

# **UJI KEMAMPUAN *Hydrilla verticillata* SEBAGAI AGEN FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR TAPIOKA**

## **SKRIPSI**

untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1  
pada Program Studi Biologi



Disusun oleh:  
Nur Mazidah Zahwa Suroyya  
18106040044

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
**PROGRAM STUDI BIOLOGI**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UIN SUNAN KALIJAGA**  
**YOGYAKARTA**  
**2023**



## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2540/Un.02/DST/PP.00.9/10/2023

Tugas Akhir dengan judul : Uji Kemampuan *Hydrilla verticillata* sebagai Agen Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NUR MAZIDAH ZAHWA SUROYA  
Nomor Induk Mahasiswa : 18106040044  
Telah diujikan pada : Kamis, 31 Agustus 2023  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang  
Siti Aisah, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 6516d15d14d39



Penguji I  
Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 6512c3241aada



Penguji II  
Satiti Ratnasari, M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 651247d26c589



Yogyakarta, 31 Agustus 2023  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 651a7bee470f1

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nur Mazidah Zahwa Suroyya

NIM : 18106040044

Program Studi : Biologi

Menyatakan dengan sesungguhnya skripsi saya ini adalah asli hasil karya atau penelitian sendiri dan bukan plagiasi dari hasil karya orang lain kecuali pada bagian yang dirujuki sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya agar dapat diketahui oleh anggota dewan penguji.

Yogyakarta, 29 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Nur Mazidah Zahwa S.  
NIM. 18106040044

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan  
Skripsi/Tugas Akhir Lamp : -

Kepada Yth.  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nur Mazidah Zahwa Suroyya  
NIM : 18106040044  
Judul Skripsi : Uji Kemampuan *Hydrilla vericillata* sebagai Agen  
Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 28 Agustus 2023

Pembimbing

Siti Aisah, S.Si., M.Si.  
NIP. 19740611 200801 2 009

## **Halaman Persembahan**

Skripsi ini saya persembahkan kepada Nur Mazidah Zahwa Suroyya. Terimakasih sudah mengusahakan yang terbaik.

Untuk Abah Achmad Machasin dan Ibu Nor Asyiyah yang selalu membersamai baik jiwa, raga, dan doa.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Pengasih atas segala pertolongan-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Kemampuan *Hydrilla verticillata* sebagai Agen Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka”. Salawat serta salam Penulis haturkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan dan pembawa rahmat bagi seluruh alam.

Penyusunan skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penyusunan skripsi ini, tentu tidak terlepas dari bantuan, dorongan, dan bimbingan berbagai pihak. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Phil Al Makin, S.Ag., M.A., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Najda Rifqiyati, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi sekaligus Dosen Pembimbing Akademik Penulis.

4. Ibu Siti Aisah, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing Penulis dalam menyusun skripsi dari awal hingga akhir.
5. Ibu Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si., dan Ibu Satiti Ratnasari, M.Sc., selaku Dosen Penguji skripsi yang telah banyak memberikan saran dan masukan demi kebaikan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Biologi dan Staff yang membantu kelancaran proses skripsi Penulis.
7. Orang tua Penulis yang senantiasa mendoakan dan mencintai Penulis.
8. Mas Diqiy dan adik-adik Penulis, Syauqi, Maulidiya, Arifa, dan Abidin yang menjadi penyemangat Penulis.
9. *Support System* Penulis yang selalu kebersamaian setiap proses Penulis.
10. Keluarga, sahabat, teman, dan seluruh pihak yang telah membantu serta memotivasi Penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Yogyakarta, 30 Agustus 2023

