

PEMBUATAN EFEKTIF MIKROORGANISME (EM) BERBASIS BUAH-BUAHAN DAN SAYUR-SAYURAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU

Kenny Jonathan, Mangihot Tua Goeltom*, Tjandra Pantjajani

Fakultas Teknobiologi Universitas Surabaya, Raya Kalirungkut, Surabaya 60293

*Corresponding author: ihot_gultom@staff.ubaya.ac.id

Abstract—Tofu liquid waste consists of proteins, carbohydrates, fats, H_2S , CO_2 , CH_4 and NH_3 which endanger the life of aquatic biota. Tofu liquid waste has high BOD, COD, and ammonia and acidic pH exceeding standards. The high content of BOD and COD causes organisms to die due to lack of oxygen. Tofu waste processing can be done by adding microorganisms to degrade organic matter so that standards can be met. Microorganisms that are able to degrade tofu liquid waste belong to lactic acid bacteria and are found in fruits and vegetables. Microorganisms created in mixed cultures containing various kinds of microorganisms are called effective microorganisms (EM). EM is made by mixing fruits and vegetables with sugar and coconut water which are fermented for 8 days. EM was mixed with waste at volume of 10 ml, 15 ml, 20 ml, 25 ml and incubated for 5 days. Parameters such as BOD, COD, ammonia, and pH were measured before and after incubation for 5 days. The number of coliform was also counted before and after incubation with TPC method. The results showed that addition volume of 25 ml of EM was the best because it lowered the value of BOD, ammonia, pH by 60.44%; 94.939%; 1.13% but increased the COD value by 1.13%.

Keywords: *tofu liquid waste, effective microorganism, quality standard*

Abstrak—Limbah cair tahu terdiri atas protein, karbohidrat, lemak, H_2S , CO_2 , CH_4 dan NH_3 yang membahayakan kehidupan biota perairan. Limbah cair tahu memiliki nilai BOD, COD, dan amonia yang tinggi dan pH asam melebihi standar baku mutu. Kandungan BOD dan COD yang tinggi mengakibatkan kematian organisme karena kekurangan oksigen. Pengolahan limbah tahu dapat dilakukan dengan menambahkan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik agar standar baku mutu dapat terpenuhi. Mikroorganisme yang mampu mendegradasi limbah cair tahu tergolong dalam bakteri asam laktat dan berada di buah-buahan dan sayur-sayuran. Mikroorganisme dibuat dalam kultur campuran berisi berbagai macam mikroorganisme yang disebut efektif mikroorganisme (EM). EM dibuat dengan mencampurkan buah dan sayur dengan gula pasir dan air kelapa dimana selanjutnya difermentasi selama 8 hari. EM dicampurkan dengan limbah pada volume 10 ml, 15 ml, 20 ml, 25 ml dan diinkubasi selama 5 hari. Parameter berupa BOD, COD, amonia, dan pH diukur sebelum diinkubasi dan setelah diinkubasi setelah 5 hari. Jumlah bakteri yang tumbuh juga dihitung sebelum dan sesudah inkubasi dengan metode ALT. Hasil menunjukkan bahwa volume penambahan EM 25 ml adalah yang terbaik karena menurunkan nilai BOD, amonia, pH sebesar 60.44 % ; 94.939 % ; 1.13 % namun meningkatkan nilai COD sebesar 1.13 %.

