

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Badan Air

Suatu badan air dapat diketahui kualitas air (tercemar atau tidak) dengan membandingkan pada kriteria mutu air dari setiap kelas air. Badan air dapat berupa waduk, danau, rawa, dan air tanah. Berdasarkan beberapa penelitian menunjukkan kualitas badan air, diantaranya pada aliran mata air Sumber Maron Kabupaten Malang dengan parameter klorofil a diperoleh sebesar 0,796 mg/L, temperatur sebesar 28,2, intensitas cahaya sebesar 3 m^{-1} , kuat arus sebesar 0,55 m/s, pH sebesar 7,28, DO (*Dissolved Oxygen*) sebesar 5,5 mg/L, dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) sebesar 12,29 mg/L. Hal ini menunjukkan kualitas air Sumber Maron Kabupaten Malang tergolong dalam kondisi normal atau baik (Alfiani dkk, 2019).

Pada penelitian Shaleh dkk. (2019) pada air di Rawa Sier-Sier Kabupaten Lamongan dengan parameter uji temperatur diperoleh sekitar $27\text{--}30^{\circ}\text{C}$, kecerahan berkisar 0,73–1,78 m, kedalaman sekitar 1,84–2,1 m, pH berkisar 7,1–8,1, pH perairan berkisar 7,55–8,49, DO (*Dissolved Oxygen*) berkisar 2,5–2,9 mg/L, nitrat (NO_3) berkisar 2,8–4,5 mg/L, dan fosfat (PO_4^-) berkisar 0,3–5,9 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa parameter yang masih sesuai untuk kegiatan perikanan, yaitu temperatur, salinitas, dan pH, sedangkan parameter yang melampaui batas optimal, yaitu kecerahan, DO (*Dissolved Oxygen*), nitrat (NO_3), dan fosfat (PO_4^-). Tingginya parameter yang melampaui batas optimal ini berasal dari sumber alami dan limbah domestik.

Pada penelitian Madyowati dan Sutoyo (2019) di Waduk Sumur Welut Kota Surabaya, dengan parameter uji kecerahan diperoleh sekitar 36–36,5 cm, temperatur berkisar $29\text{--}29,8^{\circ}\text{C}$, kedalaman air $\pm 1,5$ m, warna air pada tepian waduk berwarna coklat dan hijau pada tengah kolam, oksigen terlarut sebesar 5,12 ppm, karbondioksida dalam bentuk bebas, pH 7, salinitas sebesar 0,1 ppt, dan plankton *Nostoc commune*, *Elakatothrix viridis*, *Mesocena apiculata* dan *Caulerpa racemososa*. Plankton ini mampu melakukan fotosintesis saat siang hari dengan bantuan sinar matahari sehingga kadar oksigen terlarut meningkat. Hal ini

menunjukkan bahwa kualitas air Waduk Sumur Weluk memenuhi batas optimal yang ditentukan untuk kegiatan perikanan.

2.2 Kualitas Air Sungai

Kualitas air sungai di Indonesia mengalami penurunan. Pada tahun 2017 Indeks Kualitas Air (IKA) berada pada tingkat 53,2%. Sungai-sungai di Pulau Jawa berada dalam kondisi kritis, dengan setengah dari 47 sungai dianggap tercemar berat (KLHK, 2019). Sementara itu, Indeks Kualitas Air (IKA) di Propinsi Jawa Timur sebesar 52,51% pada tahun 2015 menjadi 50,75% pada tahun 2016 atau berada pada status Sangat kurang. Indeks Kualitas Air (IKA) di wilayah sungai strategis nasional, yaitu Wilayah Sungai Brantas pada tahun 2016 sebesar 47,68% turun dari tahun sebelumnya sebesar 49,17% dan di Wilayah Sungai Bengawan Solo sebesar 48,75%. Kedua sungai ini berada dalam kondisi waspada. Berdasarkan hasil pemantauan kualitas air terpadu BLH Provinsi Jawa Timur, Perum Jasa Tirta, Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur maupun BLH Kabupaten/Kota, kondisi eksisting kualitas air sungai di Jawa Timur menunjukkan konsentrasi BOD (*Biological Oxygen Demand*) sebesar 87,4%, total coli sebesar 49%, coli tinja 55,98%, COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebesar 7,2%, dan TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 65% di lokasi pantau cenderung jauh melebihi baku mutu kualitas air sungai kelas II (DLH Propinsi Jawa Timur, 2018).

