

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya sektor industri tekstil saat ini menyebabkan peningkatan penggunaan zat warna yang dapat mencemari lingkungan. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan. Limbah zat warna tekstil merupakan limbah yang sangat berbahaya. Zat warna metilen biru merupakan contoh zat warna yang biasa digunakan dalam industri tekstil. Salah satu kandungan limbah industri tekstil adalah metilen biru. Metilen biru merupakan zat pewarna yang termasuk senyawa organik heterosiklik azo yang bersifat racun, karsinogenik dan mutagenik [1]. Walaupun berbahaya, pewarna ini banyak digunakan di industri tekstil karena harganya yang relatif murah dan mudah untuk diperoleh. Oleh karena sifatnya yang membahayakan, maka diperlukan suatu metode untuk menghilangkan zat-zat warna dari air limbah agar aman untuk dilepas ke lingkungan perairan [2].

Banyak cara telah dilakukan untuk mengatasi limbah zat warna tersebut. Metode-metode penanggulangan limbah zat warna yang telah dikembangkan seperti adsorpsi serta metode kimia seperti klorinasi dan ozonasi merupakan metode-metode yang paling sering digunakan. Adsorpsi merupakan salah satu metode fisika yang banyak dipergunakan untuk mengolah limbah dengan kandungan zat pewarna karena mempunyai sifat mudah dipergunakan, efisien dan rendah kebutuhan energi, serta dapat mempergunakan berbagai bahan jenis adsorben. Metode klorinasi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk pengolahan air limbah sebagai oksidator, klorin digunakan untuk menghilangkan bau, menghilangkan mikroorganisme yang tidak dibutuhkan. Namun metode ini memiliki kelemahan yang dapat menimbulkan kanker jika air dikonsumsi kembali. Metode ozonasi dapat membunuh mikroorganisme yang terdapat pada air, menghilangkan bau dan rasa yang berasal dari komponen organik. Metode ini pun memiliki kelemahan yaitu O_3 merupakan gas yang tidak stabil sehingga akan lenyap dalam beberapa menit, memerlukan energi yang besar, dan biaya yang relatif besar [3].

Metode-metode tersebut walaupun cukup efektif serta adanya metode yang memerlukan biaya operasional yang tidak sedikit, sehingga perlu dicari alternatif lain yang relatif lebih murah dan cukup efektif. Salah satu alternatif yang digunakan adalah fotodegradasi. Metode fotodegradasi merupakan metode yang efektif karena dapat menguraikan senyawa zat warna dengan bantuan cahaya menjadi senyawa yang tidak berbahaya seperti H₂O dan CO₂ tanpa menimbulkan limbah baru. Metode fotodegradasi dapat dilakukan dengan menggunakan katalis berupa semikonduktor. Bahan semikonduktor oksida fotokatalis yang sering digunakan adalah TiO₂, CuO, CdO, Fe₂O₃ dan ZnO. Bahkan ada beberapa semikonduktor oksida yang disintesis dengan hidroksiapatit untuk dijadikan komposit yang kemudian akan berpotensi sebagai fotokatalis untuk mengurangi intensitas zat warna dalam limbah perairan. TiO₂ merupakan mineral oksida yang paling banyak digunakan sebagai fotokatalis karena efisiensinya yang tinggi, menghasilkan proses dekomposisi kontaminan organik yang sempurna, dan produk samping yang tidak terlalu signifikan. Walaupun begitu, penelitian mengenai fotokatalis banyak dilakukan pada senyawa mineral oksida lainnya. Hal ini dilakukan untuk mengkaji dan mengembangkan kinerja mineral oksida lainnya untuk fotokatalis.

Selain oksida logam, mineral anorganik yang dapat digunakan sebagai fotokatalis yaitu hidroksiapatit. Hidroksiapatit terbagi menjadi dua jenis yaitu alami dan sintesis. Hidroksiapatit alami adalah hidroksiapatit yang dihasilkan dengan menggunakan bahan alami yang mengandung banyak kalsium dalam kalsium karbonat CaCO₃. Kalsium karbonat dapat ditemukan dengan mudah di sekitar lingkungan hidup kita di dalam tulang-tulang, cangkang, dan pelindung hewan lunak. Hidroksiapatit sintesis adalah hidroksiapatit yang dibuat secara kimiawi. Hidroksiapatit sintesis tidak hanya diperoleh melalui reaksi senyawa-senyawa sintesis, tetapi dapat juga diperoleh dengan mereaksikan senyawa sintesis dengan senyawa alami.

