

## **PERBAIKAN BEBERAPA KARAKTERISTIK LIMBAH CAIR TAHU MENGUNAKAN VARIASI JUMLAH TANAMAN KANGKUNG (*Ipomoea aquatica*) DAN TANAMAN KIAMBANG (*Pistia stratiotes*)**

*Improvement Some Characteristics of Tofu Liquid Waste Using Variations Number of Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) and Water Lettuce (*Pistia stratiotes*) Plants*

**Erika Irfan Rusyadi HM\* dan Tri Candra Setiawati**

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto, Jember 68121

\*E-mail : erika.rusyadihm@gmail.com

### **ABSTRACT**

The tofu factory industry produces tofu liquid waste as the rest of its production. Unmanaged tofu liquid waste will cause problems such as pollution when discharged into rivers. The organic matter in tofu wastewater is very high, a decomposition process is needed so that it can be degraded. The characteristics of tofu liquid waste are low DO concentration, high TSS, and acidic pH. The use of water spinach and water lettuce plants functions to manage tofu liquid waste so that it complies with the Regulation of the Minister of Environment No. 05 of 2014 concerning quality standards for tofu wastewater. Kangkung and water lettuce plants have the potential to improve the characteristics of tofu liquid waste. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the number of water spinach and water lettuce plants, as well as the concentration of tofu liquid waste on the improvement of some of the characteristics of tofu liquid waste. The study was arranged in a factorial Completely Randomized Design (CRD) using two factors and three repetitions. The first factor was the number of plants consisting of no plants (T0), 15 water spinach plants (T1), 30 water spinach plants (T2), 15 water spinach plants (T3), and 30 water spinach plants (T4) and the second factor was the concentration of tofu liquid waste consisting of 75% concentration (K1) and 100% concentration (K2). The variables observed were DO, TSS, TDS, pH, plant height, plant fresh weight, number of leaves, and percentage of plant death. Data were analyzed by ANOVA if significantly different, Duncan's test was carried out with a level of 5%. The single factor of the number of plants on the 7th day showed a highly significant effect on DO and TSS, significantly different on TDS, and not significantly different on pH. The single factor of waste concentration on the 7th day showed a highly significant effect on TSS, significantly different on TDS, and not significantly different on DO and pH. The best treatment was T4K1 with the highest DO concentration and the lowest TSS. The water lettuce plant is not effective for waste with an acidic pH because it will die and the kale plant is still not effective for improving some of the characteristics of tofu liquid waste.

Keywords: tofu wastewater, water spinach, water lettuce

### **ABSTRAK**

Industri pabrik tahu menghasilkan limbah cair tahu sebagai bahan sisa produksinya. Limbah cair tahu yang tidak dikelola akan menimbulkan permasalahan seperti pencemaran ketika dibuang ke sungai. Bahan organik di dalam limbah cair tahu sangat tinggi, proses dekomposisi diperlukan supaya dapat terdegradasi. Karakteristik limbah cair tahu memiliki konsentrasi DO yang rendah, TSS tinggi, dan pH asam. Penggunaan tanaman kangkung dan kiambang berfungsi untuk mengelola limbah cair tahu supaya sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah tahu. Tanaman kangkung dan kiambang memiliki potensi untuk memperbaiki karakteristik limbah cair tahu. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh variasi jumlah tanaman kangkung dan kiambang, serta konsentrasi limbah cair tahu terhadap perbaikan beberapa karakteristik limbah cair tahu. Penelitian disusun dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial menggunakan dua faktor dan pengulangan sebanyak tiga kali. Faktor pertama yaitu jumlah tanaman terdiri dari tanpa tanaman (T0), 15 tanaman kangkung (T1), 30 tanaman kangkung (T2), 15 tanaman kiambang (T3), dan 30 tanaman kiambang (T4) dan faktor kedua yaitu konsentrasi limbah cair tahu terdiri dari konsentrasi 75% (K1) dan konsentrasi 100% (K2). Variabel yang diamati yaitu DO, TSS, TDS, pH, tinggi tanaman, berat basah tanaman, jumlah daun, persentase kematian tanaman. Data dianalisis dengan ANOVA jika berbeda nyata dilakukan uji Duncan dengan taraf 5%. Faktor tunggal jumlah tanaman hari ke-7 menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata pada DO dan TSS, berbeda nyata pada TDS, serta berbeda tidak nyata pada pH. Faktor tunggal konsentrasi limbah hari ke-7 menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata pada TSS, berbeda nyata pada TDS, serta berbeda tidak nyata pada DO dan pH. Perlakuan terbaik adalah T4K1 dengan konsentrasi DO tertinggi dan TSS terendah. Tanaman kiambang tidak efektif digunakan untuk limbah dengan pH asam karena akan mengalami kematian serta tanaman kangkung masih belum efektif untuk memperbaiki beberapa karakteristik limbah cair tahu.

