

KARAKTERISASI MINERAL MAGNETIK LINDI (LEACHATE) TPA AIR DINGIN KOTA PADANG MENGGUNAKAN SCANNING ELECTRON MICROSCOPICE (SEM)

Yosi Apri Malita^{*)}, Ratnawulan^{**)}, Fatni Mufit^{**)}

^{*)}Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP, email: yosiaprialita@yahoo.co.id

^{**)}Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP, email: ratna_unp@yahoo.co.id
dan fatni.mufit@gmail.com

ABSTRACT

Waste management in Indonesia is still mixed, between organic and inorganic materials and also have very high landfill waste. Increased precipitation will adversely affect the trash heap, where organic materials in the garbage will decay and will produce liquid waste. In order to manage waste properly at the end should require a final disposal (TPA) so that leachate generated from the decomposition of garbage can be channeled properly in pools shelters located in landfills is called leachate pond. In this research, the characterization of magnetic minerals leachate TPA Air Dingin Kota Padang. This study aims to look at the morphology and elemental composition of the leachate at six points on the leachate pond and river sampling, and sewer landfill. Characterization of magnetic minerals is done using a Scanning Electron Microscope (SEM) aims to look at the morphology, followed by Energy Dispersive spectroscopy (EDS) aims to determine the elemental composition. This study used 10 samples taken from six points leachate ponds and 4 points of the river, and sewer. Leachate, rivers, and gutter first extracted with methanol using bath soap which aims to separate the magnetic and non-magnetic minerals. Magnetic mineral morphology analysis using SEM known, that the leachate, rivers, and ditch generally spherical mineral and square and there are many rengkahan. In addition, the size of grains of magnetic minerals belong to the group multidomain ie measuring $>20 \mu\text{m}$. The results of EDS analysis showed some dominant element in the leachate, rivers, and gutters are Fe, O, Ti, Mg, Al, C, and Si.

Keywords : Lindi (leachate), Mineral Magnetic, Microscopice Scanning Electron (SEM) dan Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)

PENDAHULUAN

Sistem pengolahan sampah di Indonesia masih menggunakan sistem open dumping, yaitu suatu sistem pengelolaan sampah yang tidak memperhatikan dampak untuk kesehatan lingkungan dimana sampah dibiarkan terbuka dan menumpuk pada suatu lokasi pembuangan akhir dan belum ada pemisahan antara sampah organik dan anorganik, sistem seperti ini dapat menimbulkan pencemaran ke lingkungan di sekitar TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Air Dingin Kota Padang, terutama pada saat hujan. Hal ini akan menjadi salah satu faktor yang akan mempengaruhi lingkungan.

Salah satu faktor yang mempengaruhi lingkungan adalah pembuangan dan pengelolaan sampah. Sampah ialah sebagian dari sesuatu yang tidak dipakai, disenangi atau sesuatu yang harus dibuang, yang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia (termasuk kegiatan industri) dan bersifat padat. Terlebih dengan terus meningkatnya volume kegiatan penduduk

perkotaan TPA sampah makin terbatas. Kondisi ini makin memburuk manakala pengelolaan sampah di masing-masing daerah masih kurang efektif, efisien dan berwawasan lingkungan serta tidak terkoordinasi dengan baik. Oleh karena itu perlu dilakukan penanganan khusus tentang permasalahan sampah.

Timbunan sampah kota yang cukup tinggi akan menyebabkan masalah yang sangat besar terutama bagi penduduk yang berada di dekat daerah tersebut, penanganan sampah merupakan permasalahan yang kompleks, karena harus memperhitungkan sistem transportasi, penggunaan lahan, perkembangan masyarakat dan daerah serta kesehatan masyarakat. Oleh karena itu diperlukan penanganan secara khusus dalam pengelolaan sampah. Pengelolaan sampah yang baik, bukan untuk kepentingan kesehatan saja, tetapi juga untuk keindahan lingkungan. Pengelolaan sampah yang dimaksud disini adalah meliputi pengumpulan, pengangkutan, sampai pemusnahan atau pengolahan sampah sedemikian rupa sehingga tidak

mengganggu kesehatan masyarakat dan menyebabkan pencemaran lingkungan^[8].

TPA Air Dingin Kota Padang terletak di Kelurahan Balai Gadang, Kecamatan Koto Tengah, yang sudah beroperasi sejak tahun 1989 pada awalnya menggunakan sistem open dumping dalam menangani sampah di TPA, kemudian selama tahun 1993-1996 beralih menggunakan sistem *sanitary landfill*. *Sanitary landfill* adalah sistem pengolahan sampah yang mengembangkan lahan cekungan dengan syarat tertentu yaitu jenis dan porositas tanah, dimana pada dasar cekungan dilapisi Geotekstil untuk menahan peresapan lindi pada tanah serta dilengkapi dengan saluran lindi. Namun selanjutnya pada tahun 1986 sampai sekarang TPA Air Dingin Kota Padang kembali mengolah sampah secara *open dumping* karena alasan biaya dan mengakibatkan air lindi yang dihasilkan akan bervariasi dan berfluktuasi^[2].

Kualitas dari lindi (*leachate*) sangat bervariasi dan berfluktuasi tergantung dari beberapa hal seperti variasi dan proporsi komponen sampah yang ditimbun, curah hujan dan musim, umur timbunan sampah, pola operasional yang dijalankan, dan waktu dilakukannya sampling. Degradasi sampah yang terjadi selama pengoperasian TPA terdiri dari beberapa fase/tahap, dimana durasi untuk masing-masing fase ini tergantung kepada distribusi kandungan organik di *landfill*, ketersediaan nutrisi dan kelembaban sampah. Fase yang terjadi akan mempengaruhi kualitas lindi yang dihasilkan oleh suatu *landfill*. Kandungan logam berat akan meningkat pada lindi saat mengalami fase asam, dimana pH rendah sehingga logam terlarut. Sebaliknya kandungan logam akan turun pada saat fase fermentasi dan maturasi, dimana nilai pH meningkat atau mencapai netral^[9].

