

SubSurface Flow-Wetlands dengan Tanaman Air untuk Menurunkan Kadar COD pada Limbah Cair Tahu

Anita Munawwaroh, Endang Sri Lestari

Pendidikan Biologi, IKIP Budi Utomo
e-mail: munawwarohanita86@gmail.com, srilestariendang1970@gmail.com

Abstract

*The characteristics of tofu industrial wastewater generally contain high organic substances. Organic substances can cause rapid microbial growth in water. So that it will cause the oxygen level in the water to drop sharply and the COD level is high. For this reason, a cheap and efficient wastewater treatment system is needed to overcome these problems by using the SubSurface Flow-Wetlands. This study aims to determine the effect of SSF-Wetlands with *Eichhornia crassipes* dan *Pistia stratiotes* L. in reducing COD levels in tofu liquid waste. The research procedure included (1) the sampling stage, namely the sample of liquid waste tofu and samples of *Eichhornia crassipes* dan *Pistia stratiotes* L. 2) Construction stage of SSF-Wetlands, (3) Stage of waste treatment with SSF-Wetlands and water plants. (4) COD testing phase. Then the data were analyzed using one-way ANOVA. The results of this study obtained initial COD levels in tofu liquid waste of 12,500 mg / L. However, tofu liquid waste treated using SSF-Wetlands with water plants was able to reduce COD levels up to 10,000 mg / L. Based on the results of the Duncan test, it shows that there is no significant difference in the treatment of A1, A2, and A3. However, this treatment was significantly different from treatment A4.*

Keywords: *Liquid waste tofu, SSF-Wetlands, aquatic plant, COD levels*

Abstrak

Karakteristik limbah cair industri tahu umumnya mengandung zat organik tinggi. Kandungan zat organik dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba dalam air secara cepat. Sehingga akan mengakibatkan kadar oksigen dalam air menurun tajam dan kadar COD tinggi. Untuk itu diperlukan sistem pengolahan air limbah yang murah dan efisien agar dapat mengatasi permasalahan tersebut dengan menggunakan *SubSurface Flow-Wetlands*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *SSF-Wetlands* dengan tanaman *Eichhornia crassipes* dan *Pistia stratiotes* L. dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair tahu. Prosedur penelitian ini antara lain (1) Tahap Pengambilan sampel yaitu sampel limbah cair tahu dan sampel tanaman eceng gondok dan kayu apu. 2) Tahap Pembuatan *SSF-Wetlands*, (3) Tahap pengolahan limbah dengan *SSF-Wetlands* dan tanaman air. (4) Tahap pengujian COD. Kemudian data dianalisis menggunakan ANOVA satu arah. Hasil penelitian ini diperoleh kadar COD awal pada limbah cair tahu sebesar 12.500 mg/L. Namun, limbah cair tahu yang diolah menggunakan *SSF-Wetlands* dengan tanaman air mampu menurunkan kadar COD sampai 10.000 mg/L. Berdasarkan hasil uji Duncan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata pada perlakuan A1, A2 dan A3. Namun, perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan A4.

Kata kunci : *Limbah cair tahu, SSF-Wetlands, tanaman air, kadar COD*

A. PENDAHULUAN

Home industri pembuatan tahu belakangan ini sedang berkembang pesat, karena tahu menjadi salah satu makanan favorit di masyarakat. Perkembangan terlihat dari tingginya konsumsi oleh masyarakat setiap bulan mencapai 0,238 kg/kapita pada tahun 2017, 0,240 kg/kapita pada tahun 2018 dan pada tahun 2019 diprediksi akan meningkat menjadi 2,44 kg/kapita (Wahyuningsih, 2019). Perkembangan industri tahu pastinya berpengaruh terhadap lingkungan, dikarenakan limbah cair yang dihasilkan memiliki kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), pH, TSS (*Total Suspended Solids*), amoniak, nitrit dan nitrat yang tinggi serta masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan (Disyamto, Elystia, & Andesgur, 2014). Sehingga akan menimbulkan pencemaran apabila limbah tersebut di buang langsung ke lingkungan.

