

Akumulasi Logam Besi (Fe) pada Tumbuhan Air di Sungai Sebangau, Kalimantan Tengah

Accumulation of Iron (Fe) in Aquatic Plants of Sebangau River, Central Kalimantan

Bambang Sulistiyarto

Fakultas Perikanan Universitas Kristen Palangka Raya

Email: sulistiyarto@gmail.com

Diterima : 5 November 2017. Disetujui : 19 Desember 2017

ABSTRACT

The aim of this study was to select aquatic plants in Sebangau river that has ability to absorb Iron (Fe) from waters. The Concentration of Fe in the roots and leaves of aquatic plants were measured using AAS (atomic absorption spectrophotometer). The results showed that the highest accumulation of Fe was in *Hanguana malayana* root which reached 36967.93 ± 20951.50 mg/Kg or 3.53 times of Fe concentration in *Pandanus helicopus* root and 3.26 times of *Echinocloa stagnina* root. *Echinocloa stagnina* has the highest Fe transfer factor reaching 0.0224 and has potential for phytoremediation of Fe.

Key words : Iron (Fe), Aquatic plants, Sebangau river, peat waters, phytoremediation.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memilih tumbuhan air di sungai Sebangau yang memiliki kemampuan menyerap logam Fe dari perairan. Konsentrasi besi (Fe) pada akar dan daun tumbuhan air diukur menggunakan AAS (atomic absorption spectrophotometer). Hasil penelitian menunjukkan bahwa akumulasi logam Fe tertinggi adalah di akar bakung air (*Hanguana malayana*) yang mencapai $36967,93 \pm 20951,50$ mg/Kg atau 3,53 kali dari konsentrasi Fe di akar rasau (*Pandanus helicopus*) dan 3,26 kali dari akar rumput kumpai (*Echinocloa stagnina*). Rumput kumpai memiliki faktor transfer logam Fe paling tinggi mencapai 0,0224 dan berpotensi untuk fitoremediasi logam Fe.

Kata kunci : Besi (Fe), tumbuhan air, sungai Sebangau, perairan gambut, fitoremediasi.

PENDAHULUAN

Sungai Sebangau merupakan salah satu sungai besar di Kalimantan Tengah dengan panjang 198,5 km. Sungai Sebangau memiliki karakteristik sebagai sungai bergambut, karena air sungai berasal dari hutan rawa gambut. Air yang mengandung gambut yang tinggi dialirkan dari hutan rawa gambut tersebut (Haraguchi 2007). Air sungai Sebangau bersifat masam dengan pH 3,6 – 3,8 (Welsiana et al 2012). Rendahnya pH ini diakibatkan oleh terlarutnya asam sulfur yang berasal dari pirit (FeS_2). Pengolahan tanah untuk pertanian, pertambangan, dan pembuatan kanal mengakibatkan terlepasnya senyawa pirit dari tanah gambut dan masuk ke sungai Sebangau (Haraguchi 2007). Pirit akan segera teroksidasi menjadi senyawa asam sulfur dan Fe(II) yang larut di perairan. Gambut memiliki kemampuan membuat ikatan kompleks organik dengan logam

seperti Fe, sehingga air gambut banyak mengandung Fe tinggi.

Senyawa Fe di perairan tawar berperan sebagai nutrient untuk algae dan organisme lainnya. Fe pada umumnya konsentrasinya lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya, karena terkandung dalam tanah (Vuori 1995). Pada umumnya kandungan besi di air tawar tidak melebihi 1 mg/L (Xing & Liu 2011). Menurut peraturan Pemerintah Tahun 82/2001, kriteria mutu air kelas satu mensyaratkan konsentrasi logam Fe di perairan maksimum 0,3 mg/L

Peningkatan masukan senyawa Fe yang berasal dari pirit ke perairan gambut berdampak negative bagi biota perairan. Penyerapan Fe oleh organisme lebih tinggi di sungai bergambut dibandingkan sungai tidak bergambut. Toksikitas Fe pada organisme akuatik terutama disebabkan oleh Fe hidroksida dan ikatan Fe gambut yang mengendap di insang, permukaan telur, atau permukaan lainnya (Vuori 1995). Upaya

mengurangi kandungan besi di perairan, dapat dilakukan antara lain dengan proses biologi menggunakan tumbuhan air yang dikenal sebagai proses fitoremediasi. Fitoremediasi adalah pemanfaatan tumbuhan hijau untuk mengekstraksi, menyimpan, dan atau mendetoksifikasi polutan dan atau menjadikannya tidak berbahaya (Ismail 2012).

