

Adaptasi Riparian di Sekitar Sungai Tabobo Dusun Beringin Halmahera Utara: Tinjauan Fitoremediasi Pada Sungai Terindikasi Cemar

MUHLIS MUKARAM¹, ZULKIFLI AHMAD², RETNO PENI SANCAYANINGSIH³

¹Guru SMA N 2 Kota Ternate

Jalan Inpres Ubo-Ubo Kota Ternate 97717

email: muhlis_mukaram@yahoo.com

²Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Khairun Ternate

Jl. Bandara Baabullah kampus 1 Unkhair Akehuda Kota Ternate Utara 92714

email: zulkifliahmad@unkhair.ac.id

³Laboratorium Ekologi dan Konservasi Fakultas Biologi, UGM

Jl. Teknik Selatan, Sekip Utara, Sleman, Yogyakarta 55281

email: retpeni@ugm.ac.id

ABSTRACT

The Illegally Gold Mining Activities (PETI), which exacerbated to the water conditions of the Tabobo river. One of the higher problems for the people around PETI area was the use heavy metal mercury (Hg). The purpose of this study was to determine the abundance of the plants that adaptable to the environmental condition and to analyze concentration of mercury (Hg) absorbed by riparian vegetation of Tabobo and Kao river, Malifut and Kao regencies, North Halmahera. Three rivers were selected, two of them represented the high intensity of gold mining, Tabobo and Kao rivers, and Umbul Nilo water spring output at Margosuko, Daleman village, Klaten sub-regency as a control area. In each station were placed six square plots (1 x 1 m² size) located in the upstream, midstream, and the down-stream of the selected river sites. The mercury content absorbed by dominant plants samples was analyzed using Mercury Analyzer after wet destruction. The research results showed that Poaceae, Commelinaceae, and Convolvulaceae were found both in Tabobo and Nilo river, especially *Digitaria* and *Commelina* genera, while *Panicum* and *Paspalum* were only found in 2 polluted rivers, Tabobo and Kao. These assumed that they function as plant accumulator. The mercury content in the leaves of *Paspalum* sp. both in upstream and midstream of Tabobo river, has lower value compared to the standard (<0.01 ppb), but in the downstream showed that mercury level absorbed by *Paspalum* sp. leaves was high (11.57 ppb). Mercury levels of *Macaranga* sp. leaves tree in Beringin village had the value of the 36.45 ppb. On the contrary, mercury analysis of *Panicum repens* L. leaves representing floor vegetation, and leaves of *Macaranga semiglobosa* J.J.S. surrounding Kao river showed that the mercury contents were below the threshold value (<0.01 ppb).

Keywords: adaptation, fitoremediation, Halmahera Utara, Riparian, Tabobo

PENDAHULUAN

Dusun Beringin merupakan suatu pemukiman yang berada dekat dengan Sungai Tabobo. Daerah ini mulai berkembang pesat sejak dibukanya pertambangan emas pada Tahun 1997. Kedatangan warga dalam jumlah yang sangat besar tersebut memiliki tujuan utama mencari dan mendapatkan emas. Teknik pengolahan emas yang dilakukan oleh masyarakat masih menggunakan teknik sederhana dengan cara amalgamasi. Hampir di setiap tepi sungai sepanjang sungai Tabobo

terdapat tromol dengan gelondong yang masih aktif untuk mengolah bijih emas. Sehingga dalam kurun waktu 10 tahun sejak dibukanya daerah pertambangan, mulai nampak tanda-tanda tercemarnya sungai dengan beberapa indikator, mulai dari keruhnya air sungai, hilangnya beberapa jenis ikan dan organisme perairan lain, serta keresahan masyarakat yang ada di sekitar sungai tersebut.

Masalah pencemaran perairan sejak dua dekade ini sangat memprihatinkan, karena limbah yang terdapat dalam perairan sudah

melebihi batas yang dapat ditoleransi oleh biota perairan (Jenkins, 1978 dalam Moro 2011). Pencemaran perairan menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem, pendayagunaan air menjadi terbatas dan berdampak serius terhadap kesehatan masyarakat.

Penyebab pencemaran perairan antara lain karena penggunaan bahan bakar fosil, limbah industri, buangan limbah domestik, pemakaian pestisida dan pertambangan. Logam berat dalam perairan dapat teradsorpsi dan terakumulasi dalam tubuh organisme air, selanjutnya terlibat dalam rantai makanan sehingga menyebabkan bioakumulasi. Untuk mengetahui besarnya tingkat pencemaran suatu perairan oleh logam berat, telah banyak dikembangkan pemantauan secara kimia, dengan menentukan kadar setiap zat pencemar pada air ataupun sedimen.

Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan masyarakat sekitar perairan Sungai Tabobo dusun Beringin, menyebutkan bahwa hampir kurang lebih 5 tahun terakhir sebagian besar masyarakat sudah tidak lagi menggunakan dan mengambil air dari sungai Tabobo. Hasil analisis merkuri oleh Zam zam (2008) di air sungai Kobok dan Tabobo Kecamatan Malifut, menunjukkan bahwa di kedua sungai tersebut diduga telah mengandung unsur merkuri dengan konsentrasi 0,075 ppm dan 0,000049 ppm. Konsentrasi logam merkuri yang terkontaminasi di air sungai Tabobo belum melampaui baku mutu yang ditetapkan. Meskipun demikian, potensi pencemaran air sungai tetap tinggi dan kewaspadaan terhadap akumulasi merkuri pada sedimen sungai perlu diperhatikan (Zam zam, 2008). Berdasarkan beberapa fakta inilah, sehingga membuat sebagian besar masyarakat tidak lagi menggunakan air sungai dan sumur yang ada di sekitar perairan sungai Tabobo.

