

KUALITAS MIKROBIOLOGIS AIR PADA LOKASI BUDIDAYA IKAN NILA DI DANAU DAN SUNGAI TONDANO

Ovie Ningsih

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UK Artha Wacana Kupang

ABSTRACT

Research on the microbiological quality of water at the location of tilapia farming in lakes and rivers Tondano has been conducted. The lake and river water utilization for various purposes of Tondano communities has been causing the decreased water quality which affects the quality of commodities produced from these locations. The aim of this research is to compare the water quality at the site of tilapia farming in lakes and rivers Tondano based on total bacteria and the presence of the bacteria *Escherichia coli* and *Salmonella spp*. The result showed that the value of ALT, total bacteria *Escherichia coli* and *Salmonella spp* at the water in the River Tondano, is higher than in the Lake Tondano. This study also noted that total bacteria *Salmonella spp* is relatively lower compared with *Escherichia coli*, so the samples taken from every sampling sites of *Escherichia coli* are dominantly taken compared to *Salmonella spp*.

Keywords : Lake and River Tondano, microbiological quality of water, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*

Hasil Penelitian

Budidaya jenis ikan nila di Sulawesi Utara dilakukan di kolam, danau dan sungai. Danau Tondano dan Sungai Tondano merupakan sentra produksi perikanan air tawar, khususnya ikan nila. Adanya aktivitas di kedua lokasi tersebut oleh masyarakat menyebabkan timbulnya beberapa masalah yang berhubungan dengan kerusakan lingkungan. Permasalahan lingkungan yang mengancam kelestarian DAS (Daerah Aliran Sungai) Tondano diantaranya perusakan hutan dan lahan, erosi dan sedimentasi, banjir, penurunan kualitas dan kuantitas air, pencaplokan sempadan sungai, danau dan mata air (Anonim, 2009).

Selanjutnya dipaparkan bahwa penurunan kualitas air di daerah DAS Tondano disebabkan oleh adanya sedimentasi dan tanah longsor, penggunaan bahan-bahan kimia (herbisida, pestisida, pupuk) untuk budidaya pertanian dan sisa-sisa pakan dari perikanan, dan juga dari limbah padat (sampah) dari kota Tondano, dan desa-desa di sepanjang sungai dan dari kota Manado. Sungai Tondano merupakan sumber air baku utama air minum. Tercemarnya DAS Tondano diketahui dengan adanya peningkatan produksi eceng gondok, dan adanya beberapa larva serangga seperti *Hydropsyche*, *Epeorus*, ikan *Hippichthys*, *Dorychthys* yang merupakan indikator bagi perairan tercemar.

Keamanan hasil perikanan seyogyanya, diawali dari keamanan lokasi budidaya dari sumber pencemaran termasuk didalamnya bakteri patogen. Pemanfaatan aliran air untuk berbagai kepentingan di pesisir Danau Tondano dan Daerah Aliran Sungai (DAS) Tondano

diduga mencemari badan air tersebut diantaranya oleh bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* spp., sebagai bakteri indikator pencemaran air. Tujuan penelitian ini yakni membandingkan kualitas air pada lokasi budidaya ikan nila di Danau dan Sungai Tondano.

MATERI DAN METODE

Metode Penelitian

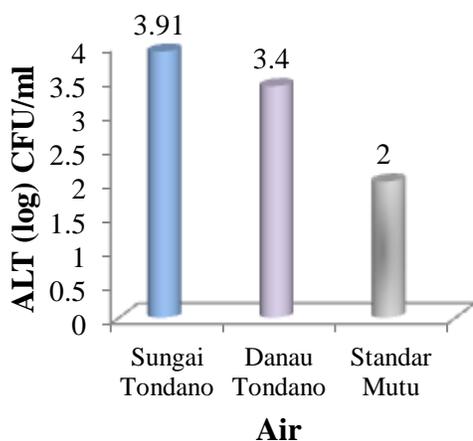
Metode penelitian yang digunakan yakni eksploratif-deskriptif yang diartikan sebagai penelitian untuk mengungkapkan keterangan dari suatu fakta tertentu secara terperinci dan sistematis (Mardalis, 2007). Pada penelitian ini dilakukan serangkaian uji mikrobiologi dalam laboratorium. Pengujian total bakteri (ALT) menggunakan metode tuang (Fardiaz, 1993), total bakteri *Escherichia coli* menggunakan metode MPN (Anonim, 2006a; Ijong 2002), sedangkan pengujian *Salmonella* spp. menggunakan metode MPN (Anonim 2006b). Identifikasi (Cappucino and Sherman, 1992; Lay, 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Koloni Bakteri (ALT)