Kata kunci: *limbah cair tahu, efektif mikroorganisme, baku mutu*

Pendahuluan

Industri tahu merupakan salah satu industri yang banyak dijumpai di Indonesia. Industri pembuatan tahu di Indonesia didominasi oleh UMKM skala kecil yang umumnya tidak mempunyai instalasi pengolahan limbah karena modal yang terbatas. Akibat hal ini limbah hasil pengolahan tahu sering dibuang ke selokan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Industri tahu menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian, perebusan dan penyaringan kedelai. Limbah cair ini biasanya disebut whey atau air dadih berbentuk cairan kental yang terpisah dari padatan tahu (Ridwan,2017). Kehadiran bahan-bahan organik dapat menyebabkan air menjadi kotor, keruh, dan menimbulkan bau menyengat akibat pembusukan oleh mikroorganisme. Limbah tahu memiliki konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) 400-1400 ppm, pH 4-5, Biological Oxygen Demand (BOD) 3000-4000 mg/L (Ratnani, 2010). Berdasarkan peraturan daerah provinsi Kalimantan timur nomor 02 tahun 2011 limbah cair tahu memiliki baku mutu antara lain BOD 150 mg/L, COD 300 mg/L, pH 6-9, Amonia 1 mg/L. Keberadaan limbah cair ini dapat mengganggu lingkungan seperti lingkungan perairan. Hal ini

terjadi karena proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme memerlukan oksigen sehingga menurunkan konsentrasi oksigen terlarut di dalam air yang dapat mengakibatkan kematian biota air laut akibat kekurangan oksigen. (Ramdhani, 2014). Teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk pengolahan limbah tahu yaitu menggunakan teknologi efektif mikroorganisme (EM). EM dapat mengolah limbah tahu dengan biaya yang murah dan mudah digunakan oleh masyarakat. Teknologi EM adalah teknologi fermentasi dengan menggunakan media bakteri anaerob fakultatif (Higa, 2000). EM dapat dibuat dari sampah sayuran, kulit buah-buahan dengan cara fermentasi. EM merupakan larutan yang didalamnya terkandung berbagai macam mikroorganisme hasil fermentasi dari bahan-bahan organik. Mikroorganisme pada EM akan menggunakan senyawa kompleks yang terdapat pada limbah cair tahu sebagai bahan nutrisi sehingga terbentuk senyawa yang lebih sederhana (Ridwan, 2017).

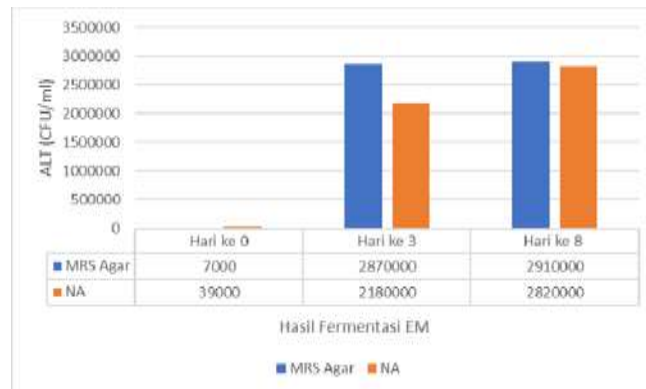
Metode Penelitian

Pembuatan Efektif Mikroorganisme dilakukan dengan mencampurkan 250 g pepaya california matang beserta kulit, pisang cavendish matang beserta kulit, nanas madu matang, 125 g kangkung air, dan kacang panjang dengan cara dihaluskan menggunakan blender. Bahan yang sudah halus lalu ditambahkan dengan 500 g gula pasir dan 250 ml air kelapa. Keberadaan mikroba diuji menggunakan metode ALT pada hari ke 0,3,8 dengan media MRS dan NA. Bahan yang sudah halus dimasukkan pada tupperware yang ditutup rapat. EM difermentasi di tempat yang tidak terkena matahari selama 8 hari. Hasil fermentasi lalu disaring dan dimasukkan ke dalam botol dan disimpan di tempat gelap (Eko, 2018). Pengolahan limbah cair tahu dilakukan dengan mencampurkan limbah cair tahu sebanyak 200 ml dengan EM (0 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml dan 25 ml) ke dalam botol winkler steril. Parameter limbah diukur pada hari ke 0. Botol winkler ditutup rapat dan diinkubasi pada suhu 36°C di atas orbital shaker pada kecepatan 150 rpm selama 5 hari.

