

Penerapan Hibrid Sistem Biofilter dan Hidroponik Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Pemukiman *Low Income People*

Tumpal Gultom¹, Haryati Bawole Sutanto²

^{1,2}Fakultas Bioteknologi, Program Studi Biologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta
Jl. dr. Wahidin Sudirohusodo No. 5-25, Yogyakarta 55224
Email: tumpalgultom31@gmail.com, haryati_bawole@yahoo.com

ABSTRAK

Limbah domestik akan menimbulkan permasalahan lingkungan, apabila tidak adanya pengolahan limbah baik secara komunal maupun skala rumah tangga atau dengan kata lain masyarakat langsung membuang limbah mereka ke badan air. Ada beberapa sistem pengolahan limbah yang ramah lingkungan dan terbilang murah yaitu dengan sistem biofilter. Pengolahan limbah domestik dengan sistem biofilter pada beberapa penelitian menghasilkan penurunan parameter limbah yang sangat baik. Penelitian ini tidak hanya menggunakan biofilter, karena dimungkinkan masih ada sisa senyawa anorganik seperti nitrat dan fosfat yang tersisa dari pengolahan sistem biofilter. Sehingga diperlukan tertiary treatment menggunakan sistem hidroponik. Hasil penelitian ini yaitu sistem tertiary treatment dengan hidroponik dapat menurunkan sisa senyawa anorganik kadar fosfat yaitu outlet kangkung (76,13%), bayam (44,9%) dan selada (45,95%), sedangkan nitrat tidak mengalami penurunan. Parameter suhu, TDS, TSS, pH, COD dan BOD sangat efisien diturunkan dengan efisiensi penurunan TDS sebesar (15,15-19,60%), TSS (51,20-88,52%), COD (49,00-63,27%) dan BOD (30,49-58,68%).

Kata kunci: Biofilter, limbah domestik, sistem hidroponik

ABSTRACT

Domestic wastewater will cause environmental problems, if there is no treatment either communally or household scale or in other words, the people directly dispose of their waste into water bodies. There are several environmentally friendly and fairly inexpensive waste treatment systems, namely the biofilter system. The processing of the wastewater with a biofilter system in several studies resulted in very good reduction of some parameters. This research does not only use biofilter, because it is possible there are still residual inorganic compounds such as nitrate and phosphate left over from processing biofilter systems. So that a tertiary treatment is still needed using a hydroponic system. The results of this study, namely the tertiary treatment system with hydroponics can reduce the residual anorganic compounds of phosphate, such as the outlets of kangkung (76.13%), spinach (44.9%) and lettuce (45.95%), while nitrates did not decrease. The parameters of TDS, TSS, COD and BOD were reduced with the efficiency removal of 15.15-19.60%, 51.20-88.52%, 49.00-63,27% and 30.49-58.68% respectively.

Keywords: *Biofilter, domestic wastewater, hydroponic system*

Pendahuluan

Masyarakat yang tinggal di kota, secara umum dapat dikelompokkan menjadi komunitas berpenghasilan tinggi, menengah dan rendah. Perkembangan sebuah kota tidak terlepas dari semakin banyaknya jumlah penduduk kota, baik yang disebabkan oleh proses urbanisasi maupun proses kelahiran secara alami. Terbatasnya luas lahan di dalam pusat kota dan meningkatnya jumlah migran yang tinggal di permukiman kampung perkotaan berdampak pada kepadatan bangunan yang tinggi dan juga menurunnya kondisi lingkungan [1].

Indonesia merupakan negara dengan kepadatan penduduk terbesar keempat di dunia, dengan jumlah penduduk kurang lebih 269 juta jiwa [2]. Kepadatan dan laju pertumbuhan penduduk tersebut berbanding lurus dengan buangan air limbah domestik. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No 68 Tahun 2016 [3]

mendefinisikan air limbah domestik sebagai air yang berasal dari aktifitas hidup sehari-hari manusia. Sumber pencemar air limbah domestik berasal dari penggunaan sanitasi manusia seperti air bekas kegiatan dapur, kamar mandi, cucian, toilet, dan lain-lain. Limbah domestik digolongkan dalam dua kategori, yaitu *blackwater* yang berasal dari toilet dan mengandung urin serta feses, sedangkan kategori kedua adalah *greywater*.

