

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Pencemaran Air

Menurut PP RI Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, definisi pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya.

Indikator lingkungan yang tercemar adalah adanya perubahan yang dapat diamati yang digolongkan menjadi (Widyaningsih, 2011):

1. Pengamatan secara fisika, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan tingkat kejernihan air (kekeruhan), perubahan, suhu, dan adanya perubahan warna, bau dan rasa
2. Pengamatan secara kimiawi, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan zat kimia yang terlarut dan perubahan pH.
3. Pengamatan secara biologis, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan mikroorganisme yang ada dalam air terutama ada tidaknya bakteri patogen.

Di wilayah propinsi Jawa Timur, standarisasi kualitas air telah dituangkan di dalam Keputusan Gubernur Kepala Daerah Propinsi Jawa Timur No. 5 tahun 2000 tentang pengendalian Pencemaran Air di Propinsi Jawa Timur. Inti dari keputusan tersebut adalah penggolongan baku mutu air ke dalam lima golongan, yaitu :

1. Golongan A : yaitu air pada sumber air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung, tanpa diolah terlebih dahulu.
2. Golongan B ; yaitu air yang dapat digunakan sebagai bahan baku air minum dan keperluan rumah tangga lainnya.
3. Golongan C : yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
4. Golongan D : yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, industri dan PLTA.
5. Golongan E : yaitu air yang tidak dapat digunakan seperti yang tertera dalam penjelasan pada golongan A, B, C, dan D.

Sedangkan berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengolahan kualitas air dan pengendalian pencemaran air pasal 8 menyatakan : klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 kelas :

1. Kelas satu : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain.

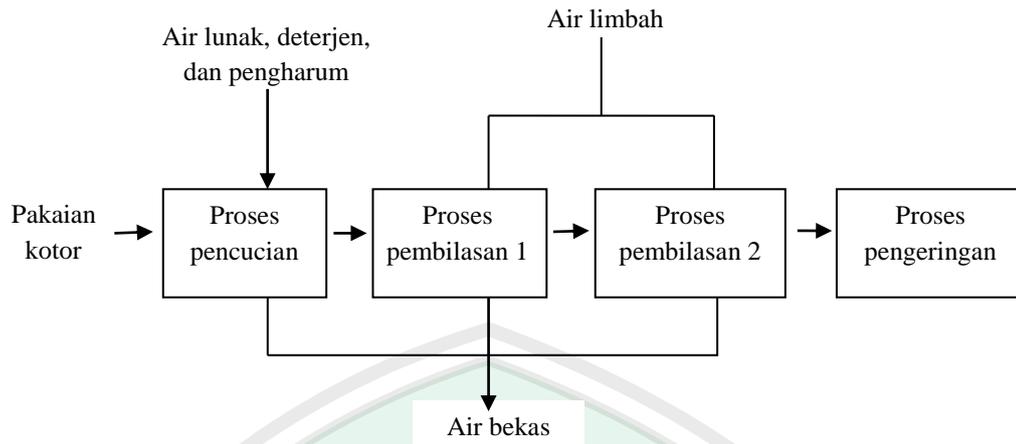
4. Kelas empat : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi, pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.2.Limbah Cair Laundry

Menurut Pergub Jatim no.72 tahun 2013 air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair yang dibuang ke lingkungan yang dapat menurunkan kualitas lingkungan. Istilah lain air limbah adalah air kotor, air buangan atau air bekas. Secara umum air limbah didefinisikan sebagai cairan buangan yang berasal dari rumah tangga, industri dan fasilitas-fasilitas umum yang umumnya mengandung bahan atau zat yang membahayakan kehidupan makhluk hidup serta merusak kelestarian lingkungan.

Limbah cair laundry merupakan limbah cair yang berasal dari industri laundry. Seperti yang dijelaskan oleh (Metcalf and Eddy, 2004), limbah cair laundry merupakan *grey water* yaitu bagian dari limbah cair domestik yang proses pengalirannya tidak melalui toilet.

Ada beberapa tahap pada kegiatan laundry yang sering digunakan, yaitu tahap pengumpulan, pemilahan, pencucian, perendaman dalam pelembut dan pewangi pakaian, pengeringan, penyetricaan, dan pengepakan. Tahap pencucian merupakan tahap yang menghasilkan air buangan. Pada tahap ini dilakukan perendaman dan pencucian pakaian dengan detergen kemudian dibilas dengan air bersih, seringkali juga dicampurkan dengan pelembut dan pewangi pakaian (Aswi, 2009).



Gambar 2.1. Diagram alir proses laundry.
Sumber : Puspita (2009).

2.3. Kandungan Limbah cair laundry

Proses laundry menghasilkan air limbah yang berasal dari bleaching (pemucat), water softener, dan surfaktan. Air limbah dari proses laundry dilaporkan mengandung bahan organik, zat yang kotor, mineral oil, logam berat, dan material berbahaya yang mempunyai kandungan COD antara 1200 s.d 20,000 mg/L (Turk *et al*, 2005).

Bahan organik yang terdapat di dalam limbah cair laundry termasuk ke dalam golongan bahan organik yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroorganisme seperti asetat, glukosa dan glikolat (Fua, 2012).

Deterjen merupakan bahan sintesis dan terbagi dalam dua kelompok, deterjen anionik dan kationik. Untuk deterjen rumah tangga digunakan kelompok yang pertama. Telah dikenal dua macam deterjen anionik yakni alkil sulfonat linear dan alkil benzena sulfonat. Macam pertama adalah deterjen lunak dan dapat mengalami biodegradasi. Macam kedua ialah deterjen keras dan melawan aksi bakteri (Sastrawijaya, 2000).