Nilai ALT sampel air di Sungai Tondano (8.2×10^3 CFU/ml) lebih tinggi dibandingkan dengan sampel air di Danau Tondano (2.5×10^3 CFU/ml), tetapi kedua lokasi tersebut menunjukkan nilai lebih tinggi 1 (satu) log terhadap standar mutu air yang disyaratkan sebesar 10^2 koloni/ml (Anonim, 1994). Rerata ALT sampel air dalam perhitungan Log (CFU/ml) nampak pada Gambar 1.

Hasil Penelitian



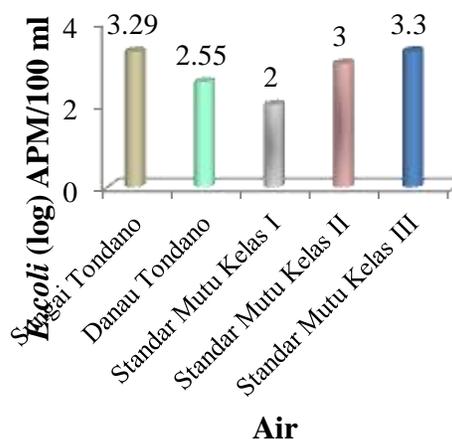
Gambar 1. Rerata ALT pada air di lokasi budidaya ikan nila

Pada penelitian yang dilakukan Sahnita (2006) dan Dali (2006) dilaporkan kualitas air Sungai Tondano berdasarkan nilai ALT yakni 3.0×10^5 CFU/ml (Sahnita, 2006) sedangkan Dali (2006) sebesar 3.6×10^3 CFU/ml. Kedua nilai ALT sampel air Sungai Tondano tersebut lebih tinggi dibanding dengan nilai ALT sampel air Sungai Tondano yang diperoleh pada penelitian ini. Perbedaan ini diduga disebabkan jarak tempuh dari pengambilan sampel ke tempat pengujian yang berbeda maka dihasilkan nilai yang berbeda.

Total Bakteri *Escherichia coli*

Total bakteri *Escherichia coli* air di Sungai Tondano (2.0×10^3 APM/100 ml) tidak memenuhi standar baku mutu air kelas II (1.0×10^3 APM/100 ml) untuk rekreasi air, tetapi memenuhi standar baku mutu air kelas III (1.0×10^4 APM/100 ml) untuk budidaya ikan air tawar. Sampel air Danau Tondano menunjukkan nilai total bakteri *Escherichia coli* relatif lebih rendah dibanding sampel air dari sungai

Tondano yakni 3.6×10^2 APM/100 ml. Hal tersebut menunjukkan air Danau Tondano masih memenuhi standar mutu untuk baku mutu air kelas II dan III, tetapi tidak memenuhi standar air kelas I untuk air minum sebesar 1.0×10^2 APM/100 ml (Anonim, 2010). Perbandingan total *Escherichia coli* sampel air di DAS Tondano dalam perhitungan Log (APM/100 ml) terhadap standar mutu air nampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Rerata total *Escherichia coli* pada air di lokasi budidaya ikan nila

Berdasarkan nilai total *Escherichia coli* di Sungai Tondano dan di Danau Tondano menunjukkan tingkat pencemaran yang tinggi karena bakteri ini kehadirannya pada perairan menjadi indikator terkontaminasinya perairan dengan fecal (Adam, 1992; Gibson 1996). Buckle dkk (1985) menegaskan bahwa keberadaan *Escherichia coli* dalam air tidak lebih dari 3 organisme per 100 ml dapat ditolerir. Jika lebih dari 3 organisme per 100 ml maka persediaan air tersebut dianggap tidak cocok untuk digunakan.