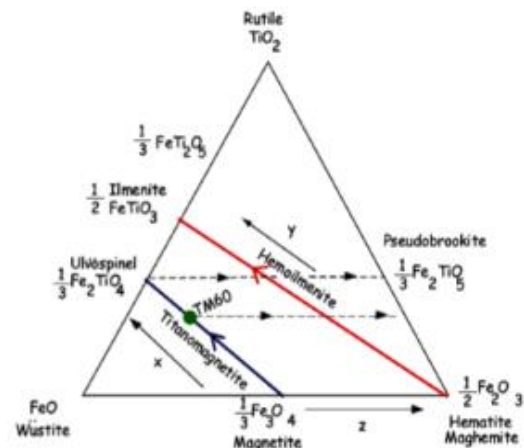
Lindi pada umumnya bersifat toksik karena mengandung logam berat dan berbagai polutan organik lainnya yang dapat mencemari tanah dan air tanah^[3].

Lindi merupakan bahan pencemar yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan mencemari lingkungan dan biota perairan, karena dalam lindi tersebut terdapat berbagai senyawa kimia organik maupun anorganik serta sejumlah bakteri patogen^[1]. Selain itu juga mengandung amoniak, timbal, dan mikroba parasit seperti kutu air (*Sarcophaga sp*) yang menyebabkan gatal-gatal pada kulit^[12]. Air lindi biasanya mengandung senyawa-senyawa organik (hidrokarbon, asam humat, fulfat, tanah dan galat) dan anorganik (natrium, kalium, magnesium, fosfat, sulfat dan senyawa logam berat) yang tinggi. Logam berat yang sering ditemukan dalam air lindi adalah arsen, besi, kadmium, kromium, merkuri, nikel, seng, tembaga dan timbal^[10].

Mineral magnetik memiliki 3 sifat bahan magnetik yaitu diamagnetik, paramagnetik dan

ferromagnetik. Diamagnetik adalah sifat dasar yang ada disemua bahan walaupun sangat kecil sekali dipengaruhi oleh magnet contohnya *Quartz* (SiO_2), *Calcite* (CaCO_3), air. Bahan paramagnetik dapat dipengaruhi oleh magnet tetapi tidak dapat dibuat menjadi ontohnya *siderite* (FeCO_3), *pyrite* (FeS_2).

Ferromagnetik umumnya tergolong ke dalam keluarga Oksida Titanium Besi, Sulfida Besi dan Hidroksida Besi. Keluarga oksida titanium besi merupakan mineral magnetik bumi yang penting karena dianggap sebagai mineral-mineral magnetik yang paling dominan terdapat di alam. Mineral anggota keluarga oksida titanium besi yang memiliki berbagai macam komposisi yang menggambarkan variasi *iron oxide*, tetapi hanya cenderung mengikuti dua deret yang betul-betul penting yaitu: *titanomagnetite* dan *hemoilmenite*. Pada deret *titanomagnetite* ditemukan sebagai mineral *ulvöspinel* dan mineral *magnetite*, sedangkan pada deret *hemoilmenite* ditemukan mineral *ilmenite*, mineral *hematite* dan mineral *maghemite*^[13]. Pada puncak segitiga hanya ditemukan TiO_2 saja, pada ujung sebelah kiri terdapat *Wüstite* (FeO), sementara pada ujung sebelah kanan terdapat *Hematite / Maghemite* (Fe_2O_3), seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Ternary yang Menggambarkan Komposisi Mineral dalam Keluarga Oksida Titanium Besi

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik mineral magnetik lindi (*leachate*), yaitu morfologi (bentuk dan ukuran bulir) dan komposisi unsur yang berasal dari TPA Air Dingin Kota Padang. Beberapa bentuk bulir magnetik yang diketahui adalah bentuk bulir bulat (*spherules*), bulir magnetik yang berbentuk bulat menandakan bahwa mineral-mineral magnetik berasal dari proses-proses antropogenik dan bulir persegi bulir magnetik yang berbentuk lonjong menandakan bahwa mineral magnetik belum terproduksi secara sempurna dan biasanya bulir memiliki banyak rengkahan pada permukaannya^[4].

Ukuran bulir magnetik dari suatu bahan akan mempengaruhi kestabilannya, perilaku magnetik

berdasarkan jenis domain dibagi menjadi tiga bagian yaitu *single-domain* (SD) $<0.1 \mu\text{m}$, *multidomain* (MD) $>10 \mu\text{m}$, *pseudo-single domain* (PSD) $\pm 0.1 - 20 \mu\text{m}$ ^[7].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dasar, yaitu penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan ilmiah atau untuk menemukan bidang penelitian baru tanpa suatu tujuan praktis tertentu. Penelitian ini menggunakan data primer berupa data yang diperoleh dari pengukuran *Scanning Electron Microscope* (SEM) yang dilengkapi dengan *Energy Dispersion Spectroscopy* (EDS).

