



Karakteristik Limbah Cair Proses Produksi Kulit Sintetis dari Miselium Jamur

Wastewater Characteristics in the Synthetic Leather Production Process from Mushroom Mycelium

SAFIRA LAKSMI TRI OKTARANI¹, HISMIATY BAHUA^{2*}, SRI PENI WIJAYANTI²,
NADIA RIZKI ARIYANI², NERISSA AZARINA RENALDY¹, IRA NURHAYATI DJAROT^{1,2*},
NETTY WIDYASTUTI²

¹ Biologi (Bioteknologi), Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, 12110

² Pusat Riset Sistem Produksi Berkelanjutan dan Penilaian Daur Hidup, Badan Riset dan Inovasi Nasional, KST B.J Habibie, Jl. Raya Serpong, Muncul, Kec. Setu Tangerang Selatan, Banten, 15314

*hismiaty.bahua@brin.go.id & *iran001@brin.go.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received 29 March 2023

Accepted 12 July 2023

Published 31 July 2023

Keywords:

Characteristic test

Mushroom mycelia

Synthetic leather

Wastewater

Water quality standard

ABSTRACT

By carrying out an environmentally-friendly concept, a "biotech" startup company came up with an innovative synthetic leather derived from mushroom mycelium. The process of making synthetic leather produces various types of waste water. Unfortunately, there is no waste water treatment plant (WWTP) that treats the waste. Even though the raw materials are environmentally friendly, it might contain harmful materials. This study aimed to characterize the wastewater produced from the production process of synthetic leather that will be discharged directly into the environment. The process of making synthetic leather derived from mushroom mycelium produces wastewater from the washing process, boiling in the post-harvest process, and from the coloring process. Wastewater characteristic tests include several parameters including: pH, biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total suspended solids (TSS), total dissolved solid (TDS), and oil and grease. The test results of raw water, washing water, boiled water, and wastewater samples were pH 7.44; 7.22; 9.18; 3.22. BOD 0.08 mg/l; 7.05 mg/l; 11.8 mg/l; 236 mg/l; COD <10 mg/l, 216 mg/l, 1,649 mg/l, 81.7 mg/l, TSS 21.0 mg/l; 35.0 mg/l; 152 mg/l; 962 mg/l, TDS 131.5 mg/l; 174.5 mg/l; 9,999 mg/l; 2,050 mg/l and oil & grease 2.00 mg/l; 4.00 mg/l. Based on the results of the analysis, several parameters have values above the wastewater quality standard. So, it is necessary to provide advice or solutions for "biotech" startup companies in treating wastewater that is indicated to be polluted.

INFORMASI ARTIKEL

Histori artikel:

Diterima 29 Maret 2023

Disetujui 12 Juli 2023

Diterbitkan 31 Juli 2023

Kata kunci:

Uji karakteristik

Miselium jamur

Kulit sintetis

Air limbah

Baku mutu air

ABSTRAK

Dengan mengusung konsep environmental-friendly, sebuah perusahaan rintisan biotech muncul dengan inovasi kulit sintetis yang berasal dari miselium jamur. Proses pembuatan kulit sintetis menghasilkan berbagai jenis air limbah. Hal ini disayangkan karena tidak adanya instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang mengolah hasil buangan limbah tersebut. Meskipun bahan material yang digunakan environmental-friendly, namun tidak menutup kemungkinan adanya kandungan yang membahayakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan karakterisasi air limbah yang dihasilkan dari proses produksi kulit sintetis yang dibuang ke lingkungan secara langsung. Proses pembuatan kulit sintetis dari miselium jamur menghasilkan air limbah dari proses pencucian, perebusan pada proses pasca panen maupun dari proses pewarnaan. Uji karakteristik air limbah meliputi beberapa parameter: pH, biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total suspended solids (TSS), total dissolved solid (TDS), dan oil & grease. Hasil pengujian sampel air baku, air cuci, air rebus, air limbah: pH 7,44; 7,22; 9,18; 3,22. BOD 0,08 mg/l; 7,05 mg/l; 11,8 mg/l; 236 mg/l; COD <10 mg/l, 216 mg/l, 1.649 mg/l, 81,7 mg/l, TSS 21,0 mg/l; 35,0 mg/l; 152 mg/l; 962 mg/l, TDS 131,5 mg/l; 174,5 mg/l; 9.999 mg/l; 2.050 mg/l dan oil & grease 2,00 mg/l; 4,00 mg/l. Berdasarkan hasil analisa, beberapa parameter mempunyai nilai di atas baku mutu air limbah. Karenanya, perlu adanya pemberian saran ataupun solusi kepada perusahaan rintisan biotech dalam pengolahan air limbah yang terindikasi tercemar.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan dasar produk mode dan tekstil pada umumnya terbuat dari kulit, baik kulit asli hewan maupun kulit imitasi. Produksi tekstil biasanya menggunakan kulit imitasi karena harganya yang lebih terjangkau, dan memiliki varian warna serta tekstur juga lebih beragam. Kulit dalam produksi tekstil banyak digunakan sebagai produk mode seperti dompet, sepatu, topi, jam tangan, tas dan lainnya. Menurut Septiani *et al.* (2020), kelebihan lain dari kulit imitasi adalah kulit imitasi dapat diproduksi secara massal karena proses dilakukan menggunakan mesin sehingga lebih mudah diperoleh di pasaran.

