

**INOVASI ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL BESI EKSTRAK KULIT BUAH
DELIMA PUTIH (*Punica granatum* L.) SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh

Shofia Jannatul Ma'rifah

22201061022



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
TAHUN 2026**

LEMBAR JUDUL

INOVASI ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL BESI EKSTRAK KULIT BUAH DELIMA PUTIH(*Punica granatum* L.) SECARA *IN VITRO*

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana (S1) Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang

Oleh

Shofia Jannatul Ma'rifah

2220106102



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

TAHUN 2026

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
INOVASI ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL BESI EKSTRAK KULIT BUAH
DELIMA PUTIH (*Punica granatum* L.) SECARA *IN VITRO*

Shofia Jannatul Ma'rifah

22201061022

Telah dipeertahankan di depan Majelis Penguji Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang pada tanggal

06 Februari 2026

Mengesahkan,

Penguji I



Faisal, S.Si., M.Kes
NPP. 151010197932130

Pembimbing I



Majida Ramadhan, S.Si., M.Si
NPP. 192802199332294

Pembimbing II



Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si., M.Si
NPP. 191009198432244

Mengetahui,

Dekan

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Malang



Prof. Dr. Husain Latuconsina, S.Pi., M.Si.
NPP. 191405197932145

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Shofia Jannatul Ma'rifah

NPM : 22201061022

Prog Studi : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan Pembimbing:

1. Majida Ramadhan, S.Si., M.Si

2. Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si., M.Si

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **INOVASI ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL BESI EKSTRAK KULIT BUAH DELIMA PUTIH (*Punica granatum* L.) SECARA *IN VITRO*** adalah murni hasil pengerjaan saya dan tanpa ada unsur plagiat, manipulasi data, dan mengubah hasil penelitian secara tidak objektif serta mensitasi sesuai dengan sumber yang ada. Saya akan bertanggung jawab atas orisinalitas skripsi saya dan menaati Keputusan Menteri Pendidikan Nasional (Depdiknas) Nomor 17 Tahun 2010 tentang plagiarism di Pendidikan tinggi.

Malang, 10 Februari 2026



Nama : Shofia Jannatul Ma'rifah

NPM : 22201061022

LEMBAR PERSETUJUAN

Nama : Shofia Jannatul Ma'rifah
NPM : 22201061022
Judul : INOVASI ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL BESI EKSTRAK KULIT
BUAH DELIMA PUTIH (*Punica granatum* L.) SECARA *IN VITRO*

Telah disetujui untuk dipresentasikan pada Sidang Skripsi di Prog Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang.

Menyetujui,

Pembimbing I



Majida Ramadhan, S.Si., M.Si
NPP. 192802199332294

Pembimbing II



Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si., M.Si
NPP. 191009198432244

Mengetahui,

Wakil Dekan 1

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Malang



Hamdani Dwi Prasetyo, S.Si., M.Si
NPP. 192901199232146

RIWAYAT HIDUP



Nama	: Shofia Jannatul Ma'rifah
Tempat, tanggal lahir	: Malang, 01 April 2003
Nama Orang Tua	:
Bapak	: Sunardi
Ibu	: Tutik Bariyah
Alamat	: Jl. Raya Cendol Barat, RT.28/RW.04, Ds. Ngadirejo, Kec. Kromengan, Kab. Malang

Riwayat Pendidikan

Periode	Sekolah/Universitas	Bidang Ilmu
2022-sekarang	Universitas Islam Malang	S1-Biologi
2019-2022	SMAS Modern Al-Rifa'ie 2	MIPA
2016-2019	SMPN 1 Kromengan	-
2010-2016	SDN Ngadirejo 3	-

Riwayat Organisasi

Periode	Organisasi	Jabatan
2025-2026	HIMA Prodi Biologi	Ketua Divisi Keilmiahan
2025-2026	UKM JQH UNISMA	Koordinator Divisi Kerumahtanggaan
2024-2025	HIMA Prodi Biologi	Anggota Divisi Keilmiahan
2024-2025	UKM JQH UNISMA	Wakil Koordinator Bidang Tahfidz

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur yang tak terhingga penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang dalam setiap lelah, tangis, doa yang lirih, dan harapan yang hampir padam, hanya kepada-Nya penulis bersandar. Atas izin, rahmat, dan pertolongan-Nya, penulis akhirnya mampu menyelesaikan skripsi ini. Sebuah karya yang lahir bukan hanya dari proses akademik, tetapi juga dari perjalanan panjang penuh ujian, kesabaran, dan pembelajaran hidup.

Skripsi ini disusun bukan sekadar syarat kelulusan, melainkan saksi perjuangan selama menempuh pendidikan, tentang jatuh bangun, rasa ragu, kelelahan, dan keyakinan yang terus dipupuk meski sering kali goyah. Tidak sedikit hari yang dilalui dengan rasa ingin menyerah, namun selalu ada tangan-tangan yang menguatkan dan doa-doa yang mengiringi.

Dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih dengan tulus atas terselesaikannya skripsi ini yang penulis persembahkan untuk:

1. Majida Ramadhan, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Dosen Pembimbing Akademik bagi penulis yang telah meluangkan waktunya sebagai tempat keluh kesah penulis sebagaimana menjadi orang tua kedua penulis, memberikan bimbingan dan dukungan penuh untuk penulis sejak penulis menjadi mahasiswa baru sampai pada tugas akhir skripsi ini. Setiap arahan, nasihat, dan teguran yang diberikan sangat berarti dan memberikan pelajaran bagi penulis, tidak hanya permasalahan perkuliahan tetapi juga tentang cara bersikap dan rasa percaya diri.
2. Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah dengan sabar memberikan dukungan, pengarahan, masukan, serta saran yang konstruktif sehingga skripsi ini dapat tersusun secara sistematis dan sesuai dengan kaidah ilmiah.
3. Faisal, S.Si., M.Kes. selaku Dosen Penguji sekaligus Dosen Pembimbing Praktik Kerja Lapang bagi penulis, yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan evaluasi, kritik, saran, dan arahan sampai pada tugas akhir skripsi ini.
4. Dosen, *staff* TU, dan seluruh sivitas akademika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang yang telah memberikan ilmu-ilmu dan pengalaman selama penulis mengemban pendidikan di program studi Biologi Universitas Islam Malang.
5. Guru TK, SD, SMP, SMA, Kyai, Asatidz, Asatidzah dan semua pihak yang telah mengajarkan ilmu kepada penulis meskipun hanya satu huruf, membimbing dalam ilmu pengetahuan, spiritual dan akhlak, serta menjadi kompas kehidupan bagi penulis.

6. Pilar surgawi dan sumber kekuatan penulis yakni Ibu Tutik B. yang senantiasa memanjatkan doa di setiap sujud lima waktu, mendengarkan keluh kesah tangis penulis, memberikan dukungan moral maupun material, serta kasih sayang yang tulus kepada penulis. menjaga dan selalu menguatkan penulis saat nyaris menyerah. Terima kasih telah menjadi rumah tempat ternyaman untuk pulang, yang selalu menyambut penulis dengan senyum yang paling tulus meskipun ibu sendiri sedang lelah. Ibu selalu memperjuangkan masa depan penulis, meskipun di saat kondisi terburuk ibu dapat berdiri sendiri dengan kuat dan menjadi sosok *independent woman* yang tidak lupa marwah seorang wanita, Ibu adalah sosok wanita panutan bagi penulis, kini dan selamanya.
7. Pahlawan sejati dalam hidup penulis yakni Ayah Adi Sanjoto, yang telah memilih untuk mencintai, menjaga, dan menjadi tiang sandaran yang sangat kokoh bagi jiwa raga penulis. Meskipun tidak ada ikatan darah, namun kasih sayang, pengorbanan, dan ketulusan ayah sejak penulis memasuki masa balita sampai saat ini telah membuktikan bahwa cinta seorang ayah melampaui segalanya. Terima kasih telah hadir untuk mengisi ruang kosong dalam hidup penulis, memberikan pundak untuk bersandar, dan menjadi teladan tentang apa artinya tanggung jawab serta kasih sayang tanpa syarat. Ayah adalah pahlawan sejati bagi penulis, kini dan selamanya.
8. Seluruh anggota keluarga penulis, kakek, nenek, dan adik laki-laki penulis yang memberikan kasih sayang dengan tulus kepada penulis, menjadi motivasi penulis untuk terus tumbuh, berjuang, dan memperbaiki diri, kehangatan rumah yang selalu menjadi tempat penulis melepas lelah, kehidupan penuh suka duka setiap saat menjadi kenangan hidup paling berharga bagi penulis.
9. Sahabat yang sangat penulis sayangi, Nafi, Aliq, Eza, Mila, Dewi, Yusi, dan teman-teman seperjuangan yang selalu hadir dan saling mendukung dalam setiap proses perkuliahan. Kebersamaan, kerja sama, dan semangat yang diberikan, baik dalam suka maupun duka menjadi motivasi tersendiri bagi penulis untuk terus berjuang. Semua pengalaman yang telah dilewati bersama selalu melekat dalam hati penulis dan akan menjadi kenangan terindah bagi penulis.
10. Taylor Swift, Ariana Grande, One Direction, Bruno Mars, Adele, Maroon 5, Justin Bieber, Niki, Tenxi, Reza Darmawangsa, Nadhif Basalamah, Gigi Perez, Henry Moodie, Hindia, HIVI, Risky Febian, For Revenge, Deny Caknan, dan NDX A.K.A yang karya lagunya selalu menemani penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

11. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for, for never quitting, I wanna thank me for always being a giver, And tryna give more than I receive, I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan skripsi ini serta untuk pengembangan ilmu pengetahuan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Malang, 02 Februari 2026

