

SISTEM HIDROPONIK ORGANIK DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH EFFLUENT BIOGAS INDUSTRI TAPIOKA DAN LIMBAH KOLAM LELE

ORGANIC HIDROPONIC SYSTEM USING EFFLUENT BIOGAS OF TAPIOCA INDUSTRY AND CATFISH POND WASTE WATER

Stefani Silvi Agustin¹, Sugeng Triyono², Mareli Telaumbanua²

¹Mahasiswa Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

²Staf Pengajar Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ komunikasi penulis,, e-mail: silvi.stefani15@gmail.com

Naskah ini diterima pada 20 Oktober; revisi pada 11 November 2017;
disetujui untuk dipublikasikan pada 26 Desember 2017

ABSTRACT

Tapioca industry and catfish ponds are among the agricultural industries that discharge liquid waste which has not been utilized yet. The liquid waste is very potential to be utilized as nutrient sources for hydroponic system, because the waste contains organic materials. This research aims to explore the use of the liquid wastes for growing organic vegetables in a hydroponics system. The main materials used in this research were tapioca industry effluent from tapioca factory in Pesawaran and liquid waste of catfish pond from the Integrated Field Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. Other materials included vegetable seeds and chemicals used for lab analysis (1000 ppm Ammoniac standard solution, NaOH, KI, and HgI₂). Tapioca industry and catfish pond wastes were applied on DFT hydroponic systems. Parameters observed in this study included pH, EC, TS, TSS, TFS, N-Ammonium, BOD₅ and plant growth. The results showed that tapioca waste had high pH and EC (9.7 and 2038 iS/cm respectively). Solid content of tapioca waste was also quite high (1672 mg/L for TS and 1496 mg/L TFS), while The catfish pond waste had low concentrations of TSS (372 mg/L) and N-Ammonium (10,79 mg/L). The best growth of plants was found in the application of catfish pond waste, (plant height was 12,92 cm/plant and biomass harvested was 10,46 grams/plant). However; in all systems, the vegetables showed suboptimal growths, indicating that they suffered from nutrient deficiency. Thus, the systems did not supply enough nutrients needed by plants. More frequently replacing of the wastes might be better solution for those systems.

Keywords: ammonium, liquid waste, nutrient, vegetables.

ABSTRAK

Industri tapioka dan kolam lele termasuk di kalangan industri pertanian yang membuang limbah cair yang belum dimanfaatkan. Limbah cair ini sangat potensial dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi untuk sistem hidroponik, karena limbahnya mengandung bahan organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penggunaan limbah cair untuk menanam sayuran organik dalam sistem hidroponik. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair tapioka dari pabrik tapioka di Pesawaran, limbah cair budidaya ikan dari Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bahan lainnya termasuk benih sayuran dan bahan kimia yang digunakan untuk analisis laboratorium (larutan standar amoniak 1000 ppm, NaOH, KI, dan HgI₂). Limbah kolam lele dan limbah tapioka diaplikasikan pada sistem hidroponik DFT. Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi pH, EC, TS, TSS, TFS, N-Ammonium, BOD₅ dan pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah tapioka masing-masing memiliki pH dan EC yang paling tinggi (9,7 dan 2038 iS/cm). Limbah tapioka memiliki TS dan TFS yang tinggi (1672 mg/L dan 1496 mg/L) dan limbah budidaya ikan lele memiliki nilai TSS dan N-Ammonium paling tinggi (372 mg/L dan 10,79 mg/L). Pertumbuhan tanaman terbaik ditemukan pada penerapan limbah kolam lele. Pada sistem limbah kolam lele, tinggi tanaman mencapai 12,92 cm/tanaman, dan biomassa tanaman yang dipanen adalah 10,46 gram/tanaman. Namun, dalam sistem tersebut, sayuran menunjukkan pertumbuhan suboptimal, hal ini menunjukkan bahwa mereka menderita kekurangan gizi. Dengan demikian, sistem tidak menyuplai cukup nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman.

Kata kunci: ammonium, limbah cair, nutrisi, sayuran.

I. PENDAHULUAN

Industri merupakan salah satu kegiatan ekonomi yang cukup strategis untuk meningkatkan pendapatan dan perekonomian masyarakat secara cepat. Setiap proses produksi suatu industri menghasilkan produk yang bernilai dan juga menghasilkan limbah. Industri pertanian merupakan salah satu industri yang turut menyumbangkan dampak negatif berupa produksi limbah cukup besar. Beberapa contoh industri pertanian yang menghasilkan limbah tak termanfaatkan adalah industri tapioka dan industri kolam lele.

