

DISTRIBUSI VERTIKAL KOMUNITAS FITOPLANKTON PADA LOKASI INLET DAN OUTLET DI WADUK SAGULING, CIANJUR, JAWA BARAT

Ardyan Pramudya Kurniawan

Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281 Telp. +62-274-519739
Email: ardyan89_ugm@yahoo.co.id¹

Abstrak

Waduk Saguling selain berfungsi sebagai pembangkit listrik, digunakan juga untuk budidaya perikanan. Kegiatan tersebut menyebabkan peningkatan kandungan materi organik dan anorganik di badan perairan. Hal tersebut akan merespon oleh kehadiran fitoplankton. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2011 – Februari 2012 pada lokasi inlet (In) dan outlet (out) di Waduk Saguling. Dari hasil penelitian secara keseluruhan ditemukan 31 spesies dan terbagi kedalam empat fungsional group, yaitu alga koloni, alga uniseluler, alga filamentik, dan diatom pennate. Populasi fitoplankton yang dominan di kedua lokasi kajian adalah Stanierasp., Synedra sp. dan S. Ulna. Ketiga spesies tersebut dapat hadir pada kedalaman 5 dan 10 karena dipengaruhi oleh tingginya kandungan kandungan ammonium (In: 0,65 mg/l; Out: 0,74 mg/l) dan nitrit (In: 0,46 mg/l; Out: 0,58 mg/l).

Kata kunci: Waduk Saguling, Fitoplankton, fungsional group, ammonium, nitrit

PENDAHULUAN

Waduk adalah perairan permukaan semi tertutup dan merupakan bentuk perairan yang dibuat oleh manusia untuk keperluan tertentu. Secara umum waduk berfungsi sebagai penyimpanan air, pengontrol banjir, pembangkit tenaga listrik, sumber pengairan untuk pertanian, aktivitas perikanan dan rekreasi (Wetzel, 2001). Waduk juga merupakan suatu ekosistem perairan tawar produktif yang produktivitasnya didominasi oleh fitoplankton sehingga pemanfaatan dan keberlangsungan fungsi perairan ini antara lain sangat ditentukan oleh proses perubahan tingkatan trofik atau perubahan produktivitas perairan dan fitoplankton sebagai komponen produsen primer (Suwignyo, 1996).

Keberadaan plankton di perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu cahaya, ketersediaan zat hara dan turbulensi (Cloem, 1999; Rinke *et al.*, 2007)). Air pada perairan bersifat menyerap cahaya, semakin kecil cahaya terserap kedalam dasar air maka semakin sedikit suatu organisme menerima cahaya, sehingga proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton tidak berjalan secara optimal. (Wetzel 2001; Goldman dan Horne, 1994). Selain cahaya, keberadaan plankton juga dipengaruhi oleh ketersediaan senyawa diperairan. Zat hara dibutuhkan oleh plankton untuk tumbuh dan berkembang biak (Goldman dan Horne, 1994). Senyawa organik yang diperlukan, terutama nitrogen (sebagai nitrat, NO₃) dan fosfor (sebagai fosfat, PO₄²⁻) (Twomey *et al.*, 2005; Case *et al.*, 2008). Selain zat hara anorganik diperlukan juga zat hara organik, walaupun dalam jumlah yang sedikit. Namun pengaruhnya terhadap produktivitas primer tidak sebesar nitrogen dan fosfor (Goldman dan Horne, 1983; Case *et al.*, 2008).

Waduk Saguling sedang mengalami cekaman, yaitu adanya laju sedimentasi yang tinggi dan peningkatan unsur hara diperairan. Adanya laju sedimentasi yang tinggi sebesar 4,2 juta meter kubik per tahun dari satu DAS Citarum (Mulyadi, 2011). Tingginya laju sedimentasi mengakibatkan terjadinya pendangkalan waduk dan berkurangnya debit air. Selain itu juga Waduk Saguling mengalami peningkatan unsur yang tinggi yang disebabkan oleh : 1) *surface run off* tinggi yang berasal dari sungai Citarum; 2) akumulasi bahan organik yang berasal dari pemberian pakan buatan untuk budidaya KJA; dan 3) akumulasi bahan organik yang berasal

dari pemberian pupuk tanaman. Adanya peningkatan material organik dan anorganik tersebut akan mempengaruhi keberadaan plankton. Oleh sebab itu penurunan kualitas perairan yang terjadi di Waduk Saguling dapat menyebabkan berkurangnya fungsi waduk secara ekonomis maupun ekologis.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan studi mengenai respon komunitas plankton terhadap sedimentasi dan peningkatan senyawa organik di Waduk Saguling, sehingga penelitian ini bertujuan untuk, 1) mempelajari distribusi dan kelimpahan plankton di Waduk Saguling; 2) mempelajari jenis plankton yang terdapat di Waduk Saguling; 3) mempelajari faktor fisika - kimia yang mempengaruhi distribusi dan kelimpahan plankton di Waduk Saguling; 4) mempelajari produktifitas primer di waduk saguling; dan 5) mempelajari faktor apa saja yang mempengaruhi produktifitas primer di Waduk Saguling

