

STUDI PENURUNAN KADAR BESI PADA BIJIH FELSPAR ASAL MEDAN DENGAN METODE *BIOLEACHING* DAN *MAGNETIK SEPARATOR*

Muhammad Idris Juradi

Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Muslim Indonesia

Email: Idrisjuradi29@gmail.com

SARI

Pada umumnya bahan pengotor yang sering dijumpai pada bijih felspar adalah kuarsa, oksida besi dan mika yang dapat mempengaruhi kualitas bahan baku felspar. Untuk memperoleh felspar yang siap pakai dengan kualitas yang baik, bijih felspar harus melalui proses benefisiasi terlebih dahulu. Adanya prospek terkait penggunaan bakteri dalam meningkatkan kualitas bahan baku felspar yang ramah lingkungan, prosesnya memerlukan investasi dan energi yang relatif lebih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh beberapa variabel bioleaching dan pemisahan magnetik terkait penurunan kadar besi. Proses bioleaching cukup efektif dalam menurunkan kadar Fe, dari 0,63% menjadi 0,0312% dengan persentase penurunan 95,047%

Kata kunci: Felspar, bakteri, bioleaching, pemisahan magnetik, penurunan kadar besi

ABSTRACT

In general, impurities that are often found in feldspar ore are quartz, iron oxide and mica that can affect the quality of feldspar raw materials. To obtain ready-made feldspar with good quality, feldspar ore must go through beneficiation process first. The prospect related to the use of bacteria in improving the quality of raw materials feldspar environmentally friendly, the process requires investment and energy is relatively lower. This study aims to study the effect of some bioleaching variables and magnetic separation associated with decreased iron content. The beneficiation process of the combination of both trials is quite effective in reducing Fe content, from 0.63% to 0.0312% with a decrease percentage of 95.047%

Keywords: Feldspar, bacteria, bioleaching, magnetic separation, decreased iron content.

PENDAHULUAN

Pada umumnya bahan pengotor yang sering dijumpai pada bijih felspar adalah kuarsa, oksida besi dan mika yang dapat mempengaruhi kualitas bahan baku felspar.

Adanya prospek terkait penggunaan bakteri dalam meningkatkan kualitas bahan baku felspar. Metode tersebut dipilih sebagai alternatif karena ramah lingkungan dan prosesnya memerlukan investasi dan energi yang relatif lebih rendah.

Styriakova dkk, (2007) melakukan studi percobaan pengolahan felspar menggunakan bakteri. Hasil optimum diperoleh dengan menggunakan molase sebagai sumber karbon. Hasil tersebut diperoleh pada hari keenam dengan

penurunan kadar Fe mencapai 60%, dari 0,29% menjadi 0,17% Fe₂O₃.

Proses pemisahan menggunakan *magnetic separator* juga dilakukan Rasjad dkk, (1995) dengan mengatur *pulp density* 20-30%, ukuran butir -150 mesh dan kuat arus 9 Amper. Hasilnya dapat menurunkan kadar oksida besi hingga 0,08% dengan perolehan 82,79%.

Penelitian terkait pemisahan magnetik dan pelindian untuk menurunkan kadar oksida besi dari bijih felspar telah banyak dilakukan. Namun demikian, hasil penelitian tersebut belum memberikan hasil yang optimal dalam menurunkan kadar besi, baik dari segi efisiensi proses maupun persentase penurunan kadar Fe. Salah satu faktor yang menyebabkan hal tersebut

adalah ditemukannya mineral mika sebagai salah satu mineral pembawa besi yang sulit dipisahkan baik secara pelindian kimia maupun pemisahan magnetik karena sifat kemagnetan mineral mika yang diamagnetik serta Fe berikatan dengan struktur mika sehingga mengakibatkan rendahnya tingkat kelarutan Fe.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh beberapa variabel *bioleaching* dan pemisahan magnetic terkait penurunan kadar besi.

METODE

Sampel felspar yang digunakan berasal dari Medan Sumatera Utara tipe kalium feldspar. Untuk hasil *X-Ray Fluorescence* (XRF) dapat dilihat pada Tabel 1. Bakteri *Bacillus pumilus* Strain SKC-2 digunakan sebagai agen pelindi dalam percobaan ini.

