

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Limbah Cair Batik

Limbah cair industri batik berasal dari berbagai proses pembuatan batik yang menggunakan bahan-bahan kimia. Kualitas limbah cair industri batik sangat dipengaruhi oleh jenis proses yang dilalui, pada umumnya bersifat basa dan mengandung zat-zat organik dengan konsentrasi tinggi (Kasam dkk, 2009).

Pencemaran limbah batik terutama bersumber dari limbah cair berupa zat warna yang dihasilkan dari sisa bahan pewarna, proses pencucian dan pembilasan kain batik. Warna merupakan indikator pencemaran air. Pembuangan air limbah berwarna tidak hanya merusak estetika badan air penerima tapi juga meracuni biota air. Disamping itu, kepekatan warna dapat menghalangi tembusnya sinar matahari sehingga akan menghambat proses fotosintesis di air. Akibatnya, oksigen yang dibutuhkan untuk kehidupan biota air akan berkurang (Nasution, 2009).

Menurut Dae-Hee, dkk, (1999), limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biogradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan. Senyawa zat warna di lingkungan perairan sebenarnya dapat mengalami dekomposisi secara alami oleh adanya cahaya matahari, namun reaksi ini berlangsung relatif lambat, karena intensitas cahaya UV yang sampai ke permukaan bumi relatif rendah sehingga akumulasi zat warna ke dasar perairan atau tanah lebih cepat daripada fotodegradasinya.

Air limbah tekstil merupakan penyebab utama pencemaran air dan juga memiliki efek pada ekologi dan lingkungan. Warna air limbah yang mempengaruhi estetika sumber daya air, menghentikan kapasitas reoksigenasi air yang masuk lewat cahaya matahari dan mengganggu proses biologis air yang bisa merubah keseimbangan ekosistemnya (Suphitcha dkk, 2013).

Apabila industri batik tersebut membuang limbah cair langsung tanpa diolah dahulu, maka aliran limbah tersebut akan melalui perairan di sekitar pemukiman dan mutu lingkungan tempat tinggal penduduk menjadi turun. Limbah tersebut dapat menaikkan kandungan organik seperti COD, BOD, TSS dan pH. Jika hal ini melampaui ambang batas yang diperbolehkan, maka gejala yang paling mudah diketahui adalah matinya organisme perairan (Al-kdasi, 2004).

Menurut Al-kdasi (2004), berdasarkan struktur kimianya zat warna dibagi menjadi bermacam-macam, antara lain: zat warna nitroso, nitro, azo, stilben, difenil metana, trifenil metana, akridin, kinolin, indigoida, aminokinon, anin dan indofenol. Namun secara garis besar zat warna digolongkan menjadi dua golongan yaitu zat warna alami dan zat warna sintetik.

Salah satu contoh zat warna yang banyak dipakai industri tekstil adalah remazol *black*, *red* dan *golden yellow*. Dalam pewarnaan, senyawa ini hanya digunakan sekitar 5% sedangkan sisanya yaitu 95% akan dibuang sebagai limbah. Senyawa ini cukup stabil sehingga sangat sulit untuk terdegradasi di alam dan berbahaya bagi lingkungan apalagi dalam konsentrasi yang sangat besar karena dapat menaikkan *Chemical Oxygen Demand* (COD).

Dengan banyaknya zat pencemar yang ada di dalam air limbah, akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen yang terlarut dalam air. Hal ini mengakibatkan matinya ikan dan bakteri-bakteri di dalam air, juga dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman atau tumbuhan air, sehingga proses

self purification yang seharusnya dapat terjadi pada air limbah menjadi terhambat (Sugiharto, 1987).