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) jika diterapkan pada kawasan padat penduduk dapat mengalami beberapa masalah, seperti keterbatasan lahan dan biaya yang dibutuhkan cukup tinggi. Ada beberapa sistem pengolahan limbah yang ramah lingkungan dan terbilang murah yaitu pengolahan limbah dengan sistem biofilter. Sistem biofilter ini dapat digunakan untuk mengolah limbah domestik. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, sistem biofilter terbukti mampu menghasilkan penurunan parameter kualitas air limbah yang sangat efektif seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik limbah domestik dan baku mutu air limbah domestic [4]

Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*	Karakteristik Limbah Domestik
Suhu		±3 °C terhadap suhu udara	
TSS	mg/L	75	150,00
TDS	mg/L	2000	89,10
pH	-	6-9	6,85
COD	mg/L O ₂	200	160,00
BOD ₅	mg/L O ₂	75	81,90
Nitrat	mg/L NO ₂ -N	(-)	26,55
Fosfat	mg/L PO ₄ -P	(-)	13,89

*: Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta (PERDA DIY) Nomor 7 Tahun 2016

Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Ipal Domestik Komunal [5]

(-): Parameter tidak ditetapkan oleh PERDA DIY nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Ipal Domestik Komunal

Air limbah domestik merupakan salah satu sumber pencemar terbesar bagi perairan. Tingginya kandungan bahan organik dalam air limbah domestik meningkatkan pencemaran pada badan air penerima. Semakin meningkatnya pencemaran dapat menurunkan derajat kesehatan masyarakat [6].

Biofilter tersusun atas media yang berfungsi sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya bakteri yang akan melapisi permukaan media membentuk lapisan massa yang tipis atau disebut *biofilm*. Proses pengolahan air limbah dengan sistem biofilter dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang telah diisi dengan media penyangga untuk pengembangbiakan mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi. Untuk proses anaerobik dilakukan tanpa pemberian udara atau oksigen. Biofilter yang baik adalah menggunakan prinsip biofiltrasi yang memiliki struktur menyerupai saringan dan tersusun dari tumpukan media penyangga yang disusun baik secara teratur maupun acak di dalam suatu sistem biofilter. Fungsi dari media penyangga yaitu sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya bakteri yang akan melapisi permukaan media membentuk lapisan massa yang tipis (*biofilm*) [6].

Sebagai upaya untuk memaksimalkan sistem pengolahan limbah, sistem *tertiary treatment* (pengolahan lanjutan) kadang masih harus diterapkan dengan tujuan untuk menurunkan kandungan *nutrient* yang pada umumnya belum dapat dihilangkan secara optimal pada *secondary treatment*.

Sistem *tertiary treatment* yang dapat menurunkan kandungan *nutrient* seperti senyawa anorganik nitrat dan fosfat yaitu menggunakan tanaman. Sistem hidroponik sebagai hasil penelitian alternatif pengolahan limbah dipilih sebagai topik bahasan. Sistem ini merupakan system budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanah melainkan bisa berupa media batu atau tanpa media yaitu hanya berupa air yang diberikan nutrisi khusus, biasanya sudah banyak dijual di toko pertanian, tetapi sistem hidroponik yang ada mendapatkan nutrisi seperti nitrat dan fosfat dari keluaran (outlet) sistem biofilter limbah domestik, yang di dalamnya juga terdapat senyawa anorganik yang berguna sebagai nutrisi bagi tanaman.

Dengan mempertimbangkan sayuran sebagai salah satu makanan yang penting untuk memenuhi kebutuhan gizi manusia, 3 jenis sayuran yang digunakan pada penelitian ini yaitu kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir.), bayam hijau (*Amaranthus viridis* L.) dan selada keriting (*Lactuca sativa* L.). Ketiga tanaman ini merupakan sayuran yang sangat digemari dimasyarakat, tidak terlalu sulit untuk dibudidayakan pada sistem hidroponik dan memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi.

Berdasarkan pernyataan di atas, maka dirasa penting dilakukan penelitian ini untuk melihat seberapa efektif sistem biofilter untuk mengolah limbah domestik, melihat kemampuan tanaman pada sistem hidroponik dalam menggunakan limbah domestik sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya serta mengetahui jenis tanaman yang paling baik untuk digunakan sebagai *tertiary treatment* pengolahan limbah domestik.

Menurut Kasmuri *et al.*, [7] yang telah melakukan penelitian mengenai reduksi amonia-nitrogen oleh biofilter, menyatakan bahwa sistem biofilter cukup efektif untuk menghilangkan polutan, amonia, dan nitrogen dalam air limbah. Proses biologis dari sistem biofilter untuk mengurangi polutan telah menjadi alternatif karena biayanya yang murah dan perawatannya yang mudah. Biofilter dapat merombak amonia menjadi nitrit dan nitrat [7]. Fosfat juga merupakan persyaratan nutrisi bagi bakteri nitrifikasi (autotrofik) untuk tumbuh [8].