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada musim hujan selama tiga bulan (Desember 2011 – Februari 2012) pada lokasi *inlet (In)* dan *Outlet (out)* di Waduk Saguling pada permukaan (0 m), 1 m, 5 m dan 10 m. Parameter yang diukur adalah PO_4 , NO_3 , NH_4 , penetrasi cahaya, pH, suhu dan produktivitas primer. Pada setiap lokasi sampel air di cuplik dengan *Lammote water sampler* 1 liter dengan ulangan 2 kali. Pengukuran suhu, kandungan oksigen terlarut (DO) dengan menggunakan DO-meter tipe YSI model 31B, sedangkan pengukuran pH air, dan konduktivitas diukur menggunakan multi-tester tipe YSI model 80 (APHA, 1989). Kemudian untuk pengukuran klorofil a, amonium, nitrit, nitrat, dan ortofosfat dilakukan di Laboratorium Analisis Ekosistem Akuatik dan Terrestrial, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, ITB yang mengacu pada metode APHA (1998).

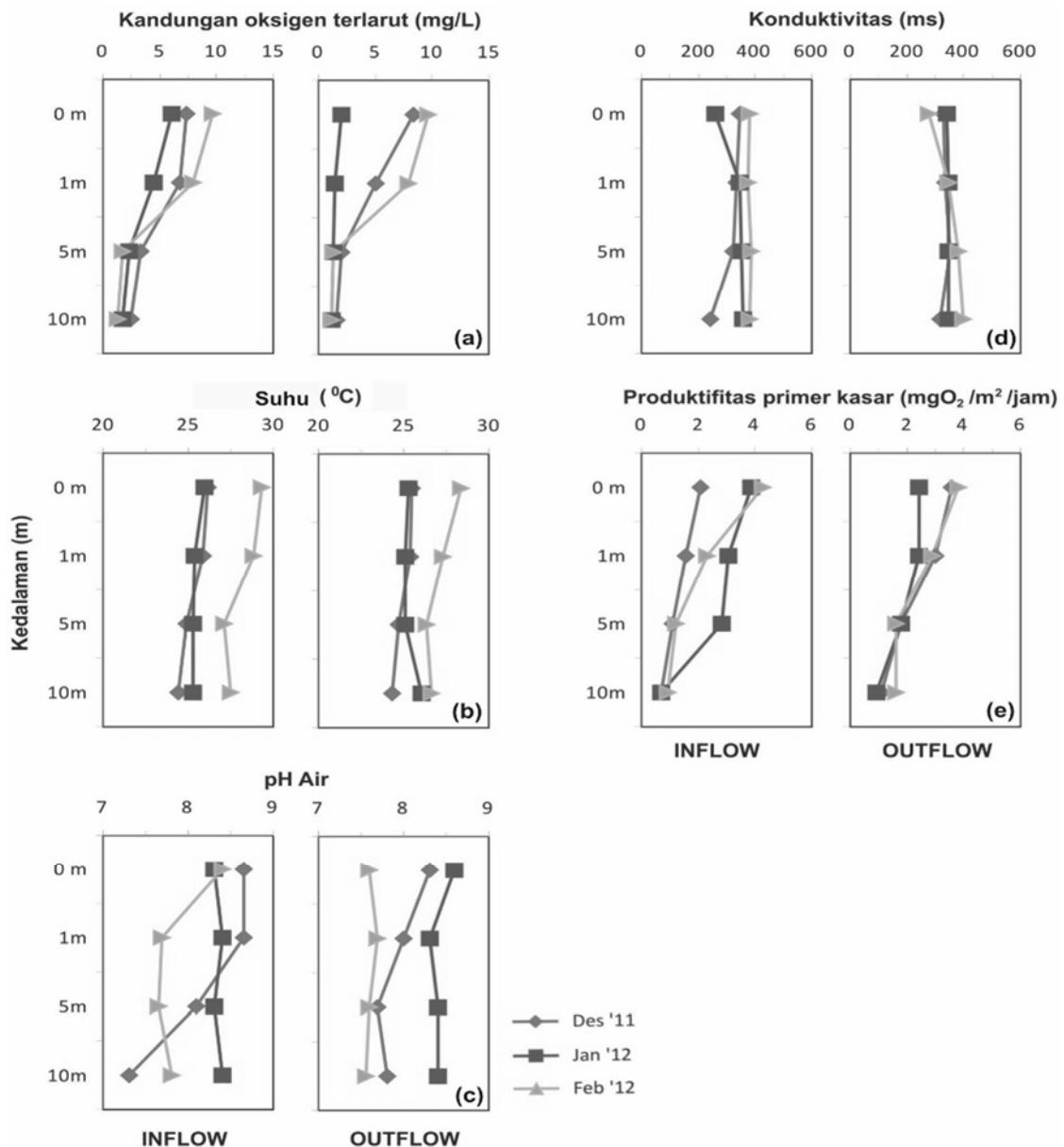
Pengukuran komunitas fitoplankton dilakukan dengan cara mengidentifikasi dan menghitung kelimpahan fitoplankton menggunakan *Sedwick Rafter* dibawah *Inverted Microscope* Nikon dengan perbesaran 100 x. Identifikasi taksa plankton dilakukan dengan menggunakan literatur Pennak (1978), Sachlan (1974), Edmonson (1959), Shirota (1996), Tomas (1996), dan Yamaji (1966). Selanjutnya untuk mengetahui trendline data parameter fisika-kimia dan komposisi plankton dibuat profil secara vertikal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter fisika-kimia perairan --- kandungan oksigen terlarut (DO) (*in*: 1,27 – 9,61 mg/l; *out*: 1,16 – 9,69 mg/l), produktivitas primer (ppr) (*in*: 0,67 – 4,26 $mgO_2/m^3/jam$; *out*: 0,9 – 3,82 $mgO_2/m^3/jam$), suhu (*in*: 24,5 – 29,3 °C; *out*: 24,3 – 28,4 °C), dan pH air (*in*: 7,3 – 8,65; *out*: 7,5 – 8,6) di kedua lokasi kajian (*Inlet* dan *Outlet*) memiliki bentuk *trend datayang* hampir sama yaitu tinggi pada permukaan perairan (0m dan 1 m) dan cenderung rendah pada kedalaman 5m dan 10 m (Gambar 1). Tingginya intensitas hujan selama pengamatan mengakibatkan berkurangnya penetrasi cahaya matahari sehingga panas yang diterima di lapisan permukaan tidak merambat ke lapisan perairan yang lebih dalam. Terjadinya hujan menyebabkan *surface run off* yang masuk ke perairan waduk menjadi tinggi. Tingginya *surface run off* diperairan meningkatkan turbulensi perairan. Menurut Kongkeo (1997), tidak adanya turbulensi diperairan waduk menyebabkan menurunnya kandungan oksigen terlarut secara cepat. Kondisi tersebut memicu kematian ikan, udang dan meningkatnya populasi zooplankton *noxious*. Penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan berkaitan dengan akumulasi senyawa organik di perairan. Selain itu apabila terjadi *bloomIng algae* pada permukaan perairan dapat mengakibatkan terhambatnya penetrasi cahaya matahari ke badan perairan, sehingga terjadi kematian plankton pada kedalaman yang lebih dalam dan proses dekomposisi menjadi meningkat (Boyd, 1999; Le *et al.*, 2003).

