

KARAKTERISTIK MIKRO STRUKTUR DAN KOMPOSISI CANGKANG TELUR UNGGAS DOMESTIKASI DENGAN MENGGUNAKAN SEM DAN XRF

Ahmad Iskandar Setiyawan*, Mohammad Faiz Karimy dan Zosi Erwinda

Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

*Korespondensi email: ahmd.setiyawan@gmail.com

Abstrak. Sumber pangan hewani yang murah dan mudah didapat salah satunya yaitu telur. Limbah telur merupakan dampak dari aktivitas konsumsi masyarakat. Cangkang telur merupakan bagian dari limbah tersebut yang belum tertangani dengan baik. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi potensi limbah cangkang telur ayam unggas domestikasi. Sampel cangkang telur diambil dari peternak ayam dan itik di Kecamatan Playen Kabupaten Gunungkidul. Sampel tersebut dibersihkan, dikeringkan dan digiling sebelum pengujian. Kemudian sampel dianalisa proksimat, Scanning Electron Microscope (SEM) dan X-ray Fluorescence (XRF). Dari hasil analisa dihasilkan kandungan cangkang ayam kampung 6,03% protein kasar, 91,05% kadar abu, 0,84% kadar serat kasar. Sedangkan cangkang itik 5,77% protein kasar, 88,59% kadar abu, dan 1,39% serat kasar. Dari hasil kajian dapat disimpulkan bahwa limbah cangkang telur ayam kampung dan itik masih memiliki nilai nutrisi, yang dapat digunakan sebagai bahan baku pangan, pakan atau material lain. Limbah cangkang telur yang berasal dari telur tetas ayam kampung terdapat dua material yaitu cangkang dan membran.

Kata kunci: ayam kampung, limbah, SEM-EDS, proksimat, Gunungkidul.

Abstract. One of the sources of animal food that is cheap and easy to get is eggs. Egg waste is the impact of people's consumption activities. Eggshells are part of the waste that has not been handled properly. The purpose of this study was to identify the potential waste of domestic poultry eggshells. Eggshells samples were taken from chicken and duck breeders in Playen District, Gunungkidul Regency. The sample was cleaned, dried and ground prior to testing. Then the sample was proximate analyzed, Scanning Electron Microscope (SEM) and X-ray Fluorescence (XRF). From the results of the study, the content of native chicken shells contains 6.03% crude protein, 91.05% ash content, 0.84% crude fiber content. Meanwhile, duck shells contain 5.77% crude protein, 88.59% ash content, and 1.39% crude fiber. It can be concluded that the chicken and duck eggshells still have nutritional value. and can be used as raw material for food, feed or other materials. Eggshell waste from native chicken eggs contains two materials : shells and membranes.

Keyword: domestic poultry, waste, SEM-EDS, proximate, XRF.

PENDAHULUAN

Sumber pangan hewani yang murah dan mudah didapat salah satunya yaitu telur. Limbah telur merupakan dampak dari aktivitas konsumsi masyarakat. Cangkang telur merupakan bagian dari limbah tersebut yang belum tertangani dengan baik. Kontribusi limbah dari cangkang telur juga berasal dari pabrik penetasan telur (*hatchery*) dan industri pengolahan makanan (Mittal et al. 2016).

Populasi unggas domestikasi di daerah Kabupaten Gunungkidul pada tahun 2020 mengalami peningkatan. Untuk ayam kampung meningkat dari 1.231.568 ekor menjadi 1.245.091 ekor, ayam petelur dari 298.100 ekor menjadi 301.000 ekor dan ayam broiler 1.626.260 menjadi 1.635.000 ekor, sedangkan itik mengalami penurunan dari 7.459 ekor menjadi 6.661 ekor (BPS 2020). Dengan peningkatan populasi maka akan berbanding lurus terhadap jumlah limbah cangkang yang tersedia.

Limbah cangkang telur memiliki dampak negatif, jika tidak ada pengolahan. Polusi lingkungan, bau, lalat, dan masalah tempat pembuangan limbah kulit telur serta zoonosis bisa terjadi (Glatz, Miao, and Rodda 2011; Orrico et al. 2020). Untuk mengetahui nilai lebih dari limbah tersebut maka perlu

dilakukan pengujian material antara lain menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan *X-ray Fluorescence* (XRF).

