

Survei Kualitas Air Danau Arena Dayung Tanjung Bunga, Makassar

Water Quality Survey at Danau Arena Dayung Tanjung Bunga, Makassar

Sulfikar

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Makassar. Jl. Dg. Tata Raya, Makassar

Received 10 Desember 2012 / Accepted 20 Februari 2013

ABSTRAK

Danau Arena Dayung Tanjung Bunga (DADTB) Makassar adalah danau buatan yang terletak di tengah pemukiman daerah Tanjung Bunga di barat Kota Makassar. Letak danau yang berada di tengah pemukiman dan sumber air dari hilir sungai Jeneberang menjadikan danau ini rentan terhadap cemaran (a.l. nutrien). Survei kualitas air permukaan Danau Arena Dayung Tanjung Bunga, Makassar dilakukan dengan mengukur parameter fisika-kimiawinya, serta mengukur kadar klorofil, senyawa karbon organik terlarut dan senyawa karbon aromatis, $SUVA_{254}$ (*specific ultraviolet absorbance* pada 254 nm). Pada saat pengambilan gh, parameter fisika-kimia air dan tingkat penetrasi cahaya diukur di 14 lokasi pada setiap interval kedalaman 50 cm hingga mendekati dasar danau. Penelitian ini menunjukkan bahwa DADTB sudah berada dalam kondisi eutrofik.

Kata kunci: Danau Tanjung Bunga, kualitas air, senyawa karbon terlarut, eutrofik.

ABSTRACT

Danau Arena Dayung Tanjung Bunga (DADTB) Makassar is a man-made lake located in the middle of Tanjung Bunga residency area, west of Makassar. The lake is prone to contaminants (e.g. nutrients) because of its location in a densely populated area and the water input comes from the downstream of Jeneberang River. The quality of the lake surface water was assessed by measuring the physical and chemical water quality parameters (pH, DO, conductivity) for every 50 cm to the lake bottom at 14 locations and estimated the chlorophyll, DOC and $SUVA$ (specific ultraviolet absorbance in 254 nm) concentrations in water samples taken at these substations. The results showed that

*Korespondensi:
email: s_hanafi@yahoo.com

physical and chemical water quality parameters values, chlorophyll and DOC concentrations DADTB in eutrophic condition.

Keywords: Danau Tanjung Bunga, water quality, dissolved organic carbon, eutrophic.

PENDAHULUAN

Danau Arena Dayung Tanjung Bunga (DADTB) Makassar adalah danau buatan yang terletak di tengah pemukiman kawasan Tanjung Bunga di barat Kota Makassar. Sebelumnya, danau ini merupakan bagian hilir Sungai Jeneberang yang bermuara ke pantai barat Kota Makassar. Namun, sejak tahun 1990-an danau ini disekat oleh dua pintu air setelah terjadi banjir besar yang menggenangi sebagian besar Kota Makassar bagian barat. Danau ini berbentuk memanjang dari tenggara ke barat. Di tenggara adalah tempat masuknya sumber utama air danau, yaitu hilir Sungai Jeneberang, yang diatur melalui sebuah pintu air. Air keluarannya berakhir di Pantai Akkarena - Tanjung Bunga, yang juga diatur melalui sebuah pintu air (Gambar 1). Danau ini mempunyai luas $\pm 950.000 \text{ m}^2$, kedalaman $\pm 2-5 \text{ m}$ dengan panjang dan lebar berturut-turut $\pm 4000 \text{ m}$ dan $\pm 230 \text{ m}$. Sepanjang sisi timur laut dan barat laut terdapat jalan raya yang membatasi danau ini dengan kompleks Perumahan Taman Khayangan dan perumahan masyarakat lokal. Di sepanjang sisi timur laut terdapat juga kios-kios penjualan tanaman hias yang memanfaatkan air danau sebagai sumber air. Di sisi tenggara dan barat danau ini diapit oleh jalan raya. Sedikit sekali pepohonan terlihat di daerah tangkapan air danau ini. Pepohonan yang ada adalah pohon-pohon peneduh jalan. Seperti namanya, danau ini digunakan oleh Asosiasi Olahraga Air Makassar sebagai

tempat berlatih olahraga dayung. Selain itu, digunakan juga sebagai tempat rekreasi, pemancingan dan pemeliharaan ikan oleh masyarakat setempat.

Letak danau yang berada di tengah pemukiman dan sumber air dari hilir sungai Jeneberang menjadikan danau ini rentan terhadap cemaran (a.l. nutrien) yang dapat menurunkan kualitas air danau. Cemaran tersebut dapat berasal dari limpasan air dari jalan raya, buangan sampah dan limbah domestik, serta cemaran yang terbawa oleh air Sungai Jeneberang. Sungai Jeneberang berhulu di Kabupaten Gowa, melintasi selatan Kota Makassar, sebelum sebagian airnya masuk ke danau ini. Dampak kasat mata adanya cemaran nutrien adalah munculnya gulma air, (misalnya, enceng gondok) secara periodik. Saat merebak, tumbuhan ini dengan cepat menutupi permukaan danau.

Penguraian tanaman tersebut oleh bakteri juga dapat menjadi sumber nutrien nutrien (nitrogen, fosfor, karbon) dalam danau. Peningkatan konsentrasi nitrogen dan fosfor dapat memicu perebakan alga dan tumbuhan air lainnya. Sedimentasi bahan organik tumbuhan dapat mempercepat pendangkalan danau. Selain itu, pada komposisi konsentrasi nitrogen dan fosfor tertentu dapat memicu pertumbuhan alga yang beracun (Davis dan Koop 2006). Peningkatan konsentrasi senyawaan karbon dalam lingkungan perairan dapat memicu pertumbuhan bakteri heterotrof dan bakteri patogen. Meningkatnya jumlah enceng gondok dan alga akan meningkatkan konsumsi oksigen

yang digunakan oleh bakteri untuk menguraikan organisme tersebut.

Dampak langsung dari meningkatnya konsentrasi nutrisi air danau akibat pencemaran adalah berkurangnya estetika danau dan terganggunya kegiatan olahraga dan rekreasi air di danau tersebut. Selain itu, turunnya kadar oksigen secara drastis dapat menyebabkan matinya jenis biota yang rentan terhadap konsentrasi oksigen yang sangat rendah.

Untuk itu, perlu dilakukan suatu survei kualitas air Danau Arena Dayung Tanjung Bunga, Makassar untuk mengetahui tingkat trofik danau ini. Kualitas air danau diketahui dengan mengukur parameter fisika-kimiawi air, serta mengukur kadar klorofil, senyawa karbon organik terlarut (DOC) dan kandungan senyawa aromatis yang terdapat dalam DOC. Pengukuran tersebut penting untuk mengetahui antara lain: (1) status trofik suatu perairan; dan (2) ketersediaan senyawa karbon organik tersebut untuk segera digunakan oleh mikroorganisme - sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan untuk mencegah atau mengurangi resiko terjadinya pencemaran air danau tersebut.

METODE

Tingkat trofik danau diketahui dengan mengukur kadar senyawa karbon organik terlarut, klorofil dan tingkat penetrasi cahaya. Pengukuran kadar klorofil air juga berguna untuk mengetahui seberapa besar sumber karbon organik yang berasal dari pemrosesan dalam danau (*autochthonous*). Pengukuran parameter fisika-kimia air lainnya (temperatur, pH, oksigen terlarut, daya hantar listrik [DHL], kekeruhan) saat pengambilan contoh air adalah sebagai

indikator awal kondisi fisika kimia air Danau Arena Dayung Tanjung Bunga.

Ketersediaan senyawa karbon organik diketahui dengan mengukur senyawa karbon terlarut (DOC). DOC ini kemudian ditentukan fraksi senyawa aromatis dan non aromatisnya. Fraksi senyawa aromatik dapat ditentukan dengan cara mengukur specific Ultra-violet absorbance sampel pada 254 nm ($SUVA_{254}$) (Leenheer 2003). Fraksi senyawa aromatik tersebut mewakili senyawa humik (senyawa dengan berat molekul besar) yang terdapat dalam senyawa karbon organik (Wetzel 2001). Senyawa humik adalah sisa material organik yang tidak dapat didegradasi secara biologis, sedangkan senyawa non-humik adalah senyawa yang mudah digunakan dan diuraikan oleh mikroorganisme (Wetzel 2001).