Pengambilan sampel dilakukan bersama tim dosen Fisika UNP dengan ketua penelitian adalah Ibu Fatni Mufit, S.Pd, M.Si di TPA Sampah Air Dingin Kota Padang Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tengah Padang. Proses preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA). Universitas Negeri Padang (UNP), sedangkan pengambilan data dilakukan di Laboratorium Biologi FMIPA dan Fakultas Teknik (FT) Universitas Andalas (UNAND).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekman grab dan SEM EDS. Ekman grab digunakan untuk mengambil sampel pada kolam lindi dan SEM EDS digunakan untuk mengukur morfologi (ukuran dan bentuk bulir) dan komposisi unsur.

1. Prosedur Pengambilan Sampel

Sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah lindi (*leachate*), sungai, dan selokan yang diambil dari TPA Air Dingin di Kelurahan Balai Gadang, Kecamatan Koto Tengah, Padang. Sampel lindi diambil di kolam tempat penampungan lindi (*leachate*), dimana kolam tersebut berjumlah 8 buah kolam. Sampel diambil dengan 5 titik yaitu titik A, B, C, D, dan E untuk kolam 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 sedangkan untuk kolam 1 diambil 3 titik A, B dan C saja, karena ukuran kolamnya yang kecil dibandingkan kolam yang lainnya. Sedangkan untuk sampel sungai di ambil dari sungai dekat kolam penampungan lindi yang berjumlah 16 titik. Sampel coring di ambil dari tanah antara kolam dan sungai yang berjumlah 2 titik yaitu titik A (coring A atas, coring A tengah, dan coring A bawah), titik B (coring B atas, coring B tengah, dan coring B bawah) dan untuk sampel selokan di ambil dari tanah dekat TPA sebanyak 10 titik.

Pemberian nama pada sampel berdasarkan tempat pengambilan sampel. Titik A merupakan tempat masuknya air lindi (*inlet*) ke dalam kolam dari pipa saluran yang berasal dari tempat tumpukan sampah. Titik B merupakan titik pengambilan sampel pada bagian tengah kolam. Titik C merupakan tempat keluarnya air lindi (*outlet*) untuk dialirkan ke kolam berikutnya. Titik

D merupakan tempat pengambilan sampel pada sudut kolam yang arah sebelah sungai dan titik E merupakan titik pengambilan sampel pada sudut kolam yang arah sebelah tumpukan sampah. Pada kolam 7 titik pengambilan sampel tidak ada pada sudut kolam yang berdekatan dengan sungai, tetapi hanya pada sudut kolam yang berarah ke tumpukan sampah, karena pada kolam 7 pipa untuk tempat masuk air lindi (*inlet*) dan pipa untuk keluar air lindinya (*outlet*) sejajar, berbeda dengan kolam yang lainnya. Total sampel yang di ambil pada kolam yaitu 37 titik, selanjutnya dari kolam 8 lindi di alirkan menuju sungai, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Gambar Sketsa Kolam Tempat Pengambilan Sampel TPA Air Dingin Kota Padang

2. Prosedur Pemilihan Sampel

Sampel lindi (*leachate*) yang berjumlah 37 titik, sampel sungai 16 titik, selokan 10 titik, sebelum di ukur menggunakan SEM, sampel dikeringkan dengan cara dijemur, diayak dan yang sudah diukur nilai suseptibilitasnya. Setelah dilakukan pengukuran nilai suseptibilitas, sampel diambil yang nilai suseptibilitasnya tinggi. Sampel lindi yang di pilih sebanyak 6 titik, yaitu 1A untuk kolam 1, 2D untuk kolam 2, 4E untuk kolam 4, 6C untuk kolam 6, 7C untuk kolam 7 dan 8E untuk kolam 8, sedangkan untuk sampel sungai di pilih sebanyak 2 titik yaitu S.0 dan S.7, untuk sampel coring di pilih masing-masing 1 titik, yaitu S.K7, setelah itu baru dilanjutkan dengan proses ekstraksi sampel.

3. Prosedur Ekstraksi Sampel

Setelah pemilihan sampel selanjutnya dilakukan proses ekstraksi sampel dengan *Methanol Soap Bath*^[11], yaitu sampel lindi, sungai, dan selokan diekstraksi dengan sabun deterjen yang bertujuan untuk memisahkan mineral magnetik dengan

mineral non magnetik. Busa sabun akan mengikat kotoran berupa tanah, dan mengapung hingga mineral non magnetik terbawa ke permukaan bersama busa sabun. Untuk memutus ikatan busa sabun dengan mineral magnetik yang ikut mengapung ditambahkan sedikit larutan methanol (CH_3OH). Setelah dilakukan proses pemisahan ini, kemudian mineral magnetik diekstraksi dengan menggunakan sebuah magnet kuat yang dilapisi plastik terlebih dahulu agar semua mineral magnetik yang memiliki sifat magnetik kuat dan lemah dapat ditarik seluruhnya. Proses ini dilakukan berulang kali, sampai bersih dan sampai diperoleh mineral magnetiknya. Dari hasil ekstraksi diperoleh sampel lindi, sungai, dan selokan berupa serbuk, kemudian dikeringkan. Sampel lindi, sungai, dan selokan yang sudah berupa serbuk mineral magnetik selanjutnya akan dipreparasi untuk dilakukan analisa lebih lanjut menggunakan SEM.

4. Teknik Pengumpulan Data

Sampel lindi (*leachate*), sungai, coring dan selokan yang sudah dikeringkan selanjutnya di preparasi. Adapun langkah-langkah dalam preparasi sampel adalah:

- 1) Menyiapkan sampel,
- 2) menempelkan sampel pada *specimen holder* yang terbuat dari logam, sebelumnya *specimen holder* telah dilapisi dengan kertas karbon,
- 3) menyemprotkan sampel dengan menggunakan *hand blower*, hal ini berguna untuk membuat bulir dalam keadaan kering, holder tersebut dimasukkan ke dalam sampel holder.

