

KANDUNGAN LOGAM DALAM SEDIMEN DI KAWASAN KONVERSI HUTAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)

Oleh: Viny Volcherina Darns¹⁾

Norella Sulaiman²⁾, Mohamad Shuhaimi Othman²⁾, Sahibin Abdul Rahim²⁾ (
Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Riau¹⁾/Fakulti Sains
dan Teknologi Universiti Kebangsaan Malaysia²⁾)

Abstrak

Hutan yang dikonversi menjadi kawasan perindustrian, pertanian, pemukiman, di kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) berpotensi menyebabkan perubahan kondisi sungai dari sifat alaminya, termasuk perubahan sedimen di dasar sungai, sehingga dapat merubah karakteristiknya. Perubahan dapat diketahui dengan cara mengukur sifat fisik dan kandungan logamnya, dengan metoda survey dan Uji di laboratorium. Data dianalisis secara statistik dan diuji lanjut dengan Tukey. Penentuan fisik dan kandungan sedimen antara dua musim yang berbeda menggunakan Uji T berpasangan, sehingga diketahui kondisi sedimen sungai. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada kandungan Arsenic, cadmium, Cobalt, Cuprum, Ferum, Plumbum pada saat musim hujan dan kemarau, dan pada musim kemarau sedimen lebih tinggi kandungan logam beratnya.

1. PENDAHULUAN.

Hutan dan fungsi hutan berkaitan erat dengan pengaruh manusia dalam pemanfaatan sumberdaya untuk kepentingan kehidupan dan lingkungan. Semua manusia baik yang berada di sekitar hutan ataupun jauh dengan sumberdaya hutan, memerlukan hutan untuk berbagai keperluan diantaranya untuk rekreasi, penelitian, sumber ekonomi, penjaga lingkungan ataupun kelestarian lingkungan sekitarnya (Awang, 2009).

Konversi hutan untuk perekonomian beragam peruntukannya, seperti pembangunan industri, perkebunan, pemukiman, dimana konversi tersebut dapat merubah ekosistem sekitarnya, karena setiap kegiatan akan menghasilkan limbah yang nantinya sebagian limbah tersebut bisa menumpuk di dasar sungai yang terdekat dengan lokasi kegiatan. Mehurut Ahmad Ismail dan Ahmad Badri Mohamad (1992), kawasan hulu sungai pada umumnya mempunyai dasar yang berbatu dan

pengikisan dapat terjadi dengan pesat, semakin ke hilir kemiringan sungai akan semakin berkurang, dan berbagai aktivitas dapat mempengaruhi pembentuk-an dasar sungai, sehingga bisa membentuk sedimen lembut dan berlumpur di dasar sungai.

Sedimen dapat berupa partikel tanah, pasir atau elemen lain yang tererosi dari tebing sungai. Apabila arus sungai menjadi perlahan, partikel-partikel ini akan mengendap di dasar badan air tersebut. Secara alamiah sedimen merupakan suatu matriks bahan yang secara relatif heterogen, baik dari segi sifat fisika, kimia dan biologinya. Sedimen terdiri dari batu gravel, tanah lumpur, tanah liat dan sebagainya (Stevenson & Wyman 1991). Menurut Alloway (1995), bahan organik dalam sedimen berfungsi sebagai tapak jerapan logam berat dan merupakan substrat mikroorganisme dan *invertebrata* akuatik. Sedimen merupakan tumpukan terakhir bagi logam berat dalam suatu ekosistem akuatik. Penentuan kandungan logam berat dalam sedimen, juga penting dalam memantau pencemaran terhadap lingkungan (Haworth & Lund 1984). Logam berat juga dapat membahayakan kesehatan melalui

penumpukan dan ketoksikannya terhadap tumbuhan, hewan dan manusia (McLaughlin et al. 2000).

Logam berat juga merupakan salah satu bahan pencemar lingkungan yang utama, dan dapat mempengaruhi kualitas ekologi secara *significant* melalui proses pelapukan fisik, sehingga kimia logam-logam berat dapat dibebaskan dari batuan induk ke lingkungan (Harmsen 1977). Selain itu, aktivitas manusia seperti pembuangan limbah domestik, penambangan pasir, perindustrian, pertanian dan peternakan juga turut meningkatkan kontaminasi logam berat ke lingkungan yang dapat mencemari lingkungan (Norhayati et al. 2004).

Di dalam lingkungan hidrologi, kurang dari 1% pencemar tetap terlarut dalam air dan 99% tersimpan di dalam sedimen, dan menjadi sumber utama pencemar terhadap lingkungan akuatik (Filgueiras et al. 2004). Analisis sedimen adalah salah satu cara yang digunakan untuk menentukan kualitas air dan indeks pencemar. Pencemar cenderung terkumpul di dalam sedimen, sehingga membahayakan komunitas yang hidup didalamnya. Perbedaan penumpukan logam berat tergantung kepada kekuatan ikatan logam berat

dengan komposisi sedimen. (Baldantoni et al. 2004). Menurut Harmsen (1977) kapasitas sedimen yang mengendap sangat menentukan tahap kontaminasi yang bertujuan untuk mengukur keadaan lingkungan dasar dari ekosistem akuatik. Sedimen yang telah mengalami perubahan menjadi partikel halus dan adanya proses penjerapan, merupakan penyebab utama penumpukan logam berat dalam lingkungan akuatik.