Penetrasi cahaya tinggi pada kedalaman 0m dan 1 m, menyebabkan proses fotosintesis oleh fitoplankton optimal pada kedalaman tersebut. Pada lokasi *inlet* penetrasi cahaya rendah

karena aktivitas keramba jaring apung (KJA), yang menyebabkan terjadinya peningkatan materi organik yang diperoleh dari sisa pakan ikan (Nastiti *et al.*, 2001). Tingginya kandungan materi organik dapat menyebabkan berkurangnya penetrasi cahaya kedalam perairan (Araoye, 2009). Selain itu juga tingginya *surface run off* yang berasal dari sungai Citarum dapat menyebabkan menurunnya penetrasi cahaya. Sebagian besar *surface run off* yang masuk ke Waduk Saguling berupa lumpur. Kandungan lumpur yang dibawa oleh aliran sungai dapat mengakibatkan penetrasi cahaya menjadi rendah, sehingga dapat menurunkan produktivitas primer (Nybakken, 1993; Lionard, 2005; Cabrita *et al.*, 1999). Intensitas cahaya matahari yang rendah menyebabkan pertumbuhan fitoplankton terhambat (Sigeo, 2004).



Gambar 1. Faktor fisik di Waduk Saguling; a) kandungan oksigen terlarut; b) suhu air; c) pH air; d) konduktivitas; dan e) produktifitas primer pada lokasi *Inlet* dan *outlet*.

Berdasarkan nilai parameter suhu Waduk Saguling memiliki stratifikasi suhu akan tetapi tidak terbentuk termoklin, karena adanya sinar matahari sepanjang tahun (Gambar 1). Hal ini menyebabkan kecilnya variasi suhu tahunan. Menurut Jorgensen dan Vollewidan (1989), termoklin dapat terjadi apabila suhu turun sekurang – kurangnya 1°C setiap meter. Adanya stratifikasi suhu dapat menyebabkan migrasi bagi plankton (Carvalho *et al.*, 2005). Pada suhu

rendah perairan akan terjadi proses *down welling*, sedangkan pada suhu panas pada perairan akan terjadi proses *up welling*. Selain membantu dalam proses migrasi, adanya stratifikasi suhu berperan dalam proses pengangkutan hara yang berasal dari dasar perairan menuju permukaan (Alcaraz *et al.*, 2002; Ostos *et al.*, 2006).

