

## PENGAMBILAN TITANIUM DIOKSIDA (TiO<sub>2</sub>) DARI PASIR BESI KULONPROGO MENGUNAKAN METODE HIDROMETALURGI (VARIASI KONSENTRASI DAN SUHU)

**Grasella Florency Giovanni Saefeto, Sri Rahayu Gusmarwani**  
Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
[Grasellasaefeto15@gmail.com](mailto:Grasellasaefeto15@gmail.com), [gusmarwani@akrind.ac.id](mailto:gusmarwani@akrind.ac.id)

### INTISARI

Pasir besi merupakan bahan alam yang ketersediannya sangat melimpah di Indonesia. Pasir besi berada pada urutan ke empat terbanyak unsur yang membentuk bumi. Menurut hasil penelitian Indreswari Suroso Kandungan titanium pada pasir besi sebesar 12.87%. Hidrometalurgi merupakan ilmu yang mempelajari cara memperoleh logam dari sumbernya pada bumi. Proses pelindian (*leaching*) adalah proses pemekatan kimiawi untuk melepaskan pengotor bijih dari suatu mineral dengan cara pelarutan dalam reagen tertentu.

Pada tahapan penelitian hal pertama yang harus dilakukan yaitu preparasi pasir besi dengan menggunakan magnet, kemudian proses dekomposisi dimana hasil separasi pasir besi dihomogenisasikan dengan NaOH kemudian difurnace pada suhu 550°C. selanjutnya dilakukan proses pemisahan larutan dengan padatan yang dimana padatan tersebut akan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110°C. dan tahapan terakhir yaitu pelindian.

Pada hasil preparasi dan proses dekomposisi didapatkan hasil yaitu besi merupakan unsur utama pada pasir besi karena memiliki kandungan terbesar yaitu Fe (44.07%) dan yang memiliki kandungan terkecil yaitu Mn (0.726%). Kandungan titanium pada pasir besi yang telah diseparasi sebesar 4.618%.

Hasil pada jurnal yang telah direview menunjukkan bahwa untuk mendapatkan hasil ekstrak titanium dan untuk mengetahui kandungan dalam titanium dapat menggunakan beberapa metode antara lain hidrometalurgi (*leaching*), peleburan, pemanasan gelombang mikro, dekomposisi dan pelindian, Hidrolisis, elektrolisis, kausik, dan sonokimia.

Dari metode tersebut didapatkan hasil kandungan titanium yang terdapat pada pasir besi dan bahan baku lainnya yaitu pada hidrometalurgi (*leaching*) didapatkan 12.2 % dan 6.51%, peleburan 5.71%, pemanasan gelombang mikro 5.89%, dekomposisi dan pelindian 5.33 %, Hidrolisis 45.35%, elektrolisis 4.22%, kausik 19.94 %, dan sonokimia.8.27 %

**Kata Kunci:** Titanium dioksida, Hidrometalurgi, *leaching*, pasir besi

### PENDAHULUAN

Pasir besi merupakan sumber daya mineral yang dapat ditemukan di sepanjang pantai selatan Jawa, Sumatra dan Nusa Tenggara Barat (Setiawati dkk., 2013). Pasir besi juga dapat ditemukan di sepanjang pesisir pantai Kalimantan dan Bangka. Beberapa mineral utama yang dikandung pasir besi antara lain magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), ilmenit (FeTiO<sub>3</sub>), rutil (TiO<sub>2</sub>) dan hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (Zulfalina, 2004). Adanya kandungan titanium dalam ilmenit inilah yang dapat memberikan nilai tambah yang signifikan pada pasir besi (Setiawati dkk., 2013). Titanium merupakan unsur yang menempati peringkat sepuluh besar dari seluruh unsur penyusun kulit bumi. Kelimpahannya sekitar 0,6% dari keseluruhan unsur yang ada pada kulit bumi. Keberadaannya di alam tidak ditemukan dalam bentuk murninya melainkan membentuk persenyawaan

