

PENENTUAN TOTAL MIKROBA INDIKATOR, NITRAT, DAN FOSFAT PADA SUNGAI TAPUNG KIRI

Rosidah, Yuli Haryani, Ganis Fia Kartika

**Mahasiswa Program Studi S1 Kimia
Bidang Biokimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau
Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*rosidah1991@gmail.com***

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze physicochemical parameters and total microbial indicators of river water in Tapung Kiri river. Water samples were taken from 4 sampling sites in July 2013. The results showed that the range of TDS, turbidity, electrical conductivity, and nitrate in the water samples were 9-21 mg/L, 3.89-41.1 NTU, 17.72-42.0 $\mu\text{s}/\text{cm}$, and 0.112-0.508 mg/L, respectively which were below of the threshold value. Temperature, pH, DO, and phosphate content range were 27-29°C, 4.75-6.30, 3.36-3.96 mg/L, and 0.089-0.235 mg/L at the threshold value based on PP No 82 2001. The level of *Coliform* and *E. coli* contamination in the water samples were $0.4-18 \times 10^3$ CFU/mL and $0.1-4 \times 10^3$ CFU/mL. The level of total bacteria contamination was found in all samples ranged from $0.43-4.6 \times 10^4$ MPN/mL, while the fungi contamination was $0.1-0.3 \times 10^3$ CFU/mL.

Keywords : Tapung Kiri River, Physicochemicals Parameter, Total Microbial Indicator, Nitrate, Phosphate.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis parameter fisika-kimia dan total mikroba indikator air sungai pada Sungai Tapung Kiri. Sampel air diambil pada 4 titik sampling pada bulan Juli 2013 di Sungai Tapung Kiri. Hasil analisis parameter TDS, turbiditas, DHL, dan analisis kandungan nitrat masing-masing menunjukkan nilai pada kisaran 9-21 mg/L, 3,89 - 41,1 NTU, 17,72 - 42,0 $\mu\text{s}/\text{cm}$, dan 0,112 - 0,508 mg/L masih berada pada nilai ambang batas yang telah ditentukan. Pada parameter suhu, pH, DO dan analisis kandungan nilai fosfat masing-masing menunjukkan nilai pada kisaran 27 - 29°C, 4,75 - 6,30, 3,36 - 3,96 mg/L dan 0,089 - 0,235 mg/L tidak berada pada nilai ambang batas yang telah ditentukan berdasarkan PP No 82 Tahun 2001. Tingkat kontaminasi *Coliform* dan

E. coli masing-masing menunjukkan nilai pada kisaran angka $0,4 - 18 \times 10^3$ CFU/mL dan $0,1 - 4 \times 10^3$ CFU/mL. Kontaminasi total bakteri pada semua sampel berkisar antara $0,43 - 4,6 \times 10^4$ MPN/mL, sedangkan kontaminasi jamur menunjukkan nilai pada kisaran antara $0,1 - 0,3 \times 10^3$ CFU/mL.

Kata kunci : Sungai Tapung Kiri, Parameter Fisika-kimia, Total Mikroba Indikator, Nitrat, Fosfat.

PENDAHULUAN

Sungai Tapung Kiri merupakan bagian dari aliran sungai Siak pada bagian hulu. Sungai ini termasuk memiliki peranan penting dalam aktivitas warga sekitar sungai, seperti pemukiman, pertanian, perikanan, dan transportasi. Seiring dengan aktivitas tersebut yang terus menerus, diduga menyebabkan kerusakan serta pencemaran air sungai, dan pada akhirnya akan menjadikan fungsi sungai semakin kecil (Putri, 2011).

Adanya aktivitas di sekitar sungai diduga dapat menyebabkan penurunan kualitas air, baik secara fisika-kimia maupun mikrobiologi. Parameter fisika-kimia seperti daya hantar listrik, total padatan terlarut, kekeruhan, pH, oksigen terlarut, nitrat dan fosfat dapat mempengaruhi kualitas air. Begitupun dengan adanya mikroba di dalam air seperti bakteri *Coliform*, *Escherichia Coli* dan jamur.