Setelah 5 hari diukur parameter limbah. Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk setiap variasi volume BOD dianalisa menggunakan DO meter untuk mengukur nilai oksigen terlarut. Sampel sebanyak 200 ml diaduk menggunakan *magnetic stirrer* yang diletakkan di atas *hotplate stirrer*. Parameter COD dianalisa dengan mereaksikan 0.5 ml sampel dengan 0.3 ml $K_2Cr_2O_7$ 0.1 N dan 0.7 ml $AgSO_4.H_2SO_4$. Larutan dipanaskan menggunakan *heating block* selama 2 jam pada suhu 150°C. Larutan lalu didinginkan hingga suhu ruang dan diukur nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer pada gelombang 620 nm. Parameter amonia dianalisa menggunakan metode nessler. Sampel sebanyak 1 ml direaksikan dengan 0.1 ml reagen nessler. Absorbansi lalu diukur menggunakan spektrofotometer pada gelombang 425 nm. Parameter pH dianalisa menggunakan pH meter untuk mengukur nilai pH. Pengukuran parameter dilakukan pada hari ke 0 dan 5. Pengukuran dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk setiap variasi volume. Nilai ALT juga dianalisa untuk melihat perkembangan mikroorganisme. Nilai ALT dianalisa dengan mengambil 1 ml sampel dan memasukkan ke cawan petri berisi media agar yang masih cair pada kondisi steril. Pengenceran dilakukan secara bertingkat menggunakan NaCl 0.9 %. Media diinkubasi pada suhu 36°C selama 48 jam. Jumlah bakteri yang tumbuh dalam bentuk koloni dihitung.

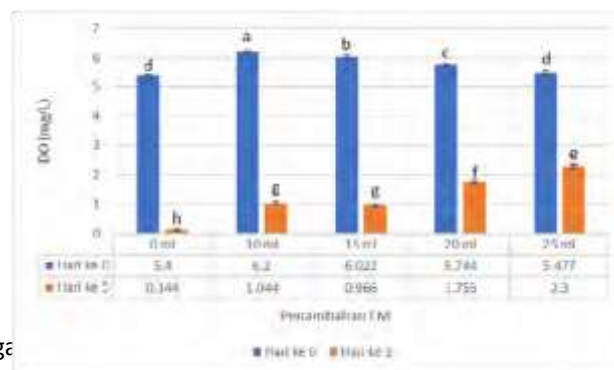
Hasil Penelitian

Gambar 1 menunjukkan peningkatan koliform pada MRS Agar dan NA dari hari ke 0 hingga hari ke 8. Pada hari ke 0 jumlah koliform pada NA lebih banyak dari pada MRS Agar. Pada hari ke 3 dan 8 jumlah koliform pada MRS Agar lebih banyak daripada NA.



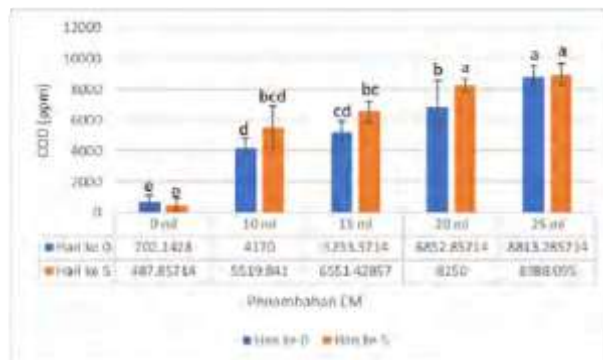
Gambar 1. Nilai ALT pada pembuatan EM di 3 hari yang berbeda.

Gambar 2 menunjukkan nilai oksigen terlarut pada hari ke 0 meningkat pada volume penambahan 10 ml dan menurun seiring penambahan EM. Nilai oksigen terlarut pada hari ke 5 menurun apabila dibandingkan hari ke 0. Apabila dilihat kecenderungannya nilai oksigen terlarut meningkat pada hari ke 5 seiring penambahan EM.



