

MAKALAH KOLOKIUUM KIMIA

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOMATERIAL PERAK SILIKA
(Ag/SiO₂) BERBASIS SILIKA PASIR PANTAI SOWAN TUBAN DENGAN
METODE SOL-GEL**



Disusun oleh:

Lailatul Mubarakah

(20472011005)

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNIK
UNIVERSITAS BOJONEGORO**

2023

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
RINGKASAN	iv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
BAB II.....	4
PEMBAHASAN	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.1.1 Nanopartikel Perak	4
2.1.2 Sintesis Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi	4
2.1.3 Silikon Dioksida (SiO ₂)	5
2.1.4 Sumber Silika.....	5
2.1.5 Silika Nabati	5
2.1.6 Silika Sintesis.....	6
2.1.7 Silika Mineral	6
2.1.8 Silika Pasir Pantai	7
2.1.9 Metode Sol-Gel.....	7
2.1.10 Perak Silika (Ag/SiO ₂).....	8
2.1.11 Karakterisasi	8
2.1.12 UV-Vis.....	8
2.1.13 FTIR (<i>Fourier Transform InfraRed</i>)	9
2.1.14 XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>).....	9
2.2 Hipotesa.....	10
2.3 Rancangan Aktivitas.....	12
BAB III	13
KESIMPULAN	13
DAFTAR PUSTAKA	14

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Unsur pada pasir pantai Bancar (Sowan) Tuban.....	6
---	---

RINGKASAN

Eksistensi nanomaterial saat ini menjadi hal yang banyak diminati oleh para peneliti. Sintesis perak silika (Ag/SiO_2) berbasis silika pasir pantai belum pernah dilakukan. Sintesis perak silika (Ag/SiO_2) dapat dilakukan dengan menggunakan metode sol-gel dengan silika dari pasir pantai. Nanopartikel perak disintesis menggunakan perak nitrat (AgNO_3) dengan metode reduksi. Zat pereduksi dan penstabil menggunakan trisodium sitrat. Nanomaterial Ag/SiO_2 dibuat dengan perbandingan sol silika dan nanopartikel perak sebesar 1:1. Sampel Ag/SiO_2 dianalisis dengan UV-Vis, FTIR, dan XRD untuk mengetahui kondisi optimum hasil karakterisasi nanomaterial perak silika (Ag/SiO_2). Hasil analisis UV-Vis Ag/SiO_2 memiliki puncak serapan maksimum pada panjang gelombang 400-450 nm. Hasil analisis FTIR terdapat gugus fungsi Si-O-Si pada bilangan gelombang 1043,7 cm^{-1} . Sedangkan hasil analisis XRD menunjukkan tingkat intensitas struktur kristal perak (Ag) optimum pada rentang 38° .

Kata kunci: *Perak silika, Sol-gel, Silika pasir pantai, Uv-Vis, FTIR, XRD*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Eksistensi nanomaterial saat ini menjadi hal yang banyak diminati oleh para peneliti. Menariknya, benda yang ada di sekitar kita sangat dipengaruhi oleh peran struktur nano. Maka dari itu, kajian nano sangat menarik untuk digeluti. Reaktifitas yang tinggi menjadi ciri utama dari suatu material yang berukuran nano. Nanomaterial dikenal dengan ukuran komponennya yang sangat kecil, yakni berukuran antara 1 sampai dengan 100 nm (Fadillah, 2021). Tidak hanya itu, nanomaterial banyak diaplikasikan dalam bidang adsorpsi, membran, katalis, medis, dan desinfeksi (Prasetiowati dkk, 2018). Nanomaterial yang menjadi pusat perhatian salah satunya adalah nanopartikel perak.

Salah satu logam mulia yang memiliki keunggulan konduktivitas termal yang sangat tinggi dan resistansi yang sangat kecil adalah perak. Perak dikenal dengan sifatnya yang reaktif. Karena memiliki sifat yang stabil terhadap cahaya, perak sering digunakan diberbagai bidang (Novitasari dkk, 2022). Dalam bidang kedokteran, nanopartikel perak dapat digunakan sebagai agen antibakteri (Nurdahniyati dkk, 2021), katalis (Haryono dkk, 2020), bahkan nanopartikel perak dapat diaplikasikan dalam sel surya (Talabani dkk, 2021). Nanopartikel perak dapat diperoleh dengan cara disintesis. Metode reduksi kimia merupakan salah satu metode yang digunakan untuk sintesis nanopartikel perak.

Metode reduksi kimia menjadi suatu metode yang umum digunakan karena relatif sederhana, mudah, menggunakan temperatur rendah, dan efektif menghasilkan AgNPs (Prasetyaningtyas dkk, 2020). Perubahan warna dari yang tidak berwarna (bening) menjadi kuning merupakan indikator terbentuknya nanopartikel perak (Jannah dan Amaria, 2020). Menurut David dkk, (2022), nanopartikel perak terbentuk pada panjang gelombang 400-450 nm. Pada penelitian yang dilakukan oleh Damayanti dan Taufikurohmah (2019), nanopartikel perak terbentuk pada panjang gelombang 414-418,3 nm. Ketika nanopartikel logam disintesis menggunakan metode reduksi kimia, ion logam direduksi oleh agen pereduksi dengan penambahan agen protektif untuk menstabilkan nanopartikel. Stabilitas nanopartikel memegang peranan yang sangat penting terutama ketika nanopartikel tersebut dikarakterisasi dan diaplikasikan ke dalam sebuah produk. Silika dapat menjadi agen stabilisator untuk mencegah agregasi pada partikel perak (Farah dkk, 2022).