1. Tempat dan Waktu Pengambilan Contoh

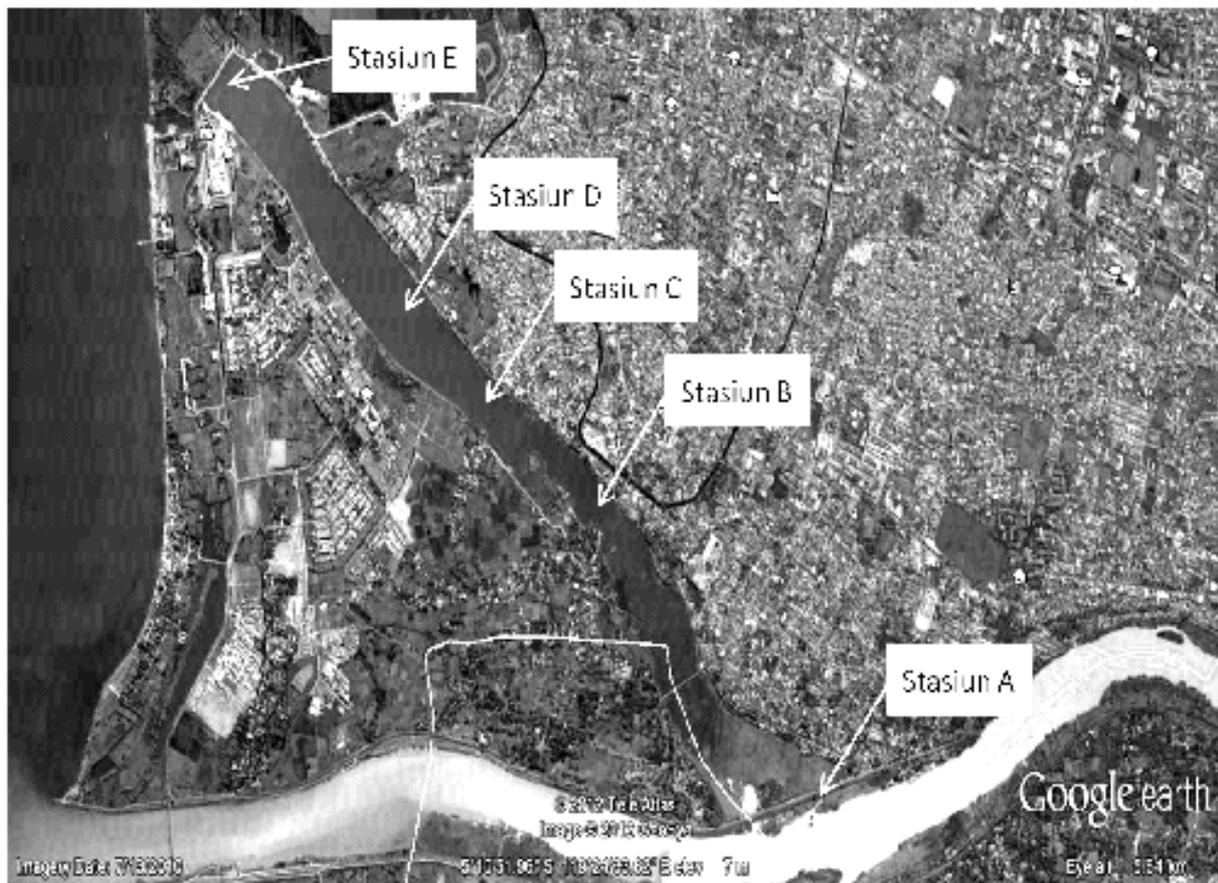
Pengambilan contoh dilakukan di area danau yang dibagi menjadi lima stasiun pengambilan air, yaitu inlet (pintu air tempat masuknya air Sungai Jeneberang, Stasiun A), lokasi keramba apung masyarakat lokal dan tempat penyeberangan (Stasiun B), lokasi dekat penjualan tanaman hias dan tempat penyeberangan (Stasiun C), lokasi dekat perumahan Taman Khayangan (Stasiun D), dan outlet (pintu air tempat keluarnya air danau, Stasiun E) (Lihat Gambar 3.1). Antara Stasiun A hingga Stasiun C adalah lokasi perumahan kumuh, sementara antara Stasiun C dan E adalah lokasi perumahan elit Tanjung Bunga. Sampling dilaksanakan di akhir musim penghujan, yaitu pada tanggal 31 Mei 2012, sampai pertengahan

musim kemarau yaitu tanggal 19 Juli 2012 dan 28 Agustus 2012.

2. Metode Pengumpulan Data

Setiap stasiun dibagi lagi menjadi tiga substasiun melintasi horizontal danau, yaitu di kedua tepi dan di tengah. Oleh karena keterbatasan akses di Stasiun A, stasiun pengambilan sampel hanya ada dua, yaitu di tepi kiri dan kanan. Tiga contoh air diambil untuk analisis kadar klorofil dan karbon organik (DOC dan aromatis) di masing-masing substasiun. Hasil pengukuran penetrasi cahaya menunjukkan bahwa pelat Secchi tidak lagi terlihat pada rata-rata kedalaman >2 m. Oleh itu contoh

air diambil pada kedalaman ± 1 m, karena cahaya matahari masih dapat mendukung pertumbuhan mikro-organisme autotrof seperti alga pada kedalaman tersebut, baik untuk analisis klorofil maupun untuk analisis kadar dan jenis bahan organik. Sebanyak ± 200 -350 mL air danau disaring melalui membran GFF (dia. 47 mm; ukuran pori 0,45 μm). Air yang tersaring dan diasamkan dengan H_2SO_4 p.a ($\text{pH} < 2$) dipakai untuk analisis kadar DOC dan SUVA (Westerhoff dan Anning 2000, Weishaar *et.al.*, 2003), sementara residu yang terkumpul di membran dipakai untuk analisis kadar klorofil.



Gambar 1. Lokasi pengambilan contoh air

Pada saat pengambilan contoh, parameter fisika-kimia air dan tingkat penetrasi cahaya diukur di setiap substasiun pada setiap interval kedalaman 50 cm hingga mendekati dasar danau. Parameter fisika-kimia diukur menggunakan alat pengukur kualitas air multiparameter portabel (PDC70N, ISTEK Inc.), dan tingkat penetrasi cahaya diukur menggunakan pelat Secchi (Secchi Disc).

Kadar senyawa karbon organik yaitu (1) DOC, dilakukan dengan mengukur kadar kebutuhan oksigen kimiawi (COD, APHA, 2005) pada contoh air yang telah disaring melalui membran GFF; (2) senyawa aromatis dilakukan dengan menggunakan metode *specific ultraviolet absorbance* (SUVA, Weishaar 2003, Berggren, 2009), yaitu mengukur serapan contoh air yang telah disaring tadi pada $\lambda = 254$ nm yang di-koreksi terhadap konsentrasi DOC.

Ekstrak klorofil diperoleh dengan memamerasi residu yang terdapat pada membran dalam etanol teknis 90% selama 24 jam di dalam gelap dan kemudian dikocok dalam pengocok ultrasonik. Ekstrak yang diperoleh kemudian disentrifugasi untuk mengendapkan partikel yang ada. Larutan yang jernih diukur serapannya pada λ 664, 647, 750 nm. Serapan pada λ 750 nm dilakukan untuk mengoreksi serapan oleh pengaruh kekeruhan dan material berwarna lainnya (Wetzel dan Likens 1991). Untuk koreksi kadar phaeophitin, serapan pada 664 nm diukur setelah penambahan HCl (APHA, 2005).

3. Analisis Data

Data kadar DOC dan klorofil dihitung menurut rumus yang tercantum

pada APHA (2005), sedangkan kadar karbon aromatis, dihitung menurut Weisaar (2003). Data hasil pengukuran parameter fisika-kimia air permukaan, dibuat grafiknya menggunakan Excel 2007, sedangkan data penetrasi cahaya dari pelat Secchi dihitung menurut OECD (1982).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

a. Kondisi danau pada saat sampling

Cuaca agak mendung pada saat sampling I, kemudian cerah pada saat sampling II dan III. Kedalaman air bervariasi, mulai dari ± 40 cm di Stasiun A, hingga >4 m di Stasiun B, C dan D. Di Stasiun A yang terletak 3 m sebelum pintu masuknya air Sungai Jeneberang, airnya terlihat keruh oleh partikel alluvial sedangkan di stasiun lain kekeruhan air lebih disebabkan oleh partikel mikroalga, dan berbau tidak enak. Terutama di Stasiun B, yang tepian danau dipadati oleh perumahan padat penduduk, toilet dan keramba apung, limbah masyarakat, tercium bau amis (Gambar 2).

Pada saat sampling I hingga sampling II, permukaan danau tertutupi oleh enceng gondok mulai dari ± 100 m setelah pintu masuk air (Stasiun A) hingga ke Stasiun B. Kerapatan tumbuhan enceng gondok di area tersebut memungkinkan tanaman semak lain tumbuh di atas bentangan enceng gondok ini. Rapatnya tumbuhan enceng gondok disebabkan oleh adanya jaring yang sengaja dipasang oleh pihak manajemen perumahan GMTDC (pengelola perumahan kawasan Tanjung Bunga) melintasi danau di Stasiun B dan di Stasiun C untuk menahan enceng gondok agar tidak menutupi seluruh permukaan danau.

Namun pada sampling III, jaring yang dipasang tidak mampu lagi menahan laju pertumbuhan enceng gondok. Pada saat itu, enceng gondok telah menutupi dermaga tempat bersandar perahu di Stasiun B sehingga penduduk setempat terpaksa memindahkan lokasi penyeberangan \pm 50

m ke arah barat (mendekati Stasiun C) dari lokasi awal. Tidak ada enceng gondok terlihat di antara Stasiun C hingga E. Kecuali di Stasiun A, terlihat banyak tumbuhan air yang mengakar ke dasar danau, populasi terbanyak terlihat di antara Stasiun C dan D.



(a)

