

PENINGKATAN LITERASI SAINS GURU IPA MTs MELALUI PENGOLAHAN BAHAN ALAM LOKAL MENJADI BAHAN IMPLAN TULANG

¹Hartatiek, ²Yudyanto, ³Markus Diantoro, ⁴Ahmad Taufiq

Universitas Negeri Malang

*e-mail: hartatiek.fmipa@um.ac.id

Abstrak: Pendidikan sains memiliki peranan strategis dalam menyiapkan sumber daya manusia yang berkualitas untuk menghadapi era globalisasi. Hasil studi PISA pada tahun 2015 menunjukkan, literasi sains anak Indonesia memiliki nilai rata-rata 403, berada pada peringkat 69 dari 76 negara dan masih dibawah nilai rata-rata yakni 493. Guru sebagai ujung tombak perubahan dalam pendidikan memiliki potensi strategis untuk meningkatkan literasi sains siswanya. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan literasi sains Guru IPA MTs kota Malang melalui pengolahan batukapur Druju Malang sebagai bahan implan tulang. Metode yang digunakan untuk mencapai target dan luaran adalah pelatihan yang dilaksanakan dalam 5 tahap kegiatan. Tahap1: pemberian materi tentang hidroksiapatit: sintesis, karakteristik dan aplikasinya. Tahap 2: pengenalan raw material dan peralatan sintesis. Tahap 3: proses sintesis hidroksiapatit. Tahap 4: pendampingan analisis data hasil karakterisasi XRD dan SEM-EDX. Tahap 5: mengukur keberhasilan peningkatan literasi sains melalui tes. Data literasi sains diperoleh dari 20 guru, dari 14 MTs yang tersebar di wilayah kota Malang. Secara keseluruhan literasi sains guru IPA MTs kota Malang mendapatkan nilai rata-rata 74 dari kriteria keberhasilan yang ditetapkan minimal 75, oleh karena itu masih dalam kategori cukup. Kemampuan literasi sains Guru IPA MTs kota Malang berpotensi untuk meningkatkan literasi sains siswanya. Solusi yang diperoleh perlunya kegiatan yang berkelanjutan.

Kata Kunci: bahan alam local, guru IPA MTs, literasi sains

Abstract: Science education has a strategic role in preparing quality human resources to face the era of globalization. The results of the PISA study in 2015 showed that the scientific literacy of Indonesian children had an average score of 403, ranked 69th out of 76 countries and still below the average score of 493. Teachers as the spearhead of change in education have strategic potential to improve scientific literacy his students. This activity aims to improve the scientific literacy of MTs Malang science teachers through the processing of Druju Malang limestone as bone implant material. The method used to achieve targets and outcomes is training which is carried out in 5 stages of activity. Stage 1: providing material about hydroxyapatite: synthesis, characteristics and applications. Stage 2: introduction of raw materials and synthesis equipment. Stage 3: hydroxyapatite synthesis process. Stage 4: assistance in analyzing data from XRD and SEM-EDX characterization results. Stage 5: measuring the success of increasing scientific literacy through tests. Science literacy data was obtained from 20 teachers, from 14 MTs spread across the city of Malang. Overall, the science literacy of the MTs Malang science teachers got an average score of 74 from the success criteria set at

least 75, therefore it was still in the sufficient category. The scientific literacy ability of MTs science teachers in Malang has the potential to improve the scientific literacy of their students. The solution obtained is the need for sustainable activities.

