

PEMBUATAN PIGMEN TITANIUM DIOKSIDA DENGAN MEDIUM KLORIDA

Solihin, Nurhayati Indah Ciptasari, Tri Arini

Pusat Penelitian Metalurgi – LIPI

Kawasan Puspiptek Serpong, Gedung 470, Tangerang 15314

E-mail : solihin@lipi.go.id

Masuk tanggal : 10-05-2012, revisi tanggal : 09-07-2012, diterima untuk diterbitkan tanggal : 20-07-2012

Intisari

PEMBUATAN PIGMEN TITANIUM DIOKSIDA DENGAN MEDIUM KLORIDA. Indonesia memiliki cadangan bijih ilmenit yang melimpah. Pengolahan bijih ilmenit melalui jalur hidrometalurgi telah dapat menghasilkan pigmen titanium dioksida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa unsur besi dalam ilmenit dapat dihilangkan menggunakan media klorida sehingga didapat titanium dioksida dengan konsentrasi yang cukup tinggi. Ukuran butiran dan konsentrasi asam mempengaruhi penghilangan unsur besi. Semakin halus butiran dan semakin tinggi konsentrasi asam, semakin banyak unsur besi yang bisa dihilangkan. Pada konsentrasi asam klorida 37 % ukuran butiran -200 mesh dan temperatur 100 °C kadar TiO₂ dapat ditingkatkan menjadi 88 %.

Kata kunci : Titanium dioksida, Ilmenit, Pelindian, Asam klorida

Abstract

THE MAKING OF TITANIUM DIOXIDE PIGMENT WITH CHLORIDE MEDIUM. Indonesia posses huge amount of ilmenit deposits. The ilmenite can be processed to produce titanium dioxide through hydrometallurgical method . The experimental results shows that the iron content in ilmenite can be eliminated through chloric acid leaching, leaving high concentration titanium dioxide as the product. The particle size of ilmenite and chloric acid concentrations affects the elimination rate of iron. The smaller the particle size and the higher the acid concentrations, the higher amount of iron can be eliminated. At 37 % Chloric acid, -200 mesh particle size and 100 °C, the concentrations of TiO₂ can be increased up to 88 %.

Keywords : Titanium dioxide, Ilmenit, Leaching, Chloric acid

PENDAHULUAN

Titanium merupakan unsur melimpah yang terdapat pada kerak bumi sekitar 0,63%. Keberadaannya selalu dalam bentuk mineral lainnya seperti *ilmenit* (dengan struktur kristalnya *rutile*, *anatase*, *brookite*), *leucosene*, *perovskite*, dan *sphene* yang ditemukan dalam titanat dan beberapa pasir besi. Material yang mengandung titanium dan paling banyak ada di bumi dan paling sering dimanfaatkan oleh manusia adalah *rutile* dan *anatase*. *Rutile* adalah bentuk paling stabil dari titania dan paling banyak digunakan sebagai sumber titanium^[1].

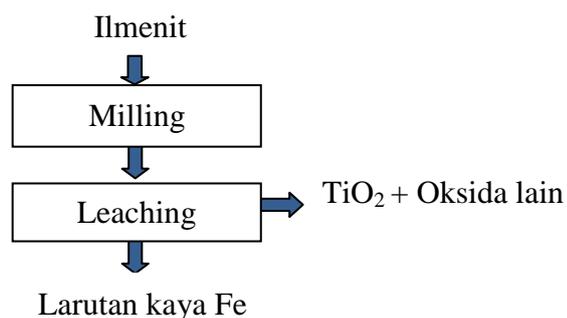
Di Indonesia, cadangan ilmenit yang merupakan sumber titanium terdapat cukup melimpah di provinsi Bangka Belitung. Sampai saat ini, mineral ilmenit hanya memiliki status sebagai hasil samping kegiatan penambangan dan pengolahan bijih timah. Padahal, di sisi lain titanium dioksida yang terkandung dalam ilmenit tersebut merupakan bahan baku yang sangat penting untuk beberapa industri seperti pabrik cat, pabrik bahan baku las dan fotokatalis^[2-4]. Pabrik cat memerlukan titanium dioksida untuk pigmen dalam proses pembuatan cat, pabrik las memerlukan titanium dioksida sebagai bahan baku untuk pembuatan flux logam untuk produk *stick welding*, dan pabrik

pembuat bahan fotokatalis menggunakan bahan baku utama titanium dioksida. Selain penggunaan di atas, titanium dioksida juga bisa menjadi bahan baku untuk pembuatan logam titanium, misalnya pembuatan titanium dengan proses Kroll^[5]. Kendala utama pada industri-industri tersebut di atas adalah bahan baku titanium dioksida merupakan barang impor. Hal ini, akan berakibat selain mempertinggi ongkos produksi juga akan membuat industri-industri tersebut sangat tergantung pada negara lain.

