

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan berikut ini:

1. Proses kalsinasi menghasilkan MSN dengan kandungan silika amorf yang lebih murni, yaitu dari 98,23% menjadi 98,31%.
2. Pengotor NaCl pada MSN dapat hilang melalui penambahan pengulangan proses pencucian dengan air demineralisasi menjadi 6 kali.
3. MSN terkalsinasi memiliki % efisiensi *drug loading* dan kapasitas adsorpsi yang lebih besar daripada MSN tidak terkalsinasi.
4. Semakin banyak massa MSN yang digunakan untuk *drug loading*, maka % efisiensi *drug loading* semakin besar dan kapasitas adsorpsi semakin kecil.
5. Adsorpsi kurkumin pada MSN tidak terkalsinasi dan MSN terkalsinasi memenuhi model isoterm Freundlich dan model kinetika pseudo orde 1.

5.2. Saran

1. *Pre treatment* perlu dilakukan pada bahan baku *sludge geothermal* agar kandungan logam yang terdapat pada MSN tidak melewati batas yang diperbolehkan sehingga obat dapat aman dikonsumsi.
2. Analisis TEM dan SEM diperlukan untuk mengetahui ukuran partikel dan gambaran morfologi dari MSN yang dihasilkan.
3. Karakterisasi MSN hasil *drug loading* kurkumin perlu dilakukan supaya dapat mengetahui struktur dan karakteristik dari produk yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2008. "Karakterisasi Nanomaterial". *Nanosains dan Nanoteknologi* 2(1):1-9.
- Abernethy, D.R., DeStefano, A.J., dkk. 2009. "Metal Impurities in Food and Drugs". *Pharmaceutical Research* 27(5):750-755.
- Adhika, D. R., Anindya, A. L., Tanuwijaya, V. V., dan Rachmawati, H. 2019. "Teknik Pengamatan Sampel Biologi dan Non-Konduktif Menggunakan *Scanning Electron Microscopy*". *Kontrol dan Otomatisasi*. 10–11.
- Aditama, A. R. 2021. "Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Surfaktan terhadap Karakteristik Nanosilika dari Limbah *Sludge Geothermal* dengan Menggunakan Metode Sol – Gel". *Laporan Penelitian*. Universitas Katolik Parahyangan. Bandung. Indonesia.
- Agusetiani, L. 2013. "Pembuatan Nanozeolit dari Zeolit Alam Secara *Top Down* Menggunakan *High Energy Milling* dan Aplikasinya untuk Penyerapan Ion Fe^{3+} ". *Chem Info Journal*, 1(1):174–181.
- Aini, S., Sipil, J. T., Widya, U., Klaten, D., Tengah, J., Freundlich, A. I., Langmuir, A. I., Brunauer-emmett-, I., dan Adsorpsi, M. K. 2018. "Penerapan Lima Model Kesetimbangan Adsorpsi Isoterm pada Adsorpsi Ion Logam Chrom VI oleh Zeolit". *Eksergi* 15(2):48–53.
- Alex. 2005. "Kinetika Adsorpsi Logam Zn(II) dan Cd(II) Pada Bahan Hibrida Merkapto-silika dari Abu Sekam Padi." *Skripsi*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. Indonesia.
- Ambroz, F., Macdonald, T. J., Martis, V., dan Parkin, I. P. 2018. "Evaluation of the BET Theory for the Characterization of Meso and Microporous MOFs". *Small Methods* 1800173:1–17.
- Amran, A. 2008. "Pengaruh Garam-Garam Nitrat Terhadap Konsentrasi Miselisasi Kritis (CMC, *Critical Micellization Concentration*)". *Sainstek UNP* 11(1):69–73.
- Andersonn, J., dkk. 2004. "Influences of Material Characteristics on Ibuprofen Drug Loading and Release Profiles from Ordered Micro- and Mesoporous Silica Matrices." *Chem. Mater* 16(21).
- Ariansyah, A. dan Wahyuni, S. 2015. "Sintesis Nanosilika dengan Metode Sol-Gel dan Uji Hidrofobitasnya Pada Cat Akrilik." *Indonesia Journal of Chemical Science* 4(3).
- Arriagada, F., Nonell, S., & Morales, J. 2019. "Silica-based nanosystems for therapeutic applications in the skin". *Nanomedicine* 14(16):2243–2267.
- Barczak, M. 2018. "Template removal from mesoporous silicas using different methods as a tool for adjusting their properties". *New Journal of Chemistry* 42(6):4182–4191.
- Basid, A., Andrini, N., dan Arfiyaningsih, S. 2014. "Pendugaan *Reservoir* Sistem Panas Bumi dengan Menggunakan Survey Geolistrik, Resistivitas dan *Self Potensial* (Studi Kasus: Daerah Manifestasi Panas Bumi di Desa Lombang, Kecamatan Batang-Batang, Sumenep). *Neutrino* 7(1):57.