Berdasarkan nilai konduktivitas Waduk Saguling memiliki nilai yang hampir sama pada setiap kedalaman. Nilai konduktivitas di kedua lokasi kajian berkisar antara (*in*: 243,3 – 386,55 ms/cm; *out*: 278,15 – 400,45 ms/cm) (Gambar 1). Kenaikan konduktivitas perairan sejalan dengan penurunan kandungan organik perairan. Tingginya kandungan organik diperairan akan mengikat ion – ion mineral terlarut sehingga konduktivitas menurun (Ngaran dkk, 1993). Nilai konduktivitas dapat dijadikan sebagai indikator tingkat pencemaran anorganik terutama mineral terlarut. Mineral terlarut besi (Fe^{2+}) dan mangan (Mn^{4+}) merupakan elemen penting perairan karena berperan didalam fiksasi nitrogen serta pembentukan klorofil pada algae (Puspitaningsih, 2008). Oleh karena itu keberadaan mineral terlarut tersebut dapat mempengaruhi dinamika nutrient dan biomassa fitoplankton diperairan.

Parameter Nutrien Perairan --- Secara umum stratifikasi vertikal kandungan ammonium (*in*: 0,2 – 1,21 mg/L; *out*: 0,4 – 1,26 mg/L), nitrat (*in*: 0,08 – 0,5 mg/L; *out*: 0,07 – 0,47 mg/L), nitrit (*in*: 0,03 – 1,84 mg/L; *out*: 0,02 – 1,82 mg/L) dan orthofosfat (*in*: 0,05 – 0,23 mg/L; *out*: 0,1 – 0,31 mg/L) di perairan Waduk Saguling mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya kedalaman (Gambar 2). Hal ini dikarenakan berkurangnya kandungan oksigen terlarut di lapisan yang lebih dalam, sehingga proses dekomposisi bahan organik menjadi terhambat. Hal ini menyebabkan terjadinya akumulasi bahan organik (ammonium, nitrat, nitrit dan orthofosfat). Proses dekomposisi dipengaruhi suhu, semakin tinggi suhu proses dekomposisi di perairan lebih cepat (Carvalho *et al.*, 2005). Rendahnya kandungan oksigen terlarut menyebabkan proses perubahan ammonium menjadi nitrat dengan bantuan bakteri (nitrifikasi) tidak dapat berlangsung, akibatnya terjadi penumpukan nitrat didalam kolom air (Puspitaningsih, 2008), sedangkan oksidasi ammonium menjadi nitrit dan nitrat (nitrifikasi) dengan bantuan bakteri aerob dapat berlangsung optimal pada pH 8. Amonium dapat dihasilkan dari proses amonifikasi nitrogen yang terjadi selama proses dekomposisi materi organik dengan bantuan bakteri dan jamur (Puspitaningsih, 2008). Oleh karena itu apabila konsentrasi oksigen cukup tersedia (kondisi aerob) dan pH perairan mendukung, maka proses oksidasi ammonia menjadi nitrat dapat berlangsung, sehingga dapat dimanfaatkan untuk perkembangan fitoplankton sebagai produsen primer yang menentukan produktivitas perairan (Wetzel, 2001). Tetapi pada kondisi anaerob proses nitrifikasi akan berhenti, sehingga ammonium akan terakumulasi di perairan. Pada kadar diatas 0,5 mg/L, ammonium memiliki toksisitas yang sangat tinggi bagi organisme akuatik (Mitsch dan Gosselink, 2000).

Didalam perairan orthofosfat banyak ditemukan dalam bentuk fosfor. Bentuk fosfor diperairan berubah secara terus menerus karena adanya proses dekomposisi. Selain itu juga disebabkan adanya sintesis materi organik dan anorganik yang dilakukan oleh mikroba (Puspitaningsih, 2008; Habdija *et al.*, 2008). Tingginya kandungan orthofosfat di Waduk Saguling disebabkan adanya input energi yang berasal dari luar perairan (*allochthonous*) dan proses dekomposisi di dasar perairan (*autochthonous*). Fosfor dibutuhkan oleh fitoplankton untuk pembentukan molekul sel dan transformasi energi (ATP). Didalam perairan unsur fosfor berada pada plankton dan dapat mengendap di dasar perairan. Menurut Twomey *et al* (2005), kandungan fosfat terlarut > 0,010 mg/L akan mudah mengalami *blooming* fitoplankton. Adanya *blooming* algae akan menyebabkan terjadinya kematian ikan secara masal.