Silika menjadi salah satu material unik dan serbaguna dalam berbagai aplikasi di bidang material keramik dan komposit. Sumber silika yang sederhana, murah, dan berlimpah menjadikan silika sebagai aspek penting. Bahkan, beberapa peneliti telah mengeksplorasi sumber silika sebagai bahan utama dalam pengembangan struktur nano (Sembiring dkk, 2022). Sumber silika dapat

ditemukan dalam pasir pantai. Kandungan silika dalam pasir pantai sangat banyak (Freitas dkk, 2019). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Freitas dkk, (2019), diketahui bahwa pasir pantai Tablolong memiliki kandungan silika sebesar kurang lebih 37,42%, pasir Noeltoko dengan presentasi 56,12% (Sutal dkk, 2019), pasir pantai Takalar sebesar 59,82 % (Hasri dkk, 2021), pasir pantai Bancar (Sowan) sebesar 81,7% (Silvia dan Zainuri, 2020), pasir pantai Pulau Sebatik Kalimantan Utara 95,35% (Nirwana dkk, 2018), serta berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sumari dkk, (2020), kandungan silika pada pasir pantai Bancar (Sowan) Tuban sebesar 97,2%.

Berdasarkan kandungan silika pada pasir pantai yang sangat berlimpah, diharapkan menjadi salah satu bahan pendukung yang cocok untuk memaksimalkan penggunaan perak dalam pembuatan komposit Ag/SiO₂. Metode yang dapat digunakan dalam pembuatan komposit Ag/SiO₂ adalah metode sol-gel (Janariah dkk, 2022). Karena kemampuannya dalam mengontrol sifat permukaan komposit oksida yang baik, metode sol-gel digunakan (Milawati dkk, 2021). Selain itu, metode sol-gel memiliki beberapa keunggulan, yaitu mudah, murah, suhu sintesis rendah dan yang paling signifikan, kemungkinan dalam membuat komposisi baru (Novitasari dkk, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Ma dkk, (2018) berhasil membuat nanomaterial perak silika (Ag/SiO₂) berbasis *tetraethyl orthosilicate* (TEOS) melalui metode sol-gel dengan suhu kalsinasi 500°C. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Farah dkk, (2022), komposit perak silika (Ag/SiO₂) berbasis silika sekam padi dan perak nitrat (AgNO₃) sebagai prekursor menggunakan metode sol-gel berhasil dilakukan. Dengan menggunakan variasi konsentrasi AgNO₃ 0,3 M; 0,5 M; dan 0,7 M pada suhu termal 850°C. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sembiring dkk, (2022), telah berhasil mensintesis komposit perak silika (Ag/SiO₂) berbasis sekam padi dengan variasi konsentrasi 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 dan 0,8 M perak nitrat (AgNO₃), menunjukkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi perak, maka akan mempengaruhi distribusi ukuran partikel komposit perak silika.

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan sintesis komposit perak silika berbasis pasir pantai Sowan Tuban dengan menggunakan metode sol-gel. Tahapan pertama adalah pembuatan nanopartikel perak dengan menggunakan metode reduksi kimia, dengan AgNO₃ sebagai logam prekursor dan Na₃C₅H₆O₇ yang digunakan sebagai zat pereduksi sekaligus zat penstabil yang kemudian digabungkan dengan silika dari pasir pantai Sowan Tuban yang berfungsi sebagai matriks dengan menggunakan metode sol-gel. Sampel selanjutnya diberikan perlakuan kalsinasi pada suhu 850°C. Selanjutnya mengkarakterisasi hasil sintesis dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui nilai puncak absorbansi, Spektrometer *Fourier Transformation Infrared* (FTIR) untuk analisis gugus fungsi, *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur fasa.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi optimum sintesis nanomaterial perak silika (Ag/SiO_2) dengan metode sol-gel?
1. Bagaimana kondisi optimum hasil karakterisasi nanomaterial perak silika (Ag/SiO_2) berdasarkan karakterisasi UV-Vis, FTIR, dan XRD?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kondisi optimum sintesis nanomaterial perak silika (Ag/SiO_2) dengan metode sol-gel.
2. Mengetahui kondisi optimum hasil karakterisasi nanomaterial perak silika (Ag/SiO_2) berdasarkan karakterisasi UV-Vis, FTIR, dan XRD.

BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Nanopartikel Perak

Dalam ilmu kimia, logam mulia disebut sebagai logam yang tahan terhadap korosi maupun oksidasi. Emas, perak, platina, dan palladium adalah contoh dari logam mulia. Diantara keempat logam mulia tersebut, perak menjadi salah satu logam mulia yang mempunyai keunggulan yaitu memiliki konduktivitas termal yang sangat tinggi serta resistansi yang sangat kecil (Novitasari dkk, 2022). Dalam tabel periodik, perak termasuk elemen ke-47 yang memiliki simbol Ag dan berasal dari bahasa latin *Argentum*, perak juga termasuk ke dalam logam transisi (Wigati dkk, 2018). Partikel perak banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang karena sifatnya yang sangat reaktif (Farah dkk, 2022).

Sifat-sifat unggul dan khas dari nanopartikel perak diantaranya adalah memiliki luas permukaan yang tinggi, sehingga dapat memaksimalkan distribusi situs aktif antivirus dan antibakteri pada suatu permukaan. Dengan ukurannya yang sangat kecil mudah untuk berinteraksi atau menempel pada tubuh bakteri atau virus. Kereaktifannya menjadikan nanopartikel perak lebih efektif sebagai antimikroba bakteri, virus, serta fungi patogen dengan spektrum luas (Nurdahniyati dkk, 2021). Selain itu, nanopartikel perak juga telah menunjukkan aplikasi yang menjanjikan dalam bidang kesehatan, lingkungan, dan industri. Nanopartikel perak telah diaplikasikan sebagai bahan terapi dan antibakteri dalam perangkat medis, bahan aditif antiseptik dalam kemasan atau tekstil, pelapis ubin, serta sistem pemurnian air (Kosimaningrum dkk, 2020).