Menurut beberapa penelitian diperoleh hasil kualitas air sungai, diantaranya pada air Sungai Legundi Kabupaten Probolinggo dengan parameter uji temperatur diperoleh sekitar 26,37–27,37⁰C, DO (*Dissolved Oxygen*) perairan berkisar 6,95–8,89 mg/L, pH perairan berkisar 7,55–8,49, kekeruhan perairan berkisar 1,16–3,58 NTU, BOD (*Biological Oxygen Demand*) perairan berkisar 6,74–9,1 mg/L, COD (*Chemical Oxygen Demand*) perairan berkisar 8,823–9,459 mg/L, TSS (*Total Suspended Solid*) diperoleh kadar 12,240 mg/L. Berdasarkan hasil pengukuran temperatur, pH, DO (*Dissolved Oxygen*), kekeruhan, dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) masih sesuai baku mutu, sedangkan BOD (*Biological Oxygen Demand*) melebihi baku mutu (Sandi dkk, 2017).

Pada penelitian Perwira (2019), diperoleh penurunan kualitas air Sungai Brantas Kota Malang berdasarkan COD_{mn}) sebesar 2,3 mgL⁻¹Km⁻¹, sedangkan

tingkat dekomposisi bahan organik pada air sungai di Wilayah Kota Batu dan Malang bagian barat masih cukup baik dan di pusat Kota Malang mengalami penurunan. Berdasarkan penelitian Purwati (2017), pada air Sungai Gude Ploso Kabupaten Jombang diketahui kualitas air sungai mengalami penurunan yang ditunjukkan dengan parameter temperatur, DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan bakteri total coliform yang melebihi kriteria mutu air kelas II menurut Perda Propinsi Jawa Timur No. 2 Tahun 2008 dan penilaian status mutu air mengindikasikan telah terjadi penurunan kualitas di daerah hulu sampai hilir Sungai Gude Ploso, yaitu tercemar ringan.

2.3 Sumber Pencemar terhadap Perubahan Kualitas Air Sungai

Sumber terbesar terhadap penurunan kualitas air sungai adalah air limbah dari rumah tangga (air limbah domestik yang tidak diolah). Sumber utama lainnya termasuk pembuangan limbah padat, limbah industri, pertambangan (penambangan ilegal), pertanian, akuakultur, dan limpasan perkotaan (KLHK, 2019). Limbah domestik dapat berupa sampah organik dan sampah anorganik serta larutan yang kompleks terdiri dari air (biasanya di atas 99%) dan padatan berupa zat organik serta anorganik. Kandungan bahan organik dan anorganik limbah domestik dapat berupa nitrogen (N), fosfat (PO_4^-), klorida (Cl^-), sulfat (SO_4^{2-}), karbonat (CO_3^{2-}), bikarbonat (CO_3^-), zat toksik, dan logam berat (Syahza dkk, 2017).

Potensi air limbah domestik dipengaruhi penggunaan air bersih rumah tangga di Jawa Timur yang menggunakan sumber air minum jenis ledeng sebesar 8,7%, sumur sebesar 48,9%, air sungai sebesar 0,1%, air hujan berjumlah 1%, air kemasan sebesar 29%, dan sumber air minum lainnya sebesar 13%. Sumber air limbah domestik, salah satunya dipengaruhi oleh perilaku buang air sembarangan. Persentase rumah tangga yang buang air besar sembarangan pada tahun 2017 mencapai 14% (DLH Propinsi Jawa Timur, 2017).

Menurut penelitian AUFAR (2019), status kualitas air Kali Surabaya dipengaruhi oleh karakteristik wilayah di sekitar titik pengambilan sampel. Pada sampel inlet beban pencemaran sungai memiliki nilai yang tinggi pada parameter

temperatur, DO (*Dissolved Oxygen*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) karena karakteristik wilayah ini terdapat banyak industri manufaktur, lahan pemukiman padat penduduk dan home industri, sedangkan pada sampel outlet karakteristik wilayah yang mendominasi adalah pemukiman kumuh dan padat penduduk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter DO (*Dissolved Oxygen*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) memiliki nilai di atas ambang baku mutu air sungai golongan II pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001.