2.2 Karakteristik Limbah Batik

Jenis-jenis buangan yang dihasilkan dari proses batik menentukan gangguan lingkungan yang akan terjadi. Dalam industri batik ada 3 jenis buangan yang dihasilkan yaitu: buangan padat, buangan cair dan uap/gas seperti pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1
Bahan serta Buangan Pada Proses Batik

| No | Bahan | Tahapan Proses | Buangan |
|----|---|--|--|
| 1. | Kain putih atau mori, soda abu, minyak, kacang, air tapioka, air | PERSIAPAN Penyediaan kain Pengetelan dan pencucian Penganjian tipis Pengeringan Penghalusan Pemolaan | Potongan mori Air bekas proses ketelan, Air pencucian Air bekas proses kanjian. |
| 2. | Mori hasil persiapan, Lilin batik | PEMBATIKAN Pembatikan cap Pembatikan tulis | Tetes atau cipratan lilin, uap lilin batik. |
| 3. | ZW. Alam: Jambal, Tingi, Tegeran, Nila, Tunjung, Tawas, Kapur, Tapioka. ZW. Sintetik: ZW. Naphtol, Garam Naphtol, ZW. Reaktif, ZW. | PEWARNAAN Pencelupan Pencucian 1 Pencucian 2 Penganjian tipis Pengeringan Pencelupan 1 | Buangan padat: porongan kayu, daun nila, kapur air. Buangan: tunjung, tawas, air kapur, kanji. Larutan bekas |

| No | Bahan | Tahapan Proses | Buangan |
|----|---|--|---|
| . | Indigosol, ZW. Rapid, ZW. Indanthren. Kostik soda, TRO, Natrium nitrit, Asam klorida, Garam dapur, Soda abu, Natrium silikat, Natrium Hidrosulfit, Asam asetat, Air | Pencelupan 2 Pencucian 2, dst. Penganjian tipis Pengeringan | pencelupan air bekas pencucian 1 Uap dari asam klorida, uap asam asetat, uap natrium hidrosulfit. Larutan bekas asam klorida. Larutan bekas penganjian. |
| 4. | Tapioka, Soda Abu, Natrium Silikat, Air | PELEPASAN LILIN BATIK Lorodan, kerokan, remukan Pencucian. | Buangan lilin batik air bekas lorodan, air pencucian uap air lorodan. |
| 5. | Tapioka, Softener, Air | PENYEMPURNAA N Penyempurnaan Pengeringan | Larutan bekas penyempurnaan. |

Sumber : Buku Panduan Pengelolaan Lingkungan Pada Industri Perbatikan, 2008

Jenis limbah cair yang mengandung zat kimia yaitu pada proses pewarnaan, seperti tercantum pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Jenis Zat Warna dan Zat Pencemarnya

| No. | Pewarnaan | Zat Pencemar |
|-----|----------------|--|
| 1. | Naphtol | Zat warna Naphtol, Garam Naphtol, Kostik soda (NaOH), TRO, Kanji. |
| 2. | Indigosol | Zat warna Indigosol, Natrium nitrit (NaNO ₂), Asam Khlorida (HCl), Asam Sulfat (H ₂ SO ₄), TRO, Kanji. |
| 3. | Reaktif dingin | Zat warna Reaktif, garam dapur, kostik soda (NaOH), soda abu (Na ₂ CO ₃), Natrium Silikat (Na ₂ SiO ₃), zat pembasah, zat kation aktif, kanji. |
| 4. | Rapid | Zat warna Rapid, kostik soda (NaOH), kanji |
| 5. | Indanthreen | Zat warna Indanthreen, kostk soda (NaOH), Natrium Hidrosulfit (Na ₂ S ₂ O ₄), zat pembasah, garam dapur, hidrogen peroksida (H ₂ O ₂), asam asetat (CH ₃ COOH), kanji. |

Sumber: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik.

Zat warna yang biasa digunakan pada pembuatan batik berupa Reaktif dingin, Naphtol, Indigosol, Rapid, Indanthren dan zat warna alam. Ada beberapa zat warna yang sudah dilarang oleh negara dalam penggunaannya yaitu zat warna Naphtol dan Rapid yang diduga bersifat karsinogenik. Akan tetapi masih banyak pengrajin yang menggunakan zat warna tersebut karena biaya yang murah, cepat, dan variasi warnanya lebih mudah untuk didapatkan (Sulaeman, 2001).