Salah satu perusahaan rintisan *biotech* yang berasal dari Bandung, Jawa Barat, Indonesia, berhasil mengembangkan material kulit sintetis yang berasal dari miselium jamur. Dengan mengusung konsep *sustainability* dan *environmentally-friendly*, perusahaan rintisan yang berfokus pada *biotech* tersebut menginovasikan limbah dari hasil pertanian sebagai bahan dasar dari setiap produknya, tak terkecuali produk kulit sintetis (Mycotech, 2021). Selain untuk kepentingan efisiensi produksi, penggunaan limbah pertanian merupakan upaya dalam mendukung program pemerintah dalam *sustainable development goals* (SDG). Dalam SDG, tiga aspek penting yaitu ekonomi, sosial dan lingkungan dapat berjalan beriringan demi tercapainya kesejahteraan masyarakat (Cahyani *et al.*, 2020).

Seperti kulit yang berasal dari hewan, kulit sintetis dari miselium jamur dapat digunakan pada semua industri, namun didesain lebih ramah lingkungan (Saha, 2020). Hal ini disebabkan bahan dasar material yang digunakan kulit sintetis dari miselium jamur berasal dari limbah pertanian. Secara bioproses, limbah pertanian mudah didegradasi karena banyak mengandung bahan lignoselulosa, contohnya serbuk gergaji, jerami padi, brangkasan jagung, tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq), ampas tebu (*Saccharum officinarum*), dan lain-lain (Sutini *et al.*, 2019).

Proses pembuatan kulit sintetis yang berasal dari miselium jamur menghasilkan berbagai jenis air limbah, seperti air limbah dari perebusan pada saat proses *post-harvesting* maupun air limbah dari proses pewarnaan (*dyeing*). Air limbah didefinisikan sebagai sisa hasil usaha dan/atau produksi yang berbentuk cair yang dibuang ke lingkungan sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan karena memiliki kandungan zat yang tersuspensi yang mengakibatkan air limbah menjadi keruh (Listyaningrum, 2022). Hingga saat ini perusahaan rintisan *biotech* belum memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Air limbah dari proses produksi kulit sintetis dapat mengontaminasi air di lingkungan sekitar karena tidak menutup kemungkinan adanya kandungan surfaktan, minyak, lemak, bahan organik padat dan organisme patogen pada air (Nugroho *et al.*, 2022). Meskipun perusahaan tersebut mengklaim tidak menggunakan bahan-bahan yang membahayakan perairan

lingkungan sekitar, namun perlu dilakukan analisis kualitas air limbah dengan beberapa parameter kimia seperti *dissolved oxygen* (DO), *chemical oxygen demand* (COD), *biochemical oxygen demand* (BOD), *total suspended solid* (TSS), pH, nitrogen total, amonia total, sulfida dan minyak & lemak (*oil & grease*) dengan ambang batas nilai air limbah yang tertulis pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 21 Tahun 2018.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi air limbah yang dihasilkan dari proses produksi kulit sintetis yang berasal dari miselium jamur yang dibuang ke lingkungan secara langsung.

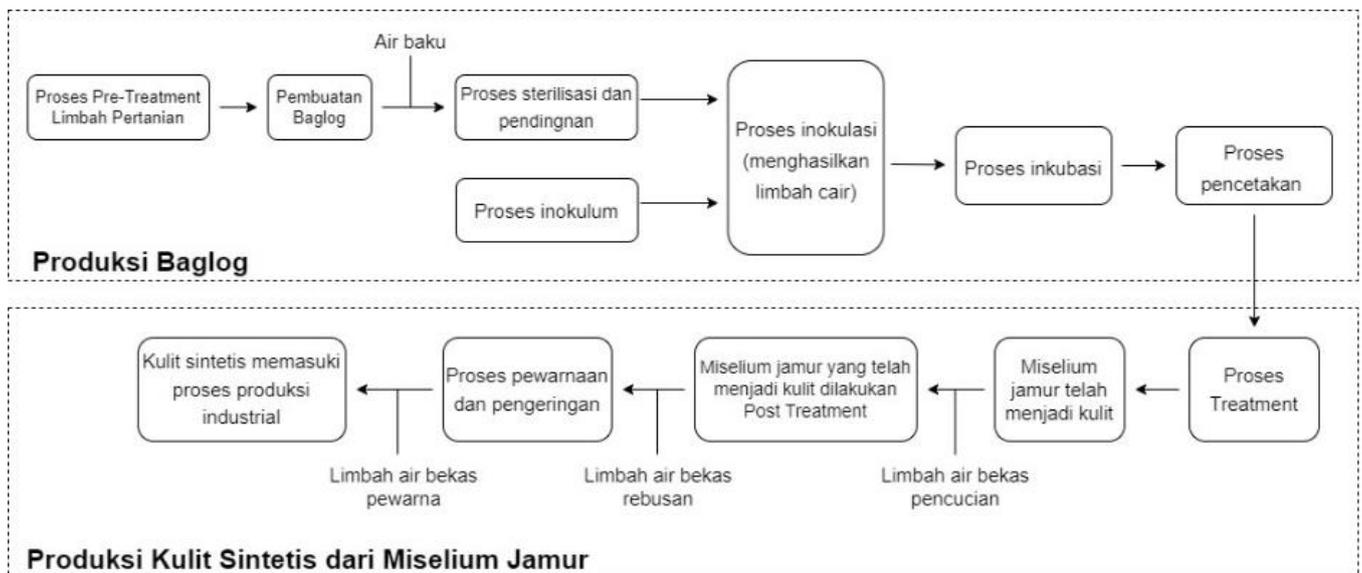
2. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei dimana metode tersebut merupakan suatu metode pengamatan atau penyelidikan secara langsung pada suatu daerah tertentu untuk mendapatkan keterangan yang jelas dan baik terhadap suatu persoalan (Afwah *et al.*, 2021). Metode ini digunakan untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan parameter air. Penentuan titik sampel dilakukan dengan cara *purposive sampling*. Titik pengambilan sampling sudah ditentukan bersama, selaras dengan tujuan penelitian, sehingga teknik yang digunakan untuk pengambilan sampel tidak acak (Etikan *et al.*, 2016) dan menciptakan hasil penelitian yang lebih substansial secara *real-time*.