Konsentrasi pencemar yang tersimpan di dalam sedimen dipengaruhi oleh bahan mineral dalam sedimen, dimensi dan penyebarannya. Elemen yang diserap oleh bahan organik diantaranya karbohidrat dan mineral seperti Fe dan Mn. Penyerapan dapat meningkat apabila terjadi penurunan ukuran partikel (Filgueiras et al. 2004). Keseluruhan proses dapat berlangsung dan tergantung kepada pH, potensi redoks, dan logam yang diserap dapat dibebaskan kembali ke dalam badan air (Chen et al. 1996; Kashem & Singh, 2001).

Berdasarkan uraian diatas dapat diidentifikasi bahwa perubahan ekosistem akibat konversi hutan dapat mempengaruhi kandungan sedimen, sehingga dilakukan penelitian dengan tujuan menentukan

kandungan logam berat sedimen pada musim hujan dan kemarau di kawasan Daerah Aliran Sungai yang merupakan konversi hutan ke aktivitas lain.

II. METODE PENELITIAN

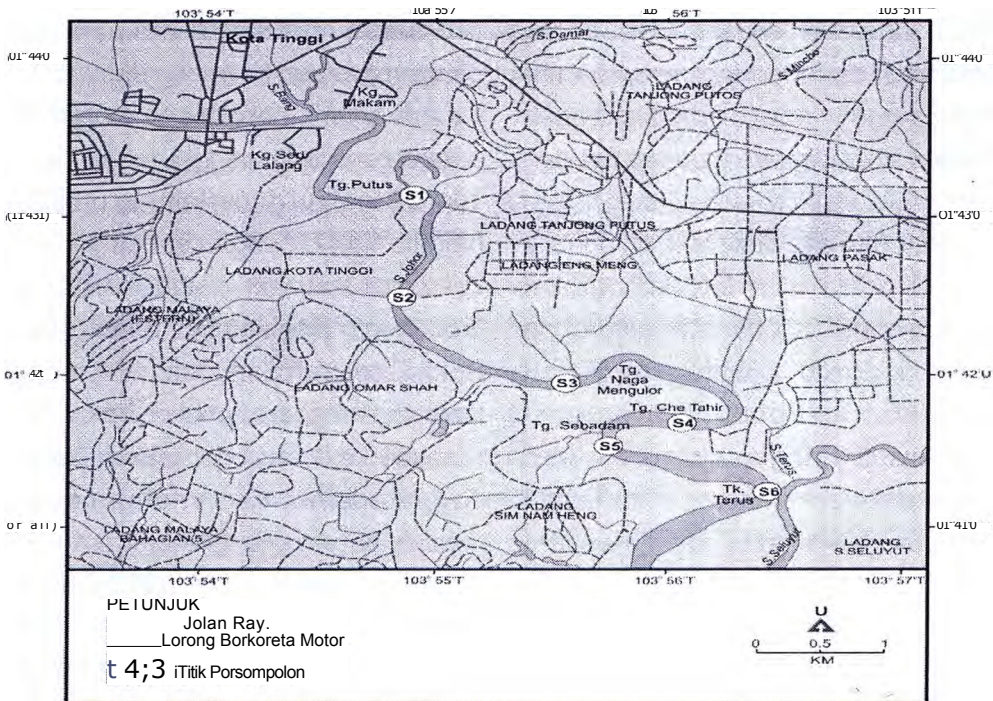
Penelitian dilakukan di Sungai Johor setelah Jeti Pangkalan Kota Tinggi yang terkenal kelimpahan komunitas kunang-kunangnya. Kawasan hutan Daerah Aliran Sungai, sudah dikonversi menjadi perkebunan sawit dan karet, penambangan pasir, petroleum, industri kimia, serta pengembangan kawasan ekowisata. Kawasan ini berada pada posisi antara garis longitud 103°54'T hingga 104°02'T dan garis latitud 1°41'U hingga 1°44'U dengan panjang 122.7 km. Luas kawasan pinggiran sungai 2.636 km². Bagian hulu berasal dari Bukit Gemuruh dan mengalir melalui kawasan tenggara Johor dan akhirnya mengalir ke Selat Johor (Atikah 2009).

Penelitian ini menggunakan metoda survey, Pengambilan sampel dilakukan pada awal dan akhir musim hujan. Sampel berada pada 6 titik, sampel S1 (01° 43' 06.9¹/2U, 03° 54' 49.9%T). Sampel S2(01° 42' 27¹/2 U, 03° 54' 45.8% T). Sampel S3(01° 41. 57' 00.0% U 03° 55' 37.4%T). Sampel S4 (01° 41' 40.5% U103°

56' 04.2% T). Sampel S5 (01° 41" 34.7% U, 103° 55" 36.4% T), dan sampel S6 (01° 41" 16.2% U, 103° 56" 0.3% T). (Gambar 1). Waktu pengambilan sampel pukul 13.00-15.00 WIB. Penentuan titik sampel dilakukan dengan menggunakan GPS. Sampel diambil dengan *grab ponar*. Setiap sampel dilabel dengan nomor sampel, tanggal, waktu dan dibawa ke laboratorium untuk analisis selanjutnya.

