

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kualitas Kimia dan Fisika Limbah Cair Laundry Sebelum Penanaman *Azolla microphylla*

Hasil analisis awal sampel yang dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang, diperoleh data kualitas kimia dan fisika limbah cair laundry sebelum penanaman *Azolla microphylla* sebagai berikut :

Tabel 4.1. Kualitas kimia dan fisika limbah cair laundry sebelum penanaman *Azolla microphylla*

Parameter	Hasil penelitian	Baku mutu limbah cair
BOD	266,22 mg/l	100 mg/l
COD	521,78 mg/l	250 mg/l
DETERJEN	22,72 mg/l	10 mg/l
FOSFAT	7,18 mg/l	10 mg/l
Ph	10,12	6-9
TSS	222,83 mg/l	100 mg/l

Keterangan : baku mutu limbah cair menurut Pergub Jatim no.72 tahun 2013

Tujuan dari analisis awal sebelum penanaman *Azolla microphylla* adalah sebagai acuan awal dari kandungan limbah itu sendiri, dimana data hasil analisis untuk BOD 266,22 mg/l, COD 521,78 mg/l, pH 10,12, deterjen 22,72 mg/l, dan TSS 222,83 mg/l menurut Peraturan Gubernur Jatim no.72 tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan laundry adalah berada di atas ambang batas baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan dalam peraturan tersebut yaitu kadar maksimum untuk BOD 100 mg/l, COD 100 mg/l, pH 6-9, deterjen 10 mg/l, dan TSS 100 mg/l. Sedangkan untuk fosfat 7,18 mg/l berada di bawah baku mutu kadar maksimum fosfat 10 mg/l. Berdasarkan hasil analisis di atas maka limbah cair laundry yang diuji ini berpotensi menimbulkan pencemaran.

4.2. Pengaruh Lama Tanam *Azolla microphylla* terhadap Kualitas Kimia dan Fisika Limbah Cair Laundry

Berdasarkan analisis varians diketahui bahwa terdapat hubungan antara lama tanam *Azolla microphylla* dengan kualitas kimia dan fisika limbah cair laundry (lampiran 2) yang tersaji pada tabel berikut :

Tabel 4.2. Hubungan antara kualitas kimia dan fisika dengan lama tanam *Azolla microphylla* terhadap limbah cair laundry

No	Lama (hari)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	DETERJEN (mg/l)	FOSFAT (mg/l)	pH	TSS (mg/l)
1	0 hari	266,22 a	521,78 a	22,72 a	7,18 a	10,12 a	222,83 a
2	2 hari	251,87 b	491,93 b	9,69 b	6,46 b	9,87 b	198,17 b
3	4 hari	212,25 c	419,68 c	9,27 c	6,06 c	9,30 c	154,08 c
4	6 hari	180,65 d	348,81 d	8,05 d	5,55 d	8,73 d	125,08 d
Baku mutu *		100	250	10	10	6-9	100

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

* Baku mutu berdasarkan Pergub Jatim no.72 tahun 2013

Berdasarkan analisis statistik (tabel 4.2) menunjukkan bahwa terdapat penurunan nilai BOD sejak perlakuan 2 hari, tetapi sampai pada perlakuan 6 hari nilai BOD belum turun hingga berada di bawah batas limbah cair laundry yang telah ditentukan dalam Pergub Jatim no.72 tahun 2013. Itu artinya perlakuan lama tanam tidak efektif terhadap penurunan BOD.

Limbah cair laundry mengandung bahan organik, kemudian diuraikan mikroba yang disebut *rhizospere* yang menempel pada akar *Azolla microphylla* menjadi asam-asam organik berupa ion-ion, misalnya ion asetat dan ion karbonat yang selanjutnya diabsorpsi oleh *Azolla microphylla*. Penguraian bahan-bahan ini membutuhkan oksigen, sehingga menyebabkan nilai BOD semakin menurun. Semakin rendah kandungan bahan organik dan anorganik dalam limbah cair maka kebutuhan oksigen oleh mikroba untuk mendegradasi bahan organik dan anorganik juga semakin kecil Sugiharto (1987). Perlakuan lama tanam akan

memberikan kesempatan kepada mikroba yang hidup pada akar *Azolla microphylla* tersebut untuk mengurai bahan-bahan organik yang terdapat pada limbah cair laundry. Sehingga semakin tinggi lama tanam semakin tinggi pula bahan organik yang terurai.

