

Rekayasa Nanomaterial Semikonduktor Oksida Hasil Mineral Alam Indonesia sebagai Bahan Fotokatalisis untuk Degradasi Polutan Organik Cair = Engineering the Natural Mineral Oxide Semiconductor Nanomaterials Indonesia as a Photocatalytic Material for Degradation of Organic Pollutants Liquid

Akhmad Herman Yuwono, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920516565&lokasi=lokal>

Abstrak

Dengan jumlah penduduk Indonesia yang mencapai 250 juta jiwa, kebutuhan akan sandang tentu akan semakin meningkat. Hal ini tentunya memberikan peluang yang besar bagi perkembangan industri tekstil dalam negeri. Namun di sisi lain pencemaran air disebabkan limbah organik yang berasal dari industri tekstil merupakan masalah krusial yang harus ditangani dengan sebaik-baiknya. Oleh sebab itu salah satu metode yang paling efektif dan efisien dalam penanganan limbah cair adalah melalui proses fotokatalisis. Proses ini memadukan antara mekanisme penyerapan cahaya foton dari sinar matahari dan efek katalis yang dihasilkan dari pembentukan spesies radikal yang mampu mendegradasi zat polutan organik yang berbahaya tersebut. Salah satu bahan fotokatalisis yang paling banyak digunakan secara meluas di dunia sains dan teknologi adalah titanium dioksida (TiO_2) dalam bentuk nanopartikel yang diproduksi secara komersial oleh perusahaan Degussa GmbH-Jerman. Namun demikian, bahan ini diproses melalui jalur impor sehingga memberikan efek ketergantungan atas produksi luar negeri. Di sisi lain Indonesia memiliki mineral ilmenite ($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) sebagai sumber potensial untuk pengadaan nanostruktur TiO_2 . Oleh sebab itu kajian keinsinyuran ini ditujukan sebagai suatu upaya untuk memperoleh nanomaterial semikonduktor oksida hasil mineral asli dari alam Indonesia untuk dapat digunakan sebagai bahan fotokatalisis untuk mendegradasi polutan organik cair yang diakibatkan oleh limbah industri tekstil. Untuk keperluan ini pada mineral ilmenite diberi serangkaian proses dan perlakuan, dimulai dari pengayakan mekanis, dekomposisi kimia dengan basa kuat dan air, dilanjutkan dengan pelindian dengan asam sulfat dan hidrolisis, hingga proses konversi dari struktur 0-D (nanopartikel) menjadi 1-D (nanotube, nanosheet) dan selanjutnya ditingkatkan kristalinitasnya dengan perlakuan pasca-hidrotermal. Dari serangkaian pengujian karakterisasi dengan difraksi sinar X dan spektroskopi ultraviolet-visible dapat diketahui bahwa nanostruktur yang diproses dari ilmenite tersebut masih mengandung pengotor/impurity unsur besi (Fe), sementara pengamatan dengan mikroskop pemindai elektron memperlihatkan struktur nanotube, nanosheet sudah terbentuk dengan baik walaupun masih terdapat penggumpalan (aglomerasi). Hasil pengujian performa fotokatalisis dengan zat warna simulasi metilen biru (MB) menunjukkan bahwa nanosheet yang disintesis dari padatan slag ilmenite memberikan performa di atas nanotube yang disintesis dari material pembanding, yaitu P25 Degussa. Kehadiran pengotor besi memberikan efek positif terhadap penurunan energi celah pita nanomaterial semikonduktor oksida yang dihasilkan, yang pada akhirnya memberikan kemudahan dalam mekanisme fotokatalisis. Dalam pekerjaan kajian ini aspek-aspek keinsinyuran telah dicoba diterapkan sebaik mungkin baik dari sisi kompetensi profesional, prinsip dasar kode etik serta keamanan, keselamatan, kesehatan, dan lingkungan Hidup (K3L).

.....With Indonesia's population reaching 250 million people, the need for clothing will certainly increase. This certainly provides a great opportunity for the development of the domestic textile industry. However,

on the other hand, water pollution caused by organic waste originating from the textile industry is a crucial problem that must be handled as well as possible. Therefore one of the most effective and efficient methods in handling liquid waste is through the photocatalytic process. This process combines the mechanism of absorption of photons from sunlight and the catalytic effect resulting from the formation of radical species that are capable of degrading these harmful organic pollutants. One of the most widely used photocatalyst materials in the world of science and technology is titanium dioxide (TiO_2) in the form of nanoparticles which is commercially produced by Degussa GmbH-Germany. However, this material is processed through imports so that it creates a dependency effect on foreign production. On the other hand, Indonesia has the mineral ilmenite ($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) as a potential source for the procurement of TiO_2 nanostructures. Therefore this engineering study is intended as an effort to obtain semiconductor oxide nanomaterials produced from native Indonesian minerals to be used as a photocatalyst material to degrade liquid organic pollutants caused by textile industry waste. For this purpose, the ilmenite mineral is given a series of processes and treatments, starting from mechanical sieving, chemical decomposition with a strong base and water, followed by leaching with sulfuric acid and hydrolysis, to the conversion process from 0-D structure (nanoparticles) to 1-D (nanotubes, nanosheets) and further increase the crystallinity by post-hydrothermal treatment. From a series of characterization tests with X-ray diffraction and ultraviolet-visible spectroscopy, it can be seen that the nanostructures processed from ilmenite still contain impurities of the element iron (Fe), while observations with an electron microscope show that the structure of nanotubes, nanosheets are well formed although still there is agglomeration. The results of testing the photocatalytic performance with simulated methylene blue (MB) dyes showed that nanosheets synthesized from ilmenite slag solids performed better than nanotubes synthesized from a reference material, namely P25 Degussa. The presence of iron impurities has a positive effect on reducing the bandgap energy of the resulting oxide semiconductor nanomaterials, which in turn provides convenience in the photocatalytic mechanism. In this study work, the engineering aspects have been tried to be applied as best as possible both in terms of professional competence, the basic principles of the code of ethics and security, safety, health and environment (K3L).