

LINGKUNGAN FISIK DAN KEKAYAAN MIKROALGA DI DANAU UNIVERSITAS TERBUKA, TANGERANG SELATAN

Budi Prasetyo (budi-p@ut.ac.id)
Elizabeth Novi Kusumaningrum
Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Terbuka

ABSTRAK

Desain pembuatan danau UT di samping sebagai tempat resapan air, wahana rekreasi, sarana olahraga, juga merupakan habitat penting bagi tumbuhan dan hewan air (golongan alga sampai jenis vertebrata). Informasi mengenai data mikroalga serta kondisi fisik dan kimiawi lingkungan danau UT belum diketahui sehingga perlu dilakukan penelitian. Tujuan penelitian untuk mengukur kekayaan mikroalga, keanekaragaman mikroalga, dan kondisi lingkungan fisik dan kimiawi. Metode yang digunakan adalah mengidentifikasi setiap jenis dan menghitung jumlah individu mikroalga, serta menganalisis kualitas air. Hasil pengukuran kecerahan air danau dikatakan relatif keruh (52-60 cm). Pengukuran suhu air menunjukkan besaran angka 31-31,5°C, kisaran suhu tersebut baik bagi pertumbuhan mikroalga. Nilai derajat keasaman air adalah 7,3-7,5, sedangkan hasil pengukuran DO sebesar 0,5-0,57 mg/L. Kekayaan mikroalga yang teridentifikasi di danau UT sebanyak 21 genus ditemukan di empat stasiun dengan total populasi 4.080 individu/mm³. Persentase jumlah individu terbanyak adalah *Scenedesmus* sp. Indeks kekayaan jenis termasuk kategori sedang (3,33). Kepadatan individu tertinggi ditemukan di stasiun-2 (bagian tengah) sebesar 4.651 individu/Liter, selanjutnya diikuti oleh stasiun-3 dari tepi danau sampai tepi gasebo (2.318 individu/Liter), stasiun-1 di bagian tepi danau (2.025 individu/Liter), dan stasiun-4 di bagian keluaran air (1.193 individu/Liter). Indeks biodiversitas jenis cukup rendah yaitu 2,107.

Kata kunci: danau UT, mikroalga

ABSTRACT

*Lake of Open University (UT) is designed not only as a container, watershed, irrigation, sports, and recreation, but also as critical habitat for the survival of plants and aquatic animals ranging from algae groups to types of vertebrate. Information relating to the data microalgae and environmental conditions of lake UT physical and chemical have not been investigated. Research objectives were to measure the wealth of microalgae that live in Lake UT, the microalgae diversity, and the physical and chemical environment. The method used to identify each kind of microalgae, is by counting the number of individuals microalgae, and analyze the water quality. Measurement results showed that the brightness of the physical environment of the lake water had turbid category (52-60 cm). The temperature of the lake water showed 31 to 31.5 °C, this temperature range is good for the growth of microalgae. Value of the degree of acidity of water was 7.3 to 7.5. DO measurements generating valued from 0.5 to 0.57 mg/L. The wealth of microalgae that live in lake UT was identified as many as 21 genera at four stations with a total population of 4.080 individual/mm³. The highest percentage individual was *Scenedesmus* sp. Species richness index was 3,33 (medium category). Highest individual density was found in th*

middle of the lake by 4.651 individual/Litre, followed by a passage from edge of the lake to the edged of gazibu (2.318 individual/Litre), the edge of lake (2.025 individual/Litre), and the last outlet (1.193 individual/Litre) lake. Biodiversity index is quite low at 2.107.

Keywords: lake UT, microalgae

Danau UT merupakan danau air tawar buatan yang berada di kampus UT Kelurahan Pondok Cabe Ilir, Kecamatan Pamulang, Tangerang Selatan. Desain pembuatan danau tersebut, lebih diutamakan sebagai tempat resapan air, di samping sebagai tempat rekreasi dan sarana olahraga. Namun demikian danau UT juga mempunyai fungsi lain yakni sebagai habitat penting bagi kelangsungan hidup tumbuhan dan hewan air mulai dari golongan alga sampai jenis vertebrata.