dengan oksigen dan atau besi. Hampir 96% kebutuhan titanium di dunia digunakan sebagai bahan baku untuk membuat pigmen TiO<sub>2</sub> karena beberapa keunggulan yang dimilikinya yaitu kemampuan pigmen ini untuk melindungi permukaan (dalam cat) yang lebih baik. Proses yang dilakukan untuk memisahkan TiO<sub>2</sub> dapat dikategorikan menjadi dua yakni metode pirometalurgi dan hidrometalurgi. Metode pirometalurgi untuk ilmenit merupakan proses pemisahan ilmenit yang meliputi reduksi parsial ilmenit dalam tungku listrik untuk memperoleh lelehan besi dan terak yang kaya akan titanium atau pelelehan dengan natrium sulfida atau natrium hidroksida. Sedangkan untuk bijih ilmenit dengan kemurnian yang cukup rendah biasanya digunakan metode hidrometalurgi. Proses hidrometalurgi merupakan proses pemurnian suatu mineral dengan cara pencucian atau biasa

disebut dengan pelindian. Pelindian (*leaching*) adalah proses pemekatan kimiawi untuk melepaskan pengotor bijih dari suatu mineral dengan cara pelarutan dengan reagen tertentu.

Pada penelitian ini digunakan asam Fosfat sebagai pelarut pelindian telah dilakukan penelitian menggunakan asam fosfat sebagai agen pelindi untuk menghilangkan kandungan besi dari pasir kuarsa. Penelitian ini menunjukkan bahwa proses pelindian dengan asam fosfat lebih efisien dibandingkan menggunakan asam kuat seperti HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan HF. Hal ini dijelaskan pada variasi penggunaan asam sebagai agen pelindi, presentase besi yang dapat dipisahkan oleh H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> mengalami peningkatan yang sangat besar seiring dengan peningkatan konsentrasi asam dari 0-3M yakni dari 1,22% menjadi 81%. Pada kondisi yang sama, kenaikan prosentase pemisahan besi untuk agen pelindi HNO<sub>3</sub> sebesar 53,26%, HCl 49,83% dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hanya 42,53%. Pada metode ini efisiensi pelindian yang didapatkan sebesar 77,1%. Dengan demikian prosentase efisiensi pelindian fosfat ini sekitar 30-40% lebih besar dibandingkan metode pelindian yang lainnya.

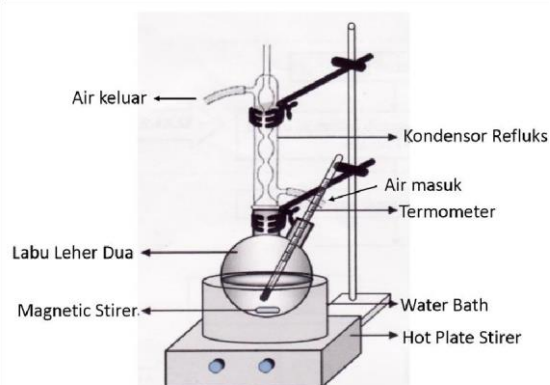
## METODE

### 1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah pasir besi, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (teknis 64%), NaOH (Merck), NaOH teknis, aquademin, dan asam oksalat.

### 2. Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah magnet batang, karung, mortar dan alu, *muffle furnace*, cawan porselin, *beaker glass*, kertas saring, botol penyimpanan, oven, neraca analitik, corong buchner, pompa vakum, desikator, *magnetic stirrer*, *hot plate*, kertas pH, seperangkat alat reflux, rangkaian alat titrasi, alat X-Ray *fluorescence* (XRF), dan alat X-Ray *Diffraction* (XRD), alat titrasi, alat X-Ray *fluorescence* (XRF), dan alat X-Ray *Diffraction* (XRD).



Gambar 1. Rangkaian alat reflux

### 3. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat satu variabel yang digunakan, yaitu:

- Waktu proses dengan variasi konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, antara lain: 2 M, 3 M, 4 M, 5 M dan 7 M
- Variasi suhu pelindian antara lain: 50° C, 60° C, 70° C, 80° C, dan 90° C

