

Perubahan Fisik Eceng Gondok *Eichhornia crassipes* dalam Fitoremediasi Logam Berat

Fahrudin^{1*}, Dan Try Borrong², Ramlan Effendi Tanjung², Asadi Abdullah¹, Mustika Tuwo¹

*¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, Indonesia*

*²Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup, Konsentrasi Teknologi Lingkungan,
Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, Indonesia*

**E-mail: fahrudin65@gmail.com*

Abstrak

*Penelitian ini bertujuan mengamati perubahan fisik pada eceng gondok *Eichhornia crassipes* dalam fitoremediasi logam berat pada air limbah. Perlakuan dibuat dengan beberapa variasi tanaman di antaranya 5, 10, 15 tanaman dan bak kontrol yang diamati selama 12 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eceng gondok Hasil penelitian menunjukkan bahwa eceng gondok pada perlakuan Pb 4 ppm tumbuh lebih kerdil sehingga biomasnya lebih kecil yaitu 75.46 g dibandingkan perlakuan Pb 2 ppm yaitu 79.00 g. perubahan ciri fisik tanaman eceng gondok yang terjadi selama masa percobaan fitoremediasi, antara lain: tunas baru, daun baru, daun menguning dan daun layu. Munculnya tunas baru dan daun baru menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok masih mampu beradaptasi dan tumbuh dengan baik walaupun berada di lingkungan yang sudah tercemar oleh logam berat.*

Kata Kunci: *eceng gondok, fitoremediasi, kromium, kualitas air*

PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk dan perkembangan pembangunan membawa konsekuensi meningkatnya pertumbuhan industri dan diikuti oleh meningkatnya jumlah limbah yang dibuang ke lingkungan. Pertambahan aktivitas manusia di berbagai sektor kehidupan seringkali menghasilkan bahan pencemar yang dapat mengganggu dan merusak lingkungan (Fahrudin, 2022). Pencemaran logam berat merupakan masalah yang serius karena bersifat toksik bagi makhluk hidup termasuk manusia (Vieira & Volesky, 2000). Salah satu sumber pencemaran lingkungan perairan berasal dari industri pertambangan. Bahan-bahan buangan dari industri pertambangan tersebut memiliki daya toksik yang tinggi dan bahkan mampu menyebabkan kematian, bukan hanya pada hewan dan tumbuhan, namun juga pada manusia. Perairan mungkin saja dicemari oleh limbah industri pertambangan bila limbah tersebut langsung dibuang ke badan air tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu, atau dilakukan pengolahan tetapi konsentrasi zat-zat pencemarnya melebihi baku mutu air bersih (Nurhasni, dkk., 2013).

Salah satu logam berat yang bersifat berbahaya dan perlu mendapat perhatian serius adalah kromium. Kromium banyak dijumpai pada air limbah industri *finishing* logam, penyamakan kulit dan elektroplating. Di dalam lingkungan air termasuk air limbah, bilangan oksida dari kromium (di, tri, penta dan heksa) yang paling banyak ditemukan adalah trivalen dan heksavalen. Pada umumnya, kromium memiliki dua spesiasi dalam fase cair, yaitu kromium trivalen, seperti: Cr^{3+} atau $\text{Cr}(\text{OH})_2^+$, dan kromium heksavalen, seperti: HCrO_4^- , CrO_4^{2-} atau $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (Fahrudin et al, 2021). Menurut Emilia (2014), kromium dapat menghambat kinerja enzim sehingga proses fisiologi dan metabolisme pada organisme tersebut menjadi terganggu. Dengan demikian, air limbah yang mengandung kromium bila langsung dibuang ke badan air tanpa diolah untuk memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah akan menimbulkan dampak negatif bagi kehidupan flora dan fauna yang hidup di perairan. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi kromium dalam limbah cair, antara lain: destruksi kimia, adsorpsi, flokulasi, elektrokoagulasi dan remediasi (Fahrudin, 2014; Fahrudin, 2022).