Nitrat dan fosfat dalam suatu perairan dapat berasal dari pupuk perkebunan yang masuk ke dalam badan sungai melalui aliran air hujan maupun rembesan dari air tanah. Kedua senyawa tersebut dapat menentukan produktivitas suatu perairan. Keberadaan dari kedua senyawa ini berhubungan dengan kondisi perairan dan kelangsungan hidup biota perairan, dikarenakan nitrat dan fosfat merupakan nutrisi bagi biota perairan.

Sedangkan, untuk tingkat pencemaran mikroba dalam perairan dapat digunakan mikroba indikator salah satunya adalah bakteri *Coliform* yang termasuk di dalamnya yaitu *Escherichia coli*. Dengan adanya bakteri *Coliform* di dalam air, akan sangat berhubungan dengan kesehatan manusia apabila air digunakan.

Berdasarkan uraian di atas untuk mengetahui tingkat pencemaran pada daerah ini, maka perlu dilakukan penelitian di sungai Tapung Kiri. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis parameter fisika-kimia dan total mikroba indikator, dengan perbandingan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

METODE PENELITIAN

a. Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter (*Hanna Instrument H18014*), Spektrofotometer UV-VIS (*Thermoscientific genesys 10*), Spektrofotometer UV-Vis (*P Selecta V-1100D*), Inkubator (*Model Heraeus Instrument D6450*), Autoklav (*All American Mode 25X-2*), DO Meter (*DO Portable Orion 3 Star*), Konduktometer (*Conductivity Portable Orion 3 Star for*

TDS, DHL and Salinity), Turbidimeter (TurbiCheckLovibond), GPS (Oregon 550), Waterbath (Grant InstrumentType SUB 28), Vortex (H-VM-300).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut, Eosin Methylen Blue Agar (Merck, Cat. No.101347.0500), Nutrient Broth (Merck, Cat. No. 1.05443.0500), Potato Dextrose Agar (Merck, Cat No. 1.10130.0500), KNO₃, NaCl, H₂SO₄ pekat, Brussin Sulfat, Asam Sulfanilat, HCl pekat, KH₂PO₄, [K(SbO)C₄H₄O₆.1/2 H₂O], (NH₄)₆M₇O₂₄.4H₂O, C₆H₈O₆, Indikator Fenolftalein, dan bahan lainnya sesuai prosedur kerja.

b. Total bakteri metode MPN

Sebanyak 10 mL dari masing - masing sampel diinokulasikan ke dalam 90 mL media NB dan dihomogenkan. Larutan suspensi induk tersebut diambil 0,5 mL selanjutnya diinokulasikan ke dalam tabung yang berisi 4,5 mL medium NB. Pengenceran dibuat sampai 10⁻⁹. Masing - masing tabung diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam, selanjutnya setelah diinkubasi media yang keruh diindikasikan positif. Kemudian dihitung dan dicocokkan dengan tabel MPN.

c. Angka lempeng total *Coliform* dan *E. coli*

Sebanyak 0,1 mL suspensi sampel hasil pengenceran bertingkat dengan konsentrasi 10⁻², 10⁻³, dan 10⁻⁴ diinokulasikan ke media EMB agar dengan menggunakan metode cawan sebar (*spread plated*), diinkubasi pada

suhu 37°C selama 24-48 jam. Hasil pertumbuhan dihitung dari cawan yang ditumbuhi koloni dalam kisaran 25-250 CFU/mL, sebagai Angka Lempeng Total (ALT) *Coliform*. Koloni berwarna hitam dan kilapan perak dihitung sebagai ALT *E. coli* (Benson, 2001).

