

# SINTESIS DAN KARAKTERISASI PYRITE ( $\text{FeS}_2$ ) DARI DEPOSIT MINERAL KECAMATAN BONTOCANI, KABUPATEN BONE, SULAWESI SELATAN

Abdul Haris<sup>1</sup>, Bunga Dara Amin, A. Momang Yusuf, Nurhasmi

Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Makassar, Jl. Daeng Tata Raya, Makassar, 90224

<sup>1</sup>email: harisbakrie@yahoo.co.id

**Abstract:** *Synthesis and Characterization of Pyrite, from Minerals Deposite of Subdistrict of Bontocani, Bone regency, South Sulawesi. This research is about synthesis and characterization of pyrite, from minerals deposite of Bontocani subdistrict, Bone regency, South Sulawesi. The sample of minerals was characterized by using X-Ray Diffraction (XRD) to determine the crystal structure and chemical composition of the minerals. Based on the results of XRD characterization, we found that the composition MB\_06 of Pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) 64 wt.%, Hematite iron (III) oxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 15 wt.%, Silicon Okside ( $\text{SiO}_2$ ) 14 wt.% dan Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 4 wt.%. And the composition MB\_13 of Pyrite 9.8 wt.%, Hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 4 wt.%, Molybdenum (Mo) 8 wt.%, dan Silicon Oxide ( $\text{SiO}_2$ ) 78 wt.%. This purification of pyrite had done by dissolve 4 gram of pyrite minerals with 20 ml of HCl solution 12 M then heated at certain temperature  $300^\circ\text{C}$  for 2,5 h. Based on the results of XRD characterization, we found that the composition of pyrite are 85 wt% on MB\_06 and 83 wt% on MB\_13. SEM characterization was used to know the accidence of the minerals. The results of SEM analysis show that the minerals have a plate form with size of grains are  $\pm 2$  m.*

**Abstrak:** **Sintesis dan Karakterisasi Pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) dari Deposit Mineral Kecamatan Bontocani, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan.** Penelitian ini mengenai sintesis dan karakterisasi Pyrite ( $\text{FeS}_2$ ), dari deposit mineral Kecamatan Bontocani Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Karakterisasi dilakukan melalui uji X-Ray Diffraction (XRD) untuk mengetahui stuktur kristal dan komposisi kimia mineral. Berdasarkan hasil karakterisasi XRD diperoleh informasi bahwa mineral MB\_06 mengandung Pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) 64 wt.%, Hematite iron (III) oxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 15 wt.%, Silicon Okside ( $\text{SiO}_2$ ) 14 wt.% dan Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 4 wt.%. Untuk MB\_13 mengandung Pyrite 9.8 wt.%, Hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 4 wt.%, Molybdenum (Mo) 8 wt.%, dan Silicon Oxide ( $\text{SiO}_2$ ) 78 wt.%. Pemurnian pyrite dilakukan dengan melarutkan serbuk mineral 4 gram dengan larutan HCl 12 M sebanyak 20 ml ke dalam gelas kimia dan dipanaskan pada temperatur  $300^\circ\text{C}$  selama 2,5 jam dengan oven. Berdasarkan hasil karakterisasi XRD kuantitas fase (wt.%) mineral pyrite sebesar 85 wt.% untuk MB\_06 dan 83 wt.% untuk MB\_13. Morfologi mineral pyrite dianalisis menggunakan Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS). Citra SEM menunjukkan bahwa morfologi pyrite berbentuk lempengan dengan ukuran  $\pm 2$   $\mu\text{m}$ .