Untuk mendekatkan kesenjangan antara kebutuhan industri akan pigmen titanium dioksida dengan ketersediaan mineral sumber titanium yang melimpah di alam Indonesia maka diperlukan penelitian proses pengolahan ilmenit untuk menghasilkan pigmen titanium dioksida. Dalam tulisan ini akan dikaji hasil-hasil percobaan pengolahan ilmenit untuk menghasilkan pigmen titanium dioksida dengan media klorida.

PROSEDUR PERCOBAAN

Pada penelitian ini, bijih ilmenit diperoleh dari PT. Timah, Bangka. Kemudian bijih ilmenit tersebut dihaluskan dengan *ball mill* sehingga terbentuk fraksi ukuran yang berbeda yaitu -60, -100 dan -200 mesh, atau sekitar 74 mikron sampai dengan 250 mikron. Terhadap masing-masing fraksi ukuran tersebut dilakukan proses pelindian dalam media klorida (Merck) dengan konsentrasi 10 %, 20 % dan 37 % . Diagram alir proses penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pelindian klorida

Komposisi unsur dalam sampel *as received* dan residu pelindian dianalisis menggunakan XRF, sedangkan senyawa dalam sampel *as received* dan residu dianalisis menggunakan XRD. Logam terlarut dalam filtrat dianalisis menggunakan AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan komposisi unsur pada ilmenit yang dianalisis dengan XRF. Terlihat bahwa bijih ilmenit didominasi oleh elemen besi, titanium dan oksigen. Sementara itu, hasil perbandingan antara komposisi stoikiometrik $FeTiO_3$ dengan hasil analisis EDX (Gambar 2) menunjukkan bahwa bijih tersebut didominasi oleh mineral ilmenit. Hasil analisis XRF dan EDX tersebut seiring dengan hasil analisis XRD, yang diperlihatkan pada Gambar 3, yang menunjukkan bahwa puncak-puncak yang muncul berkorelasi dengan ilmenit. Maka dengan demikian dapat disimpulkan bahwa mineral utama bijih ilmenit dari PT Timah Bangka adalah ilmenit. Selain ilmenit, terdapat kemungkinan besi oksida, rutil, dan oksida lainnya.

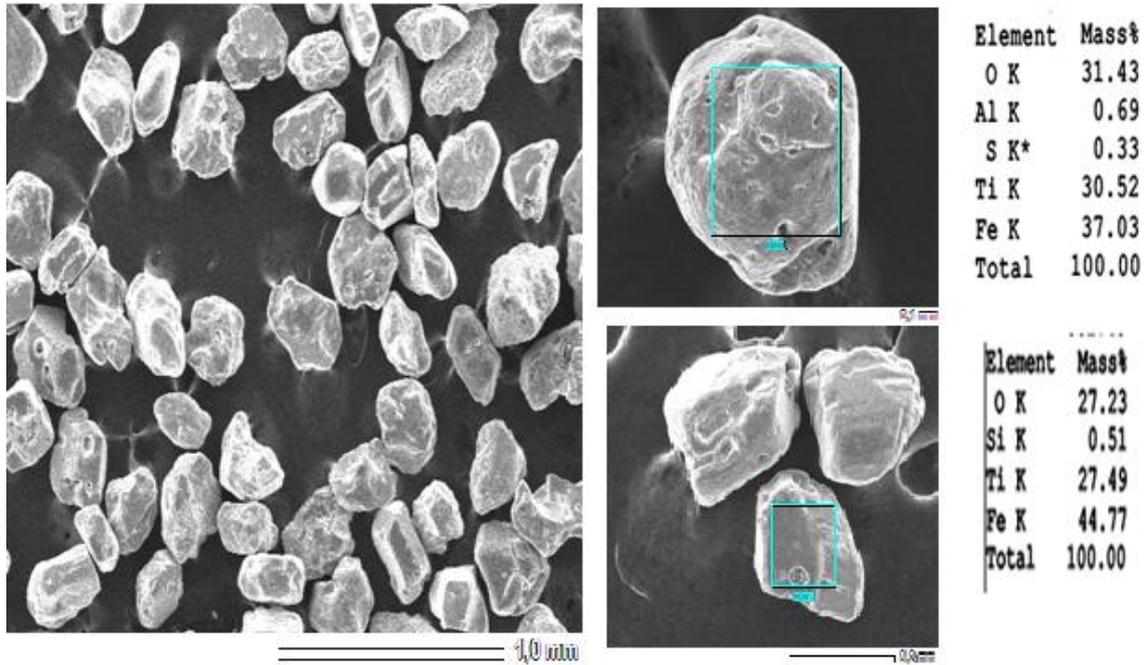
Tabel 1. Distribusi unsur pada bijih ilmenit Bangka