Scanning Electron Microscope (SEM) berfungsi untuk melihat karakter mikro struktur sampel dengan cara memindai menggunakan elektron. Elektron tersebut akan berinteraksi dengan atom-atom pada sampel. Interaksi tersebut menghasilkan sinyal mengandung informasi tentang topografi permukaan, komposisi dan karakteristik sampel (Oka, Wijaya, dan Kadirman 2018; Sujatno et al. 2017). Sedangkan *X-ray Fluorescence* (XRF) berfungsi untuk menganalisa unsur suatu bahan dengan menggunakan sinar-X yang diserap dan dipantulkan oleh sampel (Karyasa, 2013). Lebih lanjut dijelaskan, analisa tersebut lebih murah, multi elemental, dan hasil analisa relative lebih (Jamaluddin dan Umar 2018)

Dengan kedua analisa tersebut dan analisa proksimat diharapkan mampu mengintegrasikan hasil analisa yang cepat dengan hasil bersifat kuantitatif. Kegiatan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi potensi cangkang telur unggas domestikasi khususnya di daerah Kabupaten Gunungkidul.

METODE PENELITIAN

Persiapan Sampel

Sampel cangkang telur ayam petelur, ayam kampung, dan itik didapat dari peternak di kecamatan Playen, Kabupaten Gunungkidul. Analisa laboratorium dilakukan di laboratorium Balai Teknologi Bahan Alam LIPI. Selain, sampel bahan cangkang telur, digunakan juga bahan-bahan kimia untuk analisis proksimat, preparasi SEM dan XRF. Peralatan yang digunakan yaitu timbangan digital kapasitas 5 kg, beaker glass, hidrolis untuk pengepres sampel (preparasi XRF), seperangkat alat analisa proksimat. Sampel untuk keperluan analisis SEM cukup pecahan cangkang saja yang telah kering dan dianalisis dengan SEM.

Analisa Cangkang Telur

Sampel sebelum analisa dilakukan pencucian dan penggilingan dengan ukuran 20 mesh. Kemudian sampel dilakukan analisa proksimat dan profil cangkang telur menggunakan SEM (Hitachi SU 3500) pada perbesaran yang sama, yaitu 1K dengan Vacc 3 kV, dan sebelumnya dilakukan preparasi dengan pelapisan (*coating*) dengan emas (Au) menggunakan alat ion sputter MC1000 (Hitachi Corp.) (Suryani et al. 2021). Untuk meningkatkan konduktifitasnya (Liu 2000) dan mencegah terjadinya sampel mengalami fenomena *discharge* (Endo et al. 2010; Yamada et al. 1997). Bahan yang digunakan untuk analisa proksimat menurut metode AOAC (*Association of Official Analytical Chemist*) (AOAC 2005).

Untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung didalam cangkang telur dilakukan analisa XRF. Sebelum pengujian sampel dilakukan preparasi terlebih dahulu. Adapun preparasi yang dilakukan yaitu : a. Sampel hasil penggilingan dan pengayakan dicampur dengan selulosa dengan perbandingan 7:1. b. Kemudian dicampur sampai homogen dan dipress menggunakan hidrolis. c. Setelah itu,

dilakukan pembacaan dengan menggunakan alat XRF dengan merk epsilon 4 buatan Malvern Panalytical. Data yang diperoleh secara kuantitatif dibandingkan dengan literatur yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Analisa Proksimat Limbah Cangkang Telur

Hasil analisa proksimat dapat dilihat pada tabel 1. berikut ini :

