

**PEMBERDAYAAN SISWA SMK MELALUI TECHNOPRENEUR KAPSUL
NANOKALSIUM DARI CANGKANG TELUR AYAM**

Sunardi¹, Argoto Mahayana¹, Dila Auli Hafizah¹, Sumardiyono², Anin Prasasti², Ina Alfiana², Iswandi³, Hana Maylinda Putri³, Ilham Kuncahyo⁴, Sugiyarmasto⁵, Nur Hidayati⁶, Soebiyanto⁶, Lucia Sincu Gunawan⁶

¹ Program Studi Analis Kimia / Fakultas Teknik Universitas Setia Budi, Surakarta

² Program Studi Teknik Kimia / Fakultas Teknik Universitas Setia Budi, Surakarta

³ Program Studi Analis Farmasi & Makanan / Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi, Surakarta

⁴ Program Studi Farmasi / Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi, Surakarta

⁵ Program Studi Manajemen / Fakultas Ekonomi Universitas Setia Budi, Surakarta

⁶ Program Studi Analis Kesehatan / Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Setia Budi, Surakarta

Alamat Korespondensi : Jl. Let. Jend. Sutoyo, Mojosongo Surakarta Telp/Fax: (0271)

852518/(0271) 83275

E-mail korespondensi: sunardi@setiabudi.ac.id

Abstrak

Mitra dalam Program Pengabdian kepada Masyarakat ini adalah SMK TUNAS NUSANTARA Jurusan Kimia Industri di Jaten, Karanganyar. Siswa di jurusan ini belum memiliki pengetahuan tentang technopreneur berbasis limbah. Salah satu peluang yang dapat diambil adalah memproduksi herbal nanokalsium dari cangkang telur ayam. Mitra menghadapi beberapa kendala, yaitu: 1) Kurangnya pengetahuan siswa SMK Kimia Industri tentang kalsium; 2) Terbatasnya pengetahuan dan keterampilan dalam pembuatan kapsul herbal nanokalsium; dan 3) Kurangnya pengetahuan dan keterampilan terkait keamanan pangan, pengemasan, serta pemasaran. Untuk mengatasi masalah ini, program Pengabdian kepada Masyarakat dilakukan melalui: 1) Pembuatan herbal nanokalsium dari cangkang telur; 2) Pelatihan pembuatan kapsul herbal nanokalsium; 3) Pelatihan manajemen pemasaran. Hasilnya, mitra berhasil memproduksi kapsul herbal nanokalsium yang bermanfaat bagi kesehatan tulang dan kini memiliki bekal untuk menjadi technopreneur.

Abstract

The partner in this Community Service Program is SMK TUNAS NUSANTARA, Industrial Chemistry Department in Jaten, Karanganyar. Students in this department do not yet have knowledge about waste-based technopreneur. One of the opportunities that can be taken is to produce nanocalcium herbs from chicken eggshells. Partners face several obstacles, namely: 1) Lack of knowledge of Industrial Chemistry SMK students about calcium; 2) Limited knowledge and skills in making nanocalcium herbal capsules; and 3) Lack of knowledge and skills related to food safety, packaging, and marketing. To overcome these problems, the Community Service program is carried out through: 1) Making herbal nanocalcium from eggshell; 2) Training on making nanocalcium herbal capsules; 3) Marketing management training. As a result, the partners succeeded in producing nanocalcium herbal capsules that are beneficial for bone health and now have the provision to become technopreneurs.

Kata kunci: cangkang telur ayam, herbal nanokalsium, kapsul.