Pembuatan danau UT dilaksanakan sekitar awal tahun 2005, dengan tetap memperhatikan dan mempertimbangkan lingkungan sekitarnya termasuk diantaranya perkampungan warga di sekitar UT, gedung-gedung perkantoran UT, dan juga sungai aktif yang mengalir masuk di kompleks perkantoran UT. Pada saat itu *inlet* danau UT berasal dari air sungai tersebut, namun sekitar awal tahun 2006, *inlet* danau tersebut telah ditutup sehingga sumber masukan air ke danau hanya berasal dari sumber mata air yang ada di dalamnya dan curahan air hujan. Luas areal danau UT sekitar 1,3 Ha dengan kedalaman bervariasi, yakni di bagian tepi sekitar 148 cm dan di bagian tengah sekitar 330 cm. Secara estetika danau UT cukup menarik, rapi, terawat bersih, di bagian tengahnya terdapat bangunan gasebo yang dapat diakses melalui jembatan, dilengkapi juga dengan air mancur buatan, sedangkan di sekitarnya dikelilingi oleh *jogging track*.

Berbagai mikroalga yang hidup di danau tersebut memiliki beragam manfaat sehingga berpengaruh terhadap eksistensi makhluk hidup lain maupun lingkungannya. Manfaat mikroalga antara lain sebagai bahan baku industri farmasi dan kosmetika (Kawaroe *et al.*, 2010). Di samping itu, mikroalga dapat pula dimanfaatkan sebagai sumber substantif bioaktif, bahan dasar pakan ternak, dan keperluan pertanian atau pupuk (Reith, 2004). Selain untuk makanan, pakan, dan pertanian, mikroalga dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan berbagai jenis bahan bakar hayati atau biofuel (Prabakaran & Ravindran, 2012), misalnya metana yang merupakan hasil proses pencernaan anaerobik biomassa algae (Spolaore *et al.*, 2006). Beberapa jenis mikroalga yang telah berhasil dikultivasi pada skala industri, diantaranya *Chlorella sp.*, *Spirulina sp.*, *Dunaliella salina*, dan *Nannochloropsis sp.* (Kawaroe *et al.*, 2010).

Informasi mengenai data mikroalga serta kondisi lingkungan danau UT secara fisik dan kimiawi belum diketahui sehingga perlu dilakukan penelitian. Diharapkan dari hasil penelitian diperoleh informasi mengenai data lingkungan fisik dan kekayaan mikroalga di danau UT yang dapat dimanfaatkan sebagai data sumber (*source data*) bagi para peneliti serumpun ilmu serta pelengkap data kajian tentang mikroalga di danau-danau wilayah Tangerang Selatan.

METODE

Penelitian dilaksanakan di danau UT, Kelurahan Pondok Cabe Ilir, Kecamatan Pamulang, Tangerang Selatan selama 9 bulan dari Februari sampai dengan Oktober 2011, mulai pukul 09.00-12.00 WIB. Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan cara sebagai berikut: ditetapkan empat titik pengambilan sampel yaitu 1). di bagian tepi awal diberi kode stasiun-1, 2). di bagian tengah (*midlet*) diberi kode stasiun-2, 3). dari tepi danau ke tepi gasebo diberi kode stasiun-3, dan 4). di bagian keluaran air (*outlet*) diberi kode stasiun-4. Keempatnya ditetapkan sebagai plot

