

Karakteristik Organoleptik, Kadar Abu, dan pH Cangkang Bulu Babi dari Limbah Industri

Organoleptic Characteristics, Ash Content, and pH of Sea Urchin Shells from Industrial Waste

Agussalim Matti¹, Rahmawati Saleh¹, Luthfiah¹

¹Pengolahan dan Penyimpanan Hasil Perikanan
Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan
*Korespondensi: agussalimmatti@polipangkep.ac.id

Abstrak

Pengolahan bulu babi di PT NNS Makassar menghasilkan produk samping berkisar 94% berupa cangkang. Limbah cangkang bulu babi dapat diolah untuk mendapatkan nilai tambah sehingga memiliki nilai ekonomi tinggi. Sebelum diolah untuk tujuan tertentu, limbah cangkang bulu babi harus diketahui sifat organoleptiknya. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis sifat organoleptik, kadar abu, dan pH limbah cangkang bulu babi dari industri. Metode analisis organoleptik yang digunakan adalah metode deskriptif untuk mengidentifikasi, mendeskripsikan, dan mengkuantifikasi atribut kenampakan, warna, tekstur, dan aroma limbah cangkang bulu babi. Analisis kadar abu dan pH dilakukan untuk mendapatkan data pendukung. Hasil penelitian menunjukkan warna dan kenampakan limbah cangkang bulu babi berwarna kecoklatan sampai hitam pekat disebabkan oleh adanya residu gonad dan selaput pembungkus gonad yang menempel pada cangkang. Residu ini berpotensi menjadi nutrisi bagi pertumbuhan mikroba secara umum. Aroma khas bulu babi masih tercium, tetapi tidak terlalu tajam yang menunjukkan bahwa limbah cangkang bulu babi yang diuji sudah tidak segar lagi. Tekstur limbah cangkang bulu babi yang dianalisis menunjukkan mudahnya retak jika diberikan tekanan yang kuat. Retakan atau pecahan cangkang juga memperlihatkan bentuk dan susunan cangkang yang berkapur dan tampak seperti berpasir. Nilai pH limbah cangkang bulu babi sebesar 9 atau alkali, namun masih termasuk basa lemah. Nilai pH 9 dapat memperkuat keberadaan mineral, terutama kalsium dalam limbah cangkang bulu babi. Berdasarkan hasil kajian ini, direkomendasikan limbah cangkang bulu babi dari industri dapat diolah lebih lanjut untuk dijadikan sebagai sumber mineral, termasuk untuk melihat potensinya sebagai salah satu sumber Zink dan Fe yang bisa berperan dalam mencegah dan mengatasi stunting.

Kata Kunci: limbah bulu babi, metode deskriptif, mineral, organoleptik, stunting

Abstract

Sea urchin processing at PT NNS Makassar produces around 94% by-products in the form of shells. Sea urchin shell waste can be processed to obtain added value so that it has high economic value. Before being processed for certain purposes, sea urchin shell waste must be known for its organoleptic properties. The aim of this research is to analyze the organoleptic properties, ash content and pH of sea urchin shell waste from industry. The organoleptic analysis method used is a descriptive method to identify, describe and quantify the attributes of appearance, color, texture and aroma of sea urchin shell waste. Ash content and pH analysis was carried out to obtain supporting data. The results of the research showed that the color and appearance of brownish to dark black sea urchin shell waste was caused by the presence of gonad residue and the membrane covering the gonads attached to the shell. This residue has the potential to become a nutrient for microbial growth in general. The distinctive aroma of sea urchins can still be smelled, but it is not too sharp, indicating that the sea urchin shell waste tested is no longer fresh. The texture of sea urchin shell waste analyzed shows that it cracks easily if strong pressure is applied. Cracks or shell fragments also show the shape and structure of the shell which is chalky and looks like sand. The pH value of sea urchin shell waste is 9 or alkaline, but it is still a weak alkaline. A pH value of 9 can strengthen the presence of minerals, especially calcium in sea urchin shell waste. Based on the results of this study, it is recommended that sea urchin shell waste from industry can be further processed to be used as a mineral source, including to see its potential as a source of zinc and Fe which can play a role in preventing and overcoming stunting.