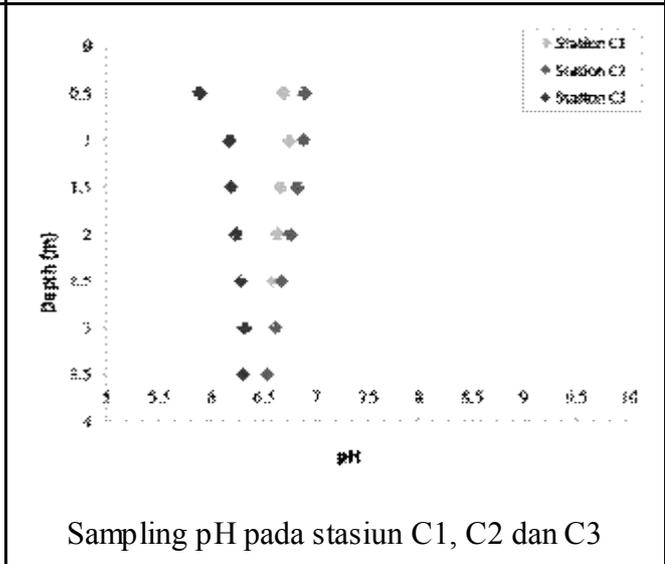
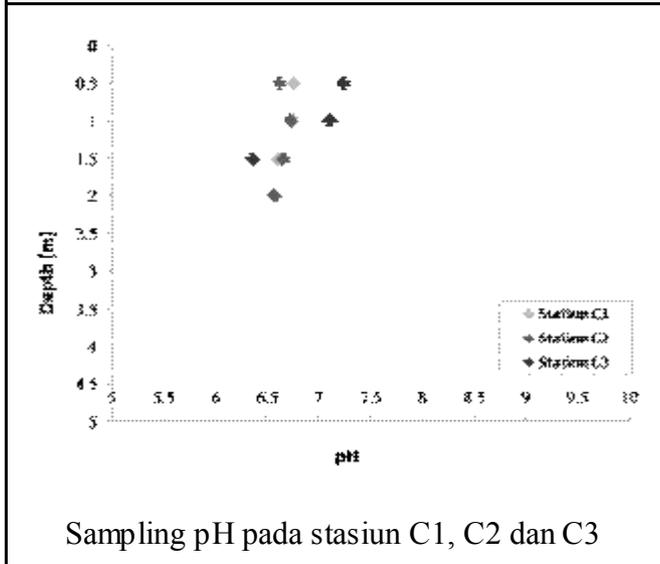
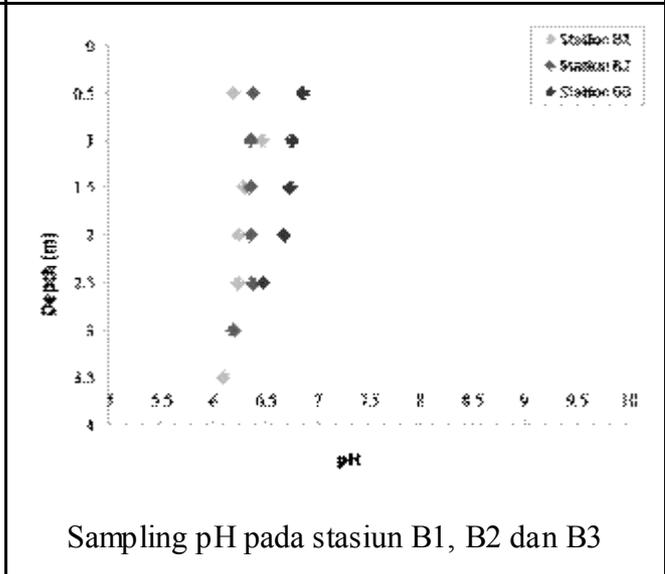
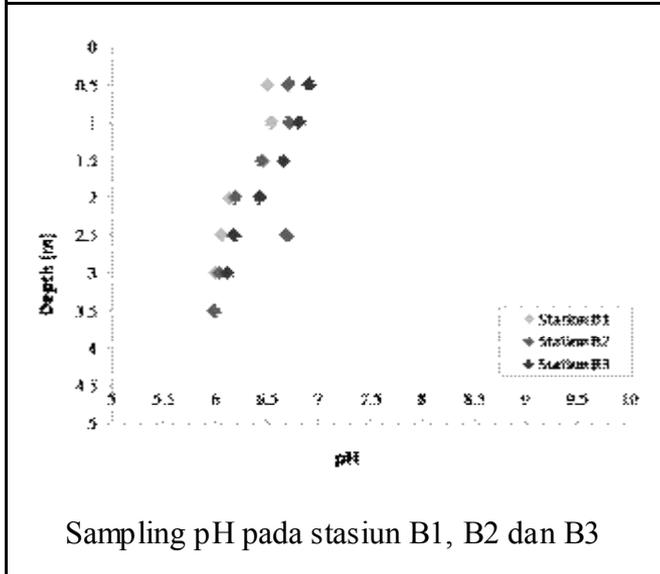
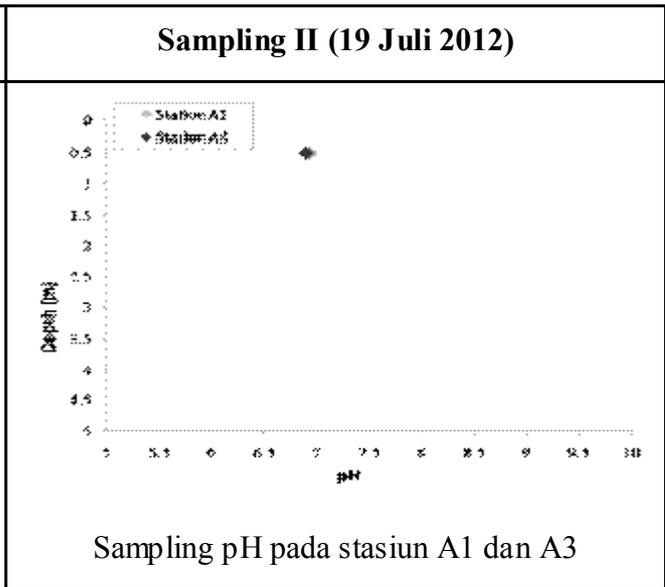
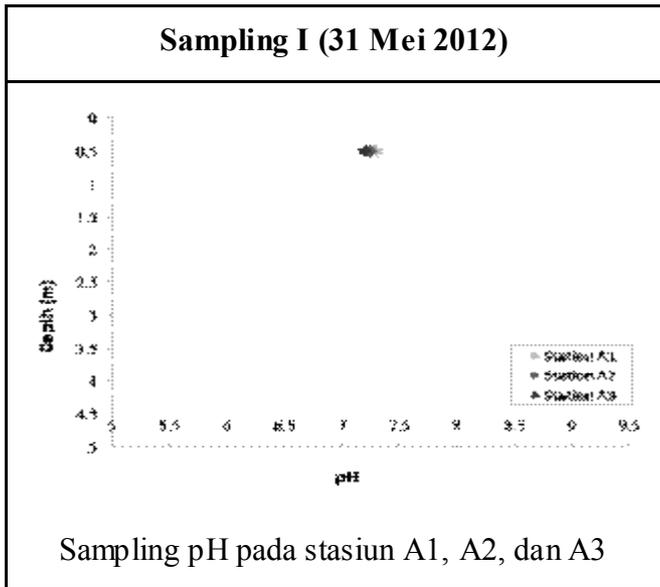


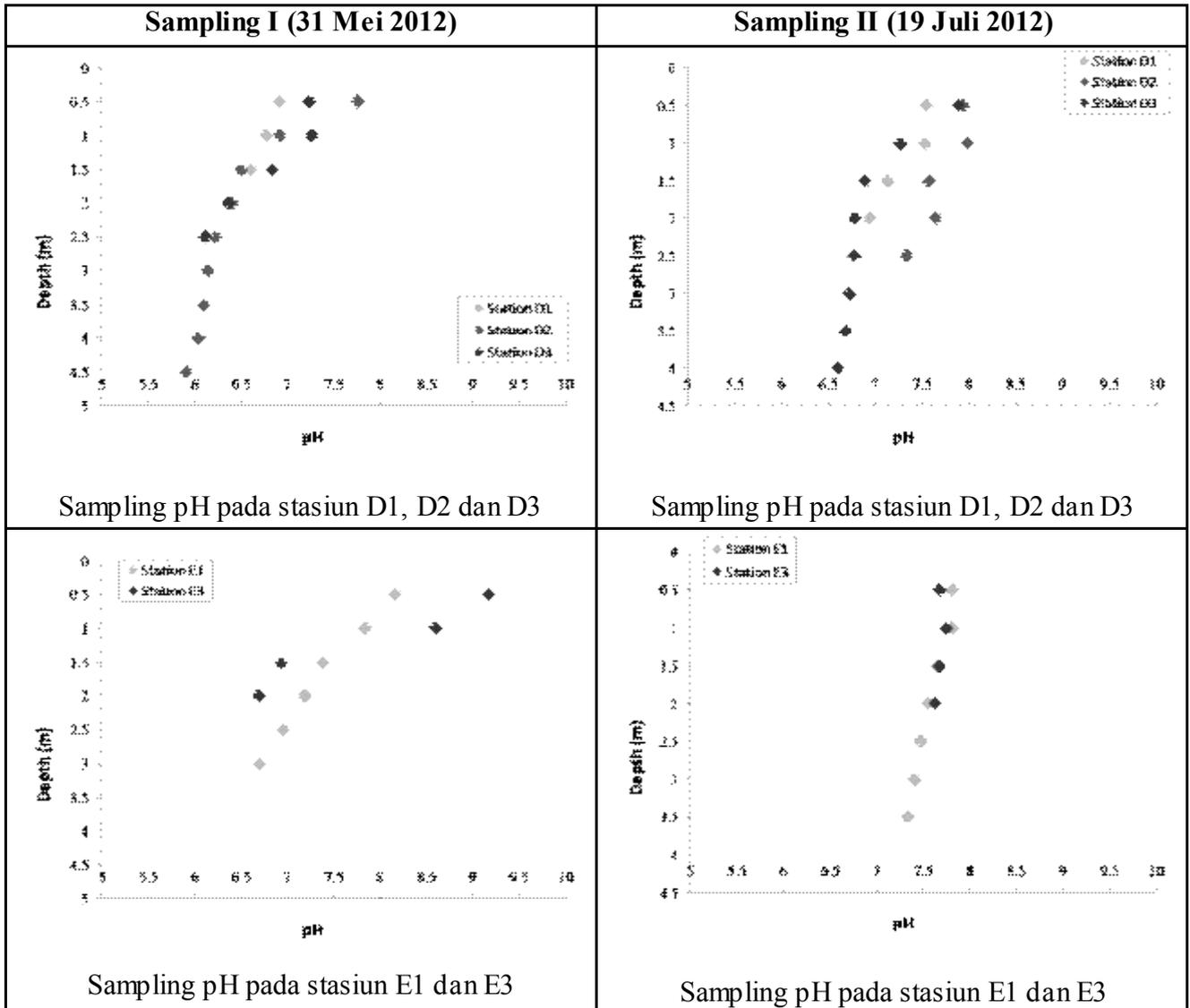
(b)

Gambar 2 Stasiun B. Sampah, enceng gondok, keramba apung terlihat di tepian Danau Arena Dayung Tanjung Bunga. (a) Saat sampling I, enceng gondok belum menutupi area penyeberangan perahu. (b) Saat sampling II, enceng gondok menutupi area ini.