Pada sumber pencemar dari limbah industri, umumnya mengandung air, pelarut organik, minyak, padatan terlarut, dan senyawa kimia terlarut. Kandungan kimia limbah dapat berupa bahan organik atau anorganik, dari air kotor yang tidak berbahaya hingga mengandung logam beracun dan endapan organik. Sementara itu, pada pencemar dari limbah pertanian biasanya terdiri dari bahan padat bekas tanaman yang bersifat organis, bahan pemberantas hama dan penyakit (pestisida), bahan pupuk yang mengandung nitrogen (N), fosfor (P), sulfur (S), fosfat (PO_4^-), dan mineral lainnya (Syahza dkk, 2017).

Menurut penelitian Sandi dkk. (2017), distribusi limbah cair industri tahu berpengaruh terhadap kualitas air di Sungai Murong Kabupaten Jombang. Hal ini ditunjukkan pada jarak 200 meter sebelum titik pembuangan pertama limbah cair dan jarak 0 meter, yaitu tepat pada outlet pertama pembuangan limbah cair belum terjadi pencemaran air, namun terjadi penurunan kualitas air yang dibuktikan dengan hasil uji masing-masing parameter belum melewati batas baku mutu air sungai golongan III. Titik sampel selanjutnya banyak mendapat suplai limbah dari pipa-pipa bawah tanah sehingga terjadi pencemaran dan penurunan kualitas air ditunjukkan dengan kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan nilai pH melewati batas baku mutu air sungai golongan III.

2.4 Bahaya Sumber Pencemar terhadap Perubahan Kualitas Air Sungai

Kadar TSS (*Total Suspended Solid*) yang melebihi standar baku mutu air dapat menurunkan aktivitas fotosintesis tumbuhan air mikro maupun makro sehingga oksigen yang dilepaskan oleh tumbuhan menjadi berkurang dan mengakibatkan ikan-ikan menjadi mati (Jiyah dkk, 2017). Selain itu, bahan-bahan

TDS (*Total Dissolved Solid*) akan meningkatkan nilai kekeruhan perairan yang menghambat penetrasi cahaya matahari dan mempengaruhi proses fotosintesis atau proses lain di perairan sungai (Mulyanto dan Dharmawan, 2017).

Perubahan kualitas air dapat menyebabkan air sungai yang bersifat basa ($\text{pH} > 7$) berubah menjadi bersifat asam ($\text{pH} < 7$). Rendahnya nilai pH mengindikasikan menurunnya kualitas perairan yang berdampak terhadap kehidupan biota air. Terjadinya perubahan ini akan membunuh biota air karena jaringan makanan dalam perairan terganggu. Selain itu, bahan kimia detergen dapat menyebabkan berkurangnya nilai pH dan konsentrasi oksigen dalam aliran sungai (Maulianawati dkk, 2018).

Kadar total fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) yang melebihi standar baku mutu air akan menghasilkan air yang keruh dan rendah oksigen. Selain itu, dapat menimbulkan pertumbuhan alga yang pesat dan berkurangnya sinar matahari yang masuk ke perairan sungai (Green, 2018).

Minyak lemak merupakan salah satu senyawa yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran di perairan sungai. Minyak lemak mempunyai berat jenis lebih kecil dari air sehingga akan membentuk lapisan tipis di permukaan air. Minyak yang menutupi permukaan air akan menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam air dan mengganggu ketidakseimbangan rantai makanan (Hardiana dan Mukimin, 2018).

Penentuan kadar detergen dalam air sungai diperlukan karena zat aktif deterjen berupa ABS (*Alkil Benzene Sulfonat*) memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Busa dari ABS (*Alkil Benzene Sulfonat*) ini menutupi permukaan air sehingga sinar matahari tidak bisa masuk pada dasar sungai yang dapat menyebabkan biota sungai menjadi mati dan sungai menjadi tercemar (Tanjung dkk, 2016).