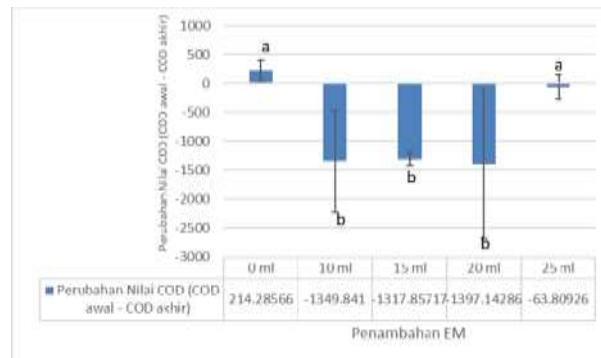
Gambar 2. Pengaruh penambahan EM terhadap nilai DO (mg/L) di hari ke 0 dan 5.

Gambar 3 menunjukkan nilai COD meningkat pada hari ke 0 seiring penambahan volume EM. Pada hari ke 5 untuk volume penambahan EM sebanyak 10 ml - 25 ml nilai COD nya meningkat sementara tanpa penambahan EM nilai COD menurun



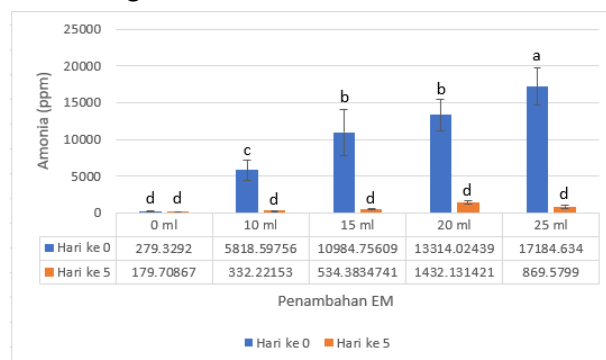
Gambar 3. Pengaruh penambahan EM terhadap nilai COD di hari ke 0 dan 5.

Gambar 4 menunjukkan perubahan nilai COD. Pada volume 0 ml perubahan nilai COD positif, sedangkan pada volume 10, 15, 20 ml perubahan nilai COD cenderung stagnan yaitu berada di kisaran nilai -1300. Namun pada volume 25 ml perubahan nilai COD berada pada nilai -63.809.



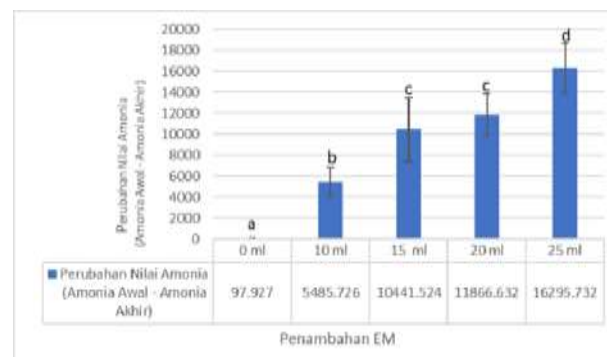
Gambar 4. Pengaruh penambahan EM terhadap perubahan nilai COD (COD awal – COD akhir).

Gambar 5 menunjukkan nilai amonia pada penambahan EM yang berbeda-beda. Pada hari ke 0 nilai amonia meningkat seiring penambahan EM sementara pada hari ke 5 nilai amonia menurun dibandingkan hari ke 0.



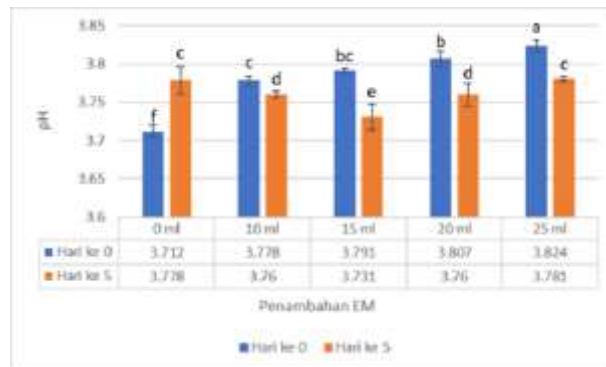
Gambar 5. Pengaruh penambahan EM terhadap nilai amonia (Nessler) di hari 0 dan 5.

