

PENURUNAN KADAR COD PADA LIMBAH CAIR CINCAU DENGAN METODE KARBON AKTIF DAN AERASI

Reni Sutri, Apsari Puspita Aini*

Prodi Teknik Kimia Bahan Nabati, Politeknik ATI Padang

Jl. Bungo Pasang, Tabing, Padang 25171.

*Email: apsaripuspitaaini@poltekatipdg.ac.id

Abstrak

Industri pangan merupakan salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia. Perkembangan industri haruslah diiringi dengan pengelolaan limbah yang baik agar tidak menimbulkan dampak bagi lingkungan. Pabrik cincau menghasilkan limbah padat dan cair. Limbah padat pabrik cincau dapat diolah menjadi pupuk, sementara limbah cair pabrik cincau belum ditemukan pemanfaatannya. Padahal jumlah limbah cair yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan limbah padat. Sehingga diperlukan penelitian untuk mengurangi kadar polutan dalam limbah cair cincau agar sesuai dengan standar baku mutu limbah dan tidak mencemari lingkungan. Salah satu parameter baku mutu limbah yang dapat dianalisa adalah COD (chemical oxygen demand). Tingginya nilai COD menunjukkan banyaknya kandungan zat organik dalam limbah cair. Nilai COD dapat diturunkan dengan beberapa metode, diantara metode penambahan karbon aktif dan metode aerasi. Pada penelitian ini diamati pengaruh penambahan karbon aktif seberat 25, 50, 75 dan 100 gram pada limbah cair cincau, serta pengaruh lama aerasi selama 1, 1,5 dan 2 jam. Nilai COD terendah didapatkan pada perlakuan penambahan karbon aktif seberat 100 gram yaitu 20,16 mg/L dan pada perlakuan aerasi selama 2 jam yaitu 20,24 mg/L. Semakin banyak karbon aktif yang ditambahkan ke dalam limbah cair cincau, semakin berkurang nilai COD. Semakin lama waktu aerasi, nilai COD semakin turun. Penambahan 100 gram karbon aktif atau perlakuan aerasi selama 2 jam pada 500 ml limbah cair cincau dapat menurunkan nilai COD sebesar 80%.

Kata kunci: aerasi, cincau, COD, limbah, karbon aktif

1. PENDAHULUAN

Limbah domestik dan industri menjadi salah satu penyebab meningkatnya kerusakan lingkungan di Indonesia (Muliani & Ujianti, 2017). Pengelolaan limbah yang tidak baik dapat menimbulkan permasalahan bagi lingkungan, terutama jika limbah dibuang ke lingkungan tanpa diproses terlebih dahulu.

Berdasarkan Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035, industri pangan termasuk salah satu dari enam industri andalan di Indonesia. Perkembangan industri pangan berdampak positif pada pembangunan industri dan perekonomian nasional. Namun disamping itu, perkembangan industri juga memiliki dampak negatif, salah satunya limbah industri jika tidak dikelola dengan baik (Askari, 2015).

Cincau merupakan salah satu bahan pangan yang disukai penduduk Indonesia yang beriklim tropis (Maruf dkk., 2019). Pabrik cincau menghasilkan limbah padat dan cair. Limbah padat pabrik cincau umumnya diolah menjadi pupuk organik (Habibi dkk., 2023; Samudi & Saptaria, 2018). Sementara limbah cair cincau belum diketahui pemanfaatannya, sehingga

pengolahan limbah cincau sebelum dibuang ke lingkungan sangat diperlukan.

Karakteristik limbah cair yang dihasilkan oleh industri pangan bergantung pada jenis pangan yang diolah (Rahmani, 2015). Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik cincau berasal dari proses pencucian daun cincau, perebusan daun cincau dan pencucian peralatan proses (Sitorus dkk., 2021).

Berdasarkan PERMEN LHK NO. 9 Tahun 2023, parameter air limbah yang dipantau secara terus menerus berupa pH, COD, TSS dan debit. COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik yang terdapat di dalam air (Boyd, 1990 dalam (Atima, 2015)). Limbah cair cincau termasuk usaha yang belum memiliki baku mutu limbah yang ditetapkan golongan 1, dimana nilai COD yang ditetapkan sebesar 100 mg/L (Kementerian Lingkungan Hidup, 2014).