d. Angka lempeng total jamur

Pengenceran bertingkat dibuat dari larutan suspensi induk sampel hingga konsentrasi 10⁻⁴ dengan menggunakan larutan NaCl 0,85% steril. Sebanyak 0,1 mL suspensi hasil pengenceran bertingkat sampel dengan konsentrasi 10⁻², 10⁻³, dan 10⁻⁴ diinokulasikan ke media PDA dengan menggunakan metoda cawan sebar (*spread plated*). Kemudian diinkubasi pada suhu 25°C selama 24-48 jam, dan dihitung koloni yang tumbuh dalam kisaran 5-25 CFU/mL (Benson, 2001).

e. Penentuan nitrat

Penentuan nitrat dilakukan dengan cara mengambil sampel sebanyak 2 mL, selanjutnya dimasukkan ke dalam erlenmeyer 50 mL dan ditambahkan 0,1 mL pereaksi NaCl 30% dan 2 mL larutan H₂SO₄ (4:1). Larutan diaduk perlahan-lahan dan dibiarkan hingga dingin, dan sebanyak 0,1 mL brusin sulfanilat ditambahkan ke dalam erlenmeyer. Setelah semua pereaksi tercampur, erlenmeyer tersebut dipanaskan pada suhu 95°C selama 20 menit dan kemudian didinginkan. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

f. Penentuan fosfat

Penentuan fosfat dilakukan dengan cara mengambil sampel sebanyak 5 mL, lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalein 0,5%, jika terbentuk warna merah muda ditambahkan larutan asam tetes demi tetes hingga warna merah muda hilang. Setelah itu, sampel air ditambah dengan reagen pengompleks 0,8 mL yaitu yang terdiri dari campuran: asam sulfat H_2SO_4 5N (50 mL), *potassium antimonyl tartrate* / PAT (5 mL), *ammonium molybdate* (15 mL), dan asam askorbat (30 mL). Larutan didiamkan selama 10 menit, kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 880 nm, Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan (APHA-AWWA-WEF, 1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis *in situ*

Analisis *in situ*, fisika-kimia (suhu, DHL, TDS, turbiditas, pH dan DO) pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selisih suhu air dengan udara tidak memenuhi syarat yang telah ditentukan PP No. 82 Tahun 2001. Suhu yang didapatkan menunjukkan adanya perbedaan intensitas energi (panas) matahari yang diterima pada air dan udara. Air dengan suhu yang berada di atas atau di bawah suhu udara biasa mengandung zat-zat terlarut yang cukup banyak di dalam air atau sedang

terjadi dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan atau menyerap energi dalam air (Hartanto, 2007). Suhu merupakan salah satu indikator penting dalam suatu perairan, karena memiliki hubungan yang erat terhadap kelarutan gas. Pada pengukuran pH pada titik sampling 1 menunjukkan nilai pH diluar ambang batas yang telah ditentukan. Rendahnya nilai pH, dipengaruhi oleh adanya pelapukan bahan-bahan organik yang dapat menyebabkan penurunan pH (Akrimi,2002). Penurunan dan peningkatan pH akan mempengaruhi kecepatan reaksi enzimatik dari mikroba, dikarenakan adanya kerusakan enzim ekstraseluler dari mikroba yang dapat mengganggu penyediaan nutrisi (Cappuccino & Sherman, 2010).

Pengukuran oksigen terlarut pada semua titik sampling menunjukkan tidak berada pada syarat kualitas air. Menurut Khasanudin (2013) rendahnya kadar oksigen terlarut pada suatu perairan, maka akan mengalami denitrifikasi yaitu reduksi nitrat menjadi nitrit. Dengan rendahnya oksigen terlarut, maka akan berhubungan erat dengan kadar nitrat yang rendah. Kadar oksigen terlarut menunjukkan kualitas suatu perairan. Menurut Tatangindatu dkk (2013) kondisi perairan yang baik agar ikan dapat hidup, air harus mengandung oksigen paling sedikit 5 mg/ liter atau 5 ppm. Apabila kadar oksigen kurang dari 5 mg/L, ikan akan mati, tetapi bakteri yang kebutuhan oksigen terlarutnya lebih rendah dari 5 mg/L akan berkembang.