### 4. TAHAPAN PENELITIAN

- Persiapan bahan baku

Preparasi pasir besi dilakukan dengan cara separasi magnetik menggunakan magnet batang. Pasir besi yang akan dilindi dipisahkan secara fisik dari pengotornya. Pasir besi akan menempel pada magnet sedangkan pengotornya yang tidak bersifat magnet akan tertinggal. Pasir yang menempel pada magnet dimasukkan dalam wadah yang berbeda. Perlakuan ini diulangi beberapa kali agar pasir besi yang diperoleh benar-benar terbebas dari senyawa non magnet. Dekomposisi pasir besi pasir besi yang telah dipreparasi ditimbang sebanyak 5 gram kemudian ditambah NaOH padat sebanyak 6 gram untuk memperoleh rasio massa NaOH/pasir besi sebesar 6/5. Campuran pasir besi dan NaOH dihomogenisasi dengan penggerusan dalam cawan mortar. Campuran yang telah homogen dipindah kedalam cawan porselin dan dipanaskan dalam *muffle furnace* selama 2 jam pada suhu 550°C. Padatan yang terbentuk kemudian dipindahkan kedalam beaker glass dan dicuci dengan aquademin untuk memisahkan endapan dari pengotornya. Filtrat hasil pencucian disimpan dalam botol penyimpanan sedangkan residu yang terpisah pada

kertas saring dikeringkan dengan oven pada suhu 110°C selama 3 jam.

b. Pelindian dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

Residu yang telah kering didinginkan dalam desikator. Residu ditimbang kemudian dimasukkan kedalam labu bundar leher dua. Asam fosfat 3M sebagai agen pelindi ditambahkan kedalam labu bundar dengan rasio massa residu/volume sebesar 1/10. Pelindian dilakukan selama 2 jam pada suhu 80°. Hasil pelindian disaring dan filtrat hasil penyaringan kemudian dipisahkan dalam botol sedangkan residu pelindian dicuci dengan aquademin kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 4 jam. Selanjutnya padatan yang diperoleh digerus dalam mortar agat dan dikalsinasi pada suhu 650°C selama 2 jam. Metode ini diulangi dengan variasi konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 2M, 3 M, 4 M, 5M dan 7M. Parameter suhu divariasikan pada 50°C, 60° C, 70° C, 80° C, dan 90° C

c. Tahap Analisis Titanium (TiO<sub>2</sub>) pada pasir besi dengan XRF

Pasir besi yang telah dipisahkan secara fisik melalui separasi magnetik dianalisa unsurunsur penyusun beserta konsentrasinya menggunakan fluoresensi sinar-X. Struktur padatan residu dengan XRD Residu yang diperoleh dari hasil pelindian dikarakteristik struktur kristalnya dengan menggunakan difraktometer sinar- x. Residu dihaluskan terlebih dahulu dengan pengerusan menggunakan mortal. Karakterisasi difraktometer sinar-x dilakukan pada 2θ sebesar 10-70° dengan interval 0,1°. Sumber sinar yang digunakan adalah radiasi sinar CuKα dengan panjang gelombang 1,54

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi TiO<sub>2</sub> dari pasir besi dengan pelindian H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> yang didahului dengan proses dekomposisi NaOH dan diamati pengaruh suhu dan konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> untuk ekstraksi TiO<sub>2</sub>. Produk hasil pelindian dikarakterisasi struktur kristalnya dengan difraktometer sinar-X (XRD). Pasir besi yang digunakan pada penelitian ini diambil dari pantai Laut Selatan, Kulonprogo. Pasir besi berwarna hitam mengkilap dan memiliki butiran yang lebih

halus dan massa yang lebih besar daripada pasir biasa.

1. **Preparasi awal pasir besi**

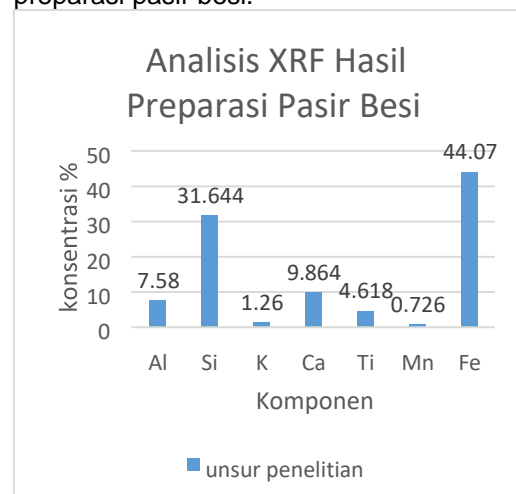
Preparasi awal terhadap pasir besi dalam penelitian ini dilakukan untuk memisahkan senyawa lain yang dapat mengganggu proses ekstraksi titanium dioksida dari pasir besi. Besi merupakan unsur yang memiliki sifat kemagnetan yang besar (bersifat feromagnetik). Oleh karena itu pada preparasi ini dilakukan separasi pasir menggunakan batang magnet untuk mengambil persenyawaan titanium dengan besi. Ilmenit yang terkandung dalam pasir besi akan menempel pada batang magnet dan terpisah dengan senyawa lain dalam pasir besi yang tidak bersifat magnet.