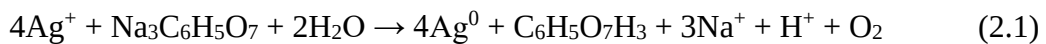
Nanomaterial perak juga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi lainnya seperti *Localized Surface Plasmon Resonance* (LSPR), *Surface-Enhanced Raman Scattering* (SERS), *Metal-Enhanced Fluorescence*, dan katalisis. Untuk pengaplikasian tersebut perlu adanya kendali yang kuat dari nanomaterial dalam hal bentuk dan ukuran. Tidak hanya itu, nanomaterial perak juga dapat digunakan pada sensor dan banyak diintegrasikan dalam material sel surya (Prasetyo, 2018).

2.1.2 Sintesis Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi kimia

Telah banyak dikembangkan metode penelitian mengenai sintesis nanopartikel perak. Sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan dengan metode top-down dan bottom-up (Sembiring dkk, 2022). Dalam metode top-down, nanopartikel perak dipecah dengan metode fisika seperti ablasi laser. Keunggulan dari metode ini adalah bebas bahan kimia. Namun, memerlukan peralatan yang sangat kompleks, tidak hanya itu, metode ini juga memerlukan energi dan biaya yang tinggi (Kosimaningrum dkk, 2020).

Pada umumnya, sintesis nanopartikel perak menggunakan metode bottom-up. Dalam metode ini, ion-ion perak Ag^+ membentuk atom-atom perak Ag^0 dengan penambahan zat reduktor dan zat penstabil kemudian mengalami nukleasi dan tumbuh menjadi partikel-partikel Ag yang berukuran nano yang disebut sebagai nanopartikel perak (Kosimaningrum dkk, 2020). Sintesis nanopartikel perak dengan metode kimia menggunakan berbagai macam reduktor seperti senyawa sodium borohidrida (metode Brust-Schiffrin), asam sitrat (metode Turkevich), glukosa, hidrazina, hidrazina hidrat, asam askorbat, etilena glikol, polifenol, dan lain sebagainya (Kosimaningrum dkk, 2020).

Pada penelitian Wigati dkk, (2018) telah melakukan sintesis nanopartikel perak dengan metode reduksi kimia. Prekursor perak yang digunakan adalah perak nitrat (AgNO_3) dengan zat pereduksinya adalah trisodium sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$). Reaksi kimia yang terjadi pada proses reduksi perak nitrat (AgNO_3) menggunakan reduktor trisodium sitrat seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2.1).



2.1.3 Silikon Dioksida (SiO_2)

Silika merupakan senyawa yang terdiri dari silikon dan dua oksigen dengan rumus molekul SiO_2 (Farah dkk, 2022). Silika (SiO_2) dikenal sebagai struktur berpori, dapat menyerap berbagai ion dan molekul organik dengan mudah pada pori dan permukaannya (Novitasari dkk, 2022). Silika juga menarik perhatian untuk dikembangkan dalam ukuran nano, silika dapat bereaksi dengan basa pekat dengan menggunakan natrium hidroksida (NaOH) sebagai pelarut, dalam kondisi panas NaOH secara perlahan mengubah silika yang larut dalam air (Rahman dkk, 2021).

Silika telah banyak diaplikasikan di berbagai bidang diantaranya, sebagai bahan baku keramik (Putri dkk, 2021), katalis (Haryono dkk, 2020), pendukung karakter artefak (Sucitra, 2019), dan bahan pemucat (adsorben) (Nirwana dkk, 2018).

2.1.4 Sumber Silika

Silika dapat bersumber dari alam dalam bentuk mineral (Silvia dan Zainuri, 2020) maupun nabati (Mujiyanti dkk, 2021), silika juga dapat diperoleh melalui proses sintesis (Ma dkk, 2018).

2.1.5 Silika Nabati

Silika nabati dapat ditemui di alam seperti pada ampas tebu, tongkol jagung, dan sekam padi (Sembiring dkk, 2022). Pada penelitian yang dilakukan oleh Miratsi dkk, (2021) yang telah mensintesis ampas tebu dengan metode sol-gel, diketahui bahwa silika yang terkandung dalam ampas tebu sebesar 90,82%,

sementara kandungan senyawa oksidasi lainnya relatif kecil, hal ini menunjukkan bahwa dengan metode sol-gel dapat diperoleh silika dengan kemurnian tinggi. Silika pada tongkol jagung sebesar 60% (David dkk, 2022). Sedangkan silika berbasis sekam padi yang dilakukan oleh Mujiyanti dkk, (2021) diperoleh silika tertinggi pada konsentrasi NaOH 3,0 M seberat 6,1377 gram sebesar 61,3764% .

2.1.6 Silika Sintesis

Silika dapat diperoleh dari mineral sintesis yakni *tetraethyl orthosilicate* (TEOS, $(\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4)$) dan *tetramethyl orthosilicate* (TMOS, $(\text{Si}(\text{OCH}_3)_4)$) (Ma et al, 2018). Penggunaan TEOS sebagai sumber silika karena TEOS menghasilkan partikel silika yang sangat halus (Ma dkk, 2018). Disamping itu, TEOS mempunyai kelemahan yakni uapnya dapat mengakibatkan kebutaan serta dapat merusak kulit. Harga TEOS juga relatif mahal sehingga tidak bernilai ekonomis (Silahooy, 2020).

2.1.7 Silika Mineral

Silika mineral dihasilkan dari mineral yang diperoleh dari bahan alam. Silika mineral banyak ditemui pada granit, batu apung, dan pasir pantai (Silvia dan Zainuri, 2020). Silika yang terkandung dari granit sebesar 59% (Putri dkk, 2021). Silika yang terkandung dalam batu apung sebesar 58,3%, yang diperoleh dengan mereaksikan 10 gram batu apung dengan NaOH 10 M. Proses reaksi dilakukan dengan suhu 350°C selama 1jam (Kurniawidi dkk, 2021).