Upaya penurunan nilai COD dapat dilakukan dengan menggunakan teknik pengolahan limbah secara fisika, kimia, biologi dan kombinasi (Aliffia Yoshi dkk., 2020). Pengolahan limbah secara fisika dengan metode filtrasi, aerasi, flokulasi, sedimentasi, screening,

adsorpsi dan flotasi. Pengolahan limbah secara kimia dengan metode disinfeksi, presipitasi, koagulasi, oksidasi kimia dan penukaran ion. Pengolahan limbah secara biologi dengan lumpur aktif, kolam aerasi, saringan tetes dan cakram biologis berputar.

Pengolahan limbah secara fisika lebih disukai, karena lebih murah dan praktis. Diantara pengolahan limbah cair secara fisika yang umum digunakan pada industri pangan adalah metode karbon aktif dan aerasi.

Karbon aktif digunakan untuk menurunkan nilai COD secara fisika dengan menggunakan metode adsorpsi (Putri dkk., 2022). Karbon aktif mempunyai daya serap yang tinggi, sehingga efektif digunakan sebagai adsorben untuk menyerap bahan organik yang ada pada air limbah (Mulya dkk., 2019).

Penurunan nilai COD dengan menggunakan teknik aerasi dilakukan dengan cara mengontakkan air limbah dengan udara. Proses aerasi dapat meningkatkan jumlah oksigen terlarut di dalam limbah cair, yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik dalam limbah cair (Rahmawan dkk., 2023).

Hingga saat ini pemanfaatan limbah cair cincau belum diketahui, sementara limbah cair yang dihasilkan lebih banyak dibanding limbah padat. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengurangi nilai pencemar dalam limbah cair pabrik cincau.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode perlakuan karbon aktif dan aerasi pada limbah cair industri cincau. Limbah cair didapatkan dari Pabrik Cincau yang berada di daerah Tabing, Kota Padang.

Pada perlakuan karbon aktif, sejumlah tertentu karbon aktif dimasukkan ke dalam 500 ml limbah cair. Pengadukan pada limbah dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama, limbah diaduk dengan kecepatan tinggi selama 1 menit. Tahap kedua, limbah diaduk dengan kecepatan pelan selama 10 menit. Limbah didiamkan selama 15 menit agar terjadi sedimentasi karbon aktif. Limbah kemudian disaring dan dilakukan analisa COD menggunakan SNI 6989.15: 2019.

Pada perlakuan aerasi, sebanyak 500 ml sampel limbah cair disediakan dalam gelas kimia. Kemudian aerator dimasukkan ke dalam limbah dengan beberapa variasi waktu

perlakuan. Setelah itu, limbah dianalisa COD menggunakan SNI 6989.15:2019.

Adapun bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cincau, karbon aktif, larutan $K_2Cr_2O_7$, larutan asam sulfat-perak sulfat, larutan fero ammonium sulfat, indikator feroin, $HgSO_4$, H_2SO_4 dan aquades. Sedangkan alat-alat yang dibutuhkan antara lain, gelas kimia, timbangan analitik, kaca arloji, batang pengaduk, pipet tetes, pipet ukur, pipet volume, erlenmeyer, statif klem, buret, corong, kondensor dan labu refluks, batu didih, dan heater.

Perhitungan nilai COD berdasarkan SNI 6989.15: 2019 adalah sebagai berikut:

$$COD \left(mg \frac{O_2}{l} \right) = \frac{(V_b - V_c) \times N_{FAS} \times 8000}{V_s} \quad (1)$$

V_b = Volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko (ml)

V_c = Volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh uji (ml)

V_s = Volume contoh uji (ml)

N_{FAS} = Normalitas larutan FAS (N)

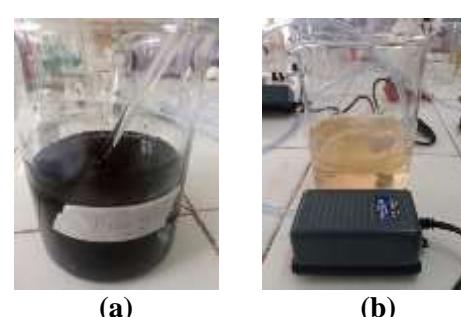
8000 = berat ekivalen oksigen x 1000

Perhitungan efektivitas penurunan nilai COD:

$$\% \text{ efektivitas} = \frac{(COD_{Tanpa\ perlakuan} - COD_{Perlakuan})}{COD_{Tanpa\ perlakuan}} \times 100\% \quad (2)$$

