

**PENGARUH PENAMBAHAN ASAM FOSFAT DAN TEMPERATUR PEMBAKARAN
TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK BODI KERAMIK BERBAHAN BAKU
TUNGGAL RED MUD KALIMANTAN BARAT**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Sains Program Studi Kimia



oleh

Ahmad Mauludin Mubarok

1707882

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2021**

**PENGARUH PENAMBAHAN ASAM FOSFAT DAN TEMPERATUR
PEMBAKARAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK BODI
KERAMIK BERBAHAN BAKU TUNGGAL *RED MUD* KALIMANTAN
BARAT**

oleh
Ahmad Mauludin Mubarok
1707882

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Sains pada Program Studi Kimia Departemen Pendidikan Kimia Fakultas
Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Ahmad Mauludin Mubarok 2021
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruh atau sebagian, dengan dicetak ulang,
difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

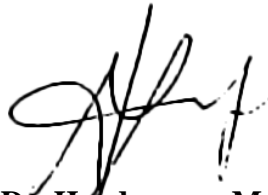
Ahmad Mauludin Mubarok, 2021
*PENGARUH PENAMBAHAN ASAM FOSFAT DAN TEMPERATUR PEMBAKARAN TERHADAP SIFAT
FISIK DAN MEKANIK BODI KERAMIK BERBAHAN BAKU TUNGGAL RED MUD KALIMANTAN BARAT*
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

AHMAD MAULUDIN MUBAROK

**PENGARUH PENAMBAHAN ASAM FOSFAT DAN TEMPERATUR
PEMBAKARAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK BODI
KERAMIK BERBAHAN BAKU TUNGGAL *RED MUD* KALIMANTAN
BARAT**

Disetujui dan disahkan oleh

Pembimbing I



Dr. Hendrawan, M.Si.
NIP. 196309111989011001

Pembimbing II



Hafiz Aji Aziz, S.Si., M.Sc
NIP. 920200419930502101

Mengetahui,
Ketua Departemen Pendidikan Kimia



Dr. Hendrawan, M.Si.
NIP. 196309111989011001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“PENGARUH PENAMBAHAN ASAM FOSFAT DAN TEMPERATUR PEMBAKARAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK BODI KERAMIK BERBAHAN BAKU TUNGGAL *RED MUD* KALIMANTAN BARAT”** ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri, dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang di jatuhkan kepada saya apabila kemudian di temukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2021

Yang membuat pernyataan



Ahmad Mauludin Mubarak

NIM. 1707882

ABSTRAK

Red mud merupakan limbah yang bersifat sangat basa yang dihasilkan dari proses Bayer yang mengolah bauksit menjadi alumina. Pada proses ini, dihasilkan limbah *red mud* sebanyak 77 ton setiap tahunnya yang akan menimbulkan masalah *geoenviromental*. *Red mud* mengandung oksida besi dan senyawa-senyawa lainnya yang dihasilkan oleh proses Bayer serta dapat dimanfaatkan sebagai produk keramik. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah *red mud* yang berasal dari Kalimantan Barat sebagai bahan baku tunggal bodi keramik untuk mengetahui pengaruh penambahan asam fosfat dan temperatur pembakaran terhadap bodi keramik tersebut. Pada tahap awal dilakukan pengamatan tampilan fisik terhadap bahan *red mud* Kalimantan Barat dengan uji bakar PS-14. Selanjutnya dilakukan pengujian sifat mekanik bodi keramik berbahan baku tunggal *red mud* yang ditambah dengan asam fosfat 5%, 10% dan 20% untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kuat lentur dan kuat tekan. Tahap terakhir dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik pada bodi keramik yang dibakar pada temperatur 1000 °C, 1050 °C dan 1100 °C untuk mengetahui pengaruhnya terhadap peresapan air, susut bakar, densitas, porositas semu, kuat tekan dan kuat lentur dari bodi keramik. Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa *red mud* mentah berwarna merah gelap, *red mud* kering berwarna merah terang yang menandakan kandungan besi oksida yang tinggi dan *red mud* PS-14 berwarna abu-abu gelap yang menandakan adanya perubahan senyawa dari Fe_3O_4 menjadi Fe_2O_3 dan kemudian berubah menjadi FeO . Sifat mekanik bodi keramik berupa nilai kuat lentur dan kuat tekan meningkat sesuai dengan peningkatan konsentrasi asam fosfat. Sifat fisik dan mekanik bodi keramik semakin baik sesuai dengan kenaikan temperatur pembakaran dan dengan adanya penambahan asam fosfat pada bodi keramik. Penambahan asam fosfat akan mengakibatkan terbentuknya ikatan keramik amorf-kristalin yang akan memperkuat bodi keramik. Temperatur pembakaran yang lebih tinggi akan mengakibatkan proses *sintering* yang lebih efektif sehingga enkapsulasi dan stabilisasi logam dalam matriks keramik akan lebih baik dan meningkatkan sifat fisik serta mekanik bodi keramik.