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Sumari dkk, (2020), ekstraksi silika dari pasir pantai dilakukan dengan metode sol-gel *caustic digestion*. Metode sol-gel *caustic digestion* diawali dengan penimbangan pasir pantai sebanyak 5 gram. Kemudian pasir tersebut ditambah dengan larutan NaOH 2 N sebanyak 100 mL. Dilanjutkan dengan penambahan larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ hingga pH campuran mencapai pH 4 sehingga terbentuk gel dan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 100°C dalam waktu 12 jam, silika hasil ekstraksi sebesar 97,2%. Silahooy, (2020) melaporkan bahwa kandungan silika pada pasir pantai Bancar (Sowan) Tuban sebesar 92,20% (**Tabel 2.1**). Dari semua sumber silika yang ada, silika pasir pantai yang kandungan silikanya paling banyak.

Tabel 2.1 Unsur pada pasir pantai Bancar (Sowan) Tuban (Silahooy, 2020)

No	Unsur	Persentase (%)
1	Si	92,20
2	Ca	1,68
3	Fe	1,54
4	Zr	2,10
5	Ni	1,07

2.1.8 Silika Pasir Pantai

Pasir pantai merupakan salah satu pasir yang terdapat di alam. Dalam pasir pantai terdapat banyak bahan mineral. Si, K, Ca, Fe, dan Ti merupakan kandungan mineral yang ada pada pasir pantai. Mineral berupa unsur Si sebesar 69,3%, K (4,52%), Ca sebesar 7,50%, Fe (2,01%), dan Ti (0,55%) (Sumari dkk, 2020). Ini menunjukkan bahwa Si merupakan kandungan mineral tertinggi di dalam pasir pantai. Dengan kelebihan tersebut, silika pasir pantai berpotensi cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber silika dan merupakan bahan material yang memiliki aplikasi yang cukup luas dalam penggunaannya. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nirwana dkk, (2018) silika pasir pantai dapat diaplikasikan sebagai bahan pemucat (adsorben). Silika pasir pantai juga bisa digunakan sebagai pendukung karakter artefak (Sucitra, 2019).

Silika pasir pantai dapat diperoleh dengan cara pengabuan dan dengan cara alkalis. Metode pengabuan didasarkan pada pembentukan kristalinitas silika melalui proses termal, sedangkan metode alkalis didasarkan pada sifat kelarutan silika yang tinggi dalam basa, sehingga silika dapat diperoleh dalam bentuk sol dan mudah dimanfaatkan menggunakan proses sol-gel (Sembiring dkk, 2022). Dalam sintesis nanosilika terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, seperti sol-gel, korpresipitasi, ekstraksi sederhana, dan hidrotermal (Kosimaningrum dkk, 2020).

Sintesis nanosilika berhasil dilakukan oleh Silvia dkk, (2020), yakni sintesis nanosilika berbasis silika pasir pantai Bancar (Sowan) sebesar 81,7% dengan menggunakan metode korpresipitasi, namun reaktan yang digunakan dalam metode ini harus kelarutan yang sama. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Freitas dkk, (2019) menggunakan metode ekstraksi sederhana berhasil dilakukan, bahwa pasir Tablolong mengandung senyawa silika (SiO_2) sebesar 36,64%. Namun, penggunaan metode ekstraksi sederhana ini belum signifikan.

Metode hidrotermal juga telah dilakukan oleh Hasri dkk, (2021) yang berhasil mensintesis silika dari pasir pantai Takalar dengan kadar silika sebesar 59,82. Adapun karakteristik dari nanopartikel silika yang dihasilkan dengan metode hidrotermal, yaitu berada pada fasa kristal kuarsa dan kristobalit. Masing-masing trigonal dan tetragonal dengan kisaran ukuran partikel 45,07 nm - 48,68 nm, dengan menggunakan metode ini membutuhkan waktu yang lama karena harus dengan temperatur yang tinggi. Penelitian sintesis nanosilika dengan metode sol-gel dan dengan variasi konsentrasi NaOH juga dilakukan oleh Mujiyanti dkk, (2021) silika tertinggi pada konsentrasi NaOH 3,0M seberat 6,1377 gram sebesar 61,3764%.

2.1.9 Metode Sol-Gel

Proses sol-gel adalah persiapan polimer anorganik atau keramik dari larutan melalui transformasi dari prekursor cair menjadi sol yang akhirnya

menjadi struktur jaringan yang disebut sebagai gel. Proses ini melibatkan evolusi jaringan anorganik melalui pembentukan jaringan koloid dari pembentukan suspensi koloid (sol) dan gelasi sol untuk membentuk jaringan dalam fase cair kontinyu (gel) (Ma dkk, 2018). Prinsip dasar metode sol-gel adalah pembentukan larutan prekursor dari senyawa yang diharapkan dengan menggunakan pelarut organik, terjadinya polimerisasi larutan, terbentuknya, dan dibutuhkan proses pengeringan dan kalsinasi gel untuk menghilangkan senyawa organik serta membentuk material anorganik berupa oksida (Mujiyanti dkk, 2019).

Ada lima tahap dalam pembuatan material sol-gel, yaitu pencampuran (*mixing*), pembentukan gel (*gelating*), pematangan gel (*aging*), proses pengeringan (*drying*), dan pemadatan (*densification*) (Ma dkk, 2018). Metode sol-gel banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang. Dalam pembuatan komposit, keramik, polimer, dan lapisan tipis (Janariah dkk, 2022).

2.1.10 Perak Silika (Ag/SiO₂)

Perak silika (Ag/SiO₂) merupakan hasil sintesis partikel perak sebagai penguat dengan silika sebagai matriks. Ion Ag dapat diperoleh dari sintesis AgNO₃ menjadi nanopartikel perak. Sedangkan silika yang digunakan dapat diperoleh dari TEOS, TMOS, dan sumber silika mineral serta silika nabati (Ananda dan Aini, 2021).