Parameter yang diamati adalah pH sedimen, bahan organik, ukuran

partikel, serta kandungan logam berat sedimen As, Cd, Co, Cu, Mn, Fe, Ni, Pb. Data di analisis secara statistik dengan menggunakan uji ANOVA satu arah dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0.05$) dan diuji lanjut dengan Tukey sehingga dapat ditentukan perbedaan nilai pengamatan antara lokasi tempat pengambilan sampel. Perbedaan parameter fisik-kimia antara dua musim yang berbeda digunakan Uji T berpasangan. Semua data dianalisis menggunakan SPSS versi 15.



Gambar.1 Peta lokasi sampel di Sungai Johor, Kota Tinggi

Parameter Fisik Sedimen

1. pH Sedimen

Penentuan pH sedimen diukur dengan pH meter yang dikalibrasikan dengan larutan penetrasi pH 4.0, 7.0, dan 10.0 (Page et al. 1982). (DL: 014; Model: WTW INOLAB Level 1).

2. Kandungan Bahan Organik

Kandungan bahan organik ditentukan melalui metoda pembakaran dan gravimetri menurut Avery & Bascomb 1982.

3. Ukuran Partikel Sedimen

Ada tiga metoda penentuan persentase ukuran partikel sedimen yaitu pemusnahan bahan organik, persampelan lodak dan lempung, serta persampelan butiran berukuran lebih dari 2 μ m. Pemisahan ukuran berdasarkan kriteria ukuran :Pasir sangat kasar 2.00-1.00mm, Pasir kasar 1.00-0.50mm, pasir sedang 0.50- 0.25mm, pasir halus 0.25-0.125mm, pasir sangat halus 0.125-0.063mm, dan lodak kasar 0.063-0.020 mm.(Sumber: Black et al. 1965).

4. Kandungan Logam dalam Sedimen

Penentuan kandungan jumlah logam berat As, Cd, Co, Cu, Mn, Fe, Ni, Pb dengan menggunakan

Spektrofotometer Plasma Gandingan Aruhan (ICP-MS) model Perkin-Elmer ELAN 9000.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. pH Sedimen

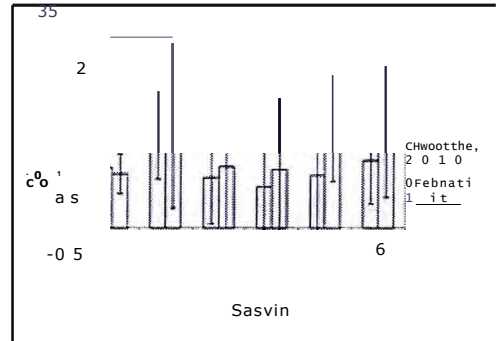
Rerata pH sedimen musim hujan adalah 5.52 dan berada dalam kisaran 5.16 - 5.75. pH terendah didapat pada lokasi 6 yaitu 5.16 dan maksimum pada sampel 1 yaitu 5.75 Analisis ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh nyata nilai pH antara sampel yang diamati. Rerata pH sedimen pada musim kemarau adalah 5.87 dan berada pada kisaran 5.59 hingga 6.06. Nilai pH minimum terdapat pada sampel 3 yaitu 5.59 dan nilai maksimum terdapat pada lokasi 6 yaitu 6.06 . Analisis ANOVA menunjukkan bahwa semua sampel tidak menunjukkan pengaruh nyata. Kisaran nilai pH dimaksud disajikan pada Gambar 2. Uji T berpasangan menunjukkan perbedaan yang nyata antara pH sedimen pada musim hujan dan kemarau. pH sedimen berperan penting dalam interaksi antara logam berat dengan parameter lain seperti kandungan bahan organik. Secara umum, pH sedimen mempunyai hubungan dengan kandungan organik dalam sedimen, dimana semakin tinggi kandungan bahan

organik maka semakin rendah pH sedimen. Menurut AhmadAbas et al (2005), adanya penguraian dalam sedimen oleh bakteri pengurai akan meningkatkan kemasaman sedimen. Analisis dari Uji korelasi menunjukkan bahwa pH sedimen pada musim hujan dan kemarau mempunyai hubungan negatif dengan kandungan bahan organik ($r = -0.509$; $p < 0.05$) dan ($r = -0.563$; $p < 0.05$).

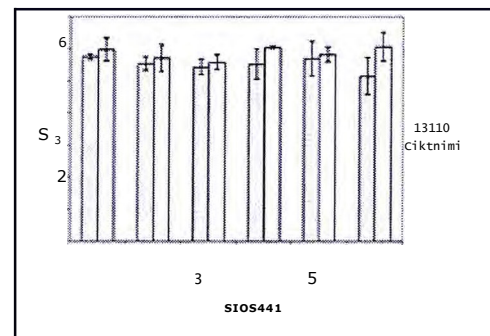
2. Kandungan Bahan Organik

Rerata kandungan bahan organik dalam sedimen pada musim hujan adalah 1.08% dan berada dalam kisaran 0.74% hingga 1.64%. Persentase kandungan bahan organik sedimen yang paling tinggi didapat pada sampel 2 yaitu 1.64 %, dan terendah pada sampel 4 yaitu 0.74 ± 1.09 . Uji ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata kandungan bahan organik antara sampel yang diuji. Secara keseluruhannya, nilai rerata kandungan bahan organik pada musim kemarau adalah 1.40% dan berada dalam kisaran 0.96% hingga 1.81%. Lokasi 1 menunjukkan kandungan bahan organik terendah yaitu 0.96%, lokasi 2 menunjukkan rerata kandungan bahan organik tertinggi yaitu 1.81%. Uji ANOVA bahan organik dalam sedimen

menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata antara lokasi yang diamati.