Industri tepung tapioka menghasilkan limbah cair dari proses pencucian dan pengendapan. Padatan tersuspensi di dalam air cukup tinggi, berkisar 1500-5000 mg/l. Air limbah tapioka yang masih segar mempunyai pH 6-6,5 akan turun menjadi sekitar 4. BOD air limbah tapioka berkisar antara 3000-6000 mg/l. (Prayitno, 2008). Pada budidaya ikan, organisme akuatik hanya dapat meretensi protein sekitar 20-25% dan selebihnya akan terakumulasi dalam air (Stickney, 2005 dalam Rachmawati, 2015). Hasil pengukuran pH air kolam lele berkisar antara 6,4 – 9,15 (Augusta, 2016). Limbah cair industri tapioka dan limbah cair kolam budidaya lele memiliki kandungan bahan organik yang bisa dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman. Pemanfaatan limbah air kolam lele dengan metode resirkulasi pada tanaman kangkung dan pakcoy sudah pernah dilakukan (Effendi, dkk., 2015). Penelitian mengenai limbah tapioka sebagai alternatif pupuk cair juga sudah dilakukan (Cesaria, 2014).

Tanaman untuk pangan harus dapat dibudidayakan dengan optimal dimanapun lokasi dan medianya. Dalam hal ini nutrisi merupakan hal yang penting bagi tanaman. Hal ini berfungsi sebagai makanan bagi tanaman untuk diubah menjadi energi dan menambah massa tanaman selama masa hidupnya (Telaumbanua, 2016). Pada penelitian ini, limbah cair akan dimanfaatkan secara langsung melalui sistem hidroponik organik dengan *Deep Flow Technique* (DFT). Limbah berfungsi untuk menggantikan nutrisi pada sistem hidroponik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kinerja limbah industri tapioka dan limbah kolam

lele sebagai sumber nutrisi pada sistem hidroponik organik.

II. BAHAN DAN METODA

2.1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan adalah limbah *effluent* biogas industri tapioka yang berasal dari pabrik tapioka di Branti, Lampung Selatan, limbah cair budidaya ikan lele yang berasal dari Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, bibit tanaman sawi dan pakcoy, dan bahan-bahan kimia yang digunakan adalah larutan induk Amoniak, NaOH, KI, HgI₂.

2.2 Metode Penelitian

2.2.1 Pengolahan Larutan Nutrisi dari Air Limbah Industri Pertanian

Sebagai bahan nutrisi, limbah industri tapioka dan limbah kolam lele tidak memerlukan pengolahan yang terlalu lama. Pengolahan limbah industri tapioka dan limbah kolam lele dilakukan dengan menyesuaikan konsentrasi limbah untuk kebutuhan EC tanaman. Penyesuaian konsentrasi dilakukan dengan mengencerkan larutan limbah dengan air untuk mendapatkan nilai EC yang sesuai.

2.2.2 Persiapan Hidroponik Kit dan Pengoperasiannya

Sistem hidroponik yang digunakan untuk pemanfaatan limbah industri tapioka dan limbah budidaya ikan adalah sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT). Nutrisi dari limbah pada ember akan dialirkan secara terus menerus sehingga akar tanaman dapat mengambil langsung nutrisi pada genangan limbah di dalam pipa media tanam.

2.2.3 Pengamatan dan Analisis

Pengamatan dilakukan pada nutrisi tanaman dan juga pada pertumbuhan tanaman. Parameter kualitas nutrisi yang diamati adalah pH yang diukur menggunakan pH meter setiap hari, EC (*Electrical Conductivity*) yang diukur menggunakan EC meter setiap hari, TS (*Total Solid*), TSS (*Total Suspended Solid*), TFS (*Total Filterable Solid*) yang diperoleh berdasarkan perhitungan sebagai berikut

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Power of Hydrogen (pH)

pH limbah tapioka pada hari ke-0 adalah sebesar 8,5. Selama pertumbuhan tanaman, pH terbesar adalah 9,7 pada hari pengamatan ke-22. Pengukuran pH limbah kolam lele pada hari ke-0 adalah sebesar 7,4. pH terbesar selama pertumbuhan tanaman pada limbah kolam lele adalah 9,1. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar 1.