1. PENDAHULUAN

Mitra dalam program pengabdian ini adalah SMK Tunas Nusantara, yang berlokasi di Jalan Raya Kuniran No. 3, Jaten, Kecamatan Jaten, Kabupaten Karanganyar. SMK ini menawarkan tiga jurusan, yaitu Teknik Kimia Industri, Teknik Elektro, dan Teknik Mekanik Otomotif. SMK Tunas Nusantara didirikan pada tahun 2001. Sarana prasarana yang dimiliki SMK Tunas Nusantara adalah ruang kelas 6 ruang, laboratorium kimia 1 ruang, laboratorium fisika 1 ruang,

laboratorium bahasa 1 ruang, laboratorium komputer 1 ruang, sanitasi guru 1 ruang, dan sanitasi siswa 1 ruang.

Jurusan Teknik Kimia Industri adalah program keahlian yang mempelajari pengolahan bahan mentah menjadi produk setengah jadi atau barang jadi, seperti: minyak bumi dan gas alam, gas bio, deterjen, cairan antiseptik, plastik, kertas, produk kecantikan, obat-obatan, dan makanan instan. Kompetensi yang dikembangkan melalui mata pelajaran kimia industri di jurusan ini mencakup kemampuan untuk membuat bahan kimia yang digunakan oleh masyarakat dan keterampilan berwirausaha. Namun, SMK Tunas Nusantara belum mengintegrasikan wirausaha berbasis teknologi yang ramah lingkungan.

Namun kompetensi yang dikembangkan Teknik Kimia Industri di SMK Tunas Nusantara belum mampu memproses bahan mentah menjadi bahan setengah jadi atau barang jadi. Kompetensi yang diajarkan adalah dasar-dasar ekstraksi, destilasi dan titrasi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses ekstraksi, destilasi, dan titrasi

Di sisi lain, dalam sepuluh tahun terakhir, produksi telur global telah mengalami pertumbuhan yang signifikan. Berdasarkan data dari FAO, total produksi telur meningkat dari 61,7 juta ton pada 2008 menjadi 76,7 juta ton pada 2018, yang merupakan peningkatan sebesar 24% dalam satu dekade. Salah satu sektor yang memanfaatkan telur adalah industri roti, di mana telur digunakan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan roti. Setelah diolah menjadi roti, cangkang telur biasanya dibuang begitu saja, yang jika terus berlanjut dapat berdampak negatif pada lingkungan. Cangkang telur termasuk limbah pangan yang hingga kini belum banyak dimanfaatkan, padahal kandungannya terdiri dari 90% kalsium. Penelitian yang dilakukan oleh Sunardi dan rekan-rekannya berhasil mensintesis nanokalsium dari cangkang telur dengan ukuran 15-20 nm. Hal ini menunjukkan bahwa cangkang telur dapat menjadi sumber kalsium yang potensial untuk pencegahan osteoporosis.

Osteoporosis merupakan masalah kesehatan global yang menempati posisi kedua setelah penyakit jantung. Menurut International Osteoporosis Foundation (IOF), lebih dari 30% wanita di seluruh dunia berisiko mengalami patah tulang akibat osteoporosis, dengan angka yang mendekati 40%. Pada pria, risiko ini sekitar 13%. Kasus patah tulang (fraktur) akibat osteoporosis di seluruh dunia mencapai 1,7 juta orang, dan angka ini diperkirakan akan meningkat hingga 6,3 juta pada tahun 2050. Di Eropa, Jepang, dan Amerika, terdapat sekitar 75 juta penderita osteoporosis, sementara di Cina jumlahnya mencapai 84 juta, dengan total penderita osteoporosis di seluruh dunia mencapai 200 juta orang. Menurut data dari Departemen Kesehatan RI (2013), dampak

osteoporosis di Indonesia sudah mengkhawatirkan, dengan prevalensi mencapai 19,7% dari populasi. Di Indonesia, prevalensi osteoporosis pada wanita di bawah usia 70 tahun berkisar antara 18-30%. Satu dari tiga wanita dan satu dari lima pria di Indonesia menderita osteoporosis atau mengalami keretakan tulang. Penelitian terbaru dari IOF menunjukkan bahwa satu dari empat perempuan Indonesia berusia 50-80 tahun berisiko terkena osteoporosis, dengan risiko pada perempuan empat kali lebih tinggi dibandingkan laki-laki. Penyakit ini umumnya menyerang wanita pascamenopause.