Kata Kunci: Limbah cair tahu; kangkung, kiambang

## PENDAHULUAN

Limbah cair tahu merupakan bahan cair sisa dari produksi pembuatan tahu. Konsumsi tahu per kapita rata-rata 0,152 kg/minggu dan semakin meningkat (Badan Pusat Statistik, 2020). Kebutuhan akan konsumsi tahu yang meningkat maka produksi akan meningkat juga, sehingga limbah yang dihasilkan semakin meningkat. Kegiatan produksi tahu dapat menghasilkan limbah cair mencapai 20 juta m<sup>3</sup> dalam setahun (Rismawati dkk., 2020). Limbah cair tahu dihasilkan dari proses pencucian, pengepresan, dan perebusan. Proses pembuatan tahu menggunakan asam cuka yang berfungsi untuk menggumpalkan sari kedelai supaya dapat menjadi tahu. Dari proses tersebut menyebabkan air limbah tahu menjadi asam (Bintoro dkk., 2017).

Karakteristik limbah cair meliputi beberapa parameter diantaranya DO (*Dissolved Oxygen*) yang menunjukkan total oksigen terlarut di dalam air, TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan partikel tersuspensi yang dapat tersaring, TDS (*Total Dissolved Solid*) terdiri dari semua mineral, kation, anion, garam yang terlarut di dalam air, serta pH yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen di dalam air dengan menunjukkan keasaman suatu air limbah (Hamuna dkk., 2018). Limbah cair tahu memiliki karakteristik konsentrasi TSS sebesar 326 mg/l dan pH 3,29 maka berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 limbah tersebut masih belum memenuhi syarat baku mutu limbah (Aris dkk., 2021). Pembuangan limbah cair tahu tanpa pengolahan dapat menimbulkan permasalahan yaitu pencemaran badan air. Limbah cair tahu memiliki kandungan bahan organik sehingga dapat menurunkan konsentrasi oksigen terlarut, menyebabkan bau tidak sedap, air yang keruh, organisme perairan terganggu akibat pH yang sangat rendah.

Upaya untuk pengelolaan limbah cair tahu dapat menggunakan tanaman kangkung dan kiambang. Tanaman dapat memberikan tempat kelangsungan hidup mikroorganisme untuk melakukan dekomposisi bahan organik pada zona akar. Eksudat yang dihasilkan oleh akar tanaman akan membantu mikroorganisme untuk dapat beraktivitas seperti pertumbuhan dan metabolisme (Sharma and Pathak, 2014). Penggunaan tanaman kangkung dan tanaman kiambang dapat membantu memperbaiki karakteristik limbah cair tahu. Pengelolaan limbah cair tahu menggunakan tanaman kangkung dapat meningkatkan pH sebesar 83,89% (Aris dkk., 2021). Perlakuan berat biomassa tanaman kiambang pada limbah cair tahu dapat menurunkan TSS sebesar 84,64% (Fachrurozi dkk., 2010). Perlakuan tanaman kangkung dapat menurunkan TSS sebesar 94,33% (Ahmad dan Adiningsih 2019). Upaya ini memiliki cara yang mudah dilakukan dan ramah lingkungan. Tanaman akan berinteraksi dengan mikroorganisme sehingga kandungan bahan organik dapat terdekomposisi. Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penggunaan tanaman kangkung dan kiambang dengan variasi jumlah tanaman terhadap perbaikan beberapa karakteristik limbah cair tahu.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2022 sampai dengan Februari 2022 bertempat di Desa Patrang Kabupaten Jember dan Laboratorium Biologi Tanah Universitas Jember. Alat yang digunakan yaitu bak ember, jirigen 25 liter, impraboard, netpot, botol 250 ml, corong, kertas saring 0,45 µm, pH meter, beaker glass, oven, deksikator, nampan semai, botol semprot, DO meter, TDS meter. Bahan yang digunakan meliputi limbah cair tahu, benih kangkung, rockwool, tanaman kiambang, AB mix, Curacron, akuades. Percobaan ini disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dua faktor dengan 5 dan 2 taraf maka kombinasinya 10 perlakuan dengan 3 ulangan. Faktor pertama yang diteliti adalah tanaman (T) dengan 5 taraf yaitu tanpa tanaman (T0), kangkung 15 tanaman (T1), kangkung 30 tanaman (T2), kiambang 15 tanaman (T3), dan kiambang 30 tanaman (T4). Faktor kedua yang diteliti adalah konsentrasi limbah (K) dengan 2 taraf yaitu konsentrasi limbah 75% (K1) dan konsentrasi limbah 100% (K2).