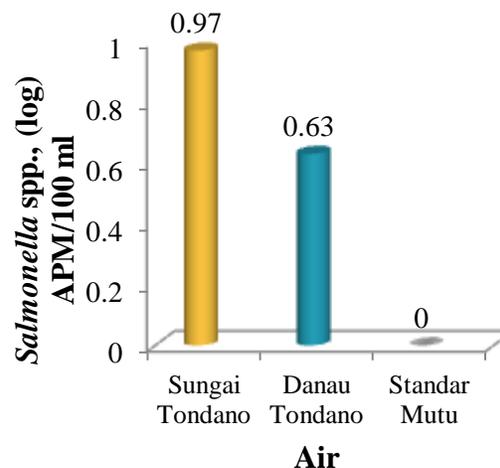
Hasil Penelitian

Pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa air Danau Tondano tidak layak digunakan sebagai sumber air minum, tetapi layak digunakan sebagai media budidaya ikan air tawar dan rekreasi air, sedangkan air Sungai Tondano tidak layak digunakan sebagai sumber air minum dan rekreasi air, tetapi masih layak untuk lokasi budidaya. Nilai total *Escherichia coli* yang nampak pada Gambar 2 menggambarkan tingginya tingkat pencemaran *fecal* pada kedua perairan yang pada akhirnya dapat mengkontaminasi ikan nila yang dibudidayakan.

Penelitian terhadap kandungan *Escherichia coli* pada air di Sungai Tondano oleh Palit (2010) menegaskan tingginya pencemaran perairan di Sungai Tondano yang diduga disebabkan adanya pembuangan limbah domestik langsung ke badan air, dimana nilai total *Escherichia coli* yang didapatkan berkisar antara 1550-2420 APM/100 ml.

Total Bakteri *Salmonella* spp.

Nilai total *Salmonella* spp., pada sampel air pada lokasi budidaya ikan nila di Sungai Tondano (3.2×10^0 APM/100 ml) hampir sama dibanding sampel air Danau Tondano (3.0×10^0 APM/100 ml). Kualitas air di kedua lokasi budidaya ikan nila tersebut tidak memenuhi standar berdasarkan keberadaan bakteri *Salmonella* spp. Rerata total *Salmonella* spp. pada sampel air di Sungai Tondano dan Danau Tondano dalam perhitungan Log (APM/100 ml) terhadap standar mutu air nampak pada Gambar 3.



Gambar 3. Rerata total *Salmonella* spp. pada air di lokasi budidaya ikan nila

Berdasarkan Gambar 3, nilai total *Salmonella* spp., di air Sungai Tondano lebih tinggi dibandingkan dengan nilai total *Salmonella* spp. di air Danau Tondano. Dibandingkan dengan nilai total bakteri *Escherichia coli*, faktor persaingan memperoleh nutrisi pada air diduga menyebabkan jumlah *Salmonella* pada sampel air yang diuji lebih rendah. Selain itu, rendahnya total *Salmonella* spp., pada sampel air didasarkan pada rendahnya kemampuan hidup bakteri tersebut di luar inang, misalnya feses manusia atau binatang yang sakit atau *carrier*. Varnam and Evans (1991) menyatakan bahwa pada pangan dan bahan non-klinik, *Salmonella* spp. biasanya dijumpai dalam jumlah yang kecil bahkan sangat kecil dibandingkan dengan jumlah bakteri lainnya, dimana beberapa sel dapat terganggu/stres karena pengolahan atau kondisi lingkungan.

Hasil Penelitian

Potensi *Salmonella* spp., sebagai penyebab penyakit perlu diwaspadai karena *S. typhimurium* pada dosis 1.7×10^1 sel telah menyebabkan *waterborne outbreak* (Boring *et al.*, 1971 dalam Varnam and Evans, 1991).