Sampel lindi (*leachate*), sungai, coring dan selokan yang telah di preparasi dimasukkan ke dalam SEM dan otomatis akan terkunci serta menandakan proses *scanning* berlangsung. Proses *scanning* berarti berkas elektron menyapu permukaan *specimen* titik demi titik dengan sapuan membentuk baris demi baris^[6] dan nantinya pantulan elektron dari tumbukan dengan sampel akan ditangkap atau dideteksi oleh detektor *secondary electron* dan *backscattered electron* yang kemudian dapat menampilkan gambar struktur mikro pada monitor.

5. Teknik Analisa Data

a. Morfologi (bentuk dan ukuran bulir)

Morfologi (bentuk dan ukuran bulir) dari sampel lindi, sungai, dan selokan dapat dilihat dengan menggunakan analisa SEM yang menunjukkan bagaimana bentuk permukaan sampel lindi, sungai, dan selokan dan informasi ukuran bulir magnetik. Struktur permukaan yang dihasilkan disesuaikan dengan bentuk bulir mineral magnetik, sedangkan informasi ukuran bulir magnetik disesuaikan dengan jenis domainnya

apakah termasuk pada kelompok *single-domain*, *multidomain*, atau *pseudo-single domain*.

b. Komposisi Unsur

Komposisi unsur dari sampel lindi, sungai, coring dan selokan ditentukan dengan menggunakan analisa EDS. Analisa EDS dihasilkan dari karakteristik sinar-X, yaitu dengan menembakkan sinar-X pada posisi bagian bulir yang ingin diketahui komposisinya. Maka setelah ditembakkan pada posisi yang diinginkan akan muncul puncak-puncak tertentu yang mewakili suatu unsur yang terkandung. EDS juga digunakan untuk menganalisa secara kuantitatif dari persentase masing-masing unsur.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

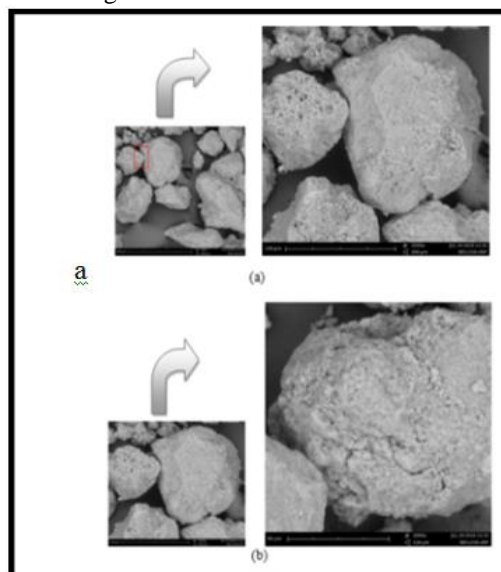
1. Hasil Penelitian

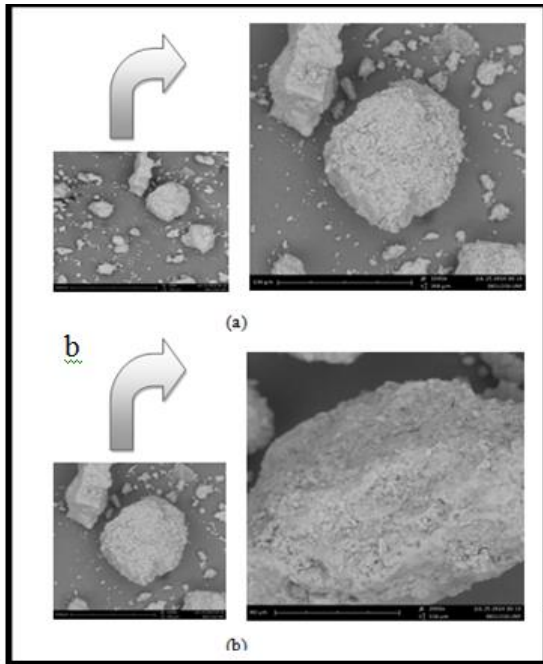
a. Morfologi (ukuran bulir dan bentuk bulir)

Hasil yang diperoleh dari pengukuran SEM yang berada di Laboratorium Biologi FMIPA UNP dan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Andalas terhadap 6 sampel lindi, 2 sampel sungai, 1 sampel coring dan 1 sampel selokan dari TPA Sampah Air Dingin Kota Padang adalah berupa morfologi (ukuran bulir dan bentuk bulir). Hasil pengukuran SEM terhadap 6 sampel lindi tidak bervariasi dan hampir sama untuk ke 6 sampel. Kesamaan ini mungkin dapat terjadi karena tidak adanya perbedaan kondisi lingkungan yang pada tempat terbentuknya mineral magnetik. Bentuk bulir dari lindi cenderung berbentuk bulat (*spherules*) dan ukuran bulir untuk ke 6 sampel sama yaitu berkisar $74 \mu\text{m} - 138 \mu\text{m}$, sedangkan untuk sampel sungai, dan selokan bentuk bulirnya lebih cenderung berbentuk oktahedral dan dalam bentuk sudut dan ukuran bulir berkisar $50 \mu\text{m} - 500 \mu\text{m}$.

1) Sampel Lindi 1A dan 4E

Hasil pengukuran dengan menggunakan SEM terhadap sampel lindi 1A dan 4E TPA Air Dingin Kota Padang.