### Prosedur Penelitian

Pengambilan limbah cair tahu dari sisa produksi pabrik tahu yang berlokasi di Gebang Kabupaten Jember. Pengambilan limbah cair tahu

dilakukan dengan cara grab sampling sebelum masuk ke pengairan tempat penerima limbah cair tahu. Persiapan dengan menyiapkan bak ukuran 35 cm x 28 cm x 12 cm sebanyak 30 bak. Persemaian tanaman kangkung dilakukan dengan melubangi satu rockwool terdapat lima lubang dan memasukkan satu benih kangkung ke dalam satu lubang. Persiapan tanaman kiambang dengan mengambil tanaman kiambang dari daerah persawahan yang tergenang. Perawatan tanaman kangkung menggunakan nutrisi AB mix dilakukan selama 7 hari. Persiapan penggunaan pestisida Curacron dilakukan untuk perawatan tanaman terhadap OPT. Proses aklimatisasi dilakukan dengan penanaman tanaman kangkung dan kiambang padabak reaktor yang telah terisi air dengan pH netral, kemudian ditambahkan limbah cair tahu 10 ml per hari selama 7 hari. Pengukuran awal dilakukan dengan mengukur kadar DO, TSS, TDS, dan pH limbah cair tahu. Penanaman tanaman kangkung dilakukan pada bak reaktor yang telah terisi limbah cair tahu sebanyak 8 liter menggunakan sistem rakit apung. Tanaman kiambang dilakukan penanaman secara langsung pada bak reaktor yang telah terisi limbah cair tahu. Penanaman kangkung dan kiambang dilakukan selama 7 hari. Pengukuran parameter limbah dilakukan dengan mengukur kadar DO, TSS, TDS, dan pH limbah cair tahu pada hari ke-7.

### Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan terdiri dari beberapa obyek pengamatan yang dilakukan sebagai indikator untuk menentukan keberhasilan dalam melaksanakan tujuan penelitian. Variabel percobaan terdiri dari konsentrasi DO (ppm), TSS (mg/l), TDS (ppm), dan pH,

### Analisis Data

Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan uji sidik ragam (ANOVA). Kemudian apabila hasil f-hitung yang diperoleh berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) dengan taraf 5%.

## HASIL

### Karakteristik Awal Limbah Cair Tahu

Hasil uji karakteristik awal limbah cair tahu disajikan pada tabel 1 ssebagai berikut.

Tabel 1 Karakteristik Awal Limbah Cair Tahu

Parameter	Satuan	Limbah
Warna	-	Kuning keruh
DO	ppm	0,48
TSS	mg/l	1577
TDS	ppm	1328
pH	-	3,85

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan bahwa konsentrasi DO belum memenuhi baku mutu sesuai Akpor *et al.*, (2014) minimal 3-5 ppm serta parameter TSS dan pH belum memenuhi baku mutu Permen LH No. 5 Tahun 2014.

### Hasil Pengamatan Limbah Cair Tahu Hari Ke-7

Rangkuman nilai f-hitung hasil uji sidik ragam dari variabel pengamatan limbah cair tahu disajikan pada tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2 Rangkuman Nilai F-hitung Uji Sidik Ragam Variabel Pengamatan Pada Hari Ke-7

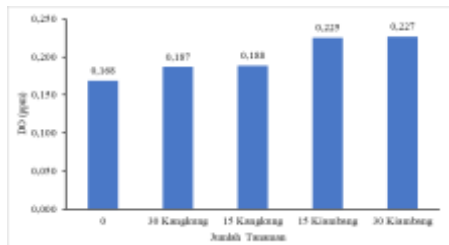
No	Variabel Pengamatan	Jumlah Tanaman (T)	Konsentrasi Limbah (K)	Interaksi (TxK)
1	DO (ppm)	8,96 <sup>**</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>
2	TSS (mg/l)	27,43 <sup>**</sup>	5,65 <sup>**</sup>	2,67 <sup>ns</sup>
3	TDS (ppm)	4,37 <sup>*</sup>	6,60 <sup>*</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
4	pH	2,80 <sup>ns</sup>	3,47 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>

10 HM dan Setiawati., Perbaikan Beberapa Karakteristik Limbah Cair Tahu Menggunakan Variasi Jumlah Tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan Kiambang (*Pistia stratiotes*)

Keterangan: \*\*berbeda sangat nyata, \*berbeda nyata, nsberbeda tidak nyata

**DO**

Hasil dari uji sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal jumlah tanaman berpengaruh sangat nyata terhadap DO pada hari ke-7. Pengaruh faktor tunggal jumlah tanaman disajikan pada gambar 1 sebagai berikut.