Tabel 1. Hasil analisa proksimat limbah cangkang telur

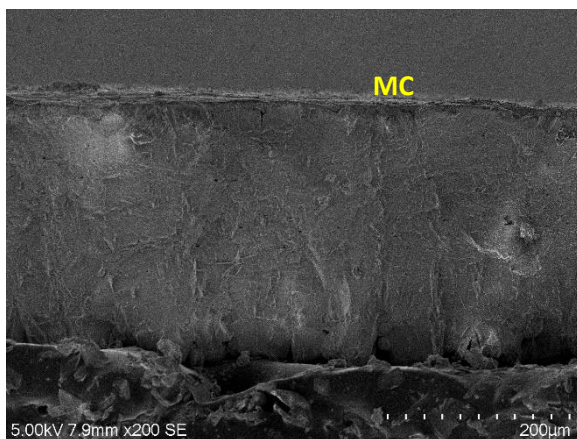
| Parameter | Limbah Cangkang Telur (%) | | | |
|---------------|---------------------------|--------------|-------|-----------------------|
| | Ayam kampung | Ayam petelur | Itik | Hatchery ayam kampung |
| Bahan kering | 98,35 | 98,58 | 95,95 | 99,19 |
| Abu | 91,05 | 90,91 | 88,59 | 91,27 |
| Lemak kasar | 0,07 | 0,10 | 0,07 | 0,29 |
| Serat kasar | 0,84 | 0,59 | 1,39 | 0,79 |
| Protein kasar | 6,03 | 6,99 | 5,77 | 7,31 |
| BETN | 0,36 | 1,41 | 0,12 | 0,34 |

Dari hasil analisa proksimat pada tabel diatas, kandungan abu limbah cangkang telur menunjukkan kandungan yang tinggi dengan nilai antara 88,59% sampai 91,27%. Kadar abu dalam analisa proksimat berhubungan dengan kandunagn mineral suatu bahan (Nurhidayah, Soekendarsi, and Erviani 2019). Hal ini mengindikasikan komponen mineral di dalam limbah cangkang sangat tinggi. Lebih lanjut 94-97% CaCO_3 (kalsium karbonat) terkandung dalam telur unggas (Nurlaela *et al.*, 2014).

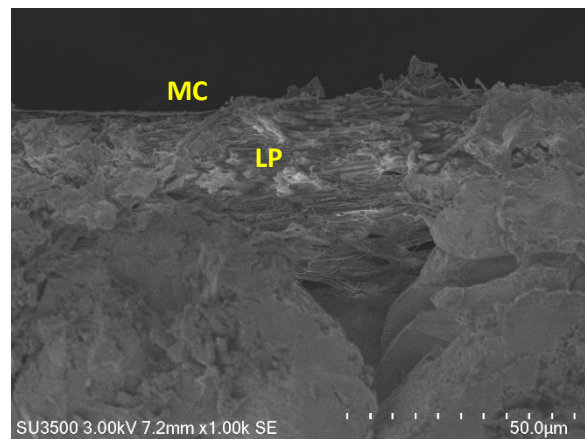
Limbah cangkang telur mengandung kadar protein 5,77%-7,31%. Kandungan protein tertinggi diperoleh dari limbah *hatchery* ayam kampung. Kandungan protein lebih tinggi dikarenakan limbah cangkang telur tersebut terdapat *membrane shell* (Gambar 2.). Nilai protein merupakan salah satu potensi penggunaan limbah cangkang telur disamping kandungan abu.

Penggunaan limbah cangkang telur dalam beberapa penelitian sudah banyak dikembangkan antara lain : a. digunakan sebagai pupuk tanaman cabai (Ernawati, Noviyanti, dan Yuliyati, 2019), b. makanan ternak (Abiola *et al.*, 2012; Nurlaela *et al.*, 2014), c. kesehatan (Amu, Fajobi, dan Oke, 2005), dan pangan (Rahmawati dan Nisa 2015).