2.1 Pengambilan Sampel

Survei dan pengambilan sampel dilakukan pada pertengahan tahun 2022. Titik sampel yang telah ditetapkan dapat dilihat pada Gambar 1, yaitu pada saat: 1) proses pembuatan baglog, 2) proses *harvesting* (ketika miselium tumbuh dan berbentuk menyerupai kulit), 3) proses *post-harvesting treatment* (proses perlakuan terhadap miselium jamur setelah menyerupai kulit), dan 4) proses pewarnaan dan pengeringan.

Dari penentuan titik sampel, didapatkan empat jenis sampel yaitu air baku, air limbah cuci, air limbah rebusan dan air limbah bekas pewarnaan. Untuk setiap titik sampel, dilakukan pengambilan sampel sebanyak satu liter. Sampel air ditempatkan pada botol-botol kecil berbahan plastik dan dilabeli sesuai jenis air limbah. Air baku dikodekan dengan huruf AB, kemudian air cuci dikodekan dengan huruf AC, air rebus dikodekan dengan huruf AR, dan air pewarnaan dengan huruf AP. Menurut Santoso (2018), apabila kondisi lokasi tidak memungkinkan untuk dilakukan perlakuan secara langsung, maka dapat dilakukan pengawetan dengan cara memasukkan larutan preservasi sesuai kebutuhan dan kemudian meletakkan sampel di ruang pendingin sebelum dilakukan analisis di laboratorium.



Gambar 1. Proses pembuatan kulit sintetis dan letak penghasil limbah cair

2.2 Analisis Uji Parameter Air Limbah

2.2.1 Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH air dilakukan menggunakan alat pH meter Mettler Toledo. Prosedur pertama yaitu menekan tombol *power* pada alat. Sebelum menggunakan alat tersebut, dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan larutan kalibrasi pH 4 dan pH 7. Setelah dilakukan kalibrasi, pH meter dapat digunakan pada sampel cair. Alat dicelupkan ke dalam sampel cair kemudian ditunggu hingga angka yang muncul pada layar stabil dan tidak berubah. Setelah itu, nilai pH dicatat (Afwa et al., 2021).

2.2.2 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Pada proses pengukuran BOD, prinsip yang digunakan adalah mengukur kandungan oksigen terlarut awal (DO_0) dari pengambilan sampel, kemudian mengukur kandungan oksigen terlarut setelah disimpan di lemari inkubator dengan suhu $\pm 20^\circ C$ selama 5 hari (DO_5). Menurut Yulis (2018), nilai BOD didapatkan dari selisih (DO_0) dan (DO_5) yang dinyatakan dalam satuan kilogram oksigen per liter (mg/l). Pengukuran BOD dilakukan pada keempat jenis sampel cair secara duplo dengan kebutuhan air dari tiap sampel berbeda-beda. Sebanyak 9 botol *winkler* berukuran 300 ml disiapkan dan ditandai dengan kode blanko 0, AB₁ 300 ml, AB₂ 300 ml, AC₁ 15 ml, AC₂ 10 ml, AR₁ 2 ml, AR₂ 1 ml, AP₁ 35 ml, dan AP₂ 25 ml. Larutan sampel uji dan larutan air pengencer dimasukkan kedalam masing-masing botol *winkler*. Larutan air pengencer yang digunakan adalah akuades dengan volume yang berbeda-beda, dengan batasan volume hingga mulut botol *winkler*. Botol ditutup secara hati-hati agar tidak menimbulkan gelembung udara, lalu dikocok beberapa kali untuk menghomogenkan larutan. Pengukuran BOD dilakukan berdasarkan metode SNI 6989.72:2009 tentang Air dan Air Limbah. Pengukuran kandungan (DO_0) dilakukan paling lama 30 menit setelah pengenceran, sedangkan untuk kandungan (DO_5) diperlukan inkubasi botol sampel selama 5 hari.

2.2.3 Chemical Oxygen Demand (COD)

Pengukuran COD dilakukan menggunakan metode spektrofotometri dan mengacu pada SNI 6989.2:2019. Masing-masing sampel diambil menggunakan mikropipet ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan reagen yang dinamakan *digestion solution*, selanjutnya tabung ditutup. Sampel yang sudah dicampur oleh reagen kemudian dihomogenkan menggunakan *shaker*. Setelah semua sampel homogen, sampel dipanaskan menggunakan *heating block* selama 2 jam dengan suhu $\pm 60^\circ C$. Lalu, sampel ditunggu hingga mencapai suhu ruang dan siap diuji menggunakan spektrofotometer. Spektrofotometer yang sudah terhubung dengan komputer disiapkan dan ditandai masing-masing kolomnya dengan nama AB₁, AB₂, AC₁, AC₂, AR₁, AR₂, AP₁, AP₂. Masing-masing sampel dituang ke wadah bernama tabung *cuvette* (bejana kecil berbentuk persegi panjang) dan diseka menggunakan tisu. Tabung *cuvette* kemudian dimasukkan ke dalam spektrofotometer untuk dianalisis, selanjutnya hasil analisis akan ditampilkan pada layar komputer (Badan Standardisasi Nasional, 2019).