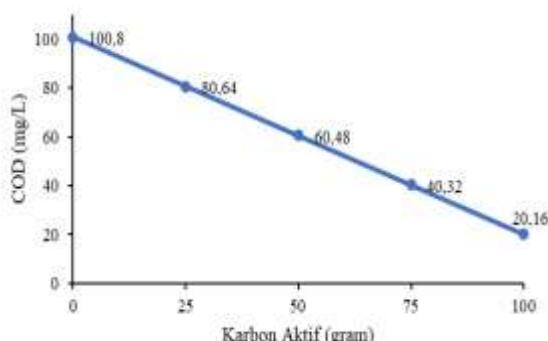
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan limbah cair cincau dengan penambahan karbon aktif dan perlakuan aerasi dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Pengolahan limbah cair cincau (a) dengan penambahan karbon aktif, (b) dengan perlakuan aerasi

Penurunan COD pada limbah cair cincau menggunakan karbon aktif ditampilkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Penurunan COD dengan Perlakuan Karbon Aktif dalam 500 ml Limbah Cair Cincau

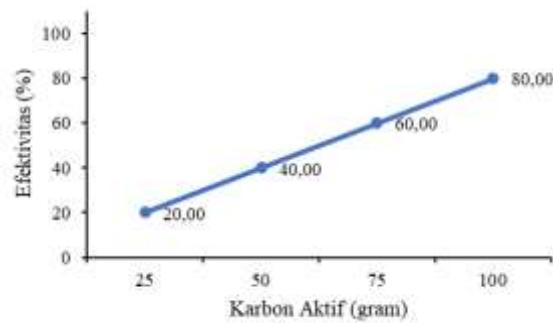
Gambar 2 menunjukkan nilai COD yang menurun seiring dengan bertambahnya dosis karbon aktif yang digunakan. Limbah cair cincau tanpa perlakuan memiliki nilai COD 100,8 mg/L. Penambahan 25 gram karbon aktif menurunkan nilai COD limbah cair cincau menjadi 80,64 mg/L. Nilai COD limbah cair cincau terendah didapat pada penambahan 100 gram karbon aktif, yaitu sebesar 20,16 mg/L.

Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang efektif. Hal ini disebabkan oleh karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar. Karbon aktif memiliki struktur pori-pori yang sangat kompleks dan luas. Pori-pori ini memberikan area permukaan yang besar untuk adsorpsi zat-zat organik, termasuk berbagai jenis bahan kimia beracun yang bisa menaikkan nilai COD dan pewarna pada limbah. Luas permukaan yang besar ini memungkinkan karbon aktif untuk menyerap sejumlah besar zat organik dari limbah, sehingga secara signifikan mengurangi kadar COD. Dari segi ekonomi karbon aktif lebih disukai karena harga yang relatif murah dibandingkan dengan adsorben lainnya. Selain itu apabila sudah jenuh oleh zat organik, karbon aktif dapat dipulihkan untuk digunakan kembali dengan cara mencuci atau meregenerasi dengan metode tertentu.

Penurunan COD yang sebanding dengan peningkatan massa karbon aktif juga sesuai dengan penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh Mahdavi dkk., 2018. Mahdavi menggunakan variasi massa karbon aktif pada rentang 1 gr/L hingga 40 gr/L dengan karbon aktif dari kulit kenari. Kapasitas adsorpsi meningkatkan tajam pada konsentrasi karbon

aktif dengan dosis 1-15 gr/L. Penambahan dosis karbon aktif diatas 15 gr/L tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap penurunan COD pada sampel. Kapasitas adsorpsi justru sedikit menurun dengan penambahan karbon aktif diatas 15 gr/L. Fenomena ini terjadi karena pada dosis adsorben yang tinggi semua situs adsorpsi yang tersedia tidak dapat jenuh akibat terjadinya agregasi parsial partikel adsorben.