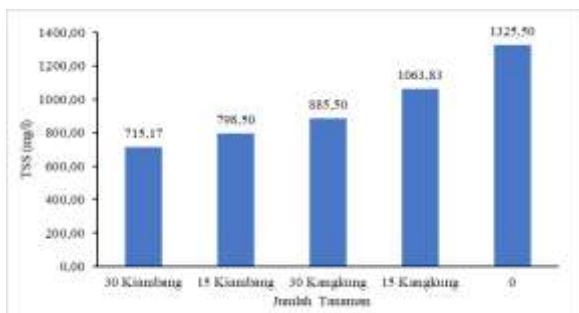


**Gambar 1** Pengaruh faktor jumlah tanaman terhadap DO

Gambar 1 menunjukkan bahwa jumlah tanaman tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap konsentrasi DO tetapi jenis tanaman yang memberikan pengaruh. Perlakuan tanaman kiambang memberikan hasil konsentrasi DO yang lebih tinggi daripada perlakuan tanaman kangkung dan kontrol.

**TSS**

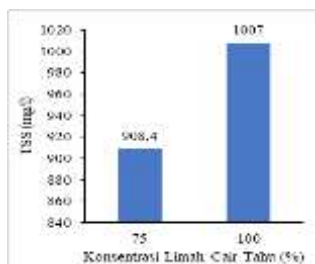
Hasil dari uji sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal jumlah tanaman berpengaruh sangat nyata terhadap konsentrasi TSS pada hari ke-7. Pengaruh faktor tunggal jumlah tanaman disajikan pada gambar 2 sebagai berikut.



**Gambar 2** Pengaruh faktor jumlah tanaman terhadap TSS

Gambar 2 menunjukkan bahwa jumlah tanaman tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap konsentrasi TSS tetapi jenis tanaman yang memberikan pengaruh. Perlakuan tanaman kiambang memberikan penurunan TSS yang lebih tinggi daripada perlakuan tanaman kangkung dan kontrol. Konsentrasi TSS pada perlakuan tanaman kiambang lebih rendah daripada perlakuan kangkung dan kontrol.

Hasil dari uji sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal konsentrasi limbah berpengaruh sangat nyata terhadap konsentrasi TSS pada hari ke-7. Pengaruh faktor tunggal jumlah tanaman disajikan pada gambar 3 sebagai berikut.

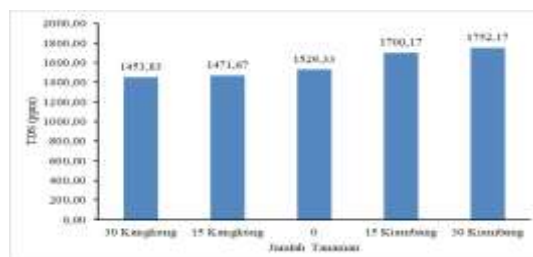


**Gambar 3** Pengaruh faktor konsentrasi limbah terhadap TSS

Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi limbah cair tahu memberikan pengaruh yang berbeda terhadap konsentrasi TSS. Perlakuan dengan konsentrasi limbah 75% menunjukkan TSS yang lebih rendah daripada konsentrasi 100%.

**TDS**

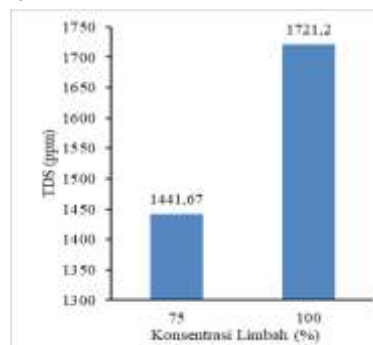
Hasil dari uji sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal jumlah tanaman berpengaruh nyata terhadap konsentrasi TDS pada hari ke-7. Pengaruh faktor tunggal jumlah tanaman disajikan pada gambar 4 sebagai berikut.



**Gambar 4** Pengaruh faktor jumlah tanaman terhadap TDS

Gambar 4 menunjukkan bahwa jumlah tanaman tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap konsentrasi TDS tetapi jenis tanaman yang memberikan pengaruh. Perlakuan tanaman kiambang memberikan peningkatan TDS yang lebih tinggi daripada perlakuan tanaman kangkung dan kontrol. Konsentrasi TDS pada perlakuan tanaman kiambang lebih tinggi daripada perlakuan kangkung dan kontrol.

Hasil dari uji sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal konsentrasi limbah berpengaruh nyata terhadap konsentrasi TDS pada hari ke-7. Pengaruh faktor tunggal jumlah tanaman disajikan pada gambar 5 sebagai berikut.



**Gambar 5** Pengaruh faktor konsentrasi limbah terhadap TDS

Gambar 5 menunjukkan bahwa konsentrasi limbah cair tahu memberikan pengaruh yang berbeda terhadap konsentrasi TDS. Perlakuan dengan konsentrasi limbah 75% menunjukkan TDS yang lebih rendah daripada konsentrasi 100%.