Keywords: local natural materials, MTs science teacher, scientific literacy

PENDAHULUAN

Di Kota Malang terdapat 26 Madrasah Tsanawiyah (MTs) yang terdiri 2 MTs Negeri dan 24 MTs Swasta yang tersebar hampir merata di kawasan Kota Malang. Jumlah Madrasah Tsanawiyah yang sangat banyak ini merupakan potensi yang sangat besar dalam memperluas akses pendidikan formal bagi masyarakat, khususnya bagi masyarakat yang menginginkan tambahan pendidikan agama yang lebih bagi putra-putrinya dibanding di sekolah umum. Pesatnya perkembangan industri pada abad-21 sebagai akibat pesatnya kemajuan sains dan teknologi untuk memenuhi tuntutan kebutuhan hidup manusia. Dampak dari perkembangan industri abad-21 ini juga menimbulkan banyak permasalahan baru seperti pemanasan global, pencemaran lingkungan, krisis energi dan masih banyak lagi yang terjadi di masyarakat. Sumber utama dari permasalahan ini akibat kurang pemahannya masyarakat akan sains.

Sains merupakan upaya sistematis untuk menciptakan, membangun, dan mengorganisasikan pengetahuan untuk memahami alam semesta. Sains hadir untuk membentuk pola pikir, perilaku, dan membangun karakter manusia untuk peduli dan bertanggung jawab terhadap dirinya, masyarakat, dan alam semesta. Menurut Fananta et al (2017) Kehadiran sains yang membentuk perilaku dan karakter manusia untuk peduli dan bertanggung jawab terhadap dirinya, masyarakat, dan alam semesta ini didefinisikan sebagai literasi sains. Menurut Jumantoro (2012) Literasi sains merupakan kunci utama untuk menghadapi tantangan abad-21 untuk mencukupi kebutuhan air dan makanan, pengendalian penyakit, menghasilkan energi yang cukup, dan menghadapi perubahan iklim. Sains dan teknologi memiliki kontribusi utama terkait dengan semua tantangan ini.

PISA (Programme for International Student Assesment) menetapkan empat dimensi besar literasi sains dalam pengukurannya meliputi: kompetensi/proses sains, konten/pengetahuan sains, konteks (aplikasi sains) dan sikap akan sains. Zuriyani (2012) menyatakan proses pendidikan diharapkan dapat mendorong dan membentuk individu yang sadar sains dan teknologi, sehingga individu mampu berperan sebagai sumber daya manusia yang berkualitas. Menurut Aqil (2017) Pendidikan sains memiliki peranan strategis dalam menyiapkan sumber daya manusia yang berkualitas untuk menghadapi era globalisasi ini. Hasil studi

PISA pada tahun 2015 dalam Julianto (2018) menyatakan literasi sains anak Indonesia memiliki nilai rata-rata 403, berada pada peringkat 69 dari 76 negara dan masih dibawah nilai rata-rata yakni 493. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia masih rendah dalam literasi sainsnya. Guru sebagai ujung tombak perubahan dalam pendidikan memiliki peran penting dalam meningkatkan literasi sains siswa dilingkungan sekolah. Menurut Fananta et al (2017) Pengembangan literasi sains siswa mencerminkan pengembangan literasi sains sebagai salah satu tujuan pendidikan IPA di SMP/MTs.

Program kemitraan masyarakat ini bertujuan membantu kelompok guru IPA Madrasah Tsanawiyah Kota Malang dalam meningkatkan literasi sains melalui aplikasi teknologi sains material menggunakan bahan alam lokal sebagai upaya meningkatkan kompetensi profesional. Bahan alam batukapur Druju Malang keberadaannya sangat melimpah dan kebanyakan masih dimanfaatkan sebagai bahan bangunan yang nilai ekonomisnya rendah. Melalui kegiatan PKM ini, pengenalan teknologi sains material kepada para guru diharapkan dapat disampaikan kepada siswanya sehingga siswa memahami kemanfaatan bahan alam lokal sebagai aspek aplikasi sains. Oleh karena itu target kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah meningkatnya kemampuan literasi sains guru IPA MTs melalui aplikasi teknologi sains material dari bahan alam lokal.