2.2.4 Dissolved Oxygen (DO)

Pengukuran oksigen terlarut (DO) berbeda dengan pengukuran BOD, meskipun pada pengukuran (BOD) memerlukan pengukuran kandungan oksigen terlarut awal dan setelah diinkubasi selama lima hari. Pengukuran (DO) bertujuan untuk mengetahui tingkat oksigen yang terlarut dalam air yang dapat berfungsi untuk mengatur perkembangbiakan organisme didalam air, sedangkan pengukuran BOD bertujuan untuk mengetahui besarnya pencemaran yang diakibatkan oleh air limbah pada perairan (Pour et al., 2014).

Pengukuran (DO) dilakukan dengan metode elektrokimia, menggunakan alat DO meter *Dissolved Oxygen Analyzer DO9100*. Penggunaan alat DO meter diawali dengan menekan tombol *power* untuk menghidupkan alat, lalu layar akan menyala dan angka akan muncul. Sebelum batang *probe* dimasukkan pada sampel, dipastikan angka pada layar menunjukkan angka 0.0 lalu klik '*hold*' pada alat DO. Setelah itu batang *probe* dimasukkan ke dalam sampel hingga

mendapat nilai DO yang stabil. Jika akan menguji sampel lain sebaiknya batang *probe* dibasuh dahulu menggunakan akuades (Afwa *et al.*, 2021).

2.2.5. Total Suspended Solid (TSS)

Cawan petri dan empat kertas saring dipanaskan di dalam oven selama 1 jam pada suhu 105 °C. Cawan petri dan kertas saring dimasukkan pada desikator selama 30 menit, setelah itu masing-masing kertas saring ditimbang hingga beratnya konstan. Pada tahap analisis TSS menggunakan alat 3.5 CFM *Vacuum Pump*, kertas saring diletakkan di atas erlenmeyer 1L yang sudah diberi alat penyaring. Sebanyak 100 ml akuades dituangkan ke atas kertas saring hingga semua cairan terisap oleh alat, setelah itu dilanjut dengan masing-masing sampel cair sebanyak 100 ml. Pengujian dilanjutkan hingga seluruh sampel habis. Setelah semua sampel cair disaring dengan keempat kertas penyaring, kertas saring dikeringkan dalam oven kembali dengan suhu 105 °C selama 1 jam hingga mengering. Setelah 1 jam, sampel dimasukkan ke desikator selama 30 menit. Sampel yang sudah benar-benar kering kemudian ditimbang kembali dan hasil akhirnya dicatat (Abbas *et al.*, 2021).

2.2.6. Total Dissolved Solids (TDS)

Alat yang digunakan pada pengujian ini yaitu TDS & EC Meter. Alat TDS meter dinyalakan dengan cara menekan tombol *power* lalu menunggu hingga layar menyala dan angka muncul pada layar. Setelah itu, sensor TDS meter dapat dimasukkan ke sampel cair dan ditunggu hingga angka pada layar stabil dan tidak berubah, dan angka tersebut dapat dicatat. Sifat elektrolit pada kandungan partikel ion pada suatu cairan mempengaruhi hasil pada pengukuran konduktivitas listrik pada sensor TDS, sedangkan pengukuran tingkat kekeruhan air menggunakan sensor yang memanfaatkan perubahan intensitas cahaya yang diteruskan hingga melewati sampel dari sumber cahaya (Wirman *et al.*, 2019).

2.2.7. Oil & Grease (Minyak dan Lemak)

Pengujian minyak dan lemak dilakukan dengan cara mengeringkan labu kosong di dalam oven selama 30 menit dengan suhu 70 °C, setelah itu labu dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang hingga berat konstan. Sampel disiapkan dan dimasukkan ke dalam corong pisah lalu ditambahkan larutan N-Heksan. Corong pisah yang sudah berisi larutan sampel dan N-Heksan dikocok selama dua menit. Lapisan air dikeluarkan menggunakan tabung erlenmeyer, sedangkan lapisan pelarut dikeluarkan dengan corong yang telah dipasang kertas saring dan natrium sulfat (Na₂SO₄). Hasil ekstraksi lalu dimasukkan ke dalam labu destilasi dan dilakukan destilasi dengan suhu 85 °C hingga terlihat kondensasi pelarut. Labu destilasi dilepas dari *rotary* lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu 70°C dan desikator. Labu yang sudah dikeringkan kemudian ditimbang hingga mendapat hasil yang konstan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik air limbah, didapatkan hasil pengujian yang dirangkum dalam Tabel 1.

Kadar maksimum baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 21 Tahun 2018 mengenai Baku Mutu Air Limbah Domestik dan Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Penyamakan Kulit, sedangkan standar maksimum baku mutu yang digunakan untuk pengujian DO adalah Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 mengenai Baku Mutu Air Laut.