Nilai COD juga demikian, menunjukkan penurunan nilai COD sejak perlakuan 2 hari, tetapi sampai pada perlakuan 6 hari nilai COD belum turun hingga berada di bawah batas limbah cair laundry yang telah ditentukan dalam Pergub Jatim no.72 tahun 2013. Itu artinya perlakuan lama tanam tidak efektif terhadap penurunan COD. Mekanisme penurunan COD pada dasarnya adalah sama dengan BOD dimana terjadi penguraian bahan organik limbah yang juga memerlukan oksigen, hanya saja menggunakan bahan kimia yaitu kalium bikromat.

Penurunan nilai BOD dan COD yang masih berada di atas baku mutu limbah cair menurut Pergub Jatim no.72 tahun 2013 disebabkan karena waktu aklimatisasi yang singkat, sehingga *Azolla microphylla* belum maksimal dalam menyerap ion-ion hasil penguraian bahan-bahan organik pada limbah cair laundry yang kondisinya berbeda dengan lingkungan awal habitatnya. Karena penyerapan yang rendah inilah, bahan-bahan organiknya masih tinggi sehingga dibutuhkan banyak oksigen untuk menguraikannya.

Perlakuan lama tanam terhadap nilai deterjen menunjukkan hasil yang efektif. Tabel 4.2 menunjukkan penurunan nilai deterjen sejak lama tanam 2 hari hingga turun di bawah batas limbah cair laundry pada lama tanam 6 hari. Penggunaan *Azolla microphylla* akan mampu menyerap ion-ion hasil perombakan deterjen dalam limbah *laundry* karena komponen penyusun deterjen terdiri atas

bahan organik. Asam-asam organik dan CO_2 yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik tersebut selanjutnya dapat diabsorpsi oleh tumbuhan air melalui akar setelah berbentuk ion, misalnya ion asetat dan ion karbonat (Sudiro,2013). Itu artinya, penyerapan ion-ion hasil penguraian deterjen yang semakin lama akan menyebabkan penurunan nilai deterjen pada air limbah.

Semakin lama waktu penyerapan, maka semakin besar pula polutan yang diserap oleh tumbuhan air. Namun faktor ini berlaku apabila tumbuhan air telah mencapai titik jenuh sehingga berapapun waktu kontak berikutnya, tumbuhan air tidak akan mampu menyerap polutan lagi dan hal ini dapat dijadikan pedoman untuk menentukan kapan tumbuhan tersebut harus di-*recovery* (Sudiro, 2013).

Perlakuan lama tanam terhadap nilai pH menunjukkan hasil yang efektif. Tabel 4.2 menunjukkan penurunan nilai pH sejak lama tanam 2 hari hingga turun di bawah batas limbah cair laundry pada lama tanam 6 hari. Penurunan ini disebabkan karena permukaan akar *Azolla microphylla* mendukung terjadinya pertukaran ion diantaranya adalah berdasar teori pertukaran asam karbonat. Menurut teori ini CO_2 yang dilepas selama respirasi sel-sel akar akan bergabung dengan air menjadi bentuk asam karbonat (H_2CO_3). Asam karbonat berdisosiasi di dalam larutan menjadi kation H^+ dan anion HCO_3^- Agustina (2004). Dengan lepasnya ion H^+ dalam limbah cair laundry inilah yang menyebabkan penurunan pH. Bakteri merombak bahan tersebut dan menghasilkan senyawa-senyawa yang menurunkan pH air (Sastrawijaya, 2009).

Berdasarkan analisis statistik terdapat pula penurunan nilai TSS sejak lama tanam 2 hari, namun sampai pada perlakuan lama tanam 6 hari nilai TSS belum turun hingga berada di bawah batas limbah cair laundry yang telah ditentukan

dalam Pergub Jatim no.72 tahun 2013. Itu artinya perlakuan lama tanam tidak efektif terhadap penurunan nilai TSS.