Menurut Wirosodarmo dkk (2001), tanaman sawi membutuhkan pH antara 6 – 7. Sedangkan pH limbah tidak sesuai dengan pH yang dibutuhkan sehingga pertumbuhan sawi kurang optimal. pH pada limbah kolam lele mengalami kenaikan secara terus menerus karena selama proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme terjadi pembentukan ammonia (Ibrahim, 2010).

3.2 Electrical Conductivity (EC)

Limbah tapioka memiliki EC pada hari pengamatan ke-0 adalah sebesar 534 $\mu\text{S}/\text{cm}$. EC terbesar limbah tapioka adalah sebesar 2038 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pada hari pengamatan ke-24 saat penggantian limbah baru. Sedangkan pada limbah kolam lele EC pada hari ke-0 adalah sebesar 386 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan EC terbesar adalah 638 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan dapat dilihat pada Gambar 2.

$$TS = \frac{(W_2 - W_1)}{V_s} \text{ (mg/l)} \dots\dots\dots (1)$$

$$TSS = \frac{(W_{K2} - W_{K1})}{V_s} \text{ (mg/l)} \dots\dots\dots (2)$$

$$TFS = TS - TSS \text{ (mg/L)} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

W_1 = berat cawan (mg)

W_2 = berat cawan + residu limbah setelah dioven dengan suhu 105°C selama 24 jam (mg)

V_s = volume sampel (liter)

W_{K1} = cawan+kertas saring (mg)

W_{K2} = cawan+kertas saring+residu (mg)

Parameter kualitas nutrisi lainnya adalah N-Ammonium yang diukur dengan metode spektroskopi pada panjang gelombang 425 nm menggunakan metode Nessler. BOD_5 (*Biochemical Oxygen Demand* 5 hari) diukur dengan melakukan inkubasi pada limbah selama 5 hari pada suhu 20°C serta menggunakan rumus sebagai berikut

$$BOD_5 = \frac{(DO_0 - DO_5)}{P} \text{ (ppm)} \dots\dots\dots (4)$$

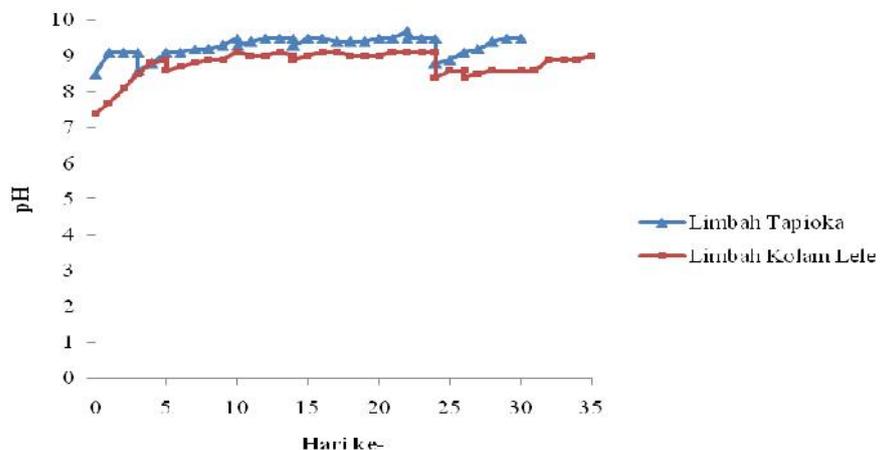
Keterangan:

DO_0 = Pengukuran DO hari ke-0

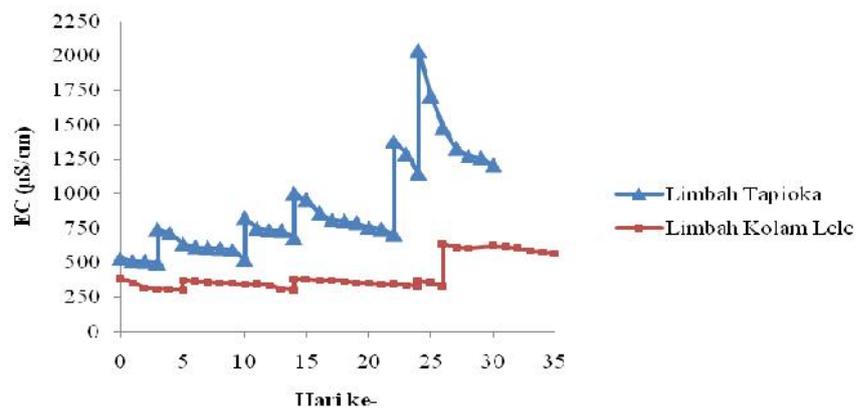
DO_5 = Pengukuran DO hari ke-5

P = Fraksi Pengenceran

Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, berat brangkasan atas, dan panjang akar.