Gambar 2. Grafik nilai pH sedimen



Gambar 3. Grafik kandungan bahan organik di enam lokasi sampel

Uji korelasi menunjukkan hubungan antara kandungan bahan organik musim hujan dengan jumlah pasir ($r = -0.594$; $p < 0.01$), berkorelasi positif dengan jumlah liat ($r = 0.704$; $p < 0.01$).

Musim kemarau menunjukkan korelasi negatif antara persentase

bahan organik dengan jumlah pasir ($r = -0.798$; $p < 0.01$) dan hubungan positif dengan jumlah lempung ($r = 0.813$; $p < 0.01$), liat ($r = 0.782$; $p < 0.01$). Uji T berpasangan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) kandungan bahan organik pada kedua musim. Menurut Plaster (2009), salah satu faktor yang mempengaruhi kandungan bahan organik di dalam sedimen adalah tekstur sedimen. Sedimen lempung lebih cenderung mempunyai kandungan bahan organik tinggi dibanding sedimen pasir karena sedimen lempung mampu melindungi bahan organik dari dekomposisi lebih lanjut.

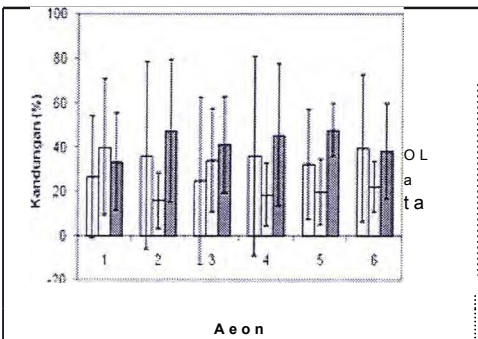
3. Ukuran Partikel Sedimen

Hasil analisis menunjukkan rerata kandungan pasir 32.57% dan berada dalam kisaran 24.82% hingga 39.53%. Lokasi 6 mempunyai kandungan pasir tertinggi yaitu 39.53%, dan kandungan pasir terendah didapat pada lokasi 3 yaitu 24.82%. Uji ANOVA tidak menunjukkan pengaruh nyata pada rerata kandungan pasir antara keenam lokasi. Rerata dari kandungan lempung 25.13% dan berada dalam kisaran 15.94% hingga 40.02%. Lokasi 1 menunjukkan nilai

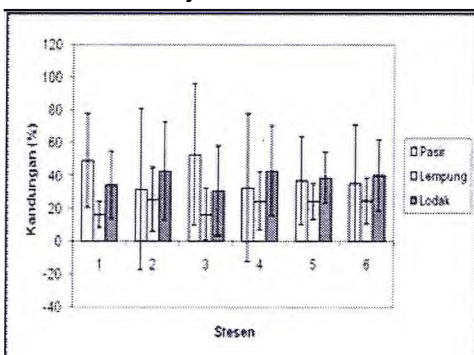
kandungan lempung tertinggi yaitu 40.02 % \pm 30.63 dan lokasi 2 menunjukkan kandungan lempung terendah yaitu 15.94 %. Uji ANOVA tidak menunjukkan perbedaan nyata pada rerata kandungan pasir antara lokasi sampel. Rerata kandungan liat 42.30% dan berada dalam kisaran 33.48% hingga 47.84%. Nilai rerata kandungan liat tertinggi didapat pada lokasi 2 yaitu 47.84%, dan terendah pada lokasi 1 yaitu 33.48% \pm 21.93. Uji ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata antara rerata kandungan liat setiap lokasi sampel. Besaran Persentase kandungan partikel dapat dilihat Gambar 4.

Hasil analisis rerata ukuran partikel musim kemarau menunjukkan kandungan pasir 39.78% dan berada dalam kisaran 31.72% hingga 52.90%. rerata kandungan pasir tertinggi terdapat pada lokasi 3 yaitu 52.90%, dan terendah pada lokasi 2 yaitu 31.72%. Uji ANOVA rerata kandungan pasir menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata antara lokasi. Rerata kandungan lempung 21.92% dan berada dalam kisaran 16.32% hingga 25.40%. lokasi 1 menunjukkan nilai rerata kandungan lempung terendah yaitu 16.32%, dan lokasi 2 menunjuka nilai tertinggi yaitu 25.40%. Uji ANOVA menunjukkan

tidak terdapat perbedaan nyata rerata kandungan lempung antara lokasi. Liat rerata kandungannya 38.30% dan berada dalam kisaran 30.67% hingga 42.95%. lokasi 3 menunjukkan nilai rerata liat terendah yaitu 30.67%, dan lokasi 4 menunjukkan rerata kandungan tertinggi yaitu 42.95 %. Uji ANOVA menunjukkan tidak terdapatnya perbedaan nyata kandungan liat antara semua lokasi. Besaran persentase kandungan partikel dapat dilihat Gambar 5.



