



KAJIAN PARAMETER KIMIA DAN MIKROBIOLOGI DANAU ANEUK LAOT SEBAGAI SUMBER AIR BAKU MASYARAKAT KOTA SABANG PROVINSI NANGGRO ACEH DARUSSALAM

Tri Widiyanto

Pusat Penelitian Limnologi- LIPI

E-mail : triw@limnologi.lipi.go.id

Diterima : 3 September 2017, Disetujui : 27 Desember 2017

ABSTRAK

*Danau Aneuk Laot secara administrasi berada di Pulau Weh Kabupaten Sabang, Provinsi Nanggro Aceh Darussalam. Sumber air danau Aneuk Laot saat ini digunakan untuk kegiatan perikanan, bahan baku air bersih Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), pariwisata, pertanian, area konservasi, dan juga sarana mandi serta cuci penduduk sekitar. Kajian ini bertujuan untuk melihat kelayakan pemanfaatan Danau Aneuk Laot untuk sumber air baku, pertanian dan perikanan, di lihat dari parameter kimia dan mikrobiologis. Pengambilan sampel air dilakukan pada tanggal 3-9 Maret 2017, pada 5 lokasi pengambilan contoh air. Parameter kualitas air yang diamati meliputi: populasi bakteri *E. coli*, Coliform, bakteri heterotrofik, suhu, pH, kandungan oksigen terlarut, kandungan material terlarut, fosfat, kandungan organik terlarut, dan nitrat. Hasilnya menunjukkan jumlah koloni *E. coli* sebesar 0 - 1.000 CFU/100 mL, Coliform sebanyak 1.800 – 29.600 CFU.100 mL⁻¹. Populasi kelompok bakteri heterotrofik berkisar antara 2 – 76 x 10⁶ CFU/mL. Kondisi parameter pH berkisar antara 8,41 – 9,19, kandungan oksigen terlarut berkisar antara 9,04 - 9,53 mg/L, material terlarut berkisar antara 1 – 9 mg/L, kandungan total fosfat berkisar antara 0,03 – 0,05 mg/L, kandungan total bahan organik berkisar antara 8,13 – 12,97 mg/L, kandungan senyawa nitrat berkisar antara 0,35 – 0,68 mg/L. Secara keseluruhan kondisi kualitas air danau Aneuk Laot layak untuk digunakan sebagai sumber air untuk perikanan, pariwisata dan pertanian. Sedangkan berdasarkan kandungan *E. coli* dan Coliform layak digunakan sebagai sumber air baku golongan II, dengan pengolahan terlebih dahulu.*

Kata kunci: Danau Aneuk Laot, sumber air baku, *E.coli*, bakteri heterotrofik, dan kualitas air.

ABSTRACT

CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL STUDIES OF ANEUK LAOT LAKE AS PUBLIC RAW WATER IN SABANG, NANGGRO ACEH DARUSSALAM. *Aneuk Laot Lake is located in Weh Island, Sabang District, Nanggro Aceh Darussalam. This lake is commonly used for fishery activities, water source for Regional Water Supply Company (PDAM), tourism, conservation area, also for domestic uses of the local people. The purpose of this study is to investigate the suitability of the lake water for uses of main source water for agriculture and fishery, according to the water quality and bacteriological parameters. The water samples were taken on March 3rd to 9th 2017 from five different locations. The parameters observed were: *E. coli*, coliform, heterotrophic bacterial population, temperature, pH, dissolved oxygen (DO), suspended solids, total phosphate, total organic matter, and nitrate. We found that the amount of *E. coli* population is 0-1,000 CFU/100 mL, Coliform population is 1,800-29,600 CFU/100 mL and heterotrophic bacterial population is around 2-76 x 10⁶ CFU.100 mL⁻¹. pH of the water was 8.41-9.19; the dissolved oxygen was 9.04-9.53 mg/L; the dissolved material was 1-9 mg/L, the total phosphate was 0.03-0.05 mg/L; the total organic material was 8.13-12.97 mg/L, and the nitrate was 0.35-0.68 mg/L. According to these parameters, Aneuk Laot Lake water still suitable for the main source of a fishery, agriculture, and tourism purpose, however, further water processing is needed to meet the requirement of drinking water purpose.*

Keywords: Aneuk Laot Lake, water source, *E.coli*, heterotrophic bacteria, and water quality.

