

IDENTIFIKASI JENIS MINERAL MAGNETIK GUANO DARI GUA BAU-BAU KALIMANTAN TIMUR MENGGUNAKAN X-RAY DIFFRACTION (XRD)

Dolla Yuliza Pertama¹⁾ Hamdi²⁾ Akmam²⁾

¹⁾Mahasiswa Prodi Fisika Jurusan Fisika FMIPA UNP, email: olla.leviosa91@gmail.com

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang, email: hamdi_unp@yahoo.com dan akmam_db@fmipa.unp.ac.id

ABSTRACT

The existence of minerals magnetic guano can be identified by knowing the kind of the minerals magnetic contained in guano. This research is to identification the kind of minerals-magnetic-guano from Bau-Bau Cave, East Kalimantan. The kind of minerals magnetic are Identified using X-Ray Diffraction (XRD). Kind Minerals magnetic is determined by comparing the measured data with database of minerals. The measurement results showed that the guano samples have a mineral magnetic content. Kind of minerals magnetic in guano is magnetite (Fe_3O_4), it can be seen from the pattern at XRD measurements fractions. Data analysis showed that there are minerals magnetic in guano, it is happen because minerals magnetic transport from environments in to the cave.

Keywords: *The existence of minerals magnetic, guano, mineral magnetic. x-ray diffraction (XRD)*

PENDAHULUAN

Guano merupakan kotoran kelelawar yang mengandung mineral Karbon (C), Nitrogen (N) dan Fosfat (PO_4) serta Urea dari sisa pencernaan kelelawar yang mengendap di lantai gua^[1]. Banyak hal yang dapat diidentifikasi dari guano, salah satunya adalah mengidentifikasi keberadaan mineral magnetik. Keberadaan mineral dalam batuan atau sedimen cukup kecil namun bermanfaat dalam menganalisis perubahan lingkungan^[2].

Perubahan lingkungan yang terjadi pada sedimen gua dapat dianalisis berdasarkan transportasi mineral magnetik pada guano. Transportasi tersebut terjadi pada keadaan basah (hujan) dan kering (kemarau) melalui angin, dan air dan binatang gua (kelelawar). Transportasi mineral magnetik melalui angin dapat berasal dari debu yang masuk dari lingkungan luar ke dalam gua seperti debu vulkanik, sedangkan transportasi mineral magnetik melalui media air akibat terjadinya rembesan air ke lantai gua^[3]. Transportasi mineral magnetik ke dalam gua dapat juga melalui makanan kelelawar seperti serangga. Hal ini disebabkan tubuh serangga tersusun atas zat *chitin* ($C_{16}H_{26}N_2O_{10}$) yang tidak dapat dicerna dengan sempurna oleh kelelawar sehingga menumpuk di lantai gua^[4].

Transportasi mineral magnetik yang terjadi pada guano dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi jenis mineral magnetik yang terkandung pada guano. Hal ini dilakukan untuk tahanan, kedalaman dan jenis mengetahui keberadaan mineral magnetik yang

terkandung pada guano. Pengidentifikasiannya dilakukan dengan mengambil sampel dari Gua Bau-Bau Kalimantan Timur. Gua Bau-Bau terletak pada kawasan karst yang terbentuk akibat pelarutan batu gamping yang banyak mengandung mineral Kalsiumkarbonat ($CaCO_3$)^[5]. Mineral Kalsiumkarbonat termasuk ke dalam bahan yang tidak memiliki sifat magnetik. Sifat magnetik tidak dimiliki oleh *fresh* guano yang baru dihasilkan kelelawar namun kandungan mineral magnetik dapat ditemukan pada guano^[3]. Hal ini memungkinkan adanya keberadaan mineral magnetik yang terkandung pada guano dari Gua Bau-Bau Kalimantan Timur. Kandungan mineral magnetik dapat diidentifikasi dengan melihat jenis mineral magnetik pada guano.

Mineral yang terdapat di alam umumnya bersifat diamagnetik, paramagnetik dan sebagian bersifat ferromagnetik. Bahan yang bersifat ferromagnetik memiliki kemagnetan yang paling kuat. Ferromagnetik umumnya tergolong kedalam keluarga Hidroksida Besi, Sulfida Besi dan Oksida Titanium Besi^[6]. Keluarga Sulfida Besi terdiri dari mineral phyrhotite (Fe_7S_8) dan *Greigite* (Fe_3S_4), keluarga Hidroksida Besi adalah *goethite* (α - $FeOOH$) dan keluarga Oksida Titanium Besi terdiri dari mineral *magnetite* (Fe_3O_4), *hematite* (α - Fe_2O_3) dan *maghemite* (γ - Fe_2O_3)^[7].