2.4. Parameter Baku Mutu Limbah Cair Laundry

Berdasarkan peraturan Gubernur Jatim no.72 tahun 2013 mengenai baku mutu limbah bagi usaha dan/atau kegiatan laundry, baku mutu air limbah untuk kegiatan laundry terdiri atas :

1. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/l) yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik yang terlarut maupun sebagian tersuspensi dalam air menjadi bahan organik yang lebih sederhana sehingga limbah tersebut menjadi jernih kembali. Pemeriksaan BOD dalam limbah didasarkan atas reaksi oksidasi zat-zat organik dengan oksigen dalam air dimana proses tersebut dapat berlangsung karena ada sejumlah bakteri. Apabila dalam air banyak mengandung bahan-bahan organik, akan mengakibatkan semakin banyaknya oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan bahan-bahan organik tersebut, sehingga kandungan oksigen dalam air akan semakin menurun. Dengan habisnya oksigen terkonsumsi membuat biota lainnya yang membutuhkan oksigen menjadi kekurangan dan akibatnya biota yang memerlukan oksigen lainnya tidak dapat hidup. Namun bila terdapat oksigen dalam jumlah cukup, maka pembusukan biologis secara aerobik dari limbah organik akan terus berlangsung sampai semua bahan organik yang ada habis (Ginting, 2007).

BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, maka berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi. Artinya

semakin tinggi angka BOD semakin sulit bagi makhluk air yang membutuhkan oksigen untuk bertahan hidup (Ginting, 2007).

Pemeriksaan BOD tersebut dianggap sebagai suatu prosedur oksidasi dimana organisme hidup bertindak sebagai medium untuk menguraikan bahan organik menjadi CO_2 dan H_2O . Reaksi oksidasi selama pemeriksaan BOD merupakan hasil dari efektifitas biologis dengan kecepatan reaksi yang berlangsung sangat dipengaruhi oleh jumlah populasi dan suhu (Fua, 2012).

2.COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau milimeter per liter (mg/l) yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi, dimana pengoksidasi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ digunakan sebagai sumber oksigen. (Sugiharto, 1987). Pemeriksaan kadar COD penting, karena angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen di dalam air. Besarnya perbandingan COD dan BOD tergantung ada atau tidaknya zat racun yang mengganggu kerja bakteri. Meskipun diharapkan bahwa nilai BOD tertinggi akan mendekati COD, namun hal itu jarang terjadi dalam praktek. Sebab terjadinya perbedaan tersebut antara lain:

1. Banyak zat-zat organik yang dapat dioksidasi secara kimiawi tapi tidak dapat secara biologis.
2. Zat-zat anorganik yang dioksidasi dengan dichromat menaikkan kandungan zat organik yang nampak.
3. Zat-zat organik tertentu yang mungkin merupakan racun bagi mikroorganisme.
4. Nilai COD yang tinggi mungkin terjadi karena adanya zat-zat pengganggu.

Pengujian COD pada air limbah memiliki beberapa keunggulan dibandingkan pengujian BOD yaitu sanggup menguji air limbah industri yang beracun yang tidak dapat diuji dengan BOD karena bakteri akan mati dan waktu pengujian yang lebih singkat, kurang lebih hanya 3 jam (Akhmar, 2007).

Banyak zat organik yang tidak mengalami penguraian biologi secara cepat berdasarkan pengujian BOD 5 hari. Tetapi senyawa-senyawa organik itu tetap menurunkan kualitas air. Karena itu perlu diketahui konsentrasi organik dalam limbah dan setelah masuk dalam perairan sungai atau danau. Untuk tujuan itulah dikembangkan uji COD (Sastrawijaya, 2000).

3. Deterjen

Deterjen pada saat ini merupakan salah satu parameter penting yang mempengaruhi kualitas air limbah industri dan domestik, bila penggunaannya berlebihan dan limbahnya secara berkesinambungan dibuang langsung ke ekosistem air sungai menambah beban pencemaran dan menurunkan kualitas air sungai (Kementerian Lingkungan Hidup, 2005). Pada umumnya, deterjen mengandung bahan-bahan berikut:

1. Surfaktan (*surface active agen*)

Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan. Surfaktan ini baik berupa anionic (Alkyl Benzene Sulfonate/ABS, Linear Alkyl Benzene Sulfonate/LAS, Alpha Olein Sulfonate/AOS), Kationik (Garam Ammonium), Non ionik (*Nonyl phenol polyethoxyle*), Amfoterik (*Acyl Ethylenediamines*).

2. *Builder* (Pembentuk)

Zat yang berfungsi meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menonaktifkan mineral penyebab kesadahan air. Baik berupa Phosphates (*Sodium Tri Poly Phosphate*/STPP), Asetat (*Nitril Tri Acetate*/NTA, *Ethylene Diamine Tetra Acetate*/EDTA), Silikat (Zeolit), dan Sitrat (asam sitrat).

3. *Filler* (Pengisi)

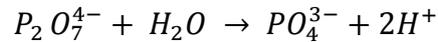
Bahan tambahan deterjen yang tidak mempunyai kemampuan meningkatkan daya cuci, tetapi menambah kuantitas atau dapat memadatkan dan memantapkan sehingga dapat menurunkan harga. Contoh : Sodium sulfate.

4. *Additives* (Zat Tambahan)

Bahan tambahan untuk membuat produk lebih menarik, misalnya pewangi, pelarut, pemutih, pewarna dan sebagainya yang tidak berhubungan langsung dengan daya cuci deterjen, *Additives* ditambahkan lebih untuk maksud komersialisasi produk. Contoh : Enzyme, Borax, Sodium chloride, *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) dipakai agar kotoran yang telah dibawa oleh deterjen ke dalam larutan tidak kembali ke bahan cucian pada waktu mencuci (anti redeposisi). Wangi-wangian atau parfum dipakai agar cucian berbau harum, sedangkan air sebagai bahan pengikat.

4. Fosfat

Fosfat berasal dari bahan sodium tripolyphosphate yang merupakan salah satu bahan yang kadarnya besar dalam detergen. Sodium tripolyphosphate ini akan terhidrolisa menjadi PO_4 dan P_2O_7 yang selanjutnya juga akan terhidrolisa menjadi PO_4 :



Fosfat merupakan unsur yang penting dalam daur organik suatu perairan karena bersama-sama dengan karbon melalui proses fotosintesis membentuk jaringan tumbuh-tumbuhan (Hardyanti, 2007).

Keberadaan fosfat dalam sistem akuatik menurut Wetzel memainkan peran penting khususnya dalam kegiatan metabolisme biologi. Lebih lanjut dikatakan bahwa sebagian fosfat yang terdapat dalam sistem perairan banyak ditemukan dalam bentuk fosfat anorganik (ortofosfat). Penurunan fosfat pada lingkungan perairan terjadi karena diserap oleh hewan akuatik, alga, sianobakteri dan organisme akuatik lainnya yang digunakan untuk pertumbuhan serta adanya hubungan korelasi antar penyerapan fosfat dengan kegiatan metabolisme (Fua, 2012).