Keywords: descriptive method, minerals, organoleptics, sea urchin waste, stunting

PENDAHULUAN

Pengolahan bulu babi di PT NNS Makassar menghasilkan produk samping berkisar 94%. Bagian limbah terbesar adalah bagian cangkang. Cangkang bulu babi di perusahaan tersebut tidak diolah lebih lanjut sehingga hanya menjadi limbah yang akan merusak lingkungan. Kerusakan lingkungan tersebut dapat berupa pencemaran terhadap tanah, air, dan udara di sekitar lokasi perusahaan. Kandungan limbah yang berasal dari hasil samping pengolahan hasil perikanan akan meninggalkan bau tidak sedap jika tidak diberikan perlakuan tertentu, sehingga akan mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan (Matti *et al.*, 2022).

Limbah cangkang bulu babi dapat diolah untuk mendapatkan nilai tambah. Beberapa penelitian melaporkan bahwa cangkang bulu babi mengandung senyawa yang berpotensi dijadikan sebagai bahan baku produk olahan. Tupan & Silaban (2017) melaporkan bahwa komposisi kimia bulu babi dari perairan Pulau Ambon, yaitu kadar air 73,76- 84,13%, abu 0,20-2,12%, lemak 3,47- 5,81%, protein 5,40-17,69%, dan karbohidrat 2,11-7,50%. Selain itu bulu babi juga dilaporkan mengandung zat gizi mikro yang berpotensi sebagai sumber fortifikan pada produk olahan pangan. Zat gizi mikro yang terdapat pada bulu babi antara lain, Ca, Mg, S, Na, Cl and Mg/Ca (Varkoulis *et al.*, 2020).

Cangkang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Cangkang dan duri dapat digunakan sebagai hiasan, pupuk organik, pewarna, dalam bidang kesehatan untuk pengobatan penyakit, memiliki potensi sebagai anti kanker, anti-tumor dan antimikroba, antibiotik. Gonadnya dapat dijadikan sebagai sumber pangan karena mengandung 28 macam asam amino, vitamin B kompleks, vitamin A dan mineral, asam lemak tak jenuh omega-3, omega-6, dan omega 9 (Apriandi *et al.*, 2020; Tupan & Silaban, 2017; Varkoulis *et al.*, 2020).

Sebelum diolah untuk tujuan tertentu, limbah cangkang bulu babi yang diperoleh dari PT NNS Makassar harus diketahui sifat organoleptik, kadar abu, dan pH. Laporan yang mengenai karakteristik cangkang bulu babi ini belum diketahui. Beberapa penelitian melaporkan karakteristik kimiawi bulu babi (Abudi, 2017; Apriandi *et al.*, 2020; Tupan & Silaban, 2017; Varkoulis *et al.*, 2020; Yao *et al.*, 2019). Penelitian-penelitian tersebut tidak dilengkapi dengan analisis organoleptik dan mikrobiologis secara spesifik pada limbah cangkang bulu babi. Padahal, pemanfaatan bahan baku untuk pengembangan produk olahan hasil perikanan khususnya dan pangan olahan pada umumnya sudah bergeser dari inovasi berbasis produk menjadi inovasi berbasis konsumen. Kesukaan konsumen terhadap produk akhir dipengaruhi oleh tingkat penerimaannya terhadap sifat-sifat organoleptik bahan baku. Kesan positif yang timbul secara subjektif pada bahan baku akan menentukan selera konsumen terhadap produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, semua penelitian atau penciptaan produk baru dan pengembangan produk lama semestinya dilakukan berdasarkan penerimaan konsumen, mulai dari penerimaan bahan baku sampai produk akhir. Organoleptik adalah salah satu metode uji mutu untuk mengetahui tingkat penerimaan suatu bahan baku atau produk akhir oleh konsumen. Analisis organoleptik mengukur sifat-sifat dari bahan baku dan produk akhir pangan, seperti tekstur, flavor, rasa, tampilan, dan aroma (David, 2022). Penelitian ini bertujuan menganalisis sifat organoleptik, kadar abu, dan pH limbah cangkang bulu babi yang diperoleh dari industri pengolahan pengolahan hasil perairan.