Kata Kunci: *red mud*, bodi keramik, bauksit, proses Bayer

ABSTRACT

Red mud is a highly alkaline waste produced from the Bayer process which processes bauxite into alumina. In this process, 77 tons of red mud waste is produced annually which will cause geo-environmental problems. Red mud contains iron oxide and other compounds produced by the Bayer process and can be used as ceramic products. This study aims to utilize red mud waste originating from West Kalimantan as a single raw material for ceramic bodies to determine the effect of adding phosphoric acid and combustion temperature to the ceramic body. At the initial stage, observations of the physical appearance of the West Kalimantan red mud material were carried out with the PS-14 fuel test. Furthermore, testing of the mechanical properties of the ceramic body made from single raw red mud was added with 5%, 10%, and 20% phosphoric acid to determine its effect on flexural strength and compressive strength. The last stage is testing the physical and mechanical properties of the ceramic body which is burned at temperatures of 1000 °C, 1050 °C, and 1100 °C determine water infiltration, fuel loss, density, apparent porosity, compressive strength, and flexural strength of the ceramic body. From the observations, it was found that raw red mud is dark red, dry red mud is bright red which indicates high iron oxide content and PS-14 red mud is dark gray which indicates a change in the compound from Fe_3O_4 to Fe_2O_3 and then turns into FeO . The mechanical properties of the ceramic body in the form of flexural strength and compressive strength increased according to the increase in the concentration of phosphoric acid. The physical and mechanical properties of the ceramic body improved according to the increase in combustion temperature and with the addition of phosphoric acid to the ceramic body. The addition of phosphoric acid will result in the formation of amorphous-crystalline ceramic bonds which will strengthen the ceramic body. A higher firing temperature will result in a more effective sintering process so that encapsulation and metal stabilization in the ceramic matrix will be better and improve the physical and mechanical properties of the ceramic body.

Keywords: *red mud, ceramic body, bauxite, Bayer process*

KATA PENGANTAR

Bismillaahirohmaanirrohiim, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga tercurah limpahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW.

Skripsi yang berjudul “**PENGARUH PENAMBAHAN ASAM FOSFAT DAN TEMPERATUR PEMBAKARAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK BODI KERAMIK BERBAHAN BAKU TUNGGAL *RED MUD KALIMANTAN BARAT***” ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia, Departemen Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu diharapkan adanya kritik dan saran dari semua pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca, dan peneliti selanjutnya.

Bandung, Agustus 2021

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan berkat dan perlindungannya skripsi ini dapat penulis selesaikan. Dalam proses ini banyak menemui berbagai kesulitan mulai dari tahap penelitian, penyusunan, hingga penyelesaian, namun berkat bantuan dan bimbingan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orangtua (Bapak Amir Saepudin dan Ibu Elis Pepi), yang selalu memberikan dukungan dan doa.
2. Bapak Dr. Hendrawan, M.Si. selaku dosen pembimbing pertama dan ketua Departemen Pendidikan Kimia.
3. Bapak Hafiz Aji Aziz, S.Si., M.Sc selaku dosen pembimbing kedua.
4. Bapak Kristanto Wahyudi selaku dosen pembimbing PLA Balai Besar Keramik Kota Bandung.
5. Ibu Fitri Khoerunnisa, Ph. D. selaku ketua Program Studi Kimia.
6. Bapak Drs. Yaya Sonjaya, M.Si, selaku ketua KBK Kimia Lingkungan.
7. Prof. Dr. Agus Setiabudi, M.Si selaku dosen pembimbing akademik.
8. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Program Studi Kimia FPMIPA UPI.
9. Seluruh staff dan tenaga laboran Program Studi Kimia FPMIPA UPI.
10. Keluarga Aki Dede Nurdin dan keluarga Aki Almarhum Mahpud yang selalu mendukung keputusan penulis dan memberikan bantuan serta doa selama perkuliahan.
11. Teman–teman KBK kimia Lingkungan yang telah melewati suka dan duka dalam menyelesaikan mata kuliah dan penelitian. Terima kasih atas semangat dan dukungan yang telah di berikan.
12. Teman–teman kimia C 2017 yang selalu memberikan dukungan serta doa.
13. Alya Chairunnisa Tahira, Hardian Ari, Hari Agung Triadi dan Silvia Widiyanti yang selalu memberikan semangat, bantuan dan menjadi pengingat untuk berproses bareng mengerjakan tugas perkuliahan, penelitian dan skripsi.
14. Teman–teman di URM Eska UPI, Tim Expo Kimia UPI 2020, BEM Rema UPI, Perhimpunan Mahasiswa Bandung, Play 99ers, YB45 Sejahtera dan