Penulis

## Uji Kemampuan *Hydrilla verticillata* sebagai Agen Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka

Nur Mazidah Zahwa Suroyya  
18106040044

### Abstrak

Aktivitas industri tapioka menghasilkan produk samping berupa limbah cair. Limbah cair tapioka yang langsung dibuang tanpa melalui proses pengolahan dapat mengakibatkan penurunan kualitas air sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan perairan. Solusi pengolahan air tercemar salah satunya melalui fitoremediasi (proses perbaikan menggunakan tanaman). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Hydrilla verticillata* dalam memperbaiki parameter limbah cair tapioka yaitu BOD, TSS, pH, dan sianida agar tidak melebihi baku mutu. Penelitian dilakukan di Maguwoharjo selama bulan Agustus – Desember 2022. Metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu variasi konsentrasi dengan media tidak mengalir (sistem non-kontinyu). Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif serta ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik, dan gambar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Hydrilla verticillata* tidak mampu bertahan hidup pada perlakuan variasi konsentrasi hingga akhir penelitian. Penggunaan *Hydrilla verticillata* dapat memperbaiki parameter pH dan sianida, namun memperburuk parameter lain yaitu BOD dan TSS akibat pencemaran sekunder dari pembusukan tanaman.

Kata Kunci: Fitoremediasi; *Hydrilla verticillata*; Limbah Cair Tapioka



***Ability Test of Hydrilla verticillata as a Phytoremediation Agent for Tapioca Wastewater***

Nur Mazidah Zahwa Suroyya  
18106040044

***Abstract***

*Tapioca industrial activity produce by-product including liquid waste. Tapioca wastewater that is directly disposed without going through a treatment process can decrease water quality and potentially causing pollution of the aquatic environment. One of the solutions for treating polluted water is through phytoremediation (a remediation process using plants). This study aims to determine the ability of Hydrilla verticillata in improving tapioca wastewater parameters such as BOD, TSS, pH and cyanide, so the value is not exceed than the quality standard. The research was conducted in Maguwoharjo during August – December 2022. Experimental method using a Completely Randomized Design (CRD) with one factor, concentration variations with non-flowing media (non-continuous system). The data obtained was analyzed descriptively and displayed by tables, graphs and pictures. The results of the study showed that Hydrilla verticillata was not able to survive in the concentration variation treatment until the end of the study. The use of Hydrilla verticillata can improve pH and cyanide parameters, but worsens other parameters, specifically BOD and TSS due to secondary pollution from plant decay.*

*Keyword: Hydrilla verticillata; Phytoremediation; Tapioca wastewater*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
Abstrak .....	viii
<i>Abstract</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Manfaat Penelitian .....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	8
A. Limbah Cair Industri Tapioka.....	8
B. Baku Mutu Limbah Cair Tapioka .....	12
C. Fitoremediasi .....	15
D. <i>Hydrilla verticillata</i> .....	18

III. METODE PENELITIAN .....	21
A. Rancangan Penelitian .....	21
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
C. Alat dan Bahan .....	22
D. Prosedur Penelitian .....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
A. Persiapan Tanaman .....	29
B. Pengujian Parameter Limbah Cair Tapioka .....	30
C. Uji Pendahuluan .....	31
D. Uji Sesungguhnya .....	33
E. Kondisi dan Berat Basah <i>Hydrilla verticillata</i> .....	34
F. Uji Parameter Limbah Cair Tapioka .....	44
G. Kemampuan <i>Hydrilla verticillata</i> sebagai Agen Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka .....	54
V. PENUTUP .....	60
A. Kesimpulan .....	60
B. Saran .....	60
DAFTAR PUSTAKA .....	61
LAMPIRAN .....	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil pengujian baku mutu limbah cair tapioka....	30
Tabel 2. Perubahan Kondisi <i>Hydrilla verticillata</i> .....	35
Tabel 3. Nilai sianida limbah cair tapioka .....	51
Tabel 4. Nilai parameter fisikomia limbah cair tapioka tiap konsentrasi .....	55



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Hydrilla verticillata</i> .....	18
Gambar 2. Desain Penelitian .....	21
Gambar 3. Kondisi awal <i>H. verticillata</i> .....	34
Gambar 4. Kondisi tanaman bak kontrol negatif .....	37
Gambar 5. Kondisi tanaman bak perlakuan A ( <i>H. verticillata</i> + air limbah 4%) .....	39
Gambar 6. Kondisi tanaman bak perlakuan B ( <i>H. verticillata</i> + air limbah 5%) .....	39
Gambar 7. Kondisi tanaman bak perlakuan C ( <i>H. verticillata</i> + air limbah 6%) .....	40
Gambar 8. Grafik Berat Basah Hydrilla .....	41
Gambar 9. Pengukuran berat basah tanaman .....	43
Gambar 10. Grafik perubahan nilai BOD .....	44
Gambar 11. Grafik perubahan nilai TSS .....	47
Gambar 12. Grafik nilai pH limbah cair tapioka .....	49
Gambar 13. Analisis kualitatif kandungan sianida pada <i>H.</i> <i>verticillata</i> .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Foto Aklimatisasi .....	68
Lampiran 2. Tempat Pengambilan Sampel .....	69
Lampiran 3. Uji Pendahuluan .....	70
Lampiran 4. Uji Sesungguhnya .....	71
Lampiran 5. <i>Tally Sheet</i> Hasil Pengujian Parameter .....	72