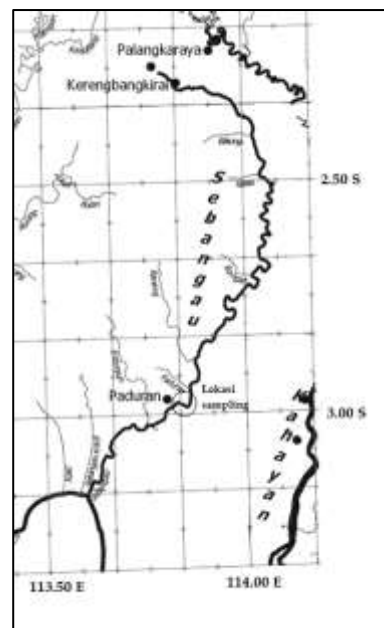
Beberapa tumbuhan air yang telah diketahui mampu berfungsi sebagai fitoremediasi dengan menyerap logam Fe dari perairan antara lain : *Pistia stratiotes*, *Spirodela intermedia* (Miretzky et al. 2004), enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang mampu menyerap konsentrasi Fe hingga 92,54 – 96,26 % (Djenar & Soeswanto 2005), genjer (*Limnocharis flava*) (Priyanti dan Yunita 2013), dan *Eleocharis dulcis* (Ariyani dkk 2014). Penelitian ini bertujuan untuk memilih jenis tumbuhan air di sungai Sebangau yang memiliki kemampuan menyerap logam Fe di perairan.

METODE PENELITIAN

Sampel tumbuhan air diambil pada bulan Oktober 2017 di tepi sungai Sebangau yang termasuk wilayah desa Paduran. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1. Tumbuhan air yang diteliti adalah yang tumbuh melimpah di wilayah tersebut yaitu : Rasau (*Pandanus helicopus*), Bakung air (*Hanguana malayana*), dan Rumpun kumpai (*Echinocloa stagnina*). Sampel tumbuhan air diambil pada bagian akar dan daun. Tiap jenis tumbuhan air diambil pada 3 lokasi yang berbeda. Sampel dimasukkan ke dalam plastik dan di bawa ke laboratorium. Sampel daun dan akar di potong potong menjadi ukuran kecil (± 2 cm) dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105 °C selama 4 jam. Selanjutnya sampel kering tersebut dianalisis konsentrasi logam Fe menurut AOAC (2012) menggunakan AAS (atomic absorption spectrophotometer) pada panjang gelombang 248,3 nm. Analisis konsentrasi Fe dilakukan di Laboratorium Kimia Terpadu Institut Pertanian Bogor. Data yang dianalisis meliputi konsentrasi logam Fe di akar, konsentrasi logam Fe di daun, dan Faktor transfer logam Fe. Faktor transfer dihitung berdasarkan Brankovic et al. (2011).

$$\text{Faktor transfer} = \frac{\text{Konsentrasi Fe di daun}}{\text{Konsentrasi Fe di akar}}$$

Data konsentrasi logam Fe dalam tumbuhan air dianalisis menggunakan statistik diskriptif yang meliputi nilai rata rata dan standar deviasi.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel tumbuhan air