Gambar 1. pH nutrisi.



Gambar 2. EC nutrisi.

EC limbah tapioka dan limbah kolam lele mengalami penurunan setiap harinya karena tanaman menyerap nutrisi yang ada pada limbah.

3.3 Total Solid (TS), Total Suspended Solid (TSS), dan Total Filterable Solid (TFS)

Total solids tersusun dari bahan-bahan atau partikel mengapung, mengendap, koloid, dan bahan-bahan lain di dalam larutan (Triyono, 2011). Bahan-bahan organik dalam limbah akan dimanfaatkan oleh bakteri sebagai energi, sehingga akan meningkatkan kualitas limbah yang melewatinya.

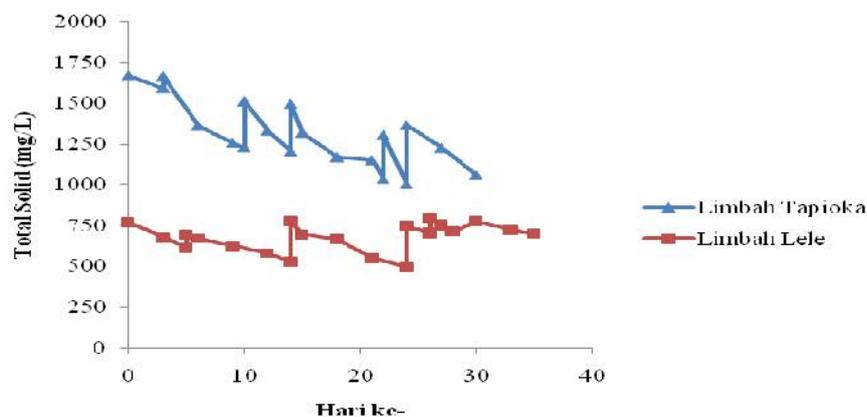
Limbah tapioka memiliki nilai TS tertinggi yang diperoleh pada pengamatan hari ke-0 sebesar 1672 mg/L. Sedangkan pada limbah kolam lele nilai TS pada pengamatan hari ke-0 adalah sebesar 772 mg/L. Nilai TS limbah kolam lele tertinggi adalah sebesar 792 mg/L pada pengamatan hari ke-26 saat penggantian limbah.

Nilai TS limbah tapioka dan limbah kolam lele mengalami penurunan secara terus menerus diakibatkan oleh terserapnya materi yang ada pada limbah.

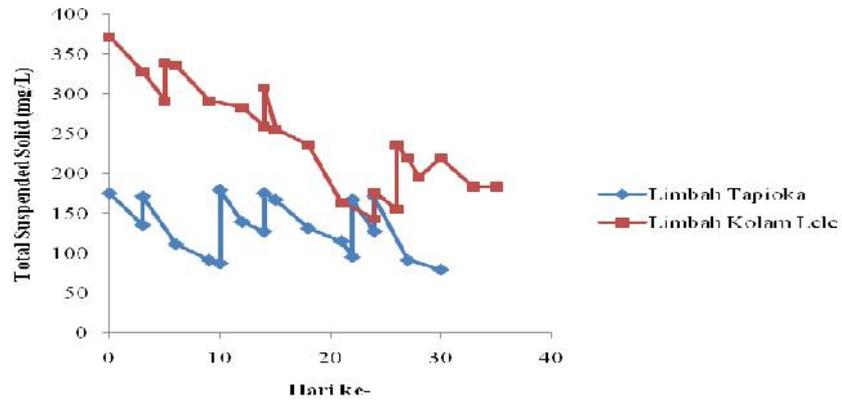
Total suspended solids adalah salah satu parameter penting untuk mengukur kualitas air. *Total suspended solids* adalah partikel yang tidak lolos saringan atau terperangkap oleh filter.