# I. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian (2016) menyatakan bahwa Indonesia merupakan negara penghasil ubi kayu terbesar kelima setelah Nigeria, Kongo, Brazil, dan Thailand dengan rata-rata luas panen sebesar 1,11 juta hektar atau berkontribusi sebesar 4,97% dari total produksi ubi kayu di dunia. Permintaan ubi kayu terus meningkat baik untuk konsumsi, pakan ternak, dan industri olahan. Salah satu industri olahan ubi kayu adalah industri tepung tapioka. Industri tepung tapioka merupakan industri pengolahan yang penting di Indonesia. Hal ini karena tepung tapioka akan digunakan sebagai bahan baku atau bahan tambahan industri hilir lain, seperti industri makanan, industri kertas, industri tekstil, industri sorbitol, dan industri lainnya.

Aktivitas industri dalam menghasilkan suatu produk disisi lain juga menghasilkan limbah. Limbah yang dihasilkan industri tapioka berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat yang berupa ampas singkong dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pakan ternak dan pupuk kompos. Limbah cair industri

tapioka mengandung bahan organik tersuspensi yang berpotensi mencemari lingkungan perairan apabila tidak diolah secara baik dan benar (Susi & Maryamah, 2020).

Limbah cair tapioka sebelum dibuang ke lingkungan perairan harus melewati proses pengolahan terlebih dahulu agar sesuai dengan standar baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 menetapkan baku mutu limbah cair industri tapioka yang diizinkan untuk dibuang ke lingkungan yaitu kadar maksimum *Biochemical Oxygen Demand* (BOD<sub>5</sub>) 150 mg/L, *Chemical Oxygen Demand* (COD) 300 mg/L, *Total Suspended Solid* (TSS) 100 mg/L, Sianida 0,3 mg/L, nilai pH 6-9, dan debit limbah maksimum 30 m<sup>3</sup> per ton produk tapioka.

Desa Ngemplak Kidul merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Margoyoso, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Mayoritas penduduk desa ini bekerja sebagai pembuat tepung tapioka. Jumlah industri tepung tapioka di Desa Ngemplak Kidul pada tahun 2020 berkisar 194 unit (Wulandari *et al.*, 2020). Komplek industri tapioka di Desa Ngemplak Kidul selain mampu mengolah ubi kayu menjadi tapioka



sebagai produk utama, juga menghasilkan limbah sebagai produk sampingnya. Hasil studi pendahuluan yang dilakukan Apsari *et al.* (2018) mendapati bahwa mayoritas industri tapioka di Desa Ngemplak Kidul belum melakukan pengolahan limbah cair tapioka, bahkan air limbah yang dihasilkan langsung dibuang ke badan air.

Limbah cair tapioka ini kemudian mencemari beberapa sungai di Desa Ngemplak Kidul. Zulaifah *et al.* (2021) melaporkan air Sungai Kencing tercemar limbah cair tapioka yang menyebabkan warna air berubah menjadi kecoklatan, sangat berbau sehingga mengganggu aktivitas warga sekitar dan menyebabkan kematian biota yang ada di sungai. Limbah pengolahan tapioka menjadi sumber pencemar Sungai Silugonggo di Kecamatan Margoyoso, Pati dengan tingkat pencemaran yang telah melewati ambang batas dan membahayakan budidaya lainnya terutama perikanan tambak (Hariyanto & Larasati, 2016). Limbah cair tapioka juga dibuang ke sungai Suwatu dan menyebabkan sumur gali di sepanjang daerah aliran sungai Suwatu mengandung kadar sianida (Ariyanti & Raharjo, 2010).