Peran *Azolla microphylla* dalam mengurangi kadar TSS yaitu dengan menyerap partikel-partikel yang sangat kecil yang berasal dari padatan tersuspensi. Selain itu dengan semakin lamanya masa tanam *Azolla microphylla* ke dalam limbah cair laundry, maka memberikan kesempatan kepada akar *Azolla microphylla* untuk menyerap lebih banyak padatan tersebut. Hanya saja, penurunan nilai TSS yang belum sesuai dengan Pergub Jatim no.72 tahun 2013 disebabkan karena waktu aklimatisasi yang singkat, sehingga *Azolla microphylla* belum maksimal dalam menyerap kandungan limbah cair laundry yang kondisinya berbeda dengan lingkungan awal habitatnya.

Menurut Suhardjo (2008) proses untuk menghilangkan padatan tersuspensi (TSS) dalam air limbah adalah flokulasi, sedimentasi, dan proses filtrasi. Partikel yang besar dan berat akan segera mengendap setelah terbawa oleh air sedangkan yang lebih ringan akan tertahan oleh tanaman lalu mengendap, dan partikel yang lebih kecil lagi akan terserap akar tumbuhan air.

Adanya penurunan kandungan kimia maupun fisika pada limbah cair laundry secara umum melalui perlakuan lama tanam menunjukkan hubungan yang positif, yaitu semakin lama perlakuan lama tanam, semakin besar pula kesempatan yang dimiliki mikroba dan *Azolla microphylla* dalam mengurangi kandungan limbah cair laundry tersebut.

4.3. Pengaruh Luas Penutupan *Azolla microphylla* terhadap Kualitas Kimia dan Fisika Limbah Cair Laundry

Berdasarkan analisis varians diketahui bahwa terdapat hubungan antara luas penutupan *Azolla microphylla* dengan kualitas kimia dan fisika limbah cair laundry (lampiran 2) yang tersaji pada tabel berikut :

Tabel 4.3. Hubungan antara kualitas kimia dan fisika dengan luas penutupan *Azolla microphylla* terhadap limbah cair laundry

No	Penutupan	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	DETERJEN (mg/l)	FOSFAT (mg/l)	pH	TSS (mg/l)
1	0 %	268,87 a	539,20 a	11,08 a	7,06 a	10,27 a	214,28 a
2	50 %	211,17 b	409,02 b	9,62b	6,30 b	9,56 b	172,06 b
3	75 %	196,26 c	380,27 c	8,49 c	5,79 c	8,99 c	136,67 c
4	100 %	182,87 d	352,06 d	6,81 d	4,93 d	8,38 d	113,44 d
	Baku mutu*	100	250	10	10	6-9	100

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

*Baku mutu berdasarkan Pergub Jatim no.72 tahun 2013

Berdasarkan analisis statistik (tabel 4.3) menunjukkan terdapat penurunan nilai BOD, tetapi penurunan nilai BOD tersebut belum mampu menurunkan hingga berada di bawah batas limbah cair laundry yang telah ditentukan dalam Pergub Jatim no.72 tahun 2013 sekalipun pada luas penutupan 100%. Itu artinya perlakuan luas penutupan tidak efektif terhadap penurunan nilai BOD. Diperkirakan penyebabnya adalah karena lama masa aklimatisasi *Azolla microphylla* terlalu singkat yaitu 1 hari sehingga *Azolla microphylla* belum maksimal dalam merespon perubahan habitat hidupnya yang baru pada limbah cair laundry. Akibatnya bahan organik masih tinggi karena belum diserap *Azolla microphylla* dan diperlukan oksigen yang tinggi pula untuk merombak bahan-bahan tersebut.

Menurut Muhtadin (2012), masa aklimatisasi *Azolla microphylla* yang dibutuhkan untuk selanjutnya ditanam pada limbah cair laundry sebagai fitoremediator yaitu selama 7 hari.