Gambar 6 menunjukkan nilai perubahan nilai amonia. Semakin banyak penambahan EM, semakin banyak pula penurunan amonia dengan nilai yang tertinggi pada volume 25 ml.



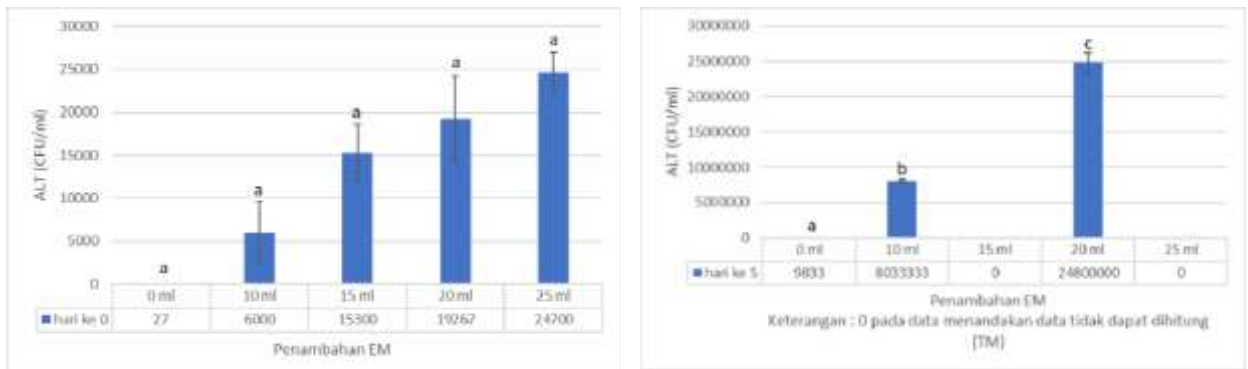
Gambar 6. Pengaruh penambahan EM terhadap nilai amonia (Nessler) di hari 0 dan 5.

Gambar 7 menunjukkan nilai pH pada penambahan EM yang berbeda-beda. Nilai pH pada hari ke 0 naik seiring penambahan EM. Setelah hari ke 5 nilai pH cenderung turun kecuali tanpa penambahan EM.

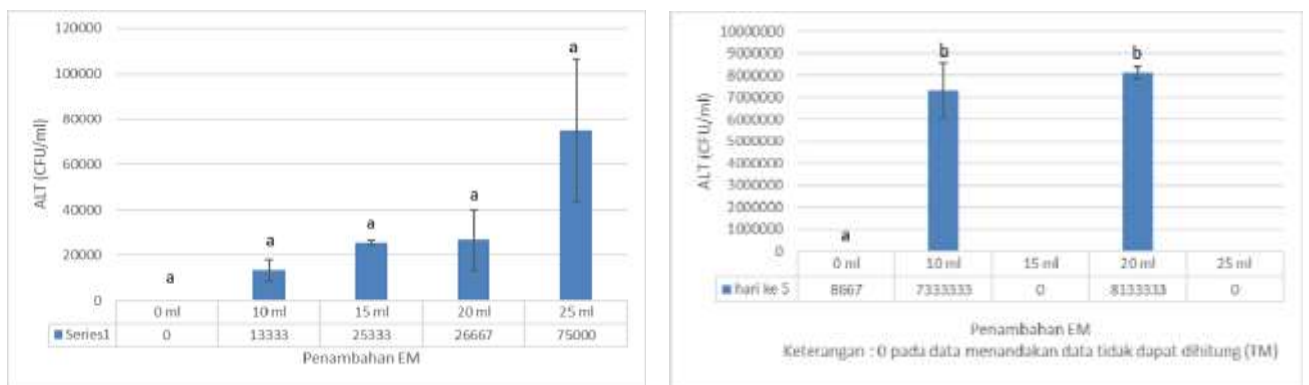


Gambar 7. Pengaruh penambahan EM terhadap nilai pH pada hari ke 0 dan 5.