Selain itu, maraknya kegiatan Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) oleh masyarakat sekitar perairan sungai, juga semakin memperparah kondisi perairan Sungai Tabobo. Berdasarkan hasil observasi awal, di beberapa titik sepanjang alur sungai Tabobo dusun Beringin, ditemukan ± 50

gelondong yang masih aktif beroperasi. Secara resmi aktivitas pertambangan emas yang dikelola oleh masyarakat ini tidak diizinkan oleh pemerintah, baik tingkat propinsi maupun tingkat kabupaten.

Kegiatan PETI tersebut secara langsung dapat mempengaruhi komunitas tumbuhan riparian dengan berbagai stratifikasi, mulai tingkat pohon, pancang, herba, semak dan rumput melalui luapan *tailing* dan secara tidak langsung melalui penyerapan akar. Beberapa jenis tumbuhan riparian dapat dimanfaatkan juga sebagai makanan dan pakan ternak. Apabila logam berat (merkuri) telah masuk dalam rantai makanan, dikhawatirkan akan berdampak pada kesehatan manusia. Besarnya tingkat konsentrasi merkuri (Hg) yang terserap dan terakumulasi oleh tumbuhan riparian yang ada di perairan Sungai Tabobo, sampai saat ini belum diungkap secara ilmiah, sehingga menjadi persoalan menarik yang sangat perlu untuk dikaji.

METODE

Pengambilan Sampel. Pengambilan cuplikan sampel tumbuhan dilakukan di tiga lokasi, yaitu di sungai Tabobo dengan intensitas penggelondongannya tinggi, di sungai Kao yang tidak ada aktifitas gelondongan, namun keduanya berada pada satu daratan Halmahera, dan sungai Klaten sebagai pembanding. Selanjutnya ketiga lokasi tersebut ditetapkan sebagai stasiun penelitian, dan masing-masing stasiun diletakkan sebanyak enam kuadrat di daerah hulu, tengah dan hilir, dengan ketentuan 3 kuadrat di letakkan di tepi kanan dan tiga lainnya di tepi kiri sungai.

Pengumpulan Data. Pengumpulan data dilakukan di area *quarry* sungai Tabobo. Data pada area *quarry* sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya; jumlah gelondong, frekuensi penggunaan gelondong, banyaknya bahan baku (merkuri atau sianida) yang digunakan, dan lamanya penggunaan (pengoperasian) gelondong. Penentuan plot penelitian berdasarkan jumlah gelondong yang terbanyak memasukkan limbahnya ke badan air di sungai Tabobo. Pengumpulan

data vegetasi meliputi kegiatan identifikasi dan pencuplikan tumbuhan, analisis vegetasi tingkat herba dan pancang, serta analisis tingkat pohon. Pada setiap plot penelitian, specimen tumbuhan herba, rumput, maupun cuplikan anggota organ pohon yang belum diketahui nama ilmiahnya, dibuat herbarium untuk kemudian diidentifikasi nama ilmiahnya. Kegiatan identifikasi jenis tumbuhan dilakukan dengan mengacu pada buku Flora karangan J.J. Van Steenis. Apabila jenis tumbuhan tersebut tidak dapat diidentifikasi secara langsung di lapangan, maka dibuat awetan kering dalam bentuk herbarium, kemudian dibawa ke Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Universitas Gadjah Mada untuk diidentifikasi. Peletakkan transek di setiap area *quarry*, dilakukan secara *stratified random*.

Pencuplikan tumbuhan menggunakan metode kuadrat untuk tumbuhan rumput dan semak, dan metode *plotless (Point Centered Quarter Methods-PCQM)* untuk pohon. Penentuan area *quary* untuk pencuplikan didasarkan atas jumlah gelondong terbanyak, sehingga ditetapkan daerah pencuplikan di daerah hulu, tengah, dan hilir dengan masing-masing titik ditentukan 3 plot sebelah kiri dan kanan dari badan sungai. Jumlah plot di sungai Tabobo berjumlah 18 plot (hulu=6 plot, tengah=6 plot, dan hilir=6 plot), sementara pada sungai Kao dan Sungai Klaten dibuat sebanyak 6 plot sehingga secara keseluruhan total jumlah plot=30 plot. Metode kuadrat digunakan untuk tumbuhan bawah (*ground*) dengan ukuran plot 1 x 1 m.