5. pH

Nilai pH mencirikan keseimbangan antara asam dengan basa dalam limbah dan merupakan pengukuran konsentrasi ion hidrogen. Adanya karbonat (CO_3^{2-}), hidroksida (OH^-) dan bikarbonat (HCO_3^-) menaikkan kebasaan air. Sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan keasaman (Saeni, 1989).

Pengambilan ion H^+ akan menaikkan pH. Aktivitas mikroorganisme menggunakan peran penting dalam proses penguraian senyawa-senyawa organik. Bahan organik yang tersisa pada larutan dihilangkan oleh aktivitas metabolisme mikroorganisme tersuspensi dalam air, melekat pada akar dan batang tumbuhan (Tontoni, 2002).

6. TSS (*Total Suspended Solid*)

Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, seperti bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, tanah liat dan lain-lain. (Kristanto, 2002).

TSS berhubungan erat dengan kekeruhan air. Semakin tinggi nilai TSS, air akan semakin keruh. Hal ini dapat mengakibatkan terhalangnya sinar matahari yang akan masuk ke dalam air sehingga fotosintesis akan terganggu dan menyebabkan turunnya kadar oksigen terlarut yang akan mengganggu aktivitas makhluk hidup (Fachrurozi dkk, 2010).

Alasan pemeriksaan padatan tersuspensi dalam air karena dua alasan. Pertama, untuk penentuan produktivitas, yakni kemampuan mendukung kehidupan. Jika bahan yang terlarut itu nutrisi tanaman seperti fosfat dan nitrat, maka air itu akan mempunyai produktivitas untuk kehidupan tanaman. Akibatnya air itu juga akan mempunyai produktivitas tinggi terhadap kehidupan hewan. Air seperti itu disebut eutrofik. Sebaliknya air yang mempunyai produktivitas rendah disebut oligotrofik. Kedua, untuk menetapkan norma untuk air yang dimaksud, dengan mengukur kepekatan total bahan tersuspensi dan terlarut pada berbagai periode di berbagai lokasi. Jika suatu saat ada penyimpangan dari norma ini, maka kemungkinan ialah ada pembuangan sampah kota atau limbah industri secara liar. Pengukuran padatan tersuspensi adalah amat penting bagi penyidik pencemaran.

2.5. Tumbuhan Air

Tumbuhan air adalah tumbuhan yang hidup di perairan dan biasanya disebut dengan *hydrophyta*. Seperti yang telah dijelaskan oleh Lukito (2003), bahwa tumbuhan air dibagi menjadi empat kelompok berdasar habitat dan karakteristiknya yaitu :

1. Tumbuhan air yang hidup melayang di dalam perairan (*submerged aquatic plant*)

Merupakan tumbuhan yang hidup secara keseluruhan di dalam air atau tenggelam seluruh bagian. Akar dari tumbuhan dapat menyentuh dasar perairan, namun sebagian besar di antaranya melayang dan posisinya dalam air sangat menunjang fungsinya sebagai saringan dari berbagai jenis bahan terlarut yang terdapat di perairan.

2. Tumbuhan air yang hidup di dasar perairan

Tumbuhan air yang hidup di dasar perairan mempunyai akar yang tertanam kuat pada bagian dasar tersebut, sedangkan batangnya berdiri menopang daun dan bunga yang muncul pada permukaan air. Yang mana tinggi dan posisi batang biasanya tergantung pada kedalaman perairan tempat hidupnya. Sehingga akan dijumpai tinggi batang serta posisi tanaman yang berbeda-beda.

3. Tumbuhan air pinggir (*marginal aquatic plant*)

Tumbuhan air pinggir memiliki akar dan batang yang terendam di dalam air, namun sebagian besar batangnya menyembul ke permukaan air, selain bagian batang, daun dan bunganya juga berada di atas permukaan air. Misalnya rumput payung (*Cyperus alternifolius*) dan ekor kucing (*Typha angustifolia*).

4. Tumbuhan air mengapung (*floating aquatic plant*)

Tumbuhan air mengapung terdiri dari 2 tipe :

- a. *Floating attached* : jenis ini mempunyai daun yang mengapung di atas permukaan air tetapi akarnya tertanam pada bagian dasar. Yang termasuk ke dalam golongan ini adalah *water lily*.
- b. *Floating unattached* : akar dari jenis ini tidak tertanam di dasar perairan, melainkan menggantung di air. Tumbuhan ini tidak memerlukan tanah sebagai media tanamnya, hidup dari menyerap udara dan unsur hara yang terkandung di dalam air. Misalnya *Azolla pinnata*, enceng gondok dan *Pistia sratiotes*.

Tumbuhan timbul dan tumbuhan mengapung lebih banyak dipilih untuk digunakan dalam studi lahan basah. Jenis tumbuhan timbul memiliki potensi produksi dan daya serap hara yang tinggi, penyebarannya luas dan toleran terhadap berbagai macam kondisi lingkungan. Spesies tumbuhan mengapung digunakan karena tingkat pertumbuhannya sangat tinggi dan kemampuannya untuk menyerap hara langsung dari kolam air. Akarnya menjadi tempat filtrasi dan absorpsi padatan tersuspensi dan pertumbuhan mikroba yang menghilangkan unsur-unsur hara dari kolam air (Sulistiyawan, 2009).

Tumbuhan air yang hidup di perairan memberikan keuntungan antara lain : menyangkang produktivitas dan menyediakan media substrat untuk pertumbuhan mikroorganisme dan membantu siklus nutrisi akumulasi di dalam sedimen kaitannya dengan fungsi fitoremediasi sebagai sistem pengolahan limbah cair, selain itu tumbuhan air berperan penting dalam menyediakan tempat untuk menempelnya mikroba pengurai (Lukito, 2003)

2.5.1 *Azolla microphylla*

Azolla microphylla merupakan tumbuhan sejenis paku-pakuan air yang hidupnya mengapung di atas permukaan air, berukuran kecil, lunak, bercabang-cabang tidak beraturan, helaian daun tumpang tindih, tersusun saling menutup. Setiap daun terdiri dari dua helaian, yaitu: helaian bawah dan helaian atas. Helaian atas berupa daun tebal, dan berada di atas air (Djojokuswito, 2009).