BAHAN DAN METODE

a. Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di workshop pengolahan hasil perikanan dan laboratorium pengujian biokimia, Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan pada bulan April 2023 sampai September 2023.

b. Peralatan dan bahan penelitian

Peralatan uji organoleptik, meliputi wadah sampel, sendok, wadah untuk bahan habis pakai, dan alat pencatat. Peralatan untuk uji kadar abu dan nilai pH, meliputi wadah sampel neraca analitik, cawan uji, cawan kurs, oven, tanur, spatula, desikator, tang penjepit, dan pH meter. Bahan-bahan yang digunakan meliputi, limbah cangkang bulu babi yang diperoleh dari industri pengolahan hasil perairan PT NNS Makassar.

c. Prosedur analisis

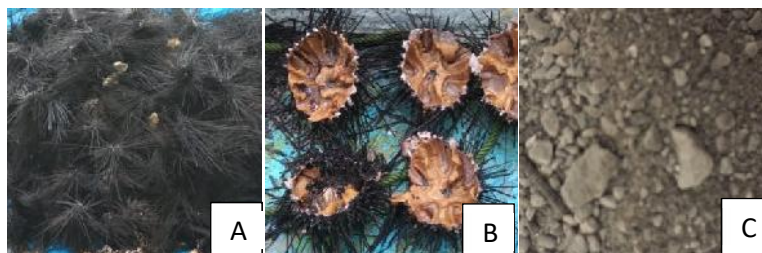
Analisis organoleptik dilakukan menggunakan analisis deskriptif dengan metode analisis atribut profil dan profil tekstur (Krissetiana, 2015; Setyaningsih *et al.*, 2010). Analisis pH mengikuti metode SNI 06-6989.11-2004 (SNI 06-6989.11-2004, 2004). Analisis kadar abu mengikuti metode SNI 01-2354.1-2006 (SNI 01-2354.1-2006, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sifat organoleptik, kadar abu, dan pH limbah cangkang bulu babi yang diperoleh dari industri disajikan pada Tabel 1. Warna dan kenampakan, aroma, serta bentuk dan kenampakan limbah bulu babi setelah diberikan tekanan kuat disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Karakteristik organoleptik dan kimiawi limbah cangkang bulu babi.

Parameter	Warna dan kenampakan	Aroma	Tekstur	Kadar Abu (%)	pH
Karakteristik	Kecoklatan sampai hitam pekat	Aroma khas bulu babi masih tercium, tetapi tidak terlalu tajam	Retak jika diberikan tekanan yang kuat. Retakan memperlihatkan bentuk dan susunan berkapur dan berpasir	70.46 ± 0,0017	9 ± 0,0075



Gambar 1. A dan B warna dan kenampakan limbah cangkang bulu babi, C bentuk dan kenampakan limbah bulu babi setelah diberikan tekanan

Analisis sifat organoleptik pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi, mendeskripsikan, dan mengkuantifikasi atribut kenampakan, warna, tekstur, dan aroma limbah cangkang bulu babi. Analisis ini mendeskripsikan sifat fisik limbah cangkang bulu babi secara subjektif. Selanjutnya, sifat-sifat organoleptik tersebut didukung oleh keberadaan kadar abu yang menunjukkan adanya kandungan mineral dalam bahan baku. Mineral diketahui merupakan zat anorganik atau kadar abu. Kemudian, keberadaan mineral secara umum diperkuat oleh kondisi keasamaan atau pH internal bahan baku karena terkait dengan kemampuannya menyerap mineral dari lingkungan. Kemampuan organisme untuk mengabsorpsi berbagai zat tersuspensi dipengaruhi oleh pH.