Hidroksiapatit (Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂) adalah mineral anorganik yang bisa didapatkan dalam tulang, diantaranya adalah tulang hewan. Tulang adalah salah satu hasil samping selain dagingnya, tulang sapi dapat digunakan untuk keperluan yang beraneka ragam. Tulang merupakan salah satu dari bagian hewan yang

memiliki banyak manfaat. Namun pemanfaatan tulang kurang optimal sehingga diperlukan alternatif lain untuk meningkatkan nilai ekonomis dan daya guna tulang [4]. Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbesar ke-4 di dunia dengan 240 juta jiwa lebih. Dengan jumlah penduduk yang banyak tersebut, tingkat konsumsi bahan makanan pun sangat tinggi. Jumlah sapi yang tercatat dalam BPS pada tahun 2011 berjumlah 1.519.178 ekor dengan berat 100 kg yang dipotong dirumah hewan ataupun di luar rumah potong hewan. Tahun 2012, total produksi daging sapi saja mencapai 545.620 ton berada dibawah produksi ayam ras yang mencapai 1,4 juta ton [5]. Dari jumlah ternak tersebut, bila diasumsikan jumlah limbah tulang yang dihasilkan dari penyembelihan seekor ternak misalnya sapi bisa mencapai 16,6% dari total berat hidup. Apabila kita mengacu pada jumlah tersebut, maka dalam setiap bulan RPH (rumah pemotongan hewan) mampu menghasilkan limbah tulang sebesar $1.519.178 \text{ ekor} \times 100 \text{ kg} \times 16,6\% \times 30 \text{ hari} = 756.550.0644 \text{ kg}$ atau ekuivalen 756550,644 ton.

Pemotongan hewan tersebut sudah tentu menghasilkan limbah, salah satunya adalah tulang sapi yang dimanfaatkan sebagai bahan baku kerajinan dan pembuatan tepung sebagai pelengkap mineral dalam pembuatan pakan ikan. Secara kimia, tulang sapi mengandung unsur seperti kalsium dan fosfor. Kalsium yang terkandung dalam tulang sapi adalah senyawa CaCO_3 7,07%, senyawa CaF_2 1,96%, dan senyawa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Kalsium dan fosfor merupakan unsur utama pembentuk hidroksiapatit sehingga tulang sapi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam isolasi hidroksiapatit [6].

Mineral hidroksiapatit sebagai komponen utama tulang merupakan kalsium fosfat yang paling stabil [7]. Tulang sapi adalah salah satu dari banyak bahan yang mengandung CaCO_3 yang mudah kita temukan di setiap tempat dan waktu, hampir di semua rumah pemotongan hewan misalnya dihasilkan tulang sapi melimpah yang pada umumnya dijual dengan harga yang rendah bahkan menjadi limbah, apabila limbah tulang tersebut diolah menjadi hidroksiapatit tentu akan menaikkan nilai ekonomi dan daya gunanya [8]. Tulang sapi merupakan bahan yang memiliki tingkat keefektifan yang tinggi sebagai bahan dasar pembuatan hidroksiapatit dibandingkan cangkang telur ayam, batu gamping, maupun tulang ikan. Selama ini sebagian besar kebutuhan hidroksiapatit dipenuhi dengan cara mengimpornya dari

Negara lain seperti Jepang, Amerika Serikat, dan Swiss, dikarenakan harga hidroksiapatit di Indonesia sangat tinggi.

Pembuatan hidroksiapatit pertama kali dilakukan oleh Ozawa et. al. dimana hidroksiapatit dihasilkan melalui proses pembakaran tulang ikan 700°C dengan waktu yang divariasikan. Para peneliti mengatakan juga bahwa waktu dan suhu pembakaran berpengaruh dalam proses tersebut. Penelitian lain yang menggunakan cangkang sotong telah dilakukan beberapa penelitian di antaranya menggunakan metode kalsinasi dengan variasi suhu 900, 1000 dan 1100°C selama 3 jam dan perlakuan *Ball milling* berkisar 1-3 jam [9], presipitasi kimia menggunakan HCL selama 10-12 jam [10] dan hidrotermal pada suhu 200°C selama 24 jam [11]. Adapula penelitian lain yang menggunakan limbah tulang sapi yaitu yang dilakukan oleh Pinangsih et. al. dimana hidroksiapatit terbentuk pada suhu 550°C selama 5 jam.