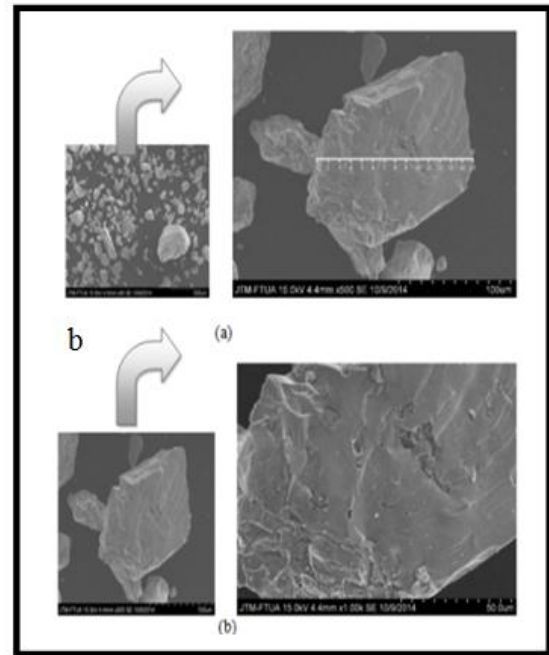
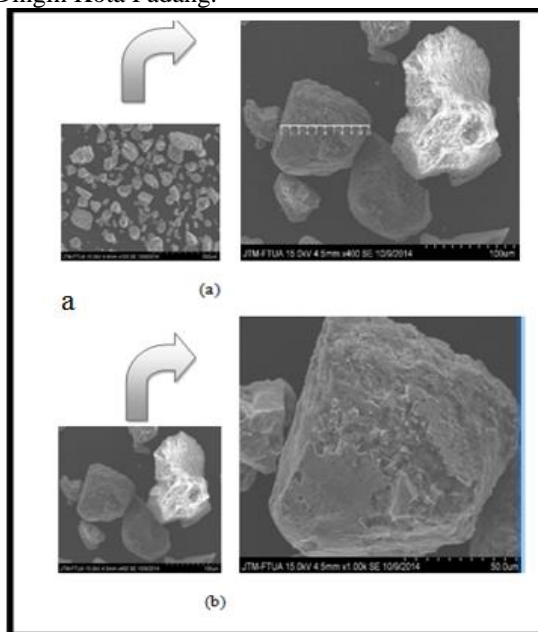


Gambar 3. Morfologi SEM dari Sampel Lindi 1A dan 4E dengan Perbesaran: (a). 1000x. (b). 2000x.

Gambar 3 memperlihatkan morfologi SEM lindi TPA Air Dingin Kota Padang 1A dan 4E, dengan fokus perbesaran 1000x dan 2000x. Mineral ini berada pada posisi 130 μm dan 60 μm . Ukuran bulir sebenarnya adalah 138 μm dan 74 μm , dan bulir ini termasuk pada kelompok *multidomain*. Morfologi SEM Sampel Lindi 1A terlihat bentuk bulir yang tidak rata, ini disebabkan karena sampel lindi yang terdiri dari banyak sampah *antropogenik*.

2) Sampel Sungai Titik S.0 dan S.K7

Hasil pengukuran dengan menggunakan SEM terhadap sampel sungai titik S.0 dan S.K7 TPA Air Dingin Kota Padang.



Gambar 4. Morfologi SEM dari Sampel Sungai Titik S.0 dan S.K7 dengan Perbesaran: (a). 400-500x. (b). 1000x

Gambar 4 memperlihatkan morfologi sampel sungai dan S.K7 TPA Air Dingin Kota Padang dengan fokus perbesaran 400 - 500x dan 1000x. . Ukuran bulir adalah 1100 μm - 1500 μm , dan bulir ini termasuk pada kelompok *multidomain*. Hasil SEM Sampel sungai titik S.0 dan S.K7 terlihat bentuk bulir yang hampir rata, kemungkinan disebabkan karena sampel sungai telah bercampur dengan tanah dan batuan.

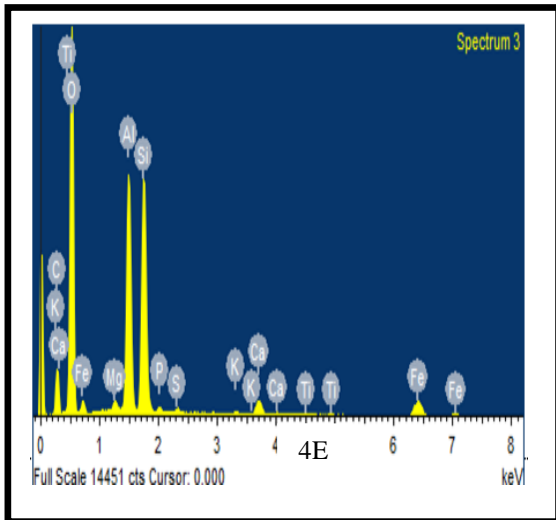
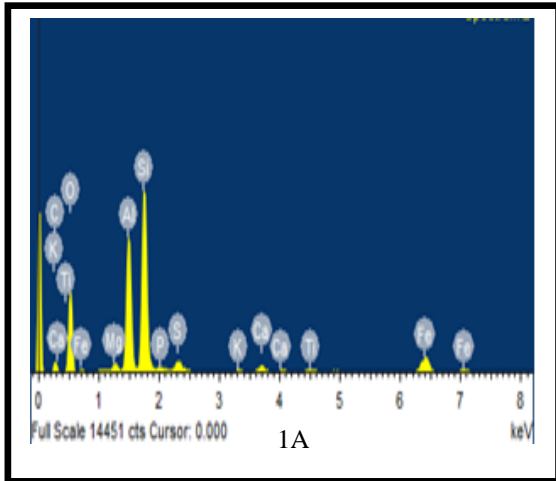
b. Komposisi Unsur

Komposisi unsur mineral magnetik diperoleh dari EDS yang terangkai pada SEM merk Phenom Pro X yang berada di Laboratorium Biologi FMIPA UNP dan FT UNAND. Selain dari bentuk dan ukuran bulir yang sama, komposisi unsur pada bulir mineral magnetik hasil EDS juga sama. Hal ini dapat terlihat pada gambar-gambar spektrum EDS yang dihasilkan.