Karakteristik Organoleptik Limbah Cangkang Bulu Babi

Hasil analisis sifat organoleptik menunjukkan bahwa warna dan kenampakan limbah cangkang bulu babi berwarna kecoklatan sampai hitam pekat (Gambar 1 A dan B). Warna kecoklatan dipengaruhi oleh adanya selaput dan residu gonad yang masih menempel pada cangkang. Adanya selaput dan residu gonad yang menempel ini berpotensi sebagai sumber nutrisi bagi mikroba untuk tumbuh dan berkembang. Golongan mineral mafik memiliki warna tua atau gelap dan banyak mengandung magnesium dan besi, sedangkan golongan mineral yang berwarna muda mengandung sedikit unsur besi dan magnesium (David, 2022). Matti, (2017) melaporkan bahwa warna coklat kotor dan kekuningan pada penggaraman ikan disebabkan oleh kandungan Cu dan Fe dari garam yang digunakan. Selain itu, warna dan kenampakan yang berwarna agak coklat tua ini diduga didominasi oleh karbonat. Karbonat merupakan jenis mineral yang umumnya terbentuk di perairan laut dangkal yang masih terkena paparan sinar matahari sebagaimana tempat hidup bulu babi. Mineral karbonat umumnya berasosiasi dengan batu kapur, yang merupakan mineral metastabil karena padakurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit atau CaCO_3 (Indah, 2020).

Aroma khas bulu babi masih tercium, tetapi tidak terlalu tajam. Hal ini menunjukkan bahwa limbah cangkang bulu babi yang diuji sudah tidak segar lagi. Limbah cangkang kemungkinan sudah lama dan telah mengalami perlakuan secara alami yang menyebabkan aroma khas dan kesegaran berkurang. Aroma ini juga ikut mempengaruhi persepsi panelis untuk memberikan penilaian terhadap parameter lainnya.

Tekstur limbah cangkang bulu babi yang dianalisis menunjukkan mudahnya retak jika diberikan tekanan yang kuat. Retakan atau pecahan cangkang juga memperlihatkan bentuk dan susunan cangkang yang berkapur dan tampak seperti berpasir (Gambar 1 C). Hal menunjukkan adanya potensi limbah cangkang bulu babi mengandung mineral, baik mineral makro maupun mineral mikro. Mineral makro dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang cukup besar. Mineral makro, termasuk kalsium, klorin, magnesium, kalium, fosforus, natrium, dan sulfur. Mineral mikro diperlukan dalam jumlah yang relatif sedikit. Mineral mikro, termasuk kobal, tembaga, iodin, besi, mangan, selenium dan seng. Mineral mikro termasuk mineral esensial yaitu mineral yang sangat diperlukan dalam proses fisiologis makhluk hidup untuk membantu kerja enzim dan pembentukan organ (Adventini *et al.*, 2010). Mineral makro merupakan mineral yang dibutuhkan dalam tubuh manusia dalam jumlah besar. Mineral makro merupakan bagian dari struktur biologis tubuh manusia dan memegang peranan penting dalam proses metabolisme, dan berpartisipasi dalam hampir semua proses yang terjadi di dalam tubuh. Mineral makro dapat menjadi racun jika dikonsumsi dalam jumlah banyak dalam jangka waktu lama (Ali, 2023).

Kadar abu dan nilai pH Limbah Cangkang Bulu Babi

Kadar abu limbah cangkang bulu babi ini masih lebih rendah dibandingkan dengan kadar abu cangkang kijing yang telah dilaporkan oleh peneliti sebelumnya, yaitu berkisar $\pm 93,24\%$ (Abdullah *et al.*, 2018). Perbedaan ini disebabkan oleh metode preparasi sampel. Sampel pada penelitian tidak dikeringkan dan tidak dilakukan perendaman NaOH, sedangkan penelitian sebelumnya dilakukan. Dengan demikian, limbah cangkang bulu babi yang diuji masih mengandung bahan-bahan organik selain mineral. Selain itu, perbedaan nilai kadar abu ini juga dipengaruhi oleh kemampuan bulu babi menyerap logam dari makanan dan lingkungan. Kadar abu bahan baku disebabkan oleh jenis biota dan lingkungan perairan tempat hidupnya. Setiap biota memiliki daya masing-masing dalam menyerap logam sehingga mempengaruhi kandungan abu dalam tubuhnya. Masing-masing lingkungan perairan menyediakan asupan mineral yang berbeda bagi biota yang terdapat di dalamnya (Purwaningsih *et al.*, 2011).

