



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Provinsi Jawa Timur memiliki luas wilayah daratan sekitar 75.700 km², hampir dua kali lipat dari ukuran rata-rata. Provinsi ini memiliki garis pantai sekitar ± 2.128 km, yang meliputi pantai aktif dan potensial, serta mencakup daerah perbatasan sepanjang 12 mil. Selain luas wilayah, Jawa Timur juga dikenal dengan kekayaan sumber daya alam yang mendukung pembangunan provinsi, termasuk produksi garam Indonesia yang lebih dari 70% berasal dari Pulau Jawa dengan metode tradisional. Keunggulan geografis ini menghasilkan potensi sumber daya kelautan yang besar, salah satunya adalah air tua (bittern) limbah cair hasil samping proses kristalisasi garam yang kaya akan mineral, khususnya magnesium (Mg²⁺) (Apriani, 2018).

Bittern adalah cairan pekat (>29 Be) yang berasal dari limbah tambak garam setelah proses produksi garam, bittern diambil dari petani garam Desa Randutatah Kabupaten Probolinggo Jawa Timur, dianalisis untuk mengetahui kandungan mineral menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Analisis ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Dan Kalibrasi, Balai Standarisasi Dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya. Berdasarkan hasil analisis bittern diketahui mengandung berbagai mineral penting yaitu magnesium (Mg²⁺) sebesar 66839 mg/L, kalium (K⁺) sebesar 24679 mg/L, natrium (Na⁺) sebesar 21607 mg/L, klorida (Cl⁻) sebesar 217 mg/L dan kalsium (Ca⁺) sebesar 1255 mg/L. Umumnya, bittern dimasukkan kembali ke dalam air laut yang digunakan dalam produksi garam untuk mempercepat proses penguapan. Saat ini, pemanfaatan bittern telah meluas ke berbagai bidang, baik secara langsung maupun tidak langsung. Penggunaan langsung mencakup perannya dalam suplemen minuman seperti nigari, larutan perendaman, pengawetan ikan (Sembiring, 2011), serta sebagai koagulan dalam pengolahan limbah industri (Sutiyono, 2006). Sementara itu, secara tidak langsung, bittern digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan pupuk majemuk, produk garam berbasis kalium (Ghosh, 2014), serta turunan magnesium seperti magnesium



oksida (MgO), magnesium sulfat (MgSO_4) (Sani, 2010), magnesium hidroksida ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), dan magnesium silikat (MgSiO_2).

Pembentukan magnesium silikat dapat dilakukan melalui reaksi antara sumber magnesium seperti magnesium hidroksida yang diperoleh dari bittern dan sodium silikat. Reaksi ini umumnya dilakukan dengan metode presipitasi, sol-gel, atau metode padat. Keunggulan pendekatan ini terletak pada penggunaan bahan baku limbah dengan nilai ekonomi rendah.

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait magnesium silikat. Pada tahun 2013, Pahlepi melaporkan bahwa penambahan MgO pada silika berbasis sekam padi mempengaruhi karakteristik komposit MgO-SiO_2 . Metode sol-gel digunakan, dan hasilnya menunjukkan kandungan MgO sebesar 19,88% dan SiO_2 sebesar 16,91%, dengan struktur amorf. Selanjutnya, pada tahun 2021, Septajayanti melaporkan produksi magnesium silikat dari sekam padi dan bittern, menghasilkan produk MgSiO_3 yang memenuhi standar penjualan dengan kandungan SiO sebesar 79,8% dan MgO sebesar 14,9%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan masih kurang optimal.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, belum ditemukan penelitian yang secara sistematis mengevaluasi pembentukan magnesium silikat dari bittern dan sodium silikat menggunakan pendekatan optimasi berbasis *Response Surface Methodology* (RSM). Metode RSM memiliki keunggulan dalam mengidentifikasi hubungan interaktif antar variabel proses dan menentukan kondisi optimum secara efisien melalui pendekatan statistik dan matematis. Penggunaan RSM (*Response Surface Methodology*) dalam konteks ini memungkinkan perumusan model prediktif terhadap pengaruh konsentrasi sodium silikat, pH larutan, suhu, serta rasio molar terhadap karakteristik magnesium silikat yang dihasilkan, seperti morfologi, komposisi, dan rendemen.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan proses sintesis magnesium silikat dari bittern dan sodium silikat dengan menggunakan metode presipitasi yang didesain melalui pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM). Fokus utama adalah memperoleh kondisi operasi terbaik



untuk menghasilkan magnesium silikat berkualitas tinggi, baik dari sisi kemurnian, struktur kristal, maupun nilai fungsionalnya.

I.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi optimal dari perbandingan Bittern : NaOH dan Mg(OH)_2 : Na_2SiO_3 terhadap hasil pembentukan magnesium silikat. Serta menentukan kondisi optimum sintesis melalui analisis gravimetri, uji XRF, dan optimasi menggunakan perangkat lunak *Design Expert 13*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar dalam pemanfaatan magnesium silikat sebagai material fungsional, termasuk untuk aplikasi lingkungan seperti penanganan limbah cair yang mengandung logam berat dan gas buang.

I.3 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai sarana informasi terkait rasio optimal bahan baku bittern dan sodium silikat dalam pembentukan MgSiO_3 , serta membuka peluang pengembangan material hasil sintesis untuk aplikasi lanjutan, khususnya sebagai adsorben dalam penanganan limbah cair atau gas buang. Nilai tambah strategis juga ditunjukkan melalui pemanfaatan bittern limbah cair hasil samping industri garam sebagai sumber magnesium yang murah, berlimpah, dan belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga mendukung konsep zero waste, efisiensi sumber daya, dan prinsip ekonomi sirkular dalam pengembangan material berbasis limbah.