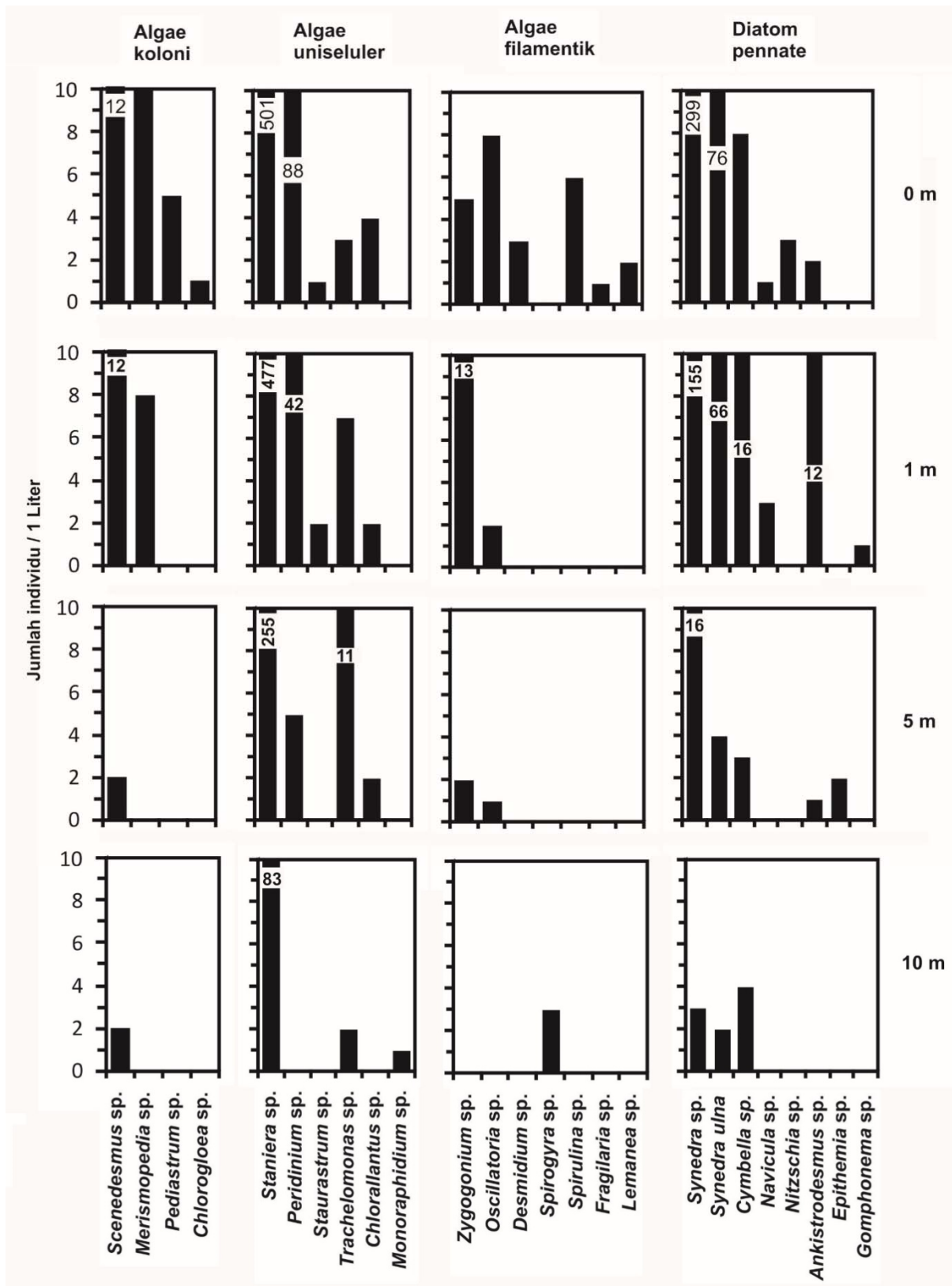
Komposisi fitoplankton --- Pada penelitian yang dilakukan dalam kolom air di Waduk Saguling, secara keseluruhan ditemukan 31 spesies fitoplankton. Dari 31 spesies tersebut dikelompokkan menjadi empat, yaitu : algae koloni, algae uniseluler, algae filamentik dan

diatom pennate. Pada lokasi *Inlet* ditemukan 4 jenis algae koloni, 6 jenis algae uniseluler, 7 jenis algae filamentik, dan 8 jenis diatom pennate (Gambar 3), sedangkan pada lokasi *outlet* ditemukan 7 jenis algae koloni, 7 jenis algae uniseluler, 4 jenis algae filamentik, dan 7 jenis diatom pennate (Gambar 4). Kehadiran fitoplankton pada kolom air di Waduk Saguling terdistribusi secara merata pada setiap kedalaman.