Penelitian mengenai Ag/SiO₂ telah dilakukan oleh Ma dkk, (2018) yang berhasil membuat nanomaterial perak silika (Ag/SiO₂) berbasis *tetraethyl orthosilicate* (TEOS) melalui metode sol-gel dengan suhu kalsinasi 500°C. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Farah dkk, (2022), komposit perak silika (Ag/SiO₂) berbasis silika sekam padi dan perak nitrat (AgNO₃) sebagai prekursor menggunakan metode sol-gel berhasil dilakukan. Dengan menggunakan variasi konsentrasi AgNO₃ 0,3 M; 0,5 M; dan 0,7 M pada suhu termal 850°C. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sembiring dkk, (2022) telah berhasil mensintesis komposit perak silika (Ag/SiO₂) berbasis sekam padi dengan variasi konsentrasi 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 dan 0,8 M perak nitrat (AgNO₃), menunjukkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi perak, maka akan mempengaruhi distribusi ukuran partikel komposit perak silika.

2.1.11 Karakterisasi

2.1.12 UV-Vis

Karakterisasi spektrofotometer Uv- Vis dilakukan untuk menentukan besarnya energi band gap pada komposit Ag/SiO₂. Spektrofotometer merupakan gabungan dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer merupakan alat yang berfungsi untuk menghasilkan sinar dari spektrum dengan nilai panjang

gelombang yang telah ditentukan. Sedangkan fotometer merupakan alat ukur intensitas atau kekuatan cahaya yang ditransmisikan (Novitasari dkk, 2022).

Dari hasil karakterisasi yang dilakukan oleh Novitasari dkk, (2022) spektrofotometer Uv-vis digunakan untuk menentukan energi *band gap* pada konsentrasi 0,5; 0,6; dan 0,7 Mol. Ketika konsentrasi AgNO_3 bertambah maka nilai energi *band gap* semakin meningkat, hal ini berarti semakin banyak kandungan Ag yang dihasilkan.

2.1.13 FTIR (*Fourier Transform InfraRed*)

Spektrometer FTIR (*Fourier Transform InfraRed*) adalah alat yang bertujuan untuk mendeteksi dan menganalisis frekuensi serta mengidentifikasi gugus fungsi pada molekul-molekul organik (Farah dkk, 2022). Spektroskopi FTIR didasarkan pada interaksi radiasi dengan getaran molekul. Dengan mengukur transisi tingkat energi vibrasi molekul dengan penyerapan radiasi (Xu dkk, 2019). Spektroskopi FTIR dapat mendeteksi gugus fungsi dengan menganalisis perubahan struktur, heteroatomik fungsi dan komposisi mineral (Ong dkk, 2020).

Karakterisasi nanomaterial Ag/SiO_2 dilakukan dengan pengukuran spektroskopi FTIR pada rentang bilangan $4000\text{-}500\text{ cm}^{-1}$ dengan sampel berbentuk serbuk. Pada bilangan gelombang $3846,6\text{ cm}^{-1}$ dan $3742,2\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi asimetri gugus fungsi Si-OH. Kehadiran gugus fungsi Si-OH menandakan telah terjadi penyerapan molekul air pada permukaan silika. Penyerapan tersebut semakin diperkuat dengan kehadiran bilangan gelombang $2661,3\text{ cm}^{-1}$ hingga $2087,3\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi simetris gugus fungsi -OH. Kehadiran gugus fungsi -OH menunjukkan bahwa ada kehadiran logam perak yang berada pada sampel. Pada bilangan gelombang $1647,5\text{ cm}^{-1}$ dan $1513,3\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi lemah gugus fungsi O-N-O yang mengidentifikasi hasil residu dari AgNO_3 . Ikatan SiO-Ag pecah atau tidak berikatan karena suhu termal yang tinggi. Vibrasi asimetri gugus fungsi Si-O-Si hadir pada bilangan gelombang $1043,7\text{ cm}^{-1}$ dan vibrasi simetri gugus fungsi Si-O pada bilangan gelombang $790,2\text{ cm}^{-1}$ dan $782,7\text{ cm}^{-1}$ (Farah dkk, 2022).

2.1.14 XRD (*X-Ray Diffraction*)

XRD banyak digunakan sebagai karakterisasi kristal dan analisis komposisi fasa atau senyawa pada suatu material. Pada penelitian yang dilakukan oleh Janariah dkk (2022) serbuk komposit Ag/SiO_2 dilakukan karakterisasi menggunakan *X-ray diffraction* (XRD) dengan panjang gelombang $\lambda = 1,54184\text{ \AA}$ dan rentang sudut $2\theta = 3\text{-}90^\circ$ untuk melihat struktur kristal yang terbentuk.

Sumber sinar-X akan mengalami tumbukan dengan tegangan tinggi pada tabung sinar-X, ini bertujuan agar elektron dengan cepat mengenai logam target

yang akan menghasilkan panjang gelombang antara 0,1 hingga 100×10^{-10} . Material atau sampel yang diujikan harus dalam bentuk padatan atau serbuk (Lestari dan Sartika, 2018).

2.2 Hipotesa

Hipotesa 1

Perak silika (Ag/SiO_2) merupakan hasil sintesis partikel perak sebagai penguat dengan silika sebagai matriks. Ion Ag dapat diperoleh dari sintesis AgNO_3 menjadi nanopartikel perak. Sedangkan silika yang digunakan dapat diperoleh dari TEOS, TMOS, dan sumber silika mineral serta silika nabati (Ananda dan Aini, 2021). Silahooy, (2020) melaporkan bahwa kandungan silika pada pasir pantai Bancar (Sowan) Tuban sebesar 92,20%

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sembiring dkk, (2022) telah berhasil mensintesis komposit perak silika (Ag/SiO_2) berbasis sekam padi dengan variasi konsentrasi 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 dan 0,8 M perak nitrat (AgNO_3), menunjukkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi perak, maka akan mempengaruhi distribusi ukuran partikel komposit perak silika. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Farah dkk, (2022) komposit perak silika (Ag/SiO_2) dengan perbandingan sol silika berbasis silika sekam padi dan larutan AgNO_3 1:1 menggunakan metode sol-gel berhasil dilakukan. Dengan menggunakan variasi konsentrasi AgNO_3 0,3 M; 0,5 M; dan 0,7 M pada suhu termal 850°C .