Gambar 4. Grafik kandungan partikel, sedimen musim hujan.



Gambar 5. Grafik kandungan partikel, sedimen musim kemarau.

Uji T berpasangan menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata kandungan pasir, lempung dan liat pada musim hujan dan kemarau. Menurut Kamaruzzaman et. al (2004), kandungan logam berat dalam sedimen dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ciri sedimen, jenis, kualiti bahan organik dan ukuran partikel sedimen itu sendiri. Selain itu, sedimen yang mempunyai kandungan pasir yang tinggi mempunyai kandungan logam berat yang rendah, karena tekstur pasir yang kasar dalam sedimen telah mengurangkan pengikatan logam berat dalam sedimen tersebut. Kajian dari Suhaimi-Othman & Tan (2004) di Sungai Langat diketahui ukuran kandungan sedimen memainkan peranan penting dalam menentukan kemampuan sedimen menjerap logam, di mana pengurangan ukuran sedimen menunjukkan peningkatan kemampuan menjerap logam.

4. Kandungan Arsenik dan Kadmiur

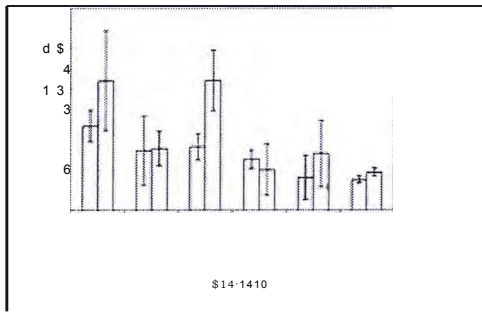
Rerata kandungan As dalam sedimen pada musim hujan adalah 1.32 pg/g dan berada dalam kisaran 0.75 pg/g hingga 2.08 pglg. Rerata tertinggi didapat pada lokasi 1 yaitu

2.08 pg/g \pm 0.40 dan terendah pada lokasi 6 yaitu 0.75 pg/g. Uji ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan nyata rerata kandungan As antara lokasi. Uji Tukey menunjukkan adanya perbedaan nyata rerata kandungan As antara lokasi dengan lokasi 6.

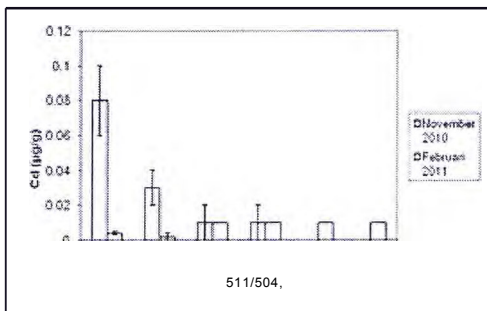
Rerata kandungan As pada musim kemarau adalah 1.89 pg/g dan berada dalam kisaran 0.93 pg/g hingga 3.28 pg/g. Lokasi 1 yang terletak berdekatan dengan industri kimia menunjukkan nilai rerata kandungan tertinggi yaitu 3.28 pg/g \pm 1.23, ini mungkin disebabkan aliran air yang berasal dari kawasan yang mengandung sisa petroleum dan industri kimia lainnya telah menyumbangkan kandungan As yang tinggi, dan lokasi 6 pula menunjukkan rerata kandungan As terendah yaitu 0.93 pg/g \pm 0.10. Uji ANOVA menunjukkan terdapatnya perbedaan nyata rerata kandungan As antara lokasi. Uji T berpasangan menunjukkan terdapat perbedaan nyata kandungan As dalam sedimen pada musim kemarau dan musim hujan. Berdasarkan standar CEGQ (2003), kandungan As dalam sedimen berada dalam tingkat alami yaitu 5.9

pg/g. Perbedaan kandungan As dapat dilihat pada Gambar 6.

Nilai rerata kandungan Cd dalam sedimen pada musim hujan adalah 0.02 pg/g dan berada dalam kisaran 0.01 pg/g hingga 0.08 pg/g. Lokasi 3 dan 4 menunjukkan kandungan Cd terendah yaitu 0.01 pg/g dan lokasi 1 menunjukkan yang tertinggi yaitu 0.08 pg/g. Gambar 7 menunjukkan beberapa lokasi dengan kandungan logam Cd yang sangat rendah. Lokasi 1 yang terletak berdekatan dengan kawasan hutan yang dikonversi ke aktivitas industri menunjukkan kandungan Cd yang tinggi berbanding lokasi lain. Uji ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan nyata rerata kandungan Cd antara lokasi. Rerata kandungan Cd dalam sedimen pada musim kemarau adalah 0.1 pg/g. Beberapa lokasi menunjukkan kandungan logam Cd yang rendah dalam sedimen. Uji ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata rerata kandungan Cd dalam sedimen antara lokasi. Uji T berpasangan menunjukkan terdapat perbedaan nyata dari kandungan Cd sedimen pada musim hujan dan musim kemarau.