Ahmad Mauludin Mubarak, 2021

PENGARUH PENAMBAHAN ASAM FOSFAT DAN TEMPERATUR PEMBAKARAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK BODI KERAMIK BERBAHAN BAKU TUNGGAL RED MUD KALIMANTAN BARAT
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

organisasi lainnya yang telah bersedia menjadi tempat keluh kesah, bantuan dan memberikan hiburan selama perkuliahan dan pengerjaan skripsi ini.

15. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan baik secara moril maupun materiil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
16. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, and for just being me at all times.*

Bandung, Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Proses Bayer	6
2.2 <i>Red Mud</i>	7
2.3 Bodi Keramik	8
2.4 Asam Fosfat.....	9
2.5 Temperatur Pembakaran.....	10
2.6 Sifat Fisik dan Mekanik Bodi Keramik.....	10
2.6.1 Densitas	11
2.6.2 Porositas	12
2.6.3 Penyerapan Air.....	12
2.6.4 Susut Bakar	13

2.6.5	Kuat Lentur	14
2.6.6	Kuat Tekan	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		16
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	16
3.2	Alat dan Bahan	16
3.3	Metode Penelitian.....	16
3.4	Prosedur Penelitian.....	17
3.4.1	Pengujian Tampilan Fisik Bahan <i>Red Mud</i> Kalimantan Barat Sebelum dan Setelah Pembakaran	20
3.4.2	Pengujian Pengaruh Variasi Asam Fosfat terhadap Sifat Mekanik Bodi Keramik Mentah Berbahan Baku Tunggal <i>Red Mud</i> Kalimantan Barat	20
3.4.3	Pengujian Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Kualitas Bodi Keramik Berbahan Baku Tunggal <i>Red Mud</i> Kalimantan Barat	22
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1	Tampilan Fisik Bahan <i>Red Mud</i> Kalimantan Barat Sebelum dan Setelah Pembakaran	25
4.2	Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Fosfat terhadap Sifat Mekanik Bodi Keramik Mentah Berbahan Baku Tunggal <i>Red Mud</i> Kalimantan Barat	26
4.2.1	Pengaruh Variasi Asam Fosfat terhadap Kuat Lentur Bodi Keramik Mentah Berbentuk Balok	27
4.2.2	Pengaruh Variasi Asam Fosfat terhadap Kuat Tekan Bodi Keramik Mentah Berbentuk Balok	28
4.3	Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Fosfat dan Temperatur Pembakaran terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Bodi Keramik Mentah Berbahan Baku Tunggal <i>Red Mud</i> Kalimantan Barat.....	29