**pH**

Hasil dari uji sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal jumlah tanaman berpengaruh tidak nyata, faktor tunggal konsentrasi limbah cair tahu berpengaruh tidak nyata, dan interaksi faktor jumlah tanaman dengan konsentrasi limbah berpengaruh tidak nyata terhadap pH. Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan nilai pH mengalami kenaikan dan penurunan pada hari ke-7. Pada perlakuan T4K1 menunjukkan nilai pH tertinggi yaitu 4,96 sedangkan nilai terendah pada perlakuan T2K2 sebesar 3,39. Penurunan pH terjadi pada perlakuan T0K1, T1K2, dan T2K2 sisanya mengalami peningkatan pada perlakuan T0K2, T1K1, T2K1, T3K1, T3K2, T4K1, dan T4K2.

**PEMBAHASAN**

Hasil analisis limbah cair tahu pada hari ke-7 menunjukkan bahwa masih belum memenuhi syarat baku mutu untuk DO sesuai syarat Akpor et al., (2014) dan TSS serta pH menurut Permen LH No.5 Tahun 2014. Penanaman tanaman kangkung dan kiambang selama hari ke-7 masih belum dapat memperbaiki karakteristik limbah cair tahu sesuai syarat baku mutu, tetapi perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh dalam peningkatan konsentrasi DO, TDS, dan penurunan TSS.

Berdasarkan gambar 1 menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan tanaman kiambang memberikan peningkatan DO lebih

tinggi, sehingga konsentrasi DO lebih tinggi daripada perlakuan kangkung dan kontrol. Penggunaan variasi jumlah tanaman 15 dan 30 tidak memberikan pengaruh baik pada tanaman kiambang dan kangkung. Berdasarkan hasil 15 tanaman kiambang dengan 30 tanaman kiambang keduanya tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap konsentrasi DO, sehingga perbedaan jenis tanaman antara tanaman kiambang dan kangkung yang mempengaruhi konsentrasi limbah cair tahu. Menurut Ting *et al.* (2018), aktivitas mikroba pada rhizosfer tanaman dipengaruhi oleh luas area pertumbuhan akar tanaman, lebar daun, dan biomassa akar tanaman. Tanaman kiambang memiliki struktur akar yang berambut dan memiliki stolon sehingga memiliki area pertumbuhan akar yang luas yang dapat memfiltrasi polutan dan media untuk aktivitas mikroba. Selain itu tanaman kiambang memiliki luas daun lebih lebar yang berfungsi untuk meminimalkan penetrasi sinar yang dapat menghambat pertumbuhan alga. Menurut Arguelles (2019), alga yang terdapat pada perakaran tanaman kangkung yaitu dari divisi Chlorophyta meliputi *Chlorella vulgaris*, *Chlorococcum infusionum*, *Tetrademus obliquus*, terdapat dari divisi Euglenophyta terdiri dari *Trachelomonas volvocina*, *Cryptoglena skujae*, *Lepocinclis steinii*, dan *Monomorphina pyrum*, serta dari divisi Cyanobacteria yaitu *Limnocooccus limneticus*, *Chroococcus major*, *Oscillatoria limosa*, *Arthrospira platensis*, dan *Anabaenopsis circularis*. Menurut Akmukhanova *et al.* (2018), alga yang terdapat pada tanaman kiambang yaitu *Chlorella sp.* dan *Ankistrodesmus sp.*

Penurunan konsentrasi TSS disebabkan oleh proses filtrasi partikel tersuspensi air limbah yang akan menempel pada akar tanaman. Mikroba pada zona akar kemudian akan melakukan dekomposisi sehingga dapat menjadi partikel yang terlarut (Ilmannafian *et al.*, 2021). Berdasarkan gambar 2 menunjukkan bahwa penggunaan jumlah tanaman 30 pada kiambang tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda dengan 15 tanaman kiambang, namun pada tanaman kangkung menunjukkan perbedaan, maka hal ini menunjukkan bahwa jenis tanaman yang mempengaruhi penurunan konsentrasi TSS. Menurut Ting *et al.* (2018), aktivitas mikroba pada rhizosfer tanaman dipengaruhi oleh luas area pertumbuhan akar tanaman, lebar daun, dan biomassa akar tanaman. Tanaman kiambang memiliki struktur akar yang berambut dan memiliki stolon sehingga memiliki area pertumbuhan akar yang luas yang dapat memfiltrasi polutan dan media untuk aktivitas mikroba. Menurut Tusief *et al.* (2020), struktur perakaran tanaman menyediakan tempat untuk mikroba, penyaringan partikel tersuspensi. Keberadaan mikroba seperti bakteri dekomposer dan pemacu pertumbuhan akan meningkatkan pertumbuhan akar tanaman yang padat bersamaan dengan proses dekomposisi dan mineralisasi partikel dalam air limbah.