**Kata Kunci:** deposit mineral,  $\text{FeS}_2$  (pyrite), purifikasi, komposisi mineral

Mineral adalah benda padat homogen yang terdapat di alam terbentuk secara anorganik, mempunyai komposisi kimia tertentu dan mempunyai atom-atom yang tersusun secara teratur. Banyak bahan yang tidak dapat diproduksi tanpa menggunakan mineral. Sebagai contoh, mineral yang terlibat dalam pembuatan kaca, kertas, dan cat. Hampir semua jenis produk menggunakan bahan dasar dari mineral. Misalnya, proses manufaktur yang terlibat dalam penyulingan minyak bumi, pembuatan baja, memproduksi tekstil, plastik, dan pupuk. Semua

tergantung pada bahan kimia yang dibuat dari mineral<sup>[5]</sup>.

Beberapa jenis mineral memiliki sifat dan bentuk tertentu, serta susunan kristal yang berbeda. Salah satu unsur logam yang memiliki kekristalan yang baik adalah besi. Bijih besi di alam terbentuk dalam mineral pyrite, magnetite, hematite, limonite dan Cromite. Bijih besi merupakan mineral yang keberadaannya melimpah dipermukaan bumi. Salah satu wilayah yang memiliki kandungan besi yang melimpah yaitu di kecamatan Bontocani. Salah satu mineral ikutan yang terdapat di wilayah Bontocani yaitu

pyrite. Pyrite merupakan salah satu mineral yang dapat dikembangkan sebagai sel fotovoltaik dan aplikasi elektrokimia. Selain itu pyrite juga dikenal sebagai "Fool's Gold" karena warnanya yang mirip dengan emas.

Penelitian ini akan memanfaatkan mineral ikutan pyrite yang diperoleh dari kecamatan Bontocani.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka peneliti mengangkat judul **"Sintesis Dan Karakterisasi FeS<sub>2</sub> (Pyrite) Dari Deposit Mineral Kecamatan Bontocani Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan"**, untuk mengembangkan daya guna mineral ikutan yang ada di kecamatan Bontocani.

Pirit berasal dari kata *πυρίτης* Yunani (*puritēs*) yang berarti "api" atau "dalam api". Asal kata api disebabkan karena batuan tersebut dapat menciptakan bunga api.

Mineral pyrite merupakan salah satu jenis mineral berat serta konduktif. Kehadiran mineral ini didalam batuan menyebabkan harga resistivity batuan menjadi rendah. *Pyrite* mempunyai rumus kimia FeS<sub>2</sub> yang merupakan *iron sulfide*. Dengan komposisi kimianya 46.6% Fe dan 53.4% S, dan seringkali mengandung (dalam jumlah yang kecil) unsur-unsur Co, Ni, As, Sb, Cu, Au, dan Ag. Struktur kristal berbentuk kubik, simetrik dan mempunyai kenampakan kompak<sup>[6]</sup>.

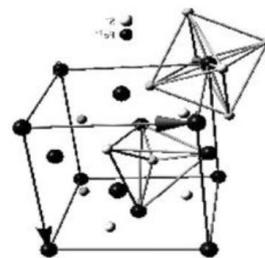
Pirit merupakan bahan semikonduktor dengan celah pita 0,95 eV. Pirit biasanya ditemukan berasosiasi dengan sulfida atau oksida dalam urat kuarsa, batuan sedimen, dan batuan metamorf.

Penyebab pyrite di dalam batuan tergantung dari diagenesanya. Jika pyrite terbentuk secara primer atau bersamaan dengan proses terbentuknya batuan, maka penyebaran *pyrite* tidak merata atau berupa nodul-nodul. *Pyrite* yang terdapat pada batu pasir berasal dari pembentukan secara primer, dimana *pyrite* yang

sudah ada mengalami proses sedimentasi yang meliputi pelapukan, transportasi serta pengendapan. *Pyrite* yang terdapat pada batu pasir akan mempunyai penyebaran secara struktural, yaitu penyebaran dalam bentuk butiran yang mempunyai ukuran kurang lebih sama dengan ukuran butiran pasir<sup>[6]</sup>.