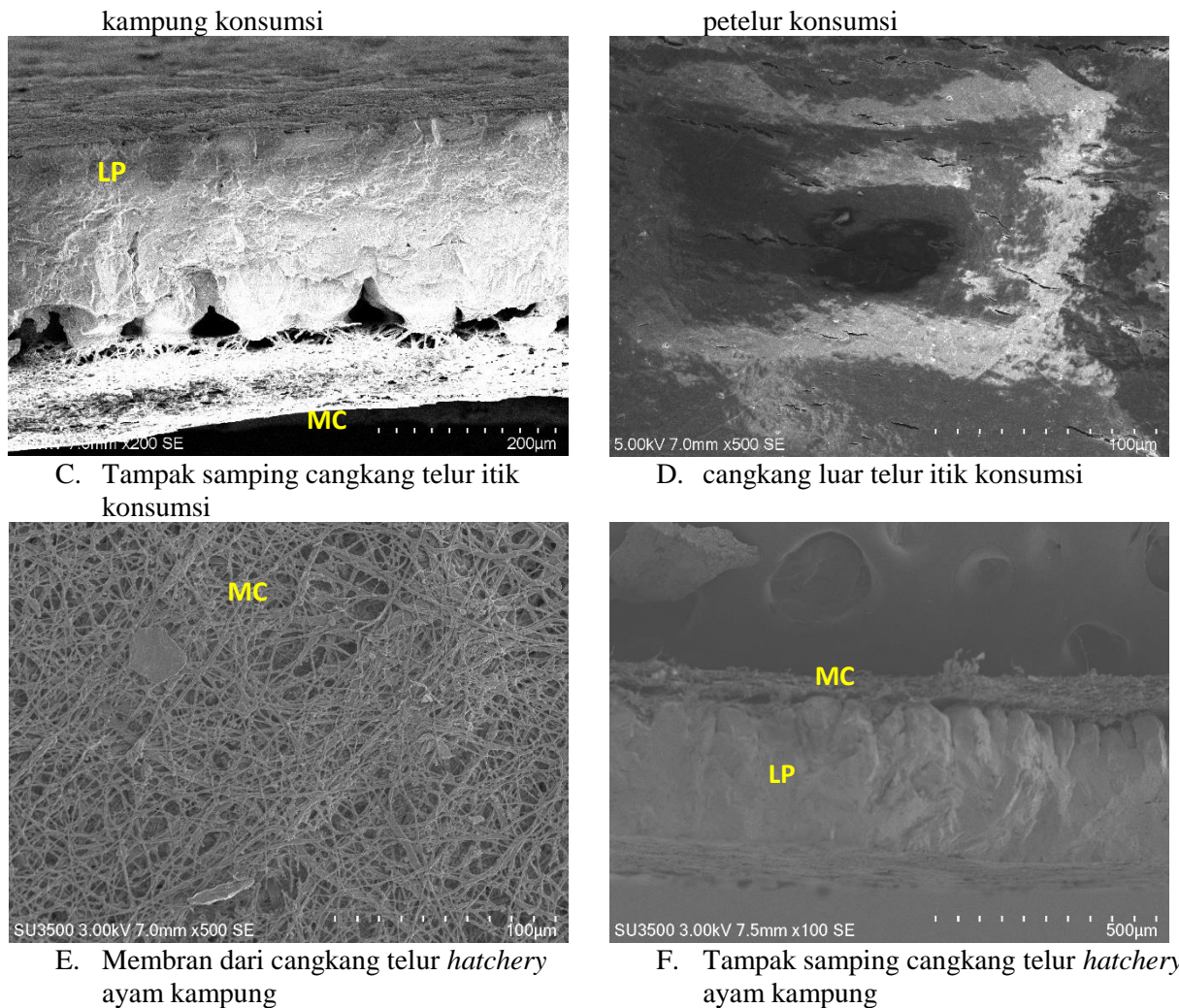
Profil SEM dan nilai XRF



A. Tampak samping cangkang telur ayam



B. Tampak samping cangkang telur ayam



Gambar 2. Hasil *Scanning electron micrographs (SEM) membran dan cangkang telur*. A. cangkang telur ayam kampung, terdapat membran cangkang (MC) telur. B. cangkang telur limbah ayam petelur konsumsi, terdapat membran cangkang (MC). C, D. tampak samping limbah cangkang dan luar limbah telur itik konsumsi. E. membran dari cangkang telur limbah hatchery ayam kampung, dan F. tampak samping struktur cangkang telur hatchery ayam kampung tampak membran cangkang (MC) telur dan lapisan palisade (LP). Perbesaran yang digunakan adalah 1K dengan skala 500 μ m.

Hasil analisa XRF dapat dilihat pada tabel 2. berikut ini :

Tabel 2. Hasil analisa XRF limbah cangkang telur

| Parameter | Limbah Cangkang Telur | | | |
|-----------|-----------------------|--------------|-------|-----------------------|
| | Ayam kampung | Ayam petelur | Itik | Hatchery ayam kampung |
| Ca (%) | 25,05 | 27,73 | 26,21 | 22,52 |
| Mg (%) | 0,72 | 0,72 | 0,77 | 0,56 |
| P (%) | 0,23 | 0,21 | 0,24 | 0,19 |
| Na (%) | 0,11 | 0,22 | td | td |
| Si (ppm) | 70,2 | 80,3 | 35,6 | 144,1 |
| Cl (ppm) | 35,9 | 24,9 | td | td |