Metode fitoremediasi merupakan salah satu alternatif pilhan yang bersifat ramah lingkungan untuk mengurangi konsentrasi cemaran termasuk logam berat yang terkandung dalam limbah cair. Menurut Aiyen (2004), fitoremediasi dengan menggunakan tanaman mampu menurunkan atau menghilangkan polutan. Dalam percobaan fitoremediasi, kriteria yang perlu dipertimbangkan dalam memilih tanaman, antara lain: ketersediaan, tingkat pertumbuhan dan besarnya biomasa tanaman, ketahanan terhadap logam berat, ketahanan terhadap lokasi yang memiliki jumlah air yang banyak, ketahanan terhadap salinitas dan pH, kedalaman area akar, dan karakteristik akar. *Eichhornia crassipes* merupakan salah satu tanaman hiperakumulator yang mampu menyerap logam berat di badan air melalui mekanisme *phytoextraction*. Logam berat yang terkandung dalam air akan diserap oleh akar eceng gondok, kemudian diangkut ke semua bagian tanaman eceng gondok, selanjutnya logam berat tersebut akan disimpan di bagian tertentu pada tanaman agar proses metabolisme eceng gondok menjadi tidak terganggu. Agar penyerapannya akar eceng gondok meningkat, molekul rediktase harus terbentuk dahulu di bagian membran akarnya (Novita, 2005). Model transportasinya dimulai dengan diserapnya logam hingga masuk ke dalam sel akar kemudian ke jaringan pengangkut yaitu *xylem* dan *floem*, lalu ke bagian tanaman lain. Akumulasi logam berat pada jaringan tanaman mempengaruhi proses fisiologi-biokimia dan pertumbuhan tanaman (Aiyen, 2004).

METODE PENELITIAN

Persiapan Eceng Gondok

Sampel eceng gondok diambil dari lokasi perairan Desa Keuno, Kecamatan Petasia Timur. Semua bagian tanaman eceng gondok (akar, batang dan daun) dibersihkan dengan menggunakan air keran atau air bersih. Proses aklimatisasi eceng gondok dilakukan di bak selama dua minggu dengan tujuan untuk menetralkan tanaman. Tanaman eceng gondok yang dimanfaatkan dalam penelitian memiliki kriteria-kriteria, seperti: jumlah daun 4-6 lembar, daun masih segar dan tidak menguning, panjang daun 3-5 cm, tinggi tanaman 10-15 cm dan berat basah sekitar 25-50 g.

Karakterisasi awal eceng gondok

Uji pendahuluan dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui kandungan logam berat pada eceng gondok sebelum dilakukan fitoremediasi. Uji pendahuluan dilakukan setelah aklimatisasi eceng gondok selama 14 hari.

Perlakuan Fitoremediasi

Metode fitoremediasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan sistem *batch* dimana kondisi air limbah yang diuji pada percobaan fitoremediasi dalam keadaan tidak mengalir atau diam. Semua perlakuan menggunakan wadah yang berukuran 30 L. Wadah tersebut digunakan untuk

menampung air limbah yang mengandung kromium yang langsung diambil dari outlet *sediment pond* tambang. Ada empat jenis perlakuan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

- a. P1 : air limbah (konsentrasi Cr sebesar 0.8384 mg/L) dengan penambahan 15 tanaman eceng gondok.
- b. P2 : air limbah (konsentrasi Cr sebesar 0.8384 mg/L) dengan penambahan 10 tanaman eceng gondok.
- c. P3 : air limbah (konsentrasi Cr sebesar 0.8384 mg/L) dengan penambahan 5 tanaman eceng gondok.
- d. P4 : bak kontrol (konsentrasi Cr sebesar 0.8384 mg/L) tanpa penambahan eceng gondok.

Perlakuan dilakukan 2 kali ulangan agar dapat dilakukan perbandingan. Pengambilan sampel air limbah pada percobaan fitoremediasi dilakukan setiap 4 hari selama 12 hari, yaitu pada hari ke-0, ke-4, ke-8, dan ke-12. Perubahan fisik dan biomassa eceng gondok dilakukan pada hari terakhir atau hari ke-12 .