Penurunan nilai COD pada tabel tersebut juga belum menunjukkan penurunan hingga berada di bawah batas limbah cair laundry sekalipun mencapai luas penutupan 100%. Itu artinya perlakuan luas penutupan tidak efektif terhadap penurunan nilai COD. Hal ini juga bisa disebabkan hal yang sama dimana *Azolla microphylla* belum mampu menyerap ion hasil penguraian bahan-bahan organik dalam limbah karena belum bisa menyesuaikan diri hidup di tempat yang berbeda dari tempat asalnya. Akibatnya bahan organik masih tinggi dan diperlukan oksigen yang tinggi pula untuk merombak bahan-bahan tersebut.

Luas penutupan menunjukkan perlakuan yang efektif terhadap penurunan nilai deterjen. Berdasarkan analisis statistik tersebut menunjukkan penurunan nilai deterjen hingga berada di bawah batas limbah cair laundry yang telah ditentukan dalam Pergub Jatim no.72 tahun 2013 mulai luas penutupan 50%.

Proses penurunan deterjen dilakukan oleh mikroba yang bersimbiosis dengan *Azolla microphylla*, dimana mikroba ini akan mendegradasi dan mendekomposisi zat organik yang membutuhkan oksigen. Seperti menurut Stowell (1991), dalam sistem pengolahan limbah menggunakan *Azolla* sebagai biofilter, bakteri dan *Azolla* merupakan organisme utama yang berperan dalam proses pembuangan zat organik dan nutrien 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.

Berdasarkan analisis statistik tersebut juga menunjukkan penurunan nilai fosfat, tetapi sebelum perlakuan, nilai fosfat sudah menunjukkan nilai yang berada di bawah baku mutu limbah cair laundry. Sehingga luas penutupan belum dikatakan efektif terhadap penurunan nilai fosfat.

Proses penurunan nilai fosfat dapat dijelaskan oleh Hardyanti (2007) bahwa proses penyerapan zat-zat yang terdapat dalam limbah ini dilakukan oleh ujung-ujung akar dengan jaringan meristem terjadi karena adanya gaya tarik menarik oleh molekul-molekul air yang ada pada tumbuhan. Zat-zat yang telah diserap oleh akar akan masuk ke batang melalui pembuluh pengangkut (xilem), yang kemudian akan diteruskan ke akar.

Penurunan nilai pH hingga berada di bawah baku mutu limbah cair laundry terjadi mulai dari luas penutupan 50%. Itu artinya perlakuan luas penutupan efektif terhadap penurunan nilai pH. Adanya penurunan tersebut dapat dijelaskan oleh Sastrawijaya (2009) bahwa bakteri merombak bahan-bahan organik limbah dan menghasilkan senyawa-senyawa yang menurunkan pH.

Tabel 4.3 juga menunjukkan penurunan nilai TSS, tetapi perlakuan luas penutupan belum dikatakan efektif karena nilai TSS masih berada di atas baku mutu limbah cair laundry hingga perlakuan luas penutupan 100%. Itu artinya perlakuan luas penutupan tidak efektif terhadap penurunan nilai TSS.

Penurunan TSS karena adanya proses penyerapan unsur hara pada tanaman melalui daun dan akar *Azolla microphylla*. Transportasi unsur hara yang dapat ditransportasikan ke permukaan akar. Transportasi unsur hara dari larutan

tanah ke permukaan akar dengan dua cara yaitu : aliran massa dan difusi. Aliran masa adalah pergerakan masa ion di dalam larutan, dimana apabila larutan bergerak ke permukaan akar melalui proses aliran massa lebih besar dibandingkan dengan serapan ion yang dilakukan oleh akar tanaman, maka akan terjadi penimbunan ion di permukaan akar. Sebaliknya apabila laju transportasi ke permukaan akar lebih kecil dari pada kebutuhan tanaman maka terjadi *depletion zone* (zona yang konsentrasi unsur haranya makin rendah). Pada keadaan seperti itu, ion harus ditransportasikan ke permukaan akar secara difusi. Sedangkan penjelasan proses difusi yaitu transportasi ion atau molekul yang terjadi karena adanya pergerakan panas akibat adanya perbedaan konsentrasi. Oleh karena itu difusi terjadi sepanjang terjadi perbedaan konsentrasi di dalam larutan. Untuk itu, maka jarak tempuh dari larutan ke akar sangat berperan. Pada umumnya laju difusi merupakan faktor yang berperan terhadap pergerakan ion-ion tertentu ke permukaan akar, terutama ion fosfat laju difusinya sangat lambat. Pada penjelasan tersebut, seperti halnya aliran massa dan difusi bekerja secara terpisah, akan tetapi pada kenyataannya proses ini biasanya terjadi secara bersamaan (Agustina, 2004).