Tabel 1. Hasil analisis *in situ* sampel.

Titik Sampling	Suhu (⁰ C)			DHL (μ s/cm)	TDS (mg/L)	Turbiditas (NTU)	pH	DO (mg/L)
	Air	Udara	Selisish					
1	27	30	-3	17,72	9	3,89	4,75	3,43
2	29	33	-4	41,7	20	39,7	6,17	3,78
3	29	31	-2	42,0	21	35,6	6,23	3,96
4	28	34	-6	41,7	20	41,1	6,30	3,36
NAB I			± 3	-	1000	-	6-9	≥ 4

Keterangan: NAB I merupakan nilai ambang batas berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, kelas II (untuk masalah irigasi pertanian, perikanan dan rekreasi air).

Kekeruhan air atau turbiditas dapat berasal dari adanya plankton, mikroorganisme air, dan bahan organik terlarut dari tanaman yang mengalami pelapukan. Pada titik sampling ke 4 merupakan yang memiliki nilai kekeruhan tertinggi, dibanding titik yang lainnya. Kekeruhan disini menunjukkan sifat optik air, yang mengakibatkan pembiasan cahaya ke dalam air. Kekeruhan air juga dipengaruhi oleh adanya komponen yang lain berupa dekomposisi batu-batuan, lumpur, tanah liat, dan bahan organik yang terapung maupun bahan organik yang terurai. Menurut Effendi (2003) TDS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion-ion yang biasa ditemukan di perairan. Padatan terlarut mencerminkan jumlah kepekatan padatan dalam sampel air. Pada titik sampel 3 nilai TDS merupakan tertinggi. Tingginya nilai TDS menyebabkan tingginya kadar ion, sehingga mengakibatkan tingginya nilai DHL. Bahan-bahan terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan dapat meningkatkan kekeruhan selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam air

dan akhirnya akan berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan.

b. Analisis *ex situ*

Hasil analisis konsentrasi nitrat dan fosfat dapat dilihat pada tabel 2. Kandungan nitrat masih berada dalam nilai ambang batas yang telah ditentukan menurut PP No. 82 Tahun 2001. Pada titik sampling 1 merupakan nilai terendah dengan nilai sebesar 0,112 mg/L. Sedangkan pada ketiga titik lainnya memiliki nilai konsentrasi yang hampir sama tinggi, tingginya kandungan nitrat sangat dipengaruhi oleh adanya proses kimia dan biologi, akan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan konsentrasi nitrat seperti adanya pengikatan nitrogen bebas dari udara oleh mikroorganisme dan proses nitrifikasi yang sempurna oleh mikroorganisme yaitu bakteri. Secara umum, dengan semakin rendahnya oksigen terlarut maka semakin kecil kemungkinan terjadinya proses nitrifikasi. Walaupun pada semua titik sampling berada disekitar perkebunan yang sangat

Tabel 2. Hasil analisis nitrat dan fosfat pada sampel air

Titik Sampling	Mean ± StandarDeviasi	
	Nitrat (mg/L)	Fosfat (mg/L)
1	0,112 ± 0,008 ^a	0,235 ± 0,003 ^c
2	0,572 ± 0,003 ^b	0,089 ± 0,003 ^a
3	0,508 ± 0,007 ^b	0,227 ± 0,000 ^b
4	0,567 ± 0,072 ^b	0,224 ± 0,003 ^b
NAB I	10	0,2

Keterangan: Notasi yang berbeda dalam satu kolom yang sama memberikan perbedaan yang nyata ($P \leq 0,05$) berdasarkan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT).

NAB I merupakan nilai ambang batas berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, kelas II (untuk masalah irigasi pertanian, perikanan dan rekreasi air).

yang sangat memungkinkan masuknya limbah nitrat yang berasal dari pupuk dan juga limbah domestik yang berasal dari perumahan warga, namun dengan rendahnya pH pada semua titik sampling menyebabkan tidak terjadinya kenaikan konsentrasi nitrat (Pratiwi, 2008).