Sebanyak 15 gr bijih felspar dan 15% (v/v) bakteri yang telah dikultur selama hari tumbuh optimal diinokulasi ke dalam labu Erlenmeyer dengan volume larutan 150 ml yang berisi medium *bromfield* dengan komposisi 0,5 g/l NaH_2PO_4 , 0,5 g/l $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,2 g/l NaCl dan molase, sedangkan jumlah sumber karbon (molase) yang ditambahkan disesuaikan dengan parameter yang akan divariasikan. Percobaan pelindian dilakukan selama 14 hari pada *orbital shaker* dengan kecepatan 180 rpm pada suhu kamar.

Tabel 1. Hasil Analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF) sampel felspar

Senyawa	(%)
SiO_2	78,260
TiO_2	0,024
Al_2O_3	11,7
Fe_2O_3	0,901
CaO	1,460
MgO	0,9010
Na_2O	2,281
K_2O	3,573
Rb_2O	0,0087
So_3	0,0312

Sampel larutan pelindian disaring sebanyak 5 ml setiap 24 jam, kemudian dimasukan media yang baru dengan komposisi yang sama sebanyak 5 ml untuk menjaga volume larutan dan persen solid

tetap terjaga. Filtrat hasil pelindian dianalisis terhadap ph larutan, voltase larutan, analisis kadar fe total terlarut menggunakan *atomic absorption spectrophotometer* (AAS) sedangkan residu hasil pelindian dianalisis menggunakan xrd, sem-edx dan ft-ir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi penurunan kadar besi dilakukan dengan metode *bioleaching*. Berdasarkan Gambar 1 hasil analisis mineralogi, ditemukan beberapa mineral pembawa besi, seperti hornblende, mika, limonit dan magnetit. Dari hasil analisis tersebut dapat diketahui bahwa dalam bijih felspar, besi dapat ditemukan baik dalam bentuk oksida bebas seperti limonit dan magnetit maupun yang terikat pada stuktur mineral hornblende dan mika. Dari keempat mineral tersebut, hanya mika yang bersifat diamagnetik, sehingga perlu dilakukan pelindian sebagai tahap pra-olahan untuk melepaskan kandungan besi yang terikat pada strukur mineral mika.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mineral oksida dapat dilindi oleh asam-asam organik yang dihasilkan oleh organisme mixotroph dari keluarga *Bacillus spp* melalui penguraian senyawa organik. Bakteri mixotrof membutuhkan karbon sebagai sumber energinya. Kebutuhan akan karbon dapat terpenuhi oleh menggunakan limbah organik salah satunya molase yang mengandung sukrosa, glukosa dan karbohidrat (Styriakova, I., 2007).

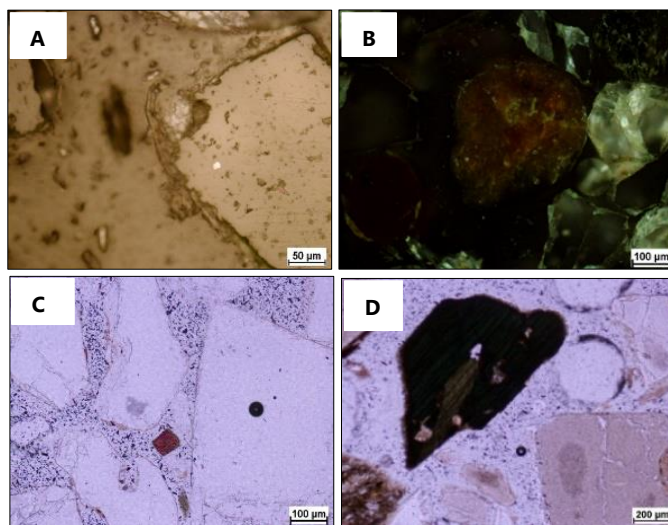
Pada bagian ini akan akan dibahas pengaruh beberapa variabel *bioleaching* terhadap persen penurunan kadar besi pada bijih feldspar. Pada tahap pelindian terjadi penurunan pH dari 6,70 - 4,04 dan kenaikan Eh dari 67 - 397 selama 7 hari pelindian. Hal tersebut dikaitkan dengan produksi asam organik oleh proses metabolisme bakteri yang mengurai senyawa molase menjadi berbagai produk metabolit, termasuk diantaranya asam organik seperti asam oksalat, asam sitrat dan asam asetat. Bila asam ini terakumulasi, menyebabkan terjadi penurunan pH larutan pelindian sehingga dapat melarutkan logam oksida besi (Styriakova, I., 2007).