Penulis



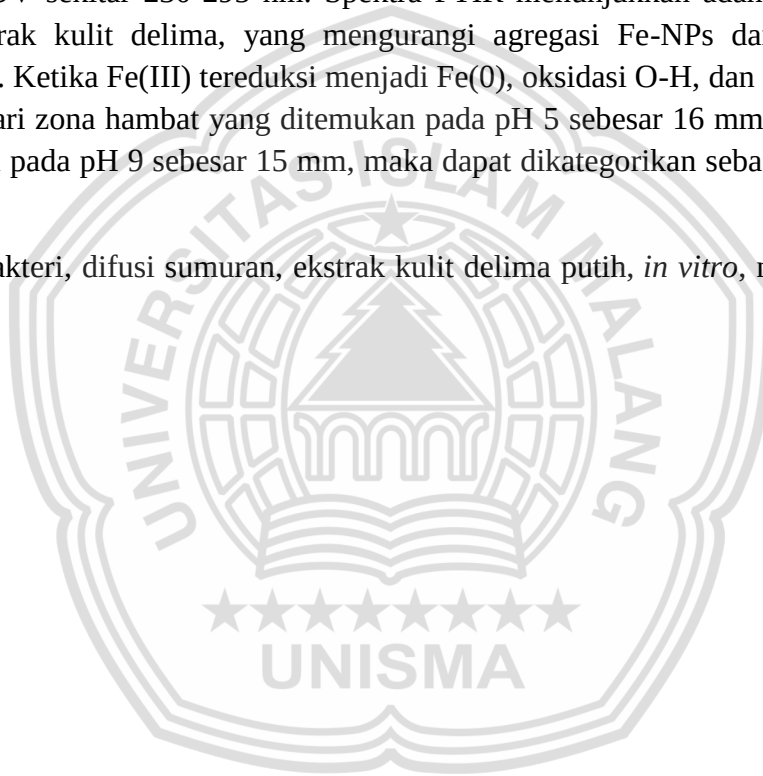
ABSTRAK

Shofia Jannatul Ma'rifah (NPM.22201061022) **Inovasi Antibakteri Nanopartikel Besi Ekstrak Kulit Buah Delima Putih (*Punica granatum L.*) secara *In Vitro***

Pembimbing (1) Majida Ramadhan, S.Si., M.Si; (2) Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si., M.Si

Nanopartikel besi (Fe-NPs) dibuat dari ekstrak kulit delima yang diekstrak dengan pelarut etanol. Fe-NPs yang terbentuk diuji aktivitas antibakterinya terhadap bakteri patogen (*S. aureus* dan *E. coli*) dengan metode difusi sumuran. Morfologi, struktur, ukuran, dan penyebaran atom di permukaan Fe-NP dianalisis menggunakan SEM-EDS, UV-Vis dan spektroskopi FTIR. Kondisi pH (5, 7, dan 9) dipilih sebagai faktor eksperimental untuk preparasi Fe-NPs. Hasil yang diperoleh sebagian besar berbentuk bulat tidak beraturan dengan ukuran partikel yang ditemukan dalam rentang 1-89 nm, dan ukuran partikel terkecil diperoleh dari pH 9. Spektra UV-Vis mengkonfirmasi bahwa pembentukan Fe-NPs muncul di daerah UV sekitar 230-295 nm. Spektra FTIR menunjukkan adanya senyawa polifenol dari ekstrak kulit delima, yang mengurangi agregasi Fe-NPs dan bertindak sebagai bioreduktor. Ketika Fe(III) tereduksi menjadi Fe(0), oksidasi O-H, dan C-O terjadi. Adapun diameter dari zona hambat yang ditemukan pada pH 5 sebesar 16 mm, pada pH 7 sebesar 13 mm, dan pada pH 9 sebesar 15 mm, maka dapat dikategorikan sebagai kategori zona hambat kuat.

Kata Kunci: antibakteri, difusi sumuran, ekstrak kulit delima putih, *in vitro*, nanopartikel besi