Solusi dalam menangani tingginya angka cemaran limbah cair tapioka salah satunya dengan melakukan teknik Fitoremediasi. Fitoremediasi didefinisikan sebagai teknik pemulihan atau perbaikan lingkungan dengan menggunakan tumbuhan alami atau rekayasa genetika yang memiliki kemampuan untuk mengakumulasi, mendegradasi atau menghilangkan logam, pestisida, pelarut, bahan peledak, minyak mentah, dan turunannya yang mengkontaminasi lingkungan tanah, air, dan udara. Fitoremediasi dikembangkan sebagai salah satu alternatif dalam mengelola limbah karena sifatnya yang ramah lingkungan dan hemat biaya (Sood *et al.*, 2012).

Beberapa penelitian mengenai fitoremediasi limbah cair tapioka diantaranya, Nurkemalasari *et al.* (2013) melaporkan bahwa kangkung air (*Ipomea aquatica*) dapat menurunkan parameter pencemar limbah cair tapioka dengan pengolahan optimum yaitu menggunakan kangkung air 200 gram dan limbah cair tapioka 25%. Nuraini & Felani (2015) melakukan pengujian teknik fitoremediasi untuk mengurai limbah cair tapioka menggunakan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah 28 hari, eceng gondok yang ditanam

pada 25% limbah cair tapioka mampu menurunkan konsentrasi BOD<sub>5</sub>, COD, CN limbah cair tapioka, serta meningkatkan pH limbah cair tersebut.

Tumbuhan air dinilai lebih cocok digunakan dalam pengolahan limbah cair daripada tumbuhan darat karena memiliki keunggulan diantaranya yaitu pertumbuhan lebih cepat, produksi biomassa lebih besar, kemampuan penyerapan polutan relatif lebih tinggi, dan pemurnian yang lebih baik akibat kontak langsung dengan air yang terkontaminasi (Dhote dan Dixit, 2009).

Penelitian ini menggunakan tumbuhan air *Hydrilla verticillata* karena menurut Artiyani (2011) tanaman air ini termasuk jenis tanaman *submerged* (terendam di dalam air) sehingga semua bagian organ tanaman meliputi akar, batang, dan daun dapat menyerap bahan pencemar perairan secara lebih efektif.

Penelitian mengenai *Hydrilla verticillata* sebagai agen fitoremediasi diantaranya yaitu *H. verticillata* mampu memperbaiki LAS (*Linear Alkylbenzene Sulfonate*) deterjen dengan berhasil menurunkan kadar deterjen LAS dari rata-rata  $20 \pm 0$  ppm menjadi  $0,058 \pm 0,003$  ppm dengan persentase penurunan 99,71% setelah 7 hari kontak (Putriarti *et al.*, 2021). Mahajan

dan Kaushal (2016) menyatakan bahwa *Hydrilla verticillata* mampu menunjukkan penurunan yang signifikan dalam berbagai parameter fisikokimia seperti pH, TDS, BOD<sub>5</sub> dan COD limbah cair tekstil. *Hydrilla verticillata* juga efisien dalam mendegradasi pewarna tekstil melalui mekanisme fitoekstraksi.

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai “Uji Kemampuan *Hydrilla verticillata* sebagai Agen Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka”.

#### **A. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana hasil pengujian nilai BOD<sub>5</sub>, pH, TSS, dan sianida pada sampel limbah cair tapioka?
2. Bagaimana kemampuan *Hydrilla verticillata* dalam memperbaiki nilai BOD<sub>5</sub>, pH, TSS, dan sianida pada limbah cair tapioka?
3. Apakah terdapat kandungan sianida pada *Hydrilla verticillata* sebelum dan sesudah proses fitoremediasi?

#### **B. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui nilai BOD<sub>5</sub>, pH, TSS dan sianida pada sampel limbah cair tapioka.

2. Mengetahui kemampuan *Hydrilla verticillata* dalam memperbaiki nilai BOD<sub>5</sub>, pH, TSS, dan sianida limbah cair tapioka.
3. Mengetahui ada tidaknya kandungan sianida pada *Hydrilla verticillata* sebelum dan sesudah proses fitoremediasi.