Parameter Lingkungan

Untuk menunjang hasil pengujian mikrobiologi maka telah dilakukan uji terhadap beberapa parameter lingkungan yakni kondisi air di lokasi budidaya ikan nila di Danau dan Sungai Tondano. Data parameter lingkungan tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Residu Tersuspensi, pH dan Suhu Air Pada Lokasi Budidaya Ikan Nila di Danau dan Sungai Tondano

Sampel	Residu Tersuspensi (ppm)	pH	Suhu (°C)
I.AT	25	6.99	26
II.AT	14	7.02	26
III.AT	16	7.09	26
Rerata	18.33	7.03	26
I.AM	34	7.06	27
II.AM	30	6.92	27
III.AM	34	7.19	27
Rerata	32.67	7.06	27

- Keterangan :
- I-III : Pengambilan pertama hingga ketiga
 - AT : Air Danau Tondano
 - AM : Air Sungai Tondano

Dari data parameter residu tersuspensi (TSS) dapat diketahui bahwa kepekatan air di Sungai Tondano lebih tinggi dibandingkan dengan di Danau Tondano. Pada sampel air yang diambil dari Danau Tondano menunjukkan nilai yang bervariasi dari 14 ppm hingga 25 ppm. Hal tersebut dipengaruhi oleh letak lokasi pengambilan yang berbeda. Sampel I.AT dan III.AT diambil di bagian tengah lokasi budidaya ikan Desa Eris, sedangkan sampel II.AT diambil di bagian pinggir lokasi budidaya.

Nilai residu tersuspensi sampel air di Sungai Tondano relatif lebih seragam dibanding sampel air Danau Tondano,

yakni berkisar antara 30-34 ppm. Nilai residu tersuspensi yang diperoleh pada penelitian ini masih memenuhi standar mutu air kelas II (50 ppm) dan mutu air kelas III (400 ppm) yang dapat diperuntukkan bagi budidaya ikan air tawar (Anonim, 2010). Pada tahun 2005 dan 2008, nilai TSS di Sungai dan Danau Tondano dilaporkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia masih memenuhi baku mutu Kelas II berdasarkan PP 82 Tahun 2001 (< 50 ppm) (Anonim, 2005; Syafrul, 2009). Hasil TSS pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan yang diperoleh di Perairan Raha, Pulau Muna, Provinsi Sulawesi

Hasil Penelitian

Tenggara dengan rata-rata sebesar 76.5 ppm (Tarigan dan Edward, 2003) dan lebih tinggi dibandingkan dengan perairan Teluk Kaping dan Teluk Pegamatan, Provinsi Bali pada kisaran 0.007-0.011 ppm (Slamet dkk., 2008).

Kepekatan perairan di Sungai Tondano relatif lebih tinggi dibanding dengan di Danau Tondano. Adanya residu tersuspensi berbanding lurus dengan kepekatan perairan. Kepekatan yang tinggi berakibat buruk pada tingkat kehidupan organisme dalam perairan tersebut, diantaranya terhadap ikan budidaya. Menurut Tarigan dan Edward (2003) zat padat tersuspensi (*Total Suspended Solid*) adalah semua zat padat (pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik.

Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan. Penetrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung efektif akibat terhalang oleh zat padat tersuspensi, sehingga fotosintesis tidak berlangsung sempurna.

Residu tersuspensi yang relatif tinggi di Sungai Tondano berkorelasi dengan relatif tingginya nilai ALT dan total bakteri *Escherichia coli* di perairan tersebut yang akhirnya berdampak tingginya nilai kedua parameter mikrobiologi tersebut terhadap ikan nila. .

Mukono (2000) menguatkan hal tersebut. Dikatakannya bahwa air yang tercemar umumnya mempunyai kadar bahan organik yang tinggi sehingga pada umumnya banyak mengandung mikroorganisme heterotropik yang menggunakan bahan organik tersebut untuk metabolisme dan sampel mikroorganisme tersebut adalah bakteri koliform yang didalamnya termasuk bakteri *Escherichia coli*.

Bakteri *Salmonella* spp., berdasarkan hasil identifikasi cenderung diperoleh di Danau Tondano. Hal ini diduga karena jumlah yang sangat kecil menyebabkan bakteri ini kalah bersaing dibandingkan dengan bakteri *Escherichia coli* atau bakteri lainnya. Dapat dikatakan apabila kehadiran *Escherichia coli* tinggi di perairan maka *Salmonella* spp., cenderung sulit teridentifikasi. Varnam dan Evans (1991) mengungkapkan kemampuan kompetitif *Salmonella* spp., tergantung strain dan pada umumnya sangat rendah terhadap mikroorganisme pembusuk, diantaranya bakteri asam laktat.