Berdasarkan penelitian yang telah ada, karakteristik air limbah batik dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Karakteristik Air Limbah Batik

| No. | Parameter | Satuan | BML* | Pratiwi dkk,2012 | Agustina dkk, 2011 | Bong-Yulet al., 2015 |
|-----|-----------|--------|--------|------------------|--------------------|----------------------|
| 1. | COD | mg/l | 150 | 1800 | 4230 | 2210 |
| 2. | BOD | mg/l | 60 | 960 | - | 1140 |
| 3. | TSS | mg/l | 50 | 540 | 535 | 2340 |
| 4. | TDS | mg/l | 1000 | 1672 | - | - |
| 5. | Ph | - | 6 – 9 | 13 | - | 8,4 |
| 6. | Suhu | °C | ± 3 °C | 30 | - | - |
| 7. | Warna | Pt-Co | | | - | 2,4 |
| 8. | Timbal | mg/l | | | 0,2349 | |
| 9. | Besi | mg/l | | | 2,0587 | |
| 10. | Sulfida | mg/l | | | 0,040 | |

* Baku Mutu Limbah Cair Batik menurut Keputusan Gubernur DIY Nomor7 Tahun 2010

2.3 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat di degradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar di degradasi secara biologis (*non-biodegradable*) menjadi CO₂ dan H₂O. Pengukuran *Chemical Oxygen Demand (COD)* didasarkan pada kenyataan bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasi menjadi karbondioksida dan air dengan bantuan oksidator kuat (kalium dikromat K₂Cr₂O₇) dalam suasana asam. Diperkirakan sekitar 95-100% bahan organik dapat dioksidasi dengan menggunakan asam dikromat sebagai oksidator (Hefni, 2010 dalam Megawati 2012).

COD juga merupakan parameter yang umum dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran bahan organik pada air limbah. COD adalah

banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi secara kimia bahan organik di dalam air.

2.4 Warna

Salah satu ciri fisik air yang paling mudah diamati ialah warna. Pengukuran warna dapat menggunakan suatu metode yang memanfaatkan panjang gelombang cahaya. Warna pada air dapat menunjukkan kandungan dari air, misalnya air yang tercemar logam cenderung akan berwarna merah. Air yang memiliki tingkat TSS tinggi cenderung berwarna keruh, dan lain-lain. Selain itu, warna yang tidak putih bening pada air di lingkungan juga dapat menurunkan nilai estetika pada lingkungan tersebut.

Industri batik dan tekstil merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Selain kandungan zat warnanya tinggi, limbah industri batik dan tekstil juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar larut atau diuraikan. Setelah proses pewarnaan selesai, akan menghasilkan limbah cair yang berwarna keruh dan pekat. Biasanya warna air limbah tergantung pada zat-zat kimia dan pewarna yang digunakan. Limbah air yang berwarna-warni ini yang menyebabkan masalah terhadap lingkungan. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradeble*, yang dapat menyebabkan masalah terhadap lingkungan terutama lingkungan perairan. Senyawa zat warna di lingkungan perairan sebenarnya dapat mengalami dekomposisi secara alami oleh adanya cahaya matahari, namun reaksi ini berlangsung relatif lambat, karena intensitas cahaya UV yang sampai ke permukaan bumi relatif rendah sehingga akumulasi zat warna ke dasar perairan atau tanah lebih cepat daripada fotodegradasinya (Dae-Hee et al. 1999 dan Al-kdasi 2004 dalam Putri 2010).

Penggolongan zat warna menurut “Colours Index” volume 3, yang terutama menggolongkan atas dasar sistem kromofor yang berbeda misalnya zat warna Azo, Antrakuinon, Ftalosa, Nitroso, Indigo, Benzodifuran, Okazin,

Polimetil, Di- dan Tri-Aril Karbonium, Poliksilik dan lain-lain (Heaton, 1994). Penggolongan lain yang biasa digunakan terutama pada proses pencelupan dan pencapan pada industri tekstil adalah penggolongan berdasarkan aplikasi (cara pewarnaan).

Indigo dengan rumus molekul $C_{16}H_{10}O_2N_2$ dan memiliki massa molekul relatif 262,269 sma adalah zat penting dengan warna biru khas, awalnya indigo berasal dari beberapa jenis tanaman, akan tetapi hampir semua senyawa turunan Indigo yang diproduksi pada saat ini adalah sintetis, senyawa ini terutama digunakan untuk pencelupan kain katun agar berwarna biru (Suparno, 2010).