4.3.1	Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran Terhadap Susut Bakar Bodi Keramik Berbentuk Balok	31
4.3.2	Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran Terhadap Densitas Bodi Keramik Berbentuk Balok.....	31
4.3.3	Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran Terhadap Porositas Bodi Keramik Berbentuk Balok.....	33
4.3.4	Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran Terhadap Peresapan Air Bodi Keramik Berbentuk Balok.....	34
4.3.5	Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran Terhadap Kuat Lentur Bodi Keramik Berbentuk Balok	35
4.3.6	Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran Terhadap Kuat Tekan Bodi Keramik Berbentuk Kubus	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		38
5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Rekomendasi	38
DAFTAR PUSTAKA		40
LAMPIRAN.....		47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Limbah Red Mud (Babisk dkk., 2014)	7
Tabel 4.2 Tampilan Red Mud Setelah Dilakukan Pembakaran pada Temperatur 1410 °C.....	26
Tabel 4.3 Perbandingan Komposisi Bahan yang Digunakan pada Bodi Keramik (Pengaruh Variasi Asam Fosfat)	27
Tabel 4.4 Perbandingan Massa Bahan yang Digunakan pada Bodi Keramik Mentah (Pengaruh Asam fosfat)	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi Skema dari Proses Bayer yang Menggambarkan Sifat Siklusnya. Gambar diadaptasi dari referensi (Hind dkk., 1999).....	6
Gambar 2.2 Struktur Chemically Bonded Phosphate Ceramics. Gambar diadaptasi dari referensi (Yang dkk., 2014).....	9
Gambar 4.3 Perubahan warna red mud (a) Bongkahan red mud mentah (b) Red mud hasil Pengeringan pada temperatur 90 °C dan penggilingan (c) Red mud yang dibakar pada 1410 °C (PS 14).....	25
Gambar 4.4 Hasil Uji Kuat Lentur Bodi Keramik Balok Variasi Konsentrasi Asam Fosfat	28
Gambar 4.5 Hasil Uji Kuat Tekan Bodi Keramik Kubus Variasi Konsentrasi Asam Fosfat	29
Gambar 4.6 Hasil Uji Susut Bakar Bodi Keramik	31
Gambar 4.7 Hasil Uji Densitas Bodi Keramik	32
Gambar 4.8 Hasil Uji Porositas Bodi Keramik	33
Gambar 4.9 Hasil Uji Peresapan Air Bodi Keramik	34
Gambar 4.10 Hasil Uji Kuat Lentur Bodi Keramik	35
Gambar 4.11 Hasil Uji Kuat Tekan Bodi Keramik	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Susut Bakar.....	47
Lampiran 2. Data Hasil Penelitian Uji Peresapan Air.....	51
Lampiran 3. Data Hasil Penelitian Uji Kuat Lentur.....	53
Lampiran 4. Data Hasil Penelitian Uji Porositas Semu dan Densitas.....	55
Lampiran 5. Data Hasil Penelitian Uji Kuat Tekan	57
Lampiran 6. Dokumentasi <i>Red Mud</i> Hasil Pembakaran	60

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, S., Das, S. K., & Rao, B. H. (2019). Strength and durability characteristic of alkali activated GGBS stabilized red mud as geo-material. *Construction and Building Materials*, 211, 932–942. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.261>
- Amin, M. (2010). Kajian Harga Densitas Ubin Keramik Terfotokatalitis TiO₂ 10(1), 12.
- Babisk, M. P., Altoé, T. P., de Oliveira Lopes, H. J., do Prado, U. S., Gadioli, M. C. B., Monteiro, S. N., & Vieira, C. M. F. (2014). Properties of Clay Ceramic Incorporated with Red Mud. *Materials Science Forum*, 798–799, 509–513. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.798-799.509>
- Chen, Y., Yu, D., Chen, W., Fu, L., & Mu, T. (2019). Water absorption by deep eutectic solvents. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 21(5), 2601–2610. <https://doi.org/10.1039/C8CP07383J>
- Contreras, M., Teixeira, S. R., Santos, G. T. A., Gázquez, M. J., Romero, M., & Bolívar, J. P. (2018). Influence of the addition of phosphogypsum on some properties of ceramic tiles. *Construction and Building Materials*, 175, 588–600. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.131>
- Dethlefsen, V., & Rosenthal, H. (1973). Problems with dumping of red mud in shallow waters. A critical review of selected literature. *Aquaculture*, 2, 267–280. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(73\)90159-2](https://doi.org/10.1016/0044-8486(73)90159-2)
- dos Santos Conserva, L. R., Melchiades, F. G., Nastri, S., Boschi, A. O., Dondi, M., Guarini, G., Raimondo, M., & Zanelli, C. (2017). Pyroplastic