PENDAHULUAN

Danau Aneuk Laot secara administrasi berada di Pulau Weh Kabupaten Sabang, Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. Pulau Weh merupakan pulau yang berada di ujung barat Indonesia, secara geografis terletak antara 95° 12' 02" dan 95° 22' 36" bujur timur dan antara 05°46'28" dan 05°54'28" lintang utara. Mempunyai jumlah penduduk sekitar 32.191 orang yang terdiri dari laki-laki berjumlah: 16.444 orang dan perempuan berjumlah 15.717 orang. Masyarakat kota Sabang mempunyai tingkat indeks kesejahteraan yang cukup tinggi dan di Provinsi Aceh menduduki peringkat ketiga, setelah Kota Banda Aceh dan Lhokseumawe (Anonim, 2015). Indeks Pembangunan Manusia/IPM menurut kabupaten/kota di Provinsi ACEH Tahun 2012-2013.

Menurut hasil penelitian Riyadi (2006) volume air total Danau Aneuk Laot sekitar 6 juta m³ dengan tingkat pengambilan air oleh PDAM dan kebocoran melalui rekahan mencapai 489 m³/jam. Setelah gempa besar tahun 2004, terjadi penurunan permukaan danau sebesar 10 mm/hari. Sehingga perlu penanganan cepat untuk menanggulangnya. Salah satunya memindahkan *in-take* PDAM dengan memanfaatkan limpasan air melalui rekahan yang terbuang percuma, yang mencapai 80 L/detik.

Danau Aneuk Laot terbentuk berasal dari bekas kepundan gunung api yang telah mati dan secara bertahap terisi air hujan yang terperangkap di dalamnya. Danau ini mempunyai panjang sekitar 1.500 m, dengan luas sekitar 0,61 km², dan kedalaman maksimum 29 m (Tahun 2000). Elevasi (tinggi permukaan danau) relatif tetap yakni 25 m di atas permukaan laut. Pada musim hujan permukaan air dapat naik tetapi sangat jarang menyebabkan banjir. Naiknya permukaan air tersebut tidak bertahan lama melainkan segera kembali berada pada elevasi muka air danau normal. Volume tampungan maksimumnya sekitar 10,5 juta m³. Luas Daerah Tangkapan Airnya (*catchment area*) sekitar 5,25 km² (Edyanto, 2006).

Di sebelah barat dan selatan danau merupakan hutan lindung, sedangkan

selebihnya merupakan pemukiman, perladangan dan perkebunan. Dari aspek klimatologi, daerah ini memiliki kisaran curah hujan 1.700 – 3.200 mm/tahun dengan rata-rata 2.285 mm/tahun. Musim kering terjadi pada bulan Februari – April dan Juni – Agustus, sedangkan musim hujan terjadi pada bulan September – Januari dan bulan Mei. Suhu udara rata-rata adalah 26,7°C dan kelembaban rata-rata 79,88 %. Danau Aneuk Laot tidak mempunyai pintu masuk (*inlet*) dalam bentuk aliran sungai permukaan, demikian pula dari danau tidak ada pintu keluar (*outlet*) berupa sungai. Diduga danau ini memiliki aliran keluar dalam bentuk rembesan dan aliran air melalui celah atau rekahan batuan dasar danau (Edyanto 2006).

Selain parameter fisika juga telah dilakukan penelitian kualitas air di Danau Aneuk Laot. Beberapa parameter kualitas air yang diamati meliputi: pH, suhu, salinitas, oksigen terlarut, turbiditas, kandungan klorofil, kandungan logam berat Kromium, Seng, Timbal, Merkuri. Beberapa kandungan logam berat Zn, Hg, As, dan Cr masih berada dibawah batas ambang yang diijinkan dan air danau Aneuk Laot bersifat basa (Edyanto, 2006). Kajian tersebut masih belum mencakup pengamatan tentang populasi bakteri heterotrofik dan *Escherichia coli*, serta coliform. Kedua parameter ini sangat berkaitan dengan pemanfaatan air danau sebagai sumber air bersih masyarakat pulau Sabang. Oleh karena itu dilakukan kajian bakteri heterotrofik, *E.coli* dan Coliform.

Kajian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan Danau Aneuk Laot dalam pemanfaatannya sebagai sumber air baku, pertanian dan perikanan, di lihat dari parameter kualitas air, bakteri *E.coli*, Coliform, dan bakteri heterotrof.