Zat warna indigosol atau bejana larut adalah zat warna yang ketahanan lunturnya baik, berwarna rata dan cerah. Zat warna ini dapat dipakai secara pencelupan dan coletan. Warna dapat timbul setelah dibangkitkan dengan natrium nitrit dan asam seperti asam sulfat atau asam florida. Jenis warna indigosol antara lain:

Indigosol Yellow Indigosol Green IB

Indigosol Yellow JGK Indigosol Blue 0 4 B

Indigosol Orange HR Indigosol Grey IBL

Indigosol Pink IR Indigosol Brown IBR

Indigosol Violet ARR Indigosol Brown IRRD

Indigosol Violet 2R Indigosol Violet IBBF

Dalam pewarnaan batik penggunaan zat warna sintetis yang lebih banyak yaitu zat warna indigosol. Senyawa indigo tidak larut dalam air dan menjadi larut setelah tereduksi menjadi leuco-indigo. Leuco-indigo setelah terserap kedalam serat kain akan dengan cepat teroksidasi kembali oleh oksigen dalam udara dan menjadi tidak larut. Hal inilah yang menyebabkan zat warna indigo tidak mudah memudar berwarna rata dan cerah (Suparno, 2010).

2.5 Ozon (O₃)

Ozon pertama kali ditemukan oleh C F Schonbein pada tahun 1840. Penamaan ozon diambil dari bahasa Yunani *OZEIN* yang berarti smell atau bau. Ozon dikenal sebagai gas yang tidak memiliki warna. Solet pada tahun 1867 mengumumkan bahwa ozon adalah sebuah molekul gas yang terdiri tiga buah atom oksigen.

Ozon (O₃) dapat diaplikasikan dalam sistem akuakultur yang meliputi pembentukan ozon, transfer ozon ke dalam air, waktu kontak ozon untuk bereaksi, dan penghilangan/penetralkan ozon dengan memastikan bahwa tidak ada residu ozon yang masuk ke dalam wadah budidaya (Summerfelt dan Hochheimer, 1997).

Pada umumnya ozon terbentuk dari perpaduan antara pengayaan gas umpan oksigen dengan sebuah lucutan korona elektrik. Lucutan korona atau disebut juga lucutan elektrostatis terjadi karena adanya proses ionisasi fluida yang mengelilingi sebuah konduktor dan terjadi saat gradien potensial (kekuatan medan listrik) melebihi nilai tertentu. Pengayaan gas oksigen murni dalam pembentukan ozon sering dilakukan karena mampu menghemat energi hingga 2-3 kali dibandingkan dengan menggunakan oksigen dari udara bebas (Masschelein, 1998)

Gas ozon dapat berfungsi sebagai pembersih, penghilang bau serta desinfektan yang mampu membunuh semua mikroorganisme seperti bakteri, virus, jamur dan sebagainya. Ozon dihasilkan dari oksigen maupun udara sebagai sumber yang dilewatkan 2 elektroda dengan diberi tegangan tinggi dan diberi tekanan untuk mengalirkan gas oksigen melalui celah lucutan pada alat ozonizer (Tri Joko, 2010).

Ozon termasuk oksidator kuat diantara bahan-bahan kimia yang biasa digunakan dalam pengolahan air. Senyawa ini mampu mengoksidasi banyak bahan organik dan anorganik yang terdapat dalam air. Penggunaannya

sebagai bahan pengolah air dimulai sejak tahun 1893 di Belanda (EPA, 1999a).

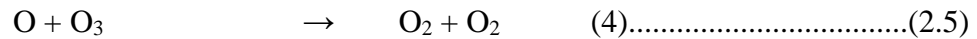
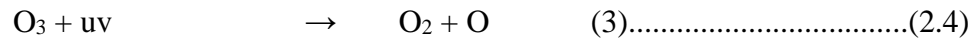
Ozon mampu mengoksidasi berbagai senyawa dalam air dengan dua cara yaitu reaksi langsung dan reaksi tidak langsung. Secara langsung dilakukan oleh ozon itu sendiri yang terlarut dalam air. Sedangkan cara tidak langsung yaitu dengan memproduksi OH radikal sebagai hasil dari proses dekomposisi. Pembentukan OH radikal tersebut berasal dari serangkaian rantai reaksi yang terdiri dari reaksi inisiasi, reaksi propagasi, dan reaksi terminasi. Inisiasi radikal bebas dapat disebabkan oleh cahaya dan peroksida (yang mengandung ikatan -O-O- yang mudah putus) (Fressenden & Fressenden, 1990).