1) Sampel Lindi 1A dan 4E

Komposisi unsur mineral magnetik diperoleh dari EDS yang terangkai pada SEM merk Phenom Pro X yang berada di Laboratorium Biologi FMIPA UNP dan FT UNAND. Selain dari bentuk dan ukuran bulir yang sama komposisi unsur pada bulir mineral magnetik hasil EDS juga sama. Hal ini dapat terlihat pada gambar-gambar spektrum EDS yang dihasilkan.

Komposisi unsur hasil EDS berupa spektrum. Untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang terkandung dalam hasil SEM pada bulir dapat dilihat dari hasil EDS berikut.



Gambar 5. Komposisi Unsur EDS Lindi 1A dan 4E
 Gambar 5 memperlihatkan unsur yang terkandung dalam sampel 1A. Terdapat 11 unsur yang terkandung di dalamnya, yaitu unsur Karbon (C), Magnesium (Mg), Oksigen (O), Besi (Fe), Aluminium (Al), Silika (Si), Fosfor (P), Belerang (S), Kalium (K), Kalsium (Ca), dan Titanium (Ti). Dari hasil analisa komposisi unsur dengan EDS ketujuh unsur memiliki persentase berat yang berbeda dalam 100% berat campuran, seperti yang terlihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Komposisi Unsur dari Lindi TPA Air Dingin Kota Padang Titik 1A

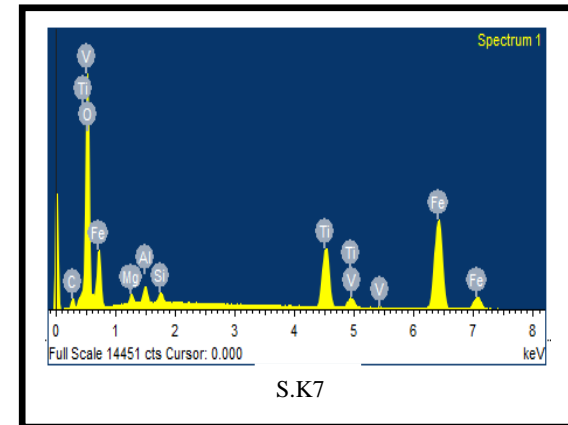
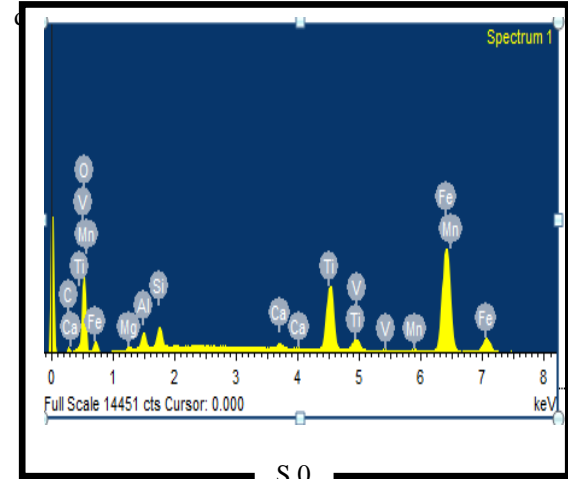
Unsur	% Berat
Oksigen (O)	30,15
Silika (Si)	23,18
Besi (Fe)	14,61
Aluminium (Al)	14,01
Karbon (C)	12,97
Kalsium (Ca)	1,62
Belerang (S)	1,53
Magnesium (Mg)	0,74
Titanium (Ti)	0,57
Posfor (P)	0,37
Kalium (K)	0,24

Tabel 2. Komposisi Unsur dari Lindi TPA Air Dingin Kota Padang Titik 4E

Unsur	% Berat
Oksigen (O)	51,30
Karbon (C)	16,40
Silika (Si)	12,55
Aluminium (Al)	10,56
Besi (Fe)	6,24
Kalsium (Ca)	1,58
Magnesium (Mg)	0,39
Posfor (P)	0,36
Belerang (S)	0,25
Titanium (Ti)	0,24
Kalium (K)	0,13

2) Sampel Sungai Titik S.0 dan S.K7

Komposisi unsur hasil EDS berupa spektrum. Untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang terkandung dalam hasil SEM pada bulir dapat



Gambar 6. Komposisi Unsur EDS Sungai Titik S.0 dan S.K7

Gambar 6 memperlihatkan unsur yang terkandung dalam sampel sungai 0 dan S.K7. Terdapat 10 unsur yang terkandung di dalamnya, yaitu unsur Karbon (C), Magnesium (Mg), Oksigen (O), Besi (Fe), Aluminium (Al), Silika (Si), Kalsium (Ca), Titanium (Ti), Mangan (Mn) dan Vanadium (V). Kecuali pada sampel S.0 terdapat unsur Kalsium (C) dan Mangan (Mn). Dari hasil analisa komposisi unsur dengan EDS kesepuluh

unsur memiliki persentase berat yang berbeda dalam 100% berat campuran, seperti yang terlihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Komposisi Unsur dari Sungai TPA Air Dingin Kota Padang Titik S.0