Istilah hidroponik berasal dari bahasa latin "*hydro*" (air) dan "*ponous*" (kerja), disatukan menjadi "*hydroponic*" yang berarti bekerja dengan air. Jadi istilah hidroponik dapat diartikan secara ilmiah yaitu suatu budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah tetapi dapat menggunakan media seperti pasir, krikil, pecahan genteng yang diberi larutan nutrisi mengandung semua elemen esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman [9].

Teknologi Hidroponik memungkinkan tanaman mengakses semua unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Semua jenis unsur hara tersebut disebut unsur hara esensial. Beberapa unsur yang dibutuhkan bagi tanaman yaitu karbon, hidrogen dan oksigen yang diserap dari udara dan air, sedangkan berbagai hara mineral lainnya, dilarutkan dalam larutan hara. Unsur hara esensial terdiri atas makronutrien dan mikronutrien. Makronutrien terdiri dari C (karbon), H (hidrogen), O (oksigen), Nitrogen (N), Kalium (K), Fosfor (P), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Sulfur (S), sedangkan mikronutrien terdiri dari Besi (Fe), Mangan (Mn), tembaga (Cu), Zinc (Zn), Molybdenum (Mo), Boron (B), Klorin (Cl) [10].

Faktor eksternal yang berkaitan erat dengan hidroponik adalah unsur hara yang merupakan sumber nutrisi utama bagi tumbuhan. Unsur hara yang umumnya digunakan dalam hidroponik standar adalah nutrisi *AB mix*. Nutrisi *AB mix* ini mengandung calcium (ca) 8,3%, kalium (K) 16,50%, nitrogen (N) 9,9% fosfat (P₂SO₄) 4,7%, sulfat (S) 6,6%, Fe EDTA 0,04%, boron (B) 0,01%, Mangan (Mn) 0,01%, seng (Zn) 0,01%, dan tembaga (Cu) <0,01%. Nutrisi *AB mix* ini mengandung banyak unsur hara yang salah satunya adalah fosfor (P). Unsur ini sangat penting untuk pertumbuhan dan pembentukan akar. Unsur fosfor ini diserap tanaman dalam bentuk fosfat. Unsur fosfor ini pada tanaman berperan dalam pembentukan inti sel, mempercepat perpindahan fase vegetatif ke generatif, mempercepat pembentukan biji, dan memperbaiki mobilitas unsur hara di dalam tanaman [11].

Penelitian ini menggunakan desain hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT). *Nutrient Film Technique* (NFT) adalah cara bertanam hidroponik yang sebagian akar tanamannya terendam dalam larutan nutrisi dan sebagian lagi berada di permukaan larutan [12].

Rockwool adalah nama komersial media tanaman utama yang telah dikembangkan dalam sistem budidaya tanaman tanpa tanah. Bahan berasal dari bahan batu basalt yang bersifat *inert* yang dipanaskan sampai mencair, kemudian cairan tersebut diputar (*spin*) seperti membuat aromanis sehingga menjadi benang-benang yang kemudian dipadatkan seperti kain wool namun terbuat dari batu (*rock*). Penggunaan *rockwool* mampu memberikan kelembaban 50-70% sehingga kemungkinan stress pada tanaman menjadi sangat kecil [10].

a. Kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir.)



Klasifikasi tanaman Kangkung darat (*Ipomoea reptans*Poir.) [13]

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermathophyta
Kelas : Dicotyledoneae
Ordo : Tubiflorae
Famili : Convolvulaceae
Genus : Ipomoea
Species : *Ipomoea reptans* Poir.

Gambar 1. Kangkung darat *Ipomoea reptans* Poir [14]

Nitrat yang dihasilkan dari proses nitrifikasi dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi oleh tanaman kangkung. Nitrat ini akan digunakan oleh tanaman kangkung sebagai nutrisi sehingga akan terjadi keseimbangan unsur nitrogen [15].

Umur panen kangkung sistem hidroponik adalah 21-30 hari, kangkung yang diperbanyak secara hidroponik mempunyai banyak kelebihan, seperti tanaman lebih bersih jika dibandingkan dengan tanaman dari teknik konvensional (menggunakan media tanah), pemanenan kangkung dapat dipotong, dan sisa batang akan tumbuh menjadi tajuk baru yang dapat dipanen lagi dalam waktu 10 minggu setelah panen pertama dan hasilnya tetap tinggi. Hal ini karena suplai nutrisi yang terpenuhi, sehingga perkembangan tajuk masih dapat maksimal. Penggunaan sistem hidroponik dalam budidaya ini diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung.

b. Bayam hijau (*Amaranthus viridis* L.)