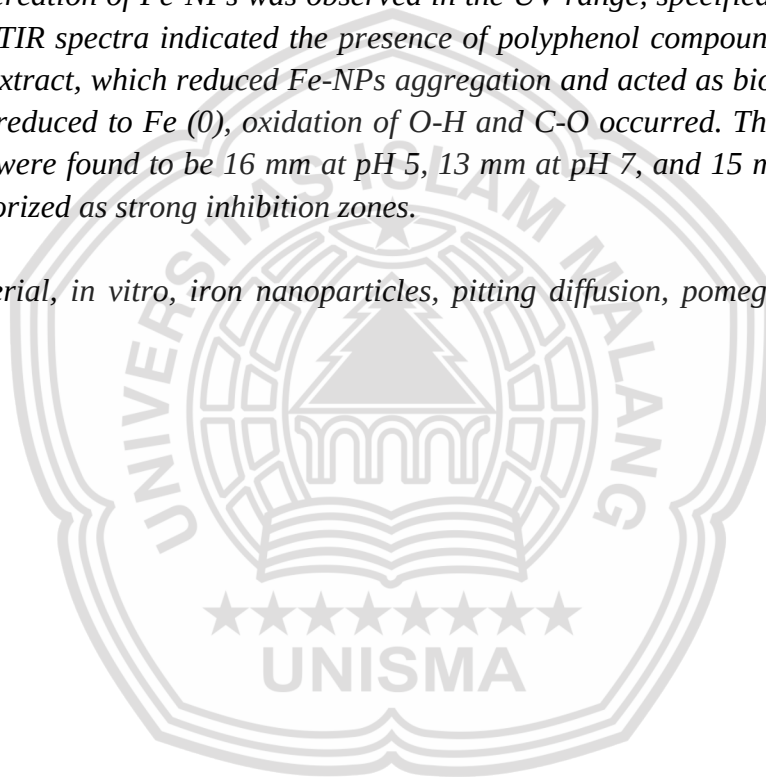


ABSTRACT

Shofia Jannatul Ma'rifah (NPM.22201061022) ***Antibacterial Innovation of Iron Nanoparticles from Pomegranate Peel Extract (*Punica granatum* L.): an In Vitro Study***
Supervisor (1) Majida Ramadhan, S.Si., M.Si; (2) Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si., M.Si

*Iron nanoparticles (Fe-NPs) were synthesized from pomegranate peel extract using ethanol as a solvent. The created Fe-NPs were evaluated for their ability to fight against harmful bacteria (*S. Aureus* and *E. (Escherichia coli)* through the well diffusion method. The shape, structure, dimensions, and arrangement of atoms on the surface of Fe-NPs were analyzed through SEM-EDS, UV-Vis, and FTIR spectroscopy. pH levels of 5, 7, and 9 were chosen as experimental variables for the preparation of Fe-NPs. The results obtained demonstrated primarily uneven spherical shapes, with particle sizes varying from 1 to 89 nm, where the smallest particle size was recorded at a pH of 9. The UV-Vis spectra confirmed that the creation of Fe-NPs was observed in the UV range, specifically between 230 and 295 nm. FTIR spectra indicated the presence of polyphenol compounds from the pomegranate peel extract, which reduced Fe-NPs aggregation and acted as bioreductants. When Fe (III) was reduced to Fe (0), oxidation of O-H and C-O occurred. The diameters of inhibition zones were found to be 16 mm at pH 5, 13 mm at pH 7, and 15 mm at pH 9, which can be categorized as strong inhibition zones.*

Keyword: antibacterial, in vitro, iron nanoparticles, pitting diffusion, pomegranate peel extract



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanopartikel besi (FeNP) merupakan jenis nanomaterial yang secara luas digunakan dalam aplikasi terapeutik dan lingkungan (Nury dkk., 2023). Salah satu pengaplikasiannya adalah digunakan sebagai pengelolaan air limbah yang tercemar oleh zat polutan organik maupun anorganik serta pemulihan lingkungan. Nanopartikel besi disintesis secara kimia dan fisik, contohnya, NaBH_4 sebagai agen pereduksi. Namun, metode tersebut menggunakan zat kimia beracun, tentunya dengan peralatan khusus, dan biaya yang tinggi. Selain itu, kurangnya reaktivitas dan stabilitas nanopartikel dapat terjadi akibat penggunaan metode tersebut. Oleh karena itu, pada beberapa tahun terakhir telah diterapkan metode alternatif yang mudah, efisien, ekonomis, dan ramah lingkungan dengan biosintesis nanopartikel besi menggunakan ekstrak produk alami (Safitri dkk., 2020).

Biosisntesis nanopartikel logam berkembang cepat karena sintesis nanopartikel yang ramah lingkungan. Salah satu alternatif untuk sintesis nanopartikel adalah dengan menggunakan tanaman atau material tanaman. Biosintesis nanopartikel besi (FeNP) dengan menggunakan ekstrak tumbuhan adalah solusi yang ramah lingkungan, tidak berbahaya, dan efisien (Fazlzadeh dkk., 2017). Hingga saat ini, banyak ekstrak tumbuhan, seperti teh (teh oolong, teh hijau dan teh hitam) (Zhu dkk., 2018), daun *euphorbia cochinchensis*, ekstrak daun stroberi, ekstrak daun anggur, buah delima putih, oak, dan ekstrak daun eucalyptus digunakan untuk mensintesis FeNP (Ramadhan dkk., 2019).

Sebagian besar studi mengutamakan beberapa jenis tanaman serta bagian tertentu dari tanaman untuk proses sintesis nanopartikel. Salah satunya yaitu buah delima putih yang merupakan tanaman dikotil dari famili Punicaceae dan berasal dari Timur Tengah. Delima dikenal sebagai tanaman obat alami sejak 1550 SM. Pemanfaatan delima hanya terfokus pada buahnya saja, dan kulitnya menjadi bahan buangan atau limbah. Berdasarkan uji farmakologi pada kulit buah delima putih (*Punica granatum* L.) secara eksperimental telah terbukti mengandung flavanoid, asam fenolat, katekin, antosianidin, asam ellegat, asam galat, tanin, kuersetin, dan antioksidan dari vitamin C (Siddiqui dkk., 2024). Aktivitas antioksidan yang terdapat dalam kulit buah delima putih disebabkan oleh ekstrak dari kulit buah tersebut yang mengandung senyawa polifenol, salah satunya yaitu punicalagin yang diisolasi dari kulit buah delima putih mempunyai aktivitas antioksidan yang kuat secara *in vitro* dan *in vivo* (Mansur dkk., 2022).

