

INTISARI

Oleh

Leni Rumiyantri
21/476411/SPA/00788

Seiring perkembangan industri, kebutuhan akan material antikorosi yang efektif semakin meningkat. Nanopartikel silika mesopori (MSN) dianggap sebagai nanokontainer inhibitor korosi (CIN) yang potensial karena kemampuannya dalam menyimpan dan melepaskan senyawa aktif antikorosi. Salah satu nanokontainer yang masih jarang diteliti adalah MSN dengan *capping* benzotriazole-perak (BTA-Ag). Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis MSN, MSN-BTA, dan MSN-BTA-Ag berbasis sekam padi serta mengevaluasi potensinya sebagai CIN. Sekam padi digunakan sebagai sumber silika yang berkelanjutan dan ekonomis dengan dampak lingkungan yang rendah. Sintesis MSN dilakukan melalui metode *sol-gel*, diikuti dengan impregnasi BTA dan *capping* Ag menggunakan metode pasca-sintesis.

Karakterisasi menunjukkan keberhasilan sintesis MSN, MSN-BTA, dan MSN-BTA-Ag. Hasil *fourier transform infrared* mengidentifikasi gugus siloksan sebagai ciri khas material silikat pada ketiga sampel. Analisis *scanning electron microscopy-energy dispersive system* (SEM-EDS) mengonfirmasi morfologi seperti bulat dengan komposisi utama silika, sementara *transmission electron microscopy* menunjukkan ukuran partikel rata-rata MSN, MSN-BTA, dan MSN-BTA-Ag masing-masing sebesar 53, 55, dan 61 nm. Hasil *X-ray diffraction* mengindikasikan keberadaan fasa silika dan natrium silikat hidrat pada semua sampel. Analisis *surface area analyzer* menunjukkan perbedaan signifikan pada parameter porositas. MSN memiliki ukuran pori 2,3 nm, luas permukaan 182 m²/g, dan volume pori 0,2 cm³/g; MSN-BTA memiliki ukuran pori 4,4 nm, luas permukaan 18 m²/g, dan volume pori 0,1 cm³/g; sedangkan MSN-BTA-Ag memiliki ukuran pori 2,5 nm, luas permukaan 41 m²/g, dan volume pori 0,1 cm³/g.

Uji antikorosi dalam larutan NaCl 3,5% menunjukkan bahwa pelapisan dengan MSN-BTA-Ag memberikan perlindungan terbaik, dengan laju korosi sebesar $4,1 \times 10^{-5}$ mm/tahun setelah 24 jam, lebih rendah dibandingkan MSN-BTA ($6,1 \times 10^{-5}$ mm/tahun) dan MSN ($7,2 \times 10^{-5}$ mm/tahun). Setelah 120 dan 240 jam, MSN-BTA-Ag tetap menunjukkan performa tertinggi dengan laju korosi masing-masing sebesar $9,2 \times 10^{-5}$ mm/tahun dan $1,1 \times 10^{-4}$ mm/tahun. Karakterisasi dengan *electrochemical impedance spectroscopy* juga menunjukkan ketahanan korosi yang lebih tinggi pada MSN-BTA-Ag, yang ditandai dengan diameter *semicircle* lebih besar pada diagram *Nyquist*. Kandungan besi (Fe) yang tersisa setelah pengujian menunjukkan tingkat perlindungan lebih baik pada MSN-BTA-Ag (97%) dibandingkan MSN-BTA (95%) dan MSN (92%). Pengamatan SEM setelah uji antikorosi juga menunjukkan lebih sedikit produk korosi pada sampel MSN-BTA-Ag dengan distribusi unsur yang lebih merata. Berdasarkan hasil ini, MSN berbasis sekam padi dengan *capping* BTA-Ag terbukti sebagai CIN yang lebih unggul dalam pengendalian korosi dibandingkan MSN dan MSN-BTA.

Kata kunci: MSN, sekam padi, BTA-Ag, CIN.

ABSTRACT

Oleh

Leni Rumiyantri
21/476411/SPA/00788

As industries continue to develop, the demand for effective anticorrosion materials is growing. Mesoporous silica nanoparticles (MSN) are considered potential corrosion inhibitor nanocontainers (CIN) due to their ability to store and release active anticorrosion compounds. One underexplored nanocontainer is MSN capped with benzotriazole-silver (BTA-Ag). This study aims to synthesize rice husk-based MSN, MSN-BTA, and MSN-BTA-Ag and evaluate their potential as CINs. Rice husk is used as a sustainable and economical source of silica, with a lower environmental impact. MSN synthesis was carried out using the sol-gel method, followed by BTA impregnation and Ag capping through a post-synthesis method.

Material characterization confirmed the successful synthesis of MSN, MSN-BTA, and MSN-BTA-Ag. Fourier transform infrared spectroscopy identified siloxane groups as characteristic features of the silicate materials in all three samples. Scanning electron microscopy-energy dispersive system (SEM-EDS) analysis confirmed a spherical morphology with silica as the primary component, while transmission electron microscopy showed the average particle sizes of MSN, MSN-BTA, and MSN-BTA-Ag were 53, 55, and 61 nm, respectively. X-ray diffraction analysis indicated the presence of silica and sodium silicate hydrate phases in all samples. Surface area analysis revealed significant differences in porosity parameters. MSN exhibited a pore size of 2.3 nm, surface area of 182 m²/g, and pore volume of 0.2 cm³/g; MSN-BTA had a pore size of 4.4 nm, surface area of 18 m²/g, and pore volume of 0.1 cm³/g; while MSN-BTA-Ag exhibited a pore size of 2.5 nm, surface area of 41 m²/g, and pore volume of 0.1 cm³/g.

Anticorrosion testing in a 3.5% NaCl solution showed that MSN-BTA-Ag coating provided the best protection, with a corrosion rate of 4.1×10^{-5} mm/year after 24 hours, lower than MSN-BTA (6.1×10^{-5} mm/year) and MSN (7.2×10^{-5} mm/year). After 120 and 240 hours, MSN-BTA-Ag continued to demonstrate the highest performance with corrosion rates of 9.2×10^{-5} mm/year and 1.1×10^{-4} mm/year, respectively. Electrochemical impedance spectroscopy characterization also indicated greater corrosion resistance for MSN-BTA-Ag, evidenced by a larger semicircle diameter in the Nyquist plot. The remaining iron (Fe) content after testing further confirmed better protection by MSN-BTA-Ag (97%) compared to MSN-BTA (95%) and MSN (92%). SEM observations following the anticorrosion test also revealed fewer corrosion products on the MSN-BTA-Ag sample, with a more uniform elemental distribution. These results demonstrate that rice husk-based MSN with BTA-Ag capping is a superior CIN for corrosion control compared to MSN and MSN-BTA.

Keywords: MSN, rice husk, BTA-Ag, CIN