penelitian. Prosedur kerja meliputi: 1) pada setiap plot penelitian (stasiun-1, stasiun-2, dan stasiun-4) secara vertikal dilakukan pengambilan sampel mikroalga dengan menggunakan alat *Kemmerer Water Sampler*. Sampel air diambil dari daerah permukaan, bagian tengah kedalaman danau, dan dari bagian dasar danau. Kemudian pada plot penelitian stasiun-3 dilakukan pengambilan sampel secara horizontal dengan menggunakan perahu kecil satu kali jalan. 2) sampel air yang diperoleh tersebut kemudian disaring dengan menggunakan *plankton net* nomor 25. 3). air hasil saringan ditampung dalam botol koleksi bertutup untuk dipreservasi dengan formalin 4%. 4) botol-botol koleksi dibawa ke laboratorium, dengan menggunakan *haemocytometer* dan mikroskop binokuler dilakukan pengamatan untuk menentukan jenis dan jumlah/kepadatan mikroalga. Identifikasi mikroalga berdasarkan *Algae Identification, Lab Guide* (Serediak & Huynh, 2011). 5) dilakukan pengukuran parameter lingkungan yang menjadi pembatas pertumbuhan mikroalga yakni kecerahan, temperatur, pH, kedalaman, dan konsentrasi oksigen terlarut. Seluruh pengambilan sampel dan pengukuran parameter lingkungan dilakukan sebanyak 2 kali ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rincian pengukuran parameter meliputi: a) kecerahan, b) temperatur, c) pH (derajat keasaman), d) konsentrasi oksigen terlarut (DO), dan d) tingkat kedalaman danau disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rata-rata Pengukuran Parameter Fisik dan Kimiawi Danau UT

Parameter	Lokasi Pengambilan Sampel		
	Stasiun-1	Stasiun-2	Stasiun-4
Kecerahan	60 cm	55,5 cm	52 cm
Temperatur	31,5°C	31,5°C	31°C
Derajat Keasaman (pH)	7,3-7,4	7,4-7,5	7,4-7,5
Konsentrasi oksigen terlarut (DO)	0,57 mg/L	0,5 mg/L	0,5 mg/L
Tingkat kedalaman danau	140-148 cm	300-330 cm	141-143 cm

Kecerahan Perairan

Pengukuran kecerahan perairan di danau UT menggunakan alat *secchi disk*, dilakukan dari permukaan air sampai mencapai kedalaman tertentu dengan pengamatan secara visual. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kecerahan perairan danau UT (Tabel 1) dikategorikan keruh (rendah). Menurut Arthington (1980), kondisi perairan dapat dibedakan menjadi tiga bagian berdasarkan tingkat kecerahannya, yakni perairan keruh apabila nilai kecerahannya 0,25-1 m, perairan sedikit keruh memiliki nilai kecerahan 1-5 m, sedangkan perairan jernih memiliki nilai kecerahan di atas 5 m. Sumber masukan air danau UT berasal dari sumber mata air yang berada di dalamnya dan air curahan hujan. Kekeruhan perairan yang terjadi lebih disebabkan adanya aktivitas biologi mikroalga dan hewan air lainnya (vertebrata dan invertebrata) yang hidup di danau tersebut. Di samping itu juga karena kedalaman danau tidak terlalu dalam (148-330 cm) memungkinkan partikel tanah dan lumpur di bagian dasar terangkat ke atas permukaan. Kecerahan memiliki dampak ekologis yaitu akan menyebabkan penurunan penetrasi cahaya ke dalam perairan kemudian berakibat pada menurunnya kegiatan fotosintesis dan produktivitas primer fitoplankton (Nybakken, 1992). Salah satu upaya untuk meningkatkan kecerahan air adalah perlu dilakukan pengerukan kembali secara berkala bagian dasar danau agar bertambah kedalamannya.

Temperatur Perairan

Temperatur merupakan salah satu faktor kehidupan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroalga perairan. Perubahan temperatur perairan yang terjadi sangat dipengaruhi oleh kondisi musim, letak lintang suatu wilayah, kedalaman perairan, ketinggian suatu tempat dari permukaan laut, dan waktu pengukuran. Kenaikan suhu perairan akan berdampak pada meningkatnya kebutuhan oksigen, namun di sisi lain akan mengakibatkan turunnya kelarutan oksigen dalam air. Hasil pengukuran temperatur pada permukaan perairan danau UT di tiga stasiun menunjukkan nilai yang tidak begitu bervariasi yakni tepi = 31,5°C, *midlet* = 31,5°C, dan *outlet* = 31°C (Tabel 1). Nilai kisaran temperatur tersebut adalah normal bagi pertumbuhan mikroalga, karena menurut Reynolds (1989) kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan mikroalga adalah 25°C-40°C.