Tabel 1 Karakteristik fisika-kimia Danau Arena Dayung Tanjung Bunga pada saat sampling. Keterangan: \bar{x} = rata-rata nilai, sd = standar deviasi, N/A = tidak ada data, EC = konduktivitas. *n = 14

Karakteristik	Sampling 1 (31 Mei 2012) ($\bar{x} \pm sd$)	Sampling 2 (19 Juli 2012) ($\bar{x} \pm sd$)	Sampling 3 (28 Agustus 2012) ($\bar{x} \pm sd$)
Kedalaman* (m)	2,0 \pm 0,6	4,0 \pm 1,1	3,8 \pm 0,9
Secchi depth*	1,9 \pm 0,5	2,2 \pm 0,4	2,2 \pm 0,8
Klorofil* (mg L ⁻¹)	8,2 \pm 3,9	7,7 \pm 4,2	8,0 \pm 4,8
DOC* (mg L ⁻¹)	14 \pm 8	11 \pm 7	10 \pm 4
SUVA _{254nm} * 10 ⁻³ m ⁻¹ (mg/L) ⁻¹	5,5 \pm 0,33	4,4 \pm 0,36	3,2 \pm 0,18
pH	6,6 \pm 0,2	6,9 \pm 0,6	N/A
DO (mg L ⁻¹)	6,3 \pm 1,6	4,2 \pm 2,3	N/A
EC (μ S cm ⁻¹)	138 \pm 4	166 \pm 12	N/A



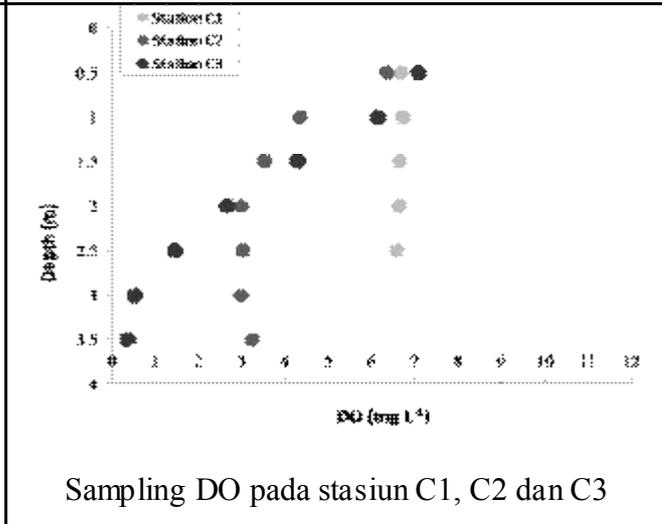
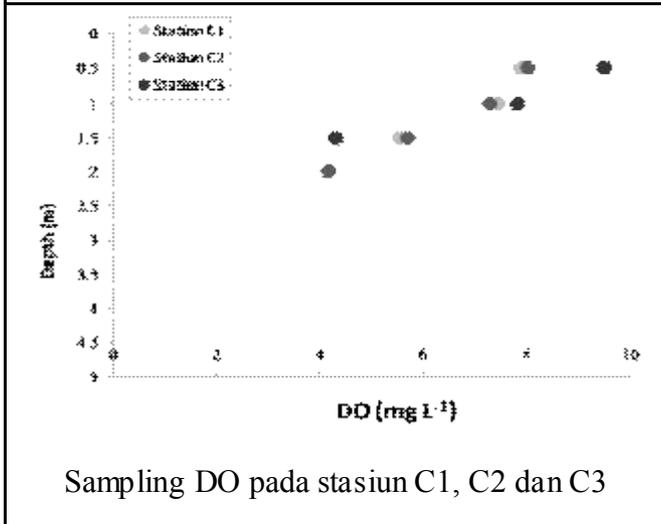
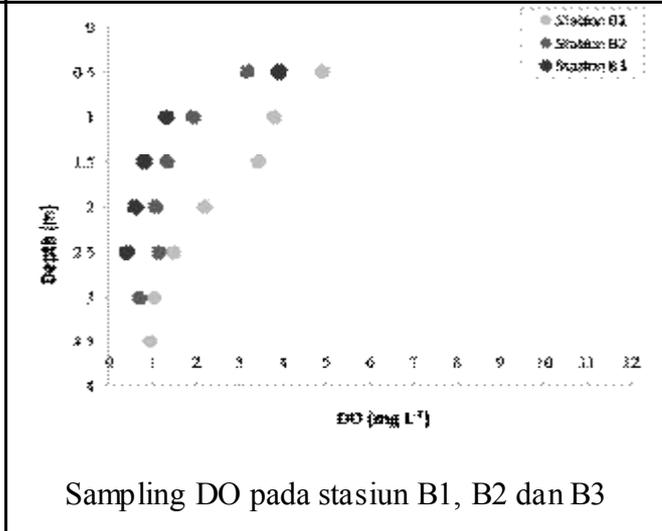
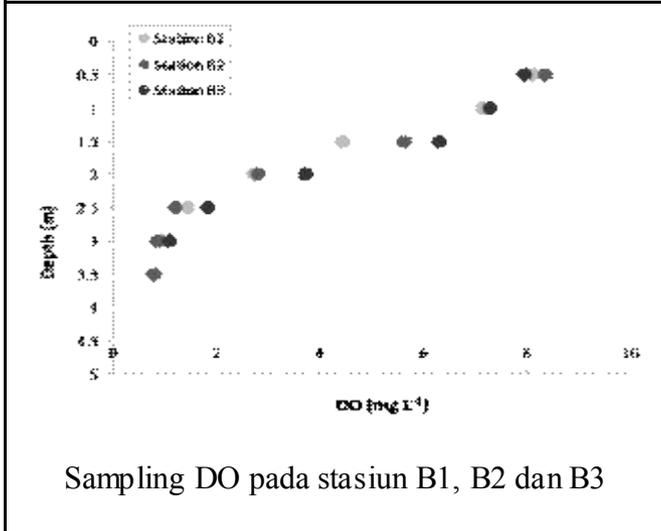
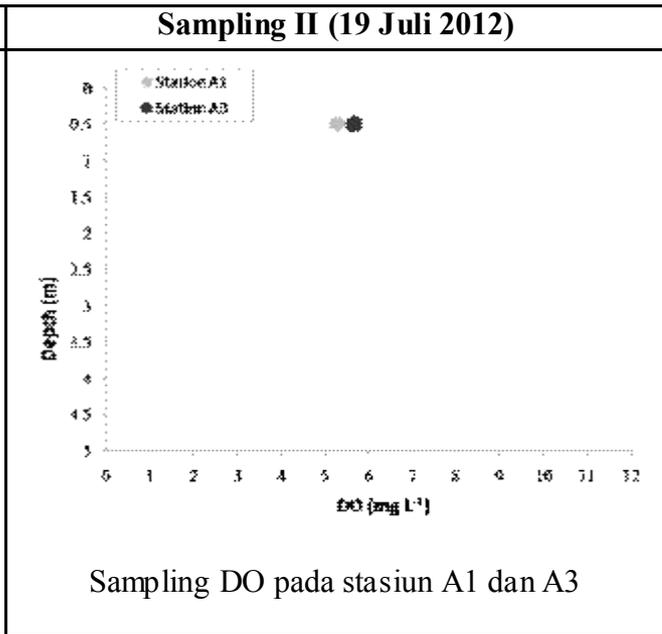
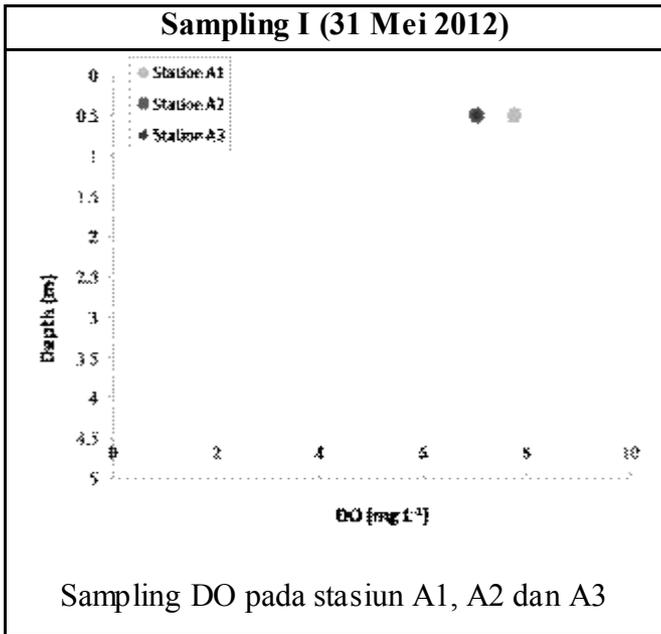