Karakteristik limbah cair industri tahu umumnya berupa cairan yang berwarna putih keruh karena mengandung zat yang terseuspensi dan berbau menyengat dikarenakan tingginya zat organik. Kandungan zat organik dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba dalam air secara cepat. Sehingga akan mengakibatkan kadar oksigen dalam air menurun tajam dan kadar COD tinggi. COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat organik melalui reaksi kimia. Dimana kadar COD pada limbah cair tahu berkisar 7000 – 12000 mg/L, nilai tersebut sangat jauh dari standar baku mutu yang telah ditetapkan (Al Kholif, Pungut, Sugito, Sutrisno, & Dewi, 2020; Fachrurozi, Utami, & Suryani, 2014)

Home industri pembuatan tahu merupakan industri kecil skala rumah tangga, dimana sebagian besar dari industri tersebut tidak tersedia anggaran yang cukup dalam mengolah limbah cair yang dihasilkan. Sehingga diperlukan sistem pengolahan air limbah yang murah dan efisien agar dapat mengatasi permasalahan yang diakibatkan dari pencemaran limbah cair yang dihasilkan dari home industri pembuatan tahu.

SubSurface Flow-Wetlands (SSF-Wetlands) merupakan sistem pengolahan air limbah yang sederhana, mudah dioperasikan dan efisien. Prinsip kerjanya meniru prinsip alamiah yang terjadi pada lahan basah seperti di rawa-rawa. Dimana dalam pemanfaatannya sistem ini melibatkan tanaman, media dan mikroorganisme yang saling berinteraksi. Tanaman air akan menghasilkan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme yang menempel pada akar tanaman, sehingga tercipta kondisi aerobik yang mendukung terjadinya proses penguraian (Gupta, Ann, & Lee, 2016).

Tanaman air yang digunakan pada *SSF-Wetlands* adalah tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) sebagai tanaman yang memiliki potensi untuk

menurunkan kadar pencemaran limbah yang mengandung zat organik tinggi. Selain itu, tanaman ini memiliki keunggulan antara lain pertumbuhan cepat, daya adaptasi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan, mudah ditemukan dan mampu mengabsorpsi (penyerapan) unsur hara dalam jumlah yang besar (Dewi, 2012; Ratnawati & Talarima, 2017). Sehingga nantinya saat digunakan pada *SSF-Wetlands* dapat menurunkan kadar pencemar limbah cair tahu. Namun, setiap tanaman pastinya memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menurunkan kadar pencemar tersebut

Penelitian yang dilakukan oleh Fachrurozi et al.,(2014) menunjukkan bahwa tanaman kayu apu dapat menurunkan kadar COD sampai dengan 96,05 % dengan biomasa kayu apu sebesar 50 gr. Dimana kadar COD sebelum perlakuan diperoleh sebesar 9200 mg/L kemudian menjadi 363,43 mg/L setelah satu minggu dilakukan pengolahan dengan tanaman kayu apu. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Ratnani (2012) menunjukkan bahwa limbah cair tahu yang diolah dengan menggunakan eceng gondok dan lumpur aktif dapat mengalami penurunan kadar COD sampai 285 ppm, dimana kadar COD awal sebesar 11628 ppm. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Koesputri, et al. (2016) menunjukkan bahwa *SSF-Wetlands* dengan tanaman melati air dapat menurunkan kadar COD sebesar 90,79 % dengan variasi lama kontak selama 5 hari.

Berdasarkan penjelasan di atas maka perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan *SSF-Wetlands* dengan tanaman eceng gondok dan kayu apu dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair tahu. Diharapkan dari hasil penelitian ini akan menjadi solusi alternatif pengolahan limbah cair industri tahu yang sederhana, murah dan efisien.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dimana pada penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yang terdiri dari *SSF-Wetlands* tanpa tanaman air (A1), *SSF-Wetlands* dengan eceng gondok (A2), *SSF-Wetlands* dengan kayu apu (A3) dan *SSF-Wetlands* dengan eceng gondok dan kayu apu (A4). Dimana masing- masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Adapun prosedur penelitian ini antara lain (1) Tahap Pengambilan sampel. Sampel limbah cair tahu diambil dari daerah Tajinan Malang sedangkan untuk tanaman eceng gondok dan kayu apu diambil dari habitat awalnya di daerah Gondang Legi Malang. Tanaman eceng gondok yg diambil dengan ketinggian rata-rata 20 cm dengan jumlah batang 4-6 batang, sedangkan untuk tanaman kayu apu diambil yang memiliki ukuran diameter tanaman sekitar 4-5 cm dengan jumlah daun 4-6 helai. Kemudian tanaman diaklimasi selama 1 minggu sebelum diberi perlakuan. (2) Tahap Pembuatan *SSF-Wetlands* Toples plastik berukuran 24 L dilubangi dibagian samping paling bawah