Gambar 6. Kandungan As sedimen di lokasi pada musim hujan dan kemarau



Gambar 7. Kandungan Cd sedimen di lokasi pada musim hujan dan kemarau.

5. Kobalt dan Kuprum

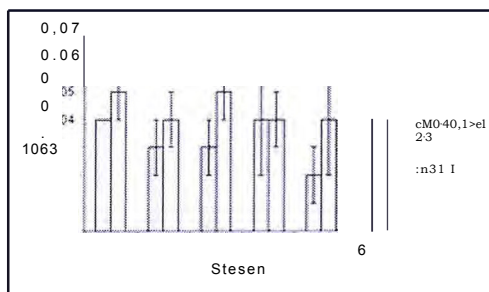
Rerata kandungan cobalt (Co) dalam sedimen musim hujan adalah 0.03 pg/g dan berada dalam kisaran 0.02 pg/g hingga 0.04 pg/g. Kandungan Co terendah pada lokasi 6 yaitu 0.02 pg/g ± 0.00 dan tertinggi pada lokasi 1 yaitu 0.04 pg/g. Uji ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata rerata kandungan

Co dalam sedimen antara lokasi. Rerata kandungan Co dalam sedimen pada musim kemarau adalah 0.04 pg/g. Uji ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata kandungan Co dalam sedimen, ini menunjukkan tidak terdapat perbedaan nilai yang kentara bagi kandungan logam Co pada setiap lokasi. Uji T berpasangan menunjukkan terdapatnya perbedaan nyata kandungan Co dalam sedimen pada musim. Hujan dan kemarau.

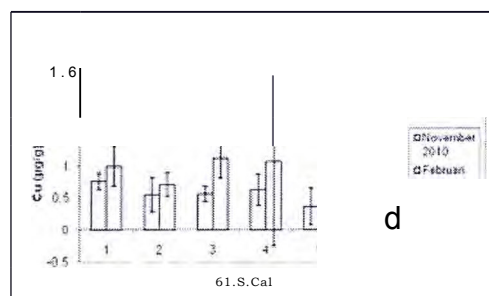
Rerata kandungan Cu dalam sedimen pada musim hujan adalah 0.52 pg/g dan berada dalam kisaran 0.24 pg/g hingga 0.76 pg/g. Lokasi 6 menunjukkan kandungan terendah yaitu 0.24 pg/g ± 0.00 dan lokasi 1 nilai rerata Co yang tertinggi yaitu 0.76 pg/g. Uji ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata rerata kandungan Cu dalam sedimen antara lokasi.

Nilai kandungan Cu musim kemarau adalah 0.8 pg/g dan berada dalam kisaran 0.40 pg/g hingga 1.13 pg/g. Rerata Cuprum (Cu) tertinggi terdapat pada lokasi 6 yaitu 0.40 pg/g dan Cu terendah terdapat pada lokasi 1 yaitu 1.13 pg/g. Uji ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata rerata kandungan Cu antara lokasi. Uji T berpasangan menunjukkan bahwa terdapat

perbedaan nyata kandungan Cu dalam sedimen pada musim hujan dan kemarau. Pada lokasi yang terdapat pemukiman akan menghasilkan sampah dan limbah yang juga dapat mengandung berbagai logam berat termasuk Cu. Masuknya Cu ke dalam sedimen dasar sungai terjadi karena adanya aktivitas pertanian dan sumber lain dari limbah domestik yang tidak baik pengelolannya.



Gambar 8. Cu (pg/g) sedimen di musim hujan dan kemarau.



Gambar 9. Co (pg/g) sedimen di musim hujan dan kemarau

6. Ferum dan Mangan

Rerata kandungan Ferum (Fe) dalam sedimen sungai pada musim hujan adalah 400.53 pg/g dan berada dalam kisaran 294.72 pg/g hingga 474.80 pg/g. Lokasi 5 menunjukkan kandungan Fe yang terendah yaitu 294.72 pg/g, dan lokasi 1 menunjukkan kandungan yang tertinggi yaitu 474.80 pg/g . Uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata rerata kandungan Fe antara lokasi. Kandungan Fe dalam sedimen pada musim kemarau adalah 487.19 pg/g dan berada dalam kisaran 406.59 pg/g hingga 570.32 pg/g. Lokasi 4 menunjukkan nilai rerata kandungan Fe terendah yaitu 406.59 pg/g . Uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata rerata kandungan Fe antara lokasi.