Sel satuan pyrite digambarkan pada Gambar 1, dimana ion S dikoordinasikan oleh satu ion S dan tiga ion Fe<sup>2+</sup> yang membentuk *tetrahedron* seperti *polyhedron* (lihat *tetrahedron* di sel satuan). Sementara Fe<sup>2+</sup> ion dikoordinasikan oleh enam ion S yang membentuk *octahedron* seperti *polyhedron* (*octahedron* di sudut kiri atas dalam sel satuan). FeS<sub>6</sub> (segi delapan) terdistorsi yang saling terhubung dengan sudut sehingga membentuk struktur kristal *pyrite*<sup>[4]</sup>.

*Pyrite* digunakan sebagai bahan anoda pada baterai lithium karena karakteristik yang menarik seperti kapasitas tinggi teoritis (890 mAh g<sup>-1</sup>), dampak lingkungan yang rendah dan biaya terjangkau. Berbagai metode telah dikembangkan untuk menghasilkan nano *pyrite* seperti reaksi termal, hidrotermal sintesis, sintesis solvothermal dan penggilingan mekanik. Diketahui bahwa *pyrite* adalah semikonduktor dengan konduktivitas rendah, yang dapat mengakibatkan kontak listrik rendah antara partikel aktif dan elektrolit. Untuk mengatasi masalah tersebut, cara yang efektif adalah membuat komposit polimer pyrite<sup>[2]</sup>.



**Gambar 1.** Struktur kristal *pyrite* dengan Fe<sup>2+</sup> (segi delapan) dan koordinasi *S-tetrahedron*<sup>[4]</sup>.

Mineral *pyrite* telah digunakan dalam sel primer lithium komersial untuk kamera listrik, komputer dan jam tangan, serta telah diteliti untuk aplikasi dalam sel surya dan baterai kendaraan listrik. Dengan struktur nano *pyrite* dapat digunakan sebagai bahan katoda dalam baterai termal menghasilkan peningkatan kinerja elektrokimia. Kinerja elektroda nano *pyrite* lebih tinggi dari elektroda mikro *pyrite*. Selain ukuran, kemurnian *pyrite* juga mempengaruhi kinerja baterai. Kehadiran pengotor seperti sulfur menurunkan efisiensi. Secara singkat, baterai termal memiliki elektrolit padat yang diubah menjadi fase cair dalam mode operasional. Dalam hal ini, elektroda harus memiliki ketahanan yang baik terhadap panas dan tidak harus diurai atau diubah menjadi fase cair. Sulfur mengurangi ketahanan panas dari katoda, serta penguapan sulfur menyebabkan beberapa masalah yang mengurangi efisiensi listrik<sup>[1]</sup>.

Mineral *pyrite* banyak dijumpai di Indonesia, tepatnya di Dusun Tanjung Kelurahan Kahu Kecamatan Bontocani Kabupaten Bone. Hampir di semua lahan eksplorasi bijih besi dijumpai jenis mineral ini. Ciri yang sangat khas dan visual pada mineral ini adalah warnanya yang menyerupai emas.

*Pyrite* telah menarik perhatian karena berpotensi untuk fotovoltaiik dan aplikasi fotoelektrokimia. Besar koefisien absorpsi ( $\alpha = 5 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$  dengan  $\lambda = 700 \text{ nm}$ ) dan celah pita yang sesuai ( $E_g = 0,95 \text{ eV}$ ) serta komposisi unsur-unsur yang berlimpah, murah dan tidak beracun merupakan alasan utama untuk digunakannya *pyrite* sebagai bahan penyerap sel surya<sup>[3]</sup>.



**Gambar 2.** Peta Lokasi Kecamatan Bontocani Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan.

## METODE

Menyiapkan sampel mineral yang mengandung *pyrite* untuk diekstraksi, dengan terlebih dahulu menggerus sampel mineral selama  $\pm 3$  jam. Memurnikan sampel mineral 4 gr dengan menggunakan HCL sebanyak 20 ml dalam gelas kimia selama 30 menit kemudian mencuci hasil presipitasi dengan aquades dan memanaskannya pada temperatur  $300^{\circ}\text{C}$  selama 2,5 jam dengan oven.