Tabel 1. Hasil pengujian karakteristik limbah cair

Sampel	Air Baku	Air limbah cuci	Air limbah rebusan	Air limbah bekas pewarnaan	Kadar maksimum baku mutu
pH	7,44	7,22	9,18	3,22	6-9
BOD (mg/L)	0,08	7,05	11,8	236	30
COD (mg/L)	<10	216	1.649	81,7	200
DO (mg/L)	6,1	6,3	5,05	7	> 5*
TSS (mg/L)	21,0	35,0	152	962	60
TDS (ppm)	131,5	174,5	9.999	2.050	2.000** 4.000***
Oil & grease (mg/L)	-	2,00	4,00	-	5,0

* Standar kadar minimum DO

** Standar kadar maksimum TDS golongan I (mg/l)

*** Standar kadar maksimum TDS golongan II (mg/l)

3.1 Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan Tabel 1, nilai pH pada sampel air limbah masih di dalam interval nilai standar baku mutu. Namun, terdapat dua sampel air limbah hasil pengujian yang berada di luar interval standar baku mutu, yaitu air limbah rebusan dan air limbah bekas pewarnaan. Pada air limbah rebusan, nilai pH berada di atas standar maksimum baku mutu yang telah ditentukan, sehingga bersifat basa. Hal ini dikarenakan pada proses *postharvest treatment*, air rebusan kulit sintetis yang terbuat dari miselium jamur dicampur dengan soda kue. Soda kue digunakan untuk membunuh sisa bakteri yang berada di kulit sintetis, sehingga bekas air rebusan yang sudah dicampur dengan soda kue menghasilkan sifat basa. Air limbah bekas pewarnaan berada di bawah standar baku mutu yang telah ditentukan, sehingga—bersifat asam. Kemungkinan penyebab dari air limbah bersifat asam adalah adanya indikasi penggunaan ferro sulfat ataupun penggunaan pewarna untuk kulit sintetis yang membutuhkan warna-warna tertentu.

Suatu larutan yang bersifat asam memiliki dampak positif dan negatif, salah satu contohnya adalah hujan asam. Hujan asam dapat bermanfaat bagi lingkungan, seperti menguraikan mineral dalam tanah. Namun, hujan asam juga berdampak merugikan karena mengurangi kualitas air permukaan sehingga berdampak buruk terhadap flora dan fauna yang hidup di dalamnya. Turunnya pH pada air sungai dapat menyebabkan penurunan populasi biota air. Menurut Anuar *et al.*, (2015), sifat korosif yang ditimbulkan dari hujan asam dapat menyebabkan kerusakan. Faktor yang dapat mempengaruhi nilai efektivitas penurunan pada zat organik dan logam berat yaitu konsentrasi adsorben, waktu kontak, pH dan ukuran pori adsorben (Tatra, 2014).

3.2 Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD merupakan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk memecah bahan-bahan organik yang berada di dalam air. Pengujian BOD diperlukan untuk menentukan beban dari pencemaran yang diakibatkan oleh air buangan yang berasal dari perindustrian maupun penduduk. Mikroorganisme membutuhkan bahan organik sebagai bahan pangan dan juga energinya yang berasal dari proses oksidasi (Andara *et al.*, 2014).

Berdasarkan Tabel 1, nilai BOD pada air limbah dari proses pembuatan kulit sintetis yang berasal dari miselium jamur masih dalam kadar maksimum baku mutu, kecuali air limbah bekas pewarnaan. Jika ditelusuri, air limbah tersebut didapatkan dari proses pewarnaan dan pengeringan kulit sintetis. Dapat diindikasikan bahwa dalam proses tersebut digunakan beberapa material yang berdampak tidak baik untuk lingkungan, sehingga mengakibatkan turunnya kandungan oksigen terlarut (DO) dari limbah. Hal ini mengakibatkan peningkatan nilai zat padat tersuspensi (Pamungkas, 2016), sehingga mempengaruhi proses pengolahan air limbah karena mikroorganisme yang seharusnya tumbuh pada air limbah menjadi tidak tumbuh karena air limbah tersebut tercemar oleh polutan yang tidak dapat diuraikan dengan baik akibat kekurangan O₂ (Karini *et al.*, 2020).

3.3 Chemical Oxygen Demand (COD)

Kebutuhan oksigen kimiawi atau COD merupakan jumlah oksigen yang diperlukan sehingga bahan organik yang ada pada air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Nilai COD merupakan parameter untuk mendeteksi tingkat pencemaran air. Semakin tinggi tingkat COD, maka akan semakin buruk kualitas air tersebut (Andara *et al.*, 2014). Analisa kimia pengujian COD digunakan untuk mengetahui tingkat polutan yang berada dalam air limbah. Uji COD dapat digunakan juga untuk mengukur senyawa organik yang tidak dapat dipecah secara biologis (Basri *et al.*, 2016).

Berdasarkan Tabel 1, nilai COD pada air limbah hasil produksi kulit sintetis yang berasal dari miselium jamur terpantau tidak melewati kadar maksimum baku mutu. Namun, terdapat dua sampel air limbah yang melampaui kadar maksimum baku mutu, yaitu pada sampel air limbah cuci dan air limbah rebusan. Kadar COD yang tinggi dalam air limbah dipengaruhi oleh adanya penggunaan bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan yaitu garam NaCl dan soda kue (Na₂CO₃) yang berfungsi untuk membunuh sisa-sisa bakteri. Kadar COD yang tinggi dalam air limbah menunjukkan bahwa air tersebut tercemar. Pencemaran air limbah sangat berbahaya untuk manusia karena dapat menyebabkan media penyakit dan juga mengandung bakteri-bakteri patogen (Karini *et al.*, 2020).