Ijong (1993) pada penelitiannya terhadap perlekatan bakteri *Salmonella* spp., *Escherichia coli* dan *Vibrio parahaemolyticus* mendapatkan bahwa *Salmonella typhimurim* memiliki kisaran perlekatan yang tertinggi dibanding kedua bakteri tersebut di atas pada jumlah bakteri. . Selanjutnya dipaparkan bahwa perlekatan bakteri tergantung pada jumlah bakteri dalam larutan. Pada penelitian ini total bakteri *Salmonella spp* relatif lebih rendah dibandingkan dengan *Escherichia coli*, sehingga di ketiga lokasi pengambilan sampel *Escherichia coli* lebih mendominasi dibanding *Salmonella* spp.

Hasil Penelitian

Selain hal tersebut di atas, kemampuan perlekatan *Escherichia coli* terjadi didukung adanya phili sebagai media untuk melekat (Brooks dkk., 2005)

Nilai pH di kedua perairan menunjukkan kisaran pH netral (6.92-7.19). Kisaran pH tersebut sangat menunjang pertumbuhan pada umumnya terlebih terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* spp., yang dapat tumbuh optimum pada kisaran pH 6.5-7.5 (Varnam and Evans, 1991; Nurwantoro dan Djarijah, 1997). Kementerian Lingkungan Hidup juga melaporkan bahwa pada tahun 2005 pH air Sungai Tondano masih memenuhi kriteria mutu kelas I dan II berdasarkan PP nomor 82 tahun 2001 dengan kisaran pH sebesar 5-7 (Anonim, 2005). Safarudin (2000) juga menegaskan hasil bahwa pH air di lokasi budidaya ikan di Kelurahan Ternate Baru menunjukkan kisaran pH netral (6.00-6.93).

Suhu perairan di kedua lokasi berkisar antara 26°C hingga 27°C. Suhu di Danau Tondano relatif lebih rendah 1°C dibandingkan dengan di Sungai Tondano. Dibandingkan dengan suhu yang diperoleh Safarudin (2000) air di Sungai Tondano berkisar pada 26.2-29.6°C. Rerata suhu di kedua lokasi dapat menunjang pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Salmonella* spp., yang bersifat patogen. Varnam and Evans (1991) menyatakan bahwa *Escherichia coli* strain patogen dapat hidup hingga suhu 44°C dan suhu 37°C merupakan suhu pertumbuhan bagi seluruh strain patogen bakteri ini. Selanjutnya suhu optimum pertumbuhan strain patogen *E. coli* bisa berlangsung di bawah 30°C.

Suhu optimum pertumbuhan *Salmonella* spp., pada 37°C menjadi salah satu penyebab total bakteri ini di dua lokasi budidaya relatif lebih rendah dibanding total bakteri *Escherichia coli*. Ahira (2011) menyatakan bahwa *Salmonella* spp., berkembang baik pada suhu hangat dan infeksi banyak terjadi pada musim panas, sedangkan pengambilan sampel di kedua lokasi budidaya selang waktu Mei-September 2010 cuaca didominasi dengan hujan dibandingkan dengan panas.

Pada tahun 2005 KLH melaporkan bahwa status mutu air Sungai Tondano dari hulu hingga hilir dikategorikan cemar ringan menggunakan metode Indeks Pencemar Kepmen LH No. 115 tahun 2003 dengan pembandingan PP 82 tahun 2001. Adapun status tersebut berdasarkan parameter terhadap air Sungai Tondano antara lain untuk nilai BOD > 5 ppm (melebihi mutu kelas I/2 ppm dan kelas II/3 ppm); COD > 10 ppm (di atas mutu kelas I/10 ppm, tetapi di bawah mutu kelas II/25 ppm); DO > 8 ppm (di atas mutu kelas I/6 ppm dan II/4 ppm); NO₂ (masih memenuhi standar 0.06 ppm); NO₃ > 1 ppm (memenuhi standar 10 ppm); NH₃ < 0.1 ppm (di bawah standar 0.5 ppm); PO₄ > 0.1 ppm (di bawah standar 0.2 ppm).