BAHAN DAN METODE

Kajian dilakukan pada musim kemarau, pengambilan sampel air dan data dilakukan selama 7 hari, mulai tanggal 3 sampai dengan 9 Maret tahun 2017 di Danau Aneuk Laot. Lokasi pengambilan contoh air sebanyak 5 titik pada lokasi yang berbeda, penentuan stasiun dibedakan menurut tipe lokasi perairan yang berbeda, dimana stasiun

1 adalah pada disekitarnya merupakan lahan pertanian, stasiun 2 di daerah tepiannya dominan kawasan hutan lindung akan tetapi masih terdapat sedikit daerah pertanian, stasiun 3 merupakan hutan lindung dan terdapat *intake* pengambilan air oleh PDAM setempat, stasiun 4 merupakan wilayah pertanian dan pariwisata, dan stasiun 5 merupakan wilayah pertanian yang terdapat peternakan ayam (Tabel 1). Pengambilan sampel air dilakukan pada bagian permukaan.

heterotrof menggunakan metode Buccanan & Gibbon (1974). Analisis parameter pH, suhu, DO menggunakan Water Quality Checker, Horiba U 100. Analisis nitrogen, dan fosfat total dilakukan berdasarkan metode spektrofotometri (Clesseri *et al.* 1998). Analisis kandungan material organik dengan metode titrimetri dan kandungan padatan terlarut dengan metode grafimetri. Hasil analisis populasi bakteri kemudian dibandingkan dengan standar yang tertera

Tabel 1. Titik tempat pengambilan sampel air di danau dan mata air.

No.	Stasiun	Keterangan
1	St 1	Daratan dengan tepian berupa lahan pertanian
2	St 2	Daratan dengan tepian hutan lindung tetapi terdapat lahan pertanian
3	St 3	Daratan dengan tepian hutan lindung dan tempat pengambilan air PDAM
4	St 4	Pertanian dan taman rekreasi, rumah makan
5	St 5	Daratan dengan tepian pertanian dan terdapat peternakan ayam

Analisis bakteriologis dilakukan di lapangan, sedang analisis kimia dilakukan di Laboratorium Pengujian Limnologi Pusat Penelitian Limnologi - LIPI. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: media nutrisi agar, media Agar Chromocoult, media agar Coliform, alkohol 70%, kertas saring ukuran 0,45 mikron, pipet mikro, vacuum pump, inkubator, autoclave, gelas ukur dan tabung reaksi serta cawan petri.

Parameter utama yang diamati adalah bakteri *E. coli*, total Coliform dan bakteri heterotrof, sedangkan parameter pendukung meliputi: suhu, pH, *Dissolved Oxygen* (DO), kecerahan, total nitrogen, total fosfat, kandungan total padatan terlarut dan total kandungan bahan organik. Analisis bakteri *E.coli* dan Coliform berdasarkan penghitungan *total plate count*. Media yang digunakan untuk analisis coliform dan *E coli* yaitu media agar *Chromocoult* (AOAC, No. 041002). Sedangkan untuk analisis bakteri

dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PP-RI) Nomor 82/2001, tentang baku mutu air untuk keperluan bahan baku air minum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi kualitas air Danau Aneuk Laot

Beberapa komponen dan standar baku pada air bersih meliputi berbagai aspek baik fisik, kimia, maupun bakteriologis. Komponen tersebut diantaranya meliputi: suhu, pH, warna, rasa dan bau, senyawa nitrit, nitrat, kandungan besi, kekeruhan, dan kandungan bakteriologis (Peraturan Pemerintah, Nomor 82 Tahun 2001).

Hasil pengukuran terhadap suhu air yang dilakukan pagi sampai siang hari di danau Aneuk Laot adalah berkisar antara 29,77 °C sampai 30, 26 °C. Hal tersebut bisa dimengerti karena pengukuran dilakukan sekitar jam 9.00 – 14.00 WIB, dimana sinar matahari sudah mulai tinggi, sehingga

berpengaruh terhadap suhu udara dan air. Pengamatan dilakukan pada bulan Maret yang merupakan musim kering (kemarau) di wilayah danau Aneuk Laot. Kondisi suhu air dapat dilihat pada Tabel 2. Suhu udara rata-rata di wilayah kota Sabang adalah berkisar antara $26,0^{\circ}\text{C}$ - 31°C dan kelembaban udara 79,88 % (Anonim, 2013). Lebih lanjut Edyanto (2006) mengemukakan bahwa suhu air di danau Aneuk Laot berkisar antara $28,60$ - $30,19^{\circ}\text{C}$. Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas air dan Pengendalian Pencemaran Air. Sumber air baku untuk golongan II, sebagai bahan baku air minum kondisi suhu air tidak boleh lebih dari 5°C antara suhu terendah dan suhu tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa danau Aneuk Laot masih dapat digunakan sebagai bahan baku sumber air bersih.