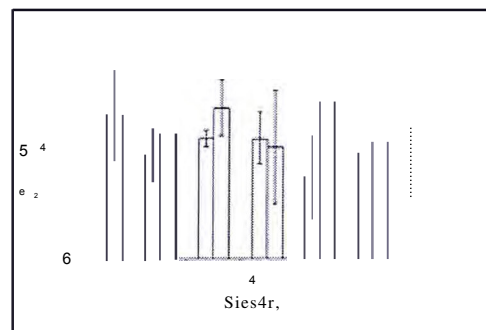
Nilai rerata kandungan Fe dalam sedimen didapati berada pada tahap yang cukup tinggi hal ini disebabkan Fe merupakan salah satu elemen yang paling melimpah di kerak bumi (Hill 1991). Fenomena ini juga mungkin berlaku akibat penurunan Fe sewaktu penguraian bahan organik (Francois 1988). Logam Fe dapat bentuk oksida dan hidroksida yang berpartikel kecil, atau bergabung dengan mineral lain di permukaan

tanah. Fe yang terlarut akan membentuk logam-logam oksida yang berupaya untuk menjerap elemen-elemen lain (Bodek et al. 1988). Menurut Riley dan Chester (1971), Fe dapat bertukar dengan hidroksil kompleks yang akhirnya mengendap. Secara tidak langsung, fenomena ini juga akan memendapkan logam-logam lain seperti Ni, Al, Cr, Zn dan Cu dalam badan air dan mengakibatkan peningkatan kandungan logam ini dalam sedimen. Uji T berpasangan menunjukkan terdapat perberbedaan nyata kandungan Fe dalam sedimen pada musim hujan dan musim kemarau.

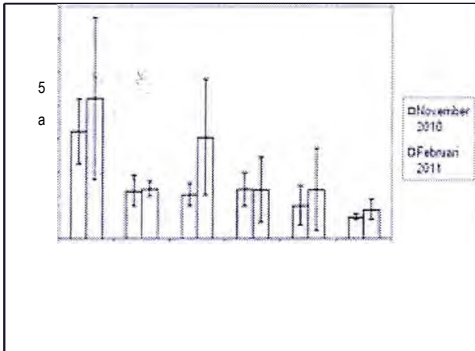
Kandungan Mangan (Mn) dalam sedimen pada musim hujan adalah 1.53 pg/g dan berada dalam kisaran 0.66 pg/g hingga 3.22 pg/g. Nilai rerata kandungan Mn terendah terdapat pada lokasi 6 yaitu 0.66 pg/g ± 0.092 dan nilai rerata kandungan Mn tertinggi terdapat pada lokasi 1 yaitu 3.22 pg/g. Uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata rerata kandungan Mn antara lokasi. Uji Tukey menunjukkan perbedaan yang nyata pada nilai kandungan Mn antara lokasi 1 dengan lokasi 2, lokasi 3, lokasi 4 dan lokasi 5.

Rerata kandungan Mn pada musim kemarau adalah 2.10 pg/g dan

berada dalam kisaran 0.88 pg/g hingga 4.21 pg/g. Lokasi 6 menunjukkan rerata kandungan Mn terendah yaitu 0.88 pg/g ± 0.30 dan lokasi 1 menunjukkan rerata kandungan tertinggi yaitu 4.21 pg/g. Uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata rerata kandungan Mn antara lokasi. Menurut Kabata-Pendias & Pendias (2001), Mn bisa terdapat pada berbagai horizon tanah, khususnya kepada tanah yang kaya dengan ferum oksida atau hidroksida, karena pada silikat dan oksida terdapat banyak kation dwivalen yaitu Fe²⁺ dan Mg²⁺ yang mudah digantikan oleh kation Mn. Uji T berpasangan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata pada kandungan Mn dalam sedimen pada musim hujan dan musim kemarau. Lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 10 dan 11.



Gambar 10. Kandungan Ferum sedimen musim hujan dan kemarau



Gambar11. Kandungan Mangan sedimen Musim hujan dan kemarau

kandungan Ni antara lokasi. Menurut Kabata-Pendias dan Pendias (2001), kandungan logam oksida dan hidroksida terutama pada kumpulan Fe dapat meningkatkan kandungan Ni. Ni mudah bergerak apabila mengalami proses dekomposisi dan seterusnya mengalami penjerapan dengan oksida Fe dan Mn. Gambar 12 menunjukkan besaran kandungan Ni dalam sedimen.

7. Plumbum dan Nikel

Rerata dari kandungan Nikel (Ni) dalam sedimen pada musim hujan adalah 0.12 pg/g dan berada dalam kisaran 0.11 pg/g hingga 0.15 pg/g. Lokasi 3 menunjukkan nilai rerata kandungan Ni terendah yaitu 0.11 pg/g ± 0.01 dan lokasi 4 yang terletak berdekatan dengan kawasan pengorekan pasir menunjukkan kandungan Ni yang tertinggi yaitu 0.15 pg/g ± 0.02. Uji ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata rerata kandungan Ni antara lokasi.

Rerata kandungan Ni pada musim kemarau berada dalam kisaran 0.02 pg/g hingga 0.49 pg/g. Secara keseluruhannya rerata kandungan Ni dalam sedimen adalah rendah. Uji ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan nyata rerata