2.5 Kriteria Mutu Air

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, mutu air adalah kondisi kualitas air yang diuji berdasarkan parameter-parameter dan metode tertentu. Kriteria mutu air terdiri dari parameter fisika (temperatur, residu terlarut, dan residu tersuspensi), kimia anorganik (pH, BOD, COD, DO,

total fosfat, nitrat, nitrit, ammonia logam berat, klorida, sianida, fluorida, sulfat, klorin bebas dan belerang), mikrobiologi (fecal coliform dan total coliform), radioaktivitas, dan kimia organik (minyak lemak, detergen, fenol, BHC, klordan, DDT, lindan, *methoxytor*, endrin, dan *taxophan*). Baku mutu air kelas II merupakan air yang peruntukannya untuk sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, dan pertanian. Adapun standar baku mutu air kelas II pada masing-masing parameter uji, sebagai berikut:

Tabel 1. Standar baku mutu air kelas II (Pemerintah Indonesia, 2001)

NO.	Parameter Uji	Standar Baku Mutu
1.	Temperatur	Deviasi 3
2.	Residu terlarut	1000 mg/L
3.	Residu tersuspensi	50 mg/L
4.	pH	6-9
5.	BOD	3 mg/L
6.	COD	25 mg/L
7.	DO	4 mg/L
8.	Total fosfat	0,2 mg/L
9.	Nitrat	10 mg/L
10.	Nitrit	0,06 mg/L
11.	Ammonia	Negatif
12.	Arsen	1 mg/L
13.	Kobalt	0,2 mg/L
14.	Barium	Negatif
15.	Boron	1 mg/L
16.	Selenium	0,05 mg/L
17.	Kadmium	0,01 mg/L
18.	Khrom (VI)	0,06 mg/L
19.	Tembaga	0,02 mg/L
20.	Besi	Negatif
21.	Timbal	0,03 mg/L
22.	Mangan	Negatif
23.	Raksa	0,002 mg/L
24.	Seng	0,05 mg/L
25.	Klorida	Negatif
26.	Sianida	0,02 mg/L
27.	Fluorida	1,5 mg/L
28.	Sulfat	Negatif
29.	Klorin bebas	0,03 mg/L
30.	Belerang	0,002 mg/L
31.	Fecal coliform	1000 MPN/100 ml
32.	Total coliform	5000 MPN/100 ml
33.	Minyak lemak	1 mg/L

Lanjutan

NO.	Parameter Uji	Standar Baku Mutu
34.	Detergen	0,2 mg/L
35.	Fenol	0,001 mg/L
36.	BHC	210 ug/L
37.	Klordan	Negatif
38.	DDT	2 ug/L
39.	Lindan	Negatif
40.	<i>Methoxytor</i>	Negatif
41.	Endrin	4 ug/L
42.	<i>Taxophan</i>	Negatif

Berdasarkan penelitian Purwati (2017), pada air Sungai Gude Ploso Kabupaten Jombang diperoleh kadar TDS (*Total Dissolved Solid*) berkisar antara 296–320 mg/L. Penyebab utama terjadinya TDS (*Total Dissolved Solid*) ini adalah bahan anorganik berupa ion-ion yang umum dijumpai di perairan, seperti sodium, kalsium, magnesium, bikarbonat, sulfat dan klorida sedangkan kadar TSS (*Total Suspended Solid*) diperoleh berkisar 15–43 mg/L. Total padatan tersuspensi merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan, tidak larut, dan tidak mengendap langsung dalam air. Semakin tinggi padatan tersuspensi dalam air maka air akan semakin keruh. Kekeruhan pada sungai disebabkan oleh padatan tersuspensi berupa lapisan permukaan tanah yang terbawa oleh aliran pada saat hujan.

Berdasarkan penelitian Ningrum (2018), pada badan air di sekitar pabrik gula Rejo Agung Baru Kota Madiun, diperoleh nilai pH berkisar 7–7,5. Hal ini menunjukkan nilai pH memenuhi baku mutu air, yaitu 5–9. Perubahan pH sebelum dialiri limbah dan sesudah dialiri limbah berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, maupun biologi dari organisme yang hidup di dalam air. Pada penelitian Purwati (2017) diperoleh kadar fosfat (PO_4^-) di Sungai Gude Ploso Kabupaten Jombang berkisar 0,105–0,284 mg/L. Hal ini menunjukkan kadar melebihi kriteria mutu air kelas II. Faktor yang menyebabkan kadar fosfat tinggi di perairan adalah adanya limbah domestik yang mengandung detergen. Detergen dapat meningkatkan kadar fosfat karena ion fosfat merupakan salah satu komposisi penyusun detergen. Selain itu, fosfat dapat berasal dari kotoran manusia atau hewan, sabun, industri pulp dan kertas (Tungka dkk, 2016).