Peningkatan konsentrasi TDS menunjukkan bahwa dekomposisi bahan organik masih belum sempurna (Retnosari dan Sovitri, 2013). Peningkatan TDS juga dapat disebabkan oleh meningkatnya bahan organik dari sisa bagian tanaman yang mati (Kustiyarningsih, 2020). Konsentrasi TDS paling tinggi terdapat pada perlakuan tanaman kiambang. Menurut Samal *et al.* (2021), akar tanaman kiambang mendukung mikroba untuk melakukan aktivitas seperti pertumbuhan dan biodegradasi. Berdasarkan gambar 4 penggunaan tanaman kiambang menunjukkan hasil TDS yang lebih tinggi daripada tanaman kangkung. Tanaman kiambang memiliki struktur akar yang berambut dan memiliki stolon sehingga memiliki area pertumbuhan akar yang luas yang dapat memfiltrasi polutan dan media untuk meningkatkan aktivitas mikroba pada proses dekomposisi. Peningkatan konsentrasi TDS pada tanaman kiambang juga dapat disebabkan oleh aktivitas mikroba yang mendegradasi bahan organik, namun masih belum terdegradasi secara sempurna serta dapat dipengaruhi oleh bagian tanaman kiambang yang mati sehingga meningkatkan kandungan bahan organik pada air limbah.

Mekanisme interaksi antara tanaman dengan mikroba yaitu tanaman yang menyediakan zona akar untuk tempat aktivitas mikroba. Akar tanaman dapat mengeluarkan zat eksudat yang terdiri dari asam amino, polisakarida, lipid, senyawa fenolik dan asam nukleat yang berfungsi melindungi jaringan akar dan dapat menarik mikroba membentuk asosiasi dalam zona akar (Srivastava *et al.*, 2016). Mikroorganisme yang berperan mendekomposisikan bahan organik limbah cair tahu sehingga menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses dekomposisi bahan organik dapat terjadi secara anaerobik. Menurut Wang *et al.* (2017), mikroorganisme akan berinteraksi dengan mikroalga

untuk menjaga kestabilan O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, dan pH. Mikrolaga akan memproduksi oksigen yang akan digunakan mikroorganisme untuk proses respirasi dan mikroorganisme akan menghasilkan CO<sub>2</sub> digunakan mikroalga untuk berfotosintesis. Dekomposisi anaerobik terjadi apabila kondisi oksigen tidak mencukupi untuk proses dekomposisi. Dekomposisi secara anaerobik dengan beberapa tahap yaitu Proses hidrolisis terjadi diawali dengan kolonisasi bakteri hidrolitik menutupi permukaan padatan kemudian menyekresikan enzim. Mikroorganisme yang berperan dalam hidrolisis seperti *Colistridia*, *Streptococcus*, *Micrococci*, *Fusobacterium* dapat menyekresi beberapa enzim seperti selulase, xilanase, amilase, protease, dan lipase. Selanjutnya permukaan partikel akan terdegradasi oleh bakteri secara konstan. Tahap kedua dekomposisi anaerobik yaitu asidogenesis untuk mengubah glukosa menjadi etanol, propionat, dan asam asetat. Mikroorganisme yang berperan dalam tahap ini yaitu mikroba fermentasi seperti *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*. Tahap selanjutnya yaitu asetogenesis yaitu proses degradasi etanol laktat, propionat, butirat, dan asam volatil yang tidak dapat diproses oleh metanogen menjadi asam asetat. Mikroorganisme asetogenik seperti *Syntrophomonas wolfeii* dan *Syntrophobacter wolinii*. Tahap terakhir yaitu metanogenesis yang memproduksi metana dari proses oksidasi H<sub>2</sub> dan reduksi CO<sub>2</sub> serta oksidasi gugus karboksil asetat menjadi CO<sub>2</sub> dan reduksi gugus metil menjadi metana. Mikroba metanogenik akan menggunakan H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, asetat sebagai sumber energi (Christy *et al.*, 2014).

Perbedaan konsentrasi limbah cair tahu akan memengaruhi konsentrasi padatan serta partikel di dalam limbah cair tahu. Menurut Alimsyah dan Damayanti (2013), konsentrasi limbah cair akan memengaruhi konsentrasi kontaminan yang ada di dalam limbah cair tersebut. Semakin rendah konsentrasi limbah cair tahu maka akan semakin rendah konsentrasi TSS dan TDS. Menurut Amanah (2018), konsentrasi limbah mempengaruhi konsentrasi senyawa organik.