Klasifikasi tanaman Bayam hijau *Amaranthus viridis* L [16]

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Caryophyllales
Famili : Amaranthaceae
Genus : Amaranthus
Species : *Amaranthus viridis* L.

Gambar 2. Bayam hijau *Amaranthus viridis* L.,[17]

Bayam merupakan sejenis tumbuhan yang dapat tumbuh di berbagai kondisi lingkungan. Selain itu bayam juga dapat diterapkan dalam sistem pengairan akuaponik dan hidroponik. Bayam dapat bertahan dalam ketinggian air tertentu dengan jangka waktu yang cukup lama dan pemeliharaan yang tidak terlalu rumit [15]. Bayam memiliki siklus hidup yang relatif singkat dengan umur panen 20-30 hari. Bayam memiliki sistem perakaran tunggang dengan cabang-cabang akar yang bentuknya bulat panjang menyebar ke semua arah [18].

3. Selada keriting (*Lactuca sativa* L.)



Klasifikasi tanaman Selada keriting *Lactuca sativa* L [19]

Kingdom : Plantae
Super Divisi : Spermathophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Asterales
Famili : Asteraceae
Genus : Lactuca
Species : *Lactuca sativa* L.

Gambar 3. Selada keriting *Lactuca sativa* L, Sugara[20]

Selada memiliki sistem perakaran tunggang dan serabut. Akar serabut menempel pada batang dan tumbuh menyebar ke semua arah pada kedalaman 20-50 cm atau lebih. Daun selada memiliki bentuk, ukuran, dan warna yang beragam tergantung 7 varietasnya. Tinggi tanaman selada daun berkisar antara 30-40 cm dan tinggi tanaman selada kepala berkisar antara 20-30 cm [19].

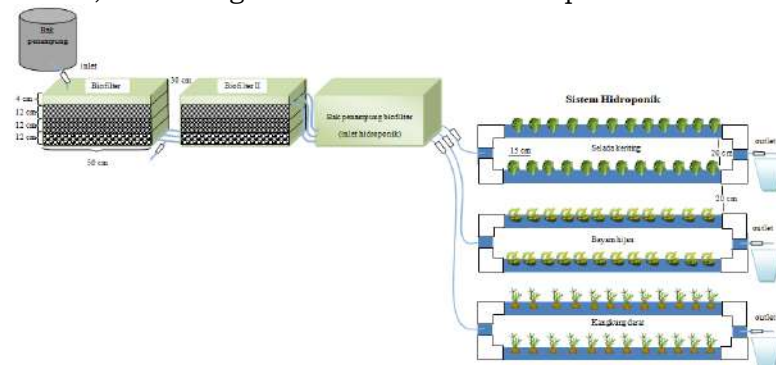
Nitrat diangkut dalam aliran transpirasi xilem ke daun untuk reduksi. Pada umumnya, nitrat dikurangi atau disimpan di dalam vakuola tanaman. Namun, sebagian besar disimpan dalam vakuola sampai dilepaskan untuk pengurangan sitosol [21].

Daya absorpsi nitrat lebih tinggi pada selada yang ditanam di bawah sistem hidroponik dibandingkan dengan sistem organik. Nitrat diabsorpsi diakumulasi pada berbagai bagian yaitu daun selada mengikuti urutan yaitu pada pelepah, daun-daun dewasa luar dan daun muda [21].

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Kimia Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana. Untuk analisis nitrat, fosfat dan COD dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Yogyakarta (BLKY). Penelitian dilaksanakan selama 4 bulan yaitu pada bulan Februari- Mei 2019.

Limbah dialirkan ke bak biofilter sebelum dialirkan ke sistem hidroponik menggunakan pipa pralon dengan tanaman bayam hijau (*Amaranthus viridis* L.), kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir.) dan selada keriting (*Lactuca sativa* L) dengan waktu tinggal (*Hydraulic Retention Time/HRT*) selama 4 hari. Parameter terukur TDS dengan TDS meter; TSS; BOD dengan metode winkler; COD dengan metode reflux tertutup.



Gambar4. Desain Reaktor Pengolahan Limbah yang terdiri dari sistem biofilter dan hidroponik

Aklimatisasi dilakukan untuk menumbuhkan biofilm dengan baik pada media dalam sistem pengolahan limbah biofilter. Aklimatisasi dilakukan selama ± 20 hari. Sementara itu penyemaian dilakukan dengan menyediakan *rockwool* yang dipotong berukuran sekitar 2 – 3 cm kemudian benih dimasukkan ke dalam *rockwool* dengan melubangi terlebih dahulu, selanjutnya disiram dengan air biasa menggunakan *sprayer*. Berikutnya ditunggu sekitar 4 hari lalu dipindahkan ke tempat yang terkena sinar matahari cukup. Semai yang telah berumur 13 hari akan pindah tanam ke sistem hidroponik.