Jika perbandingan sintesis nanomaterial perak silika (Ag/SiO_2) antara sol silika dengan larutan AgNO_3 1:1 dengan metode sol-gel, maka akan diperoleh sintesis nanomaterial perak silika (Ag/SiO_2) yang optimum.

Hipotesa 2

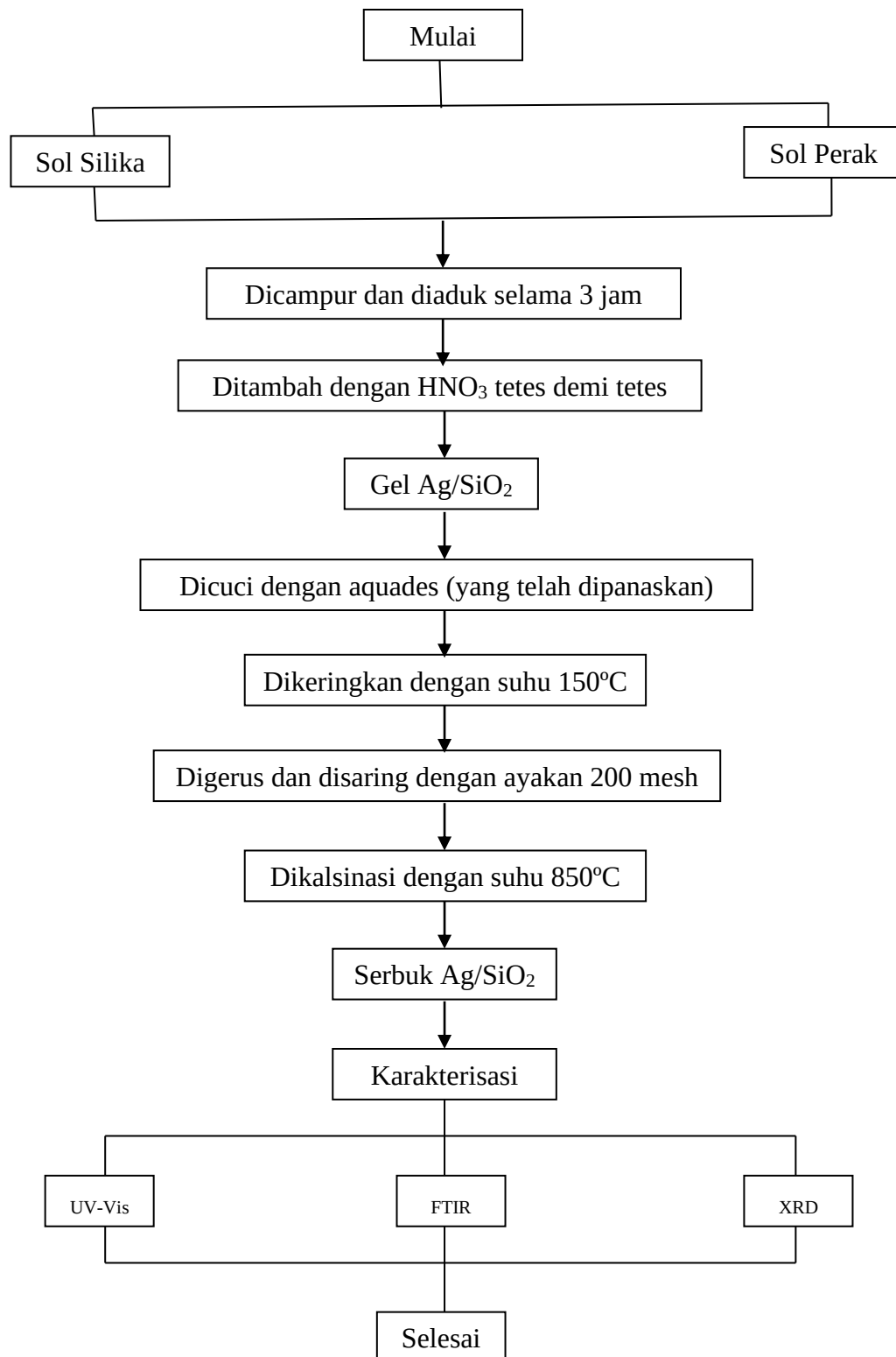
Terbentuknya nanopartikel perak tidak hanya dilihat dari perubahan warna larutan tetapi juga bisa dilihat dari munculnya λ_{maks} di kisaran 400-450 nm yang merupakan khas nanopartikel perak (Prasetyaningtyas dkk, 2020). Karakterisasi nanomaterial Ag/SiO_2 dilakukan dengan pengukuran spektroskopi FTIR pada rentang bilangan $4000\text{-}500\text{ cm}^{-1}$ dengan sampel berbentuk serbuk. Pada bilangan gelombang $3846,6\text{ cm}^{-1}$ dan $3742,2\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi asimetri gugus fungsi Si-OH. Kehadiran gugus fungsi Si-OH menandakan telah terjadi penyerapan molekul air pada permukaan silika. Penyerapan tersebut semakin diperkuat dengan kehadiran bilangan gelombang $2661,3\text{ cm}^{-1}$ hingga $2087,3\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi simetris gugus fungsi -OH. Kehadiran gugus fungsi -OH menunjukkan bahwa ada kehadiran logam perak yang berada pada sampel. Pada bilangan gelombang $1647,5\text{ cm}^{-1}$ dan $1513,3\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi lemah gugus fungsi O-N-O yang mengidentifikasikan hasil residu dari AgNO_3 . Ikatan

SiO-Ag pecah atau tidak berikatan karena suhu termal yang tinggi. Vibrasi asimetri gugus fungsi Si-O-Si hadir pada bilangan gelombang $1043,7\text{ cm}^{-1}$ dan vibrasi simetri gugus fungsi Si-O pada bilangan gelombang $790,2\text{ cm}^{-1}$ dan $782,7\text{ cm}^{-1}$ (Farah dkk, 2022).