Nilai pH air menunjukkan tingkat keasaman dan basa suatu perairan, yang menggambarkan aktivitas ion hidrogen di perairan. Keberadaan senyawa karbonat, bikarbonat, dan hidoksida akan menaikkan tingkat kebasahan air, sedangkan asam-asam mineral bebas dan asam karbonat akan menaikkan keasaman perairan atau menurunkan nilai pH. Parameter pH merupakan variabel kualitas air yang dinamis dan berfluktuasi sepanjang hari. Pada perairan umum yang tidak dipengaruhi aktivitas biologis yang tinggi, nilai pH jarang mencapai di atas 8,5. Perubahan pH ini merupakan efek langsung dari fotosintesis yang menggunakan CO_2 selama proses tersebut. Karbon dioksida dalam air bereaksi membentuk asam. Ketika fotosintesis terjadi pada siang hari, CO_2 banyak terpakai dalam proses tersebut. Turunnya konsentrasi CO_2 akan menurunkan konsentrasi H^+ sehingga meningkatkan pH air. Sebaliknya pada malam hari semua organisme melakukan respirasi yang menghasilkan CO_2 sehingga pH menjadi turun.

Nilai pH di Danau Aneuk Laot berkisar antara 8,23 sampai 9,19. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi perairan bersifat cenderung basa, namun tetap normal untuk perairan danau. Data pH dari masing-masing stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil penelitian Edyanto (2006) menunjukkan bahwa derajat keasaman (pH)

danau Aneuk Laot sekitar: 8,33 - 8,53. Kondisi pH tersebut masih lebih rendah dari perairan danau Toba, yaitu berkisar antara 7,7 - 8,9 (Badjoeri, 2013).

Dilihat dari nilai pH-nya perairan danau Aneuk Laot masih dapat digunakan sebagai sumber air baku untuk air minum dan aktivitas usaha perikanan dan pertanian. Berdasarkan klasifikasi tingkat golongan air Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, nilai pH yang masih bagus untuk sumber air baku adalah berkisar antara 6 sampai dengan 9. Sedangkan untuk sumber daya perikanan nilai pH yang masih dapat ditoleransi adalah sekitar 7,5 - 8,15 (Ranoemihardjo, dkk. 1984).

Oksigen terlarut adalah gas oksigen yang terdapat di perairan dalam bentuk molekul oksigen bukan dalam bentuk molekul hidrogen oksida, biasanya dinyatakan dalam mg/L (ppm) (Darsono, 1992). Oksigen larut dalam air dan tidak bereaksi dengan air secara kimiawi. Pada tekanan tertentu, kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh suhu. Faktor lain yang mempengaruhi kelarutan oksigen adalah pergolakan dan luas permukaan air terbuka bagi atmosfer (Mahida, 1986). Persentase oksigen di perairan dipengaruhi oleh suhu, salinitas, ketinggian tempat, dan plankton yang terdapat di perairan (di udara yang panas, oksigen terlarut akan turun).

Kandungan oksigen terlarut di Danau Aneuk Laot adalah berkisar antara 9,04 mg/L sampai dengan 9,53 mg/L. Konsentrasi oksigen terlarut ini relatif tinggi. Salah satu penyebab adalah pengukuran dilakukan siang hari dalam kondisi yang cerah. Tingginya kandungan oksigen terlarut memperlihatkan bahwa populasi fitoplankton di danau tersebut relatif banyak.

Kandungan oksigen akan turun drastis saat hanya terjadi respirasi pada waktu malam hari. Kandungan oksigen pada masing-masing stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil penelitian Edyanto (2006) menunjukkan bahwa kandungan oksigen terlarut sebesar : 3,98 - 5,10 mg/L (di permukaan), sedangkan di kedalaman 20 m sekitar 1 mg/L, dan kecerahan berkisar 2 - 4 m. Kandungan oksigen tersebut sejalan

dengan kisaran oksigen terlarut yang dilaporkan di danau Toba, yaitu 6 – 7 mg/L (Lukman & Ridwansyah, 2010) dan 7,5 – 8,5 mg/L (Badjoeri, 2013). Berdasarkan hasil pengamatan parameter oksigen terlarut tersebut ekosistem danau Aneuk Laot masih baik untuk pertumbuhan biota air, seperti ikan dan udang. Sedangkan kandungan oksigen yang masih diperbolehkan sebagai sumber air baku adalah sebesar 4 mg/L (PP-RI No.82. Tahun 2001).

Kandungan suspended solid (SS) ini mempunyai korelasi dengan nilai *secchi disk*. Dimana biasanya semakin tinggi nilai SS, nilai *secchi disk* akan semakin kecil. Nilai tingkat kecerahan danau Aneuk Laot sekitar 120 - 155 cm. Sedangkan sistem perairan dengan kecerahan cahaya sekitar 20 - 40 cm sudah dapat mendukung untuk proses fotosintesis dalam sistem perairan tersebut.

Tabel 2. Suhu air, pH, kandungan oksigen terlarut pada masing-masing stasiun pengamatan di Danau Aneuk Laot.