Sintesis nanopartikel besi melalui metode bioreduksi Fe^{3+} dengan menggunakan ekstrak kulit delima putih (*Punica granatum* L.) belum pernah dicatat sebelumnya. Menganalisis potensi kandungan bioaktif pada kulit delima putih (*Punica granatum* L.) diharapkan dapat mengungkap aktivitas biologisnya sebagai agen antibakteri.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah karakterisasi nanopartikel besi dari ekstrak kulit delima (*Punica granatum* L.)?
2. Bagaimanakah aktivitas antibakteri yang dimiliki nanopartikel besi dari ekstrak kulit delima putih (*Punica granatum* L.) sebagai bioreduktor dengan menggunakan metode difusi sumuran (*well difution*)?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menentukan karakterisasi nanopartikel besi dari ekstrak kulit delima putih (*Punica granatum* L.).
2. Untuk menganalisis aktivitas antibakteri yang dimiliki nanopartikel besi dari ekstrak kulit delima putih (*Punica granatum* L.) sebagai bioreduktor dengan menggunakan metode difusi sumuran (*well difution*).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Hasil analisa dapat digunakan sebagai langkah awal dalam pemanfaatan limbah kulit delima putih (*Punica granatum* L.) sebagai bioreduktor nanopartikel besi
2. Hasil analisa dapat digunakan sebagai langkah awal dalam pemanfaatan limbah kulit delima putih (*Punica granatum* L.) dengan digunakan sebagai alternatif antibakteri.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

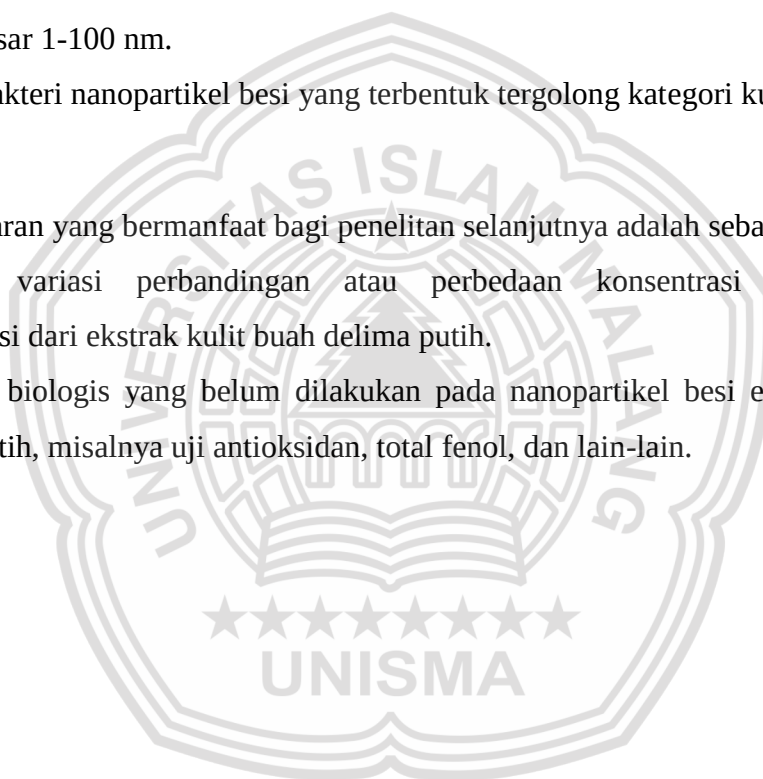
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakterisasi nanopartikel besi dari ekstrak kulit buah delima putih meliputi:
 - a) Uji UV-Vis nanopartikel besi menunjukkan hasil sesuai dengan spektrum khas flavonoid.
 - b) Uji FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi yang termasuk golongan alkohol dan flavonoid.
 - c) Uji SEM-EDS pada basa tinggi ($>pH7$) membuktikan ukuran nanopartikel besi yang terbentuk berkisar 1-100 nm.
2. Aktivitas antibakteri nanopartikel besi yang terbentuk tergolong kategori kuat.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang bermanfaat bagi penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan variasi perbandingan atau perbedaan konsentrasi pembuatan nanopartikel besi dari ekstrak kulit buah delima putih.
2. Melakukan uji biologis yang belum dilakukan pada nanopartikel besi ekstrak kulit buah delima putih, misalnya uji antioksidan, total fenol, dan lain-lain.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah, M. (2017). Nanopartikel dengan Gelasi Ionik. *Farmaka*, 15(1), 45–52. <https://doi.org/10.24198/jf.v15i1.12138>
- Ahmed, S., Saifullah, Ahmad, M., Swami, B. L., & Ikram, S. (2016). *Green synthesis of silver nanoparticles using Azadirachta indica aqueous leaf extract*. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2015.06.006>
- Azizah, M. N., Ningsih, A. W., & Sinaga, B. (2022). Standarisasi Simplisia Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) dari Desa Luwung Sidoarjo Dengan Menggunakan Pengeringan Food Dehydrator. *Jurnal Penelitian Farmasi Dan Herbal*, 5(1), 76–85. <https://doi.org/10.36656/jpfh.v5i1.1034>
- Bukhori, A. (2018). Isolasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Saluran Pencernaan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Kemampuannya dalam Menghambat *Staphylococcus aureus* dan *Shigella* sp. <https://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/9389>
- Carr, J. H., & Matthew, J. A. (2015). *Imagen gratis: Atlas, ampliación, 10000X, tensión, Staphylococcus aureus, bacterias., Pixnio - Imágenes de Dominio Público*. <https://pixnio.com/es/ciencia/imagenes-microscopia/staphylococcus-aureus-es/altas-ampliacion-10000x-tension-staphylococcus-aureus-bacterias> diakses pada tanggal 10 Oktober 2025.
- Clara, T. (2023). Kurva Pertumbuhan Bakteri. dalchaebi. <https://www.dalchaebi.me/kurva-pertumbuhan-bakteri/> diakses pada tanggal 10 Oktober 2025.
- Coronado-Reyes, J. A., Tinoco-Salazar, J., Guisa-Morales, L. M., Cortés-Penagos, C. D. J., & González-Hernández, J. C. (2023). *Obtaining polyphenolic extracts from pomegranate peel (Punica granatum) to evaluate the bactericide and antioxidant activity*. *Anais Da Academia Brasileira De Ciencias*, 95(1), <https://doi.org/10.1590/0001-3765202320200153>
- Dewi, A. P. (2019). Penetapan Kadar Vitamin C dengan Spektrofotometri UV-Vis pada Berbagai Variasi Buah Tomat. *JOPS (Journal of Pharmacy and Science)*, 2(1), 9–13. <https://doi.org/10.36341/jops.v2i1.1015>
- Dheyab, M. A., Braim, F. S., Nowfal, S. H., Aziz, A. A., Abdullah, W., Ismae, L. Q., Jameel, M. S., & Alanezi, S. T. (2025). *Sonochemical-driven green synthesis of Fe₃O₄ nanoparticles as MRI contrast agents*. *Green Materials*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.1680/jgrma.25.00065>

- Dianti, S., Ningrum, R., Wiraningtyas, A., & Agustina, S. (2019). Biosintesis Nanopartikel Fe dari Pasir Besi Menggunakan Ekstrak Kulit Bawang Merah. *JURNAL REDOKS: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 2, 35–42. <https://doi.org/10.33627/re.v2i2.301>
- Dima, L. R. H., Fatimawali, & Lolo, W. A. (2016). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *PHARMACON*, 5(2). <https://doi.org/10.35799/pha.5.2016.12273>
- Erhonyota, C., Edo, G. I., & Onoharigho, F. O. (2023). *Comparison of Poison Plate and Agar Well Diffusion Method Determining the Antifungal Activity of Protein Fractions*. *Acta Ecologica Sinica*, 43(4), 684–689. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2022.08.006>
- Farhan, D. A. (2021). Potensi Ekstrak *Streptomyces* sp. Strain i18 sebagai Antibiotik Terhadap Bakteri *Escherichia coli* [Skripsi]. FAKULTAS KEDOKTERAN. <https://digilib.unila.ac.id/62304/>
- Fazlzadeh, M., Rahmani, K., Zarei, A., Abdoallahzadeh, H., Nasiri, F., & Khosravi, R. (2017). A Novel Green Synthesis of Zero Valent Iron Nanoparticles (NZVI) Using Three Plant Extracts and Their Efficient Application for Removal of Cr (VI) from Aqueous Solutions. *Advanced Powder Technology*, 28(1), 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.appt.2016.09.003>
- Handayani, K., Pertiwi, T., & Zahara, A. (2023). Uji Kontaminasi Cemarkan Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. Pada Produk Pasteurized Crab Meat. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 3(1), 46–50. <https://doi.org/10.30872/pbio.v3i0.1251>
- Iswadi, I. (2016). Fage Litik Spesifik *Escherichia coli* pada Limbah Cair Pasar Tradisional di Kota Banda Aceh. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 4(2), 95–99. <https://doi.org/10.22373/biotik.v4i2.1075>
- Josephine, A. (2022). Segudang Manfaat Buah Delima Putih Bagi Kesehatan, Apa Saja? Her World Indonesia. <https://www.herworld.co.id/article/2022/6/23171-Segudang-Manfaat-Buah-Delima-Putih-Bagi-Kesehatan-Apa-Saja> diakses pada tanggal 10 Oktober 2025.
- Karimela, E. J., Ijong, F. G., & Dien, H. A. (2017). *Characteristics of Staphylococcus aureus Isolated Smoked Fish Pinekuhe from Traditionally Processed from Sangihe District*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1), 188–198. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i1.16506>

- Khusuma, A., Safitri, Y., Yuniarni, A., & Rizki, K. (2019). Uji Teknik Difusi Menggunakan Kertas Saring Media Tampung Antibiotik dengan *Escherichia Coli* Sebagai Bakteri Uji. *Jurnal Kesehatan Prima*, 13(2), Article 2. <https://doi.org/10.32807/jkp.v13i2.257>
- Mansur, S. A., Deroyeen, A. F., Indriyanti, M. N., Annisak, A. K., Fajriati, D. R., & Amiruddin, M. (2022). Kandungan Buah Delima (*Punica granatum* L.) dalam Perspektif Al-Qur'an, Sunnah, Dan Sains. *Proceedings of International Pharmacy Ulul Albab Conference and Seminar (PLANAR)*, 2, 69–76. <http://conferences.uin-malang.ac.id/index.php/planar/article/view/2128>
- Molina, J., Valero-Gómez, A., Bernabé-Quispe, P., Tormo-Mas, M. Á., & Bosch, F. (2024). *The Optimization of the Synthesis of Antibacterial Coatings on Ti6Al4V Coupons Obtained by Electron Beam Melting*. *Metals*, 14(8), 855. <https://doi.org/10.3390/met14080855>
- Mphahlele, R. R., Fawole, O. A., & Makunga, N. P. (2016). *Effect of Drying on the Bioactive Compounds, Antioxidant, Antibacterial and Antityrosinase Activities of Pomegranate Peel*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16, 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1132-y>
- Mulangstri, D. A. K., Nisyriah, L., & Zulfa, E. (t.t.). Profil Aktivitas Antibakteri dari Dua Jenis Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Ilmiah PANNMED (Pharmacist, Analyst, Nurse, Nutrition, Midwifery, Environment, Dentist)*, 5(2), 303–307. <https://doi.org/10.36911/pannmed.v15i2.682>
- Muthusamy, G., Thangasamy, S., Raja, M., Chinnappan, S., & Kandasamy, S. (2017). *Biosynthesis Of Silver Nanoparticles from Spirulina Microalgae and its Antibacterial Activity*. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(23), 19459–19464. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9772-0>
- Niaid. (2015). *Scanning Electron Micrograph of Escherichia coli, Grown in Culture and Adhered to a Cover Slip*. [Grafis]. *E. coli Bacteria*. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:E._coli_Bacteria_\(7316101966\).jpg?uselang=id](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:E._coli_Bacteria_(7316101966).jpg?uselang=id) diakses pada tanggal 10 Oktober 2025.
- Nofita, S. D., Ngibad, K., & Rodli, A. F. (2022). *Determination of Percentage Yield and Total Phenolic Content of Ethanol Extract from Purple Passion (*Passiflora Edulis* F. *Edulis* Sims) Fruit Peel*. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(3), 309–313. <https://doi.org/10.29303/jpm.v17i3.3461>

- Nurfirzatulloh, I., Suherti, I., Insani, M., Shafira, R. A., & Abriyani, E. (2023). *Literature Review Article: Identifikasi Gugus Fungsi Tanin Pada Beberapa Tumbuhan Dengan Instrumen Ftir*. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(4), Article 4. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7678425>
- Nurhayati, L. S., Yahdiyani, N., & Hidayatulloh, A. (2020). Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt dengan Metode Difusi Sumuran dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(2), 41–46. <https://doi.org/10.24198/jthp.v1i2.27537>
- Nury, D. F., Febriyanto, P., Arum, A. S., Mayastuti, S., & Luthfi, M. Z. (2023). *Biosynthesis of Silver Nanoparticles (AgNP) Using Leaves Extract of Jatropha curcas L.* *Konversi*, 12(2). <https://doi.org/10.20527/k.v12i2.16610>
- Oktavia, N., & Pujiyanto, S. (2018). Isolasi dan Uji Antagonisme Bakteri Endofit Tapak Dara (*Catharanthus Roseus* L.) terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Berkala Bioteknologi*, 1(1). <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/bb/article/view/2209>
- Polakitan, I. R., Fatimawali, & Leman, M. A. (2017). Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Sembung Rambat (*Mikania micrantha*) Terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans*. *PHARMACON*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.35799/pha.6.2017.14998>
- Prasetiowati, A. L., Prasetya, A. T., & Wardani, S. (2018). Sintesis Nanopartikel Perak dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) sebagai Antibakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2), 160–166.
- Priyanti, E. (2017). Penerapan Algoritma Naïve Bayes Untuk Klasifikasi Bakteri Gram-Negatif. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 3(2), 68–76.
- Puluh, E. A., Edy, H. J., & Siampa, J. P. (2019). Uji Antibakteri Sediaan Masker Peel Off Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis* sebagai Antijerawat. *Jurnal MIPA*, 8(3), 101–104. <https://doi.org/10.35799/jmuo.8.3.2019.25773>
- Putri, H. D., Haninah, Elfidasari, D., & Sugoro, I. (2022). Kandungan Nutrisi Abon Ikan Sapu-Sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) Asal Sungai Ciliwung, Indonesia. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 7(1), 14–19. <https://doi.org/10.31970/pangan.v7i1.62>
- Qamariah, N., Handayani, R., & Friskila, A. (2018). Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Batang Tumbuhan Saluang Belum Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 4(1), 90–101. <https://doi.org/10.33084/jsm.v4i1.168>

- Rahayuningsih, S. R., Patimah, S. S., Mayanti, T., & Rustama, M. M. (2023). Aktivitas Antibakteri Ekstrak n-Heksana Daun Mangrove (*Rhizospora stylosa* Griff) Terhadap Bakteri Patogen Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Marine Research*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i1.35657>
- Rahma, I. S. E., Nastiti, K., & Malahayati, S. (2023). Uji Efektivitas Antimikroba Kulit Batang Jambu Mete (*Anacardium occidentale*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Sains Medisina*, 1(4), 177–184. <https://doi.org/10.63004/snsmed.v1i4.32>
- Ramadhan, M., Sabarudin, A., & Safitri, A. (2019). *In Vitro Anti-microbial Activity of Hydroethanolic Extracts of Ruellia tuberosa L.: Eco-friendly Based-product Against Selected Pathogenic Bacteria*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 239, 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/239/1/012028>
- Retnaningsih, A., Primadhamanti, A., & Marisa, I. (2019). Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Pepaya Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Shigella dysenteriae* dengan Metode Difusi Sumuran. *Jurnal Analisis Farmasi*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.33024/jaf.v4i2.2242>
- Risna, Y. K., Sri-Harimurti, S.-H., Wihandoyo, W., & Widodo, W. (2022). Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri Asam Laktat dari Saluran Pencernaan Itik Lokal Asal Aceh. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 24(1), 1–7. <https://doi.org/10.25077/jpi.24.1.1-7.2022>
- Rosmania, R., & Yanti, F. (2020). Perhitungan jumlah bakteri di Laboratorium Mikrobiologi Menggunakan Pengembangan Metode Spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(2), 76–86. <https://doi.org/10.56064/jps.v22i2.564>
- Safitri, A., Ramadhan, M., & Sabarudin, A. (2020). *Preparation of Antibacterial Iron-Based Nanoparticles Using Ruellia tuberosa L. Root Extracts as Bioreductor*. *Rasayan Journal of Chemistry*, 13(01), 610–620. <https://doi.org/10.31788/RJC.2020.1315511>
- Sahumena, M. H., Ruslin, R., Asriyanti, A., & Djuwarno, E. N. (2020). Identifikasi Jamu Yang Beredar Di Kota Kendari Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v2i2.6977>
- Sajidan, Atmojo, I. R. W., Adi, F. P., Ardiansyah, R., & Saputri, D. Y. (2023). *Paradigma Baru Pembelajaran IPA Terapan*. Surakarta: CV Pajang Putra Wijaya.

- Septiani, S., Dewi, E. N., & Wijayanti, I. (2017). *Antibacterial Activities of Seagrass Extracts (Cymodocea rotundata) Against Staphylococcus aureus and Escherichia coli*. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 13(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/ijfst.13.1.1-6>
- Siddiqui, S. A., Singh, S., & Nayik, G. A. (2024). *Bioactive Compounds from Pomegranate Peels—Biological Properties, Structure–Function Relationships, Health Benefits and Food Applications – A Comprehensive Review*. *Journal of Functional Foods*, 116, 106132. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106132>
- Suhartati, T. (2017). *Dasar-dasar Spektrofotometri UV-VIS dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik* (No. 1; Vol. 1). Bandar lampung: AURA. <http://repository.lppm.unila.ac.id/2700/>
- Sulistiani, A., & Hafiludin, H. (2022). Karakteristik Mikrobiologi (ALT, *E. Coli* dan *Salmonella* sp.) pada Produk Hasil Perikanan di BPMHP Semarang. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 3(1), 37–43. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i1.15342>
- Wahyuningsih, N., & Zulaika, E. (2018). Perbandingan Pertumbuhan Bakteri Selulolitik pada Media *Nutrient Broth* dan *Carboxy Methyl Cellulose*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7(2), 36–38. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36283>
- Willian, N. (2022). *One-step Green Sintesis Nanopartikel Emas: Potensi Ekstrak Mangrove Sebagai Marine Bio reduktor*. Tanjung Pinang: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia. <http://repository.umrah.ac.id/4197/>
- Zhu, F., Ma, S., Liu, T., & Deng, X. (2018). *Green Synthesis of Nano Zero-Valent Iron/Cu by Green Tea to Remove Hexavalent Chromium from Groundwater*. *Journal of Cleaner Production*, 174, 184–190. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.302>
- Zuriatni, Y., Sofyan, M., Putri, P. S., Rokhman, A., & Kustanrika, I. W. (2023). Analisis SEM-EDS Beton Normal yang Menggunakan Superplasticizer. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 7(3), Article 3. <https://doi.org/10.35334/be.v7i3.4927>