- Basso, A. M., Nicola, B. P., Bernardo-Gusmão, K., dan Pergher, S. B. C. 2020. "Tunable effect of the calcination of the silanol groups of KIT-6 and SBA-15 mesoporous materials". *Applied Sciences (Switzerland)* 10(3):1–16.
- Bhaviripudi, S., dkk. 2007. "CVD Synthesis of Single Walled Carbon Nanotubes from Gold Nanoparticle Catalysts." *Journal of The American Science Society* 7:1516.
- Bolouki, A., Rashidi, L., Vasheghani-Farahani, E., dan Piravi-Vanak, Z. 2015. "Study of Mesoporous Silica Nanoparticles as Nanocarriers for Sustained Release of Curcumin". *International Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 11(3):139–146.
- Bragman, C.P. dan Goncalves, M.R.F. 2006. "Thermal Insulators Made with Rice Husk Ashes: Production and Correlation Between Properties and Microstructure, Contruction and Building Materials." *Journal* 21:2059-206.
- Brouwer, P. 2010. "Theory of XRF". *PANalytical* 1800173:59.
- Buzea, C., Blandino, I.I.P., dan Robbie, K. 2007. "Nanomaterial and Nanoparticles: Sources and Toxicity." *Biointerphases* 2:170–172.
- Charnay, C., Bégu, S., Tourné-Péteilh, C., Nicole, L., Lerner, D. A., dan Devoisselle, J. M. 2004. "Inclusion of ibuprofen in mesoporous templated silica: Drug loading and release property". *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 57(3):533–540.
- Chaumeil, J. 1998. "Micronization: A Method of Improving The Bioavailability of Poorly Soluble Drugs." *Meth.Find. Exp. Clin.Pharmacol* 20:211–215.
- Chircov, Cristina, dkk. 2020. "Mesoporous Silica Platforms with Potential Applications in Release and Adsorption of Active Agents." *Molecules* 25.
- Douglas, B.E. dan S.M., Ho. 2006. "Crystal Structures of Silica and Metal Silicates." *Struct Chem Crystalline Solids* 233–278.
- Ealías, A. M., & Saravanakumar, M. P. 2017. "A review on the classification, characterisation, synthesis of nanoparticles and their application". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 263(3).
- Elbially, N. S., Aboushoushah, S. F., Sofi, B. F., dan Noorwali, A. 2020. "Multifunctional curcumin-loaded mesoporous silica nanoparticles for cancer chemoprevention and therapy". *Microporous and Mesoporous Materials* 291.
- Escobar S., C., Bernal, M., Mesa. 2015. "Relationship Between Sol-Gel Conditions and Enzyme Stability: A Case Study with Beta-Galactosidase/Silica Biocatalyst for Whey Hydrolysis." *Journal of Biomaterials Science* 26:1126-38.
- Fadli, H. 2019. "Pengaruh Penekanan Pellet Silika Terhadap Porositas dan Permeabilitas." Riau.
- Fanderlik, I. 2013. "Silica Glass and Its Application." Elsevier. Amsterdam.
- Fauzi, A. H. 2014. "Pengaruh Suhu Sulfonasi pada Pembuatan Surfaktan Metil Ester Sulfonat dari *Crude Palm Oil*". *Tesis*. Palembang, Indonesia.
- Gabrielli, L., Russo, L., Poveda, A., Jones, J.R., Nicotra, F., dkk. 2013. "Epoxide Opening Versus Silica Condensation During Sol-Gel Hybrid Biomaterial Synthesis." *Chemistry* 19:7856-64.