HASIL DAN PEMBAHASAN

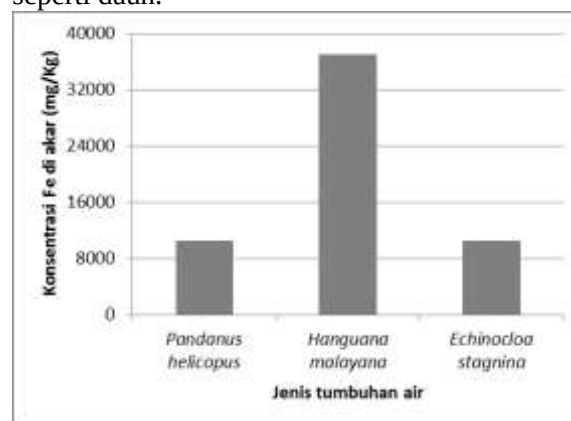
Sungai Sebangau merupakan sungai bergambut sehingga hanya tumbuhan yang khas kawasan gambut yang mampu hidup di kawasan tersebut. Jenis Tumbuhan air yang dominan tumbuh di tepi sungai Sebangau (riparian) di lokasi penelitian adalah Rasau (50%), Bakung air (30%), dan 20 % tumbuhan lainnya. Rasau adalah tumbuhan sejenis pandan yang hidup di tepian sungai dan danau di kawasan rawa gambut. Rasau berkembang biak melalui tunas dan tumbuh secara menggerombol di tempat-tempat berair. Pertumbuhan rasau dapat mencapai tinggi hingga 6 m (Adijaya et.al, 2001). Bakung air dapat ditemukan di kawasan rawa hutan, pinggir sungai, danau, dan kolam dengan kedalaman tidak melebihi 2,5 meter (Juliana et al. 2010). Bakung air merupakan tipe tumbuhan yang hidup di rawa, dengan sebagian terendam di air, sehingga bakung tumbuh diatas permukaan air. Bakung digolongkan sebagai tumbuhan invasive. Tumbuhan invasif adalah jenis-jenis tumbuhan yang mampu berkembang sangat cepat pada suatu lingkungan, mampu tumbuh dengan cepat, memiliki kemampuan menyebar tinggi, toleransi yang besar terhadap kondisi lingkungan (Yuliana dkk 2012). Rumpun

kumpai merupakan rumput dari family Poaceae dan merupakan rumput semi akuatik. Panjang daun berkisar antara 10 – 60 cm. Rumput kumpai tumbuh di sepanjang sungai, rawa, dan danau, dengan kedalaman air mencapai 3 – 10 m. Pertumbuhan kumpai optimal di lahan basah. Rumput kumpai berperan penting sebagai substrat bakteri yang dapat mengurai polutan seperti nitrat, amoniak dan fosfat (Heuze et al. 2017).

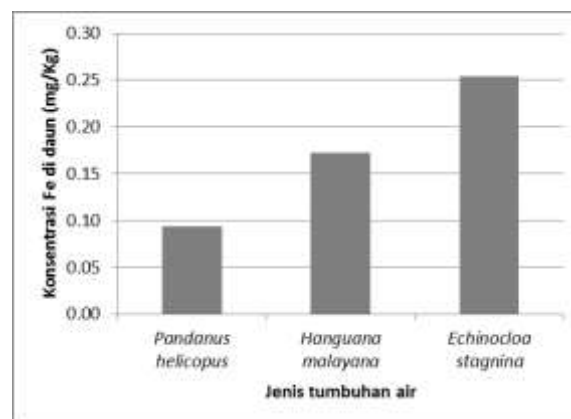
Konsentrasi logam Fe di tumbuhan air tergantung pada bagian organ tumbuhan yang diteliti. Hasil pengukuran konsentrasi Fe pada akar tumbuhan air yang diteliti disajikan pada gambar 2. Konsentrasi Fe pada akar rasau $10480,11 \pm 1647,30$ mg/Kg berat kering, akar bakung air $36,967,93 \pm 20951,50$ mg/Kg berat kering, dan akar rumput kumpai $11331,41 \pm 3491,44$ mg/Kg berat kering. Konsentrasi Fe di daun jauh lebih rendah dibandingkan konsentrasi Fe di akar. Konsentrasi Fe di daun disajikan di gambar 3. Konsentrasi Fe di daun rasau $93,48 \pm 32,82$ mg/Kg berat kering, daun bakung air $172,04 \pm 11,76$ mg/Kg berat kering, dan daun rumput kumpai $254,15 \pm 107,73$ mg/Kg berat kering. Konsentrasi Fe cenderung paling tinggi di bagian akar. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi Fe cenderung terakumulasi di dasar perairan. Welsiana et al (2012) menemukan kadar Fe_2O_3 di sedimen sungai Sebangau di daerah Paduran mencapai 128000 mg/Kg. Akar tumbuhan air akan menyerap logam Fe dari sedimen, sehingga Fe cenderung terakumulasi di bagian akar.