Pengamatan Perubahan Fisik Pada Eceng Gondok.

Perubahan fisik eceng gondok selama hari ke 12 ditentukan secara visual. Sedangkan pengamatan biomassa ditentukan berdasarkan berat kering dan berat basah. Setelah berat basah diukur, sampel eceng gondok dipanaskan dalam oven selama 2 hari pada suhu 65 °C untuk penentuan biomassa berat kering (Malar *et al.*, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi awal pada kualitas air dan kandungan logam berat eceng gondok

Hasil pemeriksaan awal pada limbah cair tambang dilakukan di laboratorium. Sebelum dilakukan perlakuan, konsentrasi logam berat kromium yang terkandung dalam limbah cair tambang adalah sebesar 0.8384 mg/L. Selain pemeriksaan kandungan kromium, uji pendahuluan pada limbah cair tambang juga dilakukan analisis parameter air lainnya, seperti: BOD, COD, pH dan TDS dengan nilai seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1. Hasil Pemeriksaan Pendahuluan Kandungan Cr, BOD, COD, pH dan TDS Pada Limbah Cair Tambang Sebelum Perlakuan

Parameter	Satuan	Nilai rata-rata	Metode Uji
Cr	mg/L	0.8384	SNI 06-6989.17-2004
BOD	mg/L	16.7656	SNI 6989.72:2009
COD	mg/L	38.1501	SNI 6989.15:2019
pH	-	7.745	SNI 6989.11:2019
TDS	mg/L	209.5	SNI 6989.27:2019

Ada 4 bak yang digunakan dalam penelitian ini. Masing-masing bak diisi limbah cair dengan volume 30 liter dengan menggunakan jumlah eceng gondok yang bervariasi, yaitu: 15 tanaman, 10 tanaman, 5 tanaman dan tanpa tanaman sebagai bak kontrol dengan perkiraan umur tanaman eceng gondok 1 bulan sebelum dilakukan aklimatisasi selama 14 hari dan 12 hari proses perlakuan .

Pada penelitian Tanjung *et al.* (2020) juga dilakukan karakterisasi awal pada eceng gondok yang digunakan dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) diperoleh Pb sebesar 0.0004 mg/kg. Eceng gondok yang telah diaklimatisasi tersebut mengandung Pb karena mampu mengakumulasi logam berat ke jaringannya walaupun dalam konsentrasi yang kecil. Menurut Yaqin, dkk., (2018), adanya kandungan Pb pada eceng gondok menunjukkan bahwa air danau telah tercemar Pb dengan konsentrasi rata-rata sebesar 3.906 mg/L.

Selain itu, uji pendahuluan pada air juga dilakukan sebelum perlakuan dengan tujuan untuk mengetahui kandungan nutrisi yang meliputi karbon (C), nitrogen (N) fosfor (P) dan kalium (K) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2. Komposisi C, N, P dan K Pada Air

Kandungan nutrisi	Nilai (ppm)
C	777,03
N	68,85
P	33,53
K	14,17

Unsur hara primer (*major nutrient*) seperti C, N, P dan K sangat diperlukan oleh tumbuhan. Tersedianya nutrisi pada air tanah mengindikasikan bahwa pertumbuhan tanaman air dapat berlangsung dengan baik dan dapat dijadikan sebagai agen fitoremediasi.

Pengamatan Ciri Fisik Tanaman eceng gondok *Eichhornia crassipes*

Sebelum eceng gondok ditempatkan pada perlakuan wadah fitoremediasi dilakukan aklimatisasi untuk menyamakan semua kondisi fisik tanaman, seperti terlihat pada Gambar 1. Aklimatisasi dilakukan dengan tujuan semua bagian tanaman eceng gondok (akar, batang dan daun) bersih dengan menggunakan air keran atau air bersih (Borker *et al.*, 2012) dan memiliki ukuran dan berat yang hampir seragam. Oleh karena itu, eceng gondok dipilih dengan ukuran dan berat segar tanaman (Novita, 2005).