### **C. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi terkait kemampuan *Hydrilla verticillata* dalam memperbaiki nilai BOD<sub>5</sub>, pH, TSS, dan sianida yang terkandung dalam limbah cair tapioka. Harapannya para pemilik industri rumahan tepung tapioka dapat membuat Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sederhana dengan memanfaatkan *Hydrilla verticillata* sehingga limbah cair tapioka yang dibuang tidak mencemari lingkungan perairan.

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dan pemaparan di atas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji BOD, pH, dan TSS limbah cair tapioka sebelum diencerkan memiliki nilai yang belum sesuai dengan standar baku mutu. Nilai sianida sudah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan.
2. *Hydrilla verticillata* mampu memperbaiki nilai pH dan sianida limbah cair tapioka, namun memperburuk nilai BOD dan TSS.
3. Tidak terdapat akumulasi sianida pada jaringan tumbuhan *Hydrilla verticillata* baik sebelum dan sesudah penelitian.

### B. Saran

Fitoremediasi limbah cair tapioka sebaiknya memperhatikan waktu daya tahan tanaman terhadap toksisitas limbah sehingga meminimalisir terjadinya penurunan kualitas air limbah akibat banyaknya tanaman yang mati selama proses fitoremediasi. Sebaiknya juga membuat stok limbah cair agar konsentrasi air limbah dapat terukur secara pasti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnan A. A., Ismayana, A., Sailah, I., Shobil. I., dan Indrasti, N.S. (2021). The Potential Usage of Recycled Waste Water in Small Scale Tapioca Industry in Bogor. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 472 (2020) 012033.
- Afrah Abid Maktoof, Majida Sabah Al-Enazi. (2020). Use of two plants to remove pollutants in wastewater in constructed wetlands in southern Iraq, *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 46(3), 227-233.
- Ahila, K.G., Ravindran, B., Muthunarayanan, V., Nguyen, D.D., Nguyen, X.C., Chang, S.W., Nguyen, V.K., Thamaraiselvi, C. (2021). Phytoremediation Potential of Freshwater Macrophytes for Treating Dye-Containing Wastewater. *Sustainability*, 13, 329.
- Al-Mandeel, F. A. A. (2013). A New Record of the Invasive Species *Hydrilla verticillata* (Linn.F.) Royal on the Iraqi Rivers. *Advance in Environmental Biology*, 7(2), 384-390.
- Antia, O., Olosunde, W. Ekong, E. (2021). The Influence of Cyanide and Heavy Metal Concentration from Cassava Processing Waste Water on Maize. *Journal of Research in Agriculture and Animal Science*, 8(5), 44-47.
- Apsari, S. P., Setiani, O., dan Dangiran, H. L. (2018). Penurunan Kadar Sianida Limbah Cair Industri Tapioka dengan Larutan Kapur Tohor ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) di Desa Ngeplak Kidul, Margoyoso, Pati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 6(6).
- Ariyanti, S. dan Raharjo, B. B. (2010). Hubungan Jarak Sumur Dari Sungai Tercemar Limbah Tapioka Dengan Kadar Sianida. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5 (2), 106-111.
- Artiyani, A. (2011). Penurunan kadar N-total dan P-total pada limbah cair tahu dengan metode fitoremediasi aliran batch dan kontinyu menggunakan tanaman *Hydrilla verticillata*. *J. Spectra*, 9(18), 9-14.