Gambar 8 dan 9 menunjukkan nilai ALT MRS agar dan NA mengalami peningkatan pada hari ke 5 dibandingkan dengan hari ke 0 Namun ada fluktuasi yang terjadi pada pertumbuhan mikroorganisme di hari ke 5. Fluktuasi ini terjadi di MRS Agar dan NA. Pada volume 15 dan 25 ml pertumbuhan ALT tidak mampu dihitung yang ditandai dengan simbol TM.



Gambar 8. Pengaruh penambahan EM terhadap ALT di hari ke 0 dan 5 pada Nutrient Agar.



Gambar 9. Pengaruh penambahan EM terhadap ALT di hari ke 0 dan 5 pada MRS Agar.

Diskusi

Nilai ALT yang tumbuh di gambar 1 pada MRS agar lebih rendah daripada NA. Pada hari ke 3 dan 8 nilai MRS lebih tinggi daripada NA. Hal ini terjadi karena dalam EM didominasi oleh

bakteri asam laktat dibandingkan spesies bakteri jenis lainnya. Pertumbuhan bakteri asam laktat pada MRS Agar juga jauh lebih tinggi dan cepat daripada pertumbuhan mikroorganisme di *nutrient agar* disebabkan oleh penambahan asam sorbat 0.14 % dan penurunan pH di 5.7 pada MRS Agar (Annytha, 2019). Gambar 2 menunjukkan nilai oksigen terlarut pada hari ke 0 dan hari ke 5 di setiap penambahan EM yang berbeda-beda. Pada hari ke 0 terjadi peningkatan nilai dari oksigen terlarut pada volume 10 ml hingga 25 ml. Hal ini terjadi karena aerasi yang disebabkan oleh lingkungan sekitar. Aerasi ini terjadi saat memindahkan limbah tahu dan EM dari jirigen ke dalam botol winkler. Penurunan oksigen terlarut seiring penambahan EM ini terjadi apabila nilai oksigen terlarut dari EM lebih rendah daripada nilai oksigen terlarut limbah tahu. Nilai yang lebih rendah ini diakibatkan oleh fermentasi EM yang dilakukan secara anaerobik (Fika, 2017). Hari ke 5 menunjukkan nilai oksigen terlarut yang menurun dibandingkan pada hari ke 0. Semakin banyak EM yang ditambahkan nilai oksigen terlarut semakin tinggi. Nilai oksigen tidak turun karena degradasi yang dilakukan oleh mikroorganisme secara anaerobik (Indriyati, 2006). Semakin banyak volume EM yang digunakan maka semakin banyak mikroorganisme yang mendegradasi limbah secara anorganik dan menjaga nilai oksigen terlarut tidak turun terlalu jauh.

Gambar 3 menunjukkan nilai COD pada hari ke 0 dan hari ke 5 Pada hari ke 0 semakin tinggi penambahan EM nilai COD semakin tinggi. Hal ini terjadi karena dalam EM ada bahan organik yang juga mampu didegradasi oleh ion dikromat (Rian, 2019). Semakin banyak volume EM yang ditambahkan maka semakin banyak kandungan bahan organik yang berada pada limbah. Pada hari ke 5 untuk volume penambahan EM sebanyak 10 ml hingga 25 ml nilai COD nya meningkat sementara tanpa penambahan EM nilai COD nya menurun. Hal ini terjadi karena hasil metabolit sekunder dari metabolisme mikroorganisme yang berupa bahan organik dapat meningkatkan kandungan organik pada limbah sehingga nilai COD meningkat tetapi untuk limbah yang tidak diberi EM, jumlah mikroorganisme tidak sebanyak yang diberi EM sehingga degradasi bahan organik dapat berjalan dan hasil metabolit sekunder yang dihasilkan mikroorganisme tidak terlalu meningkatkan nilai COD karena jumlahnya tidak banyak (Hani, 2016). Gambar 4 menunjukkan perubahan nilai COD. Perubahan nilai COD pada penambahan EM 25 ml mengalami peningkatan daripada penambahan EM pada volume 10 ml hingga 20 ml. Perubahan nilai COD pada volume 25 ml meningkat mungkin disebabkan karena hasil metabolit mulai terakumulasi dan mengganggu degradasi bahan organik yang