Unsur	Kadar (%)
Fe	37,01
Ti	21,28
Si	1,09
Al	0,88
Mn	0,83
Mg	1,09
Ca	0,07
K	0,13
P	0,10
Cr	0,60
O	33,39
Total	96,46
LOI	3,54

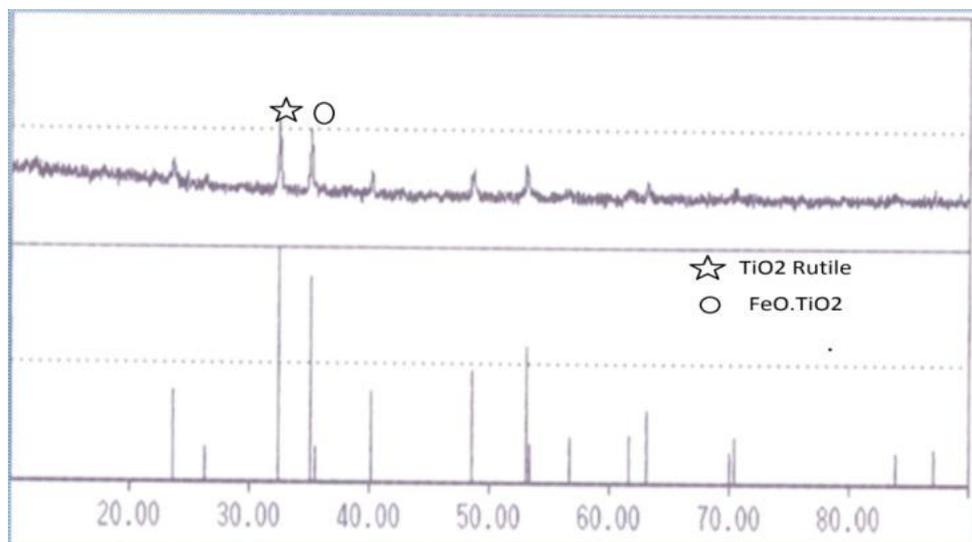
Hasil analisis XRD terhadap sampel pada berbagai fraksi ukuran diperlihatkan

pada Gambar 4. Pada fraksi ukuran besar dan sedang (+100 mesh) terlihat puncak yang muncul adalah puncak yang hanya berkorelasi dengan ilmenit. Sedangkan pada fraksi ukuran menengah dan terkecil dan (+200-100 dan -200 mesh) terdapat puncak lain yang diduga berkorelasi