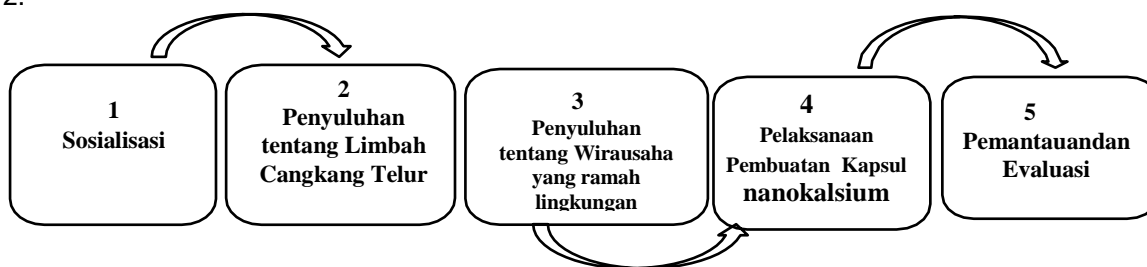
Salah satu upaya pencegahan osteoporosis adalah dengan mengonsumsi suplemen kalsium. Kalsium adalah mineral esensial yang memainkan peran penting dalam pembentukan tulang. Kalsium yang biasanya dikonsumsi umumnya berbentuk mikro kalsium, namun ukuran ini terkait dengan tingkat penyerapan oleh tubuh yang hanya sekitar 50%, sehingga sering menyebabkan kekurangan kalsium. Sintesis nanopartikel kini lebih banyak diminati karena kinerjanya yang lebih baik, dengan peningkatan luas permukaan dan daya serap. Nano kalsium, dengan ukuran yang sangat kecil yaitu 10^{-9} meter, memungkinkan reseptor menyerapnya dengan cepat dan sempurna ke dalam tubuh, sehingga dapat diserap hampir 100%.

Sumber kalsium yang umum dikonsumsi oleh masyarakat adalah susu, meskipun sebenarnya terdapat sumber kalsium lain yang belum banyak dieksplorasi, yaitu sumber kalsium dari hewan. Salah satu contohnya adalah cangkang telur lokal yang berasal dari industri roti. Dalam proses pembuatan roti, telur digunakan sebagai bahan baku, sementara cangkangnya dibuang begitu saja. Jika praktik ini terus berlanjut, hal ini dapat berdampak negatif pada lingkungan. Cangkang telur, yang hingga kini belum banyak dimanfaatkan, sebenarnya mengandung sekitar 90% kalsium.

Tujuan kegiatan ini meningkatkan pengetahuan SMK Tunas Nusantara tentang limbah cangkang telur, meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan tentang pembuatan kapsul nanokalsium, dan meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan tentang keamanan pangan dan pengemasan.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan ini dilaksanakan berdasarkan analisis situasi dan permasalahan yang ditemukan pada siswa SMK. Jika siswa SMK memiliki kemampuan wirausaha yang baik, diharapkan pengelolaan limbah, khususnya limbah cangkang telur, akan menjadi lebih kreatif dan mampu meningkatkan nilai tambah secara ekonomi. Kegiatan ini dilaksanakan dengan menggunakan metode ceramah dan praktik. Mekanisme pelatihan secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan pelatihan technopreneur ramah lingkungan pembuatan nanokalsium dari limbah cangkang telur

Mekanisme kegiatan pada Gambar 2 dijelaskan sebagai berikut:

1. Sosialisasi

Sosialisasi awal dilakukan untuk memberikan pengenalan dan pemahaman dasar mengenai limbah cangkang telur serta bahaya yang ditimbulkan oleh limbah terhadap masyarakat dan lingkungan. Materi pelatihan yang disampaikan meliputi: pengertian limbah, bahaya dan potensi manfaat limbah cangkang telur, serta metode pengelolaan limbah untuk memberikan manfaat ekonomi.