- Baniszweski, J., Cuda, J., Gezan, S., Sharma, S., dan Weeks, E. (2016). Stem fragment regrowth of *Hydrilla verticillata* following desiccation. *J. Aquat. Plant Manage.* 54, 53–60.
- Bhupinder, D. (2013). *Phytoremediation: Role of Aquatic Plants in Environmental Clean-Up*. Springer New Delhi.
- Cesaria, R. Y., Wirosedarmo, R., Suharto., B. (2014). Pengaruh Penggunaan Starter Terhadap Kualitas Fermentasi Limbah Cair Tapioka sebagai Alternatif Pupuk Cair. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.
- Damayanti, H. O., Husna, M., dan Harwanto, D. (2021). Limbah Cair Tapioka, Pencemaran, dan Teknik Pengolahannya. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 17(1), 73-84.
- Dewata, I., dan Danhas, Y. H. (2018). *Pencemaran Lingkungan*. Depok: Rajawali Pers.
- Dhote, S., dan S. Dixit. (2009). Water quality improvement through macrophytes- a review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152, 149-153.
- Handoko, M., dan Sutrisno, A. J. (202). Spatial and Temporal Analysis Of Dissolved Oxygen (DO) and Biological Oxygen Demand (BOD) Concentration in Rawa Pening Lake, Semarang Regency. *Jurnal Geografi Gea*, 21(1).
- Harijono, F. N. (2014). Pengaruh Pergantian Air dan Penggunaan  $\text{NaHCO}_3$  dalam Perendaman Ubi Kayu Iris (*Manihot esculenta Crantz*) Terhadap Kadar Sianida Pada Pengolahan Tepung Ubi Kayu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 188-199.
- Hariono, D., Wirosedarmo, R., Susanawati, L. D. (2015). Efektivitas Penurunan Konsentrasi Limbah Cair Industri Tapioka Dengan Metode *Rotating Biological Contactor*. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.



- Hariyanto, B. dan Larasati, D. A. (2016). *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS '16: Dampak Pembuangan Limbah Tapioka Terhadap Kualitas Air Tambak di Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati*. Surakarta: UMS.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). (2022). Diakses 31 Mei 2022 dari [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=38974#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=38974#null).
- Izzati, M. (2012). Perubahan Konsentrasi Oksigen Terlarut dan pH Perairan Tambak setelah Penambahan Rumput Laut *Sargassum Plagiyophyllum* dan Ekstraknya. UNDIP.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2009). *Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Pengolahan Tapioka*.
- Kementerian Pertanian. (2016). *Deskripsi Varietas Unggul Ubi Kayu 1978 – 2016*. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Kurniawan, A., Khasanah, K., dan Jayatri, F. (2022). Study on the Application of Phytoremediation of Phosphate Content to Eutrophication in Cengklik Reservoir, Boyolali Regency. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*
- Kusumaningrum, I., Hastuti, R. B., Haryanti, S. (2007). Pengaruh Perasan *Sargassum crassifolium* dengan Konsentrasi yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max (L) Merrill*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 15(2).
- Lestari, A., & Samsunar, S. (2021). Analisis Kadar Padatan Tersuspensi Total (TSS) Dan Logam Krom Total (Cr) Pada Limbah Tekstil Di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo. *INDONESIAN JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH*, 6(1), 32-41.
- Lumbanbatu, DTF. (2016). *Ekotoksikologi Perairan*. Bogor: IPB Press.

- Mahajan, P. dan Kaushal, J. (2016). Phytoremediation Potential of *Hydrilla verticillata* for the Degradation of Contaminants from Textile Effluent. *The Research Journal (TRJ)*, 2(2).
- Monita, R., Purnomo, T., dan Budiono D. Kandungan Klorofil Tanaman Kangkung Air (*Ipomea Aquatica*) Akibat Pemberian Logam Kadmium (Cd) pada Berbagai Konsentrasi. *LenteraBio*, 2 (3), 247-251.
- Manoj dan Sudhakar. (2021). Application and research progress of *Hydrilla verticillata* in ecological restoration of water contaminated with metals and metalloids. *Environmental Challenges* 4.
- Mar ah, N. K. (2020). Analisis Strategi Good Housekeeping dalam Produksi Bersih pada Sentra UMKM Tepung Tapioka di Desa Srihardono, Bantul. *Skripsi*: UGM.
- Ndubuisi ND dan Chidiebere ACU. (2018). International Journal of Genomics and Data Mining. *Int J Genom Data Min* 02, 118.
- Nikmatusya'ban, F. (2016). Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka dengan Pemanfaatan Tanaman Air Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*). *Skripsi*: Universitas Brawijaya.
- Nuraini, Y., dan Felani, M. (2015). Phytoremediation of Tapioca Wastewater Using Water Hyacinth Plant (*Eichhornia crassipes*). *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 2(2), 295–302.
- Nurkemasari, R., M. Sutisna, dan E. Wardhani. (2013). Fitoremediasi limbah cair RST tapioka dengan menggunakan tumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*). *Reka Lingkungan*, 1 (2), 1-12.
- Ogunyemi, Abayomi, A. A., Opawale, R. O., Samuel, T. A., Ilori, M. O., Amund, O. O., & Alo, B. I. (2021). Alkaline-extract cyanide from cassava wastewater and its sole induction of chromosomal

aberrations in *Allium cepa* L. root tips. *Environmental Technology*, 1–10.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Pitoy, M. (2015). Sianida: Klasifikasi, Toksisitas, Degradasi, Analisis (Studi Pustaka). *Jurnal MIPA Unsrat Online*, 4(1), 1-4.