Dalam metode PCQM digunakan jarak 15 m antar subtransek dan 10 m antar titik, dengan empat kuadran pada setiap titik. Pengulangan dilakukan pada tiga stasiun, dua

stasiun sebagai pembanding dan dianggap tidak ada *quarry*, dan satu stasiun lainnya merupakan daerah sampling dengan *quarry* yang intensitas penggelandongannya tinggi. Pengambilan sampel tumbuhan dilakukan pada jenis-jenis tumbuhan riparian yang tumbuh dominan di area pembuangan limbah tailing dan area kegiatan PETI. Pada setiap kuadran, dicuplik satu tumbuhan baik tingkat pohon, anak pohon, maupun *seedling* yang mempunyai jarak terdekat dengan titik penempatan (O). Kemudian diukur jarak antara titik penempatan dengan tumbuhan yang dicuplik, diukur juga diameter batang pohon (DBH) untuk pohon yang dicuplik, yaitu setinggi dada (± 135 cm) atau di atas banir. Parameter lingkungan yang diukur dalam penelitian ini merupakan data pendukung yang diukur secara bersamaan pada waktu pengambilan cuplikan sampel tumbuhan riparian.

Pengukuran parameter lingkungan.

Pengukuran parameter lingkungan meliputi parameter fisik seperti suhu, jumlah debit air dan kecepatan arus, serta parameter kimia seperti pH. Setelah data vegetasi dikumpulkan, kemudian dihitung parameter-parameter vegetasinya; densitas, frekuensi, dominansi dan nilai penting. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Data kandungan Hg dalam tumbuhan riparian di Sungai Tabobo, selanjutnya dibandingkan dengan data pembanding, antara lain; data kandungan Hg dalam tumbuhan di Sungai Kao, dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.02/MENKLH/I/1998.

HASIL

Hasil dari penelitian ini tergambar pada tabel dan gambar berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Komposisi jenis tumbuhan riparian yang ditemukan di sungai Tabobo, Kao dan Umbul Nila Klaten

No.	Familia	Genus	Nama Jenis	Sungai Tabobo	Sungai Kao	Sungai Klaten
1.	Poaceae	Setaria	<i>Setaria</i> sp.	√	-	-
		Digitaria	<i>Digitaria adscendens</i> (H.B.K.) Henr.	√	-	√
			<i>Digitaria rhopaloides</i>	√	-	√
			<i>Digitaria diversinervis</i> (Nees) Stapt.	-	-	√

		Panisetum	<i>Panisetum purpureum</i> Schaum.	-	√	-
		Panicum	<i>Panicum</i> sp.	-	√	√
			<i>Panicum repens</i> L.	-	√	-
		Paspalum	<i>Paspalum</i> sp.	√	-	√
		Ischaemum	<i>Ischaemum muticum</i> L	-	-	√
2.	Lamiaceae	Hyptis	<i>Hyptis</i> sp.	√	-	-
3.	Commelinaceae	Commelina	<i>Commelina longifolia</i> Lamk.	√	-	√
4.	Convolvulaceae	Ipomea	<i>Ipomea reptans</i> Poir	√	-	√
			<i>Ipomea batatas</i> (L.) L.	√	-	-
5.	Scrophulariaceae	Scoparia	<i>Scoparia dulchis</i> L.	√	-	-
6.	Euphorbiaceae	Macaranga	<i>Macaranga</i> sp.	√	-	-
		Manihot	<i>Manihot glaziovii</i> Muell	√	-	-
		Euphorbia	<i>Euphorbia umbellah</i>	-	-	√
7.	Meliaceae	Amoora	<i>Amoora</i> sp.	√	-	-
8.	Mimosaceae	Mimosa	<i>Mimosa pudica</i> L.	√	-	-
			<i>Mimosa invisa</i> Mart. Ex cola	√	-	-
9.	Butomaceae	Limnocharis	<i>Limnocharis flava</i> (L.) Bunch.	√	-	-
10.	Cyperaceae	Cyperus	<i>Cyperus ferax</i> Rich.	√	-	-
		Fimbristylis	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl.	√	-	-
11.	Onagraceae	Ludwigia	<i>Ludwigia prostrata</i> Roxb.	√	-	-
12.	Passifloraceae	Passiflora	<i>Passiflora foetida</i> L.	√	-	√
13.	Polypodiaceae	Dryopteris	<i>Dryopteris amboinensis</i> O.K.	√	-	-
		Onnychium	<i>Onnychium cilleulosum</i> C.Chr.	√	-	-
14.	Arecaceae	Cocos	<i>Cocos nucifera</i> L.	-	√	-
15.	Cucurbitaceae	Momordica	<i>Momordica charantia</i> (L)	-	-	√
16.	Amaranthaceae	Amaranthus	<i>Amaranthus sessilis</i>	-	-	√
17.	Onagraceae	Ludwigia	<i>Ludwigia Prostrata</i> Roxb.	-	-	√
18.	Asteraceae	Asteratum	<i>Asteratum compoides</i>	-	-	√
		Wedelia	<i>Wedelia biflora</i> (L)	-	-	√
		Pogostemon	<i>Pogostemon</i> sp.	√	-	-
19.	Polygonaceae	Antigonon	<i>Antigonon</i> sp.	-	-	√
20.	Asiaceae	Centella	<i>Centella asiatica</i>	-	-	√
21.	Coppariadaseae	Cleome	<i>Cleome aspera</i>	-	-	√