No.	Stasiun	Suhu air (°C)	pH	DO (mg/L)
1	St 1	29,77	9,02	9,36
2	St 2	29,98	9,19	9,53
3	St 3	30,09	8,65	9,34
4	St 4	30,26	8,41	9,04
5	St 5	30,05	9,15	9,53

Total Suspended Solid (TSS) adalah bahan yang tersisa setelah air sampel di evaporasi dan pengeringan pada suhu tertentu (APHA, 1989). Nilai TSS pada Danau Aneuk Laot tersaji dalam Tabel 3. Masuknya padatan tersuspensi ke dalam perairan dapat menyebabkan kekeruhan air. Padatan tersuspensi akan menghalangi penetrasi cahaya matahari yang masuk. Hal ini bisa menyebabkan laju fotosintesis oleh fitoplankton terhambat, sehingga produktivitas primer perairan menurun, yang pada akhirnya mengganggu rantai makanan.

Tabel 3. Kandungan Suspended Solid Danau Aneuk Laot di Kabupaten Sabang.

No.	Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)
1.	St 3	1
2.	St 5	5
3.	St 1	9

Evaluasi kandungan SS di atas memperlihatkan bahwa perairan danau Aneuk Laot masih baik untuk digunakan sebagai sumber air baku untuk kebutuhan air di pulau Weh dan sebagai sumber air untuk perikanan, pertanian dan rekreasi. Sedangkan berdasarkan tingkat kecerahannya danau Aneuk Laot masih relatif baik, dan tergolong dalam perairan yang mesotrofik. Nilai kandungan SS perairan Danau Aneuk Lout dapat dilihat pada Tabel 3.

Fosfor dimanfaatkan oleh fitoplankton dalam bentuk ortofosfat (PO_4^{3-}) dan terakumulasi dalam tubuh ikan/udang melalui rantai makanan. Fosfat yang tidak diserap oleh fitoplankton akan diikat oleh tanah. Keberadaan fosfor dalam perairan adalah sangat penting terutama berfungsi dalam pembentukan protein dan metabolisme bagi organisme. Fosfor juga berguna di dalam transfer energi di dalam sel misalnya *adenosine trifosfate* (ATP) dan *adenosine*

difosfate (ADP) (Boyd, 1982). Menurut Peavy *et al.* (1985), fosfat berasal dari detergen dalam limbah cair dan pestisida serta insektisida dari lahan pertanian.

Nilai kandungan fosfat di Danau Aneuk Laot masih relatif rendah, walaupun pada berapa titik pengambilan sampel sudah menunjukkan adanya konsentrasi yang tinggi (Tabel 4). Kandungan Fosfat di danau Aneuk Laot berkisar antara 0,03 - 0,05 mg/L. Konsentrasi tertinggi pada badan danau diperoleh pada stasiun 3, disebabkan pada lokasi tersebut terdapat peternakan ayam, sehingga limbah buangan pencucian dan kotoran ayam masuk ke dalam danau. Berdasarkan Permen LH Nomor 28 Tahun 2009, dengan melihat kandungan fosfatnya, maka perairan danau Aneuk Laot masuk kelompok perairan yang bersifat mesotrofik dengan kandungan fosfat berkisar 0,03 – 0,1 mg/L. Kandungan fosfat yang diperbolehkan sebagai sumber air baku adalah sebesar 0,2 mg/L. Oleh karena itu sumber daya air danau Aneuk Laot masih layak untuk digunakan sebagai sumber air baku untuk kebutuhan masyarakat kota Sabang.

mg/L dan di Danau Maninjau mencapai 6,27 mg/L (Triyanto, 2008). Sedangkan kandungan TOM di danau Toba berkisar antara 7,25 – 20,02 mg/L (Badjoeri, 2013). Tingginya kandungan bahan organik kemungkinan disebabkan oleh penggunaan daerah tangkapan air danau untuk usaha sektor pertanian dan pariwisata, serta peternakan. Secara topografi danau Aneuk Laot tidak mempunyai aliran outlet, sehingga seluruh material yang masuk akan terakumulasi di dalam perairan danau.

Senyawa Nitrat dalam sistem perairan merupakan hasil reaksi oksidasi reduksi senyawa protein. Penguraian senyawa protein secara aerobik akan menghasilkan senyawa nitrat. Dalam sistem perairan senyawa nitrat banyak digunakan untuk pertumbuhan fitoplankton. Kandungan senyawa nitrat di perairan danau Aneuk Laot tergolong tinggi, yaitu berkisar antara 0,39 mg/L sampai dengan 0,68 mg/L (Tabel 4). Kandungan senyawa nitrat yang masih diperbolehkan sebagai sumber air baku menurut PP-RI nomor 82 tahun 2001 adalah sebesar 10,0 mg/L.