Endapan *pyrite* yang telah dimurnikan diuji kembali dengan menggunakan XRD untuk melihat perubahan komposisi mineral. Mineral *pyrite* yang telah murni dikarakterisasi dengan SEM untuk melihat morfologi sampel mineral.

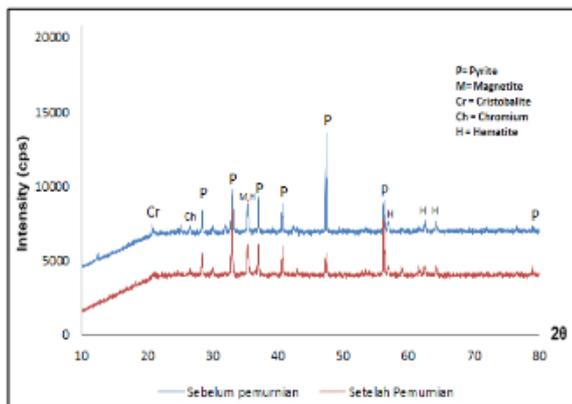
## HASIL DAN DISKUSI

Salah satu contoh sampel dari kecamatan Bontocani dapat dilihat pada Gambar 3. Adanya mineral *pyrite* pada gambar ditandai dengan melihat karakteristik dari *pyrite* yang memiliki warna yang menyerupai warna emas.

Mineral dikarakterisasi dengan XRD untuk membuktikan adanya mineral *pyrite* yang terdapat pada mineral tersebut. Hasil karakterisasi menunjukkan adanya mineral *pyrite* dengan sejumlah mineral pengotor lainnya. Untuk mengurangi komposisi mineral pengotor dilakukan proses pemurnian pada sampel.



**Gambar 3.** Mineral MB\_06 Kecamatan Bontocani



**Gambar 4.** Difraktogram sampel MB\_06 sebelum pemurnian (BP) dan setelah pemurnian (SP)

Berdasarkan Gambar 4 memperlihatkan perubahan pola difraktogram pada sampel. Pola difraktogram untuk sampel sebelum pemurnian menunjukkan kandungan pyrite yang cukup rendah. Namun pola difraktogram untuk sampel setelah pemurnian menunjukkan kandungan pyrite yang cukup tinggi.

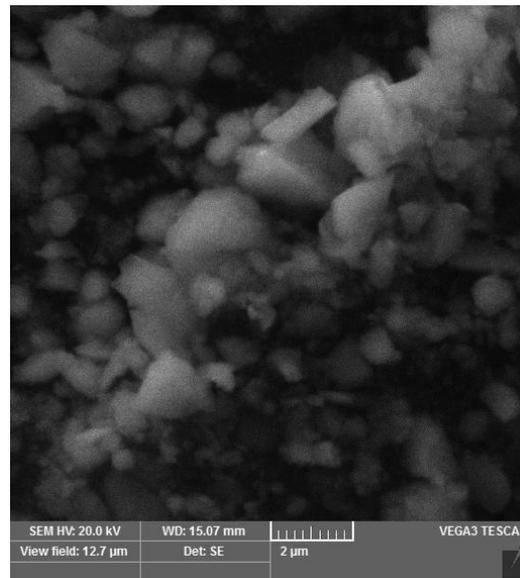
Dari hasil analisis XRD diketahui kandungan mineral pada MB\_06 adalah hematite, iron(III) oxide ( $Fe_2O_3$ ) 15 wt.%, Pyrite ( $FeS_2$ ) 64 wt.%, Cristobalite beta ( $SiO_2$ ) 14 wt.%, Chromium Oxide ( $Cr_2O_3$ ) 4 wt.%, Magnetite ( $Fe_3O_4$ ) 4 wt.%. Setelah proses pemurnian, hasil analisis XRD menunjukkan kandungan mineral pyrite meningkat mejadi 85 wt.%. Gambar 4 menunjukkan struktur kristal mineral sebelum dan setelah pemurnian.