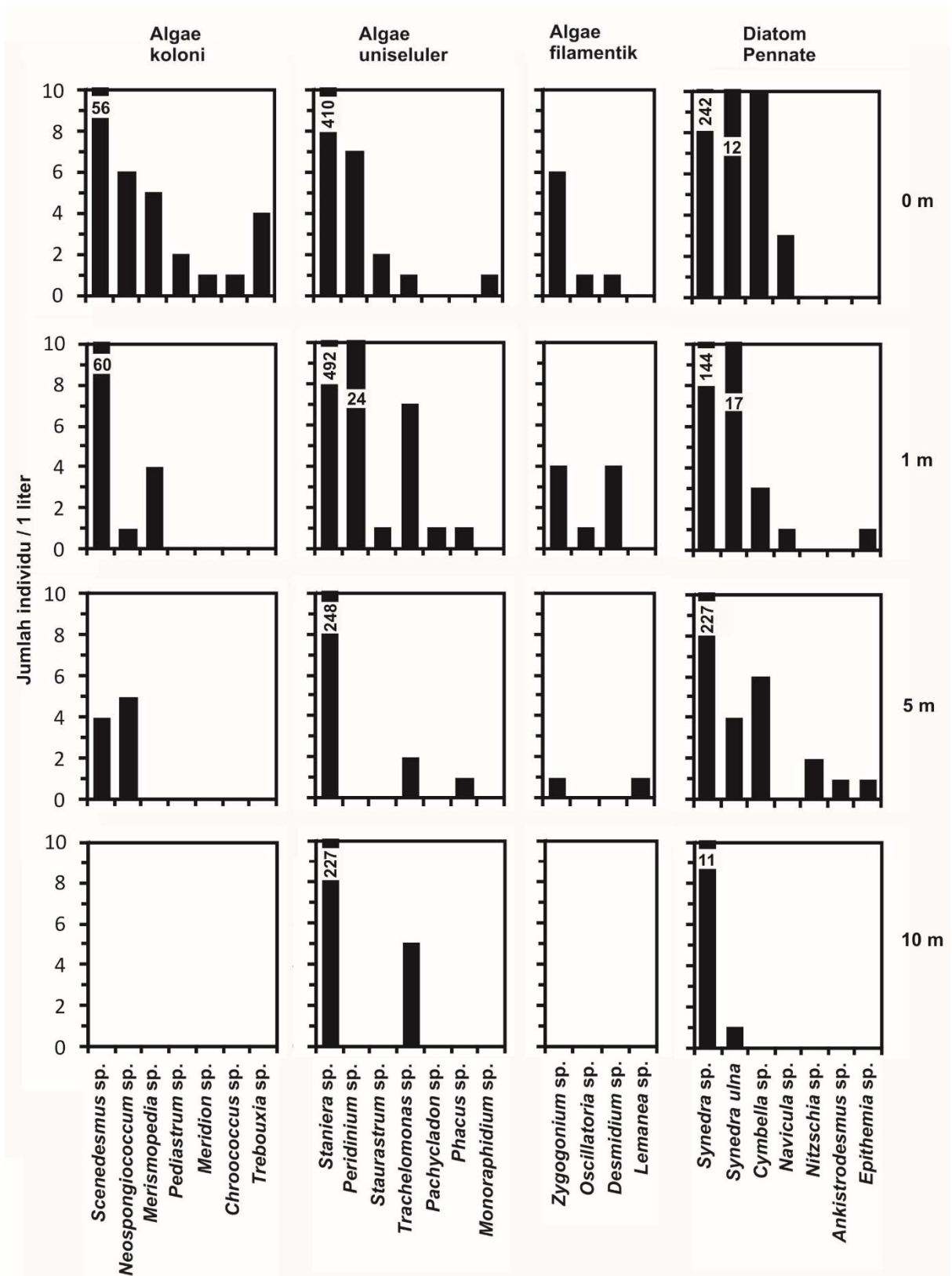
Pada lokasi *Inlet* dan *outlet* kelimpahan fitoplankton didominasi oleh 3 spesies, yaitu *Staniera* sp, *Synedra* sp. dan *Synedra ulna*. Ketiga spesies tersebut melimpah pada kedalaman 0 m (*Staniera* sp *In*: 501 individu/L, *Out*: 410 individu/L; *Synedra* sp *In*: 299 individu/L, *Out*: 242 individu/L; dan *Synedra ulna* *In*: 76 individu/L, *Out*: 12 individu/L) dan 1 m (*Staniera* sp *In*: 477 individu/L, *Out*: 492 individu/L; *Synedra* sp *In*: 155 individu/L, *Out*: 144 individu/L; dan *Synedra ulna* *In*: 66 individu/L, *Out*: 17 individu/L). Sebaliknya pada kedalaman 5m (*Staniera* sp *In*: 255 individu/L, *Out*: 248 individu/L; *Synedra* sp *In*: 16 individu/L, *Out*: 35 individu/L; dan *Synedra ulna* *In*: 4 individu/L, *Out*: 4 individu/L) dan 10m (*Staniera* sp *In*: 83 individu/L, *Out*: 227 individu/L; *Synedra* sp *In*: 3 individu/L, *Out*: 11 individu/L; dan *Synedra ulna* *In*: 2 individu/L, *Out*: 1 individu/L) kelimpahan fitoplankton rendah (Gambar 3 dan Gambar 4).

