

Submitted : 15 February 2023

Revised : 20 April 2023

Accepted : 6 June 2023

IDENTIFIKASI NANOPARTIKEL PERAK DAN KANDUNGAN TOTAL FENOL PADA EKSTRAKSI BERBANTU GELOMBANG ULTRASONIK RUMPUT LAUT (*GRACILIRIA VERRUCOSA*) DARI PANTAI ANYER

Dita Widya Anggraeni, Ade Risma Lestari, Laila Kristina Hendrawan, Retno Sulisty Dhamar Lestari, Indar Kustiningsih, Dhena Ria Barleany, Denni Kartika Sari*
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, 42435, Indonesia

*Email: denni.kartikasari@untirta.ac.id

Abstrak

Gracilaria verrucosa merupakan jenis alga merah (*rhodophyta*) yang terdapat di pesisir Banten. *Gracilaria verrucosa* selain bermanfaat sebagai bahan pembuatan agar namun juga memiliki kandungan senyawa aktif antioksidan, nanopartikel perak maupun emas. *Gracilaria verrucosa* banyak terdapat di pesisir pantai Banten namun belum dimanfaatkan dengan baik maupun menjadi produk budidaya. Penentuan metode ekstraksi sangat penting untuk mengekstrak komponen aktif yang diinginkan. Ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik membutuhkan waktu dan jumlah pelarut yang lebih sedikit dibandingkan dengan ekstraksi konvensional sehingga diharapkan memiliki efektifitas yang lebih baik dibandingkan metode konvensional. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kandungan nanopartikel perak *Gracilaria verrucosa* dari pantai Anyer, serta mengetahui pengaruh ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik dan maserasi terhadap kandungan total fenol. Waktu ekstraksi sonikasi divariasikan 15, 20, dan 25 menit. Hasil penelitian menunjukkan keberadaan kandungan nanopartikel perak yang ditunjukkan dengan perubahan warna ekstrak menjadi coklat gelap. Kadar total fenolik berbantu gelombang ultrasonik didapatkan sebesar 896,0722 mg GAE/g ekstrak dan untuk metode maserasi sebesar 834,2133 mg GAE/g ekstrak. Ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik memiliki efektifitas lebih baik dibandingkan dengan metode maserasi.

Kata Kunci: Ekstraksi ultrasonik; *Gracilaria verrucosa*; Maserasi; Nanopartikel perak; Uji total kandungan fenolik

Abstract

Gracilaria verrucosa is a type of red algae (*Rhodophyta*) found on the coast of Banten. *Gracilaria verrucosa* is helpful as an ingredient for making agar and contains active antioxidant compounds and silver and gold nanoparticles. *Gracilaria verrucosa* is widely found on the coast of Banten but has not been used widely and has not become a cultivar. The extraction method is essential to extract the desired active component. Ultrasonic wave-assisted extraction (UAE) requires less time and the amount of solvent than conventional extraction, so it is expected to have better effectiveness than conventional methods. This study aimed to identify the silver nanoparticles content of *Gracilaria verrucosa* from Anyer Beach and determine the effect of UAE and maceration extraction on the total phenol content. The sonication extraction time ranges from 15, 20, and 25 minutes. The results showed the presence of silver nanoparticles as indicated by the color change of the extract to dark brown. The ultrasonic wave-assisted total phenolic content was 896.0722 mg GAE/g extract; for the maceration method, it was 834.2133 mg GAE/g extract. Ultrasonic wave-assisted extraction has better effectiveness compared to the maceration method.

Keywords: Ultrasonic extraction; *Gracilaria verrucosa*; Maceration; Silver nanoparticles; Total phenolic content test

1. PENDAHULUAN

Rumput laut *Gracilaria verrucosa* merupakan salah satu jenis alga merah yang banyak ditemukan di perairan Indonesia, salah satunya di perairan Banten. Rumput laut *Gracilaria verrucosa* termasuk dalam jenis rumput laut agar (agarofit), salah satu jenis penghasil agar yang banyak dibudidayakan (Waluyo et al., 2019). Di Indonesia, salah satu daerah yang banyak membudidayakan jenis *Gracilaria verrucosa* diantaranya di perairan palopo Sulawesi (Rejeki et al., 2018). Perairan Banten diketahui banyak terdapat rumput laut *Gracilaria verrucosa* namun bukan merupakan produk budidaya.