Berdasarkan penelitian Setyaningrum dkk. (2020) pada Sungai Kedungrupit dan Sungai Kaligaling Kabupaten Bojonegoro, diperoleh kadar minyak lemak pada Sungai Kedungrupit sebesar 76000 µg/ L, sedangkan Sungai Kaligaling sebesar 995 µg/L. Dari hasil pengamatan pada Sungai Kedungrupit, memiliki kadar minyak lemak yang melebihi baku mutu air kelas II. Hal ini dikarenakan tumpahan minyak mentah selama proses produksi dan tidak adanya proses pengolahan air limbah industri. Minyak lemak ini merupakan sekelompok padatan yang tidak menguap dan mengalami emulsi sehingga terlihat mengapung di atas permukaan air dan terlihat kecoklatan (Hedar dan Budiono, 2018). Pada penelitian Elvania dkk. (2019), diperoleh kadar detergen (MBAS) di Sungai Kalitidu Kabupaten Bojonegoro sebesar 15 mg/L. Hal ini menunjukkan kadar memenuhi baku mutu air kelas II.

2.5 Analisis Kualitas Air Sungai dengan Parameter Uji TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*), pH, Fosfat, Minyak Lemak, dan Detergen

TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan material padat termasuk organik dan anorganik dapat berupa mikroba, kotoran manusia maupun binatang, dan limbah industri (Mulyanto dan Dharmawan, 2017). Metode yang digunakan dalam penentuan kadar TSS (*Total Suspended Solid*), yaitu metode gravimetri dengan prinsip zat padat dalam air akan tertahan dalam saringan membran berdiameter 47 mm, kemudian dipanaskan pada suhu 103–105°C selama minimal 1 jam hingga diperoleh berat tetap (APHA, 2017).

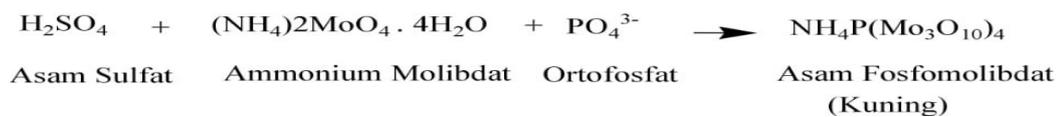
TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan bahan-bahan padatan dapat terlarut dalam air yang terdiri dari senyawa-senyawa anorganik dan organik baik berupa air mineral dan garam-garamnya. Metode yang digunakan dalam penentuan kadar TDS (*Total Dissolved Solid*), yaitu metode gravimetri dengan prinsip zat padat terlarut akan lolos melalui saringan membran berdiameter 47 mm, kemudian dikeringkan pada suhu 180–185°C selama minimal 1 jam hingga diperoleh berat tetap (APHA, 2017).

Nilai pH sangat erat hubungannya dengan bahan pencemar yang terdapat pada air sungai, semakin banyak bahan pencemar akan mengakibatkan rendahnya nilai pH. Fluktuasi nilai pH dipengaruhi oleh adanya buangan limbah organik dan

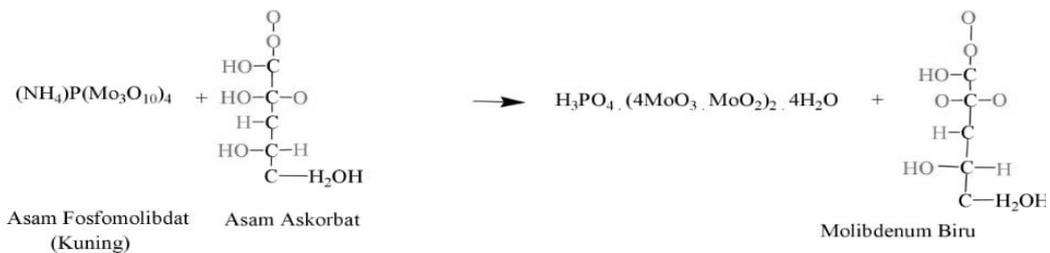
anorganik ke sungai. Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan memiliki nilai pH sekitar 6,5-7,5 (Asrini dkk, 2017). Metode yang digunakan dalam penentuan nilai pH pada air sungai, yaitu berdasarkan aktifitas ion hidrogen secara potensiometri/elektrometri dengan menggunakan pH meter (SNI, 2004).