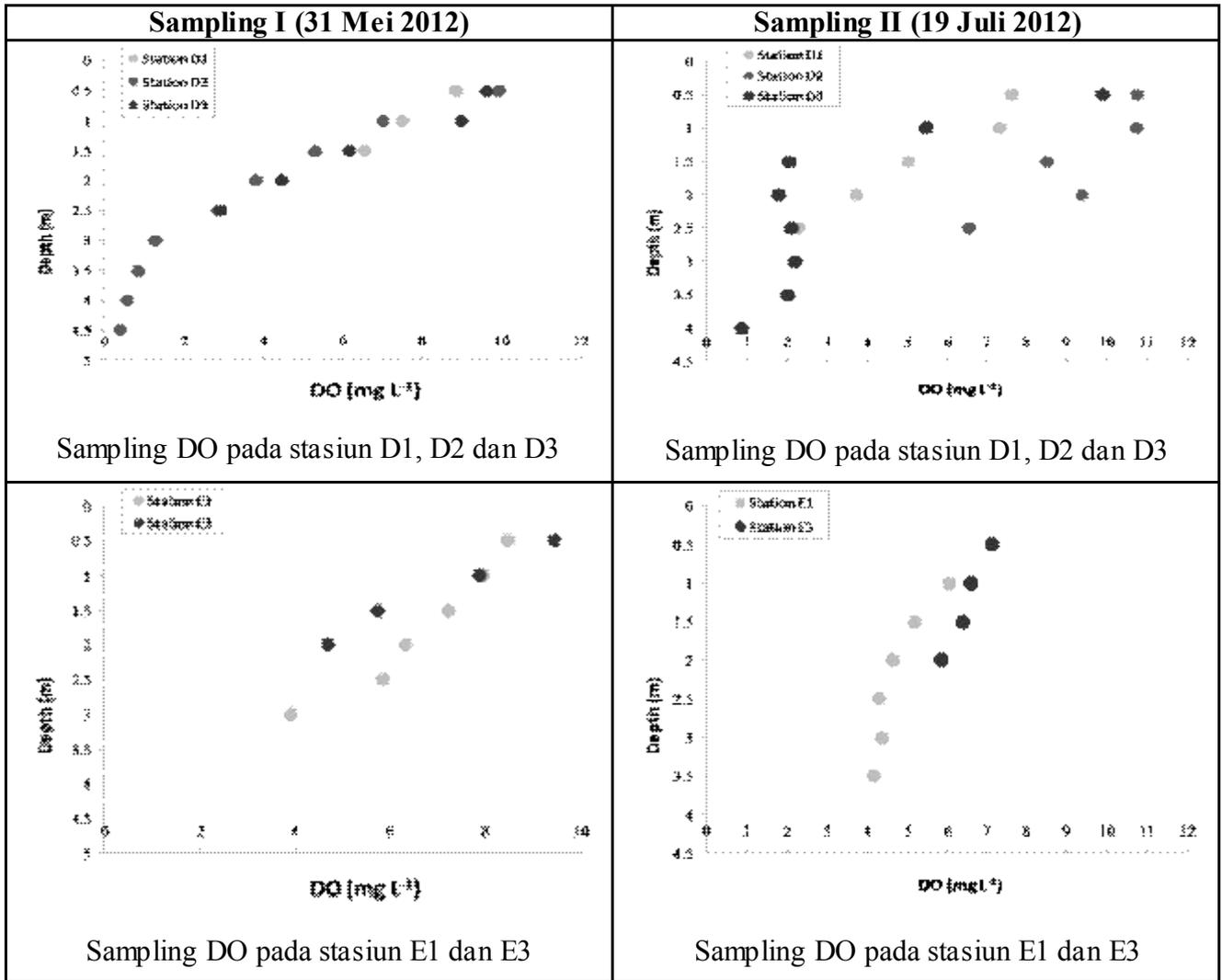
Gambar 3. Nilai pH pada saat sampling I (31 Mei 2012) dan II (19 Juli 2012). Pada sampling II, tidak ada data pH karena alat rusak. Keterangan: untuk Stasiun B hingga E, angka setelah huruf menunjukkan letak substasiun. B1 = Stasiun B di dekat perumahan penduduk; B2 = Stasiun B pada tengah danau; B3 = Stasiun B di dekat jalan raya. Pada Stasiun A, angka 1 menunjukkan letak sampling yang paling jauh dari pintu air, sedangkan 2 dan 3 letaknya semakin mendekati pintu air masuk.

Pada saat sampling III, populasi tanaman air tersebut terlihat berkurang drastis di antara Stasiun D dan E karena pihak manajemen GMTDC telah membersihkan lokasi tersebut dari tanaman air ini beberapa hari sebelumnya.

Pada ketiga kegiatan sampling, selalu ada kegiatan penambangan pasir manual

dari dasar danau yang diambil dengan cara menyelam ke dasar danau. Kegiatan ini berlokasi di antara stasiun B dan C (satu kelompok penambang), dan di antara Stasiun C dan Stasiun D (dua atau tiga kelompok penambang).



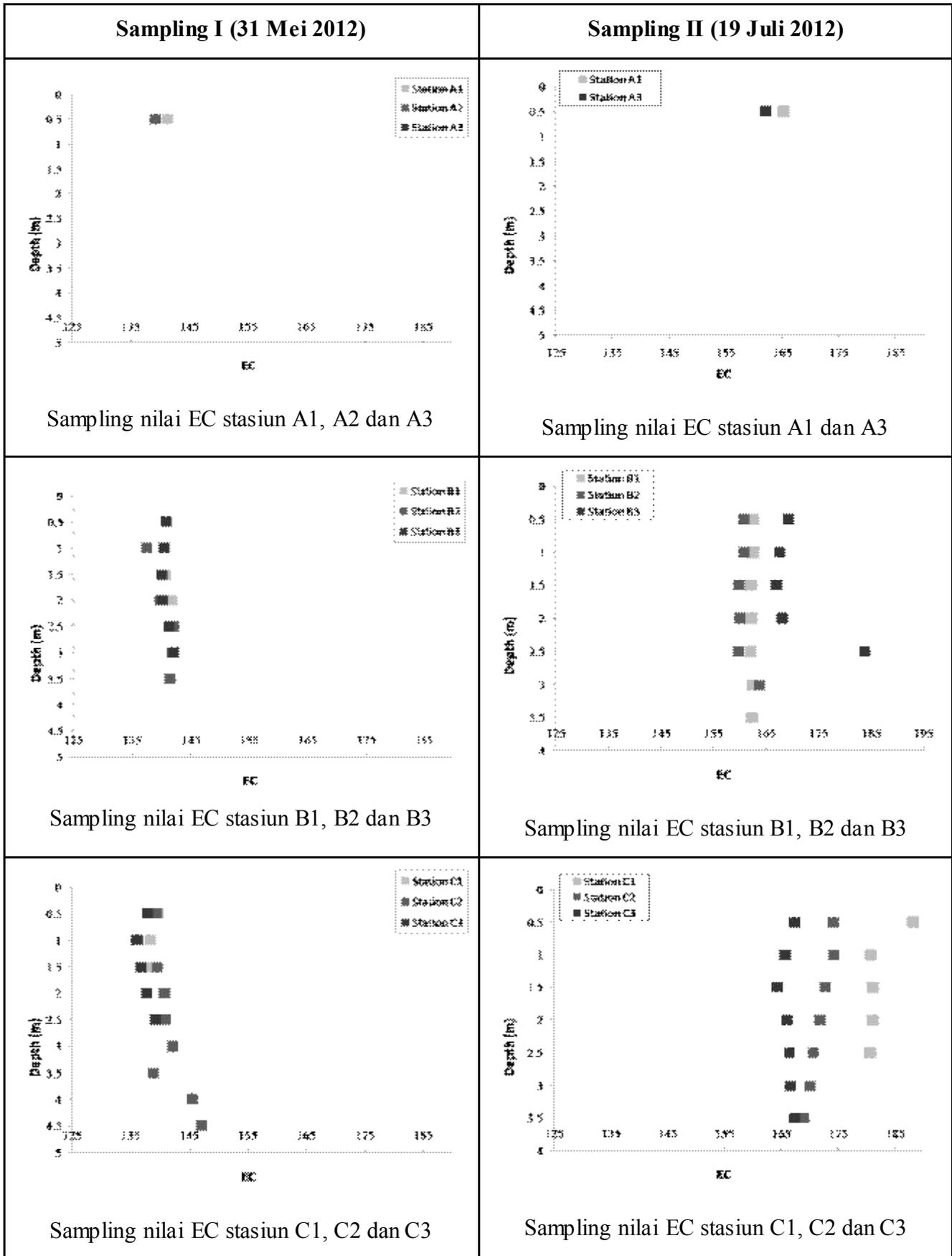


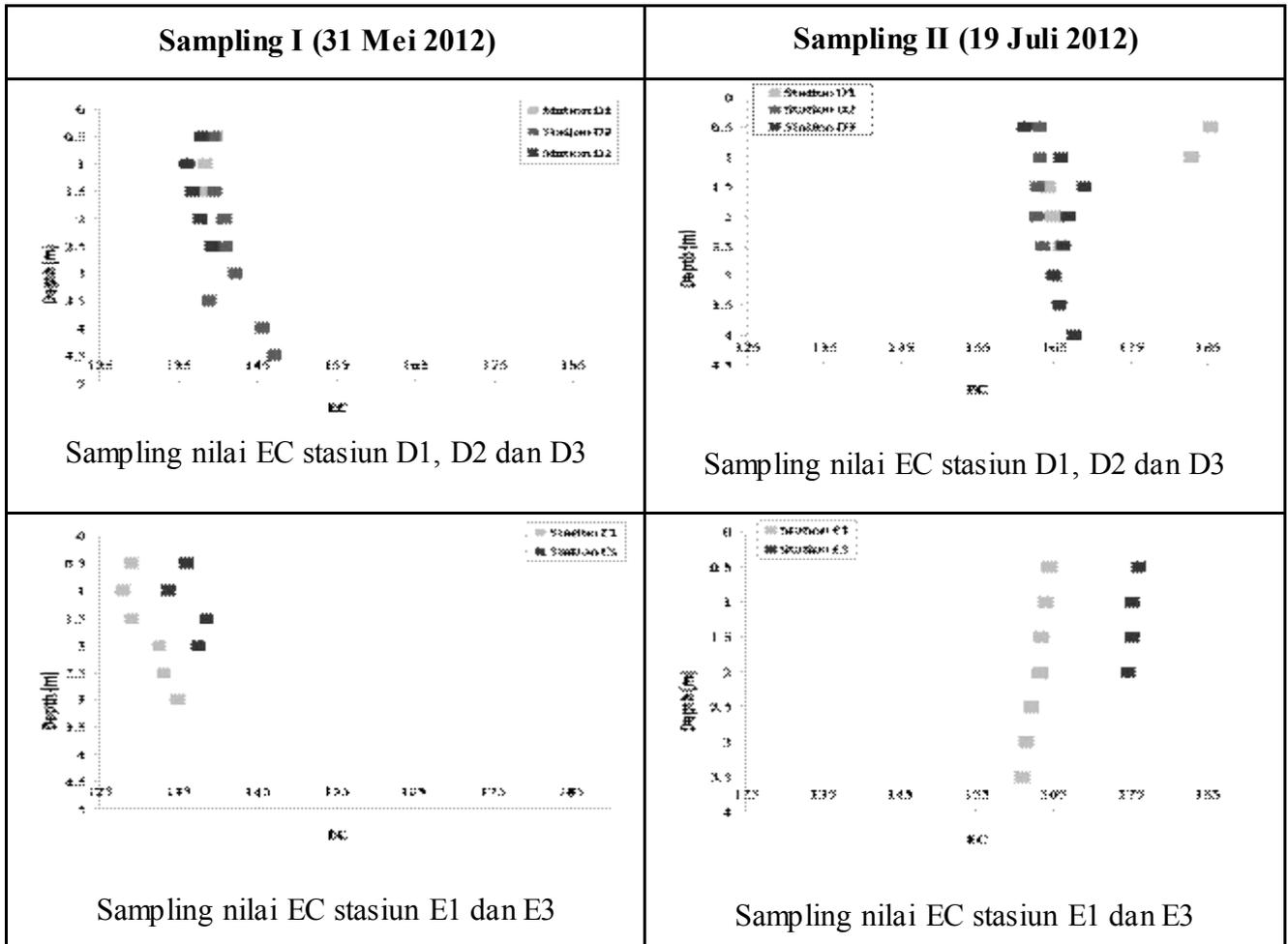
Gambar 4. Nilai DO di tiap stasiun pengambilan sampel pada tanggal sampling I (31 Mei 2012) dan II (19 Juli 2012). Pada sampling II, tidak ada data pH karena alat rusak. Keterangan: untuk Stasiun B hingga E, angka setelah huruf menunjukkan letak substasiun. B1 = Stasiun B di dekat perumahan penduduk; B2 = Stasiun B pada tengah danau; B3 = Stasiun B di dekat jalan raya. Pada Stasiun A, angka 1 menunjukkan letak sampling yang paling jauh dari pintu air, sedangkan 2 dan 3 letaknya semakin mendekati pintu air masuk.