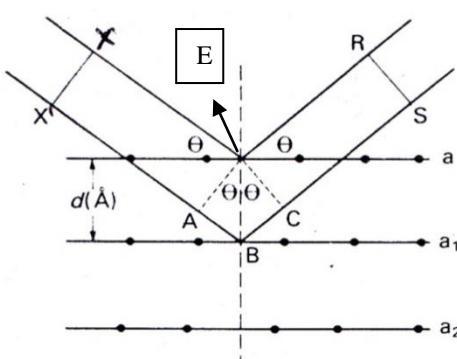
Mineral *magnetite* yang termasuk ke dalam keluarga Oksida Titanium Besi merupakan salah satu mineral yang paling penting di bumi. Hal ini terjadi karena banyak terdapat pada batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf. *Magnetite*

mempunyai struktur kristal membentuk susunan kubus pusat muka^[8]. Sedangkan mineral *hematite* merupakan mineral ferromagnetik dengan temperatur Curie 680^{0[7]}. *Hematite* banyak terdapat di alam khususnya pada tanah dan batuan sedimen. Mineral selanjutnya yang termasuk keluarga Oksida Titanium Besi adalah *maghemite* yang identik dengan hematite namun tidak memiliki bentuk struktur kristal yang sama^[6]. *Maghemite* juga banyak terdapat di alam terutama di tanah. Keluarga Oksida Titanium Besi merupakan mineral bumi yang dianggap sebagai mineral magnetik yang paling dominan terdapat di alam

Mineral di alam memiliki komposisi kimia yang khas dan mempunyai struktur kristal yang jelas. Bentuk kristal di alam tak terhingga jumlahnya, tetapi dapat dikelompokkan kedalam tujuh sistem. Tujuh system sumbu dalam pengelompokan bentuk kristal yaitu: kubik, tetragonal, ortorombik, rombohedral, heksagonal, monoklin dan triklin^[9]. Jenis mineral di alam dapat diidentifikasi dengan meihat bentuk kristal suatu bahan.

Pengidentifikasiannya jenis mineral magnetik dapat dilakukan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD). XRD merupakan salah satu metoda karakterisasi material yang sering digunakan hingga sekarang. Pengidentifikasiannya fasa kristalin dalam sebuah material dapat dilakukan dengan teknik ini yaitu dengan menentukan parameter kisi. Pola difraksi yang terbentuk pada sudut tertentu menyatakan karakteristik dari sampel.

Setiap unsur atau senyawa memiliki pola difraksi tertentu. Pola difraksi yang dihasilkan oleh unsur atau senyawa dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis kineral yang terdapat pada bahan. Skema proses difraksi dapat dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan adanya sinar-x yang datang pada sebuah permukaan kristal dengan setiap lapisan atom-atom terpisah sejauh d masing-masing dengan jarak yang sama



Gambar 1. Skema Difraksi Bidang Kisi^[10]

Berdasarkan Gambar 1 didapatkan persamaan yang memperlihatkan hubungan antara pajang

gelombang sinar-x dengan sudut difraksi, seperti perumusan berikut:

$$n \lambda = 2 d \sin \theta \quad (1)$$

atau didapatkan persamaan

$$d = \frac{\lambda}{2 \sin \theta} \quad (2)$$

Persamaan (2) ini dikenal sebagai Hukum Bragg, dimana hukum ini adalah persyaratan agar berkas sinar-x yang dihamburkan merupakan berkas difraksi.

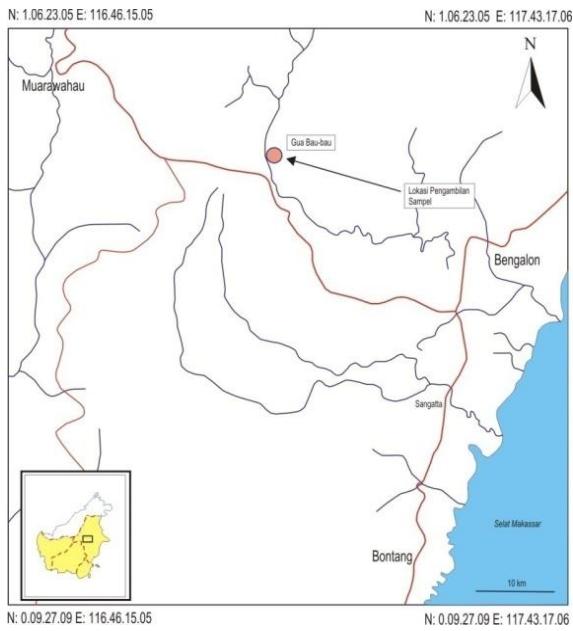
Seberkas sinar-x yang dijatuhkan pada sampel (kristal) berdasarkan persamaan Bragg mempunyai jarak antar atom dan panjang gelombang sama dalam kristal. Sinar-x yang ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai puncak difraksi. Bidang kristal yang terdapat pada dalam sampel akan membuat intensitas pembiasan yang dihasilkan akan semakin kuat, sehingga puncak-puncak pada pola *x-ray diffraction* akan semakin jelas. Setiap puncak akan mewakili satu bidang kristal tertentu.