- Gao, C., Qiu, H., Zeng, W., Sakamoto, Y., Terasaki, O., Sakamoto, K., Chen, Q., dan Che, S. 2006. "Formation mechanism of anionic surfactant-templated mesoporous silica". *Chemistry of Materials* 18(16).
- Gebreslassie, Y. T. 2020. "Equilibrium, Kinetics, and Thermodynamic Studies of Malachite Green Adsorption onto Fig (*Ficus cartia*) Leaves". *Journal of Analytical Methods in Chemistry* 2020.
- Hakim, Luqman, dkk. 2019. "Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C dengan Menggunakan X-Ray Difrraction (X-RD) di Kota Palangkaraya." *Jejaring Matematika dan Sains* 1(1).
- Harbi, L. M., Kosa, S. A., Baloch, M. K., Bhatti, Q. A., dan El-Mossalamy, E. S. E. B. H. 2016. "Adsorption of Polyvinylpyrrolidone over the Silica Surface: As Affected by Pretreatment of Adsorbent and Molar Mass of Polymer Adsorbate". *International Journal of Polymer Science* 2016.
- Hasanah, Nur, Sutarno, dan Kunarti, E. S., 2018. "Kajian Karakteristik MCM-41 yang Dimodifikasi dengan Logam Zn Secara *Direct Synthesis*." *Kimia dan Pendidikan Kimia* 3(3):183-192.
- Hidayati, dkk. 2009. "Sintetis dan Karakteristik Bahan Komposit Karet Alam Silika." Surabaya.
- Ho, Y. S., J. C. Y. Ng., G. McKay. 2000. "Kinetics of Pollutant Sorption by Biosorbent". *Separation And Purification Methods* 29: 189 – 232.
- Holden, N.E. 2001. "History of The Origin of The Chemical Elements and Their Discoverers" *41st IUPAC General Assembly* 29.
- Holmes, J.D. 2009. Large Pore Bi-functionalised Mesoporous Silica for Metal Ion Pollution Treatment." *Journal of Hazardous Material* 164(1):229-234.
- Hu, M. dan Li, X. 2011. "Oral Bioavaibility : Basic Principles, Advance Concept, and Application". *John Wiley & Sons, Inc.* 32-33.
- Huljana, M. dan Rodiah, S. 2019. "Sintesis Silika dari Abu Sekam Padi dengan Metode Sol Gel". Palembang.
- Iqbal, P., Preece, J. A., dan Mendes, P. M. 2012. "Nanotechnology: The "Top-Down" and "Bottom-Up" Approaches". *Supramolecular Chemistry*.
- Ismayana, A., Maddu, A., Saillah, I., Mafquh, E., dan Siswi, N. 2017. "Sintesis Nanosilika Dari Abu Ketel Industri Gula Dengan Metode Ultrasonikasi Dan Penambahan Surfaktan". *Teknologi Industri Pertanian* 27(2):228–234.
- Jambhrunkar, S., Karmakar, S., Popat, A., Yu, M., dan Yu, C. 2014. "Mesoporous silica nanoparticles enhance the cytotoxicity of curcumin". *RSC Advances* 4(2):709–712.
- Jenie, S. N. A., Ghaisani, A., Ningrum, Y. P., Kristiani, A., Aulia, F., & Petrus, H. T. M. B. 2018. "Preparation of silica nanoparticles from geothermal sludge via sol-gel method". *AIP Conference Proceedings* 2026:1–6.
- Joley, J. G. 1961. "The Kinetics Of The Reaction Of Silica With Group I Of Hydroxide." *Can. J. Chem* 39:200-205.