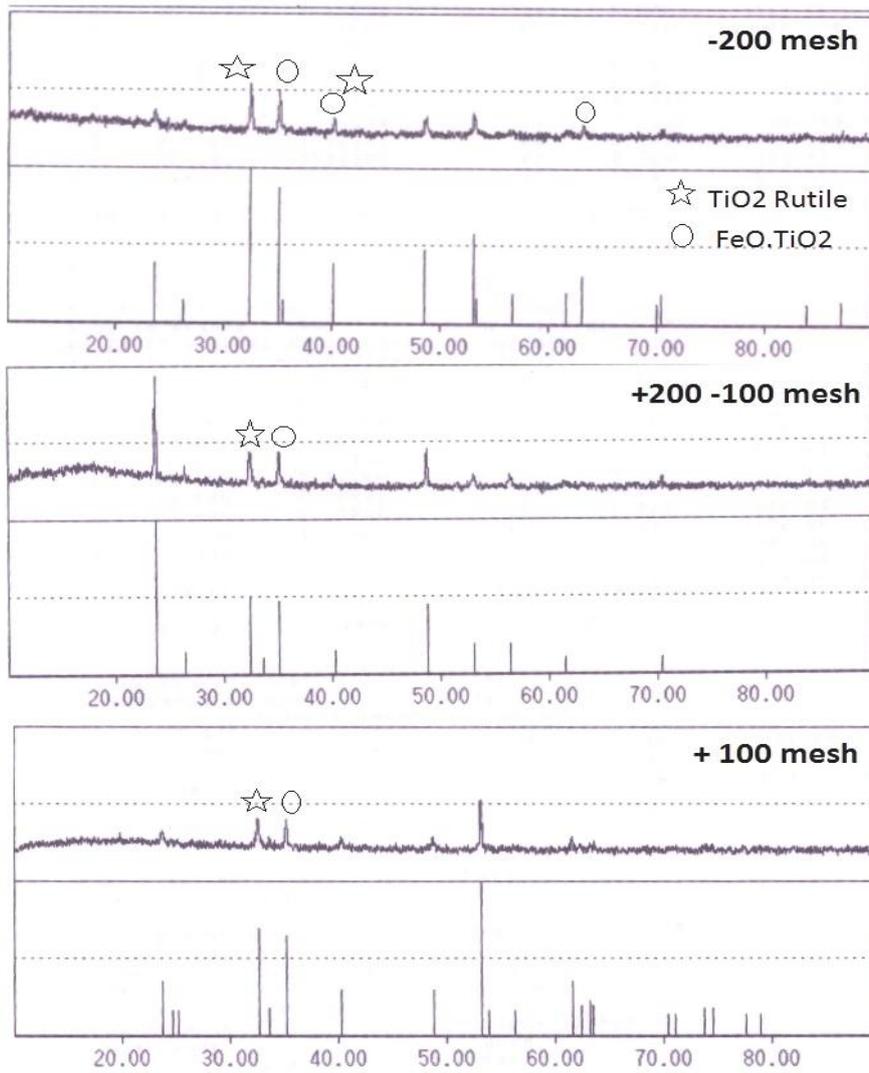
dengan oksida pengotor (SnO₂, dan lain-lain). Hasil analisis XRD tersebut menunjukkan bahwa pada sampel *as received*, partikel pengotor berada pada rentang ukuran menengah dan halus, sedangkan ilmenit terdapat dalam berbagai ukuran butiran.



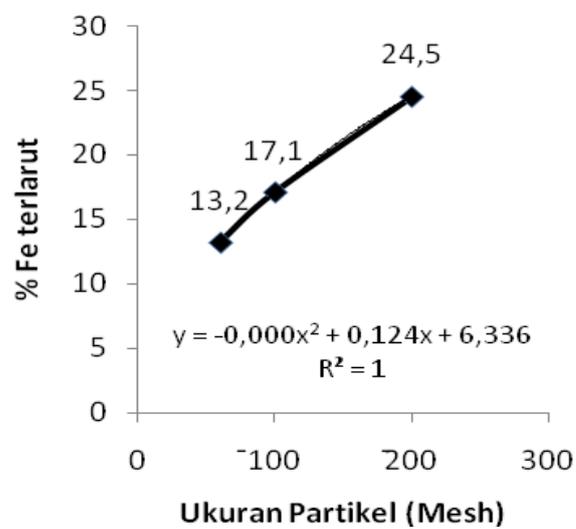
Gambar 2. Analisis SEM-EDX bijih ilmenit PT Timah Bangka



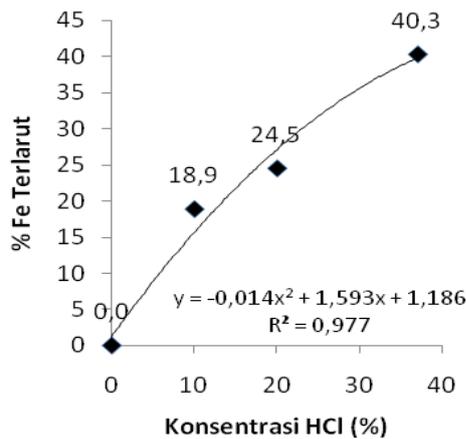
Gambar 3. Pola XRD bijih ilmenit *as received* menunjukkan puncak yang berkorelasi dengan mineral ilmenit



Gambar 4. Pola XRD dari ilmenit pada berbagai fraksi ukuran



Gambar 5a. Pengaruh ukuran partikel terhadap persentase besi terlarut



Gambar 5b. Pengaruh konsentrasi asam terhadap persentase besi dan titanium terlarut