Derajat Keasaman (pH) Perairan

Derajat keasaman atau pH merupakan nilai yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen dalam air. Nilai pH suatu perairan dapat mencerminkan keseimbangan antar asam dan basa dalam perairan tersebut. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa parameter, antara lain aktivitas biologi, suhu, kandungan oksigen, dan konsentrasi ion-ion. Hasil dari aktivitas biologi adalah gas CO₂ yang merupakan hasil respirasi. Gas ini akan membentuk ion *buffer* atau penyangga untuk menjaga kisaran pH di perairan agar tetap stabil (Prescod, 1979). Hasil pengukuran pH (Tabel 1) menunjukkan bahwa pH perairan danau UT masih sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan untuk kehidupan mikroalga di perairan. Ditegaskan oleh Pescod (1973) kisaran rata-rata pH bagi pertumbuhan mikroalga perairan adalah 6,5-8.

Konsentrasi Oksigen Terlarut (*Disolved Oksigen/DO*) Perairan

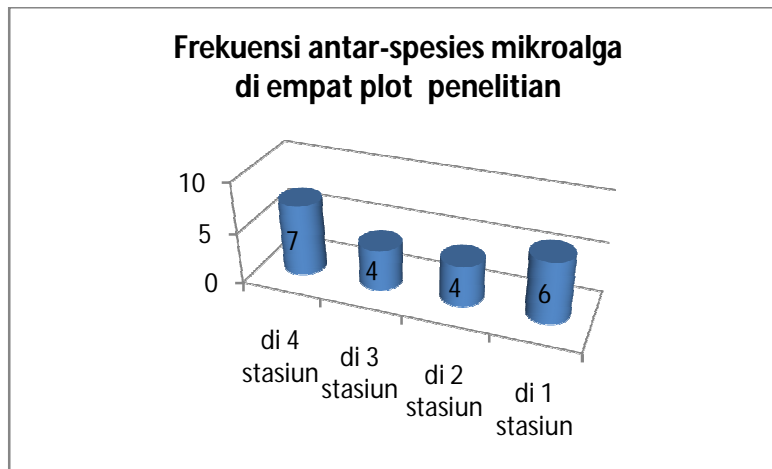
Hasil pengukuran konsentrasi oksigen terlarut di tiga stasiun penelitian dengan menggunakan alat *Dissolved Oxygen Meter digital* berkisar antara 0,5-0,57 mg/L (Tabel 1). Berdasarkan data hasil pengukuran dapat dikatakan bahwa DO perairan danau UT sangat rendah (di bawah ambang batas). Kondisi ini terjadi karena danau UT tidak memiliki *inlet* sehingga sirkulasi udara secara linier tidak terjadi, akibatnya difusi oksigen ke dalam perairan danau sangat kurang. Di samping itu juga karena keberadaan danau yang dikelilingi oleh gedung perkantoran dan tembok pembatas menyebabkan sangat kurangnya pergolakan massa air yang diciptakan oleh angin.

Sebagai salah satu upaya perbaikan kualitas konsentrasi oksigen terlarut di Danau UT disarankan a). untuk menghidupkan pompa air mancur yang terdapat di tepi danau secara berkala, misalnya seminggu sekali selama 6 jam, diharapkan mampu meningkatkan agitasi permukaan air danau, b) ditanami tumbuhan air (*Nymphaea alba*, *Plantago* sp., *Eichornia crassipes*, dan *Sagittaria latifolia*) untuk memperkaya komponen ekosistem danau.