- Kammler, B. H. K., Madler, L., Pratsinis, S. E. 2001. "Flame Synthesis of Nanoparticles", *Chemical Engineering and Technology*. (24):583.
- Kaneko, K. 1994. "Determination of Pore Size and Pore Size Distribution Adsorbents and Catalysts." *Membrane Science* 96:59-89.
- Kawashima, Y., Yamamoto, H., Takeuchi, H., and Kuno, Y. 2000. "Mucoadhesive DL-Lactide/Glycolide Copolymer Nanospheres Coated with Chitosan to Improve Oral Delivery of Elcatonin". *Pharmaceutical Development and Technology* 5(1): 77-85.
- Kirk, R.E. dan Othmer, D.F. 1993. "Encyclopedia of Chemical Technology." Edisi ke-4. John Wiley and Sons Co. New York. Amerika.
- Komariah, Anis. 2017. "Adsorpsi Alkil Benzena Sulfonat Menggunakan Zeolit Termodifikasi *Cetyltrimethylammonium*." *Kimia Sains dan Aplikasi* 20(1).
- Kotcherlakota, Rajesh, dkk. 2016. "Curcumin Loaded Mesoporous Silica: An Effective Drug Delivery System for Cancer Treatment." *Biomater. Sci.* (4):448.
- Kosswig, Kurt. 2000. "Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry Surfactants." Wiley-VCH. Weinheim.
- Lam, Sze-Mun, dkk. 2017. "Materials Chemistry and Physics." Perak.
- Le, Van Hai, dkk. 2013. "Synthesis Of Silica Nanoparticles from Vietnamese Rice Husk by Sol-Gel Method". *Nanoscale Research Letters* 8(1).
- Li, Zhe, dkk. 2019. "Mesoporous Silica Nanoparticles: Synthesis, Classification, Drug Loading, Pharmacokinetics, Biocompatibility, and Application in Drug Delivery." *Expert Opinion on Drug Delivery*.
- Li, Zongxi, dkk. 2012. "Mesoporous Silica Nanoparticles in Biomedical Applications." *Chem Sov. Rev* (41):2590-2605.
- Limnell, Tarja, dkk. 2011. "Drug Delivery Formulations of Ordered and Nonordered Mesoporous Silica: Comparison of Three Drug Loading Methods." *Pharmaceutical Sciences* 100(8):3294-3306.
- Lin, L. dan Lee, K. H. 2006. "Structure-activity relationships of curcumin and its analogs with different biological activities". *Natural Products Chemistry* 33(M).
- Liza, Y.M., dkk. 2018. "Sol Gel : Principle and Technique". Padang.
- Lubis, K. 2015. "Metode-Metode Karakterisasi Nanopartikel Perak." *Pengabdian Kepada Masyarakat* 21(79).
- Maihendra, F. A. dan Zultinjar. 2013. "Kinetika Adsorpsi pada Penjerapan Ion Timbal Pb²⁺ Terlarut dalam Air Menggunakan Partikel Tricalcium Phosphate. 1-5.
- Mäkilä, E., Kivelä, H., Shrestha, N., Correia, A., Kaasalainen, M., Kukk, E., Hirvonen, J., Santos, H. A., dan Salonen, J. 2016. "Influence of Surface Chemistry on Ibuprofen Adsorption and Confinement in Mesoporous Silicon Microparticles". *Langmuir* 32(49): 13020-13029.
- Martien, R., Adhyatmika, Irianto, I. D. K., Farida, V., dan Sari, D. P. 2012. "Technology Developments Nanoparticles as Drug Delivery Systems". *Majalah Farmaseutik* 8(1):

133–144.