Tabel 4. Kandungan total fosfat, TOM dan Nitrat di Danau Aneuk Laot.

No.	Stasiun	Fosfat (mg/L)	TOM (mg/L)	Nitrat (mg/L)
1	St 1	0,04	8,13	0,40
2	St 2	0,05	10,55	0,39
3	St 3	0,05	12,97	0,47
4	St 4	0,03	9,77	0,35
5	St 5	0,04	9,74	0,68

Nilai TOM di badan air Danau Aneuk Laot memperlihatkan variasi yang cukup tinggi. Nilai TOM terendah didapat pada stasiun 1, sebesar 8,13 mg/L dan tertinggi diperoleh pada stasiun 3, yaitu sebesar 12,97 mg/L (Tabel 4). Akan tetapi secara keseluruhan kandungan total bahan organik di danau Aneuk Laot tergolong tinggi. Suryono (2008) melaporkan kandungan TOM di danau Batur berkisar antara 9,46 – 12,3

Kondisi Parameter Mikrobiologi Danau Aneuk Laot

Bakteri yang umum digunakan sebagai indikator tercemarnya suatu badan air adalah bakteri *Escherichia coli*, yang merupakan salah satu bakteri yang tergolong koliform dan hidup normal di dalam kotoran manusia dan hewan sehingga disebut juga *Faecal coliform*. *Faecal coliform* adalah anggota dari *coliform* yang dapat memfermentasi laktosa

pada suhu 44,5 °C dan merupakan bagian yang paling dominan (97 %) pada tinja manusia dan hewan (Effendi, 2003).

Alaerts & Santika (1987) menyatakan bahwa *Faecal coliform* merupakan bakteri petunjuk adanya pencemaran tinja yang paling efisien, karena *Faecal coliform* hanya dan selalu terdapat dalam tinja manusia. Jika bakteri tersebut terdapat dalam perairan maka dapat dikatakan bahwa perairan tersebut telah tercemar dan tidak dapat dijadikan sebagai sumber air minum. Bakteri *coliform* lainnya berasal dari hewan dan tanaman mati disebut dengan *Coliform non faecal*.

Hasil analisis terhadap kandungan bakteri *E. Coli* perairan danau Aneuk Laot menunjukkan bahwa perairan tersebut sudah tercemar oleh aktivitas buangan manusia. Kandungan *E coli* tertinggi didapat pada stasiun 4, yaitu sebesar 1000 koloni/100 mL dan terendah pada stasiun 5 sebanyak 300 koloni/100 mL (Tabel 5). Pada stasiun 4 terdapat peternakan ayam, sehingga kemungkinan limbah dari aktivitas peternakan tersebut secara langsung masuk ke dalam sistem perairan danau.

Sedangkan hasil analisis terhadap kandungan bakteri *Coliform* menunjukkan populasi yang relatif lebih tinggi, yaitu antara 1.800 sampai dengan 29.600 koloni per 100 mL. Kandungan tertinggi pada stasiun 1 dan terendah pada stasiun 5. Pada lokasi stasiun 1 terdapat aktivitas pertanian dan pariwisata, sehingga kemungkinan hal ini menjadi penyebab tingginya kandungan *Coliform* di daerah tersebut. Nilai tersebut berada di atas nilai baku mutu air baku golongan II, yaitu 100 koloni/100 mL. Hal ini disebabkan terjadinya pencampuran atau pencemaran melalui buangan organik dari limbah masyarakat. Lebih lanjut Sutapa & Widiyanto (2014) melaporkan bahwa kualitas mikrobiologis air sungai dan pipa distribusi di Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh mengandung bakteri *Coliform* sebesar 3.100 koloni/100 mL, dan *Fecal coli* sebesar 1.600 koloni/100 mL. Hal ini menunjukkan bahwa

perairan danau Aneuk Laot sudah tercemar dan jika akan digunakan sebagai sumber air baku air bersih masyarakat pulau Weh, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Jumlah bakteri heterotrof pada perairan danau Aneuk Laot sangat bervariasi. Kandungan tertinggi diperoleh dari ST 1, sebesar 76×10^6 koloni/mL. Sedangkan terendah dari ST 3 dan ST4, yaitu masing-masing sebesar 2×10^6 koloni/mL (Tabel 5). Kandungan bakteri heterotrofik menunjukkan bahwa dalam sistem perairan tersebut sudah banyak masukan limbah organik, baik dari aktivitas pertanian, perikanan, peternakan, maupun rumah tangga. Kelompok bakteri ini bersifat aerobik dan hidup subur pada perairan yang kaya akan bahan organik sementara kandungan oksigennya cukup tinggi. Badjoeri (2015) mengemukakan bahwa kandungan bakteri heterotrofik pada sistem perairan danau Matano tergantung kepada musim, saat musim kemarau berkisar antara $37 - 243 \times 10^3$ koloni/mL dan pada musim penghujan berkisar antara $51 - 257 \times 10^3$ koloni/mL. Kelompok bakteri heterotrofik juga ditemukan pada tumbuhan epifiton di bendungan Ivankova Rusia, dengan jumlah berkisar antara $64,1 \times 10^6$ sel/cm² sampai dengan $823,7 \times 10^6$ sel/cm² (Ribacova & Kopylov, 2017).