b. Karakteristik fisika-kimia air danau

Rata-rata nilai karakteristik fisika-kimia air Danau Arena Tanjung Bunga dapat dilihat di Tabel 1. Pada sampling II dan III, permukaan air terlihat lebih tinggi daripada saat sampling I. pH dan konduktivitas lebih tinggi pada sampling II

dibandingkan pada saat sampling I. Hal sebaliknya untuk oksigen terlarut (DO), yaitu lebih tinggi pada saat sampling I (~8 mg L⁻¹) dibandingkan dengan saat sampling II (~6 mg L⁻¹). Konsentrasi DOC tertinggi dan konsentrasi SUVA terendah terjadi pada saat sampling III.



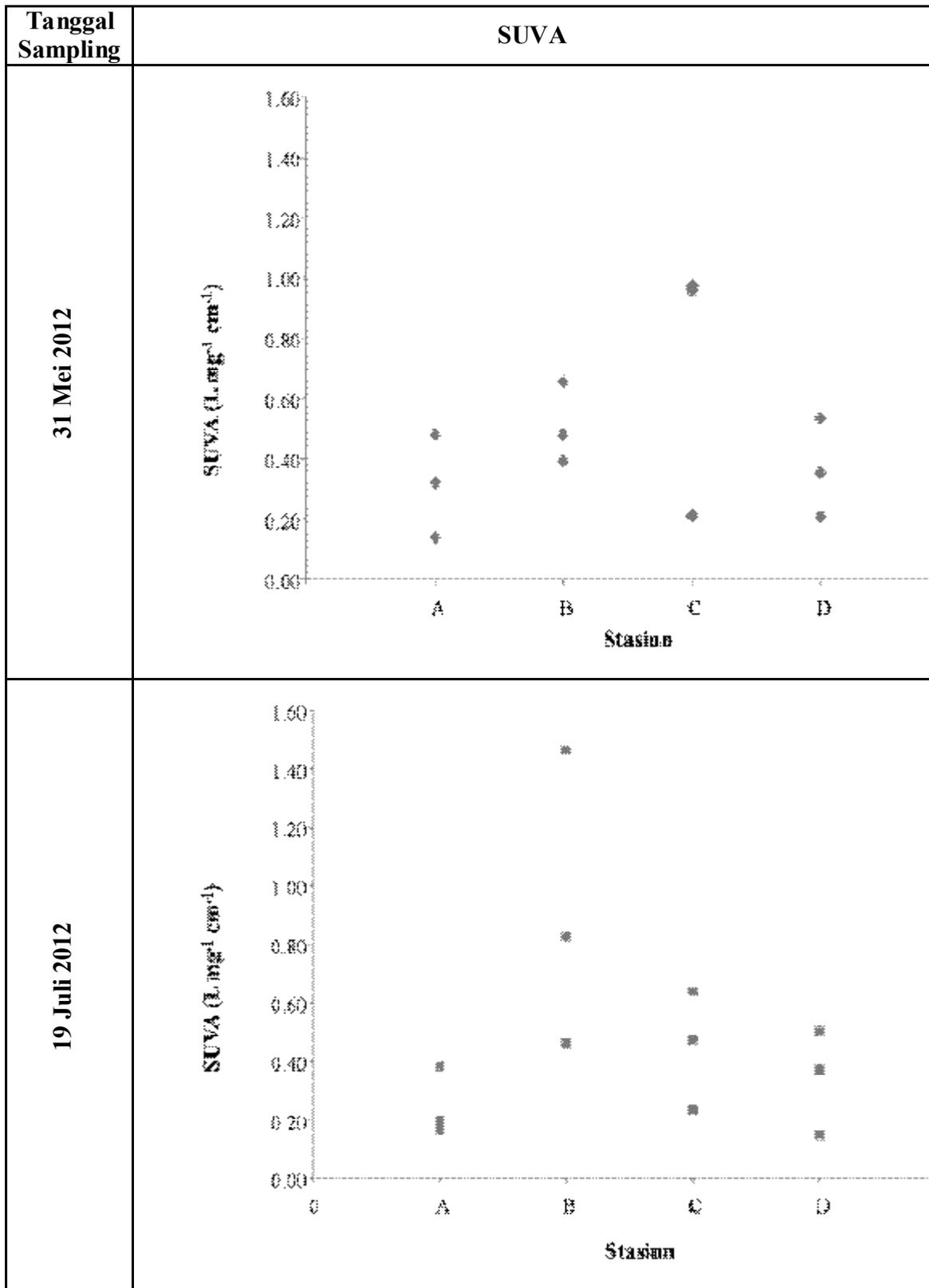


Gambar 5. Nilai EC (konduktivitas) di tiap stasiun pengambilan sampel pada sampling I (31 Mei 2012) dan II (19 Juli 2012). Pada sampling II, tidak ada data pH karena alat rusak. Ket.: untuk Stasiun B hingga E, angka setelah huruf menunjukkan letak substasiun. B = Stasiun B di dekat perumahan penduduk; B2 = Stasiun B pada tengah danau; B3 = Stasiun B di dekat jalan raya. Pada Stasiun A, angka 1 menunjukkan letak sampling yang paling jauh dari pintu air, sedangkan 2 dan 3 letaknya semakin mendekati pintu air masuk.

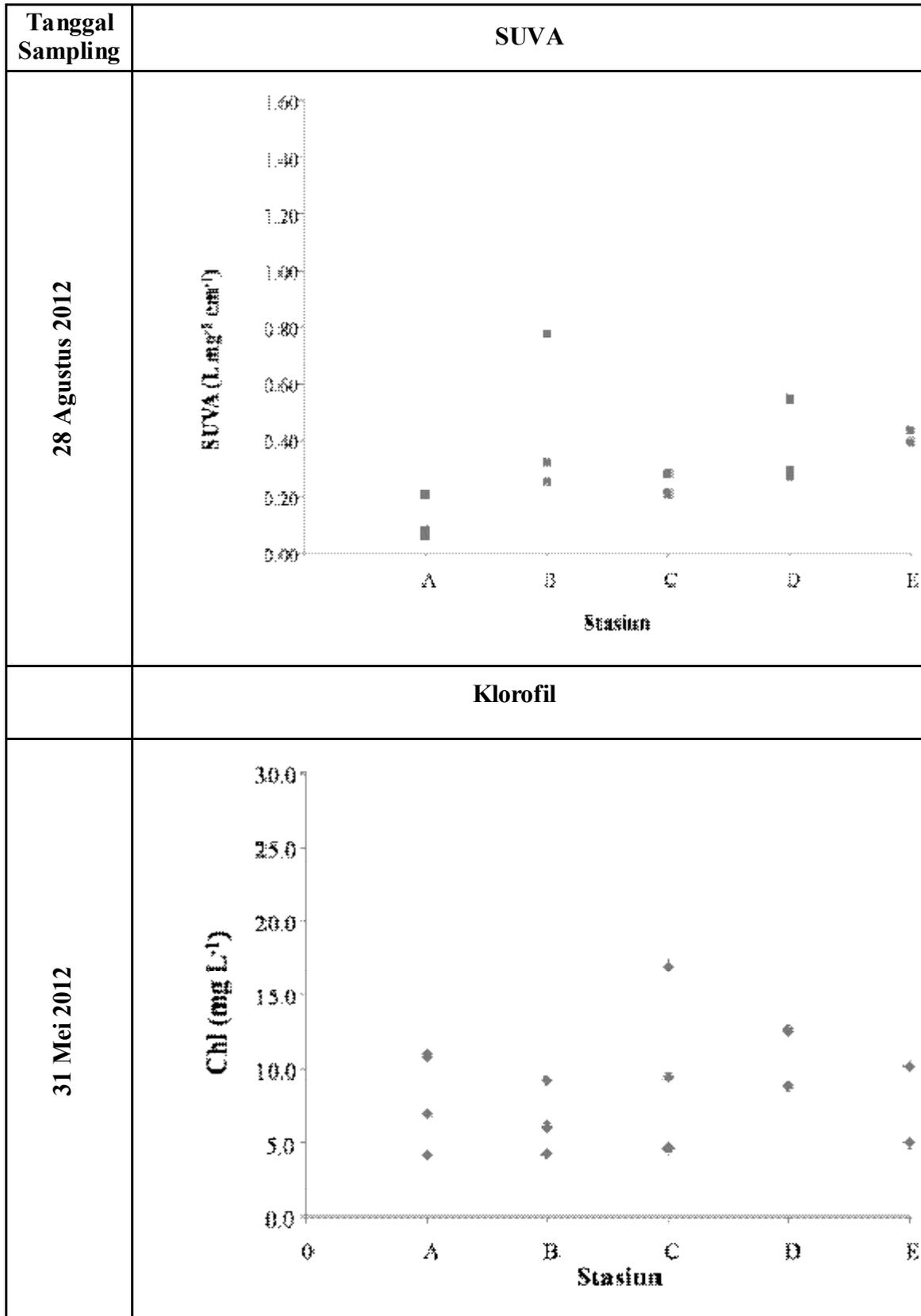
Profil pH, DO dan EC menurut kedalaman di tiap substasiun dapat dilihat pada Gambar 3 - 5. Data tersebut tidak dapat diperoleh pada saat sampling III karena kerusakan alat Water Quality Parameter Analyzer. Pada umumnya, nilai pH menurun dari sekitar 6,5-7 pada permukaan danau ($\pm 0,5$ m), menjadi antara 5.5 - 6.5 pada kedalaman 2 m ke bawah. Hal ini menunjukkan tingginya konsentrasi senyawa organik di air danau ini, dan kadar

senyawa organik yang semakin tinggi di kedalaman. pH air juga lebih rendah di Stasiun B, C, dan D daripada di Stasiun A dan E.