Setelah kondisi *steady state* tercapai dilakukan sampling pada outlet setiap 4 hari sekali untuk melihat kualitas luaran limbah setelah melewati hybrid system biofilter dan hidroponik. Parameter yang diukur antara lain :

- TDS (*Total Disolved Solid*) menggunakan TDS meter
- BOD (*Biological Oxygen Demand*) dengan menggunakan metode winkler
- COD (*Chemical Oxygen Demand*) dengan menggunakan metode reflux tertutup (APHA 22nd edition, 5220-C, 2012)
- Nitrat NO_3^- dengan menggunakan metode IKM/5.4.11/BLK-Y
- Fosfat (PO_4^-) dengan metode APHA 22nd edition, 4500 P-D, 2012.

Pada akhir penelitian dilakukan panen dan diukur berat tanaman dan pertambahan tinggi tanaman serta jumlah daun.



Gambar 5. Prototipe desain hidroponik menggunakan tanaman kangkung, bayam dan selada

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran beberapa parameter dengan menggunakan alternative pengolahan limbah hybrid system biofilter dan hidroponik dapat dilihat pada table 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Rerata pengukuran parameter fisik, kimia, biologi, hasil analisis varian dan baku mutu limbah domestik

Parameter	Perlakuan						Baku Mutu*
	Inlet	B I	B II	OK	OB	OS	
Tinggi tanaman (cm)	-	-	-	48,97	8,93	8,63	-
Jumlah daun (helai)	-	-	-	13,10	6,29	5,15	-
Berat tanaman				9,16	2,45	1,94	
Kadar air				91,34	92,10	93,81	
Kedalaman akar				13,60	18,96	8,98	
TDS (mg/L)	374,17	380,08	317,50	300,83	302,50	310,83	2000
TSS (mg/L)	174,17	85,00	55,00	24,17	24,17	20,00	75
pH	7,89	7,78	7,68	7,62	7,70	7,71	6-9
COD (mg/L)	38,82	19,80	19,49	14,62	15,81	14,26	200
BOD (mg/L)	10,07	7,00	6,07	4,60	4,55	4,07	75
Fosfat (mg/L)	2,22	2,21	1,33	0,54	1,23	1,21	(-)
Nitrat (mg/L)	0,34	2,33	7,10	6,29	9,97	9,51	(-)

Keterangan: B I (biofilter I), BII (biofilter II), OK (outlet kangkung), OB (outlet bayam), OS (outlet selada).

*: Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta (PERDA DIY) Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Ipal Domestik Komunal

(-): Parameter tidak ditetapkan oleh PERDA DIY nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Ipal Domestik Komunal

Pada penelitian ini, hasil parameter TDS, TSS, pH, COD dan BOD pada inlet maupun pada outlet keseluruhan perlakuan masih memenuhi baku mutu menurut Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta (PERDA DIY) Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Ipal Domestik Komunal. Parameter fosfat dan nitrat tidak dibandingkan dengan baku mutu karena pada baku mutu limbah domestik tidak diatur batasan tertinggi kadar fosfat, namun penelitian ini mengukur kadar fosfat dan nitrat untuk mengetahui efektifitas perlakuan tanaman yang ada untuk menurunkan fosfat dan nitrat sebagai nutrisi bagi pertumbuhan tanaman serta pengaruh fosfat dan nitrat terhadap pertumbuhan tanaman kangkung, bayam, dan selada.



Gambar 6. Perbandingan fisik inlet dan outlet air limbah hasil pengolahan system hybrid

Jika dilihat kemungkinan system hidroponik diterapkan sebagai system pengolahan limbah lanjutan (*tertiary treatment*) untuk mengurangi kadar *nutrient* seperti fosfat dan nitrat, system ini menunjukkan hasil analisa parameter kandungan tersebut yang signifikan terutama untuk kandungan fosfat. Penurunan fosfat sangat tinggi terdapat pada tanaman kangkung, hal ini dikarenakan fosfat digunakan oleh tanaman sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya.