- Mei, W. dan Sulistyono. 2019. “Sumber Limbah dan Potensi Pencemaran Penggunaan Sumber Daya Alam Panas Bumi (*Geothermal*) pada Industri Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)”. *Swara Patra* 9(2):53–62.
- Meiyati, I. N., dkk. 2010. “Pemanfaatan Lumpur Geothermal (*Geothermal Sludge*) Untuk Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar Sebagai Suplemen Bahan Ajar Mata Kuliah Teknologi Beton Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan.” Semarang.
- Metcalf dan Eddy. 2003. “Wastewater Engineering Treatment and Reuse”. Edisi 4. New York: Mc. Graw hill
- Monalisa, Y., dkk. 2013. “Pengaruh Suhu Variasi Annealing Terhadap Struktur dan Ukuran Butir Silika dari Abu Tongkol Jagung Menggunakan X-Ray *Diffraction*”. *Pillar of Physics* (1):102-110.
- Mortazavian, S., Saber, A., dkk. 2018. “Synthesis, characterization, and kinetic study of activated carbon modified by polysulfide rubber coating for aqueous hexavalent chromium removal”. *Industrial and Chemical Industry* 4174:1-15.
- Mufidah. 2015. “Analisis Kadar Curcuminoid pada Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica*) dengan Menggunakan Spektrofotometer *Visible*”. *Skripsi*, 9–66.
- Muhammad. 2014. “Penyerapan B-Karoten Menggunakan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit”. *Kajian Kinetika*. 53–63.
- Nabati, Mehdi. 2013. “pH-Sensitive Nano Carriers for Oral-Curcumin Delivery”. *Iranian Journal of Organic Chemistry* 5(4).
- Najib, A. 2010. “Studi Komparasi Terhadap Laju Disolusi Tablet Parasetamol dengan Penambahan Polisorbat 80”. Makassar.
- Nasrollahzadeh, M., Atarod, M., Sajjadi, M., Sajadi, S. M., dan Issaabadi, Z. 2019. “Plant-Mediated Green Synthesis of Nanostructures: Mechanisms, Characterization, and Applications”. *Interface Science and Technology* 1(28). Elsevier Ltd.
- Natarajan, S. K. dan Selvaraj, S. 2014. “Mesoporous silica nanoparticles: Importance of surface modifications and its role in drug delivery”. *RSC Advances* 4(28):14328–14334.
- Niraula, T.P., dkk. 2014. “Sodium Dodecylsulphate: A Very Useful Surfactant for Scientific Investigations”. *Knowledge and Innovation* 2(1).
- Nsami, J. N. dan Mbadcam, J. K. 2013. “The adsorption efficiency of chemically prepared activated carbon from cola nut shells by ZnCl₂ on methylene blue”. *Journal of Chemistry* 2013.
- Nsami, J. N., dan Mbadcam, J. K. 2013. “The adsorption efficiency of chemically prepared activated carbon from cola nut shells by ZnCl₂ on methylene blue”. *Journal of Chemistry*.
- Olalekan, A. P. dan Dada, A. O. 2012. “Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin–Radushkevich Isotherms Studies of Equilibrium Sorption of Zn²⁺ Unto Phosphoric Acid Modified Rice Husk”. *IOSR Journal of Applied Chemistry* 3(1):38–45.

- Oppusunggu, J.R. 2015. "Pengaruh Jenis Pelarut dan Temperatur Reaksi pada Sintesis Surfaktan dari Asam Oleat dan n-Metil Glukamina dengan Katalis Kimia." *Jurnal Teknik Kimia* 4(1).
- Ortiz, H.I.M., C. L. A., Gracia, dan M. Y., Olivares. 2012. "Preparation of Spherical MCM-41 Molecular Sieve at Room Temperature: Influence of the Synthesis Condition in the Structural Properties." *Ceram. Int* (38):6353-6358.
- Oshima, S., dkk. 2006. "Adsorption Behavior of Cadmium (II) and Lead (II) on Mesoporous Silicate MCM-41." *J. Sep. Sci. Tech* (41):1635–1643.
- Palchoudhury, S., Baalousha, M., dan Lead, J. R. 2015. "Methods for Measuring Concentration (Mass, Surface Area and Number) of Nanomaterials". *Frontiers of Nanoscience* 8. Elsevier.
- Perwira, G., Desita, R., Rizky, I. P., Fajrudin, A., dan Pujiastuti, A. 2004. "Analisis Luas Permukaan Arang Aktif dengan Menggunakan Metode BET (SAA)". *Universitas Negeri Semarang* 1–9.
- Philipus, R. dan Saleh, R. 2014. "Pengaruh Penambahan Atom Nikel dan Surfaktan *Cetyltrimethylammonium Bromide* (CTAB) terhadap Struktur, Sifat Optik, dan Aktivitas Fotokatalitik Nanopartikel Zink Oksida (ZnO)". Depok.
- Prabha, S., Durgalakshmi, D., Rajendran, S., dan Lichtfouse, E. 2021. "Plant-derived silica nanoparticles and composites for biosensors, bioimaging, drug delivery and supercapacitors" *Environmental Chemistry Letters* 19(2):1667–1691.
- Pramesti, K. A., Kusumadewi, R. A., dan Hadisoebroto, R. 2021. "The effect of mixing speed and contact time on the process of dye adsorption using corncobs adsorbent". *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 737(1):1–6.
- Purbaningias, T. E., Kurniawati, P., Wiyantoko, B., Prasetyoko, D., dan Suprpto, S. 2019. Pengaruh Penambahan Surfaktan Pada Modifikasi Material Alam. *Akta Kimia Indonesia* 4(2):118.
- Rakhmasari, K., Perdana, I., Prasetya, A., dan Pidhatika, D. B. 2019. "Nanosilika dari prekursor silika geotermal: pengaruh konsentrasi surfaktan dan dekomposisi termal pasca sintesis". *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan. Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia* 1–7.
- Ramadhan, M. D. 2021. "Studi model isoterm adsorpsi kristal violet oleh biosorben kulit ubi kayu (*manihot esculenta*).
- Ramadan, D. dan Mun'im, A. 2016. "Pemanfaatan Nanoteknologi dalam Sistem Penghantaran Obat Baru untuk Produk Bahan Alam". *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia* 14(2):118–127.
- Ramesh, S. 2013. "Sol-Gel Synthesis and Characterization of Nanoparticle, *Journal of Nanoscience*". 9:9.
- Rezaei, S., Mohammadi, M., Najafpour, G. D., Moghadamnia, A., Kazemi, S., dan Nikzad, M. 2018. "Separation of curcumin from *Curcuma longa* L. and its conjugation with silica nanoparticles for anti-cancer activities". *International Journal of Engineering Transactions B: Applications* 31(11):1803–1809.