Ketersediaan sumber karbon pada medium pelindian ditemukan sangat

penting untuk pertumbuhan organisme heterotrofik dan produksi metabolit (Castro et al., 2000). Molase bisa digunakan sebagai bahan organik yang relatif murah sebagai sumber karbon untuk mikroorganisme heterotrof.

Percobaan *bioleaching* dengan variasi konsentrasi molase yang dilakukan selama 3 hari, 5 hari, 7 hari dan 14 hari. Variasi konsentrasi molase yang dilakukan dalam percobaan ini adalah 10g/L, 20 g/L dan 30 g/L.

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa persen pengurangan Fe total cenderung meningkat sejalan meningkatnya konsentrasi molase pada hari ke-3, hari ke-5 dan hari ke-7. Seiring meningkatnya konsentrasi molase hal tersebut akan mempengaruhi peningkatan produksi asam organik dari hasil fermentasi molase dan juga mempercepat penghancuran mika oleh bakteri (Merrick dan Edwards, 1995).

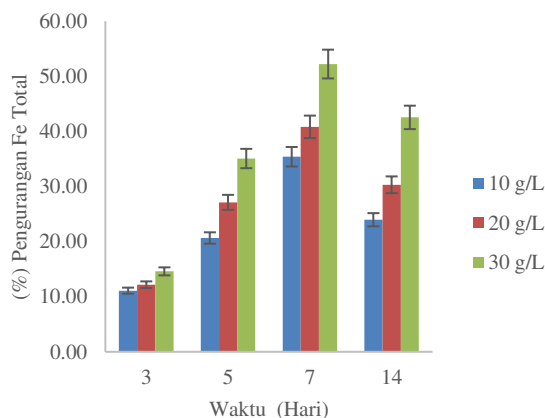


Gbr 1. Foto (A) mineral magnetit terinklusi dalam kuarsa, (B) limonit berwarna merah kecoklatan menyelimuti kuarsa, (C) butiran mika (D) butiran horblende berwarna hitam

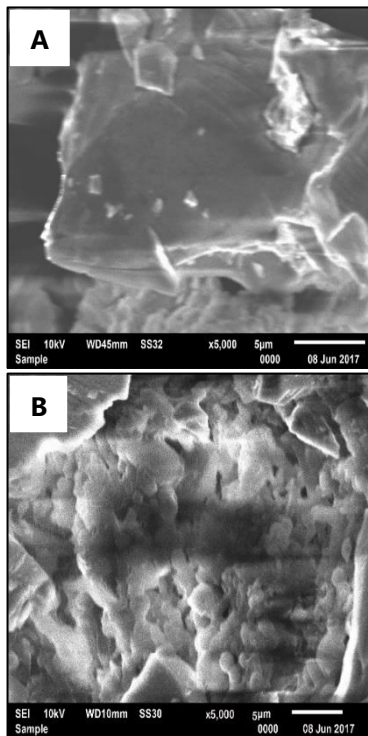
Hasil Percobaan Bioleaching

Hasil terbaik diperoleh pada kondisi percobaan 30g/L molase dan hari ke-7 pelindian dengan persen pengurangan Fe total mencapai 52,22%. Berbeda pada hari ke-14 pelindian, dimana persen pengurangan Fe total menurun pada berbagai konsentrasi molase, kemungkinan hal ini disebabkan karena setelah hari ke-7 bakteri mengalami fase kematian akibat nutrisi sumber karbon. dalam medium pelindian sudah tidak cukup untuk memenuhi pembelahan sel bakteri. Akibatnya jumlah bakteri mengalami penurunan sehingga produksi asam organik ikut menurun. Dengan berkurangnya produksi asam organik menyebabkan besi terlarut cenderung terhidrolisis dan terpresipitasi dari larutan. Selain itu, kekurangan glukosa akan membuat aktivitas bakteri berkurang, karena untuk melepaskan kandungan besi yang terikat pada struktur