Berdasarkan Gambar 4, nilai TSS limbah tapioka pada hari pengamatan ke-0 adalah sebesar 176 mg/L dan nilai TSS limbah tapioka tertinggi adalah sebesar 180 mg/L pada hari pengamatan ke-10 setelah penggantian limbah. Sedangkan limbah kolam lele memiliki nilai TSS tertinggi pada hari pengamatan ke-0 sebesar 372 mg/L.

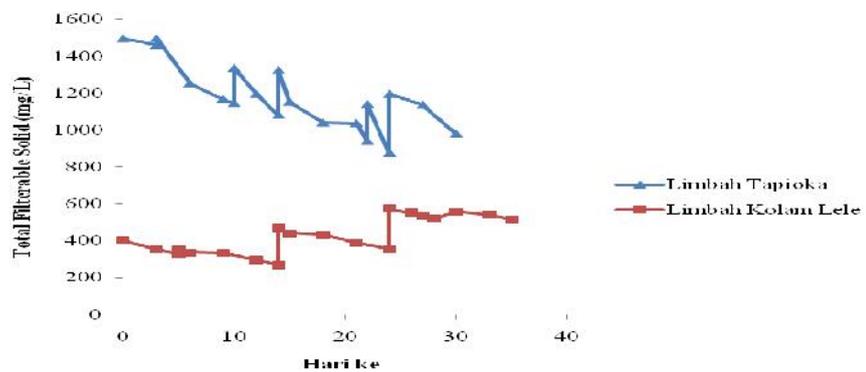
Total Filterable Solids limbah tapioka tertinggi merupakan TFS pada hari pengamatan ke-0 adalah sebesar 1496 mg/L. Sedangkan pada limbah kolam lele, nilai TFS pada pengamatan hari



Gambar 3. Total Solid nutrisi limbah



Gambar 4. Total Suspended Solid nutrisi limbah.



Gambar 5. Total Filterable Solid nutrisi limbah.

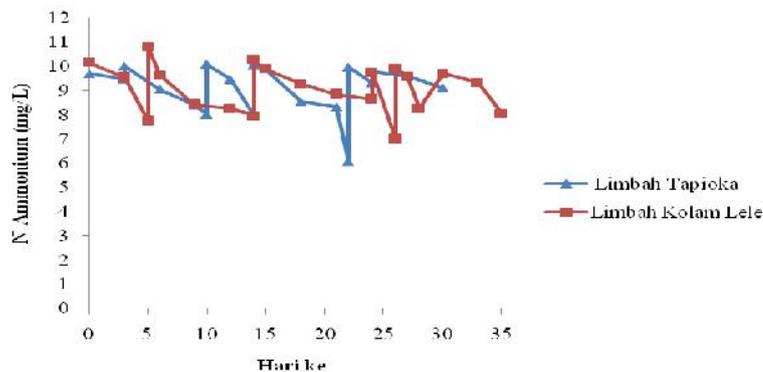
ke-0 adalah sebesar 400 mg/L. TFS tertinggi adalah sebesar 572 mg/L pada hari pengamatan ke-24 setelah penggantian limbah. Penurunan nilai TS, TSS, dan TFS diakibatkan karena terserapnya padatan yang ada pada nutrisi limbah.

3.4 N-Ammonium

Menurut Sutejo (1990), nitrogen bagi tanaman berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan hasil tanaman penghasil daun-daunan, dan dapat menyehatkan

pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna lebih hijau. Nilai N-Ammonium baik limbah tapioka maupun limbah kolam lele cenderung menurun.

Limbah tapioka menghasilkan N-Ammonium pada hari pengamatan ke-0 adalah sebesar 9,70 mg/L. Nilai ammonium tertinggi limbah tapioka adalah sebesar 10,10 mg/L atau sebesar 0,001 %. Sedangkan limbah kolam lele memiliki N-Ammonium pada hari pengamatan ke-0 adalah sebesar 10,16 mg/L. Nutrisi limbah kolam lele



Gambar 6. Pengukuran N-Ammonium

memiliki N-Ammonium tertinggi yaitu sebesar 10,79 mg/L atau sebesar 0,001%. Penurunan kadar N-ammonium diduga disebabkan oleh konversi ammonium menjadi nitrat.