Bahan alam yang digunakan untuk mengembangkan material adalah batukapur Druju Kabupaten Malang dan material yang dikembangkan adalah Hidroksiapatit (HAp). Menurut Hartatik et al (2019) Batukapur memiliki kualitas yang sangat baik karena mengandung Kalsium (Ca) sangat tinggi 98,84 % yang potensial sebagai prekursor pembuatan HAp. Xiao et al (2016) menyatakan hidroksiapatit dengan formula kimia $[Ca_{10} (PO_4)_6 (OH)_2]$ telah secara luas diterapkan sebagai bahan biomaterial untuk aplikasi implan tulang. Menurut Sadat-shojai et al (2013) HAp memiliki komponen mineral mirip dengan tulang alami dan mempunyai sifat osteokonduktivitas. Wei & Ma (2009) menyatakan komponen hidroksiapatit mampu mengikat jaringan tulang, biokompatibilitas, afinitas terhadap biopolimer, dan potensi osteogenik yang tinggi.

METODE

Untuk membantu guru-guru IPA Madrasah Tsanawiyah dalam mengembangkan kompetensi profesional melalui literasi Sains dilakukan dengan metode pendidikan dan pelatihan (workshop) melalui pembimbingan dan pendampingan yang dilakukan dalam tahapan sebagai berikut.

Tahap1: Materi tentang Hidroksiapatit: sintesis, karakteristik dan aplikasinya (pengetahuan sains).

Tahap 2: Materi pengenalan raw material dan peralatan sintesis

Tahap 3: Materi sintesis Hidroksiapatit (proses sains dan aplikasi sains).

Tahap 4: Materi analisis data hasil karakterisasi XRD dan SEM-EDX.

Tahap 5: Evaluasi Kemampuan Literasi Sains melalui Tes.

Tahap 1 berisi tentang pengenalan tentang konsep hidroksiapatite, karakteristik dan aplikasinya. Tahap ini memberikan pemahaman dalam aspek konten sains. Tahap 2 berisi tentang pengenalan raw material dan peralatan yang digunakan untuk sintesis Hidroksiapatit. Tahap ini memberikan pemahaman tentang proses sains. Tahap 3 dan tahap 4 berisi tentang pendampingan melakukan sintesis HAp dengan bahan dasar batukapur Druju dan pendampingan menganalisis data hasil karakterisasi XRD dan SEM-EDX dari sampel yang telah disintesis. Tahap ini memberikan pengalaman langsung melakukan sintesis HAp dan menganalisis data oleh karena itu dikategorikan pada aspek aplikasi sains. Pada Tahap 5 berisi tentang evaluasi untuk mengetahui sejauh mana kemampuan literasi peserta dengan cara memberikan tes tentang kemampuan literasi sains. Soal tes berjumlah 10 soal yang memuat tentang konten, proses dan aplikasi sains. Selain tes, peserta diberi angket untuk mengungkapkan tentang materi yang diberikan. Lokasi kegiatan di MTs Nurul Ulum Malang sebagai sekolah mitra dan laboratorium fisika material Jurusan Fisika UM. Sebagai partisipan adalah 20 guru IPA MTs kota Malang.

Bahan yang digunakan untuk sintesis hidriksiapatit meliputi; batukapur Druju, DHP, NH_4OH , HNO_3 , aquadest, Alkohol 70% sedangkan alat yang digunakan meliputi; magnetik stirrer, beaker glas, timbangan digital, ayakan 200 mesh, pipet, spatula, dan botol viol. Untuk mengukur keberhasilan program digunakan tes berupa soal pilihan ganda tentang proses sintesis hidroksiapatit. Selain itu juga diberikan angket tentang materi dan pelaksanaan kegiatan.