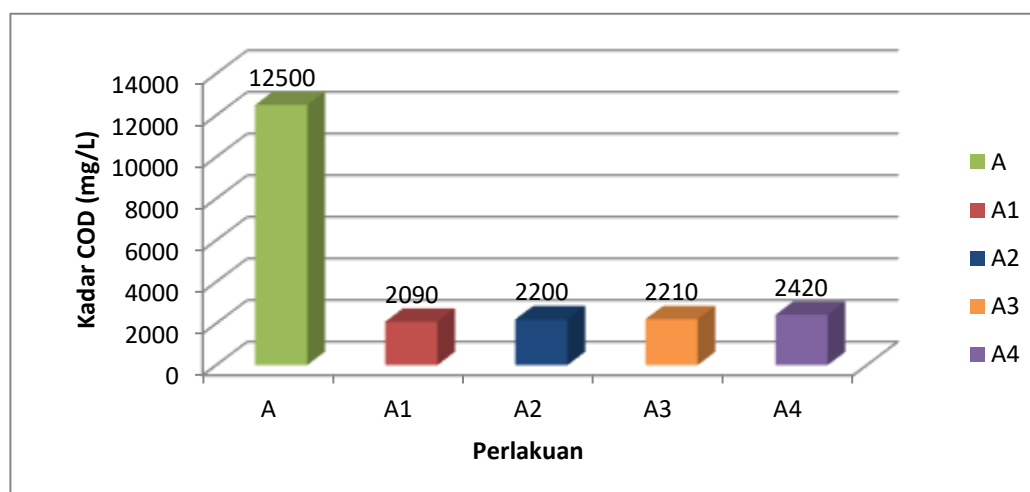
kemudian dipasang kran untuk jalan keluar outlet limbah. Kemudian toples di isi dengan kerikil setinggi 5 cm setelah itu ditutup dengan pasir setinggi 5 cm juga.

Tahapan prosedur penelitian berikutnya yaitu, (3) Tahap pengolahan limbah dengan *SSF-Wetlands* dan tanaman air. Sampel limbah cair tahu yang telah diambil, didiamkan selama 1 hari. Kemudian limbah tersebut dimasukkan kedalam *SSF-Wetlands* sebanyak \pm 4 L dan ditambahkan tanaman air sebanyak 6 – 8 buah. Setelah itu dibiarkan selama 5 hari dan setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. (4) Tahap pengujian COD. Analisis kadar COD pada limbah awal sebelum perlakuan dan setelah perlakuan dengan menggunakan *SSF-Wetlands* dan tanaman air. Pengujian COD dilakukan berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (BSN) SNI 6989.2:2009 tentang cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan ANOVA satu arah yang sebelumnya telah dilakukan uji Normalitas dan Homogenitas. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan di tiap perlakuan pada taraf ketelitian 95 %. Apabila hasil yang diperoleh berbeda nyata, maka dapat dilakukan uji lanjutan dengan menggunakan Uji Duncan

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini diperoleh kadar COD awal pada limbah cair tahu sebesar 12.500 mg/L, dimana kadar limbah tersebut sangat tinggi sehingga sangat berbahaya apabila langsung dibuang ke perairan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Pada penelitian ini, limbah cair tahu yang diolah dengan *SSF-Wetlands* dengan berbagai tanaman air mampu menurunkan kadar COD sampai 10.000 mg/L. Penurunan kadar COD disebabkan karena terdegradasinya zat organik yang terkandung pada limbah cair tahu. Penurunan COD pada perlakuan tersebut membuktikan bahwa kualitas limbah cair tahu sudah lebih baik. Meskipun kadar COD dalam limbah cair tahu masih di atas baku mutu. Menurut Peraturan Gubernur No. 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri untuk kadar COD sebesar 300 mg/L.

Limbah cair tahu yang dibuang langsung ke perairan tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu akan berdampak pada biota perairan. Tingginya kadar COD menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam perairan menjadi rendah bahkan habis. Sehingga biota perairan yang membutuhkan oksigen untuk kelangsungan hidupnya akan mati karna tidak mendapatkan suplai oksigen (Rohmah, IW, & Hilal, 2019).