Karakterisasi SEM dilakukan untuk mengetahui struktur permukaan sampel. Ini perlu

dilakukan agar dapat memahami mikrostruktur bahan dasar dalam rangka peningkatan sifat atau kualitas mineral yang berasal dari kecamatan Bontocani Kabupaten Bone.

Citra SEM pada Gambar 5 menunjukkan bahwa morfologi pyrite berbentuk lempengan dengan ukuran rata-rata  $\pm 2 \mu m$ .

Adapun kandungan unsur dan kandungan oksida dapat dilihat pada Tabel 1.



**Gambar 5.** Citra SEM MB\_06 SP

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis elemental sampel MB\_06 SP. Hasil analisis EDS menunjukkan bahwa pada sampel MB\_06 terdapat kandungan besi dan sulfur yang lebih dominan sehingga dapat diketahui bahwa kandungan pyrite lebih dominan terdapat pada sampel ini dari gabungan Fe dan S menjadi  $FeS_2$  atau pyrite.

Beberapa mineral lainnya juga dapat ditemukan di kecamatan Bontocani, seperti MB\_11 yang dapat dilihat pada Gambar 7.

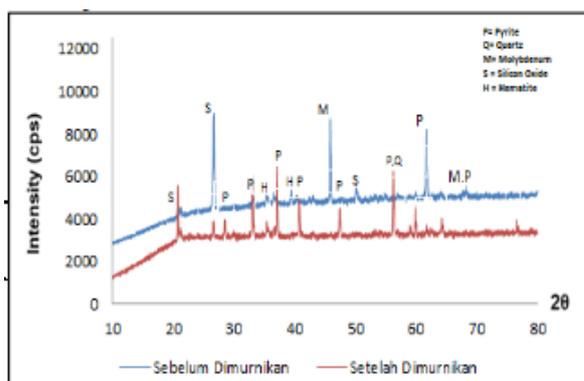
**Tabel 1.** Komposisi MB\_06 SP Berdasarkan Hasil Spektum EDS

Element	Atom. C [at.%]	Compound norm.	Comp. C [wt.%]
Oxygen	66.19		0.00
Sodium	1.60	Na <sub>2</sub> O	2.07
Aluminium	1.90	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.05
Silicon	3.49	SiO <sub>2</sub>	8.74
Sulfur	14.41	SO <sub>3</sub>	48.12
Potassium	0.15	K <sub>2</sub> O	0.29
Iron	12.26	FeO	36.74
Total	100.00		



**Gambar 7.** Mineral MB\_13 Kecamatan Bontocani

Hasil analisis XRD juga menunjukkan semakin meningkatnya komposisi pyrite setelah proses pemurnian yang dapat dilihat pada Gambar 8.

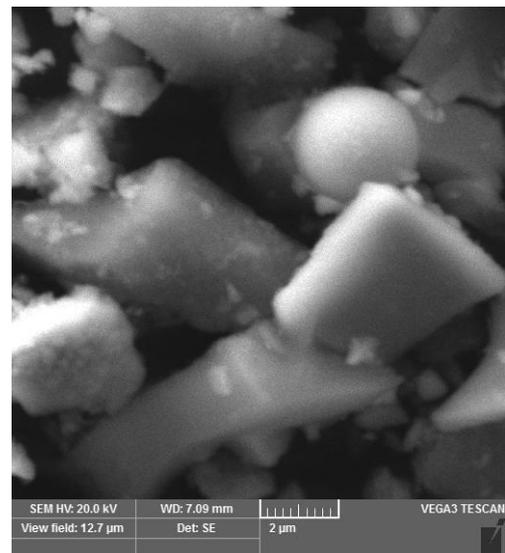


**Gambar 8.** Grafik analisis XRD MB\_13 sebelum pemurnian (BP) dan setelah pemurnian (SP)

Analisis XRD menunjukkan kandungan mineral pada MB\_13 adalah hematite ( $Fe_2O_3$ ) 4 wt.%, Pyrite ( $FeS_2$ ) 9,8 wt.%, Molybdenum (Mo) 8 wt.%, Silicon Oxide ( $SiO_2$ ) 78 wt.%. Setelah proses pesipitasi, hasil analisis XRD menunjukkan kandungan mineral pyrite bertambah mejadi 83 wt.%. Gambar 8 menunjukkan struktur kristal mineral.