Menurut Simanjuntak (2005), tumbuhan *Azolla microphylla* dalam taksonomi tumbuhan mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

Divisi Pteridophyta

Kelas Leptosporangiopsida (heterosporous)

Ordo Salviniiales

Family Salviniaceae

Genus *Azolla*

Spesies *Azolla microphylla*



Gambar 2.2. *Azolla microphylla* (sumber : www.batan.go.id)

Azolla microphylla yang tua bercabang-cabang, Pada cabang ini, terdapat akar-akar yang menempel, tersusun rapi seperti rambut yang lebat, dan tumbuh lurus, serta tidak bercabang, masuk ke dalam air (Djojokuswito, 2009).

Tanaman *Azolla pinata* dan *Azolla microphylla* secara sepintas nampak sama, namun apabila dicermati akan nampak berbeda. Perbedaan ciri-ciri *Azolla pinata* apabila dicermati akan nampak berbeda (Djojosuwito, 2009).

Perbedaan ciri-ciri *Azolla pinata* dan *Azolla microphylla* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Perbedaan ciri-ciri *Azolla pinata* dan *Azolla microphylla*

Bagian tanaman	<i>Azolla pinata</i>	<i>Azolla microphylla</i>
Daun	Tipis	Tebal
Warna	Hijau, dengan tepi	Hijau muda, dengan tepi hijau agak pucat.
Pertumbuhan daun	Berhimpitan, tepi daun saling melekat	Gugusan dengan ketebalan 1 cm-3cm
Jumlah spora	Sedikit	Banyak

Sumber: Djojosuwito (2009)

Azolla microphylla dapat memperbaiki kualitas fisika, kimia, biologi air limbah domestik. *Azolla microphylla* terbukti mampu menurunkan kandungan zat padat terlarut, zat padat tersuspensi, nitrat, BOD, pH, dan penurunan kandungan logam berat (Suriawiria, 2003).

Beberapa penelitian yang menggunakan *Azolla microphylla* dalam meningkatkan kualitas limbah cair antara lain :

1. Azizah (2007) dalam penelitiannya mengenai pengolahan lindi di kawasan TPA keputih dengan menggunakan *Azolla microphylla* menyebutkan bahwa *Azolla microphylla* mampu mengurangi konsentrasi COD sebesar 39,7%, konsentrasi N sebesar 53% dan konsentrasi P sebesar 49% dalam waktu retensi 3 hari.
2. Inggriani (2006) dalam penelitiannya mengenai perencanaan pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan tanaman air *Azolla microphylla* sebagai

biofilter, menyebutkan bahwa dengan kepadatan *Azolla microphylla* pada kolam oksidasi sebanyak 20 g/cm², dapat menurunkan kadar BOD dari 2120 mg/l menjadi 75,69 mg/l (96,24%), nilai COD 1012,8 mg/l mengalami penurunan menjadi 192,81 mg/l (80,96%), nilai N-total turun dari 24,93 mg/l menjadi 4,9 mg/l (80,34%), P-total dari nilai 17,9 mg/l mengalami penurunan menjadi 3,97 mg/l (77,82%), dan pH dari nilai 4,28 mengalami peningkatan menjadi 8,06 (88,31%), serta DO dari 1,4 mg/l menjadi 2,56 mg/l (82,85%) dalam waktu 6 hari.

3. Muhtadin (2012) dalam penelitiannya mengenai pengaruh penambahan tanaman *Azolla microphylla* terhadap penurunan kadar fosfat dan COD limbah cair laundry “bg” di kelurahan warungboto Kecamatan Umbulharjo Yogyakarta diambil kesimpulan bahwa *Azolla microphylla* menurunkan kadar fosfat dan COD dengan biomassa 250 gr pada 5 liter limbah laundry berkonsentrasi 20%, 40% dan 60% dengan kandungan fosfat awal 3.89 mg/l menjadi 2.8 mg/l selama 4 minggu.

2.6. Pengolahan Air Limbah Secara Umum

Industri rumah tangga adalah usaha industri yang proses produksinya dilakukan di dalam rumah tinggal dengan tenaga pengrajin, permodalan, teknologi pengolahan yang terbatas dan sederhana. Pengolahan air buangan industri rumah tangga dalam kaitannya dengan mengendalikan pencemaran air, yakni dengan pengolahan lengkap. Pengolahan lengkap ini terdiri dari 4 macam : *pre treatment*, *primary treatment*, *secondary treatment*, *tertiary treatment* dan pengolahan lanjutan (Waluyo, 2009).

1. Pra pengolahan (*pre treatment*)

Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran-kotoran dalam bentuk kasar. Untuk pemisahan zat tersuspensi dengan menggunakan bak pengendap (*sedimen tank*). Pengolahan pendahuluan ini meliputi peralatan limbah cair agar memiliki homogenitas dan memudahkan bagi pengolahan tingkat lanjut. Pemasuan udara ke dalam limbah adalah suatu cara untuk memudahkan pengapungan dimana udara akan menciptakan gelembung dan bersamaan dengan gelembung tersebut partikel ikut terbawa naik ke atas permukaan dengan air limbah (Ginting, 2007).

2. Pengolahan primer (*primary treatment*)

Menurut Waluyo (2009) pengolahan primer adalah pengolahan secara kimiawi atau secara fisika untuk menetralkan dan memisahkan zat tersuspensi. Proses pengolahan secara kimiawi dilakukan dengan cara menambahkan senyawa kimia koagulan sehingga zat-zat tersuspensi atau koloid dapat membentuk flok-flok besar yang mudah mengendap dan dapat dipisahkan secara fisika melalui bak pengendap. Senyawa yang banyak digunakan sebagai koagulan adalah tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, garam ferro (ferro sulfat).

Pengolahan limbah dengan tingkat kedua atau menggunakan bahan kimia bertujuan untuk mengendapkan bahan, mematikan bakteri patogen mengikat dengan cara oksidasi atau reduksi menetralkan konsentrasi kelarutan asam dan desinfektisida. Penambahan bahan kimia akan menghilangkan atau mengurangi bahan kimia pencemar dalam air limbah (Ginting, 2007).