Pada kandungan fosfat tidak memenuhi syarat baku mutu air menurut PP No. 82 Tahun 2001. Titik sampling 1 memiliki nilai konsentrasi tertinggi dengan nilai sebesar 0,235 mg/L. Tingginya fosfat diduga berasal dari aliran sungai yang berasal dari perumahan warga dan juga masuknya pupuk amupun pestisida yang berasal dari lahan pertanian dan perkebunan. Dengan adanya perumahan warga serta lahan pertanian dan perkebunan, sangat memungkinkan adanya pemasukan limbah domestik terutama dalam bentuk fosfat (Supardi, 1994). Serta faktor lainnya, seperti penjelasan Achmad (2004) yaitu selain dari hanyutan pupuk dan limbah domestik, hancuran bahan organik dan mineral fosfat berpengaruh terhadap konsentrasi fosfat.

c. Analisis mikrobiologi

Hasil analisis total bakteri sampel air yang diambil dari empat titik lokasi sampling sungai Tapung Kiri menunjukkan nilai yang bervariasi. Kontaminasi *Coliform*, *E. coli*, jamur dan total bakteri pada sampel air sungai Tapung Kiri dapat dilihat pada Tabel 3.

Kontaminasi *Coliform*, *E. coli* dan jamur pada sampel tertinggi berada pada titik sampling 2 dengan nilai secara berturut-turut yaitu 18×10^3 CFU/mL, 4×10^3 CFU/mL dan 3×10^2 CFU/mL. Tingginya *E. coli* yang merupakan bagian dari bakteri *Coliform* menandakan air pernah terkena polutan yang berasal dari feses manusia ataupun binatang berdarah panas. Sedangkan kontaminasi jamur tertinggi pada titik sampling 2 dapat dipengaruhi oleh sumber nutrisi yang banyak pada lokasi ini. Suriawiria (2003) menjelaskan bahwa mikroba membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhan maupun perkembangan dalam proses metabolisme sel. Sumber nutrisi dapat berasal dari nitrat yang ada, sehingga

Tabel 3. Hasil analisis mikrobiologi penentuan angka lempeng total (ALT) bakteri *Coliform*, bakteri *E. coli* dan jamur pada sampel air sungai TapungKiri.

Titik Sampling	Total <i>Coliform</i> (CFU/mL)	Total <i>E. coli</i> (CFU/mL)	Total Jamur (CFU/mL)	Total Bakteri (MPN/mL)
1	7×10^2	2×10^2	1×10^2	$0,43 \times 10^4$
2	18×10^3	4×10^3	3×10^2	$2,4 \times 10^4$
3	15×10^3	2×10^3	2×10^2	$4,6 \times 10^4$
4	4×10^2	1×10^2	2×10^2	$2,1 \times 10^4$

Kontaminasi *Coliform*, *E. coli* dan jamur pada sampel tertinggi berada pada titik sampling 2 dengan nilai secara berturut-turut yaitu 18×10^3 CFU/mL, 4×10^3 CFU/mL dan 3×10^2 CFU/mL. Tingginya *E. coli* yang merupakan bagian dari bakteri *Coliform* menandakan air pernah terkena polutan yang berasal dari feses manusia ataupun binatang berdarah panas. Sedangkan kontaminasi jamur tertinggi pada titik sampling 2 dapat dipengaruhi oleh sumber nutrisi yang banyak pada lokasi ini. Suriawiria (2003) menjelaskan bahwa mikroba membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhan maupun perkembangan dalam proses metabolisme sel. Sumber nutrisi dapat berasal dari nitrat yang ada, sehingga mempengaruhi jumlah *Coliform*, *E. coli* dan jamur.