Tabel 2. Nilai parameter vegetasi lantai di sekitar sungai Tabobo

No.	Nama Jenis	Total Ind/Titik			Σ	Rerata	Frek Rel	Dens Rel
		Hulu	Tengah	Hilir				
1.	<i>Cyperus ferax</i> Rich	4	1	0	5	1,67	0,67	0%
2.	<i>Digitaria adscendens</i> (H.B.K.) Henr.	34	6	0	40	13,33	0,67	3%
3.	<i>Ipomea reptans</i> Poir.	0	0	9	9	3	0,33	1%
4.	<i>Panicum</i> sp.	125	150	0	275	91,67	0,67	21%
5.	<i>Pogostemon</i> sp.	4	0	0	4	1,33	0,33	0%
6.	<i>Limnocharis flava</i> (L.) Bunch.	0	1	0	1	0,33	0,33	0%
7.	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl.	0	8	0	8	2,67	0,33	1%
8.	<i>Hyptis</i> sp.	0	1	0	1	0,33	0,33	0%
9.	<i>Setaria</i> sp.	0	0	40	40	13,33	0,33	3%
10.	<i>Commelina longifolia</i> Lamk.	0	0	22	22	7,33	0,33	2%

11.	<i>Ludwigia prostrata</i> Roxb.	0	0	1	1	0,33	0,33	0%
12.	<i>Scoparia dulchis</i> L.	0	0	180	180	60	0,33	13%
13.	<i>Mimosa pudica</i> L.	0	10	0	10	3,33	0,33	1%
14.	<i>Mimosa invisa</i> Mart Ex. Cola	0	7	0	7	2,33	0,33	1%
15.	<i>Paspalum</i> sp.	218	304	171	693	231	1	52%
16.	<i>Dryopteris amboinensis</i> O.K.	0	26	0	26	8,67	0,33	2%
17.	<i>Onnychium cilleusom</i> C.Chr.	0	1	0	1	0,33	0,33	0%
18.	<i>Passiflora foetida</i> L.	1	0	0	1	0,33	0,33	0%
19.	<i>Ipomea batatas</i> (L.) L.	0	0	6	6	2	0,33	0%
TOTAL					1335		8	100%

Tabel 3. Nilai parameter vegetasi tingkat pohon di sekitar sungai Tabobo

No.	Nama Jenis	Σ Ind	D	DR	F	FR	Dom	DmR	NP
				%		%		%	
1.	<i>Macaranga</i> sp.	6	1,07	50	100	33,33	794,53	54,21	137,55
2.	<i>Amoora</i> sp.	3	0,54	25	100	33,33	347,53	23,71	82,05
3.	<i>Macaranga rhizinoides</i> (B.L.) M.A.	2	0,36	16,67	66,67	22,22	235,92	16,1	54,99
4.	<i>Manihot glaziovii</i> Muell.	1	0,18	8,33	33,33	11,11	87,56	5,97	25,42
TOTAL		12	2,14	100	300	100	1465,54	100	300

Tabel 4. Nilai parameter vegetasi lantai yang ditemukan di sungai Kao

No.	Nama Jenis	Plot Kanan			Plot Kiri			Total	Rerata	Frek Rel	Dens Rel	Ket
		1	2	3	1	2	3					
		1.	<i>Panicum repens</i> L.	7	9	0	7					
2.	<i>Pannisetum purpureum</i> Schaum	0	0	0	0	4	12	16	2,67	0,33	33%	
3.	<i>Ipomea reptans</i> Poir.	0	0	4	0	0	0	4	0,67	0,17	8%	
4.	<i>Paspalum</i> sp.	0	0	0	0	6	0	6	1	0,17	12%	
Jumlah								26	0,67	100%		

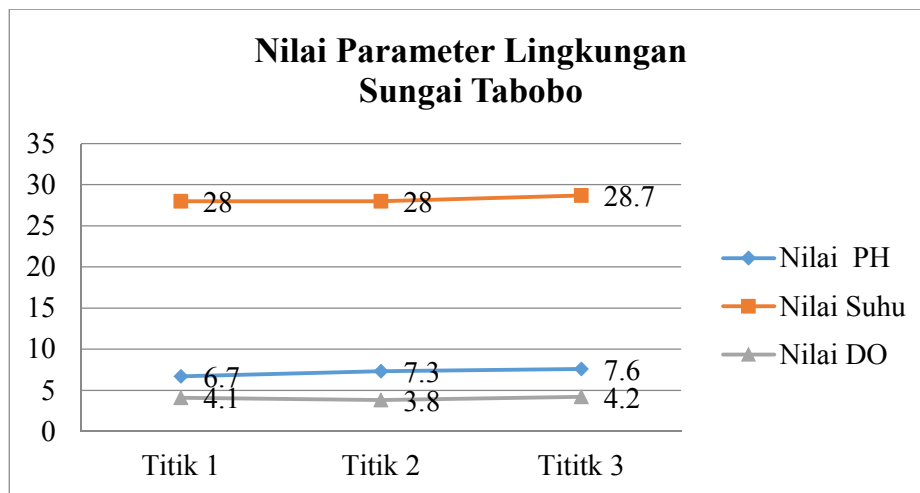
Tabel 5. Nilai parameter vegetasi tingkat pohon di sungai Kao