Potensi rumput laut jenis *Gracilaria verrucosa* tidak hanya sebagai bahan utama pembuatan agar namun juga memiliki potensi kandungan komponen aktif diantaranya kandungan nanopartikel perak dan fenolik yang bermanfaat sebagai antioksidan. Senyawa fenolik merupakan salah satu komponen yang memiliki peran penting sebagai antioksidan alami. Rumput laut merah yang memiliki potensi kandungan nanopartikel perak diantaranya jenis rumput laut merah dari genus *Gracilaria* (Roy S, 2019). Rumput laut *Gracilaria verrucosa* juga memiliki potensi lain diantaranya adalah kandungan nanopartikel perak maupun emas yang terkandung pada rumput laut jenis tersebut (Rafi & Gamgali, 2021).

Nanopartikel perak memiliki aktifitas antimikroba, menghambat sintesis dan metabolisme sel (Diana et al., 2018). Nanopartikel perak dapat meningkatkan aktivitas obat (seperti amfoterisin B, nystatin, flukonazol) dan perancah komposit untuk pelepasan obat yang terkontrol (Dawadi et al., 2021).

Nanopartikel perak bisa didapatkan dari ekstrak tumbuhan (Oluwafemi et al., 2019). Rumput laut yang diketahui memiliki potensi kandungan nanopartikel perak diantaranya *Sargassum polycystu* (Thiurunavukkarau et al., 2022). Ekstrak rumput laut memiliki komponen aktif golongan fenol yang bermanfaat sebagai antioksidan. Senyawa Fenolik memiliki gugus hidroksil dan karbonil yang memiliki kemampuan untuk mengikat logam dan selanjutnya mendonorkan elektron ke ion Ag^+ terbentuk AgNps (Bere et al., 2019).

Metode untuk mengekstrak nanopartikel perak diantaranya maserasi dan ultrasonikasi. Ekstraksi ultrasonik lebih efektif digunakan dibandingkan dengan metode maserasi karena waktu dan jumlah pelarut lebih sedikit dibandingkan metode konvensional. Perbandingan antara ekstrak ultrasonik dan maserasi menunjukkan efektifitas ekstrak ultrasonik dibandingkan dengan metode konvensional (Sari et al., 2017). Ekstraksi rumput laut coklat Kutz (*Phaeophyceae*) dari Punnakaal, distrik Thoothukudi dengan metode maserasi menghasilkan nanopartikel perak ukuran 50 nm dengan kandungan total fenol mencapai 1 mg GAE equ/g (Flora & Mrugammal, 2018). Aktivitas fenolik dan antioksidan lima rumput laut (*Gracilaria salicornia*, *Halymenia durvylae*, *Halimeda macrolob*, *Turbinaria decurens* and *Sargassum olygocystum*) dari perairan Halmahera Sulawesi Utara dengan metode ekstraksi maserasi didapatkan nilai

TPC tertinggi pada rumput laut *Halimeda macrolob* 186.80 ± 15.54 μg GAE (gallic acid equivalent) per g ekstrak) (Sanger et al., 2019). Biosintesis AgNPs *Sargassum muticum* didapatkan ukuran nanopartikel sebesar 41.0 sampai 5.7 nm untuk nanopartikel perak dengan kandungan total fenolik mencapai 0.5 mg GA/g ekstrak (González-Ballesteros et al., 2020). Ekstrak rumput laut *Sargassum polycystum* dari perairan Mandapam, India Selatan telah dilakukan menunjukkan potensi ekstrak nanopartikel perak melalui metode sintesis hijau *Sargassum polycystum*, *Acanthophora spicifera*, dan *Sargassum wightii* dengan ukuran nanopartikel 422, 429, dan 411 nm (Thiurunavukkarau et al., 2022). Identifikasi senyawa aktif *Gracilaria sp* dari pulau Bintang Senyawa fenolik total 4,67 mg/GAE g, senyawa flavonoid total 2,26 mg/QE g dan memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} 982,25 ppm (Hidayati et al., 2023).