Total bakteri pada penelitian ini berada pada kisaran $0,43 \times 10^4$ - $4,6 \times 10^4$ MPN/mL, titik sampling 3 memiliki total bakteri tertinggi dengan nilai sebesar $4,6 \times 10^4$ MPN/mL. Hal ini dapat disebabkan oleh tingginya nutrisi baik itu nitrat maupun fosfat, sehingga mempengaruhi terhadap tingkat pertumbuhan bakteri. Selain itu, oksigen terlarut pada titik ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan titik lain dengan nilai 3,96 mg/L dan akan mempengaruhi terhadap perkembangan bakteri aerob.

KESIMPULAN

Parameter TDS, turbiditas, DHL, kandungan nitrat dan fosfat pada titik 2 masih berada pada nilai ambang batas, sedangkan parameter suhu pada titik 2 dan 4, pH pada titik 1, dan DO pada semua titik sampling tidak berada pada nilai ambang batas yang telah ditentukan berdasarkan PP No 82 Tahun 2001. Nitrat tertinggi berada pada titik sampling 2 yaitu 0,572 mg/L dan tidak berbeda secara nyata ($P \leq 0,05$) terhadap titik sampling 3 dan 4, namun berbeda secara nyata ($P \leq 0,05$) terhadap titik sampling 1. Fosfat tertinggi berada pada titik sampling 1 yaitu 0,235 mg/L berbeda secara nyata ($P \leq 0,05$) terhadap semua titik sampling lainnya. Tingkat kontaminasi *Coliform* dan *E. coli* masing-masing menunjukkan nilai pada kisaran angka $0,4$ - 18×10^3 CFU/mL dan $0,1$ - 4×10^3 CFU/mL. Kontaminasi total bakteri yang didapatkan pada semua sampel berkisar antara $0,43$ - $4,6 \times 10^4$ MPN/mL, sedangkan kontaminasi jamur menunjukkan nilai pada kisaran antara $0,1$ - $0,3 \times 10^3$ CFU/mL.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi yang telah menghibahkan Dana Penelitian Unggulan Daerah Sumber

Dana BOPTN Universitas Riau Tahun 2012/2013 atas nama Dr. Christine Jose serta kepada dosen pembimbing penelitian beserta seluruh pihak yang telah membantu penulis, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Andi Offset, Universitas Negeri Jakarta.
- Akrimi., dan Subroto, G. 2002. Teknik Pengamatan Kualitas Air dan Plankton di Reservat Danau Arang-arang Jambi. *Buletin Teknik Pertanian* **7(2)** : 54-58.
- Cappuccino, J. G. dan Sherman, N. 2011. *Microbiology a Laboratory Manual*. 9th ed. Benjamin Cummings, San Francisco.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta.
- Hartanto, S. 2007. Studi Kasus Kualitas dan Kuantitas Kelayakan Air Sumur Artetis Sebagai Air Bersih Untuk Kebutuhan Sehari-hari di Daerah Kelurahan Sukorejo Kecamatan Gunungpati Semarang Tahun 2007. *Skripsi*. UNNES. Semarang.
- Khasanudin, M. N. 2013. Hubungan Suhu, Oksigen Terlarut dan pH Perairan Terhadap Konsentrasi Nitrat dan Fosfat di Muara Sungai Wonorejo, Gunung Anyar Surabaya. *Skripsi*. Universitas Trunojoyo Madura, Madura.
- Pratiwi, ST. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Putri, N. A. dan Dewi. 2011. Kebijakan Pemerintah Dalam Pengendalian Pencemaran Air Sungai Siak (Studi Pada Daerah Aliran Sungai Siak Bagian Hilir). *Jurnal Ilmu Politik dan Ilmu Pemerintahan* **1(1)** : 68-79.
- Supardi, I. 1994. *Lingkungan Hidup dan Kelestariannya*. Penerbit Alumni, Bandung.
- Suriawiria, U. 2003. *Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis*. P.T. Alumni, Bandung.
- Tatangindatu, F., Kalesaran, O., dan Rompas, R. 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Budidaya Perairan***1(2)** : 8-19