Sementara itu untuk parameter nitrat cenderung mengalami kenaikan dari inlet ke biofilter II. Kenaikan nitrat diasumsikan karena limbah yang dialirkan ke sistem pengolahan limbah penelitian ini terdiri dari *black water* (buangan sisa metabolisme manusia). *Black water* biasanya mengandung urin dan feses, dimana keduanya mengandung amonia. Amonia pada limbah akan dioksidasi oleh sistem biofilter menjadi nitrit dan selanjutnya dioksidasi lebih lanjut menjadi nitrat. Proses tersebut dapat terjadi akibat bantuan dari bakteri nitrifikasi yang menempel pada media (batu) yang terdapat pada reaktor. Bakteri tersebut menggunakan oksigen yang dihasilkan oleh mikroorganisme autotrof dalam air limbah. Pada penelitian ini, nitrat yang terukur pada sistem tampak semakin meningkat. Hal tersebut dapat dimungkinkan terjadi karena perombakan dari amonia menjadi nitrat mengalami peningkatan yang cukup stabil dari bak biofilter I hingga biofilter II.

Kandungan nitrat yang tidak mengalami penurunan atau malah mengalami peningkatan tidak bisa diartikan bahwa sistem *tertiary treatment* atau tanaman yang ada pada sistem hidroponik tidak mampu menurunkan atau mengabsorpsi nitrat untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman akan selalu membutuhkan nitrat sebagai nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangannya serta menjaga kelangsungan hidupnya. Parameter biologi berupa pertambahan tinggi tanaman, pertambahan jumlah daun, dan kondisi kesehatan tanaman dapat digunakan sebagai indikator bahwa tanaman mendapatkan nutrisi bagi kelangsungan hidupnya. Salah satu nutrisi yang diabsorpsi oleh tanaman untuk menjaga kelangsungan hidupnya adalah nitrat, sehingga dapat diasumsikan bahwa nitrat dalam limbah sebenarnya tetap diabsorpsi oleh tumbuhan. Hal tersebut diperkuat dengan bukti bahwa tanaman pada sistem hidroponik tumbuh dengan baik. Peningkatan parameter nitrat dimungkinkan terjadi karena proses perombakan amonia menjadi nitrat yang terjadi pada sistem ini lebih besar dibandingkan dengan daya absorpsi nitrat oleh tanaman, baik itu tanaman kangkung, bayam dan selada. Tanaman sangat memerlukan nitrat sebagai nutrisi. Nitrat mengandung unsur nitrogen yang berfungsi untuk memacu pertumbuhan daun dan batang bagi tanaman [22].

Dari pengukuran nitrat sebanyak 6 kali sampling pada outlet akhir sistem dapat diketahui bahwa pada sampling pertama dan kedua nilai nitrat yang terukur cukup rendah, sehingga dapat diasumsikan bahwa tanaman mampu menurunkan nitrat dengan sangat baik. Sedangkan pada sampling ketiga hingga keenam nitrat justru mengalami kenaikan. Hal ini dapat dijelaskan karena tanaman kangkung, bayam, dan selada merupakan tanaman dengan masa panen cepat dan umur pendek. Penurunan nitrat yang cukup signifikan pada sampling pertama dan kedua dapat diasumsikan terjadi karena pada awal-awal sampling, umur tanaman masih sangat muda, metabolisme tubuhnya juga masih sangat cepat sehingga daya absorpsi nitrat oleh tanaman juga sangat cepat dan banyak. Meskipun

perombakan amonia menjadi nitrat oleh mikroorganismenya dalam sistem cukup tinggi, namun tanaman muda dapat mengimbangi kerja mikroorganismenya dengan menyerap nitrat tersebut sebagai nutrisi dengan daya absorpsi yang sangat besar dan cepat sehingga nitrat yang terakumulasi pada outlet hidroponik menjadi rendah. Oleh karena itu tumbuhan kangkung, bayam, dan selada merupakan tanaman yang berumur pendek, ketiga tanaman tersebut akan lebih cepat memasuki masa dewasa dan masa tua. Umur tanaman berbanding terbalik dengan laju metabolisme dan daya absorpsi nitrat pada tanaman. Semakin bertambahnya umur tanaman, maka laju metabolisme dan daya absorpsi nitrat akan semakin menurun atau lambat. Penurunan daya absorpsi nitrat oleh tanaman dapat teramati dari hasil pengukuran nitrat pada sampling ke-3 hingga ke-6 yang cenderung mengalami peningkatan. Hal ini terjadi karena tanaman terus melakukan fotosintesis dan menghasilkan oksigen bagi mikroorganismenya yang bertugas untuk merombak amonia menjadi nitrat, akan tetapi kecepatan daya rombak amonia menjadi nitrat oleh mikroorganismenya tidak dapat diimbangi oleh daya absorpsi nitrat oleh tanaman yang semakin tua.