Pada gambar 2 ditunjukkan bahwa konsentrasi Fe di akar bakung air paling tinggi dibandingkan di akar rasau dan rumput kumpai. Konsentrasi Fe di akar bakung air mencapai 3,53 kali konsentrasi Fe di akar rasau dan 3,26 kali konsentrasi Fe di akar rumput kumpai. Dengan demikian akar bakung air memiliki kapasitas tertinggi mengakumulasi logam Fe dan berperan penting sebagai akumulator logam Fe yang dapat mengurangi pencemaran logam Fe di sungai Sebangau. Brankovic et al. (2011) menemukan konsentrasi Fe di akar genus *Typha* mencapai $92623.530 - 163451.800$ mg/Kg berat kering. Sedangkan Abdou et al (2016) menemukan konsentrasi Fe pada tumbuhan air terendam (*submerged*) *Ceratophyllum demersum* di sungai Nil berkisar antara 1,439 – 22,255 mg/Kg. Konsentrasi Fe di daun tertinggi pada rumput kumpai, dan terendah pada daun rasau. Hal ini menunjukkan bahwa Fe di akar

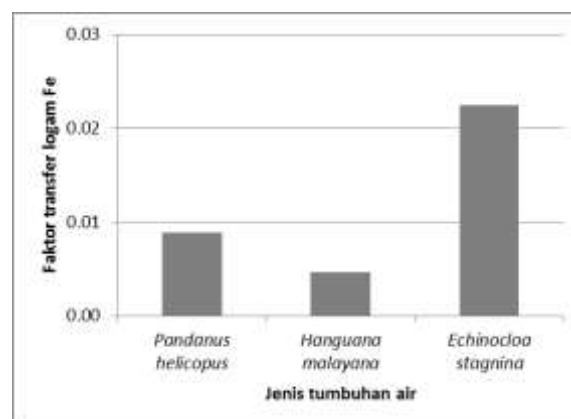
rumput kumpai didistribusikan ke bagian lain seperti daun.



Gambar 2. Konsentrasi Fe pada bagian akar tumbuhan air di sungai Sebangau



Gambar 3. Konsentrasi Fe pada bagian daun tumbuhan air di sungai Sebangau



Gambar 4. Faktor transfer logam Fe pada tumbuhan air di sungai Sebangau

Faktor transfer mengekspresikan efektifitas pendistribusian Fe dari akar ke organ lain. Faktor transfer dapat digunakan untuk melihat potensi tumbuhan tersebut untuk proses fitoremediasi (Brankovic et al. 2011). Faktor

transfer logam Fe pada tumbuhan air di sungai Sebangau disajikan pada gambar 4. Faktor transfer logam Fe pada tumbuhan air rasau 0,0089, bakung air 0,0046, dan rumput kumpai 0,0224. Brankovic et al. (2011) menemukan faktor transfer logam Fe pada rumput *Typa* di sungai Nil 0,001 – 0,002. Dengan demikian faktor transfer logam Fe dari tumbuhan air yang diteliti lebih tinggi. Faktor transfer logam Fe paling tinggi adalah rumput kumpai yang mencapai 0,0224 atau sekitar 2,51 kali lebih besar dibandingkan rasau, dan 4,87 kali lebih besar dibandingkan bakung air, bahkan 11,2 kali lebih besar dibandingkan rumput *Typa*. Hasil ini menunjukkan bahwa rumput kumpai dapat berperan untuk fitoremediasi logam Fe di sungai Sebangau dengan mengangkat kandungan Fe di perairan ke bagian daun yang berada di luar air. Secara keseluruhan menunjukkan bahwa tumbuhan air di sungai Sebangau memiliki peranan dalam menyerap logam Fe di perairan. Akumulasi logam Fe di sedimen diserap oleh akar tumbuhan air. Bakung air menunjukkan kemampuan terbesar dalam mengakumulasi Fe di akar. Namun demikian efektifitas transfer Fe ke daun ditunjukkan oleh rumput kumpai yang mampu mengangkat kandungan Fe di perairan ke bagian daun yang berada di luar air. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa tumbuhan air berperan penting dalam mempertahankan kualitas air sungai Sebangau. Namun demikian masih diperlukan penelitian lanjutan untuk menghitung jumlah bahan cemaran di sungai yang mampu diserap oleh tumbuhan air tersebut.