Perbedaan intensitas yang dihasilkan dalam pengukuran terjadi karena penyebaran sinar-x selama pengukuran. Intensitas yang dihasilkan juga akan berbeda karena adanya perbedaan bidang, kisi, dan panjang kisi kristal pada setiap sudut difraksi tertentu yang menghasilkan puncak difraksi saat pengukuran.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif menggunakan data primer yang diperoleh dari hasil *x-ray diffraction* (XRD). Hasil penelitian tidak hanya sampai pada pengumpulan dan penyusunan data tetapi mencakup analisis dan interpretasi data.

Pengambilan sampel dilakukan oleh Dr. Hamdi, M.Si. di Gua Bau -Bau Kalimantan Timur pada bulan Juni 2012. Posisi pengambilan sampel guano secara geografis ditentukan dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Berdasarkan posisi geografis yang diperoleh dari GPS, Gua Bau-Bau berada pada koordinat N 00°54'58.7" dan E 117°13'09.1" dengan elevasi 99 meter seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Pengambilan sampel Guano di Gua Bau-Bau Kalimantan Timur.

Sebelum dilakukan pengukuran sampel yang akan diukur dipersiapkan terlebih dahulu, langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengeringkan sampel sehingga nantinya sampel berbentuk serbuk. Persiapan sampel dilakukan di Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika FMIPA pada bulan Januari-Juni 2013. Setelah proses pengeringan sampel kemudian sampel akan digerus sampai berbentuk serbuk halus. Sampel guano diukur menggunakan *X-Ray Diffractometer* (XRD) seperti yang terlihat pada Gambar 3. Pengukuran dilakukan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang pada bulan September 2013.



Gambar 3. *X-ray diffractometer* (XRD)

Komponen XRD memiliki peran dalam membantu menghasilkan data dalam pengukuran. Tiga komponen dasar pada *x-ray diffractometer*

yaitu sinar-x, sampel stage dan detektor yang terletak pada suatu lingkaran yang sejajar dengan lingkaran fokus. Tipe XRD yang digunakan yaitu *PANalytical X Pert Pro PW 3060/10* dengan detektor tipe Pixel 1-D. Rentangan sudut 2θ yang diambil mulai dari 10^0 - 100^0 dengan slit 1^0 .

Filamen atau katoda berperan sebagai sumber elektron. Tegangan sumber electron sekitar 30-40 kV terhadap anoda (logam sasaran). Anoda yang digunakan dalam pengukuran adalah logam Cu dengan filter menggunakan logam Ni. Filter Ni digunakan karena dapat menghasilkan energi tinggi sehingga memperoleh intensitas yang maksimum dalam pengukuran.

Sinar-x yang dihasilkan dari tabung yang berisi katoda memanaskan filament sehingga menghasilkan elektron. Elektron dengan tingkat energi yang tinggi akan menabrak elektron dalam objek sehingga menghasilkan pancaran sinar-x. Detektor dan objek akan berputar untuk menangkap dan merekam intensitas sinar-x. Detektor merekam dan memproses sinyal sinar-x dan mengolahnya dalam bentuk grafik yang dinamakan difraktogram. Difraktogram menyatakan hubungan antara intensitas dengan sudut difraksi (2θ).

Analisa hasil pengukuran XRD dilakukan untuk memperoleh jenis mineral yang terkandung pada sampel guano Gua Bau-Bau. Jenis mineral yang terkandung pada guano dapat diidentifikasi dengan membandingkan hasil pengukuran dengan *database* mineral.

1. Penentuan Jenis Mineral dengan Membandingkan Hasil Pengukuran dengan *Database* Mineral

Hasil pengukuran menunjukkan hubungan antara sudut difraksi (2θ), intensitas difraksi (I) dan jarak antar bidang (d). Jenis mineral dapat ditentukan dengan membandingkan hasil pengukuran berupa sudut difraksi dan intensitas relatif dengan *database* mineral. Intensitas relatif merupakan perbandingan nilai intensitas pada sudut 2θ tertentu dengan nilai intensitas yang paling signifikan. Intensitas relatif dan sudut difraksi yang diperoleh kemudian akan dibandingkan dengan intensitas relatif dan sudut difraksi dari *database* mineral.