Ozon merupakan molekul yang tidak stabil, jadi pembentukannya dilakukan sesaat sebelum digunakan. Pembentukan ozon dapat dilakukan dengan memecah molekul oksigen menjadi atom oksigen yang akan berikatan satu sama lain menjadi molekul ozon. Metode yang banyak dilakukan dalam memproduksi ozon diantaranya dengan *Plasma Corona Discharge* dan *Electrical Discharge*. Reaksi pembentukan ozon berasal dari molekul oksigen yang bereaksi secara endotermal dan membutuhkan masukan energi (EPA, 1999a). Berikut ini reaksi pembentukan ozon.



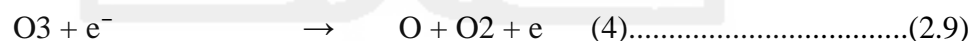
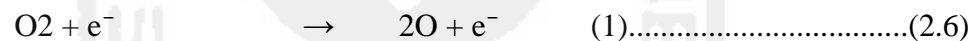
Pembentukan ozon melalui proses penyerapan cahaya melibatkan empat reaksi yang dikenal sebagai reaksi Chapman. Reaksi ini bisa terjadi dengan antuan sinar ultraviolet (uv). Adapun reaksinya adalah sebagai berikut: (Anggraini, 2011)





Gas oksigen (O_2) dapat menyerap radiasi ultraviolet (uv) pada panjang gelombang kurang dari 240 nm, sedangkan ozon dapat menyerap radiasi ultraviolet pada panjang gelombang antara 220-280 nm. Apabila gas oksigen menyerap radiasi ultraviolet pada panjang gelombang kurang dari 240 nm, maka gas oksigen tersebut akan terurai menjadi dua atom O (reaksi 1). Reaksi (2) merupakan reaksi yang menghasilkan ozon, yaitu atom oksigen hasil reaksi (1) yang sangat reaktif bereaksi dengan O_2 membentuk O_3 (Anggraini, 2011).

Pada alat ozon generator yang digunakan akan terjadi reaksi yang berbeda dengan reaksi ozon di ultraviolet. Adapun reaksinya sebagai berikut:



Pada reaksi 1, gas oksigen yang berada pada ozon generator bereaksi dengan elektron yang berasal dari sumber listrik sehingga gas oksigen menghasilkan dua atom O dan elektron. Salah satu atom O bereaksi dengan oksigen dan molekul lain sehingga menghasilkan ozon dan molekul lain (reaksi 2). Kemudian ozon yang terbentuk bereaksi dengan atom O sehingga menghasilkan 2 gas oksigen (reaksi 3). Dan ozon juga bereaksi dengan elektron sehingga menghasilkan atom O, oksigen dan elektron (reaksi 4). Reaksi tersebut terjadi berkali-kali selama alat ozon generator dialirkan sumber listrik.

Dalam keadaan padat, ozon berwarna biru-hitam. Bila dicairkan akan berwarna biru tua, dan menjadi hitam pada waktu dididihkan dan akhirnya berbentuk gas yang tidak stabil.

Ozon yang dihasilkan dari udara bebas ataupun oksigen murni harus ditransfer ke dalam air untuk menonaktifkan mikrobiologi atau tujuan oksidatif lainnya. Gas ozon dapat diinjeksi kedalam air dengan menggunakan perangkat khusus untuk mentransfer oksigen sebagai gas umpan (Summerfelt dan Hochheimer, 1997).

Kecepatan transfer dan dekomposisi ozon sangat tergantung pada efisiensi sistem kontak dan laju reaksi terhadap partikel-partikel dalam air (seperti suhu air, konsentrasi dan jenis partikel). Laju reaksi dengan bahan anorganik dan organik teroksidasi akan mempertahankan kesetimbangan konsentrasi dan meningkatkan laju transfer ozon dalam cairan dibandingkan dengan tanpa bahan anorganik dan organik tersebut. Ozon akan bereaksi sangat cepat kemudian dapat terurai di permukaan gas dan tidak tertransfer kedalam air. Oleh karena itu, kemampuan laju ozon terinjeksi di dalam air meningkat ketika ozon diserap dan digunakan secara cepat oleh partikel dalam air (Bablon et al., 1991).