Nilai pH limbah cangkang bulu babi yang berasal dari PT NNS Makassar sebesar 9 atau alkali, namun masih termasuk basa lemah. Nilai pH memegang peranan penting dalam proses penyerapan zat gizi dalam tubuh. Nilai pH bahan baku akan mempengaruhi proses pengolahannya. Selain itu, derajat keasaman cangkang bulu babi merupakan tolak ukur yang dapat menghambat atau mempercepat adanya kontaminasi biologis, seperti bakteri, jamur, yeast, dan virus. Nilai pH asam akan menghambat pertumbuhan kebanyakan bakteri, sedangkan pH tinggi akan memacu pertumbuhan total bakteri (Matti *et al.*, 2021). Kontaminasi ini dapat menimbulkan keamanan cangkang bulu babi jika digunakan sebagai bahan baku olahan lanjutan, terutama yang berhubungan dengan keperluan manusia, seperti produk untuk konsumsi manusia dan pakan hewan. Nilai pH 9 ini berfungsi memperkuat keberadaan mineral mineral, terutama kalsium dalam limbah cangkang bulu babi. Abdullah *et al.* (2018) melaporkan bahwa nilai pH yang bersifat basa pada tepung cangkang kijing dipengaruhi oleh kandungan zat kapur. Kandungan mineral biota perairan dipengaruhi oleh kemampuannya mengabsorpsi makanan dari berbagai macam zat yang tersuspensi pada perairan. Derajat keasaman lingkungan dan tubuh biota perairan mempengaruhi daya absorpsinya terhadap zat-zat tersuspensi.

Kadar abu cangkang bulu babi yang diperoleh dari limbah PT. NNS Makassar disajikan pada Tabel 1. Tabel 1 tersebut menunjukkan bahwa kadar abu cangkang bulu babi yang diuji berkisar $\pm 70,46\%$. Nilai ini sangat jauh lebih besar dengan kadar abu gonad bulu babi yang telah dilaporkan oleh (Tupan & Silaban, 2017). Hal ini menunjukkan bahwa limbah cangkang bulu babi mengandung banyak mineral dibandingkan dengan gonadnya. Tingginya kadar abu ini didukung oleh nilai pH yang cukup tinggi, yaitu 9. Nilai pH yang tinggi dapat mempengaruhi keberadaan kalsium dan mineral lainnya dalam suatu substrat. Kadar abu yang tinggi ini juga didukung oleh sifat organoleptik limbah cangkang bulu babi yang berkapur dan berpasir. Tingginya kadar abu limbah cangkang bulu babi dari PT NNS Makassar menunjukkan bahwa cangkang ini mengandung mineral, baik mikro maupun makro.

Berdasarkan hasil kajian ini, direkomendasikan limbah cangkang bulu babi ini bisa diolah lebih lanjut untuk dijadikan sebagai sumber mineral, termasuk untuk melihat potensinya sebagai salah satu sumber Zink dan Fe yang bisa berperan dalam mencegah dan mengatasi stunting. Salah satu penyebab terjadinya stunting adalah asupan Zink dan Fe tidak mencukupi kebutuhan tubuh wanita hamil dan menyusui serta bayi dan anak-anak

yang berada dalam fase pertumbuhan. Nurjanah *et al.* (2013) melaporkan bahwa besi dan seng merupakan zat gizi mikro yang paling banyak pada kerang pisau. Pemanfaatan limbah cangkang bulu babi sebagai sumber mineral dapat mencegah dari penyakit defisiensi besi dan seng sehingga fungsi normal tubuh dapat terjaga.