2. Penyuluhan tentang limbah cangkang telur

Penyuluhan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada siswa SMK tentang limbah cangkang telur, dengan harapan siswa dapat memproduksi dan memasarkan kapsul nanokalsium. Materi yang disampaikan dalam penyuluhan ini meliputi: pengertian limbah cangkang telur, bahaya pembuangan limbah cangkang telur langsung ke lingkungan atau air, serta alternatif-alternatif pemanfaatan limbah cangkang telur.

3. Penyuluhan tentang technopreneur

Penyuluhan tentang technopreneur dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan kepada siswa SMK tentang konsep technopreneur, pentingnya mempunyai jiwa technopreneur dan manfaat technopreneur bagi siswa SMK.

4. Pelatihan Pembuatan Kapsul Nanokalsium

Pelatihan pembuatan nanokalsium dari limbah cangkang dilakukan secara demonstrasi dan praktek oleh siswa SMK. Pada praktek pembuatan nanokalsium juga diberikan pelatihan cara mengemas nanokalsium agar mempunyai nilai sehingga dapat mengoptimalkan manfaat ekonominya. Pelatihan ini dimaksudkan untuk memotivasi siswa SMK agar mempunyai kemampuan membuat nanokalsium dalam jumlah yang cukup dan berkualitas sehingga dapat dijual atau dimanfaatkan untuk kegiatan yang berpotensi mendatangkan penghasilan bagi kelompok.

Sebelum pelatihan dilaksanakan, bahan dan alat sudah terlebih dahulu disiapkan, yang meliputi:

- Serbuk cangkang telur 12,5 gram
- Larutan asam klorida (HCl) 2 N
- Larutan NaOH 3N
- Akuades.

Alat-alat yang digunakan adalah:

- Batang pengaduk
- Gelas takar
- Timbangan
- Beker gelas
- Erlenmeyer
- Corong
- Kertas saring
- Lap
- Alat pelindung diri: sarung tangan, masker, dan pelindung muka.

Proses Pembuatan

1. Serbuk cangkang telur sebanyak 12,5 g diekstraksi dengan 250 mL HCl 2N pada suhu 90°C selama 2 jam. Hasil ekstraksi selanjutnya disaring dengan kertas saring sehingga diperoleh cairan/filtrat.
2. Filtrat dipresipitasi dengan penambahan 250 mL NaOH 3 N tetes demi tetes dan dilakukan pengadukan serta didiamkan sampai tidak terbentuk endapan lagi.
3. Endapan yang diperoleh kemudian dipisahkan dengan cara dekantasi dan disaring.
4. Endapan tersebut selanjutnya dilakukan proses netralisasi menggunakan akuades sampai pH 7.
5. Tahap selanjutnya adalah tahap pengeringan endapan dengan oven pada suhu 100 °C dan diteruskan dengan pembakaran dalam tanur pada suhu 600 °C selama 1 jam

5. Pemantauan dan Evaluasi

Untuk memantau dan meningkatkan hasil pelatihan, dilakukan evaluasi dan pemantauan selama kegiatan berlangsung. Tahap pemantauan dan evaluasi bertujuan untuk menilai pengetahuan siswa SMK tentang materi yang telah disampaikan serta untuk menangani permasalahan yang muncul selama kegiatan secepat mungkin. Evaluasi dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada siswa SMK setelah setiap materi disampaikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memperkuat peran Universitas Setia Budi dalam membantu menyelesaikan permasalahan yang dihadapi masyarakat. Tujuan yang ingin dicapai adalah meningkatkan pengetahuan siswa SMK tentang limbah cangkang telur dan cara pembuatan kapsul nanokalsium secara tepat berdasarkan prinsip technopreneur. Melalui penyuluhan tentang technopreneur dan pelatihan pembuatan kapsul nanokalsium dari cangkang telur, diharapkan siswa SMK akan lebih memahami konsep nanokalsium, proses pembuatan kapsul nanokalsium, serta menumbuhkan semangat wirausaha di kalangan siswa.