HASIL & PEMBAHASAN

Kegiatan Tahap 1: Materi Hidroksiapatit Karakteristik dan Aplikasinya

Kegiatan ini memaparkan secara teori tentang hidroksiapatit dan aplikasinya. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dan diikuti oleh 20 orang guru IPA MTs kota Malang terdiri dari 1 MTs negeri dan 13 MTs swasta. Kegiatan tahap 1 dilaksanakan di MTs Nurul Ulum (sebagai MTs pembina KKM 3) dengan menerapkan prokes, kegiatan didokumentasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian di MTs Nurul Ulum Malang

Kegiatan tahap 2: Pengenalan Raw Material dan Peralatan

Pada tahap 2 ini dikenalkan bahan dan peralatan yang digunakan dalam sintesis hidroksiapatit melalui penayangan video. Kondisi pandemi covid 19 belum memungkinkan untuk mengajak peserta pengabdian datang ke laboratorium Material Jurusan Fisika, sehingga link video tentang bahan dan peralatan yang digunakan selama proses edukasi dapat diakses melalui <https://www.youtube.com/watch?v=qDvg4G7JEAg&feature=youtu.be>. Kegiatan diakhiri dengan tanya jawab. Hasil tanya jawab mengindikasikan peserta ingin sekali diajak ke laboratorium bilamana pandemi covid 19 berakhir.

Kegiatan tahap 3: Proses Sintesis Hidroksiapatit

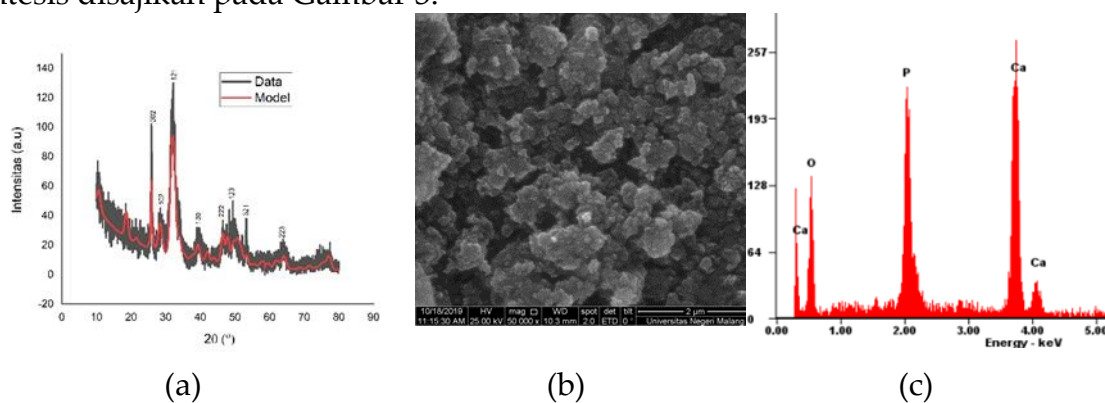
Kegiatan tahap 3 dilakukan di MTs Nurul Ulum Malang dengan materi workshop berupa penayangan video tentang sintesis hidroksiapatit dengan metode Presipitasi. Kondisi pandemi covid tidak memungkinkan melakukan sintesis HAp secara langsung di laboratorium fisika material. Sehingga link video yang berisikan tentang edukasi sintesis HAp dapat diakses melalui <https://www.youtube.com/watch?v=mMdbnmeEfb0&feature=youtu.be>. Tampilan foto proses sintesis hidroksiapatit disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Sintesis Hidroksiapatit

Kegiatan tahap 4: Proses analisis data hasil karakterisasi XRD dan SEM-EDX

Kegiatan tahap 4 dilakukan secara daring dengan pemberian materi analisis data hasil karakterisasi XRD dan SEM-EDX. Link video terkait kegiatan dapat diakses melalui <https://drive.google.com/drive/folders/1KwbakM-2IWa0nDGZR9IOPQm08YJBtkey?usp=sharing>. Dari hasil tanya jawab diketahui bahwa peserta masih kesulitan melakukan analisis data hasil karakterisasi XRD dan SEM-EDX. Hasil Karakterisasi XRD dan SEM-EDX hidroksiapatit hasil sintesis disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) Hasil XRD, (b) Hasil SEM, (c) Hasil EDX