KESIMPULAN

Limbah cangkang bulu babi mengandung cukup tinggi kadar abu, yaitu berkisar 70,46%. Limbah ini berpotensi mengandung mineral mikro dan makro berdasarkan sifat organoleptik dan kimiawinya. Limbah bulu babi berpotensi dijadikan sebagai sumber Zink dan Fe yang merupakan salah satu penyebab terjadinya stunting bila kurang dalam tubuh ibu hamil dan menyusui serta bayi dan anak-anak yang berada dalam fase pertumbuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Dana Penelitian PNBPN Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene dan Kepulauan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2023 dengan nomor kontrak: 006/PL.22.7.1/SP- PG/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Nurjanah, & Wardhani, Y. (2018). Karakteristik Fisik Dan Kimia Tepung Cangkang Kijing Lokal. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 13(1), 48–57.
- Abudi, A. R. (2017). Kandungan Gizi Bulu Babi (*Diadema setosum*) dan Potensi Cangkangnya sebagai Antibakteri. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah*, 1(2013), 260.
- Adventini, N., Muhayatun, Kurniawati, S., & Setyowati, E. Y. (2010). Penentuan Kandungan Mineral Mikro Fe dalam Daging dan Hati Sapi. *Prosiding Seminar Nasional AAN 2010, November 2010*, 242–247.
- Ali, A. A. H. (2023). Overview of the vital roles of macro minerals in the human body. *Journal of Trace Elements and Minerals*, 4(December 2022), 1–11.
<https://doi.org/10.1016/j.jtemin.2023.100076>
- Apriandi, Azwin, Marwita, R., Putri, S., & Tanjung, I. (2020). Karakterisasi, aktivitas antioksidan dan komponen bioaktif bulu babi (*Diadema savignyi*) dari Perairan Pantai Trikora Tiga Pulau Bintan. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 37(1), 49–54.
<https://doi.org/10.20884/1.mib.2020.37.1.768>
- David, W. (2022). Tren Evaluasi Sensori dalam Industri Pangan. *Food Review Indonesia*, XVIII(7), 32–38.
- Indah, N. (2020). *Karakterisasi Mineral Kalsium Karbonat (Caco3) pada Batuan Kecamatan Tamalatea Kabupaten Jeneponto Sulawesi Selatan*.
- Krissetiana, H. (2015). *Uji Organoleptik Bahan Pangan*. PT Citra Aji Parama.

- Matti, A. (2017). Charasteristic of Tembang Fish (*Sardinella gibbosa*) as a Material for Chao Fermented Product. *Jurnal Galung Tropika*, 6(2), 72–80.
- Matti, A., Fattah, N., Syamsuar, S., & Munir, N. F. (2022). Analisis sensori limbah udang sebagai sumber bakteri asam laktat proteolitik. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan*, 3(September), 123–129. <https://doi.org/10.51978/proppnp.v3i1.272>
- Matti, A., Utami, T., Hidayat, C., & Rahayu, E. S. (2021). Fermentasi Chao Ikan Tembang (*Sardinella gibbosa*) Menggunakan Bakteri Asam Laktat Proteolitik. *AgriTECH*, 41(1), 34. <https://doi.org/10.22146/agritech.56155>
- Nurjanah, Jacob, A. M., & Fetrisia, R. G. (2013). Komposisi Kimia Kerang Pisau (*Solens spp.*) dari Pantai Kejawan, Cirebon, Jawa Barat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(1), 22–32.
- Purwaningsih, S., Salamah, E., & Dewi, M. K. (2011). Penurunan Kandungan Gizi Mikro Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Akibat Metode Pemasakan yang Berbeda. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 5(2), 19–22.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., & Sari, M. P. (2010). *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro*. 180.
- SNI 01-2354.1-2006. (2006). Cara uji kimia-Bagian 1: Penentuan kadar abu pada produk perikanan. In *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI 06-6989.11-2004. (2004). Air dan Limbah-Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter. Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter. In *Badan Standardisasi Nasional (Vols. 06-6989.11)*.
- Tupan, J., & Silaban, B. B. (2017). Karakteristik Fisik-Kimia Bulu Babi *Diadema setosum* dari Beberapa Perairan Pulau Ambon. *Jurnal TRITON*, 13(2), 71–78. <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/triton/article/view/786>
- Varkoulis, A., Voulgaris, K., Zaoutsos, S., Stratakis, A., & Vafidis, D. (2020). Chemical composition and microstructural morphology of spines and tests of three common sea urchins species of the sublittoral zone of the mediterranean sea. *Animals*, 10(8), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ani10081351>
- Yao, Q., Yu, K., Liang, J., Wang, Y., Hu, B., Huang, X., Chen, B., & Qin, Z. (2019). The composition, diversity and predictive metabolic profiles of bacteria associated with the gut digesta of five sea urchins in Luhuitou fringing reef (Northern South China Sea). *Frontiers in Microbiology*, 10(MAY), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01168>