Pada tahun 2008, Syafrul (2009) berdasarkan kisaran Storet dan PP 28 Tahun 2001 mengkategorikan Sungai Tondano dengan cemar berat, sedangkan Danau Tondano sebagai cemar sedang hingga cemar berat. Kondisi DO Sungai Tondano tahun 2008 menunjukkan nilai > 6 ppm (melebihi standar kelas I dan II). Nilai COD Sungai Tondano ≥ 10 ppm sedangkan air Danau Tondano ≤ 10 ppm.

Hasil Penelitian

Nilai BOD di Danau dan Sungai Tondano di atas 3 ppm (melebihi standar kelas I dan II), dan nilai TSS < 50 ppm (di bawah standar kelas I dan II).

Ndahawali (2001) menegaskan bahwa beberapa parameter kualitas air di Danau Tondano, khususnya di lokasi budidaya ikan jaring apung (Desa Eris, Desa Kakas, dan Desa Remboken) menunjukkan nilai yang tidak memenuhi syarat untuk mutu air kelas III, yakni parameter BOD, NH₃, NO₃ dan PO₄. Berbeda dengan nilai parameter kualitas air yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh Safarudin (2000) terhadap air dari lokasi budidaya ikan di Kelurahan Ternate Baru yang relatif layak digunakan untuk lokasi pemeliharaan ikan air tawar merujuk pada PP nomor 82 Tahun 2001. Dimana kisaran nilai DO sebesar 3.40-4.44 ppm, H₂S (0.001-0.007 ppm), Amoniak (0.03-0.35 ppm) dan PO₄ (0.04-0.09 ppm), pH (6.00-6.93), suhu (26.2-29.6°C).

Palit (2010) pada penelitiannya terhadap kualitas air Sungai Tondano menunjukkan parameter BOD (rerata < 5 ppm), NO₃ (rerata 0.10075 ppm), PO₄ (rerata 0.5185) dan merkuri (rerata < 0.02 ppm). Nilai-nilai tersebut masih memenuhi syarat untuk lokasi budidaya ikan air tawar berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001.

Walaupun parameter fisika dan kimia air di lokasi budidaya masih pada ambang batas, tetapi berdasarkan parameter mikrobiologi menunjukkan tingginya pencemaran *fecal* pada perairan, sehingga perlu kehati-hatian dalam penanganan hasil perikanan yang dipanen di kedua lokasi tersebut.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai total bakteri (ALT), total bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* spp. pada air di Sungai Tondano lebih tinggi dibandingkan dengan air di Danau Tondano.

Total bakteri *Salmonella* spp relatif lebih rendah dibandingkan dengan *Escherichia coli*, sehingga di ketiga lokasi pengambilan sampel *Escherichia coli* lebih mendominasi dibanding *Salmonella* spp.

REKOMENDASI

Adapun saran yang dapat diberikan merujuk pada hasil penelitian ini, yakni perlu upaya penyadaran masyarakat akan bahaya pemanfaatan air dengan kandungan mikrobial yang relatif tinggi dan kehadiran bakteri patogen *Escherichia coli* dan *Salmonella* spp. di perairan di pesisir Danau dan Sungai Tondano serta penetapan aturan bagi pengguna perairan Danau dan Sungai Tondano sehingga kelestarian perairan terpelihara.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, S. 1992. *Dasar-Dasar Mikrobiologi untuk Perawat*. Cetakan I. EGC. Jakarta.
- Ahira, A. 2011. *Awas, Bahaya Bakteri Salmonella*. (Online) (www.anneahira.com/bakteri-salmonella.htm) diakses 08 Januari 2011.
- Anonim. 1994. *Kumpulan Standar Nasional Indonesia. Jilid I*. Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman. Direktorat Jenderal POM DEPKES RI. Jakarta.