No.	Nama Jenis	Σ Ind	D	DR	F	FR	Dom	DmR	NP
				%		%		%	
1.	<i>Macaranga semiglobosa</i> J.J.S.	3	1,39	33,33	100	37,5	1078,11	47,51	118,34
2.	<i>Cocos nucifera</i>	5	0,69	16,67	66,67	25	148,49	6,54	48,21
3.	<i>Macaranga rhizinoides</i> (BI.) M.A.	2	2,08	50	100	37,5	1042,69	45,95	133,45
TOTAL		10	4,16	100	266,67	100	2269,29	100	300

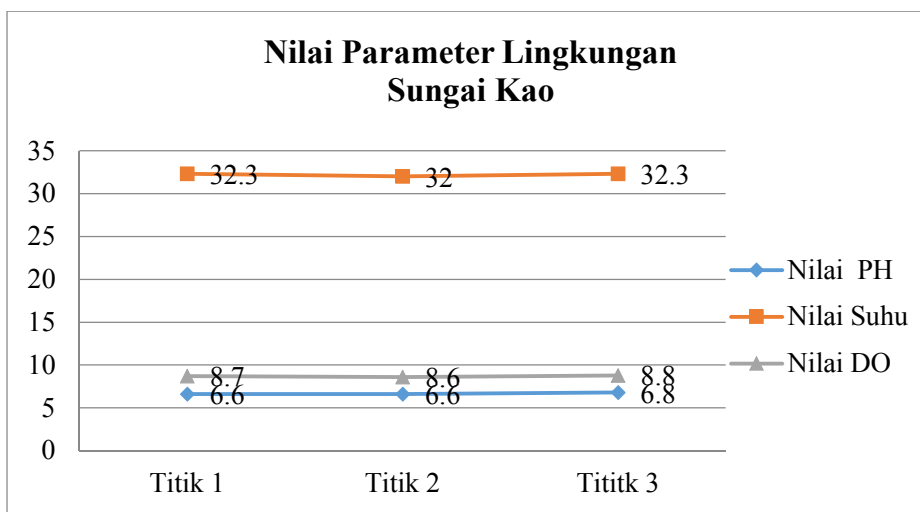
Tabel 6. Nilai parameter vegetasi lantai yang ditemukan di sungai Umbul NilaKlaten

No.	Nama Jenis	Total Ind/Titik			Σ	Rerata	Frek Rel	Dens Rel
		Hulu	Tengah	Hilir				
1.	<i>Momordica charantia</i> (L.)	0	0	1	1	0,17	0,33	0,324
2.	<i>Panicum</i> sp.	17	7	4	28	4,67	0,83	9,061
3.	<i>Amaranthus sessilis</i>	11	0	0	11	1,83	0,33	3,560
4.	<i>Paspalum</i> sp.	3	25	0	28	4,67	0,33	9,061
5.	<i>Amaranthus</i> sp.	1	0	3	4	0,67	0,33	1,294
6.	<i>Ludwigia prostrata</i> Roxb.	5	2	0	7	1,17	0,33	2,265
7.	<i>Angeratum compoides</i>	13	0	0	13	2,17	0,17	4,207

8. <i>Commelina Longifolia</i> Lamk.	41	16	11	68	11,33	0,83	22,006
9. <i>Digitaria rhopaloides</i>	3	0	0	3	0,50	0,17	0,971
10. <i>Antigonon</i> sp.	0	0	45	45	7,50	0,17	14,563
11. <i>Centella asiatica</i>	0	0	2	2	0,33	0,17	0,647
12. <i>Digitaria divensinervis</i> (Nees) Stopf.	4	0	28	32	5,33	0,50	10,356
13. <i>Digitaria</i> Sp	0	2	6	8	1,33	0,33	2,589
14. <i>Cleome aspera</i>	0	0	1	1	0,17	0,17	0,324
15. <i>Ischaemum muticum</i> L.	4	0	4	8	1,33	0,33	2,589
16. <i>Paspalum conjugatum</i>	0	0	30	30	5,00	0,33	9,709
17. <i>Ipomea reptans</i> Poir.	0	0	1	1	0,17	0,17	0,324
18. <i>Wedelia biflora</i> (L)	0	0	5	5	0,83	0,17	1,618
19. <i>Euphorbia umbellah</i>	0	0	2	2	0,33	0,17	0,647
20. <i>Digitaria adscendens</i> (H.B.K) Henr.	0	0	5	5	0,83	0,17	1,618
21. <i>Possiflora foetida</i> O.K.	0	0	3	3	0,50	0,17	0,971
TOTAL				309	51,50	6,83	100,00



Gambar 1. Grafik nilai parameter lingkungan di Sungai Tabobo



Gambar 2. Grafik nilai parameter lingkungan di Sungai Kao

Tabel 7. Hasil analisis merkuri pada sampel tumbuhan

Stasiun	Nama Jenis	Bagian tumbuhan (yang dianalisis)	strata	Nilai merkuri terukur (ppb)	Nilai Ambang Batas (ppb)	Ket
Tabobo	<i>Paspalum</i> sp.	Daun	Lantai	<0,01	0,01	DBA
	<i>Paspalum</i> sp.	Daun	Lantai	<0,01	0,01	DBA
	<i>Paspalum</i> sp.	Daun	Lantai	<0,01	0,01	DBA
	<i>Paspalum</i> sp.	Daun	Lantai	<0,01	0,01	DBA
	<i>Paspalum</i> sp.	Daun	Lantai	<0,01	0,01	DBA
	<i>Paspalum</i> sp.	Daun	Lantai	11,57	0,01	DAA
	<i>Amoora</i> sp.	Daun	Pohon	<0,01	0,01	DBA
	<i>Macaranga</i> sp.	Daun	Pohon	36,45	0,01	DAA
Kao	<i>Panicum repens</i> L.	Daun	Lantai	<0,01	0,01	DBA
	<i>Macaranga semiglobosa</i> J.J.S.	Daun	Pohon	<0,01	0,01	DBA