Kekayaan dan Struktur Komunitas Mikroalga

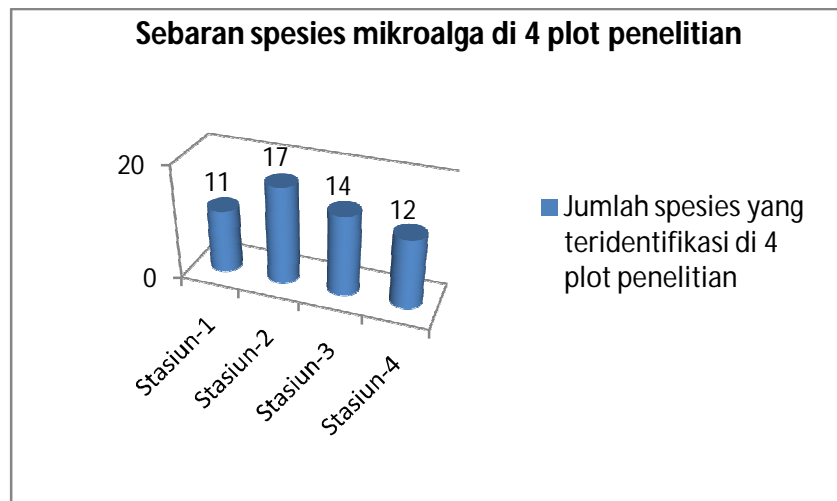
Hasil identifikasi mikroalga di danau UT pada empat titik pengambilan sampel ditemukan 21 spesies mikroalga. Perbandingan jumlah individu antarspesies cukup signifikan, *Scenedesmus* sp. merupakan mikroalga yang ditemukan di 4 stasiun dengan jumlah individu paling banyak (22,8%), urutan berikutnya diikuti oleh *Characium* sp. (19,9%), *Oocystis* sp. (14,2%), *Gomphonema* sp. (8,1%), dan *Zygnema* sp. (6,7%). Menurut Beherepatil dan Deore (2013) *Scenedesmus* sp. tersebut diidentifikasi sebagai *Scenedesmus dimorphus* dan *Scenedesmus dimorphus quadricauda* var. *quadripina*. Adapun 21 spesies mikroalga yang ditemukan sebagai berikut *Zygnema* sp., *Scenedesmus* sp., *Characium* sp., *Crucigenia* sp., *Peridinium* sp., *Oocystis* sp., *Gomphonema* sp.,

Agmenium sp., *Navicula sp.*, *Tetrastrum sp.*, *Dictyosphaerium sp.*, *Phycotonis sp.*, *Pleurococcus sp.*, *Botryococcus sp.*, *Synedra sp.*, *Kirchneriella sp.*, *Ulothrix sp.*, *Chlorella sp.*, *Stichococcus sp.*, *Lagerheimia sp.*, dan *Ankistrodesmus sp.* Sedangkan variasi frekuensi ditemukannya mikroalga di seluruh stasiun tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram frekuensi antar-spesies mikroalga di empat plot penelitian

Tingginya jumlah individu *Scenedesmus sp.* mengindikasikan bahwa kemungkinan besar lingkungan perairan danau UT telah mengalami pencemaran kategori sedang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fodorpataki, Bartha, dan Keresztes (2009), *Scenedesmus sp.* merupakan alga hijau yang menjadi bioindikator dari lingkungan ekosistem air yang sedang mengalami stres.



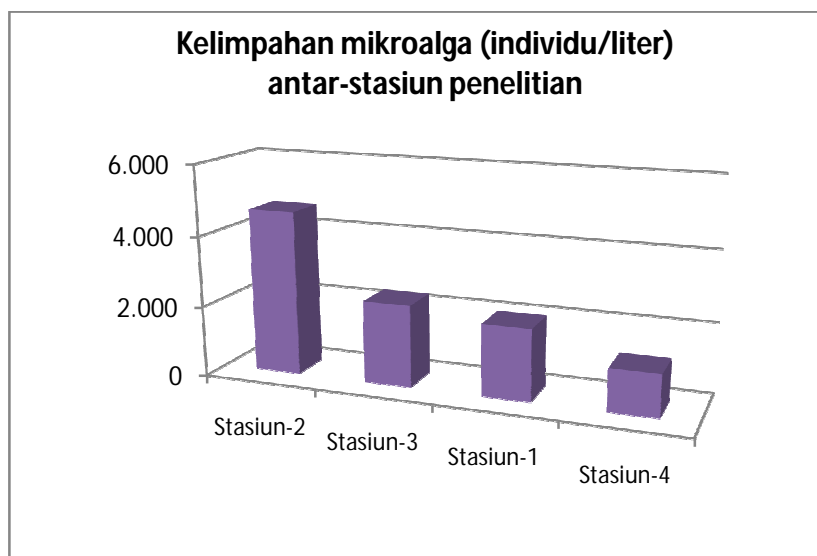
Gambar 2. Histogram sebaran spesies mikroalga di empat plot penelitian