Penurunan nilai TSS yang belum sesuai dengan Pergub Jatim no.72 tahun 2013 disebabkan karena waktu aklimatisasi yang singkat, sehingga *Azolla microphylla* belum maksimal dalam menyerap kandungan limbah cair laundry yang kondisinya berbeda dengan lingkungan awal habitatnya.

Adanya penurunan kandungan kimia maupun fisika pada limbah cair laundry secara umum melalui perlakuan luas penutupan menunjukkan hubungan yang positif, yaitu semakin besar luas penutupan semakin besar pula kesempatan

yang dimiliki mikroba dan *Azolla microphylla* dalam mengurangi kandungan limbah cair laundry tersebut.

4.4. Interaksi Luas Penutupan dan Lama Tanam *Azolla microphylla* terhadap Kualitas Kimia dan Fisika Limbah cair laundry

Berdasarkan analisis varians diketahui bahwa terdapat hubungan interaksi antara lama tanam dengan luas penutupan *Azolla microphylla* terhadap kualitas kimia dan fisika limbah cair laundry (lampiran 2) yang tersaji pada tabel berikut :

Tabel 4.4. Pengaruh luas penutupan dan lama tanam terhadap kualitas kimia dan fisika limbah cair laundry

No	Perlakuan		Karakteristik					
	penutupan (%)	Lama (hari)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Deterjen (mg/l)	Fosfat (mg/l)	pH (mg/l)	TSS (mg/l)
1	0	2	267.50 a	542.40 a	11.22 a	7.17 a	10.42 a	245.00 a
2	0	4	269.72 a	540.80 a	11.11 a	7.05 ab	10.34 ab	205.17 b
3	0	6	269.38 a	534.40 b	10.91 a	6.94 b	10.06 b	192.67 c
4	50	2	258.21 b	505.47 c	9.98 b	6.73 c	10.11 b	210.00 b
5	50	4	203.29 e	401.60 f	9.71 b	6.41 d	9.73 c	173.50 d
6	50	6	172.01 f	320.00 h	9.17 c	5.76 ef	8.83 e	132.67 f
7	75	2	246.18 c	475.03 d	9.08 c	6.28 d	9.58 cd	180.00 d
8	75	4	196.60 e	384.17 g	8.56 d	5.87 e	8.94 e	135.00 f
9	75	6	146.01 g	281.62 j	7.84 e	5.22 g	8.45 f	95.00 g
10	100	2	234.02 d	444.80 e	8.46 d	5.63 f	9.37 d	157.67 e
11	100	4	179.94 f	352.17 i	7.71 e	4.89 h	8.18 f	102.67 g
12	100	6	135.21 h	259.20 k	4.26 f	4.26 i	7.59 g	80.00 h
Baku mutu*			100	250	10	10	6-9	100

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

*Baku mutu berdasarkan Pergub Jatim no.72 tahun 2013

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi lama tanam dan luas penutupan *Azolla microphylla* mampu menurunkan nilai BOD, tetapi belum mampu menurunkan hingga berada di bawah baku mutu limbah cair laundry yang telah ditentukan dalam Pergub Jatim no.72 thn 2013.

Adanya penurunan nilai BOD disebabkan karena *Azolla microphylla* mengurangi, menurunkan dan menyerap bahan organik yang ada dalam limbah cair laundry setelah bahan organik tersebut diuraikan oleh mikroba yang hidup

pada akar *Azolla microphylla* dalam bentuk ion-ion. Dengan berkurangnya bahan organik maka nilai BOD menjadi turun karena kebutuhan oksigen bagi mikroba untuk menguraikan bahan organik tersebut berkurang.