3. Pengolahan sekunder (*secondary treatment*)

Air buangan yang berasal dari pengolahan primer masuk ke proses pengolahan sekunder. Pengolahan sekunder merupakan tahap pengolahan biologis untuk menghilangkan koloid senyawa organik atau senyawa anorganik terlarut melalui oksidasi biokimia dengan bantuan mikroorganisme (Waluyo, 2009).

Menurut Sugiharto (1987), bahan-bahan organik dalam air terdiri dari berbagai macam senyawa. Protein adalah salah satu senyawa kimia kompleks dan tidak stabil akan berubah menjadi bahan lain pada proses dekomposisi. Protein merupakan penyebab utama terjadinya bau karena adanya proses pembusukan dan penguraian. Protein adalah molekul tertinggi dengan asam amino yang banyak.

Jasad renik yang ada di dalam air limbah akan menggunakan oksigen untuk mengoksidasi benda organik menjadi energi, bahan buangan lainnya serta gas. Reaksi oksidasi tersebut disajikan sebagai berikut (Sugiharto, 1987):



Metode ini dipakai terutama untuk menghilangkan bahan organik biodegradable dalam limbah cair. Senyawa-senyawa organik tersebut dikonversikan menjadi gas dan air yang kemudian dengan sendirinya dilepaskan ke atmosfer. Zat-zat organik dengan rantai karbon panjang diubah menjadi ikatan rantai karbon sederhana dan air yang berbentuk gas. Unit proses yang dipakai yaitu dengan kolam aerobik, aerasi, lumpur aktif, kolam oksidasi, saringan biologi dan juga kolam anaerobik (Ginting, 2007).

Pengolahan limbah secara biologis dengan kolam aerobik adalah suatu metode dengan menggunakan bakteri aerob yang dapat berfungsi secara optimal

bila tersedia udara sebagai sumber kehidupannya. Sebenarnya fungsi udara adalah untuk menyediakan oksigen bagi kehidupan air. Oleh karena itu oksigen dapat disediakan dengan cara membiarkan limbah dalam wadah terbuka agar ada kontak udara dengan permukaan limbah sehingga sinar matahari dapat mencapai dasar kolam dan terjadi proses fotosintesis pada tumbuhan air yang menghasilkan atau mensuplai oksigen bagi kehidupan mikroorganisme (Ginting, 2007).

4. Pengolahan tertier (*tertiary treatment*)

Proses pengolahan air buangan selanjutnya adalah proses koagulasi, flokulasi dan filtrasi (saringan pasir), setelah itu baru dialirkan ke badan air. Untuk mendeteksi air yang keluar dari pengolahan tertier apakah sudah layak dibuang ke lingkungan (badan air), maka dialirkan dahulu ke kolam deteksi yang terdapat ikan yang sensitif, misalnya ikan mas. Kalau ikan mas tersebut hidup berarti buangan itu sudah layak dibuang ke badan air (Waluyo, 2009).

Sedangkan menurut Afrizal (2011) berdasar unit proses dan unit operasinya, jenis pengolahan air limbah dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

1. Pengolahan secara fisika

Merupakan proses pengolahan dengan melakukan removal bahan pengotor secara spesifik. Yang termasuk pengolahan secara fisika adalah *screening*, sedimentasi, filtrasi, absorpsi (penyerapan fisika) dan floatasi.

2. Pengolahan secara kimiawi

Merupakan proses pengolahan dengan menggunakan removal atau konversi kontaminan yang menggunakan bahan kimia dalam air buangan. Yang termasuk proses pengolahan secara kimiawi adalah netralisasi, koagulasi-flokulasi dan pertukaran ion.

3. Pengolahan secara biologis

Merupakan proses pengolahan dengan menggunakan removal kontaminan dalam air buangan melalui aktivitas biologis yang berfungsi untuk menghilangkan bahan organik yang ada dalam air buangan tersebut.

2.7. Fitoremediasi dan Mekanismenya dalam Mengatasi Limbah

Menurut Priyanto & Prayitno (2006), fitoremediasi berasal dari kata phyto (asal kata Yunani *phyton*) yang berarti tumbuhan (*plant*) dan kata remediation (asal kata Latin *remediare = to remedy*) yaitu memperbaiki, menyembuhkan atau membersihkan sesuatu. Dengan demikian fitoremediasi dapat didefinisikan sebagai penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik senyawa organik maupun anorganik. Ditambahkan pula oleh Handayanto (2007) fitoremediasi adalah suatu konsep yang memanfaatkan potensi yang dimiliki oleh tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang telah terkontaminasi.

Keunggulan fitoremediasi (Mangkoedihardjo, 2010) :

1. Bukan hanya mengurangi padatan tetapi juga polutan yang berbahaya seperti logam berat, pestisida dan senyawa organik beracun.
2. Efisien dan murah untuk biaya konstruksi karena hanya berupa reaktor berbentuk bak dengan tanaman sebagai media untuk mengurangi polutan berbahaya
3. Merupakan cara meremediasi yang paling aman bagi lingkungan, karena memanfaatkan tumbuhan

Menurut Safitri (2009), keuntungan bioremediasi antara lain dapat dilaksanakan di lokasi, memanfaatkan agen biologi yang ada di alam, mencegah kerusakan seminimal mungkin, menghemat biaya, masyarakat dapat menerima dengan baik, menghapus biaya transportasi dan kendalanya, dapat digabung dengan teknik pengolahan lain dan menghapus resiko jangka panjang. Ditambahkan pula oleh Sudiro (2013), fitoremediasi merupakan teknologi yang murah dan mudah dilakukan, disamping itu tanaman yang digunakan dapat dimanfaatkan kembali, misalnya sebagai kompos.

Limbah padat atau cair yang akan diolah ditanami dengan tanaman tertentu yang dapat menyerap, mengumpulkan, mendegradasi bahan-bahan pencemar tertentu yang terdapat di dalam limbah tersebut. Aplikasi fitoremediasi umumnya digunakan untuk pengolahan air limbah dengan tingkat pencemaran sedang dengan nilai BOD < 300 mg/l (Safitri, 2009).