Pada proses separasi pasir besi dapat dilakukan sebanyak tiga kali atau lebih agar pasir yang mengandung magnet dan pasir yang tidak mengandung magnet dapat dipisahkan secara maksimal.

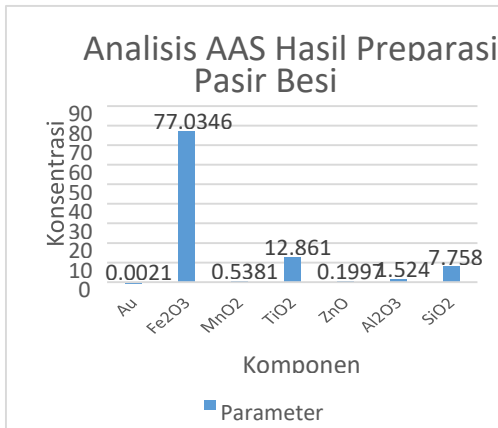


Gambar 2. Proses separasi pasir besi

Setelah proses separasi dilakukan maka dilanjutkan dengan Analisa XRF hasil preparasi pasir besi.



Gambar 3. Diagram Analisis XRF Hasil Preparasi Pasir Besi (penelitian)



Gambar 4. Diagram Analisis AAS Hasil Preparasi pasir besi (Literatur Jurnal)

Dari analisis di atas dapat diketahui bahwa besi merupakan unsur utama pada pasir besi karena memiliki kandungan terbesar yaitu Fe (44.07%) pada hasil preparasi penelitian dan 77.0346% pada hasil preparasi pasir besi menurut literature jurnal. yang memiliki kandungan terkecil yaitu Mn (0.726%) pada preparasi pasir besi penelitian dan kandungan terkecil pada preparasi menurut literatur jurnal yaitu Au (0.0021%). Kandungan titanium pada pasir besi sebesar 4.618% pada preparasi pasir besi penelitian dan kandungan titanium pada preparasi pasir besi menurut literature jurnal yaitu 12.861%. Kandungan yang terdapat pada hasil preparasi pasir besi menurut penelitian dapat dikatakan lebih sedikit dari pada hasil preparasi menurut jurnal, hal ini dapat dipengaruhi oleh proses separasi yang tidak maksimal, daya magnet kurang, kedalaman pengambilan sampling dan perbedaan alat analisa sehingga tidak mendapatkan hasil yang lebih baik.

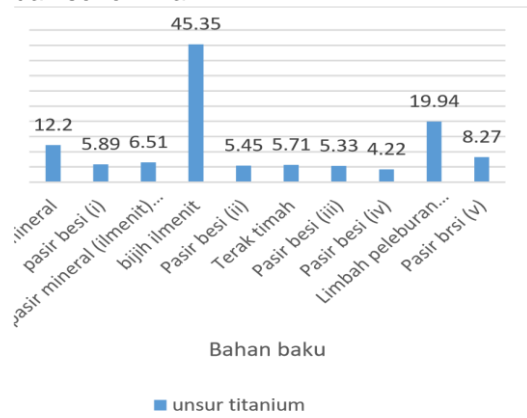
**2. Hasil Dekomposisi dengan NaOH**

Pada proses dekomposisi ini tidak dilanjutkan dikarenakan PPKM level 4, maka proses selanjutnya di ganti dengan mereview jurnal.

**HASIL DAN PEMBAHASAN REVIEW JURNAL**

Pada jurnal penelitian yang telah direview diketahui bahwa metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kandungan Titanium dalam pasir besi ataupun bahan baku lainnya sangat beragam, antara lain; metode hidrometalurgi (leaching), peleburan, pemanasan gelombang mikro, dekomposisi

dan pelindian, Hidrolisis, elektrolisis, kausik, dan sonokimia.