Azolla microphylla memiliki keunikan dalam mengolah limbah organik dengan menyerap melalui akar yang mirip rambut. Pada akarnya terdapat mikroba *rhizosphaera* yang mempunyai kemampuan dalam menguraikan benda-benda organik dan anorganik (Muhtadin, 2012). Dengan adanya aktifitas bakteri (mikroba) tersebut membutuhkan oksigen sehingga jumlah oksigen di terlarut yang terdapat di dalam limbah cair laundry menjadi berkurang.

Hasil analisis statistik pada tabel 4.3 juga menunjukkan bahwa interaksi lama tanam dan luas penutupan mampu menurunkan nilai COD, namun belum mampu menurunkan nilai COD hingga berada di bawah baku mutu limbah cair laundry. Penurunan nilai BOD dan COD yang masih berada di atas baku mutu limbah cair menurut Pergub Jatim no.72 tahun 2013 disebabkan karena waktu aklimatisasi yang singkat, sehingga *Azolla microphylla* belum maksimal dalam menyerap ion-ion hasil penguraian bahan-bahan organik pada limbah cair laundry yang kondisinya berbeda dengan lingkungan awal habitatnya. Karena penyerapan yang rendah inilah, bahan-bahan organiknya masih tinggi sehingga dibutuhkan banyak oksigen untuk menguraikannya.

Hasil analisis statistik juga menunjukkan bahwa terdapat interaksi lama tanam dan luas penutupan yang mampu menurunkan nilai deterjen hingga berada di bawah baku mutu limbah cair kecuali pada interaksi 0% dan 50% yang masih berada di atas baku mutu limbah cair laundry.

Penggunaan *Azolla microphylla* akan mampu menyerap ion-ion hasil perombakan deterjen dalam limbah *laundry* karena komponen penyusun deterjen terdiri atas bahan organik. Asam-asam organik dan CO₂ yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik tersebut selanjutnya dapat diabsorpsi oleh tumbuhan air melalui akar setelah berbentuk ion, misalnya ion asetat dan ion karbonat. Proses pembentukan ion-ion asetat dan karbonat dapat dilihat dalam reaksi (Sudiro,2013).

Sebelumnya diduga bahwa serapan unsur hara dari tanah ikut di dalam serapan air, tetapi pada saat ini telah disepakati oleh para ahli fisiologi tumbuhan bahwa serapan air dan unsur hara adalah dua proses yang berbeda dan tidak saling tergantung satu sama lain (Agustina, 2004).

Unsur hara yang diserap oleh akar tanaman dari larutan dalam bentuk ion, baik kation maupun anion. Proses masuknya unsur hara dari larutan tanah yang mengandung ion-ion ke dalam akar tanaman disebut serapan ion. Dalam keadaan seperti itu pengambilan ion terjadi dengan cara pertukaran kation. Hal ini dimungkinkan terjadi karena permukaan akar juga mempunyai kompleks pertukaran ion (Agustina, 2004).

Interaksi lama tanam dan luas penutupan juga mampu menurunkan nilai fosfat. Namun sebelum perlakuan, nilai fosfat sudah menunjukkan nilai di bawah baku mutu limbah cair, sehingga perlakuan interaksi belum bisa diketahui keefektifannya.

Adanya penurunan nilai fosfat disebabkan karena *Azolla microphylla* mengurangi, menurunkan dan menyerap bahan organik yang ada dalam limbah cair laundry setelah bahan organik tersebut diuraikan oleh mikroba yang hidup

pada akar *Azolla microphylla* dalam bentuk ion-ion. *Azolla microphylla* memiliki keunikan dalam mengolah limbah organik dengan menyerap melalui akar yang mirip rambut. Pada akarnya terdapat mikroba *rhizosphaera* yang mempunyai kemampuan dalam menguraikan benda-benda organik dan anorganik (Muhtadin, 2012).