- deformation of porcelain stoneware tiles: Wet vs. dry processing. *Journal of the European Ceramic Society*, 37(1), 333–342.
<https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2016.08.015>
- Erna Hastuti, M. H. (2012). Pengaruh Temperatur Pembakaran dan Penambahan Abu Terhadap Kualitas Batu Bata. *Jurnal Neutrino*.
<https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1936>
- Fischer, J., Stawarczyk, B., & Hämmerle, C. H. F. (2008). Flexural strength of veneering ceramics for zirconia. *Journal of Dentistry*, 36(5), 316–321.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.01.017>
- Galán-Arboledas, R. J., Cotes-Palomino, M. T., Martínez-García, C., Moreno-Maroto, J. M., Uceda-Rodríguez, M., & Bueno, S. (2019). Ternary diagrams as a tool for developing ceramic materials from waste: Relationship between technological properties and microstructure. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(35), 35574–35587.
<https://doi.org/10.1007/s11356-019-05343-3>
- Gao, H. T., Liu, X. H., Chen, J. Q., Qi, J. L., Wang, Y. B., & Ai, Z. R. (2018). Preparation of glass-ceramics with low density and high strength using blast furnace slag, glass fiber and water glass. *Ceramics International*, 44(6), 6044–6053. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.12.228>
- Gu, T., Chen, F., Shen, Q., & Zhang, L. (2019). Low-temperature preparation of porous SiC ceramics using phosphoric acid as a pore-forming agent and a binder. *Ceramics International*, 45(13), 16470–16475.
<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.05.179>

- Gutmanas, E. Y., & Gotman, I. (1999). Dense high-temperature ceramics by thermal explosion under pressure. *Journal of the European Ceramic Society*, 19(13–14), 2381–2393. [https://doi.org/10.1016/S0955-2219\(99\)00104-1](https://doi.org/10.1016/S0955-2219(99)00104-1)
- Handayani, S. (2010). Kualitas Batu Bata Merah Dengan Penambahan Serbuk Gergaj. *Jurnal. Teknik Sipil dan Perencanaan*, 12(1), 41–50.
- Haryadi, H. (2015). Analisis lost opportunity (LO) bauksit Indonesia. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 12(1), 45–57. <https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol12.No1.2016.230>
- He, H., Yue, Q., Qi, Y., Gao, B., Zhao, Y., Yu, H., Li, J., Li, Q., & Wang, Y. (2012). The effect of incorporation of red mud on the properties of clay ceramic bodies. *Applied Clay Science*, 70, 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2012.09.022>
- Hind, A. R., Bhargava, S. K., & Grocott, S. C. (1997). Quantitation of alkyltrimethylammonium bromides in Bayer process liquors by gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 765(2), 287–293. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(96\)00922-3](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(96)00922-3)
- Hind, A. R., Bhargava, S. K., & Grocott, S. C. (1999). The surface chemistry of Bayer process solids: A review. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 146(1–3), 359–374. [https://doi.org/10.1016/S0927-7757\(98\)00798-5](https://doi.org/10.1016/S0927-7757(98)00798-5)
- Khuzin, A., Mukhametrakhimov, R., Lamberov, A., & Egorova, S. (2017). The influence of waste chromia-alumina catalyst and burning temperature on

- physicomechanical properties of ceramics based on fusible clay. *MATEC Web of Conferences*, 106, 03011. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710603011>
- Kurtoğlu, S. F., Soyer-Uzun, S., & Uzun, A. (2016). Tuning structural characteristics of red mud by simple treatments. *Ceramics International*, 42(15), 17581–17593. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.08.072>
- Morel, J.-C., Pkla, A., & Walker, P. (2007). Compressive strength testing of compressed earth blocks. *Construction and Building Materials*, 21(2), 303–309. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.08.021>
- Nie, Q., Hu, W., Huang, B., Shu, X., & He, Q. (2019). Synergistic utilization of red mud for flue-gas desulfurization and fly ash-based geopolymer preparation. *Journal of Hazardous Materials*, 369, 503–511. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.02.059>
- Nimmo, J. R. (2013). Porosity and Pore Size Distribution. Dalam *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences* (hlm. B9780124095489053000). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.05265-9>
- Power, G., Gräfe, M., & Klauber, C. (2011). Bauxite residue issues: I. Current management, disposal and storage practices. *Hydrometallurgy*, 108(1–2), 33–45. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2011.02.006>
- Sahnoun, R. D., & Bouaziz, J. (2012). Sintering characteristics of kaolin in the presence of phosphoric acid binder. *Ceramics International*, 38(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2011.06.058>