Ket : td (tidak terdeteksi)

Berdasarkan ilustrasi gambaran SEM (Gambar. 2) terlihat perbedaan stuktur antara limbah cangkang telur konsumsi (Gambar 2. A-D) dengan limbah cangkang telur *hatchery* (Gambar 2. F). limbah cangkang telur *hatchery* terlihat membran cangkang terdapat lapisan tebal membran. Dengan pembesaran x500 ((Gambar 2. E) terlihat serabut-serabut membran. Menurut Cordeiro & Hincke, (2012), membrane cangkang telur banyak terdapat protein khususnya OCX-36 sebanyak 20-30%. Lebih lanjut dijelaskan protein tersebut merupakan protein yang berkaitan dengan imun dari induk. Kandungan protein dalam membran menjadi alasan kandungan protein analisa proksimat lebih tinggi (Tabel 1.). Menurut Fernandez *et al.*, (1997) dan Cordeiro & Hincke (2012), kolagen juga terdapat didalam membran.

Dari Tabel 1. Diatas kandungan abu dari tiap-tiap limbah cangkang telur sangat tinggi. Hasil analisa XRF kandungan mineral limbah cangkang telur yaitu Natrium (Na), Magnesium (Mg), Silika (Si), fospor (P), klorida (Cl), kalium (K), dan kalsium (Ca). kandungan tertinggi yaitu 1. kalsium sekitar 22,52-27,73%, 2. Magnesium sekitar 0,56-0,72%, 3. Fosfor sekitar 0,19-0,24%. Kalsium didalam cangkang telur digunakan sebagai penyusun lapisan palisade (gambar 2. B dan F). fungsi palisade untuk memperkuat cangkang telur, jadi semakin tinggi kalsium semakin keras atau kompak lapisan tersebut (Shen dan Chen, 2003). Adanya fosfor dan silika juga membantu memperkuat lapisan palisade.

Kandungan kalsium yang tinggi merupakan potensi yang perlu dimanfaatkan. Akan tetapi, kalsium didalam cangkang masih dalam bentuk CaCO_3 jadi perlu dilakukan pemecahan. Menurut Yonata *et al.*, (2017), pelarut CH_3COOH jika direaksikan pada cangkang akan menguraikan CaCO_3 . Salain kalsium, silika didalam cangkang telur juga bisa dimanfaatkan. Menurut Basit *et al.*, (2019) kandungan mineral didalam cangkang telur khususnya silika dapat digunakan sebagai bahan pembuat semen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa limbah cangkang telur kadar abu analisa proksimat 88,59-91,27%. Dengan kandungan mineral tertinggi dari analisa XRF yaitu kalsium berkisar antara 22,52-27,73%. Limbah cangkang telur *hatchery* dari hasil SEM terdapat dua material yang bisa dimanfaatkan yaitu cangkang dan membran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bappeda Kabupaten Gunungkidul dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan Kemenkeu atas dukungan pembiayaan penelitian ini melalui Program Prioritas Riset Nasional (RISTEK BRIN LPDP) 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Abiola, S.S., N.E. Radebe, C. v. d. Westhuizen, and D.O. Umesiobi. 2012. “Whole Hatchery Waste Meal as Alternative Protein and Calcium Sources in Broiler Diets.” *Archivos de Zootecnia* 61(234): 229–34.
- Amu, O., A. Fajobi, and B. Oke. 2005. “O. Amu et Al 2005.Pdf.” *Journal of Applied Science* 5: 1474–78.