Berat tanaman diukur pada akhir penelitian atau ketika tanaman dipanen. Berat yang diukur yaitu berat basah dan berat kering pada masing-masing bagian tanaman seperti daun, batang dan akar. Tanaman memiliki 3 bagian tubuh utama yaitu daun, batang dan akar. Berdasarkan penelitian ini ketiga jenis tanaman memiliki berat yang berbeda-beda pada ketiga bagian tubuh tersebut. Bagian tanaman terberat pada kangkung adalah batang (4,79 gram), sedangkan bagian terberat pada bayam dan selada adalah daun, yaitu bayam (1,33 gram) dan selada (1,38 gram).

Bagian batang kangkung memiliki berat tertinggi dibandingkan bagian tanaman lainnya dikarenakan tanaman kangkung cenderung mengalami pertumbuhan tinggi yang berlebihan dibandingkan dengan pertumbuhan daun, bahkan kangkung tumbuh menjalar. Pada bayam dan selada memiliki daun berat dibanding bagian tanaman yang lain dikarenakan tanaman bayam dan selada cenderung mengalami pertumbuhan jumlah dan penambahan lebar daun dari pada pertumbuhan tinggi batang. Urutan berat keseluruhan dari yang memiliki berat tertinggi ke yang terendah yaitu kangkung, selada, dan bayam.

Penelitian ini masih penelitian awal yang masih perlu dilengkapi jika sistem ini nantinya dapat menjadi salah satu alternatif yang dapat diterapkan sebagai sistem pengolahan limbah domestik yang sekaligus memiliki nilai ekonomis dengan mengambil manfaat tanaman hidroponik untuk dikonsumsi atau bahkan dijual, diperlukan uji untuk meninjau kandungan gizi tanaman sehingga layak untuk dikonsumsi.

Simpulan

Pada penelitian ini, sistem *tertiary treatment* dengan hidroponik terbukti efektif dalam menurunkan sisa senyawa anorganik fosfat yaitu outlet kangkung (76,13%), bayam (44,9%) dan selada 45,95% serta dapat dilihat pertumbuhan tanaman yang sangat baik pada ketiga perlakuan. Sedangkan sisa senyawa anorganik nitrat tidak mengalami penurunan pada keluaran limbah setelah perlakuan tanaman. Sistem biofilter dan hidroponik pada penelitian ini tidak menurunkan atau meningkatkan parameter suhu dan pH, kedua parameter tersebut cenderung stabil. Parameter TDS, TSS, COD dan BOD sangat efisien diturunkan yaitu TDS dengan efisiensi penurunan sebesar (15,15% - 19,60%), TSS sebesar (51,20% - 88,52), COD sebesar (49,00% - 63,27%) dan BOD sebesar (30,49% - 58,68%).

Saran

1. Perlu dilakukan uji keamanan dan kelayakan pangan pada sayuran yang digunakan dalam penelitian ini sebelum dikonsumsi masyarakat. Hal tersebut dirasa perlu karena sayuran pada penelitian ini ditumbuhkan menggunakan air limbah yang tidak diketahui secara pasti komponen di dalamnya.
2. Perlu diperhatikan intensitas cahaya di dalam green house (sistem hidroponik) karena beberapa tanaman pada penelitian ini menunjukkan gejala etiolasi.
3. Perlu dilakukan uji MPN untuk mengetahui kemampuan tanaman kangkung, bayam dan selada dalam menurunkan jumlah bakteri coliform yang terdapat pada black water limbah domestik.
4. Pada biofilter I sebenarnya sudah efektif untuk menurunkan beberapa parameter tetapi sebaiknya untuk penerapannya tetap menggunakan dua bak biofilter yang bertujuan saling mengoptimalkan penurunan beban organik yang tidak begitu stabil pada biofilter I karena kontak langsung dengan limbah yang fluktuatif.