Fosfat pada perairan berbentuk ortofosfat (PO_4^{3-}). Kandungan fosfat dalam perairan pada umumnya berasal dari limpasan pertanian, kotoran manusia maupun hewan, detergen, dan limbah industri (Green, 2018). Metode yang digunakan dalam penentuan kadar fosfat, yaitu metode asam askorbat yang didasarkan terbentuknya warna kompleks biru molibden yang diukur pada panjang gelombang 880 nm setelah terjadinya reaksi ortofosfat antara ammonium molibdat dan kalium antimonil tartrat dalam suasana asam yang terbentuk asam fosfomolibdat, kemudian dilanjutkan dengan reaksi reduksi oleh asam askorbat (SNI, 2005).

Adapun reaksi yang terbentuk, sebagai berikut:



Gambar 2. Pembentukan senyawa kompleks asam fosfomolibdat (Zakiyah dkk, 2018)



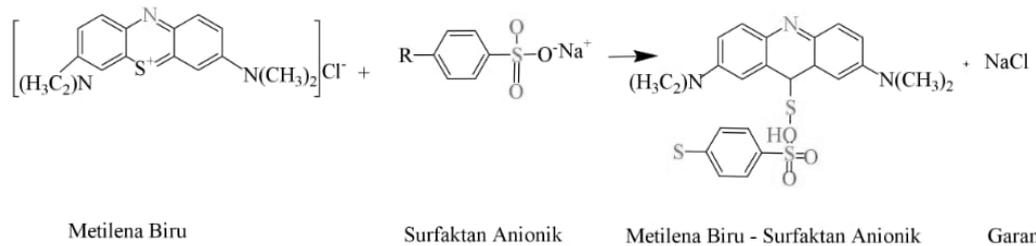
Gambar 3. Reaksi reduksi asam fosfomolibdat dengan asam askorbat (Zakiyah dkk, 2018)

Metode asam askorbat ini digunakan karena memiliki beberapa kelebihan, diantaranya mudah dalam preparasi sampel, praktis, murah dan cocok digunakan untuk analisis air permukaan dengan limit deteksi metode 10 $\mu\text{g/L}$ (Kusumaningtyas dan Purnama, 2017).

Minyak lemak merupakan salah satu senyawa yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran di perairan sungai. Metode yang digunakan dalam penentuan kadar minyak lemak, yaitu metode gravimetri dengan prinsip

pengekstrakan kandungan minyak lemak yang terdapat pada sampel air sungai dengan pelarut organik yang sesuai, kemudian dilakukan pengocokan dan disertai dengan pemanasan, kemudian ditimbang dan dihitung kadar minyak lemak sesuai standar prosedur APHA 5220 B-2017.

Kadar detergen dalam air sungai dapat ditentukan dengan menggunakan metode MBAS (*Methylene Blue Active Substances*). Analisis dengan metode ini tidak memerlukan waktu yang cukup lama dan penggunaan reagen sedikit (Rismawati dan Amiruddin, 2018). Metode ini relatif sangat sederhana dengan prinsip surfaktan anionik bereaksi dengan metilena biru membentuk pasangan ion berwarna biru yang larut dalam pelarut organik. Hal ini terjadi melalui ikatan pasangan ion antara anion dari surfaktan anionik dan kation dari metilena biru. Intensitas warna biru yang terbentuk diukur dengan Spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 652 nm. Serapan yang terukur setara dengan kadar surfaktan anionik (SNI, 2005). Adapun reaksi yang terbentuk, sebagai berikut:



Gambar 4. Reaksi antara metilena biru dengan surfaktan anionik (Rismawati dan Amiruddin, 2018)