- AOAC. 2005. 18 Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18th ed. Washington DC: Association of Officiating Analytical Chemists.
- Basit, Kamran, Nitish Kumar Sharma, and Brij Kishor. 2019. “A Review on Partial Replacement of Cement by Egg Shell Powder.” *International Research Journal of Engineering and Technology* 9001(March): 1104. www.irjet.net.
- BPS. 2020. *KABUPATEN GUNUNGKIDUL DALAM ANGKA 2020*. ed. BPS. Kabupaten Gunungkidul: BPS Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunungkidul.
- Endo, Akira et al. 2010. “Direct Observation of Surface Structure of Mesoporous Silica with Low Acceleration Voltage FE-SEM.” *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 357(1–3): 11–16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2009.11.026>.
- Ernawati, Engela Evy, Atiek Rostika Noviyanti, and Yati B Yuliyati. 2019. “Potensi Cangkang Telur Sebagai Pupuk Pada Tanaman Cabai Di Desa Sayang Kabupaten Jatinangor.” *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat* 4(5): 123–25.
- Fernandez, Maria Soledad, Mauricio Araya, and Jose Luis Arias. 1997. “Eggshells Are Shaped by a Precise Spatio-Temporal Arrangement of Sequentially Deposited Macromolecules.” *Matrix Biology* 16(1): 13–20.
- Glatz, Phil, Zhihong Miao, and Belinda Rodda. 2011. “Handling and Treatment of Poultry Hatchery Waste: A Review.” *Sustainability* 3(1): 216–37.
- Jamaluddin, Emi Prasetyawati Umar. 2018. “Identifikasi Kandungan Unsur Logam Batuan Menggunakan Metode Xrf (X-Ray Fluorescence) (Studi Kasus: Kabupaten Buton).” *Jurnal Geoelebes* 2(2): 47–52.
- Karyasa, I Wayan. 2013. “Studi X-Ray Fluorescence Dan X-Ray Diffraction Terhadap.” *Jurnal Sains dan Teknologi* 2(2): 204–12.
- Liu, Jingyue. 2000. “High-Resolution and Low-Voltage FE-SEM Imaging and Microanalysis in Materials Characterization.” *Materials Characterization* 44(4): 353–63.
- M.M. Cordeiro, Cristianne, and Maxwell T. Hincke. 2012. “Recent Patents on Eggshell: Shell and Membrane Applications.” *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture* 3(1): 1–8.
- Mittal, Alok, Meenu Teotia, R. K. Soni, and Jyoti Mittal. 2016. “Applications of Egg Shell and Egg Shell Membrane as Adsorbents: A Review.” *Journal of Molecular Liquids* 223: 376–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.molliq.2016.08.065>.
- Nurhidayah, B, Eddy Soekendarsi, and Andi Evi Erviani. 2019. “Kandungan Kolagen Sisik Ikan Bandeng *Chanos-chanos* Dan Sisik Ikan Nila *Oreochromis niloticus*.” *Biologi Makassar* 4(1): 39–47.
- Nurlaela, A, S U Dewi, K Dahlan, and D S Soejoko. 2014. “Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam Dan Bebek Sebagai Sumber Kalsium Untuk Sintesis Mineral Tulang.” *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 10(1): 81–85.
- Oka, Bagus, Mohammad Wijaya, and Kadirman Kadirman. 2018. “Karakterisasi Kimia Susu Sapi Perah Di Kabupaten Sinjai.” *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* 3(2): 195.
- Orrico, Ana Carolina Amorim et al. 2020. “Characterization and Valuing of Hatchery Waste from the Broiler Chicken Productive Chain.” *Waste Management* 105: 520–30. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.029>.
- Rahmawati, Wenny Ayu, and Fithri Choirun Nisa. 2015. “Fortifikasi Kalsium Cangkang Telur Pada Pembuatan Cookies.” *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(3): 1050–60.
- Shen, T. F., and W. L. Chen. 2003. “The Role of Magnesium and Calcium in Eggshell Formation in Tsaiya Ducks and Leghorn Hens.” *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 16(2): 290–96.

- Sujatno, Agus, Rohmad Salam, Bandriyana Bandriyana, and Arbi Dimiyati. 2017. “Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium.” *Jurnal Forum Nuklir* 9(1): 44.
- Suryani, Ade Erma et al. 2021. “Isolation and Identification of Phytate-Degrading Yeast from Traditional Fermented Food.” *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 22(2): 866–73.
- Yamada, Mitsuru, Takayasu Yoshihara, Hideaki Arima, and Toshiharu Kobayashi. 1997. “High-Definition Image Processing System for FE-SEM.” *J. Electron Microsc* 46(4): 311–14.
- Yonata, Diode, Siti Aminah, and Wikanastri Hersoelistyorini. 2017. “Kadar Kalsium Dan Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Telur Unggas Dengan Perendaman Berbagai Pelarut.” *Jurnal Pangan Dan Gizi* 7(2): 82–93.