3.5 BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand)

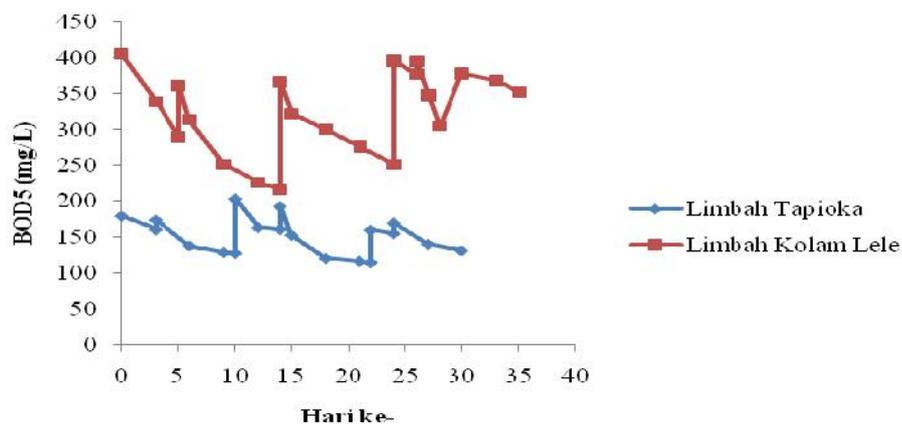
BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganismenya (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik.

menguraikan senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair.

3.6 Pertumbuhan Tanaman

3.6.1 Jumlah Daun

Jumlah tanaman yang ditanam pada sistem hidroponik adalah sebanyak 48 tanaman pada setiap sistem DFT. Jumlah daun terbanyak pada pengaplikasian limbah tapioka adalah sebanyak 11 lembar pada minggu terakhir pengamatan. Jumlah ini lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah daun terbanyak pada

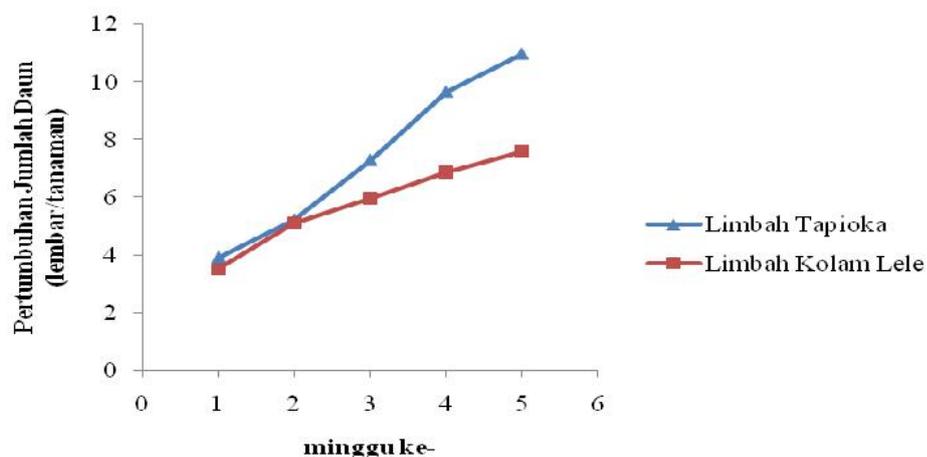


Gambar 7. BOD₅ nutrisi limbah.

BOD₅ limbah tapioka pada hari pengamatan ke-0 adalah sebesar 180 mg/L dan mencapai angka tertinggi 193,2 mg/L pada hari pengamatan ke-14 setelah penggantian limbah. Sedangkan limbah kolam lele pada hari pengamatan ke-0 memiliki BOD₅ tertinggi sebesar 404,8 mg/L. Penurunan disebabkan karena mikroorganismenya memerlukan oksigen yang cukup besar dalam

pengaplikasian limbah kolam lele yaitu sebanyak 8 lembar. Pertumbuhan jumlah daun dapat dilihat pada Gambar 8.

Pertumbuhan jumlah daun dapat dilihat dari kenaikan jumlah daun tanaman secara terus menerus setiap minggunya. Pada sistem hidroponik menggunakan nutrisi hidroponik,



Gambar 8. Pertumbuhan jumlah daun tanaman.