3.4 Dissolve Oxygen (DO)

Nilai DO mengarah pada kandungan oksigen bebas senyawa dalam air maupun cairan lain, yang termasuk dalam berbagai aktivitas kimia dan fisiologis (Tran-Ngoc *et al.*, 2016; Wu *et al.*, 2018). Oksigen terlarut yang terkandung dalam air merupakan indikator yang penting untuk menentukan

kualitas air serta faktor penting dalam pemurnian air. Oksigen terlarut merupakan faktor yang penting dalam berbagai aplikasi (Chong *et al.*, 2013), contohnya pada bidang biomedis, produksi makanan, industri serta pertanian (Niu *et al.*, 2014).

Dari hasil pengujian DO pada keempat sampel, didapatkan satu air limbah yang tidak memenuhi standar minimum baku mutu SNI yaitu pada air limbah rebusan (Tabel 1). Hal ini disebabkan pada saat proses *postharvest treatment*, air yang digunakan untuk merebus kulit sintetis yang telah jadi ditambah dengan soda kue (Na₂CO₃) yang digunakan untuk membunuh sisa bakteri pada kulit sintetis tersebut. Sehingga mikroorganisme yang menaikkan kadar DO ikut terbunuh pada saat proses perebusan.

Pada ketiga sampel lainnya yaitu air baku, air limbah cuci, dan air limbah bekas pewarnaan minim penggunaan bahan kimia dalam jumlah besar dan berbahaya, termasuk pada proses pewarnaan. Pada proses pewarnaan digunakan pewarna alami dari ekstrak pohon Tingi yang kemudian dicampur bahan kimia (*Ferro sulfat*) dalam jumlah sedikit untuk membuat warna hitam dari kulit sintetis lebih pekat. Rendahnya jumlah DO pada air (di bawah standar baku mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004) menandakan kualitas air semakin buruk dan begitu sebaliknya jika jumlah DO semakin tinggi maka menandakan kualitas pada air semakin baik, tetapi tidak melewati batas maksimum yang sudah ditentukan (Megawati *et al.*, 2014).

3.5 Total Suspended Solids (TSS)

TSS merupakan padatan yang berada di dalam air, kandungan tersebut termasuk partikel tanah (pasir, lumpur dan tanah liat), plankton, alga dan zat lainnya yang berukuran antara 0,004 mm seperti tanah liat, hingga 1,0 mm seperti pasir (Rinawati *et al.*, 2016). Kadar TSS yang tinggi akan meningkatkan kekeruhan perairan yang dapat menghambat masuknya cahaya matahari ke dalam perairan.

Berdasarkan Tabel 1, hasil dari pengujian air baku dan air limbah cuci terpantau tidak melewati kadar maksimum baku mutu, namun hasil dari pengujian air limbah rebusan dan air limbah bekas pewarnaan melewati kadar maksimum baku mutu. Kadar TSS yang tinggi menyebabkan kekeruhan pada perairan akibat padatan yang tidak terlarut dan tidak mengendap, yang secara langsung menghalangi sinar matahari yang masuk ke dalam air sehingga menghambat proses fotosintesis dan mengurangi kadar oksigen di dalamnya. Oksigen yang sedikit akan membunuh bakteri aerobik dan akan menyebabkan bakteri *anaerob* tumbuh. Bakteri *anaerob* yang tumbuh akan menguraikan dan menggunakan oksigen yang tersimpan di dalam molekul-molekul yang sedang dihancurkan. Kegiatan dari bakteri *anaerob* akan menghasilkan gas yang berbau busuk serta berbahaya dan membentuk hidrogen sulfida (H₂S) yang bersifat korosif dan memiliki dampak buruk terhadap kesehatan (Maulana *et al.*, 2015).

3.6 Total Dissolved Oxygen (TDS)

TDS adalah komponen yang umum didapatkan pada air limbah, tetapi umumnya tidak dikarakterisasi dengan baik dari segi kimiawi maupun toksisitasnya (Sampe, 2013).

Berdasarkan Tabel 1, hasil dari pengujian air baku dan air limbah cuci terpantau memiliki kadar yang rendah dan tidak melewati standar kadar maksimum, namun pada pengujian air limbah bekas pewarnaan terpantau melewati standar kadar maksimum Golongan I dan tidak melewati standar maksimum Golongan II. Hasil pengujian air limbah rebusan terpantau sangat tinggi hingga melewati standar maksimum Golongan I dan Golongan II. Nilai TDS dengan nilai kekeruhan pada air memiliki keterkaitan, yaitu jika nilai TDS tinggi, maka semakin tinggi pula nilai kekeruhan. Nilai kesadahan, tingkat kekeruhan, dan salinitas memiliki keterkaitan dengan TDS (Fajarini, 2014). Padatan terlarut yang terkontaminasi berasal dari garam, zat organik dan gas terlarut. Air yang mengandung padatan terlarut apabila dikonsumsi memiliki efek samping pada fungsi fisiologis ginjal (Afrianita *et al.*, 2017).