Tingginya kelimpahan fitoplankton pada kedalaman 0 m dan 1 m, karena cahaya hanya sampai pada kedalaman tersebut, sehingga fitoplankton optimum melakukan proses fotosintesis. Sebaliknya kelimpahan fitoplankton rendah pada kedalaman 5 m dan 10 m, karena cahaya tidak dapat masuk sampai kedalaman tersebut. Sehingga pada lokasi *Inlet* dan *outlet* terjadi penurunan jumlah fitoplankton pada setiap kedalaman. Penurunan jumlah fitoplankton ini terjadi secara linear seiring dengan bertambahnya kedalaman (Gambar 3 dan Gambar 4). Rendahnya penetrasi cahaya di Waduk Saguling, disebabkan oleh turbiditas perairan yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya *surface run off* yang berasal dari sungai Citarum, aktivitas keramba jaring apung (KJA) dan penggunaan pupuk. Tingginya kelimpahan populasi *Staniera* sp, *Synedra* sp. dan *Synedra ulna*, karena meningkatnya kandungan ammonium (*In*: 0,65 mg/l ; *Out*: 0,74 mg/l) dan nitrit (*In*: 0,46 mg/l ; *Out*: 0,58 mg/l) (Gambar 2).

Hadirnya ketiga spesies plankton tersebut di semua kedalaman karena proses *mixing*, sehingga fitoplankton yang ada dipermukaan perairan akan tenggelam dan terdistribusi sampai pada kedalaman tertentu. Hal ini dikarenakan Waduk Saguling memiliki stratifikasi suhu dan tidak terbentuk *termoklin*. Pada suhu rendah perairan akan menyebabkan terjadinya proses *down welling*, yang menyebabkan fitoplankton yang ada dipermukaan akan turun pada kedalaman yang lebih dalam. Sebaliknya pada suhu tinggi perairan akan terjadi proses *up welling* menyebabkan zooplankton dan unsur hara yang berada didasar perairan akan menuju kepermukaan perairan (Barus, 2001; Castro dan Huber, 2000) . Oleh karena itu proses *down welling* dan *up welling* membantu dalam proses migrasi fitoplankton secara vertikal.



Gambar 3. Jumlah individu komunitas fitoplankton dalam 1 liter yang dikelompokkan menjadi alga koloni, alga uniseluler, alga filamentik, dan diatom pinnate pada strata kedalaman 0 m, 1 m, 5 m dan 10 m dilokasi Inlet Waduk Saguling



Gambar 4. Jumlah individu komunitas fitoplankton dalam 1 liter yang dikelompokkan menjadi alga koloni, alga uniseluler, alga filamentik, dan diatom pinnate pada strata kedalaman 0 m, 1 m, 5 m dan 10 m dilokasi *outlet* Waduk Saguling

SIMPULAN

Di Waduk Saguling ditemukan 31 jenis fitoplankton, yang dapat dikelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu alga koloni, alga uniseluler, alga filamentik, dan diatom pinnate. Pada semua kedalaman di dominasi oleh kelompok alga uniseluler dan diatom pennate, yaitu *Staniera* sp., *Synedra* sp. dan *Synera ulna*. Ketiga spesies tersebut dapat hadir pada kedalaman 5 dan 10 karena dipengaruhi oleh tingginya kandungan amonium (In: 0,65 mg/l; Out: 0,74 mg/l) dan nitrit (In: 0,46 mg/l; Out: 0,58 mg/l).

DAFTAR PUSTAKA

- Alcaraz, M. C., Marrose., F. Peter., L. Arin., and A. Walits. 2002. Effect of Turbulence Condition and The Balance Between Production and Respiration In Marine Planktonic Communities. Marine Ecology Progress Series. 242. 63 – 71
- APHA. 1989. Standard Method for Examination of Water and Waste Water 14thEd. APHA-AWWA-WPFC, Port Press. Washington DC.
- Araoye, P. A. 2009. The seasonal variation of pH and dissolve oxygen (DO) concentration in Asa lake Ilorin, Nigeria. International Journal of Physical Science 4:5. 271 – 274
- Boyd, C. E. 1999. Management of Shrimp Ponds to Reduce the Eutrophication Potential of Effluents. The Advocate, December 1999
- Cabrita, M.T., F.Catarino, and G. Slawyk. 1999. Interaction of light, temperature and inorganic nitrogen in controlling planktonic nitrogen utilization in the Tagus estuary. Aquatic Ecology 33.251-256.
- Carvalho, P., S. M. Thomaz., and Bini, L. M. 2005. Effects of Temperature on Decomposition of Potential nuisance Species: The Submerged Macrophyte *Egeria najas* Planchon (Hydrocharitaceae). Brazillian Journal Biology 65. 51 - 60
- Case, M., E. E. Leca, S. N. Leitao, E. E. Sant'Anna, R. Schwamborn, and A. T. Moraes. 2008. Plankton Community as an Indicator of Water Quality in Tropical Shrimp Culture Ponds. Marine Pollution Bulletin (56). 1343 - 1352
- Cloem, J. E. 1999. The relative importance of light and nutrient limitation of phytoplankton growth: a simple index of coastal ecosystem sensitivity to nutrient. Aquatic Ecology 33. 3-16
- Edmonson, W.T. 1963. Freshwater Biology, 2nded, John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Goldman, C.R dan A.J Horne. 1983. Lymnology. Mc Graw Hill International Book Company. Auckland.
- Goldman, C.R dan A.J Horne. 1994. Lymnology 2nd ed. McGraw – Hill, Inc. USA.
- Habdija, I., M. Spoljar., M. Milisa., and M. Sertic. 2008. The Effect of Plankton Activity on the Stratification of Dissolved Oxygen and Orthophosphate in a Karstic Lake in the Mediterranean Coastal Area. Proceeding of Taal 2007: The 12th World Lake Conference. 2169 - 2172
- Jorgensen, S.E. and R.A.Volleweiden.1989. Guidelines of Lake Management, Principles of Lake Management, Vol.1.International Lake Enviroment Committee United Nations Enviromental Programme, Shiga. Japan.
- Kongkeo, H. 1997. Comparison of Intensive Shrimp Farming System in Indonesia, Philippines, Taiwan, and Thailand.Aquaculture Research 28. 789 - 796