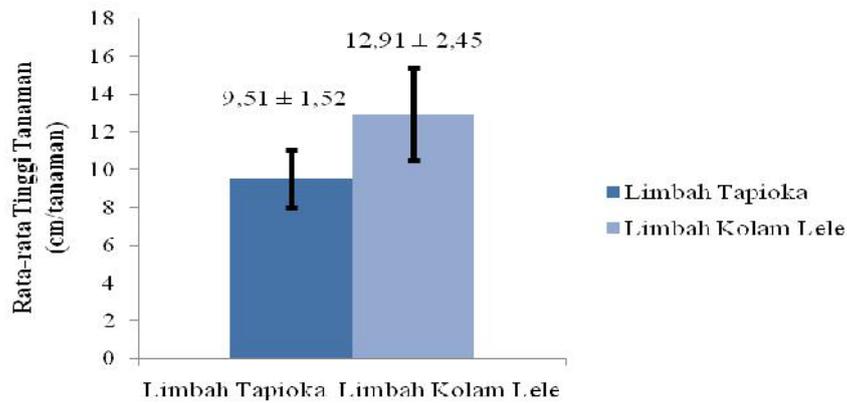
jumlah daun pada minggu terakhir adalah sebesar 10,66 lembar/tanaman (Hamli, 2015).

3.6.2 Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil pengukuran tinggi tanaman dapat dilihat bahwa tanaman dengan aplikasi limbah kolam lele memiliki kenaikan tinggi tanaman paling besar jika dibandingkan dengan limbah tahu dan limbah tapioka yang dapat dilihat pada Gambar 9.

3.6.3 Berat Brangkasan Atas

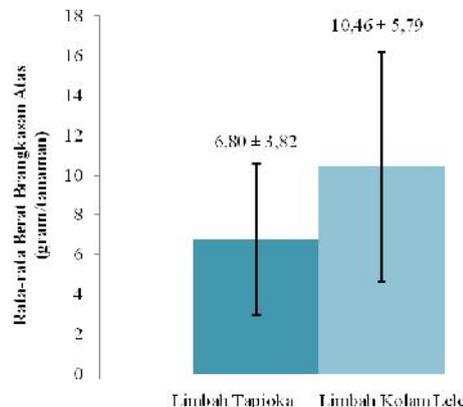
Berat tanaman dengan aplikasi limbah tapioka mempunyai rata-rata berat brangkasan atas sebesar 6,80 gram/tanaman. Sedangkan tanaman dengan aplikasi limbah lele memiliki rata-rata berat brangkasan atas sebesar 10,46 gram/tanaman. Berdasarkan hasil akhir diperoleh nilai berat brangkasan atas dari tanaman dengan aplikasi limbah kolam lele lebih besar jika dibandingkan dengan tanaman aplikasi limbah tapioka.



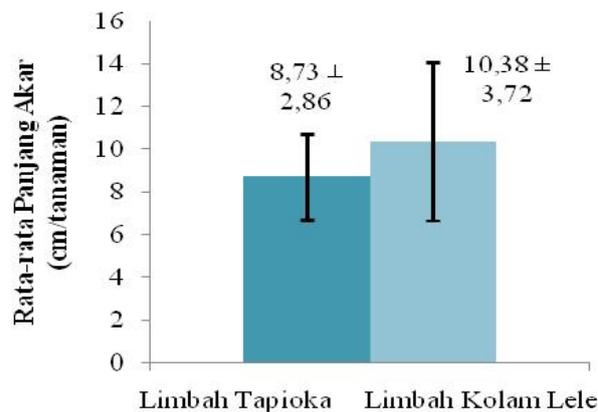
Gambar 9. Tinggi tanaman.

Rata-rata tinggi tanaman pada limbah tapioka pada minggu terakhir sebesar 9,51 cm. Sedangkan pada pengaplikasian limbah kolam lele rata-rata tinggi tanaman adalah sebesar 12,92 cm pada minggu terakhir. Tinggi tanaman sawi pada sistem hidroponik menggunakan nutrisi hidroponik adalah sebesar 23,88 cm/tanaman (Hamli, 2015).