Gambar 5. Digram Hasil analisa kandungan titanium

1. Metode Hidrometalurgi leaching menggunakan pasir mineral yang terdapat di daerah Tulungagung dan Kulonprogo memiliki perbedaan proses.
  - a. Tulungagung  
Preparasi menggunakan magnet dan dilarutkan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hingga terbentuk slurry, dipanaskan, dicuci dan leaching, kemudian dianalisis didapatkan hasil titanium sebesar 12.2%
  - b. Kulonprogo  
Preparasi awal meliputi pencucian, pengeringan, penyaringan dan penghalusan, kemudian ditambahkan dengan natrium bikarbonat. Proses selanjutnya merupakan pemurnian dan dianalisa hasil. Kandungan titanium yang didapat sebesar 6.51%
2. Peleburan dan pelindian dimana proses awal yaitu preparasi yang meliputi ayakan, pemisahan dengan magnet dan dilanjutkan dengan proses peleburan dengan menggunakan fluk natrium hidroksida yang berfungsi sebagai pengikat Ti yang terjadi dalam proses peleburan pasir besi. kemudian dilanjutkan dengan proses pelindian menggunakan pelarut H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dengan perbandingan 1:9 agar mengubah pH larutan hasil saring sehingga didapatkan variasi pH.
3. Berdasarkan pengujian EDX yang dilakukan, kandungan unsur Ti dalam pasir besi sebesar 5.45%.

4. Metode pemanasan gelombang mikro dan leaching menggunakan bahan baku pasir besi di daerah Lumajang. Tahapan pengambilan titanium berupa tahapan awal, proses oksidasi, proses reduksi, dan proses leaching, kemudian analisis menggunakan XRF dan didapatkan kandungan titanium sebesar 5.89 %
5. Peleburan  
Metode peleburan menggunakan bahan baku terak timah di daerah PTBGN-BATAN  
Proses yang digunakan pada metode peleburan ini antara lain preparasi terak timah, ditambahkan grafit dan batu kapur kemudian diayak. Selanjutnya proses peleburan menggunakan tungku busur listrik. Dari hasil analisis XRF yang didapat, kandungan titanium sebesar 5.71%
6. Hidrolisis  
Metode hidrolisis menggunakan bahan baku bijih ilmenite di daerah Kalimantan  
Tahapan pertama yaitu preparasi  $TiSO_4$  dan dikeringkan, dihaluskan dan diayak. Selanjutnya pemanggangan ilmenite, refluks, endapkan kemudian dipisahkan. Kemudian proses hidrolisis dan dianalisis menggunakan XRF. Kandungan titanium yang didapat sebesar 45.35%.
7. Dekomposisi dan pelindian  
Metode dekomposisi dan pelindian menggunakan bahan baku pasir besi di daerah lumajang.  
Tahapan proses pada metode ini berupa persiapan bahan baku, dekomposisi, pelindian dan analisa kandungan menggunakan XRF. Kandungan titanium yang didapat sebesar 5.33 %.
8. Dekomposisi dan elektrolisis  
Metode dekomposisi dan elektrolisis menggunakan bahan baku pasir besi di daerah lumajang Tahapan proses pada metode ini berupa persiapan bahan baku, dekomposisi, pembuatan larutan garam NaCl, proses elektrolisis dan analisis hasil menggunakan metode titrasi. Didapatkan kandungan titanium sebesar 4.22%
9. Kaustik  
Metode kaustik menggunakan bahan baku limbah peleburan pasir besi. Tahapan proses pada metode ini berupa preparasi bahan baku menggunakan separator magnetic kemudian dilanjutkan dengan proses leaching dan dianalisis menggunakan XRF. Hasil analisis berupa titanium sebesar 19.94%
10. Sonokimia  
Metode sonokimia menggunakan bahan baku pasir besi di daerah pantai jomlom. Tahapan proses pada metode ini berupa preparasi awal menggunakan magnetic, pencucian dengan  $H_2O$ , pencucian dengan  $H_2O$  menggunakan pengaduk sonikator kemudian analisis bahan menggunakan XRF. Hasil analisis berupa titanium sebesar 8.27%

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Dari hasil percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa: besi merupakan unsur utama pada pasir besi karena memiliki kandungan terbesar yaitu Fe (44.07%) pada hasil preparasi penelitian dan 77.0346% pada hasil preparasi pasir besi menurut literature jurnal. yang memiliki kandungan terkecil yaitu Mn (0.726%) pada preparasi pasir besi penelitian dan kandungan terkecil pada preparasi menurut literatur jurnal yaitu Au (0.0021%). Kandungan titanium pada pasir besi sebesar 4.618% pada preparasi pasir besi penelitian dan kandungan titanium pada preparasi pasir besi menurut literature jurnal yaitu 12.861%.