Menurut Jamarun et al (2016) Gambar 3a menunjukkan pola XRD hasil refinement sesuai database AMCSDB 0002297 memiliki parameter kisi $a=b=9,4081 \text{ \AA}$ dan $c=6,8887 \text{ \AA}$ dengan $\alpha = \beta = 90^\circ$; $\gamma = 120^\circ$ yang menunjukkan struktur kristal heksagonal. Menurut Yelten-yilmaz & Yilmaz (2018) Gambar 3b menunjukkan morfologi permukaan hidroksiapatit dengan ukuran diameter rata-rata 23 nm dan porositas 73 % yang dapat diaplikasikan sebagai bahan implan tulang. Gambar 3(c) menunjukkan hasil EDX hidroksiapatit hasil sintesis dengan unsur Ca (*calcium*) dan P (*phosphor*).

Kegiatan tahap 5: Evaluasi keberhasilan literasi sains melalui tes

Untuk mengetahui sejauh mana peserta telah mengalami literasi sains dilakukan dengan cara tes. Ada 10 pertanyaan tes kemampuan literasi sains dalam bentuk pilihan ganda melalui google form pada link <https://forms.gle/YkNGdtseHUbZt5RGA>. Selain tes peserta juga diberi angket materi kegiatan melalui google form pada link dan pelaksanaan kegiatan melalui google form pada link <https://forms.gle/deL4JZvhPbeEC6c8A>

Hasil Angket tentang Materi Kegiatan

Angket berisi tentang pernyataan terkait materi kegiatan menggunakan rubrik dengan 4 skala. Skala 4: SS (sangat setuju); Skala 3: S (setuju); Skala 2: KS

(kurang setuju); Skala 1:TS (tidak setuju). Selanjutnya skor yang dicapai dikonversi ke nilai dengan rentang nilai 0-100, dengan formulasi: $N = (\text{skor yang dicapai/skor maksimal}) \times 100$ (dalam persentase) dengan menggunakan kriteria penilaian: nilai 0 - 50 sebutan kurang; nilai 51-75 sebutan cukup; nilai 76-84 sebutan baik; nilai 85-100 sebutan sangat baik. Hasil angket disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Angket tentang Materi Kegiatan

Aspek yang dinilai	TS (%)	KS (%)	S (%)	SS (%)	Nilai	Sebutan
Materi yang disajikan bermanfaat untuk mengembangkan profesi guru IPA	0	0	50	50	87,5	Sangat baik
Materi yang disajikan dapat meningkatkan literasi sains guru IPA	0	0	11	89	97,2	Sangat Baik
Penyajian materi runtut dan jelas	0	0	44	56	88,8	Sangat Baik
Rata-rata					91,2	Sangat baik

Tabel 1 menyajikan hasil penilain guru tentang materi kegiatan berupa aplikasi teknologi sains material tentang sintesis Hidroksiapatit dari bahan lokal batukapur Druju Malang. Materi ini direspon sangat baik oleh guru karena bermanfaat untuk mengembangkannya dengan nilai 87, 5. Selain itu materi yang disajikan dapat meningkatkan kemampuan literasi sains guru IPA dengan nilai 97,2 sehingga direspon sangat baik. Penyajian materi yang runtut dan jelas direspon sangat baik oleh peserta dengan nilai 88,8. Hasil angket ini mengindikasikan bahwa materi kegiatan tentang literasi sains sangat dibutuhkan oleh guru IPA Madrasah Tsanawiyah kota Malang.