KESIMPULAN

Akumulasi logam Fe pada tumbuhan air di Sungai Sebangau tertinggi pada akar bakung air yang mencapai $36,967,93 \pm 20951,50$ mg/Kg atau 3,53 kali kandungan Fe di akar rasau dan 3,26 kali konsentrasi Fe di akar rumput kumpai. Dengan demikian akar bakung air memiliki kapasitas tertinggi mengakumulasi logam Fe dan berperan penting sebagai akumulator logam Fe yang dapat mengurangi pencemaran logam Fe di sungai Sebangau. Rumput kumpai memiliki faktor transfer logam Fe paling tinggi mencapai 0,0224 atau sekitar 2,51 kali lebih besar dibandingkan rasau, dan 4,87 kali lebih besar dibandingkan bakung air. Rumput kumpai dapat berperan untuk fitoremediasi logam Fe di sungai Sebangau dengan mengangkat

kandungan Fe di perairan ke bagian daun yang berada di luar air.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan atas dukungan fasilitas dan pendanaan dari PPLH-Pi Universitas Kristen Palangka Raya dan bantuan tenaga di lapangan dari tim PPLH-Pi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdou KA, Khadiga IA, Mahmoud Adel S, Housen Manal S. 2016. Distributions of Metals (Cadmium, Lead, Iron, Manganese, Zinc and Copper) in Water, Aquatic Plant and Fish in the River Nile Chemistry Research Journal 1(3):43-56.
- Adijaya, J.O. Riele, T. Artiningsih, Y. Sulistiyanto, and Y. Jagau. 2001. Utilization of deep tropical peatland for agriculture in Central Kalimantan, Indonesia. Pp 125-131. In Riele, J. O., and S.E. Page (Eds.). Jakarta Symp. Proc. on Peatlands for People: Nat. Res. Func. and Sustain. Manag.
- AOAC. 2012. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry. 19th Edition. Geithsburg.
- Ariyani D, Syam R, Utami UBL, Nirtha RI. 2014. Kajian absorpsi logam Fe dan Mn oleh tanaman purun tikus (*Eleocharis dulcis*) pada air asam tambang secara fitoremediasi. Sains dan Terapan Kimia 8(2) : 87–93.
- Brankovic S, Pavlovi-Muratspahi D, Topuzovi M, Gliši R, Bankovi D and Stankovi M. 2011. Environmental study of some metals on several aquatic macrophytes. African Journal of Biotechnology 10(56) : 11956 - 11965.
- Djenar NS, dan Soeswanto B. 2005. Penyerapan polutan logam besi (Fe) dengan memanfaatkan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) . Fluida 4(1) : 35 – 40.
- Haraguchi A. 2007. Effect of sulfuric acid discharge on river water chemistry in peat swamp forests in central Kalimantan, Indonesia. Limnology 8 : 175–182.
- Heuzé V, Tran G, Baumont R. 2017. *Burgu (Echinochloa stagnina)*. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/453>
- Ismail S. 2012. 'Phytoremediation: a green technology'. Iranian Journal of Plant Physiology 3 (1) : 567 - 576.

- Juliana WA, Nizam MS, Khatijah HH, Torman ME, Idris M, Norafida NA, Cham YH, Nurhanim MN. 2010. The biodiversity and ecology of aquatic plants at Tasik Chini, Pahang, Malaysia. *Research Journal of Biological Science* 5 (10) : 692 – 698.
- Miretzky P, Saralegui A, Cirelli AF. 2004. Aquatic macrophytes potential for the simultaneous removal of heavy metals (Buenos Aires, Argentina). *Chemosphere* 57 : 997–1005.
- Priyanti dan Yunita E. 2013. Uji kemampuan daya serap tumbuhan genjer (*Limnocharis flava*) terhadap logam berat besi (Fe) dan mangan (Mn). *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Hal 283 – 289.
- Vuori K. 1995. Direct and indirect effects of iron on river ecosystems. *Ann. Zool. Fennici* 32 : 317 – 329.
- Welsiana S, Yulintine L, Septiani T, Wulandari L, Trislina, Yurenfrie, Limin SH and Haraguchi A, 2012. Composition of macrozoobenthos community in the Sebangau River Basin, Central Kalimantan, Indonesia. *Tropics* 21 (4) : 127 – 136.
- Xing W, and Liu G. 2011. Iron biogeochemistry and its Environmental impacts in freshwater lakes *Fresenius Environmental Bulletin* 20 (6) : 1339 – 1345.
- Yuliana S, Lekitoo K, Tambing J. 2012. Kajian Invasi Tumbuhan pada Lahan Basah Taman Nasional Wasur, Merauke (Study of plant invasion on wetlands of Wasur National Park, Merauke). Makalah disampaikan pada Seminar Hasil-hasil Penelitian BPK Manado – BPK Manokwari di Manado, 23-24 Oktober 2012.