Gambar 1. Aklimatisasi Tanaman Eceng Gondok Pada Setiap Perlakuan.

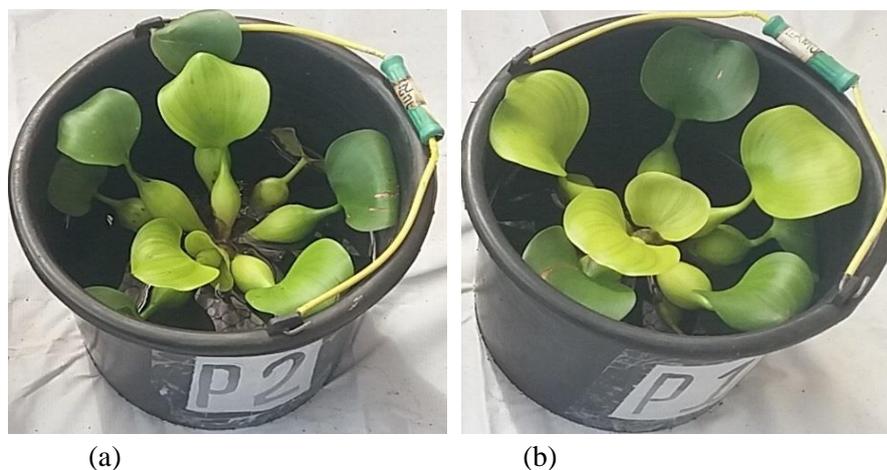
Selanjutnya setelah tanaman eceng gondok diperlakukan dalam kolam fitoremediasi dilakukan pengamatan pada perubahan ciri fisik saat pasca fitoremediasi limbah cair tambang, yaitu pada hari ke-12 dapat diamati pada Gambar 2.



Gambar 2. Perubahan Fisik Eceng Gondok Pada Hari Ke-12.

Dari hasil pengamatan, perubahan ciri fisik tanaman eceng gondok yang terjadi selama masa percobaan fitoremediasi, antara lain: tunas baru, daun baru, daun menguning dan daun layu. Munculnya tunas baru dan daun baru menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok masih mampu beradaptasi dan tumbuh dengan baik walaupun berada di lingkungan yang sudah tercemar oleh logam berat kromium. Hal ini disebabkan oleh adanya mikroorganisme seperti *rhizosfer* pada akar tanaman eceng gondok (Fahrudin *et al.*, 2021). *Rhizosfer* mempunyai kemampuan yang kuat dalam menguraikan senyawa organik dan anorganik. Di samping itu, *rhizosfer* dapat memanfaatkan logam berat sebagai sumber makanannya dan menimbulkan kofaktor. Kofaktor yang berasal dari enzim *plastocyanin* berguna untuk merangsang pembelahan sel dan proses fotosintesis pada tanaman eceng gondok.

Fahrudin *et al.* (2021) mengemukakan bahwa toksisitas logam berat pada tanaman eceng gondok dapat menyebabkan klorosis dan fisik tanaman menjadi layu. Darmono (1995) dalam Hasyim (2016) menyebutkan bahwa klorofil yang tidak terbentuk atau yang kurang berkembang dapat menimbulkan klorosis pada daun yang ditandai dengan adanya warna kekuningan pada daun tanaman. Sedangkan gejala nekrosis yang terjadi pada tanaman dapat menyebabkan tanaman menjadi layu. Nekrosis merupakan kematian jaringan atau sel pada tanaman yang ditandai dengan timbulnya warna kecoklatan dan bercak pada daun (Darmono, 1995 dalam Hasyim, 2016). Hal tersebut sesuai penelitian Tanjung *et al.* (2020) menunjukkan perbedaan secara fisik pada pertumbuhan eceng gondok antara perlakuan Pb 4 ppm dan Pb 2 ppm pada hari ke-12 dapat dilihat pada Gambar 3.



(a)

(b)

Gambar 3. Perubahan fisik eceng gondok.

