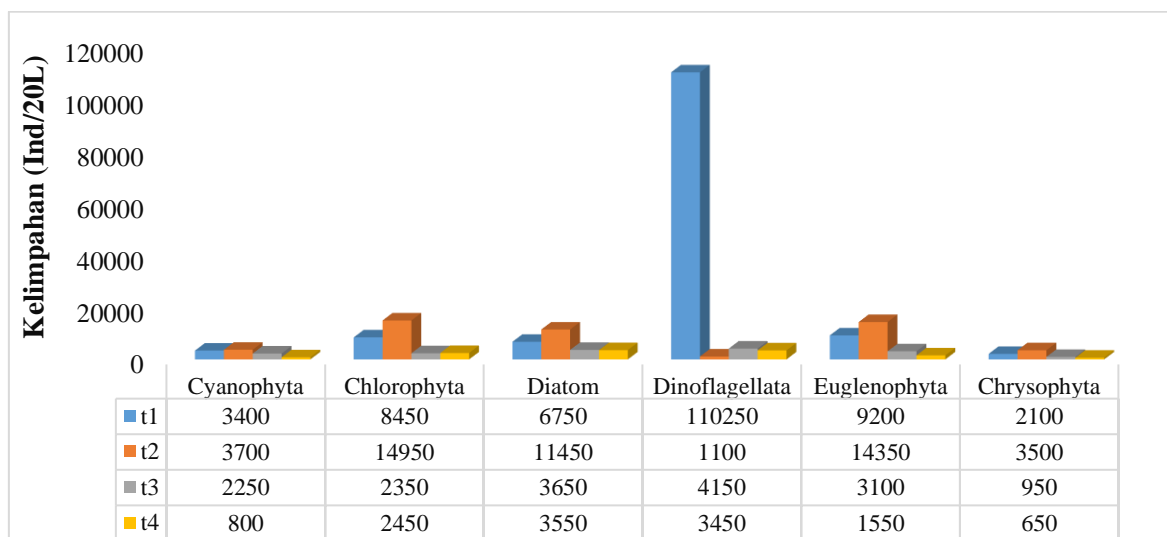
Gambar 5. Kelimpahan Zooplankton Waduk Saguling Sebelum (t1) dan Setelah (t2, t3, t4) Alat Sirkulasi Vertikal Dioperasikan



Berdasarkan hasil pengamatan selama pengoprasian alat sirkulasi vertikal yang bertujuan untuk menekan maraknya *algae bloom* secara efektif dalam waktu dekat, ramah lingkungan dan berkelanjutan secara lingkungan dalam jangka panjang, mampu mengurangi populasi kelimpahan mikroalga, di Waduk Saguling. Sampai dengan minggu ke tiga setelah alat sirkulasi vertikal beroperasi kelimpahan mikroalga berkurang secara signifikan.

Hasil uji plankton menunjukkan berkurangnya populasi dari kelompok *Dinoflagellata*. Sebelum alat sirkulasi vertikal beroperasi (t1) *Dinoflagellata* mendominasi secara merata pada kelima titik lokasi sampling dan hanya terdiri dari spesies *peridinium*. *Dinoflagellata* adalah alga yang hidup di air tawar dan laut, *Dinoflagellata* mengandung klorofil-a dan -c, tetapi biasanya berwarna keemasan atau cokelat keemasan. *Peridinium* secara geografis tersebar luas, terutama di perairan yang memiliki konsentrasi ion kalsium yang tinggi (perairan keras). Spesies ini biasanya ditemukan pada permukaan danau dan sering terjadi *blooming* dan membentuk *red tides*. Kemampuan berenang yang cepat menyebabkan kelompok ini mampu untuk mencari lokasi yang memiliki kandungan fosfor yang lebih tinggi. *Dinoflagellata* mengalami penurunan signifikan pada minggu pertama setelah alat sirkulasi beroperasi. Komunitas mikroalga digantikan oleh *Chlorophyta*, *Euglenophyta* dan *Diatom*.

Pada minggu kedua setelah alat sirkulasi beroperasi (t3) struktur komunitas di lokasi titik sampling mengalami penurunan kelimpahan mikroalga yang sangat signifikan dan terjadi pemerataan jumlah kelimpahan pada masing-masing kelompok. Sementara kelompok *Dinoflagellata* kembali mengalami kenaikan namun tidak signifikan. Memasuki minggu ke tiga setelah alat sirkulasi vertikal beroperasi (t4) penurunan kelimpahan terjadi pada kelompok *Cyanophyta*, *Chrysophyta*, *Euglenophyta* dan *Diatom*. Kenaikan kelimpahannya terjadi pada kelompok *Chlorophyta*. (Gambar 6.)