Hasil proses pelindian dalam media asam klorida diperlihatkan pada Gambar 5a dan 5b. Gambar 5a menunjukkan perolehan besi meningkat seiring dengan semakin kecil ukuran partikel. Ukuran partikel yang semakin kecil mengindikasikan dua hal, yang pertama adalah semakin tingginya kemungkinan mineral berharga terliberasi dari pengotornya dan yang kedua adalah peningkatan laju pelarutan spesi (zat terlarut meningkat seiring dengan luas permukaan spesifik total)^[6]. Dua hal tersebut, fraksi terliberasi dan luas permukaan spesifik, berkolaborasi dalam menaikkan laju pelarutan besi. Khusus untuk pengaruh luas permukaan dapat dikaitkan dengan persamaan Fick^[7], yaitu:

$$(dC)/dt = D.(dA) (dx/dt) \quad (1)$$

Keterangan :

dC/dt = Laju difusi (gram/detik.cm³)

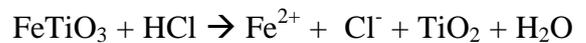
D = Koefisien difusi reaktan (cm²/detik)

A = Luas permukaan (cm²)

Persamaan tersebut menunjukkan pengaruh luas permukaan spesifik terhadap laju kelarutan.

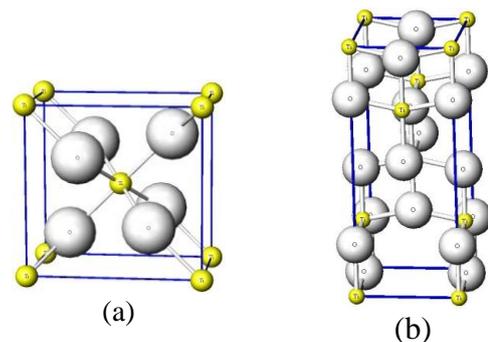
Kelarutan besi juga meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi asam klorida. Pada konsentrasi asam klorida 10 %, 20 % dan 37 % persentase besi yang terlarut masing-masing adalah 18,9 ; 24,5 dan

40,3 %. Sedangkan kelarutan titanium dalam media larutan sangat rendah (kurang dari 1 %) . Hal ini mengindikasikan bahwa reaksi pelarutan besi dari ilmenit adalah sebagai berikut:

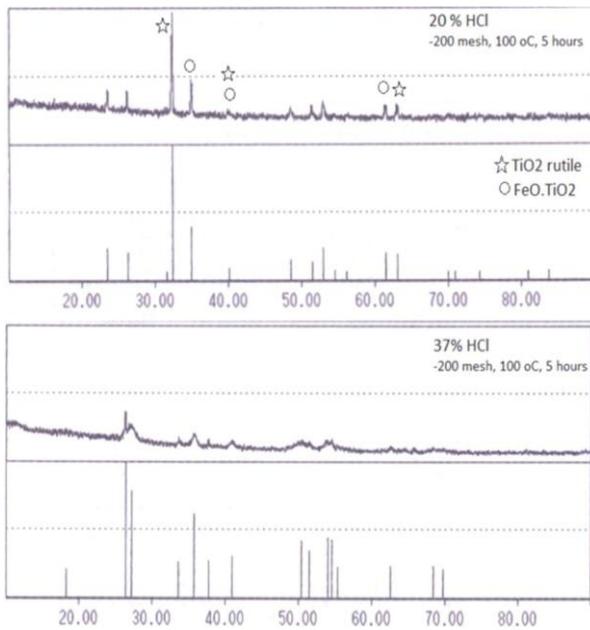


Kenaikan besi terlarut seiring dengan kenaikan konsentrasi asam sesuai dengan azas Le Chatelier, yang dalam hal ini kenaikan konsentrasi asam akan menaikkan perolehan besi. Pengaruh kenaikan konsentrasi asam terhadap perolehan besi juga dilaporkan oleh peneliti lain^[8-10].

Sementara itu, perolehan titanium dalam larutan asam yang sangat rendah (< 1%) menunjukkan bahwa struktur titanium oksida dalam ilmenit didominasi oleh struktur rutile. Rutile adalah struktur paling stabil dalam golongan titanium oksida, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur TiO₂ (a) Rutile dan (b) Anatase lebih tinggi



Gambar 7. Pola XRD dari residu pelindian ilmenite

Tabel 2. Komposisi unsur dalam produk hasil pelindian

Senyawa	Kadar (%)
TiO ₂	88,46
SnO ₂	4,08
SiO ₂	2,68
Cl	1,3
Fe ₂ O ₃	1,1
ZrO ₂	0,88
SO ₃	0,71
Al ₂ O ₃	0,3
CeO ₂	0,19
Nb ₂ O ₅	0,08
Y ₂ O ₃	0,03
CdO	0,03
WO ₃	0,02
TeO ₂	0,02
MnO	0,02
Sb ₂ O ₃	0,01
PbO	0,01

Analisis XRD terhadap residu (Gambar 7) juga mendukung hasil analisis

sebelumnya, yaitu fasa yang dominan dalam residu adalah TiO₂. Maka dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bagian TiO₂ dalam struktur molekul ilmenit (dengan penulisan berbasis struktural : FeO.TiO₂) hampir seluruhnya berstruktur rutile.