Struktur kristal perak dengan konsentrasi 0,3 M sudah terbentuk dengan puncak $2^{\theta}= 38,192^{\circ}; 44,432^{\circ}; 64,569^{\circ}; 77,530^{\circ};$ dan $81,666^{\circ}$ data kristal perak bersesuaian dengan data standar. Pada konsentrasi 0,5 dan 0,7 M struktur kristobalit silika pada $2^{\theta}=21,943^{\circ}$ dan $21,924^{\circ}$ meningkat. Pembentukan struktur komposit perak silika (Ag/SiO₂) dengan variasi 0,3; 0,5; dan 0,7 M menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi AgNO₃ maka tingkat intensitas kemunculan struktur kristal perak (Ag) bertambah dan kemampuan perak ketika menempel pada silika mampu menaikkan intensitas kemunculan kristal silika (Janariah dkk, 2022).

Jika nanopartikel perak muncul di daerah 400-450 nm, vibrasi asimetri gugus fungsi Si-O-Si hadir pada bilangan gelombang $1043,7\text{ cm}^{-1}$, dan tingkat intensitas struktur kristal perak (Ag) pada rentang 20° - 80° , maka akan menunjukkan kondisi optimum dari hasil analisis UV-Vis, FTIR, dan XRD.

2.3 Rancangan Aktivitas



BAB III

KESIMPULAN

Ketika melakukan sintesis nanomaterial Ag/SiO₂ dengan perbandingan 1:1, akan mendapatkan serbuk Ag/SiO₂ yang optimum. Ketika melakukan karakterisasi pada panjang gelombang 400-450 nm, vibrasi asimetri gugus fungsi pada bilangan gelombang 1043,7 cm⁻¹, dan tingkat intensitas struktur kristal perak (Ag) pada rentang 20°-80°, akan mendapatkan hasil karakterisasi puncak absorbansi pada 412 nm, gugus fungsi Si-O-Si, dan struktur kristal perak (Ag) optimum 38°.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, A., & Aini, S. (2021). Sintesis silika mesopori menggunakan bahan dasar Na_2SiO_3 yang dihasilkan dari pasir silika dengan metode sol-gel. *Chemistry Journal of Universitas Negeri Padang*, 10, 37-39.
- Damayanti, N. E., & Taufikurohmah, T. (2019). Pemanfaatan nanosilver sebagai antibakteri dalam formulasi whitening cream terhadap *Staphylococcus aureus*. *UNESA Journal of Chemistry*, 8, 53-61.
- David, I. O., Dare, E. O., & Olaniyan, O. J. (2022). Synthesis and optical properties of silica-silver nanocomposite. *Nano Hybrids and Composites* (pp. 33-40). Switzerland: Trans Tech Publications Ltd.
- Fadillah, I. (2021). Kajian literatur sintesis nanopartikel perak menggunakan reduktor kimia dan biologi serta uji aktivitas antibakteri. *Jurnal Riset Farmasi*, 141-149.
- Farah, R. D., Amanda, N. F., Sembiring, S., & Junaidi. (2022). Studi pendahuluan pembentukan gugus fungsi dari komposit perak silika (Ag/SiO_2) berbasis sekam padi. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 10, 31-35.
- Freitas, F. v., Pingak, R. K., Ahab, A. S., & Baunsele, S. D. (2019). Pemurnian silika dari pasir tablolong menggunakan metode ekstraksi sederhana. *Seminar Nasional sains dan teknik FST UNDANA (Sainstek)* (pp. 123-126). Kupang: Hotel Swiss-Berlin Kristal Kupang.
- Haryono, Yuliyati, Y. B., Noviyanti, A. R., Rizal, M., & Nurjanah, S. (2020). Karakterisasi biodiesel dari minyak kemiri sunan dengan katalis heterogen silika terimpregnasi kalsium oksida (CaO/SiO_2). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 38, 1-68.
- Hasri, Fauziah, & Negara, S. P. (2021). Sintesis nanosilika pasir pantai takalar menggunakan metode hidrotermal. *Jurnal Sainsmat*, 10, 165-171.
- Janariah, Sari, J. O., Sembiring, S., & Junaidi. (2022). Studi pendahuluan pembentukan struktur komposit perak silika (Ag/SiO_2) berbasis sekam padi. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 10, 25-30.
- Jannah, R. R., & Amaria, A. (2020). Artikel review: sintesis nanopartikel perak menggunakan pereduksi asam amino sebagai deteksi ion logam berat. *Prosiding Seminar Nasional Kimia (SNK)* (pp. 185-202). Surabaya: Jurusan kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya.
- Kosimaningrum, W. E., Pitaloka, A. B., Hidayat, A. S., Aisyah, W., Ramadhan, S., & Rosyid, M. A. (2020). Sintesis nanopartikel perak melalui reduksi spontan menggunakan reduktor alami ekstrak kulit lemon serta karakterisasinya sebagai antifungi dan antibakteri. *Jurnal Integrasi Proses*, 9, 34-43.
- Kurniawidi, D. W., Alaa, S., Mulyani, S., & Rahayu, S. (2021). Sintesis zeolit dari batu apung (pumice) daerah ijobalit lombok timur sebagai adsorben