dilakukan oleh mikroorganisme. (Annisa, 2015). Gambar 5 menunjukkan nilai amonia pada hari ke 0 dan hari ke 5 pada setiap penambahan EM. Pada hari ke 0 nilai amonia meningkat seiring penambahan EM. Hal ini terjadi karena di dalam EM sendiri juga terdapat amonia sehingga nilainya meningkat. Namun di dalam EM juga terdapat bakteri nitrifikasi yang mampu mendegradasi amonia (Bambang, 2021). Akibat hal ini nilai amonia dapat turun pada hari ke 5. Gambar 6 menunjukkan perubahan nilai amonia dimana nilainya semakin meningkat seiring penambahan EM. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan EM, semakin banyak bakteri nitrifikasi yang mendegradasi amonia. Gambar 7 menunjukkan nilai pH dapat turun karena hasil fermentasi dari bakteri asam laktat berupa asam laktat. Sementara pH tanpa penambahan EM naik karena degradasi bahan organik tidak didominasi oleh mikroorganisme yang menghasikan metabolit bersifat asam yang menurunkan pH (Purwaning, 2017).

Gambar 8 dan 9 menunjukkan nilai ALT pada hari ke 0 dan hari ke 5 pada dua media yaitu MRS agar dan NA. Terjadi peningkatan nilai ALT dari hari 0 ke hari 5. Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme mampu tumbuh dengan baik pada limbah cair tahu. Jumlah ALT pada

NA lebih banyak daripada MRS agar. Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme yang tumbuh pada limbah tidak hanya terdiri dari bakteri asam laktat namun juga ada jenis bakteri lain (Dwi, 2013). Nilai MRS lebih rendah daripada NA karena mikroorganisme yang berada pada limbah cair tahu mendominasi daripada mikroorganisme yang berada pada EM. Semakin banyak EM yang ditambahkan jumlah bakteri yang tumbuh pada MRS agar dan NA juga semakin meningkat. Pada hari ke 5 terjadi fluktuasi dimana pada volume 15 ml dan 25 ml. nilai ALT tidak dapat dihitung yang ditandai dengan simbol TM. Fluktuasi ini dapat terjadi karena ada koliform yang menggumpal menjadi satu koloni. Koloni yang besar ini hanya dihitung satu dalam ALT. Koloni yang menggumpal ini menyebabkan nilai ALT lebih rendah dari yang diharapkan (Fahmi, 2019).

Kesimpulan

EM dibuat dari buah (pepaya, pisang, nanas) dan sayur (kacang panjang dan kangkung) yang dicampurkan air kelapa dan gula kemudian difermentasi 8 hari. Pengolahan limbah cair tahu dilakukan dengan mencampurkan limbah cair tahu dengan penambahan volume EM yang berbeda-beda (5 – 25 ml) dan diinkubasi selama 5 hari. EM memiliki kemampuan untuk menurunkan nilai BOD sebesar 60.44 %, nilai amonia sebesar 94.939 %, nilai pH sebesar 1.13 % namun nilai COD naik sebesar 1.98 % dengan volume penambahan EM yang terbaik adalah 25 ml.