- Sarkar, R. (2020). Binders for Refractory Castables: An Overview. *Interceram - International Ceramic Review*, 69(4–5), 44–53. <https://doi.org/10.1007/s42411-020-0112-x>
- Sglavo, V. M., Campostrini, R., Maurina, S., Carturan, G., Monagheddu, M., Budroni, G., & Cocco, G. (2000). Bauxite ‘red mud’ in the ceramic industry. Part 1: Thermal behaviour. *Journal of the European Ceramic Society*, 20(3), 235–244. [https://doi.org/10.1016/S0955-2219\(99\)00088-6](https://doi.org/10.1016/S0955-2219(99)00088-6)
- Sglavo, V. M., Maurina, S., Conci, A., Salviati, A., Carturan, G., & Cocco, G. (2000). Bauxite ‘red mud’ in the ceramic industry. Part 2: Production of clay-based ceramics. *Journal of the European Ceramic Society*, 20(3), 245–252. [https://doi.org/10.1016/S0955-2219\(99\)00156-9](https://doi.org/10.1016/S0955-2219(99)00156-9)
- Suwardono. 2002. Mengenal Pembuatan Bata, Genteng, Genteng Berglasir, Cetakan Pertama. Bandung: CV. Yrama Widya.
- Travitzky, N., Bonet, A., Dermeik, B., Fey, T., Filbert-Demut, I., Schlier, L., Schlordt, T., & Greil, P. (2014). Additive Manufacturing of Ceramic-Based Materials: Additive Manufacturing of Ceramic-Based Materials. *Advanced Engineering Materials*, 16(6), 729–754. <https://doi.org/10.1002/adem.201400097>
- Vigneshwaran, S., Uthayakumar, M., & Arumugaprabu, V. (2019). Development and sustainability of industrial waste-based red mud hybrid composites. *Journal of Cleaner Production*, 230, 862–868. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.131>
- Wachtman, J. B., Cannon, W. R., & Matthewson, M. J. (2009). *Mechanical Properties of Ceramics*. John Wiley & Sons.

- Wagh, A. S., & Jeong, S. Y. (2003). Chemically Bonded Phosphate Ceramics: I, A Dissolution Model of Formation. *Journal of the American Ceramic Society*, 86(11), 1838–1844. <https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.2003.tb03569.x>
- Wang, Y., Kang, W., Chen, C., Zhang, X., Yang, L., Chen, X., Cui, G., Zhang, Y., Zhang, F., & Li, S. (2019). Combustion behaviour and dominant shrinkage mechanism of flexible polyurethane foam in the cone calorimeter test. *Journal of Hazardous Materials*, 365, 395–404. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.11.027>
- Warlimont, H. (2018). Ceramics. Dalam H. Warlimont & W. Martienssen (Ed.), *Springer Handbook of Materials Data* (hlm. 445–488). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69743-7_17
- Wulandari, F. I. (2011). Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Jati (Tectona Grandits Lf), Pada Paduan Tanah Liat dan Abu Sampah Terhadap Kualitas Batu Bata Merah di Kabupaten Karanganyar. *Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Surakarta.*
- Xiang, W., Ding, Q., & Zhang, G. (2020). Preparation and characterization of porous anorthite ceramics from red mud and fly ash. *International Journal of Applied Ceramic Technology*, 17(1), 113–121. <https://doi.org/10.1111/ijac.13148>
- Xie, L.-Q., Zhang, T.-A., Lv, G.-Z., & Zhu, X.-F. (2018). Direct Calcification–Carbonation Method for Processing of Bayer Process Red Mud. *Russian Journal of Non-Ferrous Metals*, 59(2), 142–147. <https://doi.org/10.3103/S1067821218020050>

- Yang, N., Shi, C., Yang, J., & Chang, Y. (2014). Research Progresses in Magnesium Phosphate Cement–Based Materials. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 26(10), 04014071. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000971](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000971)
- Yilmaz, H., Aydin, C., & Gul, B. E. (2007). Flexural strength and fracture toughness of dental core ceramics. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(2), 120–128. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60045-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60045-6)
- Zhang, J., Liu, S., Yao, Z., Wu, S., Jiang, H., Liang, M., & Qiao, Y. (2018). Environmental aspects and pavement properties of red mud waste as the replacement of mineral filler in asphalt mixture. *Construction and Building Materials*, 180, 605–613. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.268>
- Zulfikar, A. 2014. Analisis Kandungan Logam Pada Limbah Tailing (*Red Mud*) Tambang Bauksit. Riau: Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang