PROPOSAL PENELITIAN

SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOMATERIAL PERAK SILIKA (Ag/SiO_2) BERBASIS SILIKA PASIR PANTAI SOWAN TUBAN DENGAN METODE HIDROTERMAL

Disisun oleh:

M. REZA SUBIYANTO (20472011006)

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNIK

UNIVERSITAS BOJONEGORO

2023

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI ii
RINGKASAN 3
BAB I PENDAHULUAN 4
1.1 Latar Belakang 4
1.2 Rumusan Masalah ..... Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian ..... Error! Bookmark not defined.
BAB II 8
PEMBAHASAN 8
2.1 Tinjauan Pustaka 8
2.1.1 Nanopartikel Perak 8
2.1.2 Sintesis Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi 8
2.1.3 Silikon Dioksida (SiO2) 9
2.1.4 Sumber Silika ..... Error! Bookmark not defined.
2.1.6 Hidrotermal Sintesis ..... Error! Bookmark not defined.
2.1.6 Hidrotermal Mineral ..... Error! Bookmark not defined.
2.1.7 Silika Pasir Pantai ..... Error! Bookmark not defined.
2.1.8 Metode Hidrotermal ..... Error! Bookmark not defined.
2.1.9 Perak Silika (Ag/SiO2) ..... Error! Bookmark not defined.
2.1.10 Karakterisasi ..... Error! Bookmark not defined.
2.1.11 UV-Vis 12
2.1.12 FTIR (Fourier Transform InfraRed) 12
2.1.13 XRD (X-Ray Diffraction) 12
2.2 Hipotesa ..... Error! Bookmark not defined.
2.3 Rancangan Aktivitas 14
BAB III KESIMPULAN 15
DAFTAR PUSTAKA 16

RINGKASAN

Sintesis perak silika (Ag/SiO_2) dapat dilakukan dengan menggunakan metode Hidrotermal 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 vibrasi asimetri gugus fungsi pada bilangan gelombang 1043,7 cm-1 merupakan kondisi optimum. Sedangkan hasil analisis XRD menunjukkan tingkat intensitas struktur kristal optimum pada rentang 38º.

Kata kunci: Perak silika, Hidrotermal, Silika pasir pantai, Uv-Vis, FTIR, XRD

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan nanomaterial saat ini sudah mendominasi hampir semua aspek kehidupan. Benda yang ada di sekitar sangat dipengaruhi oleh peran struktur nano. Hal ini yang membuat kajian nano dalam bidang ilmu fisika menjadi sangat menarik untuk digeluti. Secara umum, nanomaterial menjelaskan suatu bahan yang komponen strukturnya berukuran antara 1 sampai dengan 100 nm. Sifat dari nanomaterial mempunyai karakteristik katalisis, adsorpsi, dan reaktifitas yang tinggi. Oleh karena itu, nanomaterial diteliti dan dikembangkan dalam berbagai bidang.

Perak (Ag) telah menunjukkan potensi yang menjanjikan di berbagai bidang dan memberikan kontribusi signifikan terhadap kemajuan bidang nanomaterial. Menurut Tran et al. (2013) menyatakan bahwa nanopartikel perak mempunyai sifat yang unik, antara lain mempunyai sifat kimia yang stabil, katalis dan bahan antibakteri, serta bersifat netral didalam air. Aplikasi paling luas dari nanopartikel perak saat ini sebagai antibakteri (Zaman et al., 2022) dan antivirus mengingat pandemi Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) (Jeremiah et al., 2020). Nanopartikel perak juga dimanfaatkan dalam industri tekstil pada membran filtrasi sistem pemurnian air (Salem & Fouda, 2021), sensor (Imran et al., 2020), dan katalis (Paul et al., 2021).

Nanopartikel perak dapat diperoleh dengan metode reduksi. Metode ini dipilh karena metodenya yang mudah, murah, dan menggunakan temperatur rendah. Pada umumnya dalam metode ini, ion logam direduksi oleh agen pereduksi dengan penambahan agen penstabil. Stabilitas nanopartikel memegang peranan yang sangat penting terutama ketika nanopartikel diaplikasikan ke dalam sebuah produk. Indikator terbentuknya nanopartikel perak adalah berubahnya warna larutan dari bening menjadi kuning terang (Junaidi, 2017). Menurut Mohd et al. (2019) nanopartikel perak terbentuk pada panjang gelombang 380-450 nm. Dalam pembuatan nanopartikel perak dibutuhkan sebuah agen pereduksi dan zat penstabil. Zat penstabil yang biasa digunakan adalah trisodium sitrat ($C_6H_5Na_3O_7$) (Khatoon et al., 2017). Masalah yang biasa ditemui pada nanopartikel perak saat melakukan kontak langsung dengan bakteri yaitu mengalami agregasi. Agregasi ini dapat menyebabkan aktivitas antibakterinya menurun dan luas permukaan nanopartikel perak menurun. Untuk mencegah hal ini maka nanopartikel perak perlu diaplikasikan pada matriks seperti silika.

Dalam sintesis hidrotermal, reaksi dilakukan dengan adanya air pada kisaran suhu 80-400°C, tekanan hingga 100 KPa dan periode waktu yang lama. Serbuk nanopartikel hidroksiapatit yang dihasilkan dalam metode ini relatif stoikiometri dan menghadirkan kristalinitas tinggi. Selain itu, kemurnian fase dan rasio Ca / P meningkat secara signifikan karena waktu dan suhu hidrotermal meningkat. Sebaliknya, sintesis dengan iradiasi gelombang mikro ditandai dengan konversi energi gelombang mikro in situ menjadi panas. Diperlukan beberapa menit untuk mencapai seluruh suhu perlakuan volume larutan tanpa gradien apa pun. Hidroksiapatit yang disiapkan dengan teknik ini, umumnya mengandung ukuran partikel yang lebih kecil, kemurnian yang baik dan distribusi ukuran yang lebih dekat.

Silika (SiO_2) menjadi minat yang cukup besar dalam ilmu material karena dapat dijadikan bahan dasar komposit dan matriks. Sumber silika dapat ditemukan pada sekam padi. Silika dari sekam padi menarik untuk dikembangkan karena ketersediannya yang melimpah dan mengandung silika yang tinggi, yakni 16-20% berat dari sekam padi (Prabha et al., 2021). Silika dari sekam padi diketahui memiliki fasa amorf yang menunjukkan bahwa silika sekam padi merupakan material berpori sehingga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben (Shukla, 2020). Selain itu, silika amorf juga bersifat

reaktif, memiliki luas permukaan yang besar, dan stabilitas termal yang tinggi. Untuk memanfaatkan ketersediaan dan sifat unggul kedua material tersebut, dapat dibuat komposit Ag/SiO2. Metode yang dapat digunakan dalam pembuatan komposit Ag/SiO2 adalah metode sol gel. Metode sol gel dipilih karena hasil yang diperoleh memiliki kemurnian yang tinggi.

Penelitian mengenai Ag/SiO2 telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian Pham et al. (2014) berhasil membuat serbuk nanomaterial perak silika (Ag/SiO2) berbasis tetraethyl orthosilicate (TEOS) melalui metode sol gel dengan variasi suhu sintering 400-1.000 °C. Pada penelitian ini diungkapkan bahwa nanokristal perak telah muncul setelah pemanasan pada suhu 600 oC dan selesai pada suhu 1.000 °C. Nanopartikel perak dapat terdistribusi homogen diseluruh jaringan silika amorf pada suhu 800 °C. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Dudek et al. (2017) mengungkapkan bahwa struktur nanokomposit Ag/SiO2 stabil hingga suhu 1.000 °C. Kandunganperak menurun pada suhu 1040 °C dan diatas suhu 1100 °C perak tidak terdeteksi lagi pada sampel.

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/SiO_2. Metode yang dapat digunakan dalam pembuatan komposit Ag/SiO_2 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 Hidrotermal 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/SiO_2) berbasis *tetraethyl orthosilicate* (TEOS) melalui metode sol-gel dengan suhu kalsinasi 500ºC. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Farah dkk, (2022), komposit perak silika (Ag/SiO_2) berbasis silika sekam padi dan perak nitrat ($AgNO_3$) sebagai prekursor menggunakan metode Hidrotermal berhasil dilakukan. Dengan menggunakan variasi konsentrasi $AgNO_3$ 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/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 kosentrasi perak, maka akan mempengaruhi distribusi ukuran partikel komposit perak silika.

Bedasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan sintesis komposit perak silika berbasis pasir pantai Sowan Tuban dengan menggunakan metode Hidrotermal. Tahapan pertama adalah pembuatan nanopartikel perak dengan menggunakan metode reduksi kimia, dengan $AgNO_3$ sebagai logam prekusor dan $Na_3C_5H_6O_7$ 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 Hidrotermal. Sampel selanjutnya diberikan perlakuan kalsinasi pada suhu 850°C. Dari penelitian ini penulis mencoba untuk mensintesis nanomaterial perak silika (Ag/SiO_2) dan mengkarakterisasi hasil sintesis dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui nilai band gap, Spektometer *Fourier Transformation Infared* (FTIR) untuk analisis gugus fungsi, *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur fasa.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana kondisi optimum sintesis nanomaterial perak silika (Ag/SiO_2) dengan metode Hidrotermal ?

Bagaimana kondisi optimum hasil karakterisasi nanomaterial perak silika (Ag/SiO_2) berdasarkan karakterisasi UV-Vis, FTIR, dan XRD?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui kondisi optimum sintesis nanomaterial perak silika (Ag/SiO_2) dengan metode Hidrotermal.

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

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, hirazina 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 ($Na_3C_6H_5O_7$). Reaksi kimia yang terjadi pada proses reduksi perak nitrat ($AgNO_3$) menggunakan reduktor trisodium sitrat seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2.1).

$$4Ag^+ + Na_3C_6H_5O_7 + 2H_2O \rightarrow 4Ag^0 + C_6H_5O_7H_3 + 3Na^+ + H^+ + O_2 \qquad (2.1)$$

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, juga dikenal sebagai silikon dioksida (SiO2), adalah salah satu senyawa kimia yang paling umum di Bumi. Sumber silika dapat berasal dari berbagai jenis batuan dan proses geologi. Berikut ini adalah beberapa sumber utama silika:

Kuarsa: Kuarsa adalah sumber silika yang paling melimpah. Ini adalah bentuk yang paling stabil dari silika dan ditemukan di berbagai jenis batuan, termasuk granit, batu pasir, batu gamping, dan serpih. Kuarsa juga merupakan komponen utama pasir pantai dan gurun.

Batu pasir: Batu pasir adalah salah satu sumber silika yang paling umum digunakan. Ini terbentuk proses melalui pelapukan dan erosi batuan kuarsa yang kemudian menghasilkan butiran-butiran pasir. Batu pasir banyak digunakan dalam industri konstruksi, pembuatan kaca, keramik, dan beton.

Serpih: Serpih mengandung kandungan silika yang signifikan. Serpih terbentuk dari pengendapan partikel-partikel halus yang terdiri dari lempung mineral dan silika. Serpih sering digunakan dalam industri minyak dan gas untuk pembuatan bahan pelapis hidrolik.

Batu gunung: Beberapa jenis batuan gunung, seperti granit, diketahui mengandung konsentrasi silika yang tinggi. Batuan gunung sering digunakan sebagai bahan bangunan, batu hias, dan kerajinan.

Batuan vulkanik: Lava vulkanik mengandung silika yang tinggi. Batuan vulkanik seperti obsidian, riolit, dan batu pasir vulkanik mengandung silika dalam bentuk amorf atau kristalin. Silika vulkanik sering digunakan dalam kaca industri, pengisian dalam beton, dan sebagai bahan pengganti pasir.

2.1.5 Hidrotermal Sintesis

Pada umumnya, analisis hidrotermal dilakukan dalam konteks geologi dan geokimia, dengan tujuan untuk memahami berbagai proses geologi yang terjadi di dalam kerak bumi yang melibatkan udara panas. Beberapa topik yang dapat dibahasa dalam analisis hidrotermal antara lain:

Sumber air hidrotermal: Analisis hidrotermal mempelajari sumber udara yang terlibat dalam proses hidrotermal. Air dapat berasal dari sumber permukaan seperti hujan atau sungai, atau dari sumber bawah tanah seperti akuifer yang dalam.

Suhu dan tekanan: Analisis hidrotermal mencakup pengukuran dan pemodelan suhu dan tekanan air hidrotermal. Suhu dan tekanan ini dapat bervariasi tergantung pada kedalaman, komposisi batuan, dan proses geologi di daerah tersebut.

Karakteristik kimia: Analisis hidrotermal juga melibatkan studi tentang komposisi kimia air hidrotermal. Ini mencakup konsentrasi berbagai elemen dan senyawa, termasuk logam-logam seperti emas, perak, tembaga, dan lainnya. Analisis ini membantu dalam pemahaman tentang asal-usul mineral hidrotermal dan potensi endapan mineral yang terkait.

Interaksi batuan dan air: Proses hidrotermal melibatkan interaksi antara air panas dan batuan di dalam kerak bumi. Analisis hidrotermal mencoba memahami bagaimana reaksi kimia antara air dan mineral dalam batuan dapat menghasilkan perubahan mineralogi, pemekatan logam, dan pembentukan endapan mineral.

2.1.6 Hidrotermal Mineral

Berikut ini beberapa aspek yang dapat dibahasa tentang mineral hidrotermal:

Pembentukan mineral hidrotermal: Mineral hidrotermal terbentuk melalui reaksi kimia antara air panas dan batuan yang menghasilkan endapan mineral. Udara panas mengandung larutan yang kaya akan zat-zat terlarut, termasuk logam-logam seperti emas, perak, tembaga, timah, dan lainnya. Ketika udara panas mengalir melalui celah-celah batuan atau sistem patahan, perubahan suhu dan tekanan dapat memicu peluahan mineral dari batuan dan pengendapan mineral dalam celah-celah atau retakan tersebut.

Jenis mineral hidrotermal: Berbagai jenis mineral dapat terbentuk melalui proses hidrotermal tergantung pada komposisi kimia air panas dan batuan yang terlibat. Contoh umum dari mineral hidrotermal termasuk kuarsa, kalsit, pirit, sfalerit, kuarsa, turmalin, epidot, dan berbagai logam sulfida dan oksida seperti emas, perak, tembaga, dan lainnya. Kekayaan mineral yang terbentuk melalui proses hidrotermal ini sering dikaitkan dengan endapan bijih logam yang bernilai ekonomis.

Zona hidrotermal: Proses hidrotermal sering terjadi di sekitar zona vulkanik aktif, gunung berapi, dan patahan. Zona hidrotermal dapat dibagi menjadi zona epitermal, zona mesoterma, dan zona hipoterma, tergantung pada kedalaman dan suhu air panas yang terlibat. Zona hidrotermal ini memiliki karakteristik mineralogis dan endapan mineral yang berbeda-beda. Misalnya zona epitermal memiliki mineral endapan yang cenderung lebih dekat dengan permukaan, sedangkan zona hipoterma terletak pada kedalaman yang lebih besar dan menghasilkan endapan mineral yang berbeda.

2.1.7 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 penggunannya. 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.

2.1.8 Metode Hidrotermal

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 Perak Silika (Ag/SiO_2)

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).

Penelitian mengenai Ag/SiO_2 telah dilakukan oleh Ma dkk, (2018) yang berhasil membuat nanomaterial perak silika (Ag/SiO_2) berbasis *tetraethyl orthosilicate* (TEOS) melalui metode sol-gel dengan suhu kalsinasi 500ºC. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Farah dkk, (2022), komposit perak silika (Ag/SiO_2) berbasis silika sekam padi dan perak nitrat ($AgNO_3$) sebagai prekursor 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. 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 kosentrasi perak, maka akan mempengaruhi distribusi ukuran partikel komposit perak silika.

2.1.10 Karakterisasi

2.1.11 UV-Vis

Karakterisasi spektrofotometer Uv- Vis dilakukan untuk menentukan besarnya energi band gap pada komposit Ag/SiO_2. 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.

2.1.12 FTIR (Fourier Transform InfraRed)

Spektometer 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 4000-500 cm^{-1} dengan sampel berbentuk serbuk. Pada bilangan gelombang 3846,6 cm^{-1}dan 3742,2 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 cm^{-1} hingga 2087,3 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 cm^{-1} dan 1513,3 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 cm^{-1} dan vibrasi simetri gugus fungsi Si-O pada bilangan gelombang 790,2 cm^{-1} dan 782,7 cm^{-1} (Farah dkk, 2022).

2.1.13 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/SiO2 dilakukan karakterisasi menggunakan *X-ray diffraction* (XRD) dengan panjang gelombang λ= 1,54184 Å dan rentang sudut 2θ=3-90^o untuk melihat struktur kristal yang terbentuk.

Sumber sinar-X akan mengalami tumbukan dengan tegangan tinggi pada tabung sinar-X, ini bertujuan agar elekton 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 kosentrasi 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

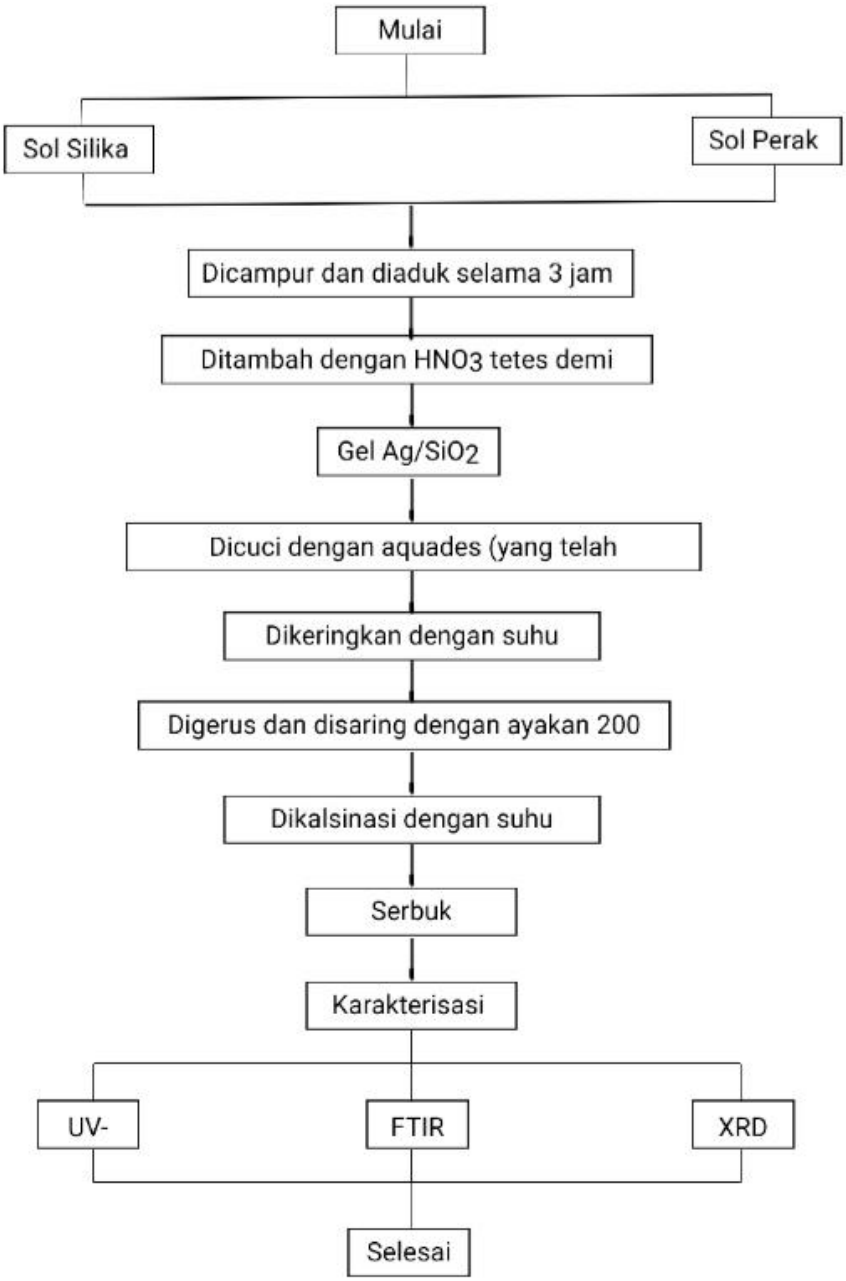
Terbentuknya nanopartikel perak tidak hanya dilihat dari perubahan warna larutan tetapi juga bisa dilihat dari munculnya λmaks di kisaran 400-450 nm yang merupakan khas nanopartikel perak (Prasetyaningtyas dkk, 2020). Karakterisasi nanomaterial Ag/SiO_2 dilakukan dengan pengukuran spektroskopi FTIR pada rentang bilangan 4000-500 cm^{-1} dengan sampel berbentuk serbuk. Pada bilangan gelombang 3846,6 cm^{-1}dan 3742,2 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 cm^{-1} hingga 2087,3 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 cm^{-1} dan 1513,3 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 cm^{-1} dan vibrasi simetri gugus fungsi Si-O pada bilangan gelombang 790,2 cm^{-1} dan 782,7 cm^{-1} (Farah dkk, 2022).

Struktur kristal perak dengan konsentrasi 0,3 M sudah terbentuk dengan puncak 2^{θ}= 38,192^{o}; 44,432^{o}; 64,569^{o}; 77,530^{o}; dan 81,666^{o} data kristal perak bersesuaian dengan data standar. Pada konsentrasi 0,5 dan 0,7 M struktur kristobalit silika pada 2^{θ}=21,943^{o} dan 21,924^{o} meningkat. Pembentukan struktur komposit perak silika (Ag/SiO_2) dengan variasi 0,3; 0,5; dan 0,7 M menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi $AgNO_3$ maka tingkat intensitas kemunculan struktur kristal perak (Ag) bertambah dan kemampuan perak ketika menempel pada silika mampu manaikkan 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 cm^{-1}, dan tingkat intensitas struktur kristal perak (Ag)

ipada rentang 20°-80°, maka akan menunjukkan kondisi optimum dari hasil analisis UV-Vis, FTIR, dan XRD.

2.3 Rancangan Aktivitas



BAB III

KESIMPULAN

1. Ketika saya melakukan sintesis nanomaterial Ag/SiO_2 dengan perbandingan 1:1, saya akan mendapatkan serbuk 1,5-1,6 gram berwarna putih.
2. Ketika saya melakukan karakterisasi pada 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°, saya 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 $Na2SiO_3$ 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 nano*silver* sebagai antibakteri dalam formulasi whitening cream terhadap Staphyloccus aureus. *UNESA Journal of Chemistry, 8*, 53-61.

David, I. O., Dare , E. O., & Olaniyan, O. J. (2022). Syinthesis 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 biodesel 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 nanopartiekel 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 TiO_2-SiO_2 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/SiO_2) 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.