Ket:

DAA = diatas ambang batas dari nilai yang ditetapkan

DBA = di bawah ambang batas dari nilai yang ditetapkan

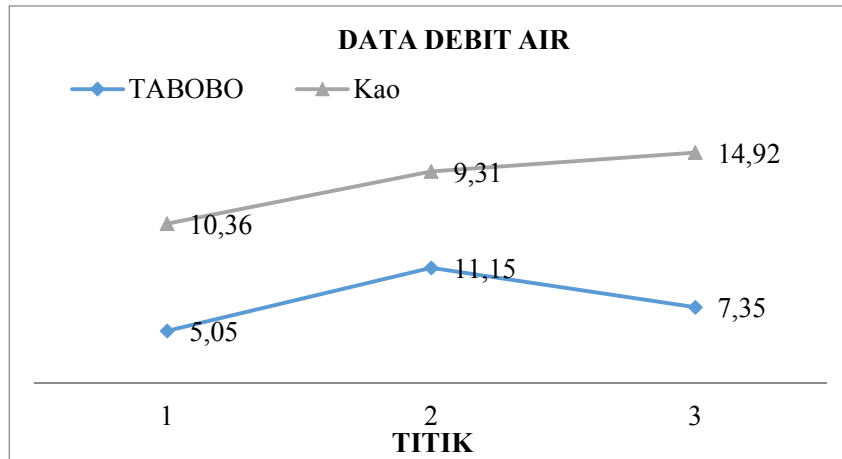
Tabel 8. Hasil analisis kadar merkuri pada sampel tanah

Stasiun	Titik	No.Plot	Nilai merkuri terukur (ppb)	Nilai Ambang batas (ppb)	Ket.
Tabobo	Hulu	KA.1.1	2,45	0,12	DAA
		KA.1.2	67,56	0,12	DAA
		KA.1.3	56,07	0,12	DAA
		KI.1.1	0,46	0,12	DAA
		KI.1.2	0,52	0,12	DAA
		KI.1.3	<0,12	0,12	DBA
	Tengah	KA.2.1	8,96	0,12	DAA
		KA.2.2	7,34	0,12	DAA
		KA.2.3	14,21	0,12	DAA
		KI.2.1	173,72	0,12	DAA
		KI.2.2	31,52	0,12	DAA
		KI.2.3	12,31	0,12	DAA
	Hilir	KA.3.1	108,84	0,12	DAA
		KA.3.2	10,53	0,12	DAA
		KA.3.3	2,24	0,12	DAA
KI.3.1		9,75	0,12	DAA	
KI.3.2		10,60	0,12	DAA	
KI.3.3		22,99	0,12	DAA	
Kao	Kanan sungai	KAO.1.1	<0,12	0,12	DBA
		KAO.1.2	1,13	0,12	DAA
		KAO.1.3	0,97	0,12	DAA
	Kiri sungai	KAI.1.1	<0,12	0,12	DBA
		KAI.1.2	23,52	0,12	DAA
		KAI.1.3	<0,12	0,12	DBA

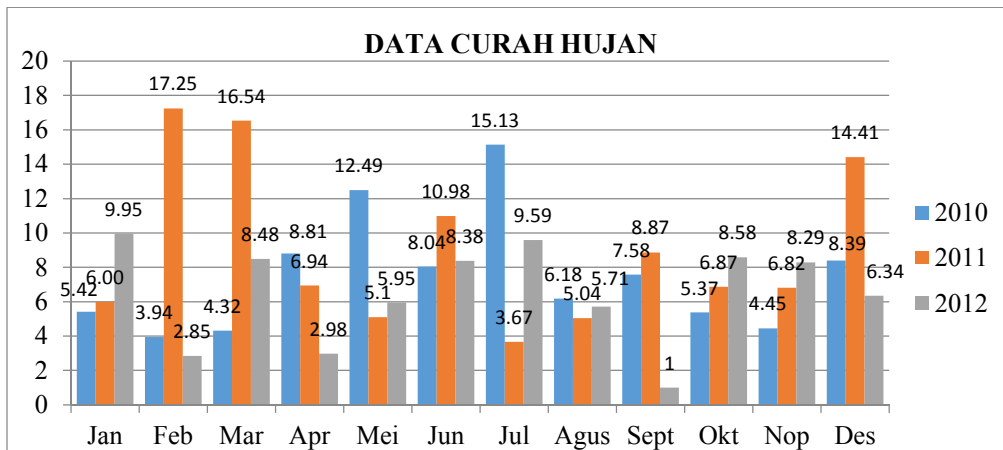
Ket:

DAA = diatas ambang batas dari nilai yang ditetapkan

DBA = di bawah ambang batas dari nilai yang ditetapkan



Gambar 3. Grafik nilai debit air di dua lokasi kajian



Gambar 4. Grafik data curah hujan pada dua tahun terakhir

PEMBAHASAN

Komposisi jenis Tumbuhan Riparian di Sungai Tabobo, Kao, dan Umbul Nila Klaten. Berdasarkan hasil identifikasi secara keseluruhan sampel jenis tumbuhan yang ditemukan pada plot bagian hulu, tengah dan hilir di tiga sungai kajian, ditemukan 36 jenis tumbuhan riparian, yang tergolong dalam 21 famili. Data tentang komposisi jenis tumbuhan riparian yang ditemukan di lokasi sampling sungai Tabobo, Kao dan Umbul Nila Klaten disajikan pada Tabel 1.