Pola difragtogram untuk sampel sebelum pemurnian mengandung mineral pengotor yang masih banyak. Namun setelah pemurnian mineral pengotor berkurang.

Adapun morfologi dari sampel mineral MB\_13 dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Citra SEM MB\_13 SP

Gambar 9 menunjukkan citra SEM setelah proses pemurnian. Citra SEM menunjukkan morfologi pyrite yang berbentuk lempengan dengan ukuran di atas 2 m. Selain bentuk lempengan terdapat pula bentuk bola yang merupakan mineral Fe (besi). Untuk kandungan unsur dan kandungan oksida dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Komposisi dari Ekstraksi MB\_06 Berdasarkan Hasil Spektrum EDS

Element	Atom. C [at.%]	Compound norm.	Comp. C [wt.%]
Oxygen	65.63		0.00
Sodium	1.07	Na <sub>2</sub> O	1.40
Aluminium	2.52	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.41
Silicon	7.26	SiO <sub>2</sub>	18.34
Sulfur	11.70	SO <sub>3</sub>	39.39
Potassium	0.25	K <sub>2</sub> O	0.50
Iron	11.57	FeO	34.96
Total	100.00		

Tabel 2 menunjukkan kandungan oksida yang terdapat di dalam sampel MB\_13 SP. Dapat dilihat kandungan dari besi dan sulfur yang lebih dominan, sehingga dapat diketahui bahwa kandungan *pyrite* (FeS<sub>2</sub>) dominan terdapat pada sampel MB\_13.

#### SIMPULAN

Hasil karakterisasi XRD dan SEM memperlihatkan bahwa komposisi mineral *pyrite* semakin meningkat setelah proses pemurnian. MB\_06 mengandung mineral *pyrite* 85 wt.% sedangkan MB\_13 mengandung mineral *pyrite* 83 wt %.

#### DAFTAR RUJUKAN

##### Artikel jurnal:

- [1] Asieh , Akhoondi, and Aghaziarati Mahmoud. "produksi of highly pure iron disulfide nanoparticles using hydrothermal syinhtesis method." *Appl Nanosci*, 2013: 417-422.
- [2] D, Zhang, Tu J.P, Mai Y.J, Zhang J, Qiau Y.Q, and Wang X.L. "Preparation and characterization of FeS<sub>2</sub>/polyaniline composite electrode in lithium-ion battery." *Australian Ceramic Society*, 2012: 189-193.
- [3] Mohammadkhani, S., and M. Aghaziarati. "Production of Iron Disulfide Nanoparticles by Hydrothermal

Process." *Int. J. Nanosci. Nanotechnol*, 2010: 231-235

- [4] Yanhua, CHEN, ZHENG Yufeng, ZHANG Youzhong. "Solvothermal synthesis of nanocrystalline FeS<sub>2</sub>." *Science in China Ser. G Physics, Mechanics & Astronomy*, 2005: 188-200.

##### Buku:

- [5] Casper, Julie Kerr. *Minerals Gifts From the Earth*. New York: Library of Congress Cataloging, 2007.

##### Prosiding seminar:

- [6] Soyaga Heru, Prayitno, Mardisewodjo Purwanto, and M. Atmojo Supomo. "Pengaruh Mineral Pirit Terhadap Resistivitas Batupasir." *Proceeding Simposium Nasional Iatmi*, 2001.