Diantara stasiun-1 sampai dengan stasiun-4 memiliki jumlah sebaran jenis mikroalga yang berbeda, sebaran jenis terbanyak ditemukan di stasiun-2 (*midlet*), yakni 17 spesies, urutan

selanjutnya diikuti oleh stasiun-3 (14 spesies), stasiun-4 (12 spesies), dan terakhir 11 spesies mikroalga ditemukan di stasiun-1 (Gambar 2). Hasil perhitungan indeks kekayaan jenis di danau UT adalah 3,33, nilai indeks tersebut termasuk dalam kategori sedang karena menurut Jorgensen, Cotanza, dan Xu. (2005), besaran indeks kekayaan jenis dikatakan baik apabila memiliki nilai > 4.0 , dikategorikan moderat (sedang) apabila nilainya $2,5-4.0$, dan dikategorikan buruk jika nilainya $< 2,5$.

Indeks Kelimpahan

Indeks kelimpahan mikroalga di empat stasiun penelitian menunjukkan hasil yang cukup berbeda, kepadatan mikroalga tertinggi ditemukan di stasiun-2 yaitu 4.651 individu/Liter selanjutnya diikuti oleh stasiun-3 sebanyak 2.318 individu/Liter, stasiun-1 sebanyak 2.025 individu/Liter, dan terakhir di bagian *outlet* atau stasiun-4 sebanyak 1.193 individu/Liter (Gambar 3). Tingginya nilai indeks kelimpahan mikroalga di stasiun-2 disebabkan oleh faktor banyaknya nutrisi (kandungan bahan organik dan unsur hara) bagi kebutuhan hidup mikroalga lebih terkonsentrasi di bagian *midlet* (stasiun-2) yang memiliki kedalaman lebih diantara stasiun penelitian lainnya.



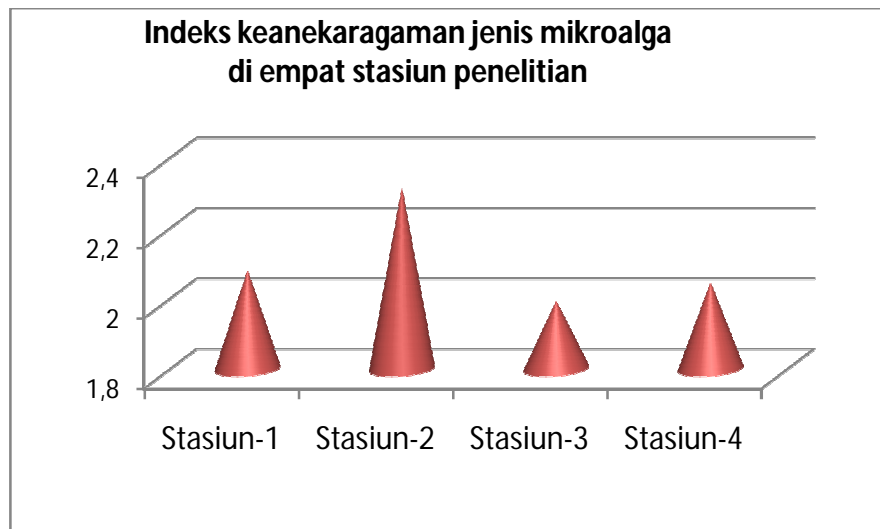
Gambar 3. Histogram indeks kelimpahan spesies mikroalga antar-stasiun penelitian