Deteksi bakteri heterotrofik dalam sistem perairan digunakan sebagai salah satu cara yang praktis untuk melihat keberadaan bakteri kontaminan penyebab penyakit seperti kelompok *Legionella* dan *E. Coli*. Lebih lanjut Badjoeri (2013) mengemukakan bahwa terdapat korelasi positif antara kelimpahan bakteri dengan faktor fisika, kimia lingkungan habitatnya. Godwin & Cotner (2015) mengemukakan bahwa kelompok bakteri ini mempunyai peranan yang penting dalam siklus karbon (C), nitrogen (N) dan fosfat (P) dalam ekosistem perairan. Biomassa sel bakteri mempunyai kandungan fosfat yang lebih tinggi dari pada organisme lainnya, dengan perbandingan C:N:P sebesar 28 : 7 : 1.

Tabel 5. Data bakteri *E. Coli*, total *Coliform* dan Heterotrofik.

No.	Lokasi	<i>E. Coli</i> (koloni/ 100 mL)	<i>Coliform</i> (koloni/ 100 mL)	Heterotrofik (koloni/mL)
1	ST 1	700	29.600	76 x 10 ⁶
2	ST 2	400	7.900	3 x 10 ⁶
3	ST 3	500	4.300	2 x 10 ⁶
4	ST 4	1.000	1.900	2 x 10 ⁶
5	ST 5	300	1.800	20 x 10 ⁶

Dari data jumlah koloni atau populasi bakteri heterotrof, Danau Aneuk Laot bersifat mesotrofik yang cenderung menuju ke kondisi eutrofik. Bakteri heterotrofik di danau berperan penting dalam siklus nutrien melalui proses dekomposisi dan remineralisasi bahan organik menjadi komponen anorganik yang bersifat sederhana dan merupakan sumber hara bagi fitoplankton, perifiton, dan flora akuatik lainnya (Rheinheimer, 1985). Akan tetapi kondisi tersebut masih lebih rendah jika dibanding dengan perairan estuarin muara sungai yang lebih banyak terpengaruh oleh masukan nutrien dari daerah tangkapan airnya. Irianto & Hendrati (2003) melaporkan bahwa populasi bakteri heterotrofik pada perairan estuarin berkisar antara 1,4 – 8,8 x 10⁸ CFU/mL. Sutiknowati (2012) mengemukakan bahwa kepadatan bakteri heterotrofik dalam perairan berkisar antara 4,29 x 10⁶ sel/mL sampai dengan 9,46 x 10⁹ sel/mL. mengindikasikan bahwa perairan tersebut relatif subur.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa kandungan bakteri heterotrofik di perairan Danau Aneuk Laot sekitar 2 – 76 x 10⁶ CFU/mL, kandungan bakteri *E Coli* sebesar sebesar 300 - 1000 CFU/100 mL, dan kelompok bakteri *Coliform* sebanyak 1.800 – 29.600 CFU/100 mL Berdasarkan data tersebut air danau Aneuk Laot dapat digunakan sebagai sumber air baku untuk

kebutuhan air minum, dengan dilakukan pengolahan terlebih dahulu, selain itu dapat digunakan untuk usaha pertanian, perikanan, dan pariwisata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Oseanografi yang telah membiayai kajian ini, serta Pusat Penelitian Limnologi yang telah menugaskan pelaksanaan kajian ini. Selain itu juga mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Pramudji, M Sc, selaku ketua tim, teman teman di Puslit Limnologi yang telah membantu analisis data dan pengambilan data primer (Haiatus Shohihah, Miratul Maghfiroh, Eva Nafisyah), serta teknisi di Laboratorium Mikrobiologi dan Labotaronium Pengujian Pusat Penelitian Limnologi LIPI.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika, S.S. 1987. Metode Penelitian Kualitas Air. Usaha Nasional, hal. 309. Surabaya.
- Anonim, 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor. 82 tahun 2001, Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Anonim, 2015. Indeks Pembangunan Manusia/IPM Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi ACEH Tahun 2012-2013.