Daftar Pustaka

- [1] Bawole,P.& Sutanto,H.B.,2019. *Neighborhood Development Strategy to Empower Local Community for Tourism Development in Urban Kampong Settlement Within Yogyakarta City*. Makalah disajikan dalam CIB Worl Building Congress 2019, Hongkong SAR, China, 17 – 21 Juni 2019
- [2] Worldometers. 2019. Top 20 Largest Countries By Population (Live). URL: <https://www.worldometers.info/world-population/>(Diakses pada 22 April 2019, pukul 23.30 WIB).
- [3] Direktorat Pengendalian Pencemaran Air Ditjen PPKL Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2016. Peraturan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- [4] Asadiya, A., Karnaningroem, N. 2018. Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi Media Zeolit-Arang Aktif. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1). doi: 10.12962/j23373539.v7i1.28923.ISSN: 2337-3539 (2301-9271).
- [5] Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta. 2016. Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Kegiatan Ipal Domestik Komunal, Ipal Tinja Komunal.
- [6] Amri, K., and Wesen, P. 2017. Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Biofilter Anaerob Bermedia Plastik (Bioball). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), pp. 55–66.
- [7] Kasmuri, N., Damin, N. A. M. D., Omar, M. 2018. Ammonia-nitrogen and Phosphate Reduction by Bio-Filter using Factorial Design. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 117. doi:10.1088/1755-1315/117/1/012032.
- [8] Yadav, D., Pruthi, V., Kumar, P. 2016 .Enhanced biological phosphorus removal in aerated stirred tankreactor using aerobic bacterial consortium. *Journal of Water Process Engineering*. 13 pp 61–69.
- [9] Roidah, I. S. 2014. Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*, 1(2), pp. 43–50.
- [10] Purbajanti, E. D., Slamet, W., Kusmiyati, F. 2017. *Hydroponic Bertanam tanpa Tanah*. EF Press Digimedia. Semarang, Indonesia.
- [11] Muhadiansyah, T. O., Adimihardja, S. A. 2016. Efektivitas Pencampuran Pupuk Organik Cair dalam Nutrisi Hidroponik pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada(*Lactuca sativa L* .*Jurnal Agronida*, 2(1), pp. 37–46.
- [12] Nirmalasari, R., Fitriana. 2018. Perbandingan Sistem Hidroponik Antara Desain Wick (Sumbu) dengan Nutrient Film Tehnique (NFT) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung *Ipomoea aquatica*. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 9(18), pp. 1–7.
- [13] Suratman., Priyanto, D. W. I and Setyanwan, A. D. 2000. Analisis Keragaman Genus *Ipomoea* Berdasarkan Karakter Morfologi Variance Analysis of Genus *Ipomoea* based on Morphological Characters. *Biodiversitas*. 1(2), pp. 72–79. doi: 10.13057/biodiv/d010206.
- [14] Abahtani. 2019. *Cara Menanam Kangkung di Berbagai Media Tanam, Tutorial Lengkap*. URL: <https://abahtani.com/cara-menanam-kangkung/> (Diakses pada 22 April 2019, pukul 22.19 WIB).

- [15] Farida, N. F., Abdullah, S. H., Priyati, A. 2017. Analisis Kualitas Air pada Sistem Pengairan Akuaponik (Analysis of Water Quality in Aquaponic Irrigation System). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5(2), pp. 385–394.
- [16] Rahman, A. H. M. M., Gulshana, M. I. A. 2014. Taxonomy and Medicinal Uses on Amaranthaceae Family of Rajshahi , Bangladesh. *Applied Ecology and Environmental Sciences*, 2(2), pp. 54–59. doi: 10.12691/aees-2-2-3.
- [17] Tokopedia. 2019. Bayam Hijau Hidroponik. URL: <https://www.tokopedia.com/bigmamabogor/bayam-hijau-hidroponik> (Diakses pada 22 April 2019, pukul 20.20 WIB).
- [18] Purnawanto, A. M., Suyadi, A. 2015. Keragaan Organ Source Dua Varietas Bayam Cabut pada Variasi Media Tanam Arang Sekam. *Agritech*, 17(1), pp. 87–96. ISSN : 1411-1063.
- [19] Saporinto, C. 2013. Gown Your Own Vegetables-Paduan Praktis Menanam SayuranKonsumsi Populer di Pekaranagan. Lily Publisher. Yogyakarta.
- [20] Sugara, K. 2012. Budidaya Selada Keriting, Selada Lollo Rossa dan Selada Romaine Secara Aeroponik di Amazing Farm , Lembang , Bandung Kosmas Sugara Departemen Agronomi dan Hortikultura. *Departemen Agronomi Dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor*.
- [21] Yosoff, S. F., Mohamed, M. T.M., Parvez, A., Ahmad, S. H., Ghazali, F. M., Hassan, H. 2015. Production system and harvesting stage influence on nitrate content and quality of butterhead lettuce. pp. 1–9. doi: 10.1590/1678-4499.0453%0AProduction.
- [22] Siregar, J., Triyono, S., Suhandy, D. 2015. Pengujian Beberapa Nutrisi Hidroponik pada Selada (*Lactuca Sativa L .*) dengan Teknologi Hidroponik Sistem Terapung (THST) Termomodifikasi. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*V, 4(1), pp. 65–72.