2. Penentuan jenis mineral secara manual

Penentuan jenis mineral yang terkandung pada sampel dapat dilakukan secara manual menggunakan program Macth. Program Macth digunakan untuk mengatahui cara menentukan jenis mineral secara langsung.

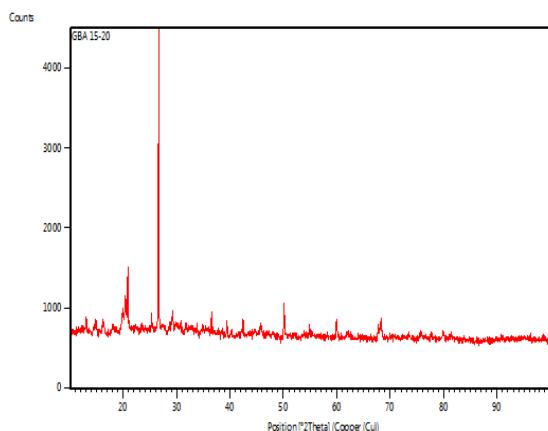
Jenis mineral pada sampel dapat diketahui dengan mencocokan setiap sudut difraksi dan intensitas difraksi dengan jenis mineral yang memiliki sudut difraksi dan intensitas difraksi yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Hasil pengukuran yang diperoleh dari *x-ray diffraction* berupa intensitas difraksi dengan sudut difraksi tertentu. Data hasil pengukuran menunjukkan sudut difraksi (2θ), intensitas difraksi (I), jarak antar bidang (d) dan intensitas relatif (I_r). Difraktogram yang diperoleh dari hasil pengukuran menyatakan hubungan antara intensitas difraksi (I) dengan sudut difraksi (2θ).

Data hasil pengukuran sampel guano dari Gua Bau-Bau menggunakan *x-ray diffraction* diperoleh difraktogram seperti Gambar 4. Difraktogram yang dihasilkan berupa puncak-puncak intensitas sepanjang nilai 2θ dengan bentuk yang bervariasi.



Gambar 4. Hasil Pengukuran X-Ray Diffraction Guano

Gambar 4 memperlihatkan difraktogram yang menyatakan hubungan antara intensitas dengan sudut difraksi (2θ) membentuk puncak-puncak intensitas dengan sudut 2θ tertentu. Difraktogram menunjukkan beberapa puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu.

1. Penentuan Jenis Mineral dengan Membandingkan Hasil Pengukuran dengan *Database Mineral*

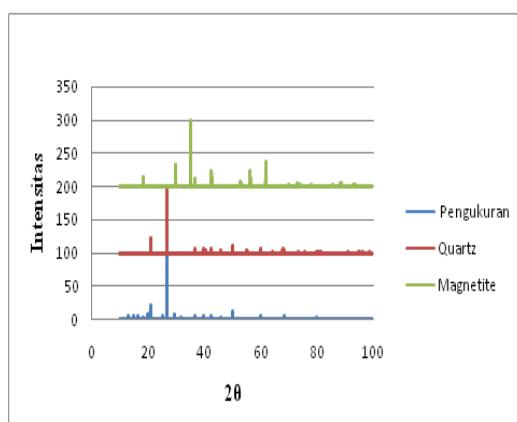
Data yang dapat diperoleh dari hasil pengukuran pada sampel 1 tidak hanya intensitas (I) dan sudut difraksi (2θ) namun hasil tersebut juga dapat menunjukkan jarak antar bidang (d) dan intensitas relatif. Puncak-puncak intensitas yang dihasilkan dari hasil pengukuran dapat digunakan untuk menentukan intensitas relatif dengan cara membandingkan puncak-puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu dengan puncak intensitas yang paling signifikan.