- Riyanto, N., Sumardi, P., Perdana, I., dan Yogyakarta, J. G. 2013. "Kinetika Pelarutan Silika Amorf dari Lumpur Panas Bumi Dieng". *Rekayasa Proses* 6(1):1–6.
- Ronny, M. dkk. 2012. "Perkembangan Teknologi Nanopartikel Sebagai Sistem Penghantaran Obat". *Majalah Farmaseutik* 8(1):133-144.
- Rosika, K., dkk. 2007. "Pengujian Kemampuan XRF untuk Analisis Komposisi Unsur Paduan Zr-Sn-Cr-Fe-Ni". *Prosiding Sains dan Teknologi Nuklir*.
- Sagala, R. J. 2019. "Metode Peningkatan Kecepatan Disolusi Dikombinasi Dengan Penambahan Surfaktan". *Jurnal Farmasi Galenika* 5(1):84–92.
- Salavatiniyasari, M., Davar, F., Mir, N. 2008. "Synthesis and Characterization of Metallic Copper Nanoparticles Via Thermal Decomposition Polyhidron". 27.
- Schubert, U. 2015. "Sol-Gel Handbook: Synthesis, Characterization and Applications". 1–28.
- Selvarajan, V., Obuobi, S., dan Ee, P. L. R. 2020. "Silica Nanoparticles—A Versatile Tool for the Treatment of Bacterial Infections". *Frontiers in Chemistry* 1–16.
- Setiabudi, A., Hardian, R., dan Muzakir, A. 2012. "Karakterisasi Material ; Rifan Hardian". *UPI Press*.
- Skoog, D. A, dkk. 2014. "Fundamentals of Analytical Chemistry". Edisi ke-9. Brooks/Cole. United States. Amerika.
- Smallman dan Bishop. 1999. "Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering." Butterworth-Heinemann.
- Stone V. dkk. 2010. "Nanomaterials For Environmental Studies: Classification, Reference Material Issues, And Strategies For Physico-Chemical Characterization". *Science of the Total Environment* 408:1745-1754.
- Suhud, M., Tumiwa, F., dan Imelda, H. 2015. "Modul Pelatihan Panas Bumi untuk Organisasi Masyarakat Sipil" WWF Indonesia 103.
- Sumada, K., Palaguna, K. A. S., dan Anggun, B. L. 2017. "Karakteristik natrium silika dari geothermal sludge dan abu bagasse the study of silica characteristics of geothermal". *Jurnal Teknik Kimia* 11(2):60–64.
- Suri, S.S. dkk. 2007. "Nanotechnology-Based Drug Delivery Systems". *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 2(16).
- Surdia, T dan S., Saito. 2000. "Pengetahuan Bahan Teknik." Pradanya Pramita. Jakarta.
- Syauqiah, I., Amalia, M., dan Kartini, H. A. 2011. "Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif". *Info Teknik* 12(1):11–20.
- Tahad, A. dan Sanjaya, A. S. 2018. "Isoterm Freundlich, Model Kinetika, dan Penentuan Laju Reaksi Adsorpsi Besi dengan Arang Aktif dari Ampas Kopi". *Jurnal Chemurgy* 1(2):13.
- Tang, L. dan Cheng, J. 2013. "Nonporous silica nanoparticles for nanomedicine application. *Nano Today*" 8(3):290–312.