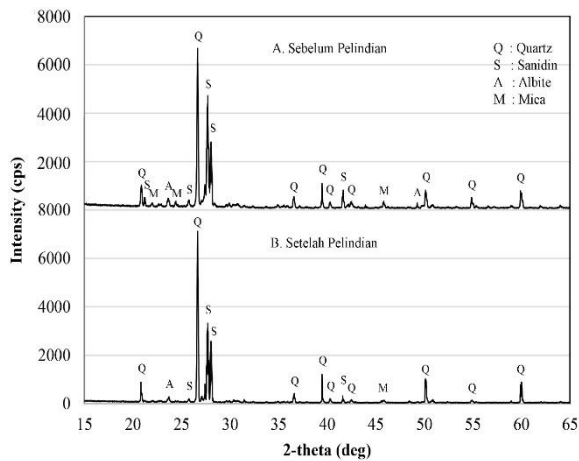
mineral mika sangat dibutuhkan aktivitas bakteri yang tinggi (Styriakova et al.,1999). Hasil analisis XRD dapat dilihat pada Gambar 3.



Gbr 2. Persen pengurangan Fe total sebagai fungsi waktu pada berbagai konsentrasi molase



Gbr 3. Hasil analisis X-Ray Diffraction (XRD) sebelum (A) dan setelah pelindian (B)



Gbr 4 Hasil pengamatan SEM-EDS pada bijih felspar sebelum (A) dan setelah pelindian (B).

Pengamatan SEM-EDS sebelum dan setelah pelindian memperlihatkan perbedaan kenampakan morfologi sampel felspar yang menunjukkan kerusakan pada permukaan mineral mika seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4a dan 4b. Pelepasan elemen Al dan Fe dari mika

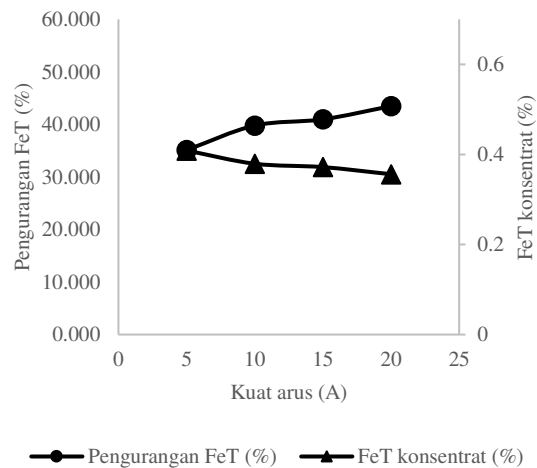
menyebabkan kerusakan Unit tetrahedral dan oktahedral.

Diketahui bahwa selain sulfur dan karbon, bakteri juga membutuhkan elemen nitrogen, fosfor, kalium dan besi untuk proses metabolisme spesies *Bacillus*. Elemen tersebut terkandung didalam bijih dengan konsentrasi yang rendah

Hasil percobaan pemisahan magnetik

Pengaruh kuat arus pada pemisahan magnetik yang dilakukan dengan mengubah kuat arus (Amper) ditemukan bahwa nilai kuat arus yang diterapkan akan menentukan nilai intensitas medan magnet (Gauss) yang diperoleh pada proses pemisahan (Boabdallah dkk., 2015).

Hasil penurunan kadar besi dengan proses magnetik dapat dilihat pada Gambar 5 yang menunjukkan bahwa semakin tinggi arus listrik (nilai amper) yang diterapkan, terjadi peningkatan persen pengurangan kadar Fe total dan semakin rendahnya kadar besi pada produk konsentrat (non magnetik). Hasil terbaik yang diperoleh adalah dengan penerapan kuat arus 20 Amper, terjadi penurunan kadar hingga 43,476% dari 0,63% ke 0,3561%.

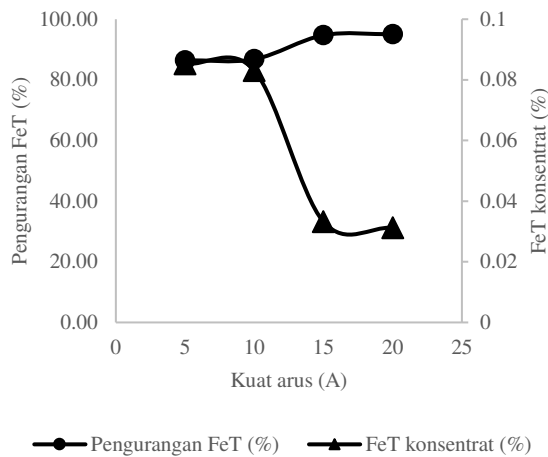


Gbr 5. Grafik hubungan antara kuat arus (A) terhadap pengurangan Fe total dan kadar FeT konsentrat.