Pustaka Acuan

- Annytha, D., Frans, U., & Elisabet B., (2019). *Karakteristik Bakteri Asam Laktat Yang Diisolasi Dari Susu Kuda Sumba*. Nusa Tenggara Timur : Universitas Nusa Cendana
- Atima Wa. (2015). *BOD Dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah*. Jurnal Biology Science & Education 2015 : Institut Agama Islam Negeri Ambon
- Alwan, G. M. (2008). *pH-Control Problems of Wastewater Treatment Plants*. I-Khwarizmi Engineering Journal, Vol. 4, No. 2, PP 37- 45
- Auliya, Anwar. (2020). *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Menggunakan Biofilter*. Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
- Ali, A., Khalid, S., Fazal, M. (2016). *Removal of chromium (VI) from aqueous medium using chemically modified banana peels as efficient low-cost adsorbent*. Alexandria Engineering Journal. Vol 55, Iss 3, PP 2933-2942
- Bambang, W., Munti, Y., & Aliati, I. (2021). *Pengaruh probiotik nitrifikasi terhadap pertumbuhan populasi bakteri patogen, Vibrio sp., dan gas nitrogen beracun di dalam media budidaya udang laut pada kondisi laboratorium*. Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Dwi, Astuti. (2013). *Efektivitas EM-4 (Effective Microorganisms-4) Dalam Menurunkan BOD (Biological Oxygen Demand) Limbah Alkohol*. Jawa Tengah : Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Eko, Sulistiono. (2018). *Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan Menggunakan Effective Microorganism Organik (EM4 Organik)*. Jurnal Pengabdian Masyarakat. Lamongan : Universitas Islam Lamongan
- Ekawati & Darmanto, W. (2019). *Lemon (Citrus limon) Juice Has Antibacterial Potential against Diarrhea-Causing Pathogen*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Earth Environ. Sci. 217 012023
- Fahmi, A., Sri, W., & Wahyuningsih. (2019). *Total Plate Count (TPC) Analysis of Processed Ginger on Tlogowungu Village*. Atlantis Press, doi: 10.2991/icoma-18.2019.80
- Fika, H., Siang, T., & Ratman. (2017). *Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Pati Ubi Jalar Kuning (Ipomea batata L)*. Sulawesi : Universitas Tadulako
- Hani, M., Mochtar, H., & Muhammad, A. (2016). *Penurunan Kadar COD, BOD, dan TSS Pada Limbah Cair Industri MSG (Monosodium Glutamat) Dengan Biofilter Anaerob Media*

Bio-Ball. Semarang : Universitas Diponegoro

- Higa, T. (2000). *Using the EM Wastewater Treatment System to Recycle Water*, First Edition, Tokyo, Sunmark Publishing Inc
- Indriyati. (2006). *Pengolahan Limbah Cair Organik Secara Bologi Menggunakan Reaktor Anaerobik Lekat Diam*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT, JAI Vol. 1 , No.3 2005.
- Purwaning, B. (2017). *Biodegradasi Limbah Cair Tahu Dari Mikroorganisme Indigen Sebagai Bahan Ajar Mikrobiologi Lingkungan Di Perguruan Tinggi*. Jawa Timur : IKIP Budi Utomo
- Ramdhani, R. & Wisnu, I. (2014). *Penurunan Konsentrasi Amonia Limbah Cair Tahu Menggunakan Teknologi Biofilm – Pond Dengan Media Pipa PVC Sarang Tawon dan Bata Ringan Disertai Penambahan Lumpur Aktif*. Semarang : Universitas Diponegoro
- Ratnani, R., & Laeli, K. (2010). *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Untuk Menurunkan Kandungan COD (Chemical Oxygen Demond), pH, Bau, dan Warna pada Limbah Cair Tahu*. Universitas Wahid Hasyim : Semarang
- Rian, F., & Ratna, J. (2019). *Analisis COD, DO, Kandungan Fosfat dan Nitrogen Limbah Cair Tapioka*. Bandar Lampung : Universitas Lampung
- Ridwan, H. (2017). *Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Penambahan Efektif Mikroorganisme 4 Dengan Sistem Upflow*. Makassar : Universitas Sebelas Maret
- Shimin, L. (2020). *Influence of photoinhibition on nitrification by ammonia-oxidizing microorganisms in aquatic ecosystems*. Chinese Academy of Fishery Sciences. 19(2). DOI:10.1007/s11157-020-09540-2
- Vesanto, E., Peltoniemi, K., Purtsi, T., Steele, J., and Palva, A. (1996). *Molecular characterization, over-expression and purification of a novel dipeptidase from Lactobacillus helveticus*. Appl. Microbiol. Biot. 45, 638–645. doi: 10.1007/s002530050741
- Zikri, R., Heliyanur, H., & Isna, S. (2016). *Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur dan Pac*. Kalimantan : Universitas Lambung Mangkura