

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Nanopartikel perak dapat disintesis secara biologis menggunakan ekstrak kulit buah naga (*Selenicereus undatus*) dengan kadar fenolik 0,948 mg GAE/g ekstrak.
2. Variasi rasio volume larutan AgNO₃ terhadap ekstrak terbaik adalah 1:20 yang menghasilkan *nanosilver* berdiameter rata-rata 52,5 nm berdasarkan hasil karakterisasi PSA. Semakin besar jumlah bioreduktor, semakin banyak *nanosilver* yang terbentuk hingga batas tertentu.
3. Konsentrasi AgNO₃ yang terbaik adalah 20 mM yang menghasilkan *nanosilver* berdiameter 131,9 nm berdasarkan hasil karakterisasi PSA. Semakin besar konsentrasi AgNO₃, semakin banyak *nanosilver* yang terbentuk.
4. *Nanosilver* lebih efisien dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif daripada bakteri gram positif.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Perlu ditambahkan stabilisator untuk menjaga kestabilan ukuran partikel dan mencegah terjadinya aglomerasi.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi rasio volume dan konsentrasi prekursor agar dapat menghasilkan *nanosilver* dengan ukuran rata-rata di bawah 10 nm.
3. Perlu dilakukan pengukuran kadar fenolik saat dan setelah sintesis terjadi supaya dapat memastikan fungsi senyawa fenolik.
4. Perlu dilakukan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk ekstrak kulit buah naga dan larutan AgNO₃.
5. Perlu dilakukan pengujian aktivitas antibakteri untuk ekstrak kulit buah naga dan larutan AgNO₃.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboelfetoh, E., El-Shenody, R. A., dan Ghobara, M. M. 2017. "Eco-friendly synthesis of silver nanoparticles using green algae (*Caulerpa serrulate*): reaction optimization, catalytic and antibacterial activities". *Environmental Monitoring and Assessment* 347-350.
- Addiin, I. dan Yamtinah, S. 2016. "Pembuatang Perak Nitrat (AgNO_3) Teknis dari Limbah Penyepuhan Perak". *Seminar Nasional Pendidikan Sains* 429-437.
- Ajitha, B., Reddy A. K., Jeon, H. J., dan Ahn, C. W. 2017. "Synthesis of silver nanoparticles in an eco-friendly way using *Phyllanthus amarus* leaf extract: Antimicrobial and catalytic activity". *Advanced Powder Technology* 29(1):86–93.
- Anam, C., Sirojudin, Firdausi, K. S. 2007. "Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin, dan Spiritus menggunakan Metode Spektroskopi FTIR". *Berkala Fisika* 10_91):79-85.
- Aryal, S. 2021. "McFarland Standards – Principle, Preparation, Uses, Limitations" diakses melalui <https://microbenotes.com/mcfarland-standards/> pada 10 Agustus 2021, 15:45.
- Aseng, Khotimah, S., dan Armyanti, I. 2015. "Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Infusa Daun Mangga BAcang (*Mangifera foetida* L.) dan Infusa Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus*". *Naskah Publikasi*. Universitas Tanjungpura. Pontianak. Indonesia.
- Awad, M. A., Mekhamer, W. K., Merghani, N. M., Hendi, A. A., Ortashi, K. M. O., Al-Abbas, F., dan Eisa, N. E. 2015. "Green Synthesis, Characterization, and Antibacterial Activity of Silver/Polystyrene Nanocomposite". *Journal of Nanomaterials* 4-6.
- Balouiri, M., Saad, I. K., dan Sadiki, M. 2016. "Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review"/ *Journal of Phamarceutical Analysis* 2-5.
- Cakić, M., Glišić, S., Nikolić, G. M., Cakić, K., dan Cvetinov M. 2016. "Synthesis, characterization and antimicrobial activity of dextran sulphate stabilized silver nanoparticles". *Journal of Molecular Structure* 156-161.
- Caro, C. A. dan Claudia, H. 2015. "UV/Vis Spectrophotometry – Fundamentals and Applications". Ohio. Mettler Toledo.
- Christopher, J. G., Saswati, B., dan Ezilrani P. 2015. "Optimization of Parameters for Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Leaf Extract of *Aegle marmelos*". *Brazilian Archives of Biology and Technology* 58(5):702-707.
- Cicek, S., Gungor, A. A., Adiguzel, A., dan Nadaroglu, H. 2015. "Biochemical evaluation and green synthesis of nano silver using peroxidase from *Euphorbia* (*Euphorbia amygdaloides*) and its antibacterial activity". *Journal of Chemistry*.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. 2020. "Methods for Antimicrobial Broth Dilution and Disk Diffusion Susceptibility Testing of Bacteria Isolated from Aquatic Animals". Edisi ke-2. CLSI.
- Dai, J. dan Mumper, R. J. 2010. "Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties". *Molecules* 15(10):7313-7352.

- Dhand, V., Soumya, L., Bharadwaj, S., Chakra, S., Bhatt, D., dan Sreedhar, B. 2016. "Green synthesis of silver nanoparticles using *Coffea arabica* seed extract and its antibacterial activity". *Materials Science and Engineering C*, 58, 36–43.
- Elamawi, R. M., Al-Harbi, R. E., dan Hendi, A. A. 2018. "Biosynthesis and characterization of silver nanoparticles using *Trichoderma longibrachiatum* and their effect on phytopathogenic fungi". *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 28(1):1-11.
- Fabiani, V. A., Putri, M. A., Saputra, M. E., dan Indiryani, D. P. 2019. "Sintesis *Nanosilver* Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Pelawan (*Tristanopsis merguensis*) dan Uji Aktivitas Antibakteri". *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia* 4(3):175-177.
- Faiqoh, E. N. 2014. "Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman dalam CaCl_2 (Kalsium Klorida) Terhadap Kualitas dan Kuantitas Buah Naga Super Merha (*Hylocereus costaricensis*)". *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. Indonesia.
- Falke S., Betzel C. 2019. "Dynamic Light Scattering (DLS)" dalam Pereira A., Tavares P., dan Limão-Vieira P. (eds) "Radiation in Bioanalysis. Bioanalysis (Advanced Materials, Methods, and Devices)". Volume ke-8. Springer, Cham.
- Firdhouse, M. J., dan Lalitha, P. 2015. "Biosynthesis of silver nanoparticles and its applications". *Journal of Nanotechnology*.
- Firooz, S., Jamzad, M., dan Yari, M. 2016. "Biologically synthesized silver nanoparticles by aqueous extract of *Satureja intermedia* C.A. Mey and the evaluation of total phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity". *Journal of Nanostructure in Chemistry* 6(4):357-364.
- Foliatini, Yulizar, Y., dan Hafizah, M. A. 2015. "The Synthesis of Alginate-Capped Silver Nanoparticles under Microwave Irradiation". *J. Math. Fund. Sci.* 47(1):34-46.
- Gamboa, S. M., Rojas, E. R., Martínez, V. V., Vega-Baudrit, J. 2019. "Synthesis and characterization of silver nanoparticles and their application as an antibacterial agent". *International Journal of Biosensors & Bioelectronics* 5(5):166-172.
- Ge, L., Li, Q., Wang, M., Ouyang, J., Li, X., dan Xing, M. M. Q. 2014. "Nanosilver particles in medical applications: synthesis, performance, and toxicity". *International Journal of Nanomedicine* 9:2399-2407.
- Guilger-Casagrande, M., dan Lima, R. de. 2019. "Synthesis of Silver Nanoparticles Mediated by Fungi: A Review". *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 7:1–16.
- Gulati, S., Sachdeva, M., dan Bhasin, K. K. 2018. "Capping agents in nanoparticle synthesis: Surfactant and solvent system". *AIP Conference Proceedings*.
- Gusnedi, R. 2013. "Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat". *Pillar of Physics* 2:76–83.
- Güzel, R., dan Erdal, G. 2013. "Synthesis of Silver Nanoparticles". *Intech*, 32(July), 137–144.

- Hatuwe, M. 2020. "Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai Bahan Baku dalam Pembuatan Selai". *Skripsi*. Institut Agama Islam Negeri Ambon. Ambon. Indonesia.
- Hermansyah, M. M. 2015. "Ekstraksi Senyawa Fenolik dari Batang dan Daun Mangga Menggunakan Pelarut Metanol dengan Metode Maserasi dan MAE". 151(1), 10–17.
- Iravani, S., Korbekandi, H., Mimohamadi, S. V., dan Zolfaghari, B. 2014. "Synthesis of silver nanoparticles: chemical, physical and biological methods". *Research in Pharmaceutical Sciences* 9(6):385–406.
- Jawetz E., Melnick J., dan Adelberg E. 2008. "Mikrobiologi Kedokteran". Edisi ke-23. Salemba Medika. Jakarta.
- Johannes, S. 2021. "Optimasi Formula Sintesis *Nanosilver* Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Air Daun Singkong (*Manihot esculenta* Crantz): Aplikasi *Central Composite Design* (CCD)". *Skripsi*. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta. Indonesia.
- Joseph, S. dan Mathew, B. 2014. "Microwave Assisted Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using the Rhizome Extract of *Alpinia galanga* and Evaluation of Their Catalytic and Antimicrobial Activities". *Journal of Nanoparticles* 3-7.
- Keat, C. L., Aziz, A., Eid, A. M., dan Elmarzugi, N. A. 2015. "Biosynthesis of nanoparticles and silver nanoparticles". *Bioresources and Bioprocessing* 2(1).
- Khoddami, A., Wilkes, M. A., dan Roberts T. H. 2013. "Techniques for analysis of plant phenolic compounds". *Molecules* 18:2328–2375.
- Kristanto, D. 2008. "Buah Naga Pembudidayaan di Pot dan di Kebun". Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kustiyaningsih, E. dan Irawanto, R. 2020. "Pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam Fitoremediasi Deterjen dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*". *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 7(1):143-148.
- Lieu, Y. S., Chang, Y. C., dan Chen, H. H. 2018. "Synthesis of silver nanoparticles by using rice husk extracts prepared with acid-alkali pretreatment extraction process". *Journal of Cereal Science* 82:106-112.
- Maier, R. M., dan Pepper, I. L. 2015. "Environmental Microbiology". Edisi ke-3. Elsevier Inc. 37-56.
- Möhler, J. S., Sim, W., Blaskovich, M. A. T., Cooper, M. A., dan Ziora, Z. M. 2018. "Silver bullets: A new lustre on an old antimicrobial agent". *Biotechnology Advances* 36(5):1391–1411.
- National Center for Biotechnology Information. 2021. "PubChem Compound Summary for CID 4125394, CID 4125394" diakses melalui <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4125394> pada 8 Agustus 2021, 13:54.
- Niluxsshun, M. C. D., Masilamani, K., dan Mathiventhan, U. 2021. "Green Synthesis of Silver Nanoparticles from the Extracts of Fruit Peel of Citrus tangerina, Citrus sinensis, and Citrus limon for Antibacterial Activities". *Bioinorganic Chemistry and Applications*.
- Nuraeni, W., Daruwati, I., W, E. M., dan Sriyani, M. E. 2013. "Verifikasi kinerja alat Particle Size Analyzer (PSA) Horiba Lb-550 untuk penentuan distribusi ukuran nanopartikel". *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir* 268–269.

- Nurina, Z. 2018. "Kajian Penambahan Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan Jenis Gula Terhadap Karakteristik Permen Jelly Buah Naga". *Tesis*. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang. Indonesia.
- Parera, S. A. I. 2021. "Optimasi Proses dan Formula Pembuatan Nanosilver Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Teh Hitam: Aplikasi BBD". *Skripsi*. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta. Indonesia.
- Paško, P., Galanty, A., Zagrodzki, P., Luksirikul, P., Barasch, D., Nemirovski, A., dan Gorinstein, S. 2021. "Dragon fruits as a reservoir of natural polyphenolics with chemopreventive properties". *Molecules* 26(8).
- Patel, R., dan Mehta, M. 2019. "Green Synthesis of Silver Nanoparticles by using Fruit and Vegetable Waste: A Review". *Journal of Engineering Research and Application* 9(1):24–29.
- Phongtongpasuk, S., Poadang, S., dan Yongvanich, N. 2016. "Environmental-friendly method for synthesis of silver nanoparticles from dragon fruit peel extract and their antibacterial activities". *Energy Procedia* 89:239-247.
- Prabhu, S. dan Poulouse, E. K. 2012. "Silver nanoparticles: mechanism of antimicrobial action, synthesis, medical applications, and toxicity effects". *International Nano Letters* 2(32):2-9.
- Prasetyo, S. & Kristijarti, A. P. 2009. "Kurva Kesetimbangan Minyak Biji Teh - Normal Heksana dan Aplikasinya pada Ekstraksi Padat-Cair Multitahap". LPPM UNPAR. Bandung.
- Pulit-Prociak, J. dan Banach, M. 2016. "Silver nanoparticles – a material of the future?". *Open Chemistry* 14(1);76-91.
- Purnamasari, M. D. 2016. "Sintesis Antibakteri Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Sirih Dengan Irradiasi Microwave". *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang. Semarang. Indonesia.
- Rahayu, W. P., Nurjanah, S., dan Komalasari, E. 2018. "*Escherichia coli*: Patogenitas, Analisis, dan Kajian Risiko". IPB Press. Bogor. 5-9; 24.
- Rahim, D. M., Herawati, N., dan Hasri, H. 2020. "Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia Sinensis*) dengan Irradiasi Microwave". *Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia* 21(1):30.
- Ramkumar, V. S., Pugazhendhi, A., Gopalakrishnan, K., Sivagurunathan, P., Saratale, G. D., Dung, T. N. B., dan Kannapiran, E. 2017. "Biofabrication and characterization of silver nanoparticles using aqueous extract of seaweed *Enteromorpha compressa* and its biomedical properties". *Biotechnology Reports* 14:1-7.
- Rengga, W. D. P., Yufitasari, A., dan Adi, W. 2017. "Synthesis of Silver Nanoparticles from Silver Nitrate Solution Using Green Tea Extract (*Camellia sinensis*) as Bioreductor". *Jurnal Bahan Alam Terbarukan* 6(1):32-38.
- Rica, F. N. 2019. "Perbedaan Jumlah Angka Kuman Udara Sebelum dan Sesudah Penggunaan Dua Ultraviolet Tube di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analisis Kesehatan". *Skripsi*. Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan. Yogyakarta. Indonesia.

- Ristian, I. 2013. "Kajian Pengaruh Konsentrasi Perak Nitrat (AgNO_3) Terhadap Ukuran Nanopartikel Perak". *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang. Semarang. Indonesia.
- Roy, A., Bulut, O., Some, S., Mandal, A. K., dan Yilmaz, M. D. 2018. "Green synthesis of silver nanoparticles: biomolecule-nanoparticle organizations targeting antimicrobial activity". *RSC Advances* 9(5):2675-2688.
- Salim, S. A., Saputri, F. A., Saptarini, N. M., dan Levita, J. 2020. "Review Artikel: Kelebihan dan Keterbatasan Pereksi Folin-Ciocalteu dalam Penentuan Kadar Fenolik Total pada Tanaman". *Farmaka* 18(1):46-57.
- Salleh, A., Naomi, R., Utami, N. D., Mohammad, A. W., Mahmoudi, E., Mustrafa, N., dan Fauzi, M. B. 2020. "The Potential of Silver Nanoparticles for Antiviral and Antibacterial Applications: A Mechanism of Action". *Nanomaterials* 10:3-19.
- Saputra, A. H., Haryono, A., A. L, J., dan Anshari, M. H. 2010. "Preparasi Koloid Nanosilver dengan Berbagai Jenis Reduktor sebagai Bahan Anti Bakteri". *Jurnal Sains Materi Indonesia* 12(3):202- 208.
- Siddiqi, K. S., Husen, A., dan Rao, R. A. K. 2018. "A review on biosynthesis of silver nanoparticles and their biocidal properties". *Journal of Nanobiotechnology* 16(1):2-27.
- Sim, W., Barnard, R. T., Blaskovich, M. A. T., dan Ziora, Z. M. 2018. "Antimicrobial silver in medicinal and consumer applications: A patent review of the past decade (2007–2017)". *Antibiotics* 7(4):1–18.
- Singaravelan, R. dan Alwar, B. S. 2014. "Electrochemical synthesis, characterization and phytogetic properties of silver nanoparticles". *Applied Nanoscience* 5(8):983-991.
- Shahzad, A., Saeed, H., Iqtedar, M., Hussain, S. Z., Kaleem, A., and Abdullah, R. 2019. "Size-controlled production of silver nanoparticles by *Aspergillus fumigatus* BTCB10: likely antibacterial and cytotoxic effects". *J. Nanomater.*
- Skoog, D. A., Holler, F. J., dan Crouch, S. R. 2017. "Principles of Instrumental Analysis". Boston. Cengage Group.
- Slepička, P., Kasálková, N. S., Siegel, J., Kolská, Z., dan Švorčík, V. 2020. "Methods of gold and silver nanoparticles preparation". *Materials* 13(1):1.
- Talapko, J., Matijević, T., Juzbašić, M., Antolović-Požgain, A., dan Škrlec, I. 2020. "Antibacterial Activity of Silver and Its Application in Dentistry, Cardiology and Dermatology". *Microorganisms* 8:2-5.
- Tapa, F. La, Suryanto, E., dan Momuat, L. I. 2016. "Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Empelur Batang Sagu Baruk (*Arenga Microcarpha*) Dan Aktivitas Antioksidannya". *Chemistry Progress* 9(1):8–13.
- Tien, D. C., Liao, C. Y., Huang, J. C., Tseng, K. H., Lung, J. K., Tsung, T. T., Kao, W. S., Tsai, T. H., Cheng, T. W., Yu, B. S., Lin, H. M., dan Stobinski, L. 2008. "Novel Technique for Preparing a Nano-Silver Water Suspension by the Arc-Discharge Method". *Reviews on Advanced Materials Science* 18:750-756.
- Vegisari, S., dan Rany, T. D. 2019. "Pengaruh Konsentrasi Nanopartikel Perak Ionik Terhadap Daya Hambat Bakteri *Lactobacillus casei* dan pH Susu". *J. Bioteknologi Dan Biosains Indonesia* 6(2):269–279.

- Wendri, N., Rupiasih, N. N., dan Sumadiyasa M. 2017. "Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Sambiloto: Optimasi Proses dan Karakterisasi". *Jurnal Sains Materi Indonesia* 18(4):163-166.
- Xue, B., He, D., Gao, S., Wang, D., Yokoyama, K., dan Wang, L. 2016. "Biosynthesis of silver nanoparticles by the fungus *Arthroderma fulvm* and its antifungal activity against genera of *Candida*, *Aspergillus* and *Fusarium*". *International Journal of Nanomedicine* 1899-1906.
- Yin, I. X., Zhang, J., Zhao, I. S., Mei, M. L., Li, Q., dan Chu, C. H. 2020. "The Antibacterial Mechanism of Silver Nanoparticles and Its Application in Dentistry". *International Journal of Nanomedicine* 15:2555-2562.
- Yusmaniar, Wardiyah, dan Nida, K. 2017. "Mikrobiologi dan Parasitologi". Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Zafar, S., dan Zafar, A. 2019. "Biosynthesis and Characterization of Silver Nanoparticles Using Phoenix dactylifera Fruits Extract and their In Vitro Antimicrobial and Cytotoxic Effects". *The Open Biotechnology Journal* 13(1):37-46.
- Zhang, S., Tang, Y., dan Vlahovic, B. 2016. "A Review on Preparation and Applications of Silver-Containing Nanofibers". *Nanoscale Research Letters* 11:3-8.