Dijelaskan oleh Romimohtarto dan Juwana (2001) bahwa fosfat merupakan unsur yang penting dalam daur organik suatu perairan karena bersama-sama dengan karbon melalui proses fotosintesis membentuk jaringan tumbuh-tumbuhan. Itu artinya fosfat berkurang dalam air limbah karena diserap oleh *Azolla microphylla* untuk bertahan hidup di dalam limbah cair laundry

Interaksi lama tanam dan luas penutupan juga mampu menurunkan nilai pH hingga berada di bawah baku mutu limbah cair. Namun pada tabel 4.4 juga diketahui terdapat peningkatan pH kembali. Hal tersebut dapat diakibatkan karena pada proses pengambilan *Azolla microphylla*, bahan organik yang sudah mengendap menjadi mengurai kembali sehingga mikroba yang sebenarnya berada pada permukaan endapan menjadi ikut berubah posisi. Hal ini memicu aktifitas-aktifitas mikroba terutama aktifitas yang menghasilkan zat-zat yang mampu menaikkan nilai pH.

Agustina (2004) menjelaskan bahwa permukaan akar mempunyai kompleks pertukaran ion diantaranya adalah teori pertukaran asam karbonat. Menurut teori ini CO_2 yang dilepas selama respirasi sel-sel akar akan bergabung dengan air menjadi bentuk asam karbonat (H_2CO_3). Asam karbonat berdisosiasi di dalam larutan tanah menjadi kation H^+ dan anion HCO_3^- . Dengan lepasnya ion H^+ dalam limbah cair laundry inilah yang menyebabkan penurunan pH.

Hasil analisis statistik menunjukkan interaksi lama tanam dan luas penutupan mampu menurunkan nilai TSS hingga berada di bawah baku mutu limbah cair yaitu pada luas penutupan 75% dan luas penutupan 100% pada lama tanam 6 hari. Sedangkan hasil dari interaksi yang lain menunjukkan adanya peningkatan. Hal ini dapat disebabkan karena bahan organik yang tidak diserap *Azolla microphylla* akan terakumulasi di dalam limbah cair laundry sehingga kandungan bahan organik di dalam limbah cair laundry akan menumpuk. Akibatnya bahan-bahan organik tersebut menyebabkan limbah cair laundry semakin keruh.

Penurunan TSS karena adanya proses penyerapan unsur hara pada tanaman melalui daun dan akar *Azolla microphylla*. 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. 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).

Penurunan nilai BOD dan COD yang masih berada di atas baku mutu limbah cair menurut Pergub Jatim no.72 tahun 2013 disebabkan karena waktu aklimatisasi yang singkat, sehingga *Azolla microphylla* belum maksimal dalam menyerap ion-ion hasil penguraian bahan-bahan organik pada limbah cair laundry

yang kondisinya berbeda dengan lingkungan awal habitatnya. Karena penyerapan yang rendah inilah, bahan-bahan organiknya masih tinggi sehingga dibutuhkan banyak oksigen untuk menguraikannya.

Perlakuan interaksi belum secara umum dapat diketahui hubungan positifnya terhadap penurunan kandungan kimia maupun fisika pada limbah cair laundry karena setelah mengalami penurunan, kandungan limbah cair laundry tersebut mengalami peningkatan kembali. Hal ini disebabkan karena bahan organik yang sudah mengendap menjadi mengurai kembali sehingga mikroba yang sebenarnya berada pada permukaan endapan menjadi ikut berubah posisi. Hal ini memicu aktifitas-aktifitas mikroba dalam proses penguraian bahan-bahan tersebut.

4.5. Perlakuan Terhadap Limbah Cair Laundry dalam Pandangan Islam

Limbah cair laundry merupakan limbah yang banyak dihasilkan dari industri rumah tangga, hal tersebut pada dasarnya merupakan hal yang sangat wajar mengingat laundry merupakan bagian dari kebutuhan pokok berupa kebutuhan sandang untuk keperluan mencuci pakaian setiap hari. Namun hal yang harus diperhatikan adalah banyak industri rumahan yang membuang limbah cair laundry tersebut langsung ke badan air yaitu sungai tanpa mengetahui apakah limbah cair laundry tersebut sesuai dengan standar limbah cair yang sudah ditentukan pemerintah atau tidak.