Alasan ini juga diperkuat bahwa diprediksi karena pada stasiun-2 tersebut tidak terlalu dalam (3,30 m) maka tidak terdapat pergerakan air dari dasar ke permukaan atau sebaliknya secara signifikan. Dengan demikian dimungkinkan terjadinya pertumbuhan dan perkembangan sel mikroalga yang lebih baik (Yuliana & Tamrin, 2007). Pada stasiun-4 nilai indeks kelimpahannya paling kecil karena sifat mikroalga yang lemah daya renangnya sehingga lebih tergantung pada pergerakan air, diperkirakan sebagian kecil mikroalga terbawa oleh arus *outlet*. Di bagian outlet merupakan daerah yang pergerakan airnya relatif lebih deras dibandingkan stasiun lainnya.

Indeks Keanekaragaman

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman jenis mikroalga di seluruh stasiun penelitian relatif tidak berbeda jauh. Besaran nilai indeks keanekaragaman jenis mikroalga di stasiun-1 adalah 2,079,

di stasiun-2 sebesar 2,312 sedangkan di stasiun-3 sebesar 1,992 dan terakhir di stasiun-4 adalah 2,044 (Gambar 4).



Gambar 4. Histogram indeks keanekaragaman jenis mikroalga di empat stasiun penelitian

Secara keseluruhan rata-rata nilai keanekaragaman jenis mikroalga di danau UT adalah 2,107 nilai tersebut termasuk kategori rendah, karena menurut Wilhm & Dorris (1968), besaran indeks keanekaragaman jenis dikatakan rendah apabila nilai $H' < 2,3026$, dikategorikan sedang apabila nilai $2,3026 < H' < 6,9078$, dan dikategorikan tinggi jika nilai $H' > 6,9078$. Rendahnya nilai keanekaragaman jenis mikroalga di danau UT karena sumber masukan air ke danau hanya berasal dari sumber mata air yang berada di dalam danau dan dari curahan air hujan.

Indeks Kemerataan

Indeks kemerataan jenis mikroalga di empat stasiun penelitian menunjukkan hasil yang tidak berbeda jauh. Besaran indeks kemerataan di stasiun-1 adalah 0,683, di stasiun-2 sebesar 0,759, di stasiun-3 sebesar 0,654, dan di stasiun-4 sebesar 0,671. Secara keseluruhan hasil indeks kemerataan tersebut termasuk kategori tinggi yang berarti jumlah individu pada masing-masing spesies relatif sama, tidak memiliki perbedaan yang mencolok di setiap stasiun (Odum, 1971). Kondisi ini dapat dikatakan bahwa lingkungan di danau UT relatif stabil, penyebaran individu setiap jenis relatif merata dan tidak adanya kecenderungan terjadi dominasi spesies lain secara ekstrim (Yuliana & Tamrin, 2007).

Indeks Dominasi

Hasil indeks dominasi spesies mikroalga di empat stasiun penelitian sebagai berikut: kisaran indeks dominasi jenis di stasiun-1 berkisar antara 0-0,055, di stasiun-2 sebesar 0-0,046, di stasiun-3 sebesar 0-0,104, dan di stasiun-4 berkisar antara 0-0,085. Secara keseluruhan hasil indeks dominasi jenis tersebut tergolong rendah karena memiliki nilai yang cenderung mendekati angka 0, ini berarti bahwa di danau UT tidak terdapat jenis yang secara ekstrim dominan terhadap sesama jenis mikroalga lainnya dalam segala aktivitas biologi.

SIMPULAN

Keberadaan danau UT yang berfungsi sebagai resapan air bagi seluruh bangunan perkantoran UT dan rumah warga sekitarnya relatif masih muda usianya (8 tahun). Hasil identifikasi kekayaan mikroalga di danau UT kurang bervariasi, hanya ditemukan 21 spesies mikroalga dengan perbandingan jumlah individu antarspesies cukup signifikan. *Scenedesmus* sp. merupakan mikroalga dengan jumlah individu terbanyak (22,8%). Indeks kekayaan jenis di danau UT termasuk dalam kategori sedang, yaitu 3,33, sedangkan indeks keanekaragaman jenisnya tergolong rendah (2,107). Indeks pemerataan jenis mikroalga di danau UT adalah 0,654-0,759. Kisaran indeks dominasi antarspesies mikroalga adalah 0-0,104.