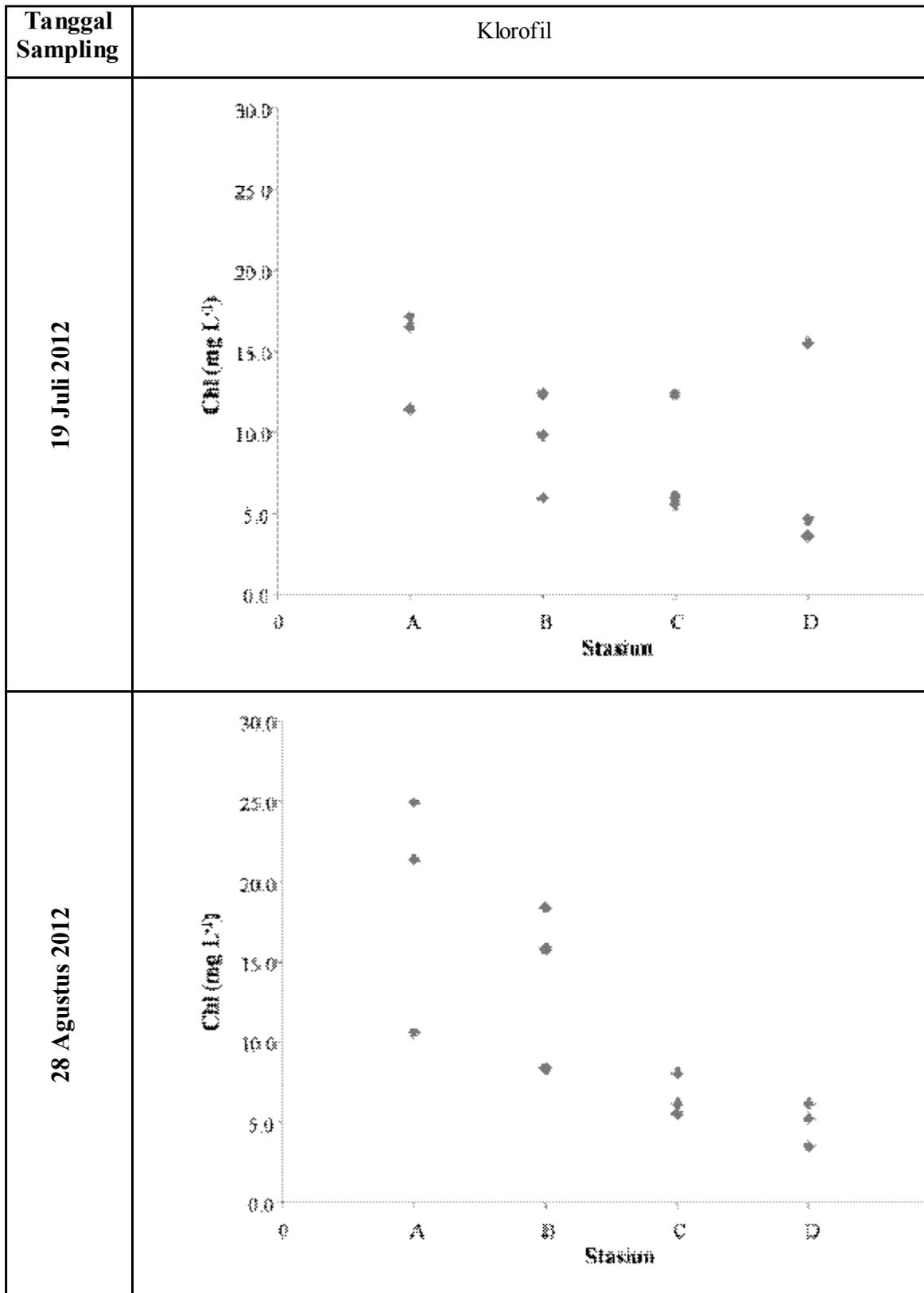
Jumlah oksigen terlarut menurun menurut kedalaman, yaitu dari ~ 8 atau ~ 6 mg L^{-1} pada 0 m dari permukaan danau, menjadi ~ 0 mg L^{-1} pada dasar danau. Penurunan tajam DO ini terjadi mulai pada kedalaman 1 m (Sampling II, Stasiun B) atau pada kedalaman 2 m.



Gambar 6. Nilai SUVA tiap stasiun pada bulan Mei dan Juli 2012



Gambar 7. Nilai SUVA tiap stasiun pada bulan Agustus dan Klorofil pada bulan Mei 2012



Gambar 8. Nilai Klorofil pada bulan Juli dan Agustus 2012

Nilai konduktivitas air cukup berbeda antara sampling I ($138 \pm 4 \mu\text{S cm}^{-1}$) dan II ($166 \pm 2 \mu\text{S cm}^{-1}$). Tidak terlihat ada perubahan nilai EC yang berarti menurut kedalaman. Namun terlihat ada peningkatan nilai konduktivitas pada Stasiun C, di kedua saat sampling.

Kadar klorofil cenderung meningkat dari Stasiun A ke Stasiun E untuk sampling I dan II, namun pada sampling II cenderung menurun. Sementara untuk SUVA, cenderung meningkat dari Stasiun A ke E untuk sampling I, kemudian cenderung menurun untuk sampling II dan III.

2. Pembahasan

a. Kondisi trofik danau

Berdasarkan data kedalaman Secchi (*Secchi Depth*) dan konsentrasi klorofil air, Danau Arena Dayung Tanjung Bunga sudah berada pada kategori eutrofik (OECD, 1982). Kondisi eutrofik danau ini terhitung cukup cepat terjadi mengingat danau ini yang sebelumnya adalah salah satu cabang Sungai Jeneberang, baru menjadi danau setelah dibendung pada tahun 1990-an. Alaminya, proses perubahan status trofik suatu perairan dari oligotrofik menuju eutrofik berlangsung ribuan tahun.

Berdasarkan parameter kadar bahan organik terlarut (DOC), Danau Arena Dayung Tanjung Bunga juga sudah masuk kategori eutrofik (kadar bahan organik terlarut 3-34 mg/L) (Truman, 1985). Jika dibandingkan dengan kondisi beberapa danau eutrofik lainnya di dunia, kandungan senyawa karbon terlarut DADTB tergolong tinggi (Lihat tabel 2).

Sumber utama pasokan air ke danau ini adalah dari Sungai Jeneberang yang berhulu di Gunung Bawakaraeng,

Kabupaten Gowa. Oleh letak danau di hilir Sungai Jeneberang, air yang masuk ke danau ini adalah air yang telah melalui area pertanian di hulu sungai ini dan kawasan urban di Kabupaten Gowa dan Kota Makassar. Sungai yang mengalir daerah pertanian beresiko tercemar limbah hasil aktivitas pertanian seperti nitrogen, fosfor, pestisida dan insektisida (mis. Ekholm dkk, 2000, Neumann dan Dudgeon, 2002). Sementara sungai yang mengalir daerah urban kemungkinan besar airnya tercemar oleh limbah hasil aktivitas perkotaan, seperti nitrogen, fosfor, senyawa organik, limbah minyak bahan bakar, pestisida, logam berat, antibiotik, dan lain lain (Paul dan Meyer 2001). Tidak heran danau ini mencapai kondisi eutrofik dalam waktu kurang lebih hanya 30 tahun. Jika saja tidak ada aktivitas penambangan pasir di bagian hilir (sebelah barat) danau dan pengerukan tumbuhan air di pinggir danau bagian hilir, kemungkinan besar danau ini juga sudah mengalami pendangkalan yang cepat. Hanya dua bulan setelah sampling terakhir dilakukan, sudah lebih dari setengah permukaan danau tertutupi enceng gondok.

b. Karakteristik fisika-kimia air danau

Hasil pengukuran parameter fisika-kimia menunjukkan kualitas air danau ini lebih buruk pada saat pertengahan musim kemarau (Juli-Agustus) dibandingkan dengan saat menjelang berakhirnya musim hujan.

Di kedua saat sampling, nilai konduktivitas pada Stasiun C terlihat lebih tinggi dari stasiun-stasiun lain. Nilai konduktivitas air secara tak langsung menunjukkan jumlah garam terlarut yang terdapat dalam air (perairan) tersebut. Di stasiun lain, nilai konduktivitasnya kurang

lebih sama. Kegiatan budidaya tanaman hias kemungkinan menyumbang banyaknya garam terlarut yang ditandai oleh tingginya nilai EC di lokasi tersebut (Stasiun C). Kemungkinan para pelaku budidaya ini menggunakan pupuk anorganik untuk menjaga kesuburan tanaman hiasnya.

Turunnya pH pada musim kemarau menunjukkan tingginya input bahan organik terlarut (baik dari luar maupun dari produksi di dalam danau) ke danau ini. Seiring dengan meningkatnya kadar bahan organik, aktivitas mikroba yang menguraikan bahan organik ini juga meningkat. Penguraian bahan organik oleh bakteri membutuhkan oksigen, sehingga kadar oksigen lebih rendah pada musim kemarau daripada di akhir musim penghujan.