Proses dalam fitoremediasi berlangsung secara alami dengan enam tahap proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan atau pencemar yang berada disekitarnya (Mangkoedihardjo, 2010):

1. *Phytoaccumulation* atau fitoekstraksi yaitu proses tumbuhan menyerap zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi dalam bagian tubuh tumbuhan. Proses ini disebut juga *Hyperaccumulation*. Setelah polutan terakumulasi, tumbuhan dapat dipanen dan tumbuhan tersebut tidak boleh dikonsumsi tetapi harus dimusnahkan dengan insinerator atau ditimbun dalam *landfill*.
2. *Rhizofiltration* yaitu proses penyerapan atau adsorpsi zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar.

3. *Phytostabilization* yaitu proses pentransformasian polutan menjadi senyawa nontoksik tanpa menyerap terlebih dahulu polutan tersebut ke dalam tubuh tumbuhan sehingga tidak terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.
4. *Fitotransformasi* adalah pengambilan kontaminan bahan organik dan nutrisi dari tanah atau air tanah yang kemudian ditransformasikan oleh tumbuhan. Proses transformasi polutan dalam tumbuhan dapat berubah menjadi nontoksik atau menjadi lebih toksik. Metabolit hasil transformasi tersebut terakumulasi dalam tubuh tumbuhan.
5. *Phytodegradation* yaitu proses penguraian rantai molekul yang kompleks menjadi susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau diluar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzim berupa bahan kimia yang mempercepat proses degradasi antara lain nitroreduktase, laccase, dehalogenase, dan nitrilase.
6. *Phytovolatilization* yaitu merupakan proses penyerapan polutan oleh tumbuhan, kemudian polutan tersebut diubah menjadi bersifat volatil (mudah menguap), setelah itu ditranspirasikan oleh tumbuhan. Polutan yang dilepaskan oleh tumbuhan ke udara dapat memiliki bentuk senyawa awal polutan, atau dapat juga menjadi senyawa yang berbeda dari senyawa awal.

Tumbuhan dapat berperan dalam mempercepat proses remediasi pada lokasi yang tercemar. Hal ini dapat menjadi dalam berbagai cara, antara lain:

1. Sebagai *solar driven-pump* dan *treat system*, yaitu: proses penarikan polutan ke daerah rhizosfer dengan bantuan sinar matahari.
2. Sebagai biofilter, yaitu : tumbuhan yang dapat mengadsorpsi dan membiodegradasi kontaminan yang berbeda di udara, air, dan daerah buffer. Proses adsorpsi ini bersifat menyaring kontaminan.
3. Transfer oksigen dan menurunkan *water table*. Tumbuhan dengan sistem perakaran dapat berfungsi sebagai transfer oksigen bagi mikroorganisme dan dapat menurunkan *water table* sehingga difusi gas dapat terjadi. Fungsi ini biasanya dilakukan oleh tanaman apabila kontaminannya bersifat *biodegradable*.
4. Penghasil sumber karbon dan energi. Tumbuhan dapat berperan sebagai sumber penghasil karbon dan energi alternatif yaitu dengan cara mengeluarkan eksudat atau metabolisme oleh akar tumbuhan. Eksudat tersebut dapat digunakan oleh mikroorganisme tanah sebagai sumber karbon dan alternatif sebelum mikroorganisme tersebut menggunakan polutan sebagai sumber karbon dan energi.

Proses remediasi polutan dari dalam tanah atau air terjadi karena jenis tanaman tertentu dapat melepaskan zat *carriers*, yang biasanya berupa senyawa kelat, protein, glukosida, yang berfungsi mengikat zat polutan tertentu kemudian dikumpulkan di jaringan tanaman, misalnya pada daun atau akar (Fahrizal, 2004).

Penyerapan unsur hara pada tanaman bisa melalui daun dan akar. Pada daun biasanya unsur hara yang dapat diangkut antara lain : karbondioksida, oksigen, air dan zat terlarut. Pada akar unsur hara yang dapat diserap antara lain : oksigen, air, mineral anorganik seperti nitrat dan fosfat serta zat organik terlarut.

Mekanisme penyerapan hara oleh akar antara lain melalui aliran masa (*Mass Flow*) dan difusi ion. Aliran massa merupakan gerakan-gerakan unsur hara mengikuti aliran air ke akar secara pasif mencapai akar melalui proses ini dipengaruhi oleh adanya konsentrasi hara yang bersinggungan dengan air dan laju gerak air ke permukaan akar. Sedangkan difusi ion merupakan gerak unsur hara yang disebabkan oleh perbedaan gradien konsentrasi (Adiputra, 2009).

Proses fitoremediasi bermula dari akar tumbuhan yang menyerap bahan polutan yang terkandung dalam air. Kemudian melalui proses transportasi tumbuhan, air yang mengandung bahan polutan dialirkan ke seluruh tubuh tumbuhan, sehingga air yang menjadi bersih dari polutan. Tumbuhan ini dapat berperan langsung atau tidak langsung dalam proses remediasi lingkungan yang tercemar. Tumbuhan yang tumbuh di lokasi yang tercemar belum tentu berperan aktif dalam penyisihan kontaminan, kemungkinan tumbuhan tersebut berperan secara tidak langsung. Agen yang berperan aktif dalam biodegradasi polutan adalah mikroorganisme tertentu, sedangkan tumbuhan dapat berperan memberikan fasilitas penyediaan akar tumbuhan sebagai media pertumbuhan mikroba tanah sehingga lebih cepat berkembang biak (Sudiro, 2013).

Beberapa penelitian yang menggunakan teknologi fitoremediasi dalam meningkatkan kualitas limbah cair laundry antara lain :

1. Inggriani (2006) dalam penelitiannya mengenai perencanaan pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan tanaman air *Azolla microphylla* sebagai biofilter, menyebutkan bahwa dengan kepadatan *Azolla microphylla* pada kolam oksidasi sebanyak 20 g/cm², dapat menurunkan kadar BOD dari 2120 mg/l menjadi 75,69 mg/l (96,24%), nilai COD 1012,8 mg/l mengalami

penurunan menjadi 192,81 mg/l (80,96%), nilai N-total turun dari 24,93 mg/l menjadi 4,9 mg/l (80,34%), P-total dari nilai 17,9 mg/l mengalami penurunan menjadi 3,97 mg/l (77,82%), dan pH dari nilai 4,28 mengalami peningkatan menjadi 8,06 (88,31%), serta DO dari 1,4 mg/l menjadi 2,56 mg/l (82,85%) dalam waktu 6 hari.