- Anonim, 2013. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Kota Sabang Tahun 2013 -2017. Pemerintah Kota Sabang. Hal. 331.
- APHA, 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th. ed. American Public health Assosiation. American water Work Assosiation. Water Pollutan Control Federation. Washington, D.C. 1467 p.
- Badjoeri, 2013. Distribusi Spasial Bakteri Perombak Nitrogen di Perairan Danau Toba. Sumatera Utara. LIMNOTEK. 20 (1): 89 – 99.
- Badjoeri, M. 2015. Prosiding Seminar Nasional Limnologi. Kelimpahan Bakteri Heterotrofik di Perairan Danau Matano, Sulawesi Selatan. Pusat Penelitian Limnologi- LIPI.
- Boyd, A.W. 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Elsevier Scientific Publishing Company. Oxford. New York.
- Buccanan, J.B & E. Gibbon. 1974. Bergeys Manual of Determinative Bacteriology. The Williem and Wilkins Company. Baltimore.
- Cleseri, LS., A.E. Greenberg and R.R. Trussel. 1998. Standard Methode for the Examination of Water and Waste Water. Port City Press. Baltimor.
- Darsono. V. 1992. Pengantar Ilmu Lingkungan. Penerbit. Universitas Atmajaya. Yogyakarta.
- Edyanto, M CB. 2006. Penelitian Kualitas Air Danau Aneuk Laot di Pulau Weh, Provinsi Nanggro Aceh Darussalam. Jurnal Teknis Lingkungan. BPPT.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Jakarta.
- Godwin, C and J.B. Cotner. 2015. Aquatic Heterotrophic Bacteria have Highly Flexible Phosphorus Content and Biomass Stoichiometry. The ISME Journal. DOI: 1038/ismej. Vo. 34. pp. 1-4.
- Irianto, A dan Hendrati M.P. 2003. Keragaman Hayati Bakteri Heterotrofik Aerobik Perairan Pantai Baron, Gunung Kidul Yogyakarta. Jurnal Biodiversitas. 4: 2. 80 -82. ISSN.1415-4402. DOI. 10.13057/biodiv/d.040202.
- Lukman dan I. Ridwansyah. 2010. Kajian Kondisi Morfometri dan Beberapa Parameter Stratifikasi Perairan Danau Toba. LIMNOTEK. 17 (2): 158 – 170.
- Mahida. U.N. 1986. Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. Kanisius. Yogyakarta.
- Peavy, H.S. Rowe, D.R., and Techobanaglou. 1985. Environmental Engineering. Mc.Graw-Hill. Internasional Editions. Singapore. 699 p.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 28. Tahun 2009. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Ranoemihardjo, Bambang, S dan Ifonne F Lantang. 1984. Pedoman Budidaya Tambak. Direktorat Jenderal Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Riyadi, A. 2006. Kuantitas Air Danau Aneuk Laot. Jurnal Teknik Lingkungan PTL-BPPT. 7 (2): 166 – 172.
- Rheinheimer, G. 1985. *Aquatic Microbiology*. 3 (eds). John Wiley & Sons Ltd. Chichester. 257 pp.
- Rybakova V.I. and A.I. Kopylov. 2017. Heterotrophic Bacteria in Epiphyton of Higher Aquatic Plants in the Ivankova Reservoir. Journal Inland water Biology. Vo.10.239 – 242.
- Scott, Arthur M., & Gerald W. Prescott. 1961. Indonesian Desmids. *Hydrobiologia*, Vol. XVII, No. 1 - 2. 132 pp,
- Sutapa D A I dan Widiyanto T. (2014). Kualitas Mikrobiologi Air Sungai dan Pipa Distribusi di Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh. Jurnal Limnotek Perairan Darat Indonesia. Pusat Penelitian Limnologi LIPI. 21 (2): 135-144.
- Sutiknowati, I.L. 2012. Kualitas Air yang Mendukung Potensi Budidaya di Perairan Pesisir Pulau Pari: Aspek Mirkobiologi. Jurnal Segara. Vp. 8 No.2: 65 – 75.

- Suryono, Tri. 2008. Kajian Karakteristik Limnologis untuk Pengelolaan Habitat Perairan Danau Batur di Provinsi Bali. Kajian dan Pengembangan Karakteristik Limnologis Perairan Darat di Indonesia. Pusat Penelitian Limnologi. LIPI. 2008.
- Triyanto, 2008. Kajian Karakteristik Limnologis Danau Maninjau Pasca Program Penyehatan Danau Sebagai Dasar Penyusunan Kebijakan. Kajian dan Pengembangan Karakteristik Limnologis Perairan Darat di Indonesia. Pusat Penelitian Limnologi. LIPI. 2008.