Penelitian lain yang juga membahas mengenai efek dosis karbon aktif pada perlakuan limbah, dilakukan oleh Nayl dkk., 2017. Dalam penelitian tersebut, dosis karbon aktif yang digunakan adalah 0,01 hingga 0,3 gram. Karbon aktif didapatkan dari pengolahan cangkang kurma. Kapasitas adsorpsi karbon aktif pada limbah cair meningkat seiring bertambahnya dosis. Hal ini dikarenakan oleh peningkatan gugus fungsi dan total luas permukaan karbon aktif yang tersedia, sehingga menghasilkan lebih banyak situs aktif pada karbon aktif yang bertambah. Namun garis keseimbangan terjadi pada dosis 0,1 gram dalam 100 ml limbah. Penambahan karbon aktif lebih dari 0,1 gram tidak menunjukkan hasil yang signifikan terhadap kapasitas adsorpsi.



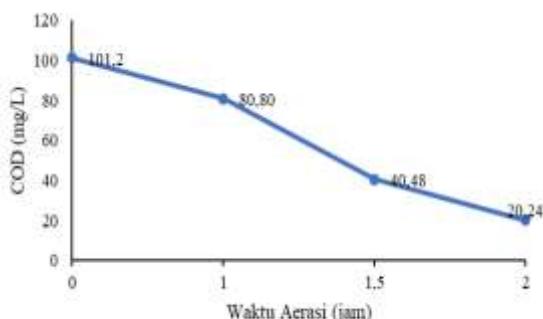
Gambar 3. Efektivitas Penambahan Karbon Aktif dalam 500 ml Limbah Cair Cincau

Gambar 3 menunjukkan efektivitas penambahan berbagai variasi jumlah karbon aktif. Pada penambahan 25 gr karbon aktif didapatkan efektivitas penurunan COD sebesar 20% dan pada penambahan 100 gram karbon aktif didapatkan efektivitas penurunan COD sebesar 80%. Untuk setiap penambahan 25 gram karbon aktif, meningkatkan efektifitas penurunan nilai COD sebesar 20%.

Hal ini disebabkan semakin banyak jumlah karbon aktif yang ditambahkan, semakin besar permukaan karbon aktif yang dapat menyerap zat organik dalam cairan limbah. Semakin banyak zat organik yang diserap akan

menurunkan nilai COD. Sehingga efektivitas penurunan nilai COD akan semakin tinggi pada penambahan karbon aktif dengan dosis yang lebih banyak.

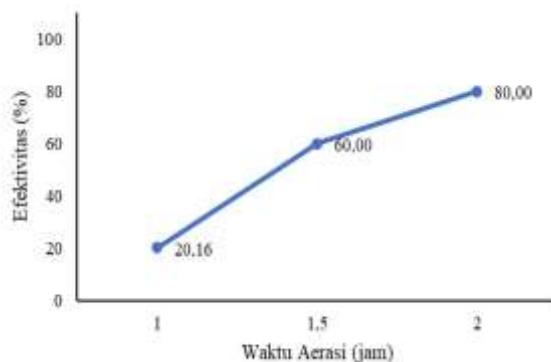
Pada penelitian Beyan dkk. tahun 2021, menyebutkan bahwa pertambahan dosis karbon aktif 0,3 gr/L menjadi 0,8 gr/L dapat menaikkan % penurunan COD dari 50,98% menjadi 84,56%. Kondisi operasi yang dipakai yaitu pada pH 5 dan waktu reaksi 80 menit. Namun kenaikan dosis menjadi 1,3% tidak menimbulkan efek signifikan karena penurunan COD hanya 88,69%.



Gambar 4. Penurunan COD dengan Perlakuan Aerasi dalam 500 ml Limbah Cair Cincau

Gambar 4 menyajikan data penurunan COD dengan perlakuan aerasi pada berbagai variasi waktu. Nilai COD limbah cair cincau tanpa perlakuan adalah sebesar 101,2 mg/L. Setelah diberikan perlakuan aerasi selama 1 jam nilai COD limbah cair cincau turun menjadi 80,80 mg/L. Nilai COD limbah cair cincau terendah didapatkan pada perlakuan aerasi selama 2 jam yaitu sebesar 20,24 mg/L.

Seiring bertambahnya waktu aerasi, maka nilai COD akan semakin berkurang. Hal ini sejalan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Utami dkk., 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Utami dkk (2020) memberikan perlakuan aerasi menggunakan mikroorganisme yang berasal dari *activated sludge*. Dalam penelitian tersebut, penghilangan COD meningkat seiring bertambahnya waktu aerasi. Nilai penghilangan COD tertinggi didapatkan sebesar 69,23% pada 8 jam aerasi. COD menurun karena semakin lama waktu reaksi, maka akan semakin banyak senyawa organik yang terdekomposisi menjadi karbon dioksida dan air oleh mikroorganisme pengurai.