Di antara kelima stasiun sampling, Stasiun B memiliki kualitas air paling buruk. Hal ini tidak mengherankan mengingat stasiun ini merupakan tempat pembatasan pertama penyebaran enceng gondok, tempat pemukiman padat penduduk di sepanjang salah satu tepinya, tempat pemeliharaan ikan dalam keramba di sepanjang tepian tersebut, serta tempat penambangan pasir. Kegiatan-kegiatan ini berpotensi sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan alga. Pada saat tumbuhan enceng gondok tersebut mati, bakteri akan menguraikannya dan hasil uraian ini menjadi sumber nutrisi bagi pertumbuhan alga. Penduduk setempat memanfaatkan danau sebagai toilet dan tempat pembuangan sampah, limbah yang akhirnya akan terurai menjadi nutrisi. Pakan ikan dan kotorannya juga akan terurai dan menghasilkan nutrisi. Sementara itu, penambangan pasir dapat melepas kandungan fosfor dan senyawa-

senyawa organik yang mengendap di dasar danau. Sugiati (2013) menemukan kadar total fosfor yang jauh lebih tinggi (1 mg/L) pada sampel air permukaan yang diambil pada lokasi penambangan pasir dibandingkan dengan kadar total fosfor (0,3 mg/L) pada sampel air yang diambil di lokasi lain di danau ini.

Kualitas air terburuk berikutnya ditemukan di Stasiun C. Meskipun di stasiun ini tidak ada pemukiman padat, namun di sepanjang salah satu tepian danau ini terdapat kios-kios penjualan tanaman dan keramba ikan. Selain itu, pada saat sampling selalu ada 2 atau 3 kelompok penambang pasir yang beraktivitas di sekitar stasiun ini. Kemungkinan besar, lepasnya fosfor oleh terombaknya sedimen akibat kegiatan penambangan ini membantu merebaknya tanaman air yang mengakar ke dasar danau di sekitar area tersebut. Diperlukan analisis lebih lanjut mengenai kadar nitrogen dan fosfor air DADTB untuk mengetahui lebih lanjut mengenai kondisi kualitas air danau ini.

c. Klasifikasi bahan organik

Nilai SUVA menggambarkan fraksi aromatik yang terdapat pada senyawa karbon terlarut (Lenheer and Croue, 2003). Senyawa karbon humik merupakan komponen terbesar dari fraksi aromatik ini. Oleh itu, nilai SUVA juga menjadi indikator terhadap kandungan senyawa humik. Rendahnya nilai SUVA yang diperoleh (rata-rata $4,4 \text{ L mg}^{-1} \text{ m}^{-1}$) menunjukkan rendahnya kandungan fraksi senyawa humik dalam DOC. Hal ini mengindikasikan bahwa lebih dari 99% senyawa organik karbon terlarut di air permukaan DADTB bersifat labil, yaitu mudah digunakan dan diuraikan oleh

mikroorganisme. Rendahnya fraksi humik juga mengindikasikan bahwa sumber senyawa karbon organik terlarut di air permukaan danau ini didominasi oleh sumber autochthonous (Bade dkk 2007).

Tabel 2. Perbandingan karakteristik kualitas air Danau Arena Dayung Tanjung Bunga (DADTB) dengan beberapa danau di lokasi lain.

Lokasi	DOC (mg L ⁻¹)	SUVA ₂₅₄ (L mg ⁻¹ m ⁻¹)
DADTB	12±7	0,00435± 0,00311
Bendungan Saguling, Jawa Barat ^{1*}		
Agbo reservoir, Côte d'Ivoire, Afrika ^{2*}	20,32	3,55
Lake Taihu, Cina ^{3*}	2,2-4,7	
Lake Pitkjärv, Swedia ^{4*}		
Lake Soyang, Korea ^{5**}	1-3	

¹Hart dkk (202); ²Lancine dkk (2008); ³Ye dkk (2011); ⁴Selberg dkk (2011) ⁵Kim dkk (2000). *danau eutrofik; **danau oligotrofik

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Danau Arena Dayung Tanjung Bunga sudah berada dalam kondisi eutrofik. Konsentrasi senyawa organik karbon terlarut yang ada sangat besar dan sebagian besar bersifat labil. Kondisi ini sangat mendukung kemungkinan terjadinya perebakkan alga selanjutnya

Perlu dilakukan analisis mengenai spesiasi dan kadar nitrogen dan fosfor di air danau ini untuk memberi pemahaman yang lebih mendalam mengenai kualitas air, siklus nutrien (asal, proses dan transformasi) yang terjadi. Informasi tersebut penting untuk para pengambil keputusan untuk memperbaiki keadaan danau ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Sebagian dana penelitian ini berasal dari dana DIPA UNM 2012. Pelaksanaan penelitian ini dibantu oleh Nurfiansyah dalam melakukan survei awal, sampling dan analisis contoh. Sugiarti, Akbar Rusli, Nani Hardiyanti, Nursanti, dan Wawan juga turut membantu saat pengambilan contoh.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation.
- Bade DL, Carpenter SR, Cole JJ, Pace ML, Kritzberg E, Van de Bogert MC, Cory RM, McKnight DM. 2007. *Sources and fates of dissolved organic carbon in*

- lakes as determined by whole-lake carbon isotope additions.* Biogeochemistry. 84: 115-129.
- Berggren M, Hjalmar L, Jansson M. 2009. *Aging of allochthonous organic carbon regulates bacterial production in unproductive boreal lakes.* Limnol Oceanogr. 54(4): 1333-1342.
- Bernhardt ES, Likens GE, Huso CD, Driscoll, CT. 2003. *In-stream uptake dampens effects of major forest disturbance on watershed nutrient export.* PNAS. 100(18): 10304-10308.
- Boon, A.R. Duineveld G.C.A. 1996. *Phytopigments and fatty acids as molecular markers for the quality of near bottom particulate organic matter in the North Sea.* Journal of Sea Research. 35: 279-291.
- Davis JR, Koop K. 2006. *Eutrophication in Australian rivers, reservoirs and estuaries – A southern hemisphere perspective on the science and its implications.* Hydrobiologia. 559: 23-76.
- Dillon PJ, Mollot LA. 1997. *Effect of landscape form on export of dissolved organic carbon, iron, and phosphorus from forested stream catchments.* Water Resources Research. 33: 2591-2600.
- Ekholm P, Kallio K, Salo S, Pertilainen O-P, Rekolainen S, Laine Y, Joukola M. 2000. *Relationship between catchment characteristics and nutrient concentrations in an agricultural river system.* Water Research. 34(15): 3709-3716.
- Hall ROH, Jr. 2003. *A stream's role in watershed nutrient export.* PNAS. 100(18): 10137-10138.
- Heidenwag I, Langheinrich U, Volker L. 2001. *Self-purification in Upland and Lowland Streams.* Acta hydrochimica et hydrobiologica. 29(1): 22-33.
- Hood E, Goosef MN, Johnson SL. 2006. *Changes in the characteristics of stream water dissolved organic carbon during flushing in three small watersheds, Oregon.* Journal of Geophysical Research 3. doi: 10.1029/2005JG000082.
- Kim B, Choi K, Kim C, Lee U-H, Kim Y-H. 2000. *Effects of the summer monsoon on the distribution and loading of organic carbon in a deep reservoir, Lake Soyang, Korea.* Water Research. 34(14): 3495-3504.
- Lancine GD, Bamory K, Raymond L, Jean-Luc S, Chistelle B, Jean B. 2008. *Coagulation-flocculation treatment of a tropical surface water with alum for dissolved organic matter (DOM) removal: Influence of alum pH dose and pH adjustment.* J. Int. Environmental Application & Science 3. (4): 247-257.
- Leenheer JA, Croue JP. 2003. *Characterizing dissolved aquatic organic matter.* Environmental Science and Technology: January 1.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), 1982. *Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control, Final Report.* Paris: OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters Eutrophication Control.
- Marker AE, Nusch E, Rai H, Reimann B. 1980. *The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization of methods: conclusions and recommendations.* Archiv für Hydrobiologie Beihefte Ergebnisse der Limnologie. 14: 91-106.
- Neuman M, Dudgeon D. 2002. *The impact of agricultural runoff on stream benthos in Hongkong, China.* Water Research. 36: 3103-3109.
- Paul MJ, Meyer JL. 2001. *Streams in the urban landscape.* Annual Review of Ecological Systems. 32: 333-365.

- Sachse A, Henrion R, Gelbrecht J, Steinberg CEW. 2005. *Classification of dissolved organic carbon (DOC) in river systems: Influence of catchment characteristics and autochthonous processes*. *Organic Geochemistry*. 36(6): 923-935.
- Selberg A, Miik M, Ehapalu K, Tenno T. 2011. *Content and composition of natural organic matter in water of Lake Pitkjarv and mire feeding Kuke River (Estonia)*. *Journal of Hydrology*. 400(1-2): 274-280.
- Steinman AD, Lamberti GA. 1996. *Biomass and pigments of benthic algae*. in: *Methods in Stream Ecology*. Editor: F. Richard Hauer dan Gary A. Lamberti. USA: Academic Press, San Diego, California..
- Sugiati. 2013. *Analisis kadar klorofil-a, total nitrogen dan total fosfor pada air Danau Tanjung Bunga, Makassar*. [Skripsi]. Makassar: FMIPA UNM.
- Thurman ME. 1985. *Organic Geochemistry of Natural Waters*. M. Nijhoff dan W. Junk. Netherlands: Dordrecht.
- Ye L, Shi X, Wu X, Zhang M, Yu Y, Li D, Kong F. 2011. *Dynamics of dissolved organic carbon after a cyanobacterial bloom in hypereutrophic Lake Taihu (China)*. *Limnologia*. 41: 382-388.
- Walsh CJ, Roy AH, Feminella JW, Cottingham PD, Groffman PM, Morgan II RP. 2005. *The urban stream syndrome: Current knowledge and the search for a cure*. *Journal of the North American Benthological Society*. 24(3): 706-723.
- Weishaar JL, Aiken GR, Bergamaschi BA, Fran MS, Fujii R, Mopper K. 2003. *Evaluation of specific ultraviolet absorbance as an indicator of the chemical composition and reactivity of dissolved organic carbon*. *Environmental Science and Technology*. 37: 4702-4708.
- Westerhoff P, Anning D. 2000. *Concentrations and characteristics of organic carbon in surface water in Arizona: influence of urbanization*. *Journal of Hydrology*. 236: 202-222.
- Wetzel RG, Likens GE. 1991. *Limnological Analyses*. 2nd Edition. New York: Springer-Verlag..
- Wetzel RG. 2001. *Limnology - Lake and river ecosystems*. 3rd Edition. San Diego: Academic Press