### 2. Dari hasil jurnal dapat disimpulkan bahwa

- a. Kandungan terbesar dari pasir besi Kulon Progo adalah Besi (Fe) sebesar 44,070%, sedangkan kandungan Titanium (Ti) sebesar 4,618%.
- b. Ekstraksi titanium dioksida menggunakan metode leaching diperoleh kadar titanium dioksida sebesar 12.2% dan 6.51%.
- c. Kadar titanium dioksida menggunakan metode pemanasan gelombang sebesar 5.89%.
- d. Kadar titanium sebesar 45.35% menggunakan metode hidrolisis.

- e. Metode peleburan didapatkan kadar titanium sebesar 5.45% dan 5.71%.
- f. Metode dekomposisi dan pelindian, dekomposisi dan elektrolisis diperoleh kadar titanium sebesar 5.33% dan 4.22%.

### 3. Saran

Diharapkan hasil *review* jurnal penelitian ini untuk dapat lebih dikembangkan oleh peneliti lain guna memperoleh hasil yang lebih maksimal, seperti:

- a. Memanfaatkan bahan lain yang berpotensi menghasilkan Titanium atau mineral lainnya.
- b. Pengujian kandungan maupun karakteristik dapat menggunakan metode lain.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ajeng Iftita Najihah, Dkk. (2018). Ekstraksi Nano Kristalin *Rutile* Dari Pasir Besi Pesisir Tulungagung. *Lppm - Universitas Negeri Surabaya*
- Abdul, Dkk. 2015 Studi Pengaruh Variasi Daya terhadap Proses Ekstraksi  $TiO_2$  (*Rutile*) dari Pasir Besi dengan Memanfaatkan Pemanasan Gelombang Mikro dan Diikuti *Leaching* Asam Klorida. Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
- Chusni, 2013. *Mengoptimalkan perolehan mineral magnetic pada proses separasi magnetic pasir besi pantai selatan jawa tengah*. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara Volume 9, Nomor 3, September 2013
- Gambogi, J., 2010. *Titanium and Titanium Dioxide, Mineral Commodity Summaries*. US Geological Surv. 176–178.
- Istiqoma, dkk. (2019). Ekstraksi Titanium Dioksida ( $TiO_2$ ) Anatase Menggunakan Metode *Leaching* dari Pasir Mineral Tulungagung. *Jurnal Akta Kimindo* Vol. 4(2), 2019: 145-151
- Luthfiana, Dkk. (2013). Ekstraksi Titanium Dioksida ( $TiO_2$ ) Dari Pasir Besi Dengan Metode Hidrometalurgi. *Prosiding Semirata Fmipa Universitas Lampung*.
- M. musafir, dkk. 2012. *Uji XRD dan XRF pada Bahan Meneral (Batuan dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas ( $CaCO_3$  dan  $SiO_2$ )*. Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA), Vol 2 No 1, Juni 2012.
- Mv Purwani dan Suyanti. 2016. Model Penyusutan Partikel Pada Pelindian Titanium Dalam Ilmenit Memakai Hcl, Issn 0216 – 312
- Reynard, dkk. 2019. *engendapan titanium pada larutan pasir besi dalam asam sulfat*, Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara Volume 15, Nomor 2, Mei 2019
- Rahiyani, dkk. 2011. Monitoring dan Ekstraksi  $TiO_2$  dari Pasir Mineral. *Jurnal Kimia dan Kemasan* 33(2):131
- Sari, Anita dan Suprpto. 2014. *Studi Pengaruh Dekomposisi Pasir Besi dengan NaOH Terhadap Pemisahan Titanium*. Jurnal Sains dan Seni Pomits
- Setiawati, dkk. (2013), Ekstraksi titanium dioksida dari pasir besi menggunakan metode hidrometalurgi. Vol 01 no 03.
- Suroso, Indreswari. 2017. *Analisis Secara Fisis dan Mekanis Pasir Besi dari Pantai Selatan Kulon Progo Berguna bagi Material Pesawat Terbang*. Jurnal Teknik STTKD 4(1), 26-38