Sudut difraksi dapat digunakan untuk menentukan jarak antar bidang berdasarkan hukum Bragg. Data hasil pengukuran berupa sudut difraksi, intensitas relatif dan jarak antar bidang. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran X-Ray

$2\theta(^{\circ})$	$d [\text{\AA}]$	$I_r (\%)$	Diffr action n samp el 1
13.0534	6.78245	4.9	
14.8152	5.97964	3.8	
16.2177	5.46556	4.0	
18.2068	4.87266	1.9	
19.7972	4.48467	6.2	
20.3701	4.35982	10.0	
20.8296	4.26466	20.6	
25.2925	3.52137	4.4	
26.6127	3.34961	100.0	
29.2787	3.05039	5.9	
31.7020	2.82253	2.2	
36.5261	2.46007	5.0	
39.4645	2.28341	3.9	
42.4622	2.12889	4.4	
45.7729	1.98232	2.8	
50.0973	1.82088	10.9	
59.8907	1.54443	5.0	
62.0391	1.49600	1.3	
68.2615	1.37401	4.6	
79.8965	1.20066	2.0	

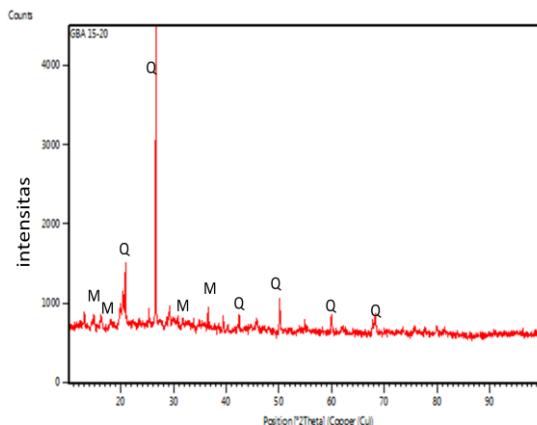
Intensitas relatif dan sudut difraksi yang diperoleh akan dibandingkan dengan *database mineral* untuk mengetahui jenis mineral yang diperoleh dari hasil pengukuran. Perbandingan hasil pengukuran dengan *database mineral* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Hasil Pengukuran Sampel 1 dengan *Database Mineral*.

Perbandingan hasil pengukuran sampel 1 dengan *database mineral* (Gambar 5) menunjukkan guano memiliki kandungan

mineral yang bervariasi. Variasi menunjukkan bahwa ada jenis mineral magnetik dan jenis mineral non magnetik yang terkandung pada sampel guano. Jenis mineral yang terkandung pada guano dapat diidentifikasi dari perbandingan hasil pengukuran dengan database mineral seperti dapat dilihat jelas pada Gambar 6.



Gambar 6. Analisis Hasil Pengukuran X-Ray Diffraction Sampel 1. M menunjukkan Magnetite dan Q menunjukkan Quartz.

Gambar 6 menunjukkan kandungan jenis mineral magnetik yang terkandung pada guano. Jenis mineral magnetik yang terkandung pada sampel guano adalah *magnetite* yang terbentuk pada sudut difraksi 14.8152° , 18.2068° , 31.7020° , 36.5261° . Intensitas yang dihasilkan $\leq 5\%$ sehingga tidak menunjukkan intensitas yang signifikan. Hal ini disebabkan karena ditemukannya jenis mineral non magnetik yang lebih mendominasi pada sampel guano.

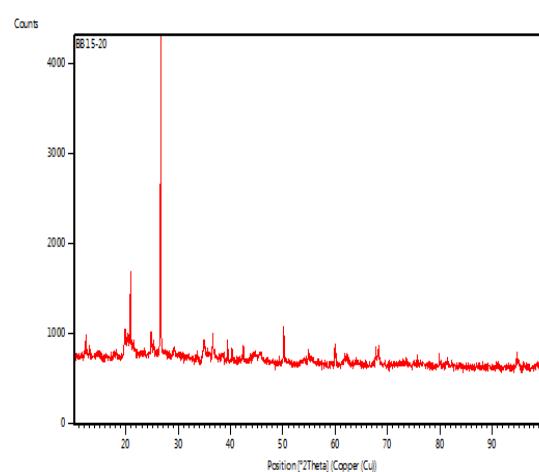
Jenis mineral non magnetik yang ditemukan pada sampel guano adalah *quartz*. *Quartz* terbentuk pada sudut difraksi 20.8296° , 26.6127° , 42.4622° , 50.0973° , 59.8907 dan 68.2615° . Intensitas yang dihasilkan dalam pengukuran sangat signifikan yaitu mencapai 100 %.

Kandungan jenis mineral yang bervariasi pada Tabel 2 menunjukkan jenis mineral non magnetik sangat mendominasi sampel guano. Hasil pengidentifikasiannya jenis mineral yang terkandung pada guano dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Data Hasil Pengukuran dengan Database Mineral.