Hasil Penelitian

- Anonim. 2005. *Status Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2005 :Bab 3 (Air)*. (Online) (<http://www.menlh.go.id/slhi/15-Bab3-80-89.pdf>) diakses pada 29 Januari 2011.
- Anonim. 2006a. *SNI 01-2332.1-2006 (Cara Uji Mikrobiologi-Bagian 1 : Penentuan Coliform dan Escherichia coli Pada Produk Perikanan)*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Anonim. 2006b. *Cara Uji Mikrobiologi-Bagian 2 : Penentuan Salmonella Pada Produk Perikanan.. SNI 01-2332.2-2006*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Anonim. 2009. *Potret DAS Sulawesi*. (Online) (<http://sumapapua.menlh.go.id/index.php>).
- Anonim. 2010. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Nomor 82, Tahun 2001*. (Online) (<http://www.menlh.go.id/Peraturan/PP/PP82-2001.pdf>) diakses 10 Desember 2010.
- Brooks, G.F., J.S. Butel dan S.A. Morse. 2005. *Mikrobiologi Kedokteran: Buku 1*. Penerjemah: Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Salemba Medika. Jakarta.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet dan M. Wooton. 1985. *Ilmu Pangan*. Penerjemah : H. Purnomo dan Adiono. UI. Jakarta.
- Cappucino J.G and N. Sherman. 1992. *Microbiology A Laboratory Manual.Third Edition*.The Benjamin/Cummings.Publishing Company.Inc. New York.
- Dali, F.A. 2006. *Keberadaan Yersinia sp., Pada Ikan Mas (Cyprinus carpio L)*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Fardiaz, S. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Gibson, M.D. J. M. 1996. *Mikrobiologi dan Patologi Modern untuk Perawat*. Cetakan I. EGC. Jakarta.
- Ijong, F.G. 1993. *Effect of Low Temperature on Survival of Pathogenic Bacteria and Their Attachment on Tuna Meat*. Thesis. Hiroshima University. Hiroshima, Japan.
- Ijong, F.G. 2002. *Penuntun Praktikum Mikrobiologi Pangan Ikani*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Lay. B.W. 1994. *Analisis Mikrobiologi di Laboratorium*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Mardalis, M. 2007. *Metode Penelitian*. Kanisius. Yogyakarta.
- Mukono. 2000. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Airlangga. Surabaya.
- Ndahawali, D.H. 2001. *Dampak Budidaya Ikan Terhadap Kualitas Air: Studi Kasus Budidaya Ikan Jaring Apung Di Danau Tondano, Minahasa, Sulut*. (Online) (<http://www.digilib.ui.ac.id/file?file=pdf/abstrak-71768.pdf>) diakses pada 29 Januari 2011.
- Nurwantoro, dan A.S. Djarijah. 1997. *Mikrobiologi Pangan Hewani-Nabati*. Kanisius. Yogyakarta.

Hasil Penelitian

- Palit, A. 2010. *Studi Kualitas Perairan Sungai dan Kesadaran Lingkungan Masyarakat Berhubungan dengan Pengelolaan Limbah Cair di Kota Pesisir Manado*. Tesis. Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Safarudin, A. 2000. *Kajian Beberapa Parameter Fisika Kimia Sungai Tondano Di Lokasi Budidaya Karamba Kelurahan Ternate Baru Kota Manado*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Sahnita, D. 2006. *Keberadaan Aeromonas sp., Pada Ikan Mas (Cyprinus carpio L) Di Aliran Sungai Tondano Kelurahan Ternate Baru*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Slamet B., I.W. Arthana, dan I.W.B. Suyasa. 2007. *Studi Kualitas Lingkungan Perairan di Daerah Budidaya Perikanan Laut Di Teluk Kaping dan Teluk Pegametan, Bali*. Jurnal Ecotrophic No. 3 (1) : 16-20. (Online) (http://ejournal.unud.ac.id/abstrak/bejo_pdf.pdf) diakses pada 05 Januari 2011.
- Syafrul, H. 2009. *Water Quality Monitoring in Indonesia*. (Online) (<http://wepa-db.net/pdf/0910indonesia/f.pdf>) diakses pada 29 Januari 2011.
- Tarigan, M.S. dan Edward. 2003. *Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) Di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara*. Jurnal Makara, Sains, Vol. 7, No.3, Desember 2003. (Online) (http://journal.ui.ac.id/Upload/artikel/04_Kandungan%20Total_MS%20Tarigan.PDF) diakses 05 Januari 2011.
- Varnam, A.H. and M.G. Evans. 1991. *Foodborne Pathogens: An Illustrated Text*. Mosby Newbook Inc. USA.