Potensi senyawa aktif dari rumput laut yang sama bisa mendapatkan hasil yang berbeda bergantung dari banyak faktor selain jenis rumput laut, umur, habitat dll. Bentuk dan ukuran nanopartikel emas biosintesis tergantung pula pada nilai pH, waktu reduksi, dan juga laju koagulasi (Roy S, 2019). Oleh karena itu diperlukan studi terkait dengan pengaruh ekstraksi ultrasonik terhadap ekstrak nanopartikel perak dari perairan Cibandeng untuk melihat potensi lebih lanjut.

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan ekstrak nanopartikel perak pada *Gracilaria Verrucosa* dan analisis kandungan total fenol pada ekstrak berbantu gelombang ultrasonik dan maserasi pada rumput laut *Gracilaria verrucosa* dari Pantai Anyer, Cibandeng, yang belum pernah dilakukan sebelumnya.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Alat Dan Bahan

Sampel rumput laut *Gracilaria Verrucosa* diperoleh dari Pantai Anyer, Cibandeng, Kabupaten Serang, Banten. Bahan kimia yang digunakan yakni $AgNO_3$ (Emsure) grade analisis dan NaOH 98% (Merck), akuades, Na_2CO_3 (Emsure) grade analisis, reagen folin ciocalteu (Merck) grade analisis, dan asam galat (Merck) grade analisis.

2.2 Prosedur Percobaan

2.2.1 Preparasi sampel

Rumput laut *Gracilaria verrucosa* dilakukan pencucian dengan menggunakan akuades. Setelah itu, rumput laut dijemur sampai kering tanpa terpapar matahari langsung. Rumput laut kering kemudian dihancurkan menggunakan blender sampai halus.

2.2.2 Tahap ekstraksi rumput laut *gracilaria verrucosa*

Ekstraksi dilakukan dengan dua cara yakni, ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik dan maserasi. Pada ekstraksi ultrasonik, sebanyak 4 gram serbuk rumput laut dilarutkan dengan 1250 ml akuades. Sampel diekstraksi menggunakan ultrasonik selama 10 menit pada suhu 60°C . Sampel disaring menggunakan kertas saring. Variasi lama waktu ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik adalah 15,

20, dan 25 menit. Untuk ekstraksi maserasi, sampel ditimbang sebanyak 4 gram dan dilarutkan dalam 1125 ml akuades. Selanjutnya, sampel didiamkan semalaman dalam wadah gelap. Tahap selanjutnya sampel disaring menggunakan kertas saring.

2.2.3 Biosintesis nanopartikel perak

Proses sintesis yang dilakukan mengikuti Rengga et al. (2017). Ekstrak yang dihasilkan dari ekstraksi ultrasonik dan maserasi masing-masing ditambahkan 0,1 N AgNO_3 pada suhu 50°C dengan pengadukan selama 1 jam. Setelah itu, ditambahkan 0,1 N NaOH sampai pH larutan lebih dari 8 dan terbentuk endapan di dasar wadah. Larutan kemudian didiamkan selama 24 jam dan disaring menggunakan kertas saring untuk diambil endapannya.

Endapan yang didapat kemudian dianalisis menggunakan *fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR) untuk mengidentifikasi gugus fungsional dan *scanning electron microscope* (SEM) dengan perbesaran 2000–50000 kali.

2.2.4 Uji kadar total fenol (*total phenolic content*)

Diambil sebanyak 1 ml hasil biosintesis nanopartikel perak. Kemudian dicampurkan dengan 5 ml akuades dan 0,5 ml reagen folin ciocalteu 10% ke dalam tabung reaksi dan didiamkan selama 3 menit. Selanjutnya, dilakukan penambahan 1 ml Na_2CO_3 5% kemudian disimpan selama satu jam pada ruang gelap. Pengukuran panjang gelombang dan nilai absorbansinya dengan spektro UV-VIS.

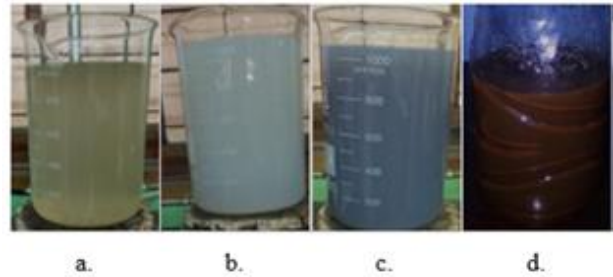
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sintesis Nanopartikel Perak

Gambar 1 menunjukkan perubahan warna yang terjadi dikarenakan senyawa AgNO_3 bereaksi dengan NaCl atau garam dari laut, membentuk endapan AgCl . Penambahan NaOH ke dalam larutan mengakibatkan perubahan warna menjadi abu-abu tua, dikarenakan NaOH berfungsi untuk mempercepat terbentuknya nanopartikel perak (Rengga et al., 2017). Semakin banyak nanopartikel perak yang terbentuk, maka warnanya akan menjadi semakin pekat sebagai tanda terbentuknya nanopartikel perak. Warna coklat yang semakin pekat ini merupakan indikasi pertama dalam terbentuknya ion partikel perak (Tapa et al., 2016). Nanopartikel perak (Ag) absorpsi plasmon pada permukaan perak mengakibatkan perubahan warna. Jenis agen pereduksi dapat mengakibatkan perubahan warna. Reduksi ion Ag dalam larutan biasanya menghasilkan koloid Ag dengan diameter partikel berukuran nano (Salasa et al., 2016).

Terbentuknya Ag_2O ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi warna coklat karena kondisi larutan dalam suasana basa atau pH 8 membentuk ion $[\text{Ag}(\text{OH})]^-$ (Salasa, 2016). Nanopartikel perak akan muncul pada panjang gelombang 450 nm. Hasil yang ditemukan dari analisis spektrofotometer UV-VIS menunjukkan adanya nanopartikel perak pada bilangan gelombang 419 nm (Oktaviani et al., 2015). Pada perlakuan ultrasonik hasil endapan yang didapat lebih banyak daripada dengan perlakuan maserasi.

Endapan yang diperoleh dari perlakuan ultrasonik sebanyak 20,2 mg, sedangkan pada perlakuan maserasi endapan yang diperoleh sebanyak 14,8 mg. Pada perlakuan ultrasonik sampel diekstraksi dengan pemanasan, sedangkan pada maserasi, sampel hanya dibiarkan pada suhu ruang atau tanpa pemanasan. Pemanasan ini akan menyebabkan partikel solid pada dinding sel melunak sehingga akan mempermudah perpindahan solut ke pelarut (Sekarsari et al., 2019).



Gambar 1. Sintesis nanopartikel perak dengan perlakuan maserasi; a. ekstrak maserasi; b. penambahan AgNO_3 ; c. penambahan NaOH; d. pendiaman selama satu malam

Perpindahan solut ke pelarut terjadi karena adanya gesekan antara pelarut dan solut, serta gelombang ultrasonik menipiskan batas antara pelarut dan solut, sehingga dapat memkasimalkan kemampuan penetrasi pelarut (Sondari et al., 2016).

3.2 Uji TPC (*Total Phenolic Content*)

Tabel 1 menunjukkan kadar total fenol dengan perlakuan ekstraksi ultrasonik sebesar 911,35 mg GAE/g ekstrak. Kadar total fenol dari sampel dengan perlakuan maserasi sebesar 878,08 mg GAE/g ekstrak. Hasil tersebut menunjukkan efektifitas ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik dibandingkan dengan maserasi. Gelembung kavitasi yang pecah dekat dengan dinding sel akan memberikan gelombang kejut sehingga dinding sel pecah dan memudahkan ekstrak masuk ke dalam pelarut (Sari et al., 2016). Pelarut yang digunakan adalah akuades yang merupakan senyawa polar, sehingga senyawa fenol dapat larut dengan baik dalam aquades. Selain itu, hasil analisis *one-way anova* kadar total fenol ini menunjukkan perbedaan perlakuan lama waktu ekstraksi yang berbeda secara nyata ($p < 0,05$) yakni sebesar $3,42094 \times 10^{-12}$. Hal ini menandakan bahwa perlakuan ekstraksi mempengaruhi kadar total fenol yang dihasilkan sampel.

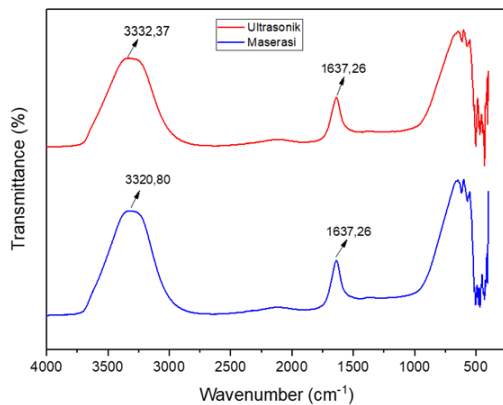
Kandungan senyawa fenolik di dalam sampel berbanding lurus dengan aktivitas antioksidannya. Nilai aktivitas antioksidan yang tinggi pada ekstrak akan mengakibatkan semakin tinggi pula kemampuannya dalam mengkelat logam. Selain itu, senyawa fenolik juga memiliki kemampuan mereduksi ion logam teroksidasi (Rorong, 2015).

Tabel 1. Hasil pengukuran kadar total fenol

Perlakuan	Waktu (menit)	Konsentrasi (ppm)	Kadar total fenol (mg GAE/g)
Ultrasonik	10	9272	849,93
	15	9932	910,43
	20	10272	941,60
	25	10292	943,43
Maserasi	1440	6272	878,08

3.3 Uji Fourier-Transform Infrared Spectrometer (FTIR)

Gambar 2 menunjukkan beberapa bilangan gelombang yang tertangkap dari sampel nanopartikel perak dengan kedua perlakuan. Bilangan gelombang 3320,80 cm⁻¹ dan 3332,37 cm⁻¹ berturut-turut menunjukkan adanya gugus O-H alkohol fenol untuk perlakuan maserasi dan ultrasonik. Gugus O-H fenol ini didapat dari senyawa fenolik yang terkandung dalam ekstrak. Senyawa fenolik ini berperan sebagai donor elektron yang memiliki kemampuan mereduksi ion logam (Mathew et al., 2015). Selanjutnya, gugus N-H amina ditemukan pada bilangan gelombang 1637,26 cm⁻¹ untuk kedua perlakuan. Gugus fungsi N-H amina memiliki peran dalam stabilitas nanopartikel perak (Jyoti et al., 2016). Gugus amina ini dapat mengikat permukaan nanopartikel (Nalawati et al., 2021).

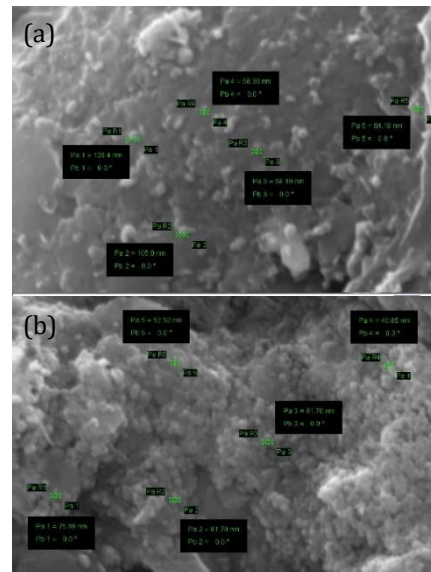


Gambar 2. Hasil uji FTIR nanopartikel perak

3.4 Uji Scanning Electron Microscope (SEM)

Gambar 3 menunjukkan struktur nanopartikel perak yang dihasilkan dari perlakuan ekstraksi maserasi dan ultrasonik pada perbesaran 50.000 kali. Perlakuan maserasi menghasilkan nanopartikel perak dengan ukuran terkecil 58,36 nm dan ukuran terbesarnya 128,4 nm. Sedangkan hasil nanopartikel perak dari perlakuan ekstraksi ultrasonik memiliki ukuran terkecil 40,85 nm dan yang terbesarnya 81,70 nm. Perbedaan ukuran nanopartikel perak yang didapat disebabkan oleh metode ekstraksi yang digunakan, dimana pada perlakuan ekstraksi dengan bantuan gelombang ultrasonik dapat membentuk gelembung kavitasi. Gelembung kavitasi dapat

menyebabkan partikel memiliki diameter dalam skala nano atau nanopartikel (Hielscher, 2007).



Gambar 3. Hasil uji SEM nanopartikel perak dengan perlakuan (a) maserasi; (b) ultrasonik

4. KESIMPULAN

Ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik dan maserasi berpengaruh pada hasil ekstrak dan nanopartikel perak yang terbentuk. Ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik lebih baik daripada maserasi waktu ekstraksi yang lebih singkat, kadar total fenol yang lebih banyak, dan ukuran nanopartikel perak yang lebih kecil. Kadar total fenol berbantu gelombang ultrasonik 896,0722 mg GAE/g ekstrak. Metode maserasi menghasilkan nilai 834,2133 mg GAE/g ekstrak.

5. DAFTAR PUSTAKA

Bere, M. L., Sibarani, J., & Manurung, M. (2019). Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Air Daun Kemangi (Ocimum Sanctum Linn .) Dan Aplikasinya dalam Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru. Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry), 7, 155–164.

Dawadi, S., Katuwal, S., Gupta, A., Lamichhane, U., Thapa, R., Jaisi, S., Lamichhane, G., Bhattarai, D. P., & Parajuli, N. (2021). Current Research on Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization, and Applications. Journal of Nanomaterials, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6687290>

Diana, O. ; Muliawati, N., & Yulianti, E. (2018). Uji Aktivitas Antimikroba Nanopartikel Perak Dari Limbah Perak Hasil Penyepuhan Terhadap Bakteri Staphylococcus Aureus Dan Fungi Candida Albicans Silver Nanoparticles Antimicrobial Activity Test From Waste Gilding Silver Against Staphylococcus Aureus And. Jurnal Prodi Biologi, 7(2), 90.

Flora, G., & Mrugammal, V. (2018). Biosynthesis and Characterization of Silver Nanoparticles using Aqueous Extract of Brown Algae and their Effect on Beneficial Soil Microbes. International Journal for Research in Applied Science & Engineering

- Technology (IJRASET), 887(February), 2321–9653. www.ijraset.com/1772
- González-Ballesteros, N., Rodríguez-Argüelles, M. C., Lastra-Valdor, M., González-Mediero, G., Rey-Cao, S., Grimaldi, M., Cavazza, A., & Bigi, F. (2020). Synthesis of silver and gold nanoparticles by *Sargassum muticum* biomolecules and evaluation of their antioxidant activity and antibacterial properties. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 10(4), 317–330. <https://doi.org/10.1007/s40097-020-00352-y>
- Hidayati, J. R., Karlina, I., Ningsih, D. P. N., Wijaya, A., & Bahry, M. S. (2023). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Tropical Red Algae *Gracilaria* sp. from Bintan Island, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1148(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1148/1/012004>
- Hielscher, T. (2007). Ultrasonic Production of Nano-Size Dispersions and Emulsions. December, 14–16. <http://arxiv.org/abs/0708.1831>
- Mathew, S., Abraham, T. E., & Zakaria, Z. A. (2015). Reactivity of phenolic compounds towards free radicals under in vitro conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 52(9), 5790–5798. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1704-0>
- Nalawati, A. N., Suyatma, N. E., & Wardhana, D. I. (2021). Sintesis Nanopartikel Perak (Npag) Dengan Bioreduktor Ekstrak Biji Jarak Pagar Dan Kajian Aktivitas Antibakterinya. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 32(1), 98–106. <https://doi.org/10.6066/jtip.2021.32.2.98>
- Oktaviani, D. T., F. D. C., & Jurusan, A. A. (2015). Sintesis Nano Ag Dengan Metode Reduksi Kimia. *Saintekno : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 13(2), 101–114.
- Oluwafemi, O. S., Anyik, J. L., Zikalala, N. E., & Sakho, E. H. M. (2019). Biosynthesis of silver nanoparticles from water hyacinth plant leaves extract for colourimetric sensing of heavy metals. *Nano-Structures and Nano-Objects*, 20, 100387. <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2019.100387>
- Rafi, A., & Gamgali, D. (2021). Aktivitas antioksidan dan penghambatan enzim kolagenase nanopartikel perak alga coklat. 789–800.
- Rejeki, S., Ariyati, R. W., Widowati, L. L., & Bosma, R. H. (2018). The effect of three cultivation methods and two seedling types on growth, agar content and gel strength of *Gracilaria verrucosa*. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 44(1), 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2018.01.001>
- Rengga, W. D. P., Yufitasari, A., & Adi, W. (2017). Synthesis of Silver Nanoparticles From Silver Nitrate Solution Using Green Tea Extract (*Camelia Sinensis*) As Bioreductor. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 6(1), 32–38. <https://doi.org/10.15294/jbat.v6i1.6628>
- Rorong, J. A. (2015). Analisis Fenolik Jerami Padi (*Oryza Sativa*) pada Berbagai Pelarut Sebagai Biosensitizer untuk Fotoreduksi Besi. *Jurnal MIPA*, 4(2), 169. <https://doi.org/10.35799/jm.4.2.2015.10430>
- Roy S. (2019). A Review: Green Synthesis of Nanoparticles from Seaweeds and Its some Applications. *Austin J Nanomed Nanotechnol*, 7(1). www.austinpublishinggroup.com
- Salasa, D., Aritonang, H., & Kamu, V. S. (2016). Sintesis Nanopartikel Perak (Ag) Dengan Reduktor Natrium Borohidrida (NaBH₄) Menggunakan Matriks Nata-De-Coco. *Chemistry Progress*, 9(2), 34–40.
- Sanger, G., Rarung, L. K., Kaseger, B. E., Assa, J. R., & Agustin, A. T. (2019). Phenolic content and antioxidant activities of five seaweeds from North Sulawesi, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 12(6), 2041–2050.
- Sari, D. K., Kustiningsih, I., & Lestari, R. S. D. (2017). Pengaruh Suhu Dan Waktu Pengeringan Terhadap Mutu Rumput Laut Kering. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*. <https://doi.org/10.36055/tjst.v13i1.5850>
- Sari, D. K., Lestari, R. D., & Kustiningsih, I. (2016). Pengaruh Ekstraksi Berbantu Gelombang Ultrasonik Dan Variasi Pengeringan Terhadap Sintesis Nanopartikel Perak. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 12(2), 387. <https://doi.org/10.36055/tjst.v12i2.6603>
- Sekarsari, S., Widarta, I. W. R., & Jambe, A. A. G. N. A. (2019). Pengaruh Suhu Dan Waktu Ekstraksi Dengan Gelombang Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(3), 267. <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i03.p05>
- Sondari, D., Irawadi, T. T., & Setyaningsih, D. (2016). Studi Awal Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Rendemen Dan Kadar Asiaticoside Dari *Centella Asiatica* (L) Urb. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 17(3), 125.
- Tapa, F., Suryanto, E., & Momuat, L. I. (2016). Biosintesis Nanopartikel Perak menggunakan Ekstrak Empelur Batang Sagu Baruk (*Arenga microcarpha*) dan Aktivitas Antioksidannya. *Chemistry Progress*, 9(1), 8–13.
- Thiurunavukkarau, R., Shanmugam, S., Subramanian, K., Pandi, P., Muralitharan, G., Arokiarajan, M., Kasinathan, K., Sivaraj, A., Kalyanasundaram, R., AlOmar, S. Y., & Shanmugam, V. (2022). Silver nanoparticles synthesized from the seaweed *Sargassum polycystum* and screening for their biological potential. *Scientific Reports*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18379-2>
- Waluyo, W., Permadi, A., Fanni, N. A., & Soedrijanto, A. (2019). Analisis Kualitas Rumput Laut *Gracilaria Verrucosa* Di Tambak Kabupaten Karawang, Jawa Barat. *Grouper*, 10(1), 32. <https://doi.org/10.30736/grouper.v10i1.50>