Vegetasi lantai di sekitar *quarry* penggelondongan emas sungai Tabobo memiliki kerapatan tertinggi adalah pada jenis *Paspalum* sp. (52%), dan nilai penting tertinggi untuk tingkat pohon adalah jenis *Macaranga* sp.(INP=137,55%) (Tabel 2 dan Tabel 3). Sedangkan vegetasi lantai di sekitar sungai Kao memiliki kerapatan tertinggi

adalah pada jenis *Panicum repens* L. (47%), dan nilai penting tertinggi untuk tingkat pohon adalah jenis *Macaranga semiglobosa* J.J.S. (INP=133,45%) (Tabel 4 dan Tabel 5).

Vegetasi lantai di sekitar sungai Umbul Nila Klaten (Tabel 6) ditemukan 21 jenis tumbuhan yang tergolong dalam 19 famili dengan nilai kerapatan relatif tertinggi adalah jenis *Commelina Longifolia* Lamk (22%). Kehadiran jenis *Commelina Longifolia* Lamk juga sering ditemukan di setiap cuplikan plot. Dari hulu sampai ke hilir sungai, tumbuhan jenis *Commelina Longifolia* Lamk mendominasi di sepanjang bantaran sungai.

Nilai parameter lingkungan yang terukur pada dua lokasi kajian (Tabobo dan Kao) memiliki fluktuasi nilai yang bervariasi. Rerata suhu udara tertinggi di stasiun 1 (sungai Tabobo) adalah 32,33⁰C dan suhu terendah 32⁰C. Rerata suhu udara tertinggi di

stasiun 2 (sungai Kao) adalah 28,67°C dan suhu terendah 28°C. Rerata pH air tertinggi di stasiun 1 adalah 7,6 dan pH air terendah 6,7. Pada stasiun 2 Rerata pH air tertinggi adalah 6,8 dan rerata pH air terendah adalah 6,6. Kondisi pH air pada sungai Kao (kontrol) bersifat asam mendekati netral, sedangkan sungai Tabobo lebih bersifat basa (pH >7). Rerata DO tertinggi pada stasiun 1 (sungai Tabobo) adalah 4,17 dan rerata DO terendah adalah 3,8. Sedangkan rerata DO tertinggi pada stasiun 2 (sungai Kao) adalah 8,8 dan terendah adalah 8,6.

Hasil analisis merkuri (Tabel 7) pada daun jenis *Paspalum* sp. dari Sungai Tabobo di hampir seluruh plot bagian kiri-kanan sungai memiliki kadar merkuri terukur dibawah standar yang ditetapkan (<0,01 ppb), sedangkan kadar merkuri terukur yang tinggi terdapat pada daun tumbuhan jenis *Paspalum* sp. yang ada di plot 3 bagian hilir-kiri sungai(KI.3.3) yakni sebesar 11,57 ppb. Kadar merkuri terukur pada daun tumbuhan tingkat pohon jenis *Macaranga* sp. di plot 2 bagian tengah-kiri sungai (KI.2.2) menunjukkan nilai 36,45 ppb. Hasil analisis merkuri pada daun tumbuhan lantai jenis *Panicum repens* L. dan daun tumbuhan tingkat pohon jenis *Macaranga semiglobosa* J.J.S. dari Sungai Kao menunjukkan nilai dibawah ambang batas (<0,01 ppb).

Berdasarkan hasil uji kadar merkuri pada organ vegetatif (daun) di dua lokasi dengan *Analyzer mercury*, diperoleh nilai tertinggi kadar merkuri terukur terdapat pada daun jenis *Paspalum* sp. di bagian kiri-hilir sungai (nomor plot KI.3.3) dengan nilai 11,45 ppb. Nilai ini telah melampaui nilai ambang batas yang ditentukan (0,01 ppb) pada tumbuhan. Nilai merkuri terukur yang tinggi ini (walaupun hanya pada 1 plot), dapat mempengaruhi lingkungan perairan sungai secara keseluruhan. Kadar merkuri terukur pada sampel daun tumbuhan lantai jenis *Panicum repens* L. Dari sungai Kao (kontrol) masih dibawah ambang batas. Meskipun demikian, potensi keberadaan merkuri di perairan sungai Kao tetap ada karena keberadaan antara kedua sungai (Tabobo dan Kao) secara geografis masih berada pada satu

daratan (Pulau Halmahera), sehingga kemungkinan ditemukannya merkuri pada sungai lain (selain sungai Tabobo) dapat terjadi melalui siklus hidrologi. Proses evaporasi molekul air dan merkuri dalam bentuk ion merkuri dari sungai Tabobo, dapat menggumpal membentuk awan, bergerak mengikuti angin dan turun dalam bentuk hujan pada daerah lain termasuk sungai-sungai yang berdekatan.