2. Septamikella (2010) dalam penelitiannya mengenai kemampuan enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai fitoremediator kadar COD pada limbah cair industri kecil laundry di daerah Tembalang Semarang, menghasilkan kesimpulan bahwa pada hari ke-6, kadar COD dapat turun sebesar 34% pada penanaman 100 g enceng gondok pada 5 liter limbah cair. Pada penanaman 200 g enceng gondok pada 5 liter limbah, kadar COD dapat turun sebesar 48%, sedangkan pada penanaman 300 g enceng gondok pada 5 liter limbah cair, kadar COD dapat turun sebesar 71 %. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa waktu hidup, kerapatan tanaman dan interaksi antara keduanya memberikan hasil yang signifikan terhadap kemampuan enceng gondok dalam menyerap kadar COD pada limbah cair industri kecil laundry.
3. Azizah (2007) dalam hasil analisa penelitiannya mengenai pengolahan lindi di kawasan TPA keputih dengan menggunakan *Azolla microphylla* menyebutkan bahwa *Azolla microphylla* mampu mengurangi konsentrasi COD sebesar 39,7%, konsentrasi N sebesar 53% dan konsentrasi P sebesar 49% dalam waktu retensi 3 hari..
4. Lidiawati, 2011 melakukan penelitian fitoremediasi menggunakan *Hydrilla sp.* dan *Lemna minor* untuk mengolah limbah laundry yang menunjukkan

persentase penurunan konsentrasi deterjen tertinggi terjadi pada kedalaman bak 30 cm pada hari ketiga yaitu 65,6%.

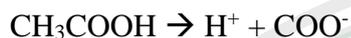
5. Sudiro (2013) menunjukkan bahwa tanaman *Hydrilla verticillata* memiliki efektifitas dalam menurunkan konsentrasi BOD dan COD pada limbah cair industri tahu yaitu terjadi pada kerapatan tanaman 80 mg/cm² di hari keenam dengan hasil konsentrasi BOD dapat diturunkan hingga 92,49 % dari konsentrasi 1.237 mg/l menjadi 92,95 mg/l, sedangkan konsentrasi COD dapat diturunkan hingga 97,62% dari konsentrasi 10.934 mg/l menjadi 260,5 mg/l.

2.8. Peranan *Azolla microphylla* dalam Meningkatkan Kualitas Air Limbah

Penggunaan *Azolla microphylla* dalam metode fitoremediasi merupakan metode aerobik (Ginting, 2007) yaitu menggunakan oksigen bagi kehidupan *Rhizosphaera* yang hidup pada akarnya. Oleh karena itu oksigen dapat disediakan dengan cara membiarkan limbah dalam wadah terbuka agar terdapat kontak udara dengan permukaan limbah dan sinar matahari mensuplai cahaya untuk fotosintesis pada *Azolla microphylla* yang mendukung kehidupan mikroba tersebut.

Menurut Stowell (1991) dalam sistem pengolahan limbah menggunakan *Azolla* sebagai biofilter, bakteri dan *Azolla* merupakan organisme utama yang berperan dalam proses penguraian zat organik dan nutrisi dalam air limbah. Bakteri menguraikan bahan organik menjadi molekul atau ion yang siap diserap oleh *Azolla microphylla*. Proses penyerapan molekul atau ion hasil penguraian mikroorganisme oleh *Azolla microphylla* akan memacu bakteri untuk mempercepat proses penguraian bahan organik.

Asam-asam organik dan CO₂ yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik tersebut selanjutnya dapat diabsorpsi oleh *Azolla microphylla* melalui akar setelah berbentuk ion, misalnya ion asetat dan ion karbonat. Proses pembentukan ion-ion asetat dan karbonat dapat dilihat dalam reaksi (Sudiro, 2013) :



Bahan organik + aktivitas bakteri → (respirasi / fermentasi) (menjadi) asam-asam organik (misal CH₃COOH) + NH₃ + CO₂ + H₂O

Pernyataan ini diperjelas oleh Fua (2012) bahwa unsur yang tersedia untuk diambil oleh tanaman diambil dalam bentuk kation maupun anion, dan absorpsi air beserta ion-ionnya dilakukan terutama oleh ujung akar-akar. Bagian ujung akar tidak lagi membentuk epidermis bulu-bulu akar yang baru tetapi membentuk dinding sel yang merupakan kulit luar sehingga menjadi tebal berlapis gabus dan kayu. Jadi dapat disimpulkan bahwa jalannya air itu lewat bulu-bulu akar, sel kulit (korteks), sel-sel epidermis, perisikel dan akhirnya sampai di pembuluh-pembuluh xilem melalui energi kinetis.

Lakitan (2011) menambahkan bahwa penanaman *Azolla microphylla* pada limbah cair laundry akan mampu menyerap fosfat. Ujung-ujung akar *Azolla microphylla* berupa tudung akar yang disebut kaliptrogen. Dalam fisiologi tumbuhan sebagian besar unsur yang dibutuhkan tanaman diserap dari larutan melalui akar, kecuali karbon dan oksigen yang diserap dari udara oleh daun.

2.9. Pencemaran Lingkungan dalam Pandangan Islam

Planet bumi sebagian besar terdiri atas air. Air merupakan kebutuhan utama bagi proses kehidupan di bumi ini karena tidak akan ada kehidupan seandainya tidak ada air. Dewasa ini air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian yang seksama dan cermat. Untuk mendapatkan air yang baik, sesuai dengan standar tertentu, saat ini menjadi barang yang sangat mahal karena air sudah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah dari hasil kegiatan manusia, baik limbah dari kegiatan rumah tangga, limbah industri dan kegiatan-kegiatan lainnya (Wardhana, 2004)

Air merupakan karunia Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*, di bumi ini yang sangat berlimpah, baik di laut, danau, sungai, mata air, maupun air yang turun dari atmosfer (langit). Dalam ilmu biologi, air merupakan unsur paling mendasar dan paling vital bagi semua makhluk hidup. Air juga merupakan komponen terpenting bagi sel-sel tubuh. Dalam ilmu kimia, air sangat menentukan setiap reaksi kimia yang terjadi didalam tubuh. Air berperan sebagai medium reaksi, zat dalam reaksi, atau hasil dari reaksi Abdushshamad (Akhmar , 2007).