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian. (2016). Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Ubi Kayu.

Putriarti, D., Mudloifah, I., Rosyidah, N. F., Putri, M., Racmadiarti, F., Fitrihidajati, H., Putri, I. (2021). Kemampuan *Hydrilla verticillata* Sebagai Agen Fitoremediasi LAS (*Linear Alkylbenzene Sulfonate*) Deterjen. *Prosiding SEMNAS BIO Universitas Negeri Padang* ISSN: 2809-8447.

Rahma. (2020). Life Cycle Assessment (LCA) Tepung Tapioka Produksi Umkm Di Desa Srihardono, Pundong, Bantul. *Skripsi: UGM*.

Rhodes, C. J. (2013). Applications of bioremediation and phytoremediation. *Science Progress*, 96(4), 417-427.

Siswoyo, E., Faisal, Kumalasari, N., dan Kasam. (2020). Constructed Wetlands dengan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai Alternatif Pengolahan Air limbah Industri Tapioka. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 12 (1).

Song, Y., He, X.J., Chen, M. et al. (2018). Effects of pH on the Submerged Macrophyte *Hydrilla verticillata*. *Russ J Plant Physiol* 65, 611–619.

Sood, A., Uniyal, P. L., Prasanna, R., & Ahluwalia, A. S. (2012). Phytoremediation potential of aquatic macrophyte, *Azolla*. *Ambio*, 41(2), 122–137.

- Sperling, M. (2007). *Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal*. Iwa Publishing: London.
- Sumiyati, S., Handayani, D. S., dan Hartanto, W. (2009). Pemanfaatan *Hydrilla verticillata* untuk Menurunkan Logam Tembaga (Cu) dalam Limbah Elektroplating Studi Kasus: Industri Kerajinan Perak Kelurahan Citran, Kotagede. *Jurnal Presipitasi*, 7(2).
- Susi dan Maryamah. (2020). Analisa Limbah Cair Pada Sistem Pengolahan Industri Tepung Tapioka. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 3(1), 599 – 608.
- Triana, L., dan Kamilla, L. (2018). Analisis Kadar Asam Sianida pada Ubi Kayu yang Direndam Larutan  $\text{NaHCO}_3$  20% dengan Variasi Waktu. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 131-136.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). (2002). *Method for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organism. Fifth Edition*. EPA-821-R-02-012. Office of Water (43035). Washington, DC.
- Widiastuti, V., Erawati, E., Fatmadewi, V., Anindyajati, S., Faradina, S N. (2017). Analysis of Cyanide Content on Yams Using Spectrophotometry Methods. *Indonesian Journal of Chemistry and Environment*, 1, 7-14.
- Wulandari, D. P., Muryati, D. T., dan Abib, A. S. (2020). Penegakan Sanksi Administrasi dalam Kaitannya dengan Pencemaran Limbah Pabrik Tepung Tapioka di Kabupaten Pati. *Semarang Law review*, 1(1), 30 – 45.
- Xue, Z., Liu, L., & Zhang, C. (2020). Regulation of Shoot Apical Meristem and Axillary Meristem Development in Plants. *International journal of molecular sciences*, 21(8), 2917.
- Xue, P., dan Yan, C. (2011) Arsenic accumulation and translocation in the submerged macrophyte *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle, *Chemosphere*, 85 (7), 1176-1181.

Zulaifah, N., Rosyidah U., dan Andriani, R. (2021). Dampak Pembuangan Limbah Tapioka Terhadap Kualitas Air Sungai Kecing di Desa Ngemplak Kidul Pati. *Prosiding SNasPPM*, 6(1), 331-334.