- logam Fe. *ORBITA, Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7, 313-317.
- Lestari, A. S., & Sartika, D. (2018). Preparasi dan karakterisasi nanopartikel Fe₃O₄ menggunakan metode kopresipitasi. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 11, 7-10.
- Ma, Z., Jiang, Y., Xiao, H., Jiang, B., Zhang, H., Peng, M., et al. (2018). Sol-Gel preparation of Ag-Silica nanocomposite with high electricial conductivity. *Applied Surface Science*, 1-29.
- Milawati , S., Syahbanu, I., & Sasri, R. (2021). Sintesis komposit TiO₂-SiO₂ menggunakan metode sol-gel-hidrotermal. *Jurnal ILMU DASAR*, 22, 51-58.
- Miratsi, L., Aprilianti, R., Hamrin, N., Febriani, Y., & Afriani, F. (2021). Karakteristik silika abu ampas tebu melalui metode sol-gel. *Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat* (pp. 152-154). Pangkalpinang: Fakultas teknik universitas bangka belitung.
- Mujiyanti, D. R., ARH, R. S., & Junaidi, A. B. (2019). Sintesis dan karakterisasi nanosilika dari tetraethylorthosilicate (TEOS) dengan penambahan polietilen glikol (PEG) menggunakan sol-gel. *Prosiding Seminar dan Rapat Tahunan BKS PTN Wilayah Barat Bidang MIPA* (pp. 348-355). Bengkulu: FMIPA Universitas Bengkulu.
- Mujiyanti, D. R., Ariyani, D., & Paujiah, N. (2021). Kajian variasi konsentrasi NaOH dalam ekstraksi silika dari limbah sekam padi banjar jenis "Pandak". *Sains dan Terapan Kimia*, 15, 143-153.
- Nirwana, Alimuddin, & Erwin. (2018). Pembuatan dan pemanfaatan silika dari pasir pantai sebagai bahan pemucat untuk menurunkan kadar asam lemak bebas pada CPO (Crude Palm Oil). *Prosiding Seminar Nasional Kimia* (pp. 46-50). Samarinda: Kimia FMIPA UNMUL.
- Novitasari, D., Lusiana , L. A., Sembiring, S., & Junaidi. (2022). Studi pendahuluan penentuan nilai energi band gap komposit perak silika (Ag/SiO₂) berbasis sekam padi. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 10, 36-40.
- Nurdahniyati, Handayani, N., Subagyono, R. D., & Kusumawati , E. (2021). Uji antibakteri Ag/SBA-15 dari abu daun bambu petung terhadap bakteri Eschericia coli. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 18, 56-61.
- Prasetiowati, A. L., Prasetya, A. T., & Wardani, S. (2018). Sintesis nanopartikel perak dengan bioreduktor ekstrak daun belimbing wuluh (*Avverhoa Bilimbi L.*) sebagai antibakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7, 160-166.
- Prasetyaningtyas, T., Prasetya, A. T., & Widiarti, N. (2020). Sintesis nanopartikel perak termodifikasi kitosan dengan bioreduktor ekstrak daun kemangi (*Ocimum balisicum L.*) dan uji aktivitasnya sebagai antibakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 9, 37-43.

- Prasetyo, W. D. (2018). Sintesis nanomaterial perak dengan kontrol terhadap bentuk dan ukuran. *Jurnal Teknologi*, 1, 1-8.
- Putri, S. E., Rahman, A., Pratiwi, D. E., Majid, A. F., & Tjahjanto, R. T. (2021). Analisis kandungan oksida logam clay alam sulawesi selatan sebagai bahan dasar pembuatan keramik berpori gelcasting. *Fullerene Journal of Chemistry*, 6, 171-176.
- Rahman, M. W., Rahman, M., Sarker, M., Rashid, F., & Mahmud, M. M. (2021). Syntesis of nano silica particle from silica sand and characterization of nano silica based R124a refrigerant. *Materials Today: Proceedings*, 1-6.
- Sembiring, S., Riyanto, A., Firdaus, I., Junaidi, & Situmeang, R. (2022). Structure and properties of silver-silica composite prepared from rice husk silica and silver nitrate. *Ceramics-Silikaty*, 66, 167-177.
- Silahooy, S. (2020). Analisis serbuk silika amorf (SiO_2) berbahan dasar pasir. *Scie Map J*, 2, 75-78.
- Silvia, L., & Zainuri, M. (2020). Analisis silika (SiO_2) hasil kopresipitasi berbasis bahan alam menggunakan uji XRF dan XRD. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 16, 12-17.
- Sucitra, I. G. (2019). Eksperimentasi tekstur silika dalam penciptaan lukisan. *Jurnal Seni Rupa & Desain*, 22, 161-174.
- Sumari, Permatasari, S. I., Ilmiyah, L., Fajaroh, F., Yahmin, & Suryadharma, I. B. (2020). Pengaruh komposisi $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ dalam sintesis ZSM-5 (Zeolite Socony Mobile-5) bersumber silika pasir pantai bancar, kabupaten tuban. *JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia dan Terapannya*, 4, 27-32.
- Sutal, Y., Pingak, R. K., Ahab, A. S., & Baunsele, S. D. (2019). Kajian awal ekstraksi silika dari pasir noeltoko menggunakan X-Ray Fluorescence. *Seminar Nasional Sains dan Teknik FST UNDANA (Sainstek)* (pp. 75-78). Kupang: Hotel Swiss-Berlinn Kristal Kupang.
- Talabani, R. F., Hamad, S. M., Barzinjy, A. A., & Demir, U. (2021). Biosynthesis of silver nanoparticles and their applications in harvesting sunlight for solar thermal generation. *Nanomaterials*, 11, 1-19.
- Wigati, A., Nurmiyanto, A., & Ardhayanti, L. I. (2018). Preparasi media spons luffa cylindrica berlapis nanopartikel perak (AgNPs) untuk proses disinfeksi pada efluen ipal komunal. *Universitas Islam Indonesia*, 1-12.