(a) perlakuan Pb 4 ppm dan b) perlakuan Pb 2 ppm pada hari ke-12

Pertumbuhan eceng gondok pada perlakuan Pb 4 ppm lebih kerdil dan memiliki ukuran daun yang lebih kecil karena timbal dapat menyebabkan gangguan morfologi dan fisiologi tanaman (Malar *et al.*, 2014). Sementara pada perlakuan Pb 2 ppm, pertumbuhan tanaman eceng gondok lebih normal. Ingole & Bhole (2003) dalam hasil penelitiannya mengemukakan bahwa tanaman eceng gondok tumbuh normal dalam menyerap beberapa logam berat Pb, Hg, Cr, As, Zn dan Ni pada konsentrasi 5 ppm dan mulai layu pada konsentrasi yang lebih besar dari 10 ppm. Gejala yang paling nyata dari toksisitas Pb adalah penghambatan pertumbuhan tanaman. Biomassa tanaman dapat dijadikan sebagai indikator untuk menggambarkan pertumbuhan tanaman terhadap toksisitas Pb (Malar *et al.*, 2014). Biomassa tanaman basah (*fresh weight*) sebelum dan sesudah percobaan pada perlakuan dengan Pb 4 ppm dan Pb 2 ppm ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Berat Basah Eceng Gondok Sebelum dan Sesudah Percobaan

Jenis perlakuan	Berat basah eceng gondok (g)	
	Hari ke-0	Hari ke-12
Pb 2 ppm	59.03	79.00
Pb 4 ppm	60.28	75.46

Berat basah eceng gondok pada perlakuan dengan Pb 2 ppm selama 12 hari lebih besar yaitu mencapai 79.00 g dari 59.03 g bila dibandingkan dengan perlakuan Pb 4 ppm yaitu mencapai 75.46 g dari 60.28 g. Menurut Mengel & Kirkby (1987), timbal dapat menghambat perkembangan dan pertumbuhan akar. Selain itu, timbal dapat menurunkan kadar klorofil pada daun dan menghambat aktivitas enzim. Hasil biomassa dan kadar air relatif eceng gondok pada akhir percobaan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Biomassa dan Kadar Air Relatif Eceng Gondok Pada Hari Ke-12

Jenis Perlakuan	Bagian Tanaman	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)	Kadar Air Relatif (%)
Pb 2 ppm	Daun	14.23	1.57	88.97
	Tangkai	41.83	1.64	96.08
	Akar	22.94	1.81	92.11
	Total	79.00	5.02	93.65
Pb 4 ppm	Daun	13.69	1.52	88.90
	Tangkai	39.64	1.61	95.76
	Akar	22.13	1.78	91.96
	Total	75.46	4.91	93.49