Perolehan hasil pengukuran parameter fisik dan kimiawi di danau UT sebagai berikut kecerahan perairan dikategorikan keruh (52-60 cm) sedangkan besaran nilai temperatur permukaan perairan adalah 31-31,5°C, nilai kisaran temperatur tersebut normal bagi pertumbuhan mikroalga. Nilai derajat keasaman perairan berkisar antara 7,3-7,5, nilai tersebut masih sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan untuk kehidupan mikroalga di perairan. Adapun perolehan nilai konsentrasi oksigen terlarut di perairan danau tergolong sangat rendah, yakni berkisar antara 0,5-0,57 mg/L.

Secara keseluruhan dapat disarikan bahwa kondisi lingkungan danau UT akan *suistenable* apabila beberapa upaya perbaikan yang telah penulis paparkan di atas dapat segera diakomodasi dan dilaksanakan secara berkala berkelanjutan.

REFERENSI

- Arthington, A. (1980). *The fresh water environment*. Kelvin Grove College, Queensland. Australia.
- Beherepatil, K.H., & Deore, L.T. (2013). Genus *scenedesmus* from different habitats of Nashik and its environs (M.S) India. *International Journal of Bioassays*, XI, (2)
- Fodorpataki, L., Bartha, C., & Keresztes, Z.G. (2009). Stress-physiological reaction of the green alga *Scenedesmus opoliensis* to water pollution with herbicides. *Journal Analele Universităţii din Oradea, Fascicula Biologie*, 16, (1).
- Jorgensen, S.E, Cotanza, R., & Xu, F.L. (2005). *Handbook of ecological indicators for assesment of ecosystem health*. C.R.C Press. Diambil tanggal 10 Februari 2011 dari www.crcpress.com.
- Kawaroe, M, Prartono, T, Sunuddin, A, Sari, D.W, & Augustine, D. (2010). *Mikroalga: potensi dan pemanfaatannya untuk produksi bio bahan bakar*. Bogor. PT Penerbit IPB Press.
- Nybakken, J.W. (1992). *Marine biology: An ecological approach*. Cambridge. Addison-Wesley Longman, Limited.
- Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of ecology*, Philadelphia, PA. W. B. Saunders Company.
- Pescod, M.B. (1973). *Investigation of rational effluent and stream standard for tropical countries*. Bangkok: AIT.
- Prabakaran, P., & Ravindran, A.D. (2012). *Scenedesmus* as a potential source of biodiesel among selected microalgae. *Current Science*, 102, (4).
- Prescod, D.W (1979). *How to know the freshwater Algae*. Iowa: M.W.C Brown Company Publisher.
- Reith, J.H. (2004). *Microalgal mass cultures for Co-production of fine chemicals and biofuels & water purification*. Netherland. Universiteit van Amsterdam, IBED-Aquatic Microbiology.
- Reynolds, C.S. (1989). *Physical determinant of phytoplankton succesison*. In U. Sommer (ed) *Plankton ecology*. Springer-Verlag.
- Serediak, N., & Huynh, M-L. (2011). *Algae identification, Lab Guide*. Agriculture and Agri-Food Canada.

- Spolaore, P., Claire, J.C., Elie, D., & Arsene, I. (2006). Commercial application of microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 101, (2), 87-96.
- Wilhm, J.R., & Dorris, C.T. (1968). Biological parameters for water quality criteria. *Biosciencis*, 18, (2).
- Yuliana & Tamrin (2007). Fluktuasi dan kelimpahan fitoplankton di danau Laguna Ternate, Maluku Utara. *Jurnal Perikanan (Journal of Fisheries Sciences)*, IX, (2).