Gambar 6. Kelimpahan Total Kelompok Mikroalga Waduk Saguling Sebelum (t1) dan Setelah (t2, t3, t4) Alat Sirkulasi Vertikal Dioperasikan

### C. Indikator Biologi

Keanekaragaman plankton diukur menggunakan Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks keseragaman evans, dan dominansi plankton diukur menggunakan Indeks Simpson. Indeks keanekaragaman hayati diukur berdasarkan empat waktu pengambilan titik sampling,

yaitu sebelum alat sirkulasi vertikal beroperasi dan setelah alat sirkulasi vertikal beroperasi untuk mengetahui efektivitas alat sirkulasi dalam meningkatkan kualitas perbaikan air melalui indikator biologi. Indeks keanekaragaman pada masing-masing lokasi ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies mikroalga di Waduk Saguling sebelum alat sirkulasi vertikal beroperasi (t1) rata-rata menunjukkan ( $H' < 1$ ) yaitu keanekaragaman jenis rendah yang artinya komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat, disebabkan kondisi danau mengarah ke eutrofik-hipertrofik. Sedangkan untuk komunitas zooplankton berada pada kisaran 0,89-2,01 rata-rata kriteria keanekaragamannya berada pada  $H' < 1$  yaitu keanekaragaman rendah hingga  $1 < H' < 3$  keanekaragaman sedang. Tingginya keanekaragaman zooplankton dibandingkan mikroalga diduga karena densitas mikroalga yang sangat tinggi, karena zooplankton merupakan predator bagi mikroalga. Untuk indeks dominasi simpson nilai rentang indeks dominasi adalah 0-1. Nilai indeks dominasi yang mendekati 0 berarti tidak ada dominasi suatu spesies tertentu dan semakin mendekati 1 menunjukkan adanya dominasi suatu spesies tertentu. Berdasarkan tabel 1 nilai indeks dominasi simpson untuk mikroalga berada pada kisaran 0,21-0,52 yang artinya bahwa tidak ada dominasi spesies tertentu, dan untuk populasi zooplankton berada pada kisaran 0,45-0,85 mengindikasikan bahwa ada spesies yang mendominasi pada perairan. Adanya dominasi suatu spesies mengindikasikan bahwa perairan tersebut kurang stabil (Utomo et al., 2011). Spesies dominan berpotensi menimbulkan ledakan populasi (*blooming*) yang akan membawa dampak negatif terhadap kualitas perairan.

Memasuki minggu pertama setelah alat sirkulasi vertikal beroperasi (t2) Indeks Keanekaragaman mikroalga berkisar antara 1,85-2,48 dan zooplankton 0,8-1,78 yang artinya indeks keanekaragaman untuk mikroalga berada pada kriteria keanekaragaman sedang dan untuk zooplankton indeks keanekaragamannya berada pada kisaran rendah hingga sedang. Indeks keanekaragaman pada t2 meningkat dibandingkan pada waktu t1. Sementara indeks dominasi simpson untuk mikroalga lebih dominan mendekati angka 1 yang artinya ada dominasi dari spesies tertentu.

Minggu kedua setelah alat sirkulasi vertikal beroperasi (t3) rata-rata indeks keanekaragaman mikroalga dan zooplankton berada pada kriteria  $1 < H < 3$  keanekaragaman sedang atau kualitas air tercemar sedang. Sedangkan indeks dominasi mendekati nilai 1 menunjukkan adanya dominasi suatu spesies tertentu. Stabilitas perairan pada t3 menunjukkan kualitas air menjadi lebih baik dibandingkan sebelumnya.

Rata-rata indeks keanekaragaman setelah alat sirkulasi vertikal beroperasi selama 3 minggu (t4) masih menunjukkan bahwa perairan dilokasi titik sampling berada pada kriteria  $1 < H < 3$  yaitu keanekaragaman sedang atau kualitas air tercemar sedang, namun untuk indeks dominasi simpson menunjukkan masih adanya dominasi spesies tertentu seperti yang terjadi pada t3.