Gambar 1. Hasil Analisis Kadar COD pada Limbah Cair Tahu

Berdasarkan gambar 1, perlakuan *SSF-Wetlands* tanpa tanaman air (A1) menunjukkan penurunan COD yang paling tinggi dibandingkan perlakuan dengan menggunakan tanaman air dimana kadar COD pada perlakuan tersebut menjadi sebesar 2.090 mg/L. Hal ini dapat dijelaskan bahwa keberadaan tanaman dapat menaikkan nilai COD, dikarenakan daun-daun rusak dan membusuk akibat terendam oleh air limbah menyebabkan meningkatnya bahan organik dalam air limbah sehingga kadar COD juga meningkat. Namun, jika dibandingkan dengan kadar COD awal, maka perlakuan *SSF-Wetlands* dengan tanaman air juga mampu menurunkan kadar COD. Dimana penurunan tertinggi yaitu pada perlakuan *SSF-Wetlands* dengan tanaman eceng gondok (A2) yaitu menjadi sebesar 2200 mg/L dan pada perlakuan *SSF-Wetlands* dengan tanaman kayu apu (A3) yaitu menjadi sebesar 2210 mg/L dari konsentrasi awal limbah cair tahu sebesar 12.500 mg/L.

Penurunan kadar COD tersebut disebabkan bahan padatan mulai mengendap sehingga bahan buangan di air limbah juga berkurang. Selain itu, sebagian bahan buangan telah teroksidasi dan sebagian lagi juga telah terserap oleh tanaman sehingga mengurangi kadar COD (Riyanti, Kasman, & Riwan, 2019). Penurunan ini juga dikarenakan tanaman menghasilkan oksigen dari proses fotosintesis, dimana suplai oksigen tersebut digunakan untuk menguraikan bahan organik yang terdapat pada limbah cair tahu (Fachrurozi et al., 2014; Septiawan, Sedyawati, & Mahatmanti, 2014).

Data kadar COD yang diperoleh di analisis menggunakan uji Anova satu arah. Pengujian awal dilakukan uji normalitas (uji *Kolmogorov-Smirnov*) dan homogenitas (uji *Levene Test*). Hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,984 dan uji *Levene Test* diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,357. Nilai tersebut lebih besar dari $\alpha = 0,05$ yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan homogen, sehingga dapat dilakukan uji Anova satu arah. Berdasarkan hasil uji

Anova satu arah diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,005, dimana nilai tersebut lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ yang berarti bahwa ada pengaruh perlakuan *SSF-Wetlands* dengan tanaman air terhadap penurunan kadar COD. Kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan untuk mengetahui beda antar perlakuan.

Tabel 1. Rerata \pm Standar Deviasi Kadar COD pada Limbah Cair Tahu

Perlakuan	Rerata (mg/L) \pm Standar deviasi
<i>SSF-Wetlands</i> tanpa tanaman air (A1)	2090 \pm 115,44 ^a
<i>SSF-Wetland</i> dengan eceng gondok (A2)	2200 \pm 44,51 ^a
<i>SSF-Wetland</i> dengan kayu apu (A3)	2210 \pm 75,29 ^a
<i>SSF-Wetland</i> dengan eceng gondok dan kayu apu (A4)	2420 \pm 52,03 ^b

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5 %

Hasil uji Duncan dengan taraf ketelitian 5 % (signifikansi 0,05) pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata pada perlakuan A1, A2 dan A3. Namun, perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan A4. Dimana perlakuan *SSF-Wetlands* dengan eceng gondok dan kayu apu (A4) menghasilkan kadar COD yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya yaitu sebesar 2420 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan *SSF-Wetlands* dengan satu tanaman lebih efektif menurunkan kadar COD. Dimana penurunan kadar COD dikarenakan interaksi antara tanaman, media (pasir dan kerikil) dan mikroorganisme yang terdapat pada limbah tersebut. Peran penting dari media adalah sebagai tempat menempelnya mikroorganisme dan juga membantu proses filtrasi serta menampung sedimen (Putri, Nurjazuli, & Dangiran, 2016; Kasman, Riyanti, Sy, & Ridwan, 2018). Selain itu, tanaman eceng gondok terbukti lebih efektif menurunkan kadar COD dibandingkan tanaman kayu apu. Hal ini dikarenakan tanaman eceng gondok memiliki morfologi akar yang panjang, kuat dan menjalar sehingga lebih efektif menyerap bahan pencemar (Nadhifah, Fajarwati, & Sulistiyowati, 2019).

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan tidak ada perbedaan yang nyata pada perlakuan A1, A2 dan A3. Namun, perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan A4. Dimana perlakuan *SSF-Wetlands* dengan eceng gondok dan kayu apu (A4) menghasilkan kadar COD yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya yaitu sebesar 2420 mg/L yang berarti bahwa perlakuan *SSF-Wetlands* dengan satu tanaman lebih efektif menurunkan kadar COD.