Perlakuan dengan menggunakan tanaman pada air limbah dapat meningkatkan pH sampai 7,5-8 sedangkan perlakuan tanpa tanaman memiliki pH yang asam. Tanaman yang berperan memberikan media untuk pertumbuhan mikroba termasuk mikroalga. Aktivitas mikroalga mengonsumsi CO<sub>2</sub> untuk proses fotosintesis karena termasuk organisme autotrof akan meningkatkan pH dan menurunkan CO<sub>2</sub> terlarut pada air limbah (Kodituwaku and Yatawara, 2020). Pada perlakuan tanpa tanaman mikroba seperti bakteri melakukan aktivitas dekomposisi sehingga meningkatkan ion H<sup>+</sup> pada air limbah sehingga menjadi asam. Dekomposisi secara anaerob pada tahap asidogenesis dan asetogenesis akan menurunkan pH menjadi asam karena menghasilkan asam organik. Aktivitas dekomposisi secara anaerob oleh mikroba dapat meningkatkan pH pada proses hidrolisis, penggunaan ion H<sup>+</sup> untuk menghidrolisis senyawa polimer dan tahap metanogenesis yang mendegradasi asam organik (Pambudi, 2020). Berdasarkan gambar 6 pengamatan pH pada hari ke-7 perlakuan tanpa tanaman TOK1 mengalami penurunan dan TOK2 mengalami peningkatan serta perlakuan dengan tanaman kangkung T1K2 dan T2K2 mengalami penurunan pH maka pada hari ke-7 ini adanya tanaman pada limbah cair tahu tidak memiliki pengaruh terhadap peningkatan dan penurunan pH air limbah.

Penanaman tanaman kangkung dan kiambang sampai hari ke-7 menunjukkan adanya kematian pada tanaman kiambang, sedangkan tanaman kangkung mengalami layu tetapi masih dapat beradaptasi untuk tumbuh. pH optimal yang dianjurkan untuk tanaman kiambang adalah 6-7. pH limbah yang asam menyebabkan tanaman kiambang tidak dapat beradaptasi lebih lama dan mengalami kematian. Menurut Singh *et al.* (2012) tanaman kiambang dapat menggandakan biomassa dalam waktu 5 hari sehingga memiliki pertumbuhan yang cepat dan mudah pembusukan. Pemanenan berkala tanaman kiambang harus dilakukan supaya mempertahankan kepadatan tanaman yang optimal. Jika tidak dilakukan maka nutrisi akan dilepaskan kembali ke air dan tanaman akan mengalami pembusukan. pH optimal yang dianjurkan untuk pertumbuhan tanaman kangkung adalah 6-7. pH limbah asam menyebabkan tanaman kangkung mengalami gejala layu dan daun mengalami kerontokan tetapi masih dapat hidup dan tumbuh. Hal ini dikarenakan kangkung memiliki kandungan antioksidan. Hormon

## 12 HM dan Setiawati., Perbaikan Beberapa Karakteristik Limbah Cair Tahu Menggunakan Variasi Jumlah Tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan Kiambang (*Pistia stratiotes*)

auksin pada tanaman berperan dalam jaringan hormon stres, mengatur regulasi ROS (*Reactive Oxygen Species*). Terganggunya proses fotosintesis akan menyebabkan peningkatan produksi ROS yang menyebabkan oksidasi protein, lipid, dan mengganggu transpor elektron. Auksin akan menginduksi gen stres menyebabkan produksi antosianin dan mengatur homeostasis ROS. Tanaman kangkung memiliki antioksidan yang tinggi sehingga sintesis auksin dapat mengatur viabilitas sel, perkembangan siklus sel dan kematian sel yang tergantung pada ROS (Wulandari dkk., 2019).