3.7 Oil & Grease (Minyak dan Lemak)

Minyak dan lemak merupakan salah satu parameter yang memiliki konsentrasi standar maksimum yang dipersyaratkan untuk air limbah domestik maupun non-domestik. Minyak dan lemak yang terdapat di badan air dengan jumlah yang berlebih akan berbahaya, karena akan membentuk lapisan pada permukaan air sehingga menghalangi masuknya sinar matahari yang dibutuhkan oleh biota air untuk fotosintesis, dan mengikat oksigen yang diperlukan oleh biota air untuk respirasi (Mojarad *et al.*, 2016) (Akbar, 2021). Berdasarkan Tabel 1, hasil dari pengujian sampel air limbah cuci dan air limbah rebusan terpantau tidak melewati standar kadar maksimum.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, karakteristik air limbah produksi kulit sintetis dari miselium jamur sebagian besar melampaui standar kadar maksimum yang telah ditetapkan. Hasil uji karakteristik yang melampaui standar kadar maksimum yaitu pada parameter pH sampel air limbah rebusan 9,18; BOD sampel air limbah bekas pewarnaan 236 mg/l; COD sampel air limbah cuci 216 mg/l dan rebusan 1.649 mg/l; TSS sampel air limbah rebusan 152 mg/l dan pewarnaan 962 mg/l; TDS sampel air limbah rebusan 9.999 mg/l dan pewarnaan 2050 mg/l. Sementara itu untuk DO air limbah rebusan 5,05 mg/L tidak memenuhi standar minimal SNI. Nilai parameter yang tidak memenuhi standar kadar baku mutu, jika dilepas ke perairan dan lingkungan, dapat menimbulkan dampak yang berbahaya, seperti penurunan kualitas air, penurunan kandungan oksigen dan populasi hewan di dalam perairan, korosi terhadap logam, dan terjadinya pengeruhan dalam perairan.

5. SARAN

Pengolahan limbah dapat dilakukan dengan menggunakan konsep sistem biofilter berbahan alam. Komponen bahan yang dapat digunakan yaitu arang aktif, serabut kelapa dan ijuk sebagai media mikroorganisme lokal untuk pendegradasi limbah. Dengan ketersediaan bahan dan harga yang relatif terjangkau, ketiga alternatif bahan tersebut memiliki potensi untuk dapat mengurangi tingginya nilai BOD, COD, dan TSS yang dihasilkan proses pembuatan kulit

sintetis dari miselium jamur. Arang aktif, serabut kelapa dan ijuk merupakan adsorben yang memiliki daya adsorpsi yang baik. Ketiga bahan tersebut dapat menyerap logam berat pada air limbah karena kandungan selulosanya yang tinggi. Selain itu, ijuk dan arang aktif memiliki efisiensi paling tinggi untuk menaikkan kadar parameter pH yang rendah, namun masih belum bisa mencapai batas standar baku mutu sebesar 6,0–9,0. Konsentrasi, waktu kontak dan ukuran pori yang semakin meningkat mampu menyebabkan efisiensi penurunan semakin meningkat, tetapi jika waktu kontak telah melewati titik jenuh maka daya adsorpsi akan berkurang. Efisiensi penggunaan biofilter dengan waktu tinggal selama 60 jam dapat mencapai 91,23%. Selain itu dengan menggunakan konsep sistem ini dapat menambah nilai ekonomi dari hasil olahan air limbah dari proses pembuatan kulit sintetis dari miselium jamur.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Riset Sistem Produksi Berkelanjutan dan Penilaian Daur Hidup (PR SPBPDH) - Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) sebagai tempat melakukan penelitian, kemudian kepada Ibu Ira Nurhayati Djarot, Ibu Netty Widyastuti, Ibu Hismiaty Bahua atas bantuan dan bimbingan selama penelitian berlangsung. Serta kepada Bapak Ronaldiaz Hartantyo, Ibu Lini Ariva dan Bapak Muth Syaqoful Fikri sebagai pihak pemberi data dan membantu dalam memberikan informasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A. A., Yousif, Y. T. & Almutter, H. H. (2022). Evaluation of Al-Thagher Wastewater Treatment Plant. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 66(1), 112–126.
- Afrianita, R., Edwin, T., & Alawiyah, A. (2017). Analisis Intrusi Air Laut dengan Pengukuran Total Dissolved Solids (TDS) Air Sumur Gali di Kecamatan Padang Utara. *Jurnal Dampak*, 14(1), 62–72.
- Afwa, R.S., Muskananfolo, M.R., Rahman, A., Suryanti, & Sabdaningsih, A. (2021). Analysis of the Load and Status of Organic Matter Pollution in Beringin River Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 10(3), 168–178.
- Akbar, I. (2021). Pengolahan Limbah Minyak dan Lemak di Restoran Padang dengan Metode Fisik (Oil Grease Trap)). *Jurnal TechLINK*, 5(2), 1–7.
- Andara, D.R., Haeruddin, & Suryanto, A. (2014). Kandungan Total Padatan Tersuspensi, Biochemical Oxygen Demand dan Chemical Oxygen Demand Serta Indeks Pencemaran Sungai Klampisan di Kawasan Industri Candi, Semarang. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(3), 177–187.
- Anuar, K., Ahmad, A., & Sukendi. (2015). Analisis Kualitas Air Hujan Sebagai Sumber Air Minum terhadap Kesehatan Masyarakat (Studi Kasus di Kecamatan Bangko Bagansiapiapi). *Jurnal Dinamika Lingkungan Indonesia*, 2(1), 32–39.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Air dan air limbah –

- Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (chemical oxygen demand/COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri (ICS 13.060.50).
- Basri, S., & Hamzah, E. (2016). Efektivitas Kemampuan Tanaman Jeringau (*Acorus calamus*) untuk Menurunkan Kadar Logam Berat di Air. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 1(1), 49–59.
- Cahyani, F. A. (2020). Upaya Peningkatan Daya Dukung Lingkungan Melalui Penerapan Prinsip *Sustainable Development* Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Indonesia State Law Review*, 2(2).
- Chong, S., Aziz, A., & Harun, S. (2013). Fibre Optic Sensors for Selected Wastewater Characteristics. *Sensors*, 13(7), 8640–8668.
- Etikan, I., Musa, S. A., Alkassim, R. S. (2016). Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1–4.
- Fajarini, S. (2014). Analisis Kualitas Air Tanah Masyarakat di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kelurahan Sumur Batu Bantar Gebang, Bekasi Tahun 2013. UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Ilyas, N.I., Nugraha, W.D., & Sumiyati, S. (2013). Penurunan Kadar TDS Pada Limbah Tahu Dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Biofilter Kerikil Hasil Letusan Gunung Merapi Dalam Bentuk Random. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(3), 1–10.
- Kadir, A. (2015). *Buku Pintar Pemrograman Arduino*. Yogyakarta: Penerbit Mediacom.
- Karini, T.A., Wijaya, D.R., & Arranuri, Z.F. (2020). Karakteristik dan Kualitas Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Limbah Cair Rumah Sakit (Studi Deskriptif di Rumah Sakit X Kabupaten Jeneponto). *Jurnal Kesehatan Lingkungan (Higiene)*, 6(2), 100–107.
- Listyaningrum, R. (2022). Analisis Kandungan DO, BOD, COD, TS, TDS, TSS dan Analisis Karakteristik Fisikokimia Limbah Cair Industri Tahu di UMKM Daerah Imogiri Barat Yogyakarta. <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Program-Studi-81346082>
- Maulana, L., Suprayogi, A., & Wijaya, A.P. (2015). Analisis Pengaruh Total Suspend Solid Dalam Penentuan Kedalaman Laut Dangkal Dengan Metode Algoritma Van Hengel dan Spitzer. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 4(2), 139–148.
- Megawati, C., Yusuf, M., & Maslukah, L. (2014). Sebaran Kualitas Perairan Ditinjau dari Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Selat Bali Bagian Selatan. *Jurnal Oseanografi*, 3(2), 142–150.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Jakarta : Kementrian L.H.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2018). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.21/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2018 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Jakarta : Kementrian L.H.
- Mojarad, M., Alemzadeh, A., Ghoreishi, G., & Javaheri, M. (2016). Kerosene Biodegradation Ability and Characterization of Bacteria Isolated from Oil-Polluted Soil and Water. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4, 4323–4329.
- Mycotech Lab. (2021). Mylea's Complete Specs [Internet] Available at <https://mycl.bio/mylea>
- Niu, C., Zhang, Y., Zhou, Y., Shi, K., Liu, X., & Qin, B. (2014). The Potential Applications of Real-Time Monitoring of Water Quality in a Large Shallow Lake (Lake Taihu, China) Using a Chromophoric Dissolved Organic Matter Fluorescence Sensor. *Sensors*, 14(7), 11580–11594.
- Nugroho, Y. B., Yulistyorini, A., Mujiyono. (2022). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. Wahana Kreasi Hasil Kencana (WKHK) Tangerang. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 23(2), 172-179.
- Pamungkas, M. T. O. A. (2016). Pencemaran Limbah Cair dengan Parameter BOD 5 dan pH di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(2), 166–175.
- Pour, H., Mirghaffari, N., Marzban, M., & Marzban, A. (2014). Determination of Biochemical Oxygen Demand (BOD) Without Nitrification and Mineral Oxydant Bacteria Interferences by Carbonate Turbidimetry. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 5(5), 90–95.
- Rinawati, H. D., Suprianto, R., & Dewi, P.S. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid dan Total Suspended Solid) Di Perairan Teluk Lampung. *Analit : Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1), 36–46.
- Saha, N., Ngwabebhoh, F.A., Nguyen, H.T. & Saha, P. (2020). Environmentally friendly and animal free leather: Fabrication and characterization. *AIP Conference Proceedings*, 2289(1) 020049.
- Sampe, H. (2013). Pencemaran Perairan Akibat Kadar Amonia yang Tinggi dari Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal Akuatika*, 4(2), 183–194.
- Santoso, Arif Dwi. (2018). Keragaan Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batu bara. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 19(1), 89 - 96
- Septiani, C., & Siagian, M.C.A. (2020). Analisa Pengolahan Kulit Imitasi Sebagai Material Embellishment. *E-Proceeding of Art & Design*, 7(2), 3023–3041.
- Sutini, Widihastuty, Y. R., & Ramadhani, A. N. (2019). Review : Hidrolisis Lignoselulosa dari Agricultural Waste

- Sebagai Optimasi Produksi Fermentable Sugar. *Equilibrium*, 3(2).
- Tatra, S. J. (2014). Pemanfaatan Karbon Aktif dengan Aktivator H_3PO_4 dari Limbah Padat Agar sebagai Penyerap pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit. (Skripsi Sarjana, Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor).
- Tran-Ngoc, K. T., Dinh, N. T., Nguyen, T. H., Roem, A. J., Schrama, J. W., & Verreth, J. A. J. (2016). Interaction between dissolved oxygen concentration and diet composition on growth, digestibility and intestinal health of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 462, 101–108.
- Wirman, R.P., Wardhana, I., & Isnaini, V.A. (2019). Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air. *Jurnal Fisika*, 9(1), 37–46.
- Wu, S., Wu, S., Yi, Z., Zeng, F., Wu, W., Qiao, Y., Tian, Y. (2018). Hydrogel-Based Fluorescent Dual pH and Oxygen Sensors Loaded in 96-Well Plates for High-Throughput Cell Metabolism Studies. *Sensors*, 18(2), 564.
- Yulis, P. A. R., Febliza, D. A. (2018). Analisis Kadar DO, BOD, dan COD Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin. *Jurnal Bioterdidik Wahana Ekspresi Ilmiah*, 6(3).