Pada tanaman sawi secara hidroponik menggunakan nutrisi tanaman hidroponik, berat brangkasan tanaman diperoleh rata-rata sebesar 48,33 gram/tanaman (Hamli, 2015). Pada pertumbuhan tanaman dapat dilihat bahwa tanaman cenderung suboptimal pada minggu setelah tanam. Hal ini diduga karena tidak tersedianya nutrisi mikro pada sistem tersebut sehingga sayuran mengalami kekurangan gizi.



Gambar 10. Berat brangkasan atas tanaman.



Gambar 11. Panjang akar tanaman

3.6.4 Panjang Akar

Panjang akar pada aplikasi tanaman dengan limbah tapioka memiliki panjang sebesar 8,73 cm/tanaman. Sedangkan pada aplikasi limbah kolam lele, panjang akar sebesar 10,38 cm/tanaman. Panjang akar tanaman dengan aplikasi limbah kolam lele lebih panjang jika dibandingkan dengan aplikasi limbah tapioka. Panjangnya akar tanaman pada aplikasi limbah lele dikarenakan akar tertutupi oleh lumpur dan perlu mencari sumber nutrisi yang cukup jauh.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut

1. Karakteristik limbah *effluent* biogas industri tapioka masih belum sesuai dengan kebutuhan tanaman ditinjau dari nilai pH yang masih terlalu tinggi dan nilai N-Ammonium yang masih cukup rendah.
2. Karakteristik limbah kolam lele masih belum memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman dilihat dari nilai EC yang masih berada di bawah nilai EC yang sesuai bagi tanaman dan nilai N-Ammonium yang masih cukup rendah.
3. Tanaman tumbuh tidak optimal pada pengaplikasian limbah *effluent* biogas industri tapioka maupun limbah kolam lele dilihat dari jumlah daun, tinggi tanaman dan berat brangkasan tanaman.

4.2 Saran

Pergantian air limbah yang lebih sering mungkin diperlukan dan perlu diteliti untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Augusta, T.S. 2016. Dinamika Perubahan Kualitas Air Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus*) yang Dipelihara di Kolam Tanah. *Jurnal Ilmu Hewan, Tropika* Vol. 5, No. 1: 41 – 44.
- Cesaria, R.Y., R. Wirosoedarmo, dan B. Suharto. 2014. Pengaruh Penggunaan Starter terhadap Kualitas Fermentasi Limbah Cair Tapioka sebagai Alternatif Pupuk Cair. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 8 – 14.
- Effendi, H., B. A. Utomo, dan R. E. Karo-Karo. 2015. Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*) dengan Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Ecolab* Vol. 9, No. 2: 80 – 92.
- Hamli, F, M. Lapanjang, I., dan Yusuf, R., 2015. Respon Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) Secara Hidroponik Terhadap Komposisi Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair. *Jurnal Agrotekbis* 3 (3) : 290-296

- Ibrahim, B., A. C. Erungan, dan Irma. 2010. Pemanfaatan Hasil Nitrifikasi Limbah Cair Perikanan Secara Biologis sebagai Pupuk Nitrogen pada Tanaman Bayam (*Amaranthus sp.*). *Jurnal Sumberdaya Perairan* Vol 4, No. 1: 7 – 11.
- Prayitno, H.T. 2008. Pemisahan Padatan Tersuspensi Limbah Cair Tapioka dengan Teknologi Membran sebagai Upaya Pemanfaatan dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan (Skripsi). Universitas Diponegoro. Semarang.
- Rachmawati, D., I. Samidjan, dan H. Setyono. 2015. Manajemen Kualitas media Budidaya Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dengan Teknik Probiotik pada Kolam Terpal di Desa Vokasi Reksosari, Kecamatan Suruh, Kabupaten Semarang. *Jurnal PENA Akuatika* Vol. 12, No. 1: 24 – 32.
- Telaumbanua, M., Purwantana, B., Sutiarto, L., dan A.F. Falah, M. 2016. Studi Pola Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica rapa var. parachinensis* L.) Hidroponik di Dalam Greenhouse Terkontrol. *Jurnal AGRITECH* Vol. 36, No. 1: 104 – 110.
- Triyono, S. 2011. *Modul Praktikum Rekayasa Pengolahan Limbah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 32 hlm.
- Wirosoedarmo, R., J. Bambang Rahadi, dan D. Ermayanti. 2001. Pengaruh Sistem Pemberian Air Dan Ketebalan Spon Terendam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea*) Dengan Metode Aquaculture. *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 2, No. 2: 52 – 57.