Data hasil pengukuran $2\theta(^{\circ})$	I_r (%)	Database Mineral		Jenis mineral
		$2\theta(^{\circ})$	I_r (%)	
14.8152	3.8	14.717	0.1	Magnetite
18.2068	1.9	18.081	13.3	Magnetite
20.8296	20.6	20.849	21.0	Quartz
26.6127	100.0	26.624	100.0	Quartz
31.7020	2.2	31.697	0.1	Magnetite
36.5261	5.0	36.633	10.8	Magnetite
39.4645	3.9	39.442	6.8	Quartz
42.4622	4.4	42.432	4.7	Quartz
50.0973	10.9	50.108	10.7	Quartz
59.8907	5.0	59.927	7.0	Quartz
68.2615	4.6	68.277	3.2	Quartz

Data hasil pengukuran menggunakan *x-ray diffraction* sampel 2 berupa difraktogram terhadap berupa hubungan intensitas dan sudut difraksi tertentu. Intensitas yang diperoleh dapat menentukan intensitas relatif pada hasil pengukuran dengan membandingkan intensitas yang signifikan dengan intensitas yang paling signifikan seperti terlihat pada Gambar 7.



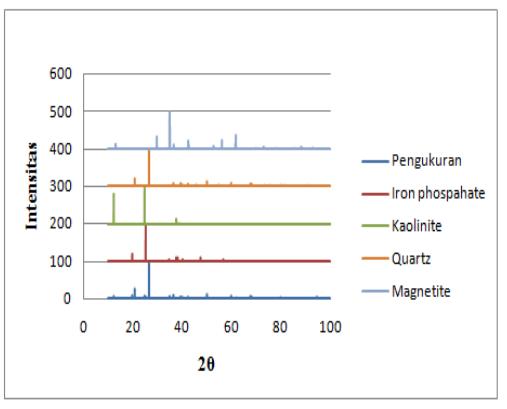
Gambar 7. Hasil Pengukuran X-Ray Diffraction guano.

Difraktogram Gambar 7 menyatakan hubungan antara intensitas dengan sudut difraksi. Sudut difraksi dapat digunakan untuk menentukan jarak antar bidang dengan menggunakan hukum Bragg. Tabel 3 akan menunjukkan sudut difraksi, jarak antar bidang dan intensitas yang dihasilkan dari pengukuran sampel 2 guano.

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran *X-Ray Diffraction*

$2\theta(^{\circ})$	d [Å]	I_r [%]
12.3212	7.18382	5.8
19.7941	4.48536	8.2
20.8368	4.26322	26.0
24.8288	3.58608	7.17
25.2811	3.52294	4.28
26.6211	3.34857	100.0
34.9535	2.56706	5.8
36.5134	2.46089	8.7
39.4588	2.28373	4.7
40.2846	2.23880	2.7
42.4499	2.12948	4.0
50.106	1.82058	11.5
55.1032	1.66672	1.4
59.914	1.54388	7.0
62.0533	1.49570	2.4
67.7007	1.38403	5.8
68.2495	1.37423	4.2
79.9003	1.20061	2.5
94.6316	1.04875	4.3

Jenis mineral magnetik dapat ditentukan dengan membandingkan sudut difraksi dan intensitas relatif dari hasil pengukuran dengan *database* mineral. Perbandingan hasil pengukuran dan *database* mineral sampel 2 guano dapat dilihat pada Gambar 8.



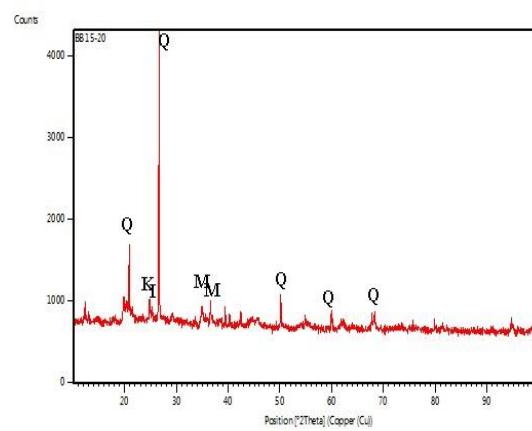
Gambar 8. Perbandingan Hasil Pengukuran Sampel 2 dengan *Database* Mineral.