Reaksi oksidasi membutuhkan oksidator yang sangat kuat dan pada penelitian kadar COD dan warna ini oksidator yang dipilih adalah ozon. Ozon termasuk oksidator yang ramah lingkungan dan banyak digunakan khususnya pada pengolahan air minum dan limbah. Ozon dalam air akan mengoksidasi senyawa organik dengan dua cara, yaitu oksidasi langsung dengan molekul O_3 atau dengan membentuk radikal bebas hidroksil. Radikal bebas hidroksil ini sangat reaktif dan diharapkan mampu mendegradasikan molekul warna menjadi tidak berwarna dan juga mampu menurunkan kandungan bahan organik (COD) limbah. Laju reaksi ozon dapat ditingkatkan dengan katalis yang merupakan oksida logam, seperti TiO_2 , MnO_2 atau garam ion logam seperti Mn^{2+} , Mn^{4+} , Fe^{2+} yang dapat memacu pembentukan radikal hidroksil.

Zeolit yang teraktivasi dengan perlakuan asam dapat menjadi promotor atau inisiator pada reaksi pembentukan radikal sehingga laju dekomposisi ozon dalam air meningkat (Valdes et al., 2008 dalam Suparno, 2010).

Menurut Prado et al, 1992, keuntungan penggunaan ozon adalah sebagai berikut:

1. Mudah diproduksi dari udara atau oksigen melalui lucutan listrik.
2. Mudah bereaksi dengan senyawa organik dan anorganik disebabkan oleh potensial reduksi yang tinggi dan reaktifitasnya.
3. Tidak menghasilkan produk samping yang bersifat toksik.
4. Ozonisasi menghasilkan penurunan COD, warna, bau dan kekeruhan air.
5. Kelebihan ozon dalam air akan terdekomposisi menghasilkan oksigen tanpa meninggalkan residu.

2.6 Advanced Oxidation Process (AOPs)

Advanced Oxidation Process (AOPs) didefinisikan oleh Glaze et al. (1987) sebagai proses yang melibatkan pembentukan radikal aktif hidroksil (HO^\cdot) dalam jumlah yang cukup untuk proses penguraian air limbah dengan menggunakan oksidator kuat. Teori AOPs merupakan proses oksidasi lanjut dengan menggunakan kombinasi dari beberapa proses seperti ozon, hidrogen peroksida, ultraviolet, katalis, karbon aktif dan beberapa proses lainnya untuk menghasilkan hidroksil radikal. Adapun kombinasi AOPs sebagai berikut:

a. Kombinasi ozon dengan hidrogen peroksida

Hidrogen peroksida merupakan asam lemah. Ketika dikombinasikan dengan air akan terdisosiasi dalam bentuk hidro peroksida ion. Molekul hidrogen peroksida bereaksi sangat lambat dengan ozon, dimana hidro peroksida anion sangat reaktif (Taube and Bray, 1940).

b. Kombinasi ozon dengan ultraviolet

Fungsi dari kombinasi ozon dan ultraviolet adalah untuk menghasilkan hydroxyl radikal (OH), dimana sebuah radikal bebas yang memiliki potensial oksidasi yang sangat tinggi. Sedangkan lampu ultraviolet pada panjang gelombang tertentu akan efektif dalam proses membunuh bakteri.

c. Kombinasi ozon dengan katalis

Katalis adalah substansi yang mempercepat reaksi tetapi tidak dikonsumsi pada reaksi tersebut. Senyawa antara yang dihasilkan bersifat sangat aktif sehingga secara cepat dapat mengalami perubahan mengikuti tahap reaksi yang berlangsung sampai akhirnya menjadi produk dan meninggalkan katalis kembali ke bentuk semula. Hal ini disebabkan karena katalis dapat menurunkan energi aktivasi suatu reaksi.

d. Kombinasi ozon dengan karbon aktif

Dalam teknik ozonasi-adsorpsi, karbon aktif tak hanya bertindak sebagai adsorben, tetapi juga sebagai katalis dalam meningkatkan reaksi oksidasi ozon mengindikasikan bahwa teknik ini dapat mendegradasi senyawa fenolik dalam limbah cair lebih cepat dan efisien dari teknik ozonasi dan adsorpsi tunggal. Mekanisme kombinasi ozonasi-adsorpsi terdiri dari reaksi kimia yang melibatkan adsorpsi, *surface reaction*, desorpsi dan reaksi lainnya pada larutan (Qu *et al.*, 2007).