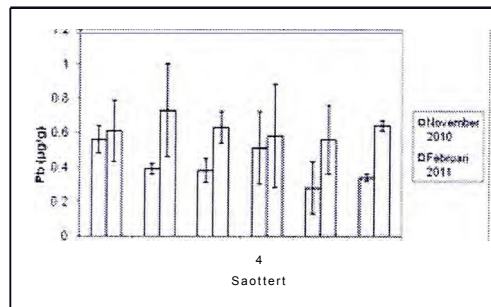
Rerata kandungan Plumbum (Pb) dalam sedimen pada musim hujan adalah 0.41 pg/g dan berada dalam kisaran 0.28 pg/g hingga 0.56 pg/g. Lokasi 5 menunjukkan kandungan Pb terendah yaitu 0.28 pg/g, dan lokasi 1 menunjukkan kandungan tertinggi yaitu 0.56 pg/g. Uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata rerata kandungan Pb dalam sedimen antara lokasi sampel penelitian. Kandungan rerata Pb pada musim kemarau adalah 0.63 pg/g dan berada dalam kisaran 0.56 pg/g hingga 0.73 pg/g. Lokasi 5 menunjukkan kandungan Pb terendah yaitu 0.56 pg/g dan lokasi 2 menunjukkan kandungan tertinggi yaitu 0.73 pg/g. Uji ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata rerata kandungan Pb antara lokasi. Berdasarkan CEGQ (2003), kandungan Pb dalam sedimen pada

musim hujan dan kemarau berada dalam tingkat alami yaitu 35 pg/g. Uji T berpasangan menunjukkan terdapat hubungan yang nyata dari kandungan Pb dalam sedimen pada musim hujan dan kemarau.

Sedimen berfungsi sebagai penampung terakhir bagi logam di sekitar lingkungan. Sejak perindustrian dibangun, terjadi peningkatan penggunaan logam Pb dalam lingkungan diantaranya penggunaan Pb dalam minyak kendaraan. Menurut Spliethoff dan Hemond (1996) keberadaan Pb bukan saja di kawasan padat kendaraan, tetapi juga dalam atmosfer yang terbawa air hujan dan diangkut ke sedimen akuatik, dan lebih banyak dibandingkan kawasan pertanian. Pb mempunyai keterkaitan dengan mineral liat, oksida Mn, hidroksida Fe dan Al serta bahan organik. Kabata-Pendias & Pendias (2001) menyatakan bahwa Pb dalam bentuk Pb^{2+} akan diserap oleh permukaan liat, koloid organik ataupun membentuk kelat Pb, yang tidak terlarut dengan kehadiran bahan organik. Gambar 13 adalah besaran kandungan Pb dalam sedimen.



Gambar 12. Kandungan Ni dalam sedimen musim hujan dan kemarau.



Gambar 13. Kandungan Pb dalam sedimen musim hujan dan kemarau

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil kajian menunjukkan bahwa kandungan logam berat sedimen pada musim kemarau lebih tinggi dibandingkan musim hujan. Disarankan melakukan pemeliharaan intensif pada sungai yang daerah aliran sungainya terdapat berbagai

- British Columbia, Canada.
Marine Geology 83: 285-308.
- Forstner, U. & Wittman, G.T.W. 1981.
Metals Pollution in the Aquatic Environment. Berlin: Springer-Verlag.
- Haworth, E.Y. & Lund, J.W.G. 1984.
Lake sediments and environmental history, Minneapolis, USA: University of Minnesota Press.
- Harmsen, K. 1977. *Behaviour of Heavy Metals in Soils*. Wagenigen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation.
- Hill, M. 1991. *Nitrates and Nitrites in Food and Water*. New York: Ellis Horwood.
- Kabata-Pendias, A. & H. Pendias, 2001. *Trace Elements in Soils and Plants*. Edisi ke-3. Boca Raton: CRC Press.
- Kamaruzzaman, B. Y., Ong, M. C. & Willison, K. Y. S. 2004. Taburan kepekatan elemen-elemen kimia di dalam teras sedimen di hutan paya bakau Paka, Terengganu. *Prosiding Simposium Kimia Analisis Malaysia Ke 17*.
- Kashem, M.A. & Singh, B.R., 2001. Metal availability in contaminated soils: effects of flooding and organic matter on changes in pH and solubility of Cd, Ni and Zn. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61: 247-255.
- McLaughlin, M.J., Hamon, R.E., McLaren, R.B., Speir T.W. & Rogers, S.L. 2000. Effect of chloride in soil solution on the plant availability of biosolidborne cadmium. *Australian Journal of Soil Research* 38: 1037-1086.
- Norhayati, M.T., Suhaimi, S., Mohamad, A. & Ang, K.T. 2004. Studies on nitrogen-based nutrients of Paka River System, Terengganu, Malaysia. *Prosiding Seminar Tahunan KUSTEM ke-3*: 407-411.
- Plaster, E. J. 2009. *Soil Science and Management*. Edisi ke-5. Australia: Delmar Cengage Learning.
- Riley, J.P. & Chester, R. 1971. The dissolved gasses in sea water: carbon dioxide. Dim. *Introduction to Marine Chemistry*. London : Academic Press.
- Spliethoff, H.M. & Hemond, H.F. 1996. History of toxic discharge to surface waters of the Aberjona Watershed. *Journal of*

Environmental Science & Technology 30(1): 121-127.
Stevenson, L.H. & Wyman, B. 1991.
Dictionary of Environmental Science. New York; Facts on File.
Suhaimi-Othman, M. & Tan, B. F. 2004. Kajian kandungan logam

berat (Cu, Cd, Zn dan Pb) di dalam air, sedimen dan udang air tawar *macrobrachium lanchesteri* di Sungai Langat. *Prosiding Simposium Kimia Analisis Malaysia Ke-17*.