Hasil Angket tentang Pelaksanaan Kegiatan

Pada akhir kegiatan disebarkan angket kepada peserta tentang pelaksanaan kegiatan. menggunakan rubrik dengan 4 skala. Skala 4: SS (sangat setuju); Skala 3: S (setuju); Skala 2: KS (kurang setuju); Skala 1: TS (tidak setuju). Hasil angket tentang Pelaksanaan Kegiatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Angket Pelaksanaan Kegiatan

Apek yang dinilai	TS (%)	KS (%)	S (%)	SS (%)	Nilai	Sebutan
Kegiatan pelatihan dilakukan dengan waktu yang memadai	0	5,6	44,4	50	86,1	Sangat Baik
Tampilan video sintesis Hydroxyapatite menarik	0	5,6	33,3	61,1	88,8	Sangat Baik
Sarana dan prasarana kegiatan memadai	0	0	22,2	77,8	94,4	Sangat Baik
Rata-rata					89,8	Sangat Baik

Berdasarkan hasil angket tentang pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat yang disajikan pada Tabel 2 tampak bahwa secara keseluruhan

pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat dinyatakan sangat baik oleh peserta. Penilaian peserta tentang pelaksanaan pengabdian ini mengindikasikan bahwa pelaksanaan kegiatan pengabdian dilakukan dengan persiapan yang sangat baik dan profesional.

Hasil Tes Keberhasilan Literasi Sains Guru IPA MTs.

Kemampuan literasi sains diketahui dengan memberikan tes tentang literasi sains. Hasil tes literasi sains dikategorikan dalam 3 aspek yakni konten sains, proses sains dan aplikasi/konteks sains. Data kemampuan literasi sains diperoleh dari 20 guru dan dari 14 Madrasah Tsanawiyah yang terdiri dari 1 MTs negeri dan 13 MTs swasta yang tersebar di wilayah kota Malang. Berdasarkan hasil tes secara keseluruhan kemampuan literasi sains guru IPA MTs di kota Malang mendapatkan nilai rata-rata 74 dalam kategori cukup. Hasil ini masih lebih tinggi dibandingkan penelitian yang dilakukan Tahang & Galib (2019) tentang kemampuan literasi sains guru IPA di Kabupaten Konawe Selatan dengan nilai rata-rata 52,85 berada dalam kategori rendah. Menurut Julianto (2018) Rendahnya literasi sains siswa SMP/MTs dapat ditingkatkan oleh guru yang literat sains melalui berbagai strategi atau model pembelajaran seperti pembelajaran berbasis keunggulan lokal atau dikenal dengan model pembelajaran STM. menurut Sadia (2015) model pembelajaran STM dapat memberikan kesempatan langsung kepada siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan ilmiah dengan memecahkan masalah lingkungan masyarakat. Selanjutnya dari hasil tes kemampuan literasi sains dianalisis berdasarkan tiga aspek: konten sains, proses sains dan aplikasi/konteks sains, hasil analisis disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Tes Kemampuan Literasi Sains

Aspek yang dinilai	Nilai	Sebutan
Konten Sains	78	Baik
Proses/Kompetensi Sains	71	Cukup
Konteks/aplikasi Sains	73	Cukup

Berdasarkan Tabel 3, aspek konten sains memperoleh nilai tertinggi yakni 78 dengan sebutan baik. Hasil ini mengindikasikan bahwa guru IPA MTs memperoleh pemahaman yang baik tentang Hidroksiapatit, karakteristik dan aplikasinya. Pemahaman yang baik ini setidaknya memberikan tambahan wawasan bagi guru tentang manfaat bahan lokal yang dapat meningkatkan nilai ekonominya dengan sentuhan teknologi. Aspek konten merujuk pada konsep-konsep kunci yang diperlukan untuk memahami fenomena alam melalui aktivitas manusia, aspek ini menjadi landasan penting untuk dapat melakukan pada aspek proses sains. Pada aspek proses/kompetensi sains memperoleh nilai 71 dengan sebutan cukup. Aspek proses/kompetensi merupakan kemampuan

untuk mendemonstrasikan kompetensi sains termasuk mengidentifikasi-kan isu/persoalan sains, menjelaskan fenomena secara sains dan menggunakan faktafakta sains. Pada aspek konteks sains memperoleh nilai 73 dengan sebutan cukup. Fitriza (2007) menyatakan aspek konteks merupakan kemampuan untuk mengenali situasi dalam kehidupan yang menyertakan sains dan teknologi.