Hasil perbandingan menunjukkan jenis mineral yang terkandung pada sampel 2 bervariasi seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Data Hasil Pengukuran dengan *Database* Mineral

Data Hasil Pengukuran		Database Mineral		Jenis Mineral
$2\theta(^{\circ})$	[%]	$2\theta(^{\circ})$	[%]	
20.8368	26.0	20.844	20.0	Quartz
24.8288	7.1	24.844	100.0	Kaolinite
25.2811	4.2	25.281	100.0	Iron phosphate
26.6211	100.0	26.619	100.0	Quartz
34.9535	5.8	34.984	100.0	Magnetite
36.5134	8.7	36.633	10.8	Magnetite
50.1060	11.5	50.099	11.7	Quartz
59.9140	7.0	59.914	8.2	Quartz
68.2495	4.2	68.255	3.8	Quartz

Kandungan mineral magnetik yang terkandung pada sampel 2 terbentuk pada sudut 34.9535° dan 36.5134° , sedangkan sudut difraksi lain yang terbentuk menunjukkan bahwa adanya kandungan jenis mineral non magnetik. Jenis mineral non magnetik yang paling mendominasi yaitu *quartz* yang terbentuk pada beberapa sudut difraksi dengan intensitas tertinggi mencapai 100%. Difraktogram hasil pengukuran dengan mengetahui kandungan jenis mineral dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Analisis Hasil Pengukuran *X-Ray Diffraction* Guano.

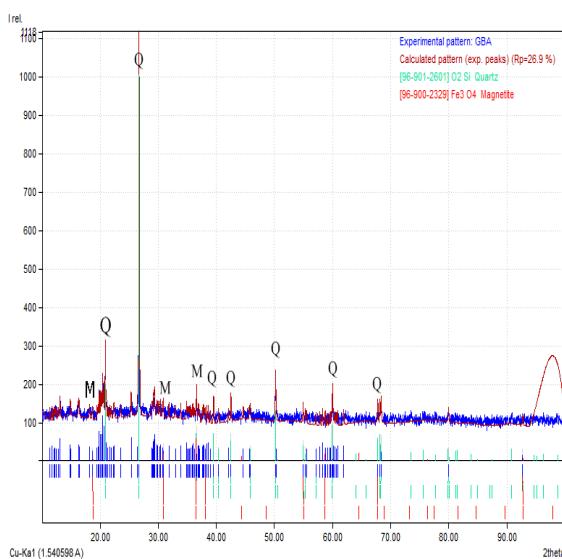
2. Penentuan jenis mineral secara manual

Penentuan jenis mineral secara manual dilakukan dengan menentukan sudut difraksi (2θ), intensitas relatif dan jarak antar bidang.

Data tersebut diperoleh dengan melihat secara langsung dari setiap puncak difraksi yang dihasilkan dari pengukuran *x-ray diffraction*. Data yang diperoleh secara manual dapat dilihat pada Tabel 1.

Data pada Tabel 1 digunakan untuk mengetahui jenis mineral yang terkandung pada sampel guano. Jenis mineral diketahui dengan mencocokan intensitas dan sudut difraksi pada data dengan intensitas dan sudut difraksi mineral. Hasil pencocokan diketahui adanya jenis mineral magnetik dan non magnetik yang terkandung pada sampel guano. Jenis mineral magnetik yang dapat diketahui yaitu *magnetite* dan jenis mineral non magnetik yaitu *quartz*. Hasil pencocokan jenis mineral magnetik dapat dilihat pada Gambar 10.

Gambar 10 menunjukkan kandungan jenis mineral yang terkandung pada guano. Variasi jenis mineral yang ditunjukkan Gambar 8 memperlihatkan bahwa ada jenis mineral magnetik dan non magnetik yang terkandung pada sampel. Jenis mineral magnetik yang terkandung pada sampel adalah *magnetite*. Sedangkan jenis mineral non magnetik yang terkandung pada guano adalah *quartz*.



Gambar 10. Hasil pencocokan data hasil pengukuran. Garis berwarna merah menunjukkan kecocoka untuk mineral M = *magnetite* sedangkan garis berwarna biru tosca menunjukkan mineral Q = *Quartz*.

2. Pembahasan

Hasil pengukuran *x-ray diffraction* terhadap sampel guano dari Gua Bau-Bau Kalimantan Timur menunjukkan bahwa guano memiliki kandungan

mineral magnetik. Hal ini terlihat dari pengidentifikasi jenis mineral dengan melakukan perbandingan hasil pengukuran dengan *database* mineral dan pencocokan jenis mineral secara manual. Penggunaan 2 cara ini dilakukan agar pengidentifikasi jenis mineral yang terkandung pada guano lebih jelas dan akurat.

Jenis mineral magnetik yang ditemukan pada sampel adalah *magnetite* (Fe_3O_4). Mineral *magnetite* terbentuk pada beberapa sudut difraksi dengan intensitas relatif yang rendah. Hasil pengukuran menunjukkan jarak antar bidang (d_{hkl}) yang terbentuk rata-rata 2.5 \AA .