Air adalah unsur yang mutlak diperlukan oleh semua makhluk hidup. Tidak perlu jenis atau ukuran tubuhnya, mulai dari makhluk hidup yang paling kecil hingga yang paling besar, mulai dari mikroba yang berukuran mikroskopis sampai ikan paus dan gajah, dua makhluk hidup terbesar di laut dan di darat. Tanpa air yang Allah berikan, tidak akan ada burungburung, binatang melata, tumbuhan, dan tiram yang bersemayam di dasar lautan. Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala* telah menyatakan hal ini dalam Al-Qur'an :

..... ﴿٢٠﴾ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ۖ

Artinya : ” *Dan dari air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup.*“ (Qs. Al Anbiyaa’ [21] : 30).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa segala sesuatu yang hidup diciptakan oleh Allah dari air. Dalam penelitian ini fokus utamanya adalah betapa pentingnya air bagi kehidupan karena mampu menumbuhkan tumbuh-tumbuhan serta untuk digunakan dalam memenuhi kebutuhan hidup dan keperluan sehari-hari manusia. Namun kebutuhan air yang berkualitas sangatlah tidak terjangkau, banyak pencemaran air dimana-mana. Ini merupakan bukti riil kerusakanyang ada di dalam bumi ini.

Menurut Al-Qaradhawi (2002) tidak ada sesuatupun yang rusak, tercemar atau hilang keseimbangannya sebagaimana penciptaan awalnya. Akan tetapi datangnya kerusakan, pencemaran dan perusakan lingkungan adalah hasil perbuatan tangan-tangan manusia semata yang secara sengaja berusaha untuk mengubah fitrah Allah pada lingkungan, dan mengubah ciptaan-Nya pada kehidupan dan diri manusia. Allah *Subhanallahu Wa Ta’ala* telah menggambarkan bencana ini di dalam Al-Qur’an surat Ar-Ruum ayat 41 :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya : ”*Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)*“.(Qs. Ar-Ruum [30] : 41).

Imam Baidhawi berkata, ”yang dimaksud dengan kerusakan (pada ayat tersebut) adalah paceklik, kebakaran yang merajalela, ketenggelaman, hilangnya keberkahan, dan banyak kelaparan, akibat kemaksiyatan dan ulah perbuatan manusia”. Lebih dari itu, kerusakan ini meliputi kerusakan yang terjadi pada air

yang berupa pencemaran air yang terkadang itu dilakukan dengan sengaja oleh manusia. Kedzaliman penguasa, keengganan rakyat melakukan koreksi dan musibah terhadap penguasa merupakan pemicu datangnya adzab dari Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*, sebaliknya ketaatan kepada Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala* merupakan kunci bagi perbaikan bumi dan seisinya Imam al-Baidawi (1998 dalam Akhmar, 2007).

Shihab (2002) menjelaskan bahwa menurut Al-Ashfahani dalam tafsir Al Misbah kata *al fasad* bermakna keluarnya sesuatu dari kesetimbangan, baik sedikit maupun banyak. Kata *al fasad* digunakan untuk menunjukkan bentuk kerusakan seperti halnya kerusakan atau pencemaran di perairan yang disebabkan oleh limbah cair *laundry* yang dapat menurunkan kualitas air tersebut.

Menurut al-Baghawi (1993), *fasâd* adalah kekurangan hujan dan sedikitnya tanaman. Selain keadaan tersebut, *fasâd* juga digambarkan az-Zamakhsyari (1995) dengan kegagalan para nelayan dan penyelam, sedikitnya manfaat, dan banyaknya madarat. Jika dicermati, penjelasan beberapa mufassir itu hanya merupakan contoh kejadian yang tercakup dalam *fasad*. Artinya, kerusakan yang dimaksud ayat ini bukan hanya peristiwa yang disebutkan itu. Sebab, sebagaimana ditegaskan asy-Syaukani, *at-ta'rîf* (bentuk *ma'rifah*) pada kata *al-fasâd* menunjukkan *li al-jins* (untuk menyatakan jenis). Artinya, kata tersebut mencakup semua jenis kerusakan yang ada di daratan maupun di lautan.

Berbagai kerusakan itu tidak terjadi tiba-tiba. Pangkal penyebabnya disebutkan dalam firman Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala* berikutnya: *bimâ kasabat aydî al-nâs* (disebabkan oleh perbuatan tangan manusia). Menurut ayat ini, pangkal penyebab semua kerusakan di seluruh muka bumi itu adalah ulah

perbuatan manusia. Dijelaskan oleh para mufassir bahwa ulah perbuatan yang dimaksud adalah perbuatan dosa dan maksiat.

Al-Jazairi menafsirkannya : *bi zhulmihim wa kufrihim wa fisqihim wa fujûrihim* (karena kezaliman, kekufuran, kefasikan dan kejahatan mereka). Al-Baghawi (1993) menyebutnya *bi syu' dzunûbihim* karena keburukan dosa-dosa mereka). Tidak jauh berbeda, Ibnu Katsir (2000) memaknainya *bi sabab al-ma'âshî* (karena kemaksiatan-kemaksiatan). Al-Zamakhshari (1995) menuturkan *bi sabab ma'âshîhim wa dzunûbihim* (karena perbuatan maksiat dan dosa mereka).

Seorang mukmin harus meyakini bahwa seluruh musibah yang menimpa dirinya berasal dari Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*. Tidak ada satupun musibah yang terjadi di muka bumi ini kecuali atas kehendak dan izin Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*, akan tetapi seorang mukmin juga wajib mengimani adanya musibah-musibah yang disebabkan karena kemaksiyatan yang dilakukan oleh manusia. Suatu musibah maupun adzab yang ditimpakan Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala* kepada manusia sesungguhnya bertujuan agar mereka kembali mentauhidkan Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*, dan menjalankan seluruh syariat-Nya dalam kehidupan bernegara dan bermasyarakat. Pada jaman sekarang banyak orang yang memandang musibah sebagai peristiwa dan fenomena alam biasa bukan sebagai peringatan dan pelajaran dari Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*, sehingga mereka tetap tidak mau berbenah dan memperbaiki diri.