Permasalahan yang sering muncul pada pengolahan air limbah dengan proses ozonasi adalah timbulnya busa, terbentuknya endapan kalsium oksalat, kalsium karbonat dan feri hidroksida yang mudah menyumbat aliran cairan dalam reaktor, perpipaan, katup dan pompa. Disamping itu kendala lain penggunaan ozon sebagai oksidator adalah biaya operasional pengadaan listrik yang cukup mahal. Sedangkan keuntungan dari penggunaan ozon dibanding oksidator maupun desinfektan lain adalah tidak menghasilkan samping senyawa organik halogen seperti dioksin (Rudi dan Ikbal, 2005).

2.7 Metode Spektrofotometri

Spektrofotometri merupakan salah satu metode dalam kimia analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kuantitatif dan kualitatif yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Cahaya yang dimaksud dapat berupa cahaya visibel, UV dan inframerah, sedangkan materi dapat berupa atom dan molekul namun yang lebih berperan adalah elektron valensi.

Metode spektrofotometri ini menggunakan suatu alat pengukur gelombang cahaya yang disebut spektrofotometer. Spektrofotometer memiliki jenis yang beragam, namun dalam penelitian ini akan digunakan spektrofotometer jenis UV-VIS *single beam* merek genesis.

2.8 Metode Batch

Dalam penelitian ini, metode ozonisasi menggunakan sistem batch reaktor. Metode batch dilakukan dengan skala laboratorium dengan mereaksikan air limbah batik bersama ozon dalam satu wadah berkapasitas tertentu. Tujuan dari proses batch ini adalah untuk mengetahui penurunan kadar COD air limbah batik sesuai dengan pemodelan yang bisa diaplikasikan pada industri batik.

2.9 Keaslian Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat dirangkum sebagai berikut:

- a. Pada penelitian Rudi dan Iqbal (2005), melakukan penelitian pengolahan air limbah berwarna industri tekstil dengan proses AOPs. Teknologi AOPs menggunakan ozon dan hidrogen peroksida sebagai oksidator dapat digunakan dengan sangat efektif untuk menghilangkan warna pada air limbah industri. Reaksi penurunan warna dengan AOPs dapat diilustrasikan sebagai reaksi kimia orde 1 dengan konstanta kecepatan reaksi sebesar 0,38 per jam.

- b. Pada penelitian Mizwar, Andi dan Nurin Nisa Farah Diena (2012). melakukan penelitian pada limbah cair industri sasirangan dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif. Hasil menunjukkan bahwa penurunan warna diantara 20,75% - 39,16% dengan waktu kontak optimum selama 60 menit dan desain penelitian menggunakan Isoterm Langmuir dengan nilai adsorpsi maksimum 29,412 mg/g.
- c. Pada penelitian Qian Wu, dkk (2015), melakukan penelitian untuk menghilangkan flourescent terlarut dalam material biologi pada limbah tekstil dengan ozonisasi-biologi penyaring sebagai penyaring aerasi. Ozonisasi *biologis aerasi filter* (O₃-BAF) telah terbukti efektif untuk air limbah tekstil biologis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan peningkatan biodegradabilitas oleh ozonisasi, kombinasi ozonisasi dan BAF bisa mengurangi COD air limbah sebesar 50 mg/L. Sedangkan pada analisis EEM (Excitation-Emission-Matrix) menunjukkan yang paling dominan meremoval tinggi warna dan UV 254 selama proses ozonisasi. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang mekanisme penghilangan warna dari ozonisasi dan membantu untuk membangun sistem optimasi otomatis dalam pengolahan lanjutan dari limbah tekstil.