- Le, T. X., Y. Munekage, D. A. T. Phan, and D. Q. T. Quan. 2003. The Environmental Quality of Shrimp Ponds in Mangrove Areas. The International Society of Offshore and Polar Engineer. USA. 255 - 262
- Lionard, M., K. Muylaert., D. Van Gansbeke., and W. Vyverman.. 2005. Influence of Changes in salinity and Light Intensity on Growth of Phytoplankton Communities from the Schelde River and Estuary. *Hydrobiology*. 540. 105-115.
- Mitsch, W. J. and J. G. Gosselink. 2000. *Wetland 3rd*. John Wiley & Sons Inc. USA.
- Mulyadi, A., dan E. S. Atmaja. 2011. Dampak pencemaran waduk saguling terhadap budidaya ikan jaring apung. *Gea*, 11: 2. 179 – 199
- Nastiti, A.S, Krismono, dan E.S Kartamihardja. 2001. Dampak Budidaya Ikan Dalam Karamba Jaring Apung terhadap Peningkatan Unsur N dan P di Perairan Waduk Saguling, Cirata dan Jatiluhur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 7:2. 22 - 30.
- Nganro, N. R., A Soemardinoto., JPN. Sumarno. 1993. *Dampak Pencemaran Air Akibat Kegiatan Persawahan, Pelabuhan dan Perkotaan Terhadap Budidaya Udang Tambak Di Daerah Pamanukan Jawa Barat*. Bandung. 1-5.
- Nybakken, J. W. 1993. *Marine Biology and Ecological Approach 3rd* ed. Harper Collins Collage Publisher.
- Ostos, E. M., L. C. Pizarro., A. B. Alves., C. Escot., and D. G. George. 2006. Algae in the motion: Spasial distribution of phytoplankton in thermally stratified reservoir. *Limnetica*. 25. 205 - 216
- Pennak, R. W. 1978. *Freshwater Invertebrates of United States*. 2nded. John Wiley and Sons. New York.
- Puspitaningsih, S. 2008. Dinamika Vertikal Nutrien (N, P, Si) dan Produktivitas Primer Fitoplankton Serta Penentuan Status Trofik Pada Dua Lokasi Berbeda Di Waduk Jatiluhur. Tesis S2 Jurusan Biologi ITB. Bandung
- Rinke, K., I. Hubner., T. Petzoldt., S. Rolinski., J. Post., A. Lorke., and Jurgen B. 2007. How internal waves influence the vertical distribution of zooplankton. *Freshwater Biology* 52. 137 - 144
- Sachlan, M. 1974. *Planktonologi*. Correspondence Course Center. Jakarta.
- Shirota, A. 1996. The Plankton of South Vietnam: Freshwater and marine plankton. Over. Tech. Agen. Japan.
- Sigeo, D.C. 2004. *Freshwater Microbiology: Biodiversity and Dynamic Interaction of Microorganisms In The Freshwater Environment*. John Wiley&Sons Inc. San Francisco.
- Suwignyo, P. 1996. Ekosistem Perairan Pedalaman, Tipologi Dan Permasalahannya. Kuliah Kursus Penyusunan Amdal XIX, PPSML-LP UI. Jakarta
- Tomas, C. R. 1996. *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagelats*. Academic Press.Inc. California. USA
- Twomey, L. J., M. F. Piehler., Hans. W. P. 2005. Phytoplankton Uptake of Ammonium, Nitrate, and Urea in The Neuse River Estuary, NC. USA. *Hyrobiologia* 533. 123 - 134
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology: Lakes and Reservoirs Ecosystems*. 3rd ed. Academic Press, San Diego.
- Yamaji, I. 1966. *Illustrations of The Marine Plankton of Japan* Hoikusha. Higashiku. Osaka, Japan.