Hasil ini membuktikan bahwa proses pemisahan magnetik satu tahap kurang efisien dalam menurunkan kadar oksida besi pada bijih felspar, hal tersebut

dikarenakan adanya mineral pembawa besi yang bersifat diamagnetik. berdasarkan pengamatan mikroskopi yang ditunjukkan pada Gambar 1 bijih felspar Medan mengandung mineral pembawa besi seperti hornblende, magnetit, limonit dan mika.

Berdasarkan sifat kemagnetannya, hanya mineral mika yang bersifat diamagnetik, kemungkinan mineral tersebut tidak tertarik oleh medan magnet sehingga mineral mika masih berada dalam konsentrat felspar (non magnetik) sehingga diperlukan suatu treatment pengolahan yang mampu membebaskan besi yang terikat pada struktur mika.



Gbr 6. Grafik hubungan antara kuat arus (A) terhadap pengurangan Fe total dan kadar FeT konsentrat.

Dari hasil kombinasi kedua percobaan dengan penerapan kuat arus 20 Amper memberikan hasil terbaik dengan persen pengurangan Fe total 95,05% dan kadar Fe pada konsentrat (non magnetik) turun dari 0,6300% menjadi 0,0312% yang dapat dilihat pada gambar 6. Hasil tersebut lebih baik dari percobaan satu tahap (pemisahan magnetik) dikarenakan pada percobaan dua tahap dilakukan treatment bioleaching (pra-olahan) dalam membebaskan besi yang terikat pada struktur mika, sehingga pada tahap selanjutnya yaitu pemisahan magnetik dapat lebih mudah memisahkan mika dari bijih felspar. Hasil analisis XRF dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis X-Ray Diffraction (XRD)

Senyawa	Sampel Awal (%)	Setelah percobaan (%)
SiO ₂	78,260	81,317
TiO ₂	0,024	0,012
Al ₂ O ₃	11,7	10,030
Fe ₂ O ₃	0,901	0,0419
CaO	1,460	2,239
MgO	0,910	0,702
Na ₂ O	2,281	2,002
K ₂ O	3,573	2,973
Rb ₂ O	0,0087	0,0195
SO ₃	0,0312	0,029

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil percobaan *bioleaching* menunjukkan bakteri *Bacillus pumilus* dengan konsentrasi molase 30 g/L dan waktu pelindian 7 hari berhasil menurunkan kadar Fe dari 0,63% ke 0,3010% dengan persen penurunan 52,22%. Percobaan pemisahan magnetik pada kuat arus 20 Amper berhasil menurunkan kadar Fe dari 0,63% ke 0,3561% dengan persen penurunan 43,476%.

Kombinasi *bioleaching* dan pemisahan magnetik cukup efektif dalam menurunkan kadar Fe dari 0,63% ke 0,0312% dengan persen penurunan 95,047%. Kadar Fe pada konsentrat tersebut memenuhi persyaratan sebagai bahan baku dalam pembuatan keramik granito.

DAFTAR PUSTAKA

- Bouabdallah, S., Bounouala, M., Chaib, A. S., 2015. *Removal of iron from sandstone by magnetic separation and leaching. Journal of Mining Science*, 22, p. 33 – 44.
- Styriakova et al., 2003. Bacterial destruction of mica during bioleaching of kaolin and quartz sands by *Bacillus cereus*. *Journal of Microbiology & Biotechnology*, 19, p. 583 – 590

- Styriakova, I., Mockovciakova, A. Styriak, I., Kraus, I., Uhlik, P., 2012. Bioleaching of clays and iron oxide coatings from quartz sands. *Journal of Applied Clay Science*, 6, p.1 – 7.
- Styriakova, I and Styriak, I., 2000. Iron removal from kaolin by bacterial leaching, *Journal of Ceramic silikaty*, 4, 135 – 141
- Styriakova, I., Styriak, Igor., M, Pavol., L, Michal., 2006. Biological Chemical and Electromagnetic Treatment Of three types feldspar raw materials. *Journal Minerals Engineering*, p. 348 – 354.
- Styriakova, I., Styriak, Igor., M, Pavol., 2007. Nutrients enhancing the bacterial iron dissolution in the processing of feldspar raw material. *Original Paper.*, Slovakia.
- Styriakova, I., 2007. Factors affecting bioleaching in the processing of non-metallics. *Nova Biotechnological Vol VII.*