Hasil pengukuran debit air di dua lokasi kajian, menunjukkan bahwa di sungai Tabobo memiliki debit air yang lebih tinggi dibandingkan dengan sungai Kao. Tinggi rendahnya nilai debit air pada sungai kajian disebabkan oleh beberapa faktor, yakni lebar sungai, kedalaman sungai, dan faktor musim (hujan/kemarau). Pada saat musim hujan, debit air akan meningkat cukup signifikan dibanding musim kemarau. Debit air yang tinggi dapat mempengaruhi tinggi rendah kadar merkuri pada perairan sungai

Berdasarkan data sekunder curah hujan dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Kabupaten Halmahera Utara di Galela, dapat diperkirakan bahwa hubungan kemiripan vegetasi yang ada di dua lokasi kajian dapat berubah, tergantung faktor-faktor lingkungan, termasuk intensitas curah hujan. Curah hujan pada 3 tahun terakhir dikategorikan masih relatif rendah ($\pm <1000$ mm/tahun), sehingga hal ini dapat menyebabkan beberapa spesies dari Familia Poaceae (rumput-rumputan) dapat mati karena kekeringan. Tetapi pada saat-saat tertentu, intensitas curah hujan yang optimal (1000-2500 mm/tahun) dapat memberikan kesuburan pada jenis tumbuhan lantai yang ada di dua lokasi kajian, khususnya pada bulan Juni-Juli tahun 2013.

KESIMPULAN

1. Ditemukan 18 jenis tumbuhan lantai dan 3 jenis tumbuhan tingkat pohon di sekitar *quarry* pengelondongan emas dengan kerapatan tertinggi untuk tumbuhan lantai adalah jenis *Paspalum* sp. (52%) dan nilai penting tertinggi untuk tingkat pohon adalah jenis *Macaranga* sp. (152,73%). Di sungai Kao ditemukan sebanyak 3 jenis tumbuhan lantai dan 3

jenis tumbuhan tingkat pohon. Kerapatan tertinggi untuk tumbuhan lantai adalah jenis *Panicum repens* L. (47%), dan nilai penting tertinggi untuk tingkat pohon adalah jenis *Macaranga semiglobosa* J.J.S. (134,54%). Sedangkan di sungai Umbul Nila Klaten, ditemukan 21 jenis tumbuhan lantai yang tergolong dalam 19 famili, dengan kerapatan tertinggi adalah jenis *Commelina longifolia* Lamk (22%).

2. Hasil analisis kadar merkuri pada daun jenis *Paspalum* sp. di bagian kanan sungai (hulu, tengah dan hilir) serta di bagian kiri (hulu dan tengah) Sungai Tabobo, menunjukkan nilai merkuri dibawah standar yang ditetapkan ($<0,01$ ppb), sedangkan di bagian kiri-hilir sungai Tabobo (nomor plot KI.3.3) menunjukkan kadar merkuri terukur pada daun tumbuhan jenis *Paspalum* sp. sebesar 11.57 ppb. Kadar merkuri terukur pada daun tumbuhan tingkat pohon jenis *Macaranga* sp. menunjukkan nilai 36,45 ppb. Hasil analisis merkuri pada daun tumbuhan lantai jenis *Panicum repens* L. dan daun tumbuhan tingkat pohon jenis *Macaranga semiglobosa* J.J.S. dari Sungai Kao menunjukkan nilai dibawah ambang batas ($<0,01$ ppb).

DAFTAR PUSTAKA

Edward. 2008. Pengamatan Kadar Merkuri di Perairan Teluk Kao (Halmahera) dan Perairan Anggai (Pulau Obi) Maluku Utara. *Makara Sains*. vol 12(2): 97-101.

- Moro HKEP. 2011. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Penyusun Vegetasi Lantai Sekitar Quarry di Kawasan Tambang Emas Tradisional, Sekotong, Lombok Barat. [Tesis]. Yogyakarta: Fakultas Biologi. Universitas Gadjah Mada.
- Palar H. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Cetakan keempat. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Rahayu S, Widodo RH, van Noordwijk M, Suryadi I, Verbist B. 2009. Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai. Bogor: World Agroforestry Centre - Southeast Asia Regional Office. hal 104
- Tarigan MS, Edward. 2003. Kondisi Hidrologi Perairan Teluk Kao, Pulau Halmahera, Maluku Utara. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Tandjung SD. 2007. Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta: Fakultas Biologi dan Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.
- WHO. 1990. Methylmercury in Environmental Health Criteria 101. Geneva: World Health Organization.
- Whittmann G. 1979. Toxic Metals. In: Metal pollution in the Aquatic Environment. Forstner and G.T.W. Whittmann (Ed). Berlin: Springer-Verlag. pp 3-70.
- Zam zam Z. 2008. Profil Sebaran Merkuri di Daerah Penambangan Emas Kecamatan Malifut, Kabupaten Halmahera Barat Propinsi Maluku Utara. [Tesis]. Yogyakarta: Program Studi Ilmu Kimia Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.