Hidroksiapatit dapat digunakan sebagai fotokatalis karena hidroksiapatit aman untuk kehidupan manusia dan juga layak digunakan sebagai bahan perlindungan lingkungan. Mineral hidroksiapatit memiliki sifat serapan yang sangat baik untuk proses lingkungan dan berbagai keperluan industri. HAp yang dikenal sebagai material yang memiliki luas permukaan yang besar dan kemampuan fotokatalisis yang tinggi, dapat berperan sebagai katalis untuk memungkinkan UV dan sinar tampak dapat melewatinya. HAp juga bertindak sebagai pendukung untuk fotokatalisis karena pembentukan radikal anion superoksida (O_2^-) [12]. Keunggulan fotokatalis berbahan baku tulang dari limbah dibandingkan dengan fotokatalis yang lain adalah mudah didapat (secara ekonomi harganya sangat murah), cukup melimpah jumlahnya, tidak toksik (tegolong biomaterial), serta ramah lingkungan (*biodegradable*) [13].

Tulang sapi merupakan bahan yang memiliki tingkat keefektifan tinggi sebagai bahan dasar pembuatan hidroksiapatit dibandingkan dengan cangkang telur, batu gamping maupun tulang ikan. Proses pembuatan hidroksiapatit dari limbah tulang sapi diawali dengan dikumpulkannya limbah tulang sapi, kemudian direndam dengan detergen dan dibilas dengan akuades. Selanjutnya tulang dikeringkan dengan sinar matahari. Setelah itu, tulang dihaluskan hingga menjadi serbuk halus.

Serbuk itulah yang disebut dengan serbuk hidroksiapatit yang dapat digunakan sebagai fotokatalis.

Yang sering digunakan dalam penelitian-penelitian sebelumnya yaitu kalsinasi yang dilakukan oleh Monmaturapoj dan Chockai [14] serta metode pengendapan oleh Wojciech dan Yoshimura [15]. Karena itu pada penelitian ini dilakukan isolasi hidroksiapatit dari limbah tulang sapi menggunakan metode kalsinasi dengan variasi suhu 800, 900, dan 1000°C. Metode kalsinasi ini dipilih karena lebih ekonomis, lebih praktis, dan waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan senyawa yang diinginkan relatif singkat. Material HAp yang terbentuk kemudian dilakukan karakterisasi menggunakan instrumen yang meliputi *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Material HAp yang terbentuk akan diaplikasikan sebagai katalis padat dalam proses fotokatalis zat warna sintesis metilen biru dengan melibatkan sinar tampak. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efek dekolorisasi pada zat warna metilen biru menggunakan HAp dengan spektrofotometer UV-Vis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana struktur kristal dan morfologi permukaan yang dihasilkan berdasarkan hasil uji XRD dan SEM?, dan
2. Bagaimana kondisi terbaik sifat fotokatalitik hidroksiapatit dari variasi suhu kalsinasi HAp 800, 900, dan 1000°C?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini akan dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Sumber HAp berasal dari tulang sapi bagian paha,
2. Kalsinasi pada suhu 800, 900, dan 1000°C,
3. Pengujian karakterisasi yang dilakukan yaitu XRD untuk mengetahui struktur kristal dan SEM untuk mengetahui morfologi kristal hidroksiapatit, dan
4. Sampel zat warna yang digunakan pada proses dekolorisasi yaitu Metilen Biru.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diajukan, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari dan melakukan proses isolasi HAp dari limbah tulang sapi dengan variasi suhu 800, 900, dan 1000°C,
2. Mengidentifikasi struktur dan morfologi yang dihasilkan berdasarkan hasil uji XRD dan SEM, dan
3. Mengidentifikasi % dekolorisasi zat warna sintesis oleh HAp dari tulang sapi dengan penyinaran sinar tampak.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi untuk pendidikan, masalah lingkungan, dan bidang lainnya khususnya yang berkaitan dengan pemanfaatan tulang sapi dalam isolasi HAp dan kemampuannya terhadap penurunan intensitas zat warna sintesis metilen biru. Dengan dikajinya metode ini, diharapkan ada alternatif lain untuk menurunkan intensitas zat warna berbahaya dengan biaya murah dan bahan yang mudah didapat.