Unsur	Berat %
Besi (Fe)	60.04
Oksigen (O)	17.50
Titanium (Ti)	15.33
Karbon (C)	1.76
Silika (Si)	1.76
Aluminium (Al)	1.41
Kalsium (Ca)	0.68
Vanadium (V)	0.64
Mangan (Mn)	0.54
Magnesium (Mg)	0.34

Tabel 4. Komposisi unsur dari Selokan TPA Air Dingin Kota Padang Titik S.K 7

Unsur	Berat %
Besi (Fe)	44.88
Oksigen (O)	37.29
Titanium (Ti)	12.15
Karbon (C)	2.56
Aluminium (Al)	1.15
Magnesium (Mg)	0.79
Silika (Si)	0.68
Vanadium (V)	0.50

2. Pembahasan

a. Morfologi (ukuran bulir dan bentuk bulir)

Gambaran morfologi dari mineral ditunjukkan melalui SEM. Hasil SEM menunjukkan bentuk morfologi yang sama untuk ke 6 sampel lindi. Bentuk mineral magnetik yang ditemukan di TPA Air Dingin Kota Padang pada 6 titik pengambilan sampel umumnya lebih berbentuk bulat dan memiliki rengkahan. Hasil yang berbeda dilihat dari hasil pengukuran SEM dari TPA Jelekong dan TPA Sarimurti, berbentuk oktahedral dan dalam bentuk sudut untuk TPA Jelekong dan bulat (*spherules*) tidak sempurna serta ada rengkahan untuk TPA Sarimurti. Hal ini menandakan bahwa mineral magnetik lindi TPA Jelekong berasal dari batu dan tanah, sedangkan TPA Sarimurti berasal dari sampah *antrophogenic*. Perbedaan bentuk mineral magnetik mungkin karena fakta bahwa Sarimurti dalam situs aktif, sementara Jelekong telah ditutup pada tahun 2006. limbah padat yang membusuk di Jelekong tidak lagi melepaskan senyawa kimia antropogenik ke lingkungan^[5].

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan tentang Sifat Magnetik Sebagai Indikator Proksi Dari Logam Berat Dalam Air Lindi, TPA Jelekong. Hasil dari SEM menunjukkan bahwa ukuran bulir dan bentuk bulir magnetik juga sangat bervariasi dan beberapa bulir yang ukurannya >50µm, dan

juga memiliki bentuk bulir dengan permukaan kasar dan hampir berkarat. Hal yang sama dengan ukuran bulir mineral magnetik yang terkandung pada lindi TPA Air Dingin Kota Padang termasuk cukup besar yakni > 50 µm, dan termasuk dalam kelompok *multidomain*.

b. Komposisi Unsur

Pada umumnya komposisi mineral magnetik lindi TPA Air Dingin Kota Padang mengandung unsur C. Ukuran bulir bulat dengan oksida >30% mengandung unsur C dan juga elemen lain seperti Al, Ca, Na, dan Si, biasanya berasal dari industri dan area transportasi (lalulintas). Selain itu bulir magnetik yang bulat sering berasosiasi dengan unsur C dan Al, Ca, Na, Si yang berasal dari pembakaran bahan fosil pembangkit listrik, industri dan aktivitas pembakaran dari rumah tangga. Sedangkan Fe murni dan Al, Ca, K, P, S, Mg, dan Si terbawa dari abrasi (pengikisan) pada sistem kendaraan bermotor.

Keberadaan unsur C pada pada Lindi TPA Air Dingin Kota Padang diduga karena tinggi kandungannya pada lumpur lindi sehingga proses pelepasan ke udara menjadi sangat lambat. Selain itu keberadaan unsur C dapat bersal dari proses-proses pembakaran sampah selain dari proses erosi mineral-mineral magnetik dari sampah-sampah logam. Sedangkan bulir-bulir mineral magnetik *antrophogenic* ini berasosiasi dengan oksida silikat berasal dari lapisan tanah penutup sampah kemudian mengalami proses transportasi yang panjang dari tempat sampah ke kolam bersama-sama dengan lindi. Berdasarkan serangkaian analisis diperoleh bahwa mineral magnetik pada TPA Air Dingin Kota Padang berasal dari sumber *antrophogenic* seperti sampah rumah tangga dan sampah industri.

Kondisi serupa juga pernah ditunjukkan pada komposisi unsur lumpur lindi dari TPA Jelekong, yang menunjukkan bahwa komposisi unsur yang dihasilkan EDS berasal dari sumber *antrophogenic* dan terdiri dari 6 unsur yang dihasilkan yaitu, Karbon (C), Oksigen(O), Aluminium (Al), Silika (Si), Titanium (Ti), dan Besi (Fe). Berbeda halnya dengan hasil EDS TPA Air Dingin Kota Padang, komposisi unsur yang dihasilkan lebih banyak, terdiri dari 12 unsur yang dihasilkan yaitu, Oksigen(O), Silika (Si), Aluminium (Al), Besi (Fe), Karbon (C), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Fosfor (P), Titanium (Ti), Natrium (Na), Kalium (K), Belerang (S).