Berat kering dan kadar air relatif satu tanaman eceng gondok pada perlakuan dengan 2 ppm adalah 5.02 g dan 93.65%. Sedangkan pada perlakuan dengan 4 ppm, berat kering dan kadar air relatif satu tanaman eceng gondok adalah 4.91 g dan 93.49%. Biomassa eceng gondok pada perlakuan Pb 4 ppm lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan Pb 2 ppm. Berdasarkan hasil penelitian Malar *et al.* (2014), biomassa bibit eceng gondok berkurang 33.28% akibat terpapar Pb 1000 ppm bila dibandingkan dengan kontrol (Pb 0 ppm). Di samping itu, penurunan kadar air relatif pada perlakuan Pb 4 ppm menunjukkan bahwa Pb dapat menghambat penyerapan air oleh daun dan akar. Akumulasi timbal pada daun dapat memicu penutupan stomata sehingga pengikatan bahan untuk proses fotosintesis (CO₂ dan H₂O) menjadi terhambat. Sedangkan akumulasi timbal pada akar dapat menghambat pembelahan dan pemanjangan sel, memperlambat waktu mitosis sel dan menurunkan elastisitas dinding sel sehingga sel mudah pecah (Mengel & Kirkby, 1982).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa: eceng gondok pada perlakuan Pb 2 ppm tumbuh lebih normal dan memiliki ukuran daun yang lebih lebar. Dengan demikian, peningkatan biomasanya lebih besar yaitu mencapai 79.00 g dari 59.03 g. Hal ini dikarenakan logam berat dapat mempengaruhi morfologi dan fisiologi tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiyen. 2004. *Importance of Root Growth Parameters to Cd and Zn Acquisition by Nonhyperaccumulator and Hyperaccumulator Plants*. Dissertation. Verlag Graner-Meuren-Stuttgart: Institute of Plants Nutrition, University of Hohenheim.
- Borker, A. R., Mane, A. V., Saratale, G. D. and Pathade, G. R. 2012. *Phytoremediation Potential of Eichhornia Crassipes for The Treatment of Cadmium in Relation with Biochemical and Water Parameters*. Emir. J. Food Agric. 25: 443-456.
- Emilia, I., 2014. *Analisa Krom Total di Daerah Industri Tenun Songket Sungai Musi Kota Palembang*. *Sainmatika*, (Online). 11(2). (<https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id>, diakses 11 November 2020).
- Fahrudin, 2022. *Pengelolaan Sampah Organik Dan Anorganik*. Getprees. Global Eksekutif Teknologi. Padang.
- Fahrudin, F., Samawi, M. F., Tuwo, M., dan Tanjung, R. E., 2021. *The Effect of Heavy Metal Lead (Pb) on the Growth of Ammonia Degrading Bacteria and Physical Changes of Eichhornia crassipes in Groundwater Phytoremediation*. Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Techno. 11: 994-1000.
- Fahrudin, F., As'adi, A., Nurhaedar dan Nafie, N. L., 2020. *Estuary Sediment Treatment for Reducing Sulfate in Acid Mine Water*. Environ. Nat. Resour. J. 18: 191-199.
- Fahrudin, 2014. *Bioteknologi Lingkungan*. Alfabeta, Bandung.
- Hasyim, N. A., 2016. *Potensi Fitoremediasi Eceng Gondok (Eichornia crassipes) dalam Mereduksi Logam Berat (Zn) dari Perairan Danau Tempe Kabupaten Wajo*. Tesis. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, Makassar.
- Ingole, N. W., and Bhole, A. G., 2003. Removal of heavy metals from aqueous solution by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua (2003) 52 (2): 119–128.
- Malar, S., Vikram, S. S., Favas, P. J. C. and Perumal, V., 2014. *Lead Heavy Metal Toxicity Induced Changes on Growth and Antioxidative Enzymes Level in Water Hyacinths [Eichhornia crassipes (Mart.)]*. Bot. Stud. 55: 54.
- Mengel, K., and Kirkby, E. A., 1982. *Principles of Plant Nutrition*. 4th Edition. International Potash Institute, Bern, Switzerland.
- Novita, A., 2005. *Penyerapan Logam Pb dan Cd oleh Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) : Pengaruh Konsentrasi dan Lama Waktu Kontak*. Tesis. Bogor: Program Pascasarjana Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nurhasni, N., Salimin, Z., dan Nurfitriyani, I., 2013. *Pengolahan Limbah Industri Elektroplating dengan Proses Koagulasi Flokulasi*. Jurnal Kimia Valensi, (Online). 3(1). (<http://journal.uinjkt.ac.id>, diakses 21 Oktober 2020).
- Tanjung R. E., Fahrudin, F., Samawi, F., 2020. *Farid Absorption of Heavy Metal Lead (Pb) by Water Hyacinth (Eichhornia Crassipes) and Its Influence to Total Dissolved Solids of Groundwater In Phytoremediation*. Jurnal Akta Kimia Indonesia (Indonesia Chimica Acta). 13(2): 10-15.
- Vieira, R. H. S. F., and Volesky, B., 2000. *Biosorption : A Solution to Pollution*. Int. Microbiol. 3: 17-24.
- Yaqin, K., Karim, Y., dan Fachruddin, L., 2018. *Kualitas Air dan Kandungan Beberapa Logam di danau Unhas*. Jurnal Pengelolaan Perairan. (Online). 1(1). (<http://journal.unhas.ac.id>, diakses 13 Juli 2019).