Tabel 1. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ), Indeks Dominasi Simpson ( $C$ ) plankton per lokasi dan per waktu sampling di Waduk Saguling

Waktu Sampling	Lokasi	Indeks Shanon- Wiener ( $H'$ )		Indeks Dominasi ( $C$ )	
		Fitoplankton	Zooplankton	Fitoplankton	Zooplankton
t1	Titik 1	1,10	2,01	0,52	0,85
	Titik 2	0,97	1,78	0,38	0,77
	Titik 3	0,97	1,39	0,41	0,66
	Titik 4	0,57	0,97	0,21	0,50
	Titik 5	0,73	0,89	0,25	0,42
t2	Titik 1	2,48	0,88	0,89	0,41
	Titik 2	1,85	1,07	0,80	0,55
	Titik 3	1,94	1,78	0,82	0,80
	Titik 4	1,98	1,49	0,77	0,67
	Titik 5	2,35	0,80	0,85	0,31
t3	Titik 1	1,57	0,94	0,79	0,49
	Titik 2	1,89	1,04	0,85	0,53
	Titik 3	1,41	1,17	0,71	0,58
	Titik 4	1,89	1,02	0,86	0,48
	Titik 5	1,89	1,34	0,87	0,69
t4	Titik 1	1,71	0,89	0,76	0,54
	Titik 2	1,93	1,66	0,83	0,78
	Titik 3	1,60	1,29	0,77	0,70
	Titik 4	1,91	1,66	0,82	0,78
	Titik 5	1,76	1,15	0,80	0,63

## KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat dibuat dari penelitian ini, didasarkan pada hasil pengujian dan analisa, adalah sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil pengujian plankton baik sebelum dan setelah alat sirkulasi vertikal dioperasikan, ditemukan bahwa terjadi penurunan jumlah kelimpahan mikroalga yang sangat signifikan. Penurunan kelimpahan terjadi hingga 41,77% terlihat sejak minggu pertama alat sirkulasi vertikal beroperasi. Setelah alat sirkulasi beroperasi selama dua minggu kelimpahan mikroalga berkurang hingga 14,95% dan pada minggu ketiga setelah alat sirkulasi beroperasi, kelimpahan kembali mengalami penurunan hingga 1,83%.
- Kelimpahan tertinggi sebelum alat sirkulasi vertikal beroperasi di dominasi oleh kelompok *Dinoflagellata* dari *Peridinium sp.* *Peridinium* merupakan spesies yang sering blooming pada perairan, spesies ini dapat ditemukan pada perairan oligotrofik hingga eutrofik. Setelah alat sirkulasi vertikal beroperasi dominasi spesies ini berkurang secara signifikan.
- Indeks keanekaragaman hayati sebelum alat sirkulasi vertikal beroperasi rata-rata menunjukkan ( $H' < 1$ ) yaitu keanekaragaman jenis rendah yang artinya komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat, disebabkan kondisi danau mengarah ke eutrofik- hipertrofik dan setelah alat sirkulasi vertikal beroperasi berada pada kriteria  $1 < H < 3$  keanekaragaman sedang atau kualitas air tercemar sedang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Balai Lingkungan Keairan Puslitbang SDA Bandung, yang telah membantu proses pelaksanaan penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Standarisasi Nasional, 1998. Tata Pengambilan Percontohan Plankton Pada Badan Perairan Umum, SNI 13-4717-1998.
- Kementrian Lingkungan Hidup, 2009. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor :8/2009 Tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan atau Waduk.
- Machbub,B.,Fulazzaky,MA.,Brahmana,S.dan Yusuf,I.A.,2003.Eutrophication of Lakes and Reservoir and Its Restoration in Indonesia.*Jurnal Litbang Pengairan* Vol.17(50). Puslitbang Pengairan. Bandung.
- Odum, E.P. 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Penerjemahan: Samingan, T dan B. Srigandono. Gajahmada University Press. Yogyakarta. 697 p.
- Puslitbang Sumber Daya Air Bandung, 2017.Output Model Fisik Sirkulasi Vertikal Untuk Perbaikan Kualitas Air Waduk/Danau.
- Utomo, A. D., Rasyid, M., Putranto, D. D. A. andSaleha, E. 2011.Keanekaragaman plankton dan tingkat kesuburan perairandi Waduk Gajah Mungkur.BAWAL. 3 (6) : 415-422.