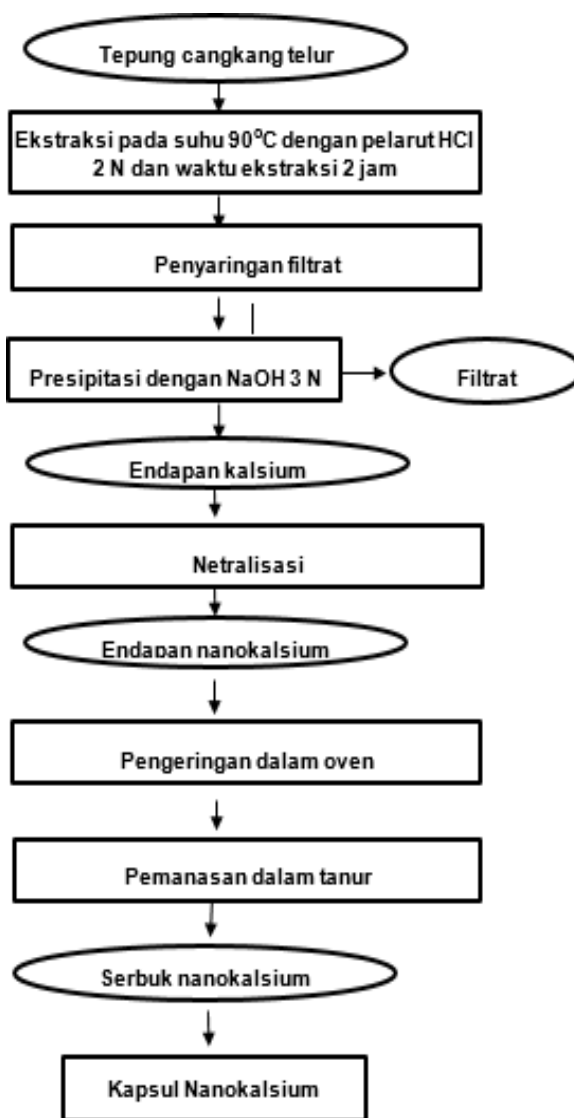
Para peserta memberikan tanggapan yang sangat antusias terhadap kegiatan ini. Hal ini terlihat dari semangat mereka dalam bertanya dan berdiskusi selama penyuluhan. Ini menunjukkan bahwa minat dan keinginan peserta untuk memahami bahaya limbah cangkang telur, mempelajari cara membuat kapsul nanokalsium, serta mengembangkan kemampuan berwirausaha cukup besar.

Pemahaman siswa SMK tentang technopreneur mengalami peningkatan signifikan selama dan setelah mengikuti pelatihan. Hal ini terlihat dari kuesioner yang dibagikan kepada peserta, yang mengukur pengetahuan mereka tentang technopreneur dan minat mereka untuk berwirausaha. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa peserta telah memahami konsep technopreneur, mengetahui apa yang dibutuhkan untuk menjadi technopreneur, serta menunjukkan keinginan untuk menjadi wirausahawan.

Kendala yang dihadapi selama kegiatan ini adalah jumlah cangkang telur yang terkumpul masih sedikit. Hal ini disebabkan oleh kebiasaan membuang cangkang telur, dengan alasan bahwa cara tersebut dianggap lebih mudah dan efisien karena tidak memerlukan perawatan. Akibatnya, jumlah nanokalsium yang dihasilkan masih terbatas dan belum dapat dikomersialkan.