- Terrab, I., Ouargli, R., Boukoussa, B., Ghomari, K., Hamacha, R., Roy, R., Azzouz, A., dan Bengueddach, A. 2017. "Assessment of the intrinsic interactions of mesoporous silica with carbon dioxide". *Research on Chemical Intermediates* 43(7):3775–3786.
- Trivana, L., Sugiarti, S., Rohaeti, E., Penelitian Tanaman Palma, B., Raya Mapanget POBOX, J., Kimia, J., Mipa, F., Pertanian Bogor, I., dan Raya Darmaga Kampus IPB Darmaga, J. 2015. "Sintesis Dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na_2SiO_3)". *Sains Dan Teknologi Lingkungan* 7(2):66–75.
- Triyati, E. 1985. "Spektrofotometer Ultra Violet dan Sinar Tampak Serta Aplikasinya dalam Oseanologi". Jakarta. Indonesia.
- Tumin, N. D., Chuah, A. L., Zawani, Z., dan Rashid, S. A. 2008. "Adsorption of copper from aqueous solution by Elais Guineensis kernel activated carbon". *Journal of Engineering Science and Technology* 3(2):180–189.
- Waddell, W.H. 2000. "Silica, Amorphous". *Kirk-Othmer Encycl Chem Technol*.
- Wang, Y., Zhao, Q., Han, N., Bai, L., Li, J., Liu, J., Che, E., Hu, L., Zhang, Q., Jiang, T., dan Wang, S. 2015. "Mesoporous silica nanoparticles in drug delivery and biomedical applications". *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine* 11(2):313–327.
- Wibowo, E. A. P., Arzanto, A. W., Maulana, K. D., dan Rizkita, A. D. 2006. "Preparation and Characterization Nanosilica". *Jurnal Ilmiah Sains* 18(1):35–40.
- Wijayanti, I. E. dan Kurniawati, E. A. 2019. "Studi kinetika adsorpsi isoterm persamaan langmuir dan freundlich pada abu gosok sebagai adsorben". 4(2):175–184.
- Wijayanto, S.O. 2014. "Analisis Kegagalan Material Pipa Ferrule Nickel Alloy N06025 pada Waste Heat Boiler Akibat Suhu Tinggi Berdasarkan Pengujian: Mikrografi dan Kekerasan". *Jurnal Teknik Mesin* 2(1).
- Winanti, R. A., Subagyono, R. R. D. J. N., dan Hindryawati, N. 2017. "SBA-15 Berbasis Limbah. 15:111–119.
- Winarti, L. 2013. "Sistem penghantaran obat tertarget, macam, jenis-jenis sistem penghantaran, dan aplikasinya". *Stomatognatic (J. K. G Unej)*10(2):75–81.
- Windianto, Y. 2019. "Sintesis Nanosilika dari Limbah Sludge Geothermal dengan Menggunakan Metode Sol-Gel dan Pengeringan Microwave". *Laporan Penelitian*. Universitas Katolik Parahyangan. Bandung. Indonesia.
- Wolowicz, Anna, dkk. 2019. "Static Sorption of Heavy Metal Ions on Ion Exchanger in The Presence of Sodium Dodecylbenzenesulfonate." Springer.
- Wu Y., Yang, W., Wang, C., Hu, J., dan Fu, S. 2005. "Chitosan Nanoparticle as a Novel Delivery System for Ammonium Glycyrrhizinate". *International Journal of Pharmaceutics* 295: 235-245.
- Yadav, T. P., Yadav, R. M., Singh, D.P. 2012. "Mechanical Milling : a Top Down Approach or the Synthesis of Nanomaterials and Nanocomposites". *Nanoscience and Technology* 2:22-48.
- Yahaya, N.K.E, Muhammad, F.P, Ismail, A, Olugbenga, S.B., dan Mohd, A.A. 2011. "Adsorptiv Removal of Cu (II) Using Activated Carbon Prepared From Rice Husk

by ZnCl_2 Activation and Subsequent Gasification with CO_2 ". *School of Chemical Engineering University Sains Malaysia*.

Ying, Wang, dkk. 2014. "Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine". China.

Yuniarto, Soesilo, T. E. B., dan Hamzah, U. S. 2016. "Limbah cair panas bumi dan dampaknya terhadap lingkungan". *Matematika, Saint, Dan Teknologi* 17(2):99–108.