DAFTAR RUJUKAN

Al Kholif, M., Pungut, Sugito, Sutrisno, J., & Dewi, W. S. (2020). Pengaruh Waktu Tinggal dan Media Tanam pada Constructed Wetland untuk Mengolah Air Limbah Industri Tahu. *Jurnal Al Ard*,

- 5(2), 107–115.
- Dewi, Y. S. (2012). Efektivitas Jumlah Rumpun Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm) dalam Pengendalian Limbah Cair Domestik. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13(2), 151–158. Retrieved from [http://portal.kopertis3.or.id/bitstream/123456789/962/1/Jurnal Teknologi Lingkungan Vol. 13 No.2.pdf](http://portal.kopertis3.or.id/bitstream/123456789/962/1/Jurnal%20Teknologi%20Lingkungan%20Vol.%2013%20No.2.pdf)
- Disyamto, D. A., Elystia, S., & Andesgur, I. (2014). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman *Thypha latifolia* sengan Proses Fitoremediasi. *JOM FTEKNIK*, 1(2), 1–13.
- Fachrurozi, M., Utami, L. B., & Suryani, D. (2014). Pengaruh Variasi Biomassa *Pistia stratiotes* L. terhadap Penurunan kadar BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Journal of Public Health)*, 4(1), 1–16. <https://doi.org/10.12928/kesmas.v4i1.1100>
- Gupta, P., Ann, T. W., & Lee, S. M. (2016). Use of biochar to enhance constructed wetland performance in wastewater reclamation. *Environmental Engineering Research*, 21(1), 36–44. <https://doi.org/10.4491/eer.2015.067>
- Kasman, M., Riyanti, A., Sy, S., & Ridwan, M. (2018). Reduksi pencemar limbah cair industri tahu dengan tumbuhan melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam sistem kombinasi constructed wetland dan filtrasi. *Jurnal Litbang Industri*, 8(1), 39. <https://doi.org/10.24960/jli.v8i1.3832.39-46>
- Koesputri, A. S., Nurjazuli, & Dangiran, H. L. (2016). Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) Dengan Sistem Subsurface Flow Wetlands Terhadap Penurunan Kadar Bod, Cod Dan Fosfat Dalam Limbah Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4(4), 771–778. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/14337/13868>
- Nadhifah, I. I., Fajarwati, P., & Sulistiyowati, E. (2019). FITOREMEDIASI DENGAN WETLAND SYSTEM MENGGUNAKAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*), GENJER (*Limnocharis flava*), DAN SEMANGGI (*Marsilea crenata*) UNTUK MENGOLAH AIR LIMBAH DOMESTIK. *AI-Kauniah: Jurnal Biologi*, 12(1), 38–45. <https://doi.org/10.15408/kauniah.v12i1.7792>
- Putri, M., Nurjazuli, N., & Dangiran, H. (2016). Perbedaan Efektivitas Constructed Wetlands subsurface Flow System Dan Free Water Surface Padatanaman Cattail Untuk Menurunkan Bod, Cod Dan Fosfat Limbah Laundry Di Kelurahan Tembalang, Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4(5), 19–26.
- Ratnani, R. D. (2012). Kemampuan Kombinasi Eceng Gondok dan Lumpur Aktif untuk Menurunkan Pencemaran pada Limbah Cair Industri Tahu. *Momentum*, 8(1), 1–5.
- Ratnawati, R., & Talarima, A. (2017). Subsurface (SSF) Constructed Wetland Untuk Pengolahan Air Limbah Laundry. *Teknik Waktu*, 15(2), 1–6.
- Riyanti, A., Kasman, M., & Riwan, M. (2019). Efektivitas Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) dan pH Limbah Cair Industri Tahu dengan Tumbuhan Melati Air melalui Sistem Sub-Surface Flow Wetland. *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(1), 16. <https://doi.org/10.33087/daurling.v2i1.19>
- Rohmah, S. N., IW, H. R., & Hilal, N. (2019). Efisiensi Tanaman *Azolla pinnata* dalam Menuangkan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada Limbah Cair Sohun di Desa Arcawinangun Kecamatan Purwokerto Timur Kabupaten Banyumas Tahun 2018. *Buletin Keslingmas*, 38(1), 37–47. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v38i1.4072>
- Septiawan, M., Sedyawati, S. M. R., & Mahatmanti, F. W. (2014). Penurunan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail Dengan Sistem Constructed Wetland. *IJCS - Indonesia Journal of Chemical Science*, 3(1), 22–27.
- Wahyuningsih. (2019). Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. *Buletin Konsumsi Pangan*, 09(01), 32–42