Pengujian awal pada limbah cair laundry pada penelitian ini membuktikan bahwa limbah cair laundry yang dihasilkan telah melampaui baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan dalam Pergub Jatim no.72 tahun 2013 dimana data hasil

analisis untuk BOD 266,22 mg/l, COD 521,78 mg/l, pH 10,12, deterjen 22,72 mg/l, fosfat 7,18 mg/l dan TSS 222,83 mg/l. Sementara nilai maksimal yang diizinkan adalah adalah BOD 100 mg/l, COD 100 mg/l, pH 6-9, deterjen 10 mg/l, TSS 100 mg/l dan fosfat 10 mg/l.

Maha benar Allah dalam segala firmanNya bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu menurut ukurannya. Begitu pula dengan kadar limbah cair laundry memiliki ukuran yang sesuai standar baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan pemerintah. Sehingga apabila limbah cair tersebut melebihi baku mutu (ukuran) tersebut dapat berpotensi menimbulkan pencemaran.

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya : “*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran*”.
(Q.S. Al-Qamar : 49)

Islam sebagai agama *rahmatan lil alamin* sangat mendukung adanya pelestarian lingkungan dan larangan berbuat kerusakan, sebagaimana perintah Allah SWT dalam firmanNya :

وَأَتَّبِعْ فِي مَآءِ آتِنَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ ۗ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا ۗ وَأَحْسِنَ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ ۗ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ ۗ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ طَسَمَ لِمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

Artinya : “*dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan*”.(Q.S : Al-Qashahsh :77

Penggunaan *Azolla microphylla* sebagai remediator limbah cair laundry merupakan bentuk tanggung jawab manusia sebagai *khalifah* dimuka bumi sebagai salah satu usaha dalam memelihara kelestarian lingkungan. Itu artinya

manusia beramal atas dasar ketaqwaan kepada Allah SWT melalui pengamalan ajaran agama Islam karena perbuatan manusia senantiasa terikat dengan hukum syara', serta berhubungan dengan pahala dan dosa. Hadits yang diriwayatkan oleh Muslim, At-Tirmidzi, dan Ibnu Majah, dari hadits Waki', dari Sufyan Ats-Tsauri mengingatkan bahwasanya :

عَنْ أَبِي عَمْرِو بْنِ جُبَيْرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: مَنْ سَنَّ فِي الْإِسْلَامِ سُنَّةً حَسَنَةً وَمَنْ سَنَّ سُنَّةً سَيِّئَةً كَانَ عَلَيْهِ فَلَهِ أَجْرُهَا وَ أَجْرُ مَنْ عَمِلَ بِهَا بَعْدَهُ مِنْ غَيْرِ أَنْ يَنْقُصَ مِنْ أَجْرِ هِمَّ شَيْءٍ وَزُرْهَا وَوَزُرُ مَنْ عَمِلَ بِهَا بَعْدَهُ مِنْ غَيْرِ أَنْ يَنْقُصَ مِنْ أَوْزَارِهِمْ شَيْءٍ (رواه المسلم)

Artinya : “*Dari Abi Amr Ibn Jubair Ibn Abdillah, Ia berkata : Rasulullah SAW bersabda : Barang siapa yang berbuat baik dalam Islam, maka ia akan memperoleh pahala dari perbuatan itu dan pahala dari orang yang melaksanakan atau meniru perbuatan itu setelahnya tanpa mengurangi pahala orang-orang yang menirunya. Dan barang siapa yang melakukan keburukan, maka ia akan mendapatkan dosa dari yang melakukannya itu tanpa mengurangi dosa orang yang menirunya.* ” (HR Muslim)

Kemampuan *Azolla microphylla* sebagai remediator limbah cair laundry dalam penelitian ini semakin memperkuat bahwa Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu tanpa ada yang sia-sia. Tumbuhan sekecil dan sesederhana *Azolla microphylla* ternyata mampu memperbaiki lingkungan dengan cara meningkatkan kualitas limbah cair laundry. Hal ini tentunya membawa kemaslahatan bagi kehidupan umat manusia. Oleh karena itu, manusia hendaknya bersyukur atas berbagai nikmat yang telah diberikan Allah SWT. Allah telah berfirman dalam surat Ali ‘Imran [3] : 191 :

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya : “*(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.* ”. (Qs. Ali ‘Imran [3] : 191)