Kondisi serupa juga pernah ditunjukkan pada komposisi unsur lumpur lindi dari TPA Jelekong, yang menunjukkan bahwa komposisi unsur yang dihasilkan EDS berasal dari sumber *antrophogenic* dan terdiri dari 6 unsur yang dihasilkan yaitu, Karbon (C), Oksigen(O), Aluminium (Al), Silika (Si), Titanium (Ti), dan Besi (Fe). Berbeda halnya dengan hasil EDS TPA Air Dingin Kota Padang,

komposisi unsur yang dihasilkan lebih banyak, terdiri dari 12 unsur yang dihasilkan yaitu, Oksigen(O), Silika (Si), Aluminium (Al), Besi (Fe), Karbon (C), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Fosfor (P), Titanium (Ti), Natrium (Na), Kalium (K), Belerang (S).

Persentase berat unsur Besi (Fe) TPA Jelesong lebih tinggi dari persentase TPA Air Dingin Kota Padang dan juga persentase unsur Aluminium (Al) TPA Air Dingin Kota Padang lebih tinggi dari persentase TPA Jelesong

Tabel 5. Perbandingan Persentase Logam Berat Sampel TPA Air Dingin Kota Padang

Logam Berat	Nama Sampel (%)					
	1A	4E	8E	S.0	S.8	S.K7
Besi (Fe)	14.61%	6.24%	9.99%	60.04%	51.20%	44.88%

KESIMPULAN

1. Hasil pengamatan menggunakan SEM terhadap hasil ekstraksi dari Lindi TPA Sampah Air Dingin Kota Padang, memberikan informasi tentang morfologi lindi yang memiliki ukuran dan bentuk bulir yang sama. Ukuran bulir magnetik pada lindi berukuran lebih besar dari 20 μm dan termasuk dalam kelompok *multidomain* (MD). Ukuran bulir mineral magnetik didominasi dengan bentuk bulat (*spherules*) dan banyak rengkahan karena berasal dari proses antropogenik. Hasil pengamatan yang sama dari sampel sungai, coring dan selokan ukuran bulir magnetik lebih besar dari 20 μm dan termasuk dalam kelompok *multidomain* (MD). Ukuran bulir mineral magnetik didominasi dengan bentuk persegi dan banyak rengkahan.
2. Dilihat dari hasil pengukuran menggunakan SEM yang dilengkapi dengan EDS terhadap hasil ekstraksi mineral magnetik lindi, memberikan informasi mengenai komposisi unsur. Hasil analisa menunjukkan beberapa unsur dominan pada lindi adalah Fe, O, Ti, C, Mg, Al dan Si. Hasil pengukuran yang sama dari sampel sungai, coring dan selokan unsur yang dominan adalah Fe, O, Ti, C, Mg, Mn, Al dan Si.

SARAN

Untuk mendapatkan informasi ukuran bulir magnetik lebih lengkap pengukuran tidak hanya dilakukan menggunakan SEM EDS saja, tetapi perlu dilakukan pengukuran lanjutan menggunakan *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM). Ukuran bulir dan jenis mineral magnetik dapat dilihat dengan *King's Plot* dan *Lowrie and Fuller Test*, dan juga menggunakan *Ishotermal Remanent Magnetization*. Ukuran bulir dan jenis mineral dapat dilihat dengan Thompson's Plot.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arif, A. Fahrudin. 1989. Pengaruh Sampah di TPA Dago, kotamadya Bandung Terhadap Kualitas Air Tanah di Sekitarnya, *Thesis*, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- [2]. Damanhuri, E. 1996. *Teknik Pembuangan Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Bandung.
- [3]. Damaryanti, L., Muhamad Y., dan Esther R.A. 2011. Identifikasi Tanah Tercemar Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Muara Fajar dengan Metode Geolistrik. *Jurnal Bumi Lestari Volume 11 No. 2, Agustus 2011*. Halaman 371-378.
- [4]. Huliselan, K.S. 2010. Scanning Electron Microscopy and Magnetic Characterization of Iron Oxides In Solid Waste Landfill Leachate. *Journal of Hazardous Materials ITB*.
- [5]. Huliselan, K.S. Bijaksana. S. 2007. *Identifikasi Mineral Magnetik pada Lindi (Leachate)*. Bandung: Jurnal Geofisika.
- [6]. Handayani, A., Sumaryo, dan A. Sitompul. 2007. *Pengamatan Strukturmikro dengan Mikroskop Optik Dan Scanning Electron Microscope (SEM - EDAX)*. Pusdiklat. Jakarta. 21 sampai dengan 31 Mei 2007.
- [7]. Hunt, C. P. 1991. *Handbook From The Environmental Magnetism Workshop*. Minneapolis. University of Minneasota.
- [8]. Iswand. 2012. Kajian Pengelolaan Sampah Di Kota Padang. *Jurnal*. Padang. STKIP PGRI Sumbar.
- [9]. Komala, P.S., N. Loeis, "Pengaruh Sistem Open Dumping di lokasi pembuangan akhir (LPA) terhadap kandungan logam berat pada air tanah dangkal.
- [10]. Langmore. A. *Minimum Requirement For Water Monitoring At Waste Management Facilities*, 2nd Edition, Departement Of Water Affairs And Forestry, Republic Of South Africa, 1998.
- [11]. Rifai, H, E. Rahman, M. Irvan. 2011. *Ekstraksi Magnetik pada Methanol-Soap Bathed Muds*. Palembang: Jurnal Penelitian Sains 14 1(B).
- [12]. Sutomo, A.H. dkk, 2000, *Dampak Kesehatan Masyarakat Akibat Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Piyungan Kabupaten Bantul*, Kantor Wilayah Kesehatan Yogyakarta, Hal 13-15.
- [13]. Tauxe, L., 2007. *Lectures in Paleomagnetism*. <http://earthref.org/MAGIC/books/Tauxe/2007/lecture 6>.