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa aplikasi 30 tanaman kiambang dapat meningkatkan konsentrasi DO dan menurunkan TSS limbah cair tahu pada hari ke-7. Aplikasi tanaman kangkung dan kiambang selama 7 hari masih belum dapat memperbaiki karakteristik limbah cair tahu yang sesuai syarat baku mutu air limbah. Aplikasi tanaman kiambang hanya efektif digunakan pada air limbah dengan pH asam sampai hari ke-7.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H., & Adiningsih, R. (2019). Efektivitas Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok Dan Kangkung Air Dalam Menurunkan Kadar BOD Dan TSS Pada Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Farmasetis*, 8(2), 31–38.
- Akpor, O. B., Othoinoyi, D. A., Olaolu, D. T., & Aderiye, B. I. (2014). Pollutants In Wastewater Effluents: Impacts And Remediation Processes. *International Journal of Environmental Research and Earth Science*, 3(3), 050–059.
- Amanah, R. (2018). Efisiensi Penurunan Kadar Logam Cr Dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman *Cyperus Haspan* Pada Limbah Cair Industri Batik (PhD Thesis). Universitas Brawijaya.
- Aris, B. S., Rudi, R., & Lasarido, L. (2021). Pengelolaan Limbah Industri Tahu Menggunakan Berbagai Jenis Tanaman Dengan Metode Fitoremediasi Agrifor. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 20(2), 257–264.
- Badan Pusat Statistik. (2020). Badan Pusat Statistik. Retrieved March 30, 2022, from <https://www.bps.go.id/statistable/2014/09/08/950/rata-rata-konsumsi-perkapita-sembinggu-beberapa>
- Bintoro, P. A., Maselia, P., Kintoko, A. W., Defanda, A. A., Fitriyanto, A., Ramadhan, F. & Septiani, U. A. (2017). Pembuatan Tahu Rumahan Khas Ledok Kulon. *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 245–252.
- Christy, P. M., Gopinath, L. R., & Divya, D. (2014). A Review On Anaerobic Decomposition And Enhancement Of Biogas Production Through Enzymes And Microorganisms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 167–173.
- Fachrurozi, M., Utami, L. B., & Suryani, D. (2010). Pengaruh Variasi Biomassa *Pistia Stratiotes* L. Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, Dan TSS Limbah Cair Tahu Di Dusun Klero Sleman Yogyakarta.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H., & MAury, H. (2018). Kajian Kualitas Air Laut Dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura.
- Ilmanafian, A. G., Kiptiah, M., & Darmawan, M. I. (2021, November). The Effectiveness Of Filtration And Phytoremediation With Combination Of Aquatic Plants In Wastewater Treatment Of Sasirangan Industry. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 926, No. 1, p. 012042). IOP Publishing.
- Kodituwakku, K. A. R. K., & Yatawara, M. (2020). Phytoremediation Of Industrial Sewage Sludge With *Eichhornia Crassipes*, *Salvinia Molesta* And *Pistia Stratiotes* In Batch Fed Free Water Flow Constructed Wetlands. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 104(5), 627–633.
- Kustiyaningsih, E., & Irawanto, R. (2020). Pengukuran Total Dissolved Solid (Tds) Dalam Fitoremediasi Deterjen Dengan Tumbuhan *Sagittaria Lancifolia*. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(1), 143–148.
- Pambudi, N. I. 2022. Perubahan Parameter Fisika pada Proses Biodegradasi Limbah Tenun Oleh Bakteri Endofit. Skripsi. Yogyakarta: Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
- Retnosari, A. A., & Shovitri, M. (2013). Kemampuan Isolat *Bacillus* Sp. Dalam Mendegradasi Limbah Tangki Septik. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 2(1), E7–E11.
- Rismawati, D., Thohari, I., & Rochmalia, F. (2020). Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) dalam Menurunkan Kadar BOD5 dan COD Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Penelitian Kesehatan "SUARA FORIKES"* (Journal of Health Research "Forikes Voice"), 11(2), 186–190.
- Samal, K., Kar, S., Trivedi, S., & Upadhyay, S. (2021). Assessing The Impact Of Vegetation Coverage Ratio In A Floating Water Treatment Bed Of *Pistia Stratiotes*. *SN Applied Sciences*, 3(1), 1–8.
- Sharma, S., & Pathak, H. (2014). *Pseudomonas* In Biodegradation. *Int J Pure Appl Biosci*, 2, 213–22.
- Singh, D., Tiwari, A., & Gupta, R. (2012). Phytoremediation Of Lead From Wastewater Using Aquatic Plants. *Journal of Agricultural Technology*, 8(1), 1–11.
- Srivastava, J. K., Chandra, H., Kalra, S. J., Mishra, P., Khan, H., & Yadav, P. (2017). Plant–Microbe Interaction In Aquatic System And Their Role In The Management Of Water Quality: A Review. *Applied Water Science*, 7(3), 1079–1090.
- Ting, W. H. T., Tan, I. A. W., Salleh, S. F., & Wahab, N. A. (2018). Application Of Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*) For Phytoremediation Of Ammoniacal Nitrogen: A review. *Journal of water process engineering*, 22, 239–249.
- Tusief, M. Q., Malik, M. H., Asghar, H. N., & Mohsin, M. (2020). Eco-Friendly Degradation of Blue Reactive Dye Enriched Textile Water by Floating Treatment Wetlands (FTWs) System (Part A). *Pakistan Journal of Scientific & Industrial Research Series A: Physical Sciences*, 63(3), 153–161.
- Wulandari, Y. R. E., Hartanti, A. T., & Atviano, B. (2019). The Urban Farming Dengan Hidroponik Menggunakan Zat Pengatur Tumbuh Untuk Peningkatan Pertumbuhan Tanaman Kangkung. *Jurnal Perkotaan*, 11(1), 1–13.