Kegiatan transfer ilmu pengetahuan hasil penelitian yang dilakukan oleh Tim Pengabdian ini dilakukan dengan jumlah peserta 20 orang. Pelatihan dibantu oleh 4 orang mahasiswa yang berperan sebagai moderator dan sekaligus sebagai scribe dokumentasi. Kegiatan dilakukan pada tanggal 29-30 Mei 2024 dan 11-12 Juni 2024 bertempat di Laboratorium Kimia Industri SMK Tunas Nusantara mulai pukul 09.00 s/d 12.00 WIB.

Materi disampaikan langsung kepada peserta target. Untuk meningkatkan efisiensi penyampaian, peserta juga diberikan materi dalam bentuk selebaran. Mengingat peserta pelatihan adalah siswa SMK, diskusi tidak dilakukan di akhir penyampaian materi. Sebaliknya, diskusi berlangsung secara interaktif dan langsung, di mana peserta memberi kode dengan mengangkat tangan saat ingin mengajukan pertanyaan. Secara umum, diagram alur proses pembuatan kapsul nanokalsium dapat dilihat pada Gambar 3.



[1]

Gambar 3. Pembuatan kapsul nanokalsium

Pembuatan nanokalsium dari cangkang telur dilakukan dengan waktu ekstraksi 2 jam dan konsentrasi HCl 2 N diperoleh hasil sebagaimana tercantum pada Gambar 4.



Gambar 4. Kristal putih dari nanokalsium

Kendala yang dihadapi dalam kegiatan ini adalah jumlah limbah cangkang telur yang terkumpul selama pelatihan masih sedikit. Hal ini disebabkan oleh kebiasaan para pengguna telur

yang membuang cangkang karena dianggap lebih mudah dan efisien. Akibatnya, jumlah limbah cangkang telur yang terkumpul masih terbatas, sehingga produksi nanokalsium belum bisa dikomersialkan. Namun, seiring dengan meningkatnya pemahaman, jumlah limbah cangkang telur dan nanokalsium yang berhasil diproduksi perlahan meningkat menjelang akhir kegiatan. Kapsul nanokalsium dan label yang dihasilkan dari kegiatan pengabdian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Nanokalsium dari limbah cangkang telur berlabel

Secara umum, masih terdapat sejumlah tantangan yang dihadapi. Selain rendahnya kesadaran siswa SMK untuk mengumpulkan limbah cangkang telur, kreativitas dalam memproduksi, mendesain, dan mengemas juga masih terbatas. Namun, dengan pengarahan yang terus diberikan pada minggu-minggu terakhir, terlihat adanya perbaikan. Hal ini terlihat dari peningkatan volume limbah cangkang telur yang terkumpul serta hasil pembuatan nanokalsium yang semakin baik. Pengetahuan siswa tentang technopreneur juga menunjukkan peningkatan.

4. KESIMPULAN

Pelatihan technopreneur dan pembuatan kapsul nanokalsium dari limbah cangkang telur di SMK Tunas Nusantara telah berjalan dengan baik. Kesadaran siswa SMK terhadap pengelolaan limbah cangkang telur dan pengetahuan tentang kewirausahaan berbasis teknologi (technopreneur) telah meningkat. Hasil yang dicapai dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini meliputi:

- a. Peningkatan pemahaman siswa SMK tentang technopreneur.
- b. Peningkatan keinginan untuk berwirausaha.
- c. Peningkatan pengetahuan tentang pemanfaatan limbah cangkang telur.
- d. Peningkatan keterampilan dalam membuat kapsul dari limbah cangkang telur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Direktorat Pendidikan Tinggi Vokasi yang telah mendanai kegiatan ini melalui Program Keitraan Masyarakat tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Talakesh SF, Bahonar A, Mashayekhi S, Rahmanian V. Estimation of Per Capita Consumption of Chicken Egg and Attitude of Tehrani Families towards Factors Influencing Egg Consumption in 2018. *Journal of Nutrition and Food Security* [Internet]. 2020 [cited 2023 Dec 26];5(3):209–17. Available from: <http://jnfs.ssu.ac.ir/article-l-246-en.html>
- Scudiero L, Tak M, Alarcón P, Shankar B. Understanding household and food system determinants of chicken and egg consumption in India. *Food Secur* [Internet]. 2023 Oct 1 [cited 2023 Dec 26];15(5):1231–54. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12571-023-01375-3>
- Gautron J, Dombre C, Nau F, Feidt C, Guillier L. Review: Production factors affecting the quality of chicken table eggs and egg products in Europe. *Animal*. 2022 Feb 1;16:100425.
- Kemenkes RI. Pusat Data dan Informasi - Kementerian Kesehatan Republik Indonesia [Internet]. 2013 [cited 2019 Oct 13]. Available from: <http://www.pusdatin.kemkes.go.id/article/view/16012700002/data-dan-kondisi-penyakit-osteoporosis-di-indonesia.html>
- Warsy W, Chadijah S, Rustiah W. Optimalisasi Kalsium Karbonat dari Cangkang Telur untuk Produksi Pasta Komposit. *Al-Kimia*. 2016;4(2):86–97.
- Nurlaela A, Nurlaela A, Dewi SU, Dahlan K, Soejoko DS. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam dan Bebek sebagai Sumber Kalsium untuk Sintesis Mineral Tulang. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* [Internet]. 2014 Jan 17 [cited 2019 Oct 19];10(1). Available from: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JPF/article/view/3054>
- Sunardi S, Krismawati ED, Mahayana A. Sintesis dan Karakterisasi Nanokalsium Oksida dari Cangkang Telur. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia* [Internet]. 2020 Sep 18 [cited 2022 Mar 15];16(2):250. Available from: <https://jurnal.uns.ac.id/alchemy/article/view/40527>
- Setyorini A, Suandi I, Sidiartha IGL, Suryawan WB. Pencegahan Osteoporosis dengan Suplementasi Kalsium dan Vitamin D pada Penggunaan Kortikosteroid Jangka Panjang. *Sari Pediatri*. 2016 Nov 29;11(1):32.
- Paschalis EP, Gamsjaeger S, Hassler N, Fahrleitner-Pammer A, Dobnig H, Stepan JJ, et al. Vitamin D and calcium supplementation for three years in postmenopausal osteoporosis significantly alters bone mineral and organic matrix quality. *Bone*. 2017 Feb 1;95:41–6.
- Lee YK, Jung SK, Chang YH, Kwak HS. Highly bioavailable nanocalcium from oyster shell for preventing osteoporosis in rats. *Int J Food Sci Nutr* [Internet]. 2017 Dec 17 [cited 2019 Oct 12];68(8):931–40. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09637486.2017.1307948>

- Ahmad I. Pemanfaatan limbah cangkang kerang darah (anadara granosa) sebagai bahan abrasif dalam pasta gigi. *jurnal galung tropika* [Internet]. 2017 Mar 28 [cited 2018 Nov 5];6(1):49-59. Available from: <http://jurnalpertanianumpar.com/index.php/jgt/article/view/210>
- Julianti SR. Karakterisasi Fisikokimia Dan Bioavailabilitas Nanokalsium Hasil Ekstraksi Tulang Ikan Bandeng (Chanos Chanos) Menggunakan Larutan Basa. 2017 Dec 27 [cited 2019 Apr 20]; Available from: <http://repository.ub.ac.id/8034/>
- Suptijah P, Jacob A, Deviyanti N. KARAKTERISASI DAN BIOAVAILABILITAS NANOKALSIUM CANGKANG UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuatika Indonesia* [Internet]. 2012 [cited 2020 Apr 9];3(1):244-312. Available from: <http://journal.unpad.ac.id/akuatika/article/view/481>
- Setiawan Y. Perbedaan Kekasaran Permukaan Basis Resin Akrilik Polimerisasi Panas Menggunakan Bahan Pumis, Cangkang Telur dan Pasta Gigi Sebagai Bahan Poles. 2017 [cited 2018 Nov 5]; Available from: <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/1767>