Perolehan titanium ternyata sangat kecil dibanding perolehan logam dalam proses-proses ekstraksi bijih lain. Perolehan yang rendah sebenarnya disebabkan oleh faktor alamiah bijih tersebut. Di alam, bijih biasanya mengalami erosi, sedimentasi, transformasi dan pelapukan. Sebagian besi dalam mineral ilmenit karena kondisi tekanan dan pH tertentu di alam dapat terlarut dan meninggalkan titanium oksida dalam bentuk mineral rutile. Rutile adalah fasa terakhir dalam deret transformasi titanium oksida yang tidak dapat direaksikan lagi, kecuali dengan menambahkan energi yang sangat tinggi. Oleh sebab itulah perolehan titanium oksida dari bijih ilmenit selalu rendah karena titanium yang terlarut hanya berasal dari mineral ilmenit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Mineral utama bijih ilmenit dari PT Timah Bangka adalah ilmenit (FeO.TiO₂). Selain ilmenit, terdapat kemungkinan adanya besi oksida, rutile, dan oksida lainnya. Unsur besi dalam ilmenit dapat dihilangkan menggunakan media klorida sehingga kandungan titanium dioksida meningkat. Ukuran butiran dan konsentrasi asam, mempengaruhi penghilangan unsur besi. Pada konsentrasi asam klorida 10%, 20% dan 37% persentase besi yang terlarut masing-masing adalah 18,9; 24,5 dan 40,3%. Sedangkan perolehan titanium dari bijih ilmenit melalui proses pelindian menggunakan asam klorida sangat rendah (kurang dari 1%) menunjukkan bahwa proses pelindian ini hanya dapat mengambil FeO saja, sedangkan TiO₂ tidak ikut larut. Struktur titanium dioksida dalam ilmenit ini kemungkinan besar didominasi oleh struktur rutile. Tetapi hal ini perlu

dianalisis lebih lanjut. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada konsentrasi asam klorida 37%, ukuran butiran -200 mesh dan temperatur 100 °C dihasilkan kadar maksimum TiO₂ dalam pigmen sebesar 88%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Carp O, Huisman CL, Reller A. 2004. „Photoinduced reactivity of titanium dioxide”. *Progress in Solid State Chemistry*. : 32, 1–2, 33-177.
- [2] Blake DM, Maness P, Zheng H, Wolfrum EJ, and Huang J. 1999. *Separation and Purification Methods* : 28(1), 1-50.
- [3] Alexandrescu R, Morjan I, Scarisoreanu M, Birjega R, Popovici, E, Soare I. 2007. *Thin Solid Films*. : 515, 8438–8445.
- [4] Chuang HY, Chen DH. 2008. *J Nanopart Res*. : 10, 233–241.
- [5] Habashi F. 1997. *Handbook of Extractive Metallurgy*, Wiley-Vch, Germany.: 1183-1215.
- [6] Gupta S, Yan DS. 2006. *Mineral Processing Design and Control*, Wiley and Son, New York.
- [7] Baehr HD, Stephan K. 2006. *Heat and mass transfer*, Springe-Verlag, Verlin.
- [8] Hazek N, Lasheen TA, Sheikh R, Salah Z. 2007. *Hydrometallurgy*. : 87 45–50.
- [9] Zhang W, Zhu Z, Cheng CY. *Hydrometallurgy*, Article in Press
- [10] Li C, Liang B, Wang HY. 2008. *Hydrometallurgy*. : 91, 121–129.

RIWAYAT PENULIS

Solihin, alumni program studi Metalurgi jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung dan program studi ecomaterial Graduate School of Environmental Studies Tohoku University. Pernah melakukan penelitian Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Miyagi, Jepang (2000-2001), ikut berkolaborasi dalam kerjasama penelitian antara JFE Mineral Company dengan Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Jepang (2004-2006). Saat ini bekerja sebagai peneliti pada Pusat Penelitian Metalurgi LIPI.