Sudut difraksi dan intensitas yang terbentuk pada sampel juga menunjukkan adanya jenis mineral non magnetik yaitu *quartz* (SiO_2) yang berfungsi sebagai pengotor. Hal ini disebabkan karena tidak dilakukan proses ekstraksi pada sampel. Jenis mineral non magnetik yang ditemukan pada hasil analisis difraktogram disebabkan oleh sampel guano dari Gua Bau-Bau yang digunakan tidak mengalami proses ekstraksi, sehingga semua mineral-mineral yang berada pada sampel terdeteksi oleh XRD.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa jenis mineral non magnetik lebih mendominasi dari pada jenis mineral magnetik. Mineral magnetik yang ditemukan pada sampel guano dari Gua Bau-Bau di sebabkan karena terletak pada kawasan karst yang terbentuk akibat peralutan batugamping dan tidak terdapatnya gunung berapi disekitar gua.

Mineral magnetik yang dapat ditemukan pada guano yang berada pada daerah karst terjadi karena adanya proses transportasi mineral magnetik yang terjadi dari lingkungan luar ke dalam gua dan zat *chitin* yang dapat menyerap ion logam pada sedimen gua^[10].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perbandingan pengukuran dengan *database* mineral dan pencocokan sudut difraksi secara manual yang dihasilkan menggunakan *x-ray diffraction* dapat diketahui kandungan jenis mineral magnetik pada guano dari Gua Bau-Bau Kalimantan Timur. Kandungan jenis mineral magnetik yang terkandung pada guano yaitu *magnetite* (Fe_3O_4). Sedangkan mineral non magnetik yang teridentifikasi pada hasil pengukuran disebabkan oleh sampel yang digunakan tidak melewati proses ekstraksi sehingga mineral nonmagnetik yang terdeteksi *x-ray diffraction* berfungsi sebagai pengotor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima yang sebesar-besarnya kepada Dr. Hamdi, M.Si., Ibu Erni Rahman, dan Mr. Christopher M Wursters yang telah mengambil sampel guano di Gua Bau-Bau Kalimantan Timur. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Fisika FMIPA UNP yang telah mengizinkan Penulis untuk melakukan penelitian menggunakan XRD di Laboratorium FMIPA UNP.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bird, M, I. Boobyer, EM. Bryant, C. Lewis, AH.Paz, V dan Stephenus, WE. 2007. *A Long Record Of Environmental Change From Bat Guano Deposits In Makangit Cave, Palawan, Philippines: Earth and Environmental Science transactions of the Royal of Edinburgh*, 98, 59.69, 2007.
- [2] Huliselan,E.K, Bijaksana. S. 2007. Identifikasi Mineral Magnetik pada Lindi (Leachate). Bandung: ITB. *Jurnal Geofisika* 2007/2.
- [3] Rifai, H., T. Oliantika., M. Novrilita., E. Rahman. 2010. *Konsistensi Sifat Magnetik Guano Dari Dua Goa Kelelawar Di Kabupaten 50 Kota Sumatera Barat*. Prossiding Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN.
- [4] Wurster, C, M. McFarlane., L.I. Wassenaar.,K.A.Hobson., N.B. Athfield.,M.I.
- [5] Bird. 2008. *Stable carbon and hydrogen from bat guano in the Grand Canyon, USA, reveal Younger Dryas and 8.2 ka event*. Scotland : University of St. Andrews.
- [6] Haryono, Eko, T. N. Adji. *Geomorfologi dan Hidrologi Karst*. Yogyakarta: UGM.
- [7] Evans, M. dan F. Heller. 2003. *Environment Magnetism Principles and Application of Environmagnetics*. Academic Press: California.
- [8] Butler, R. F. 1998. *Paleomagnetism Magnetic Domains to Geologic Teranes*. Boston: Blackwell Scientific Publication.
- [9] Hardy, R dan Tucker,M. 1991. *Techniques in Sedimentology*. Oxford Blackwell Scientific Publication: London Edinburgh Boston.
- [10] Dunlop, D.J. and O. Ozdemir. 1997. *Rock Magnetism: Fundamental and Frontiers*. Cambridge University Press.
- [11] Suud, Ibnu & Hufri. 1998. *Struktur dan Ikatan Kristal*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [12] Abun, Aisjah, T., dan Saefulhadjar, D. 2006. *Pemanfaatan Limbah cair Ekstaksi Kitin dari Kulit Udang Produk Proses Kimia dan Biologis sebagai Imbuhan Pakan dan Implikasinya terhadap Pertumbuhan Ayam Broiler*. Bandung: UNPAD.