SIMPULAN

Kemampuan literasi sains guru IPA Madrasah Tsanawiyah kota Malang secara keseluruhan masih pada kategori cukup, oleh karena itu masih perlu ditingkatkan. Pada aspek konten sains sudah baik sedangkan pada aspek konteks dan kompetensi sains masih kategori cukup. Pentingnya kemampuan literasi sains bagi guru IPA akan berdampak pada kemampuan literasi sains siswa. Berdasarkan hasil ini masih perlu diupayakan peningkatan kemampuan literasi sains guru IPA MTs kota Malang melalui kegiatan pengabdian masyarakat yang berkelanjutan.

DAFTAR RUJUKAN

- Aqil, D. (2017). *Literasi sains sebagai konsep pembelajaran buku ajar biologi di sekolah*. 5(2), 160–171.
- Fananta, M., Aulijah, W., Roosie, S., Hanifah, N., Miftahussururi, Nento, M., Akbari, Q., & Ayomi, J. (2017). *Materi Pendukung Literasi Sains*. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. <http://repositori.kemdikbud.go.id/11631/1/cover-materi-pendukung-literasi-sains-gabung.pdf>
- Fitriza, P. P. Z. (2007). *Analisis literasi sains siswa madrasah aliyah pada aspek konten , konteks , dan kompetensi materi larutan penyangga*. 53–59.
- Hartatik, Kurniawati, R., YudyantoHidayat, N., & Kurniawan, R. (2019). Solid-State Sintering Synthesis of Biphasic Calcium Phosphate/Alumina Ceramic Composites and Their Mechanical Behaviors. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 515(1), 012095. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/515/1/012095>
- Jamarun, N., Arief, S., & Djamaan, A. (2016). Hydroxyapatite material : Synthesis by using precipitation method from limestone. *Der Pharma Chemica*, 8, 302–306.
- Julianto, M. Y. & T. (2018). Upaya Peningkatan Literasi Sains Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Keunggulan Lokal. *BIOSFER Jurnal Tadris Pendidikan Biologi Vol.*, 9(1), 24–35.
- Jumantoro. (2012). *Pengaruh model pembelajaran sains teknologi masyarakat dan lingkungan terhadap hasil belajar dab sikap ilmiah Siswa*. 1–16.

- Sadat-shojai, M., Khorasani, M., Dinpanah-khoshdargi, E., & Jamshidi, A. (2013). Acta Biomaterialia Synthesis methods for nanosized hydroxyapatite in diverse structures. *ACTA BIOMATERIALIA*, 2680, 25–31. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2013.04.012>
- Sadia, I. W. (2015). *Proceedings Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA V Tahun 2015 Membangun Insan yang Literasi Sains & Teknologi dan Berkarakter Melalui Implementasi Model Pembelajaran Sains-Teknologi-Masyarakat (STM) I Wayan Sadia Proceedings Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA V*. 420–425.
- Tahang, L., & Galib, M. (2019). Available Online at <http://ojs.uho.ac.id/index.php/JIPFI>. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 4(4), 13–22.
- Wei, G., & Ma, P. X. (2009). *Structure and properties of nano-hydroxyapatite / polymer composite scaffolds for bone tissue engineering*. 25(2004), 4749–4757. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2003.12.005>
- Xiao, W., Bal, B. S., & Rahaman, M. N. (2016). Preparation of resorbable carbonate-substituted hollow hydroxyapatite microspheres and their evaluation in osseous defects in vivo. *Materials Science & Engineering C*, 60, 324–332. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2015.11.039>
- Yelten-yilmaz, A., & Yilmaz, S. (2018). Wet chemical precipitation synthesis of hydroxyapatite (HA) powders. *Ceramics International*, 44(8), 9703–9710. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.02.201>
- Zuriyani, E. (2012). *Literasi sains dan pendidikan*. 1–13. <https://sumsel.kemenag.go.id/files/sumsel/file/file/TULISAN/wagj1343099486.pdf>