Gambar 5. Efektivitas Perlakuan Aerasi dalam 500 ml Limbah Cair Cincau

Gambar 5 menunjukkan efektivitas penurunan kadar COD pada berbagai variasi waktu aerasi. Penurunan kadar COD limbah cair pabrik cincau terendah didapatkan pada waktu aerasi 1 jam sebesar 20,16% dan penurunan kadar COD limbah cair pabrik cincau tertinggi didapatkan pada waktu aerasi 2 jam sebesar 80%. Penurunan kadar COD limbah cair pabrik cincau meningkat signifikan pada waktu aerasi 1,5 jam yaitu sebesar 60% dan meningkat seiring bertambahnya waktu aerasi. Semakin lama waktu aerasi, semakin banyak oksigen yang masuk ke dalam limbah cair. Dengan semakin banyaknya oksigen dalam limbah cair, proses oksidasi zat organik secara kimia dan biologi dapat berlangsung lebih cepat, sehingga lebih efektif untuk menurunkan kadar COD dalam limbah cair.

Hal diatas sejalan dengan penelitian Ningrum dkk., (2020). Penelitian Ningrum, dkk. (2020) memberi perlakuan aerasi pada limbah cair tahu dengan tambahan enceng gondok sebagai fitoremediator. Dari hasil penelitian tersebut, efektivitas penurunan COD pada limbah yang diberi perlakuan aerasi lebih tinggi dibandingkan limbah tanpa aerasi, yaitu sebesar 70,80%.

Pada penelitian (Vitricia dkk., 2022), dilakukan kajian pengaruh lama waktu aerasi terhadap penurunan nilai COD pada limbah laundry bantuan bakteri aerob. Efektivitas penurunan COD terendah didapat pada perlakuan aerasi selamam 24 jam sebesar 74% dan tertinggi pada perlakuan aerasi selama 72 jam sebesar 95%.

4. KESIMPULAN

Penambahan karbon aktif dan pelakuan aerasi dapat menurunkan nilai COD pada limbah cair pabrik cincau. Semakin banyak

jumlah karbon aktif yang ditambahkan, semakin besar penurunan nilai COD limbah cair pabrik cincau. Nilai COD terendah didapatkan pada penambahan karbon aktif seberat 100 gram yaitu sebesar 20,14 mg/l dengan efektivitas penurunan COD sebesar 80%. Semakin lama waktu aerasi, semakin besar pula penurunan nilai COD limbah cair pabrik cincau. Nilai COD terendah didapatkan pada waktu aerasi selama 2 jam yaitu sebesar 20,26 mg/l dengan efektivitas penurunan COD sebesar 80%. Penambahan 100 gram karbon aktif atau perlakuan aerasi selama 2 jam pada 500 ml limbah cair cincau dapat menurunkan nilai COD sebesar 80%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliffia Yoshi, L., Ambarwati Idat, J., Maulidyananda, G., Teknologi Indonesia, I., Selatan, T., & lindaaliffia, I. (2020). Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan Upaya Penurunan Nilai COD pada Limbah Tekstil dan Batik dengan Penambahan NaOCl. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 37–43. <http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id/index.php/alard/index>
- Askari, H. (2015). Perkembangan Pengolahan Air Limbah. 1–10.
- Atima, W. (2015). BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science & Education*, 4(1), 83–93.
- Beyan, S. M., Prabhu, S. V., Sissay, T. T., & Getahun, A. A. (2021). Sugarcane bagasse based activated carbon preparation and its adsorption efficacy on removal of BOD and COD from textile effluents: RSM based modeling, optimization and kinetic aspects. *Bioresource Technology Reports*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100664>
- Habibi, I., Setyawan, F., Listiawati, S., & Mahfud, M. C. (2023). Pengaruh Pupuk Limbah Cincau Terhadap Penyakit dan Keanekaragaman Serangga Tanaman Jagung. *Viabel Pertanian*, 17(2), 119–129.
- Mahdavi, A. R., Ghoresyhi, A. A., Rahimpour, A., Younesi, H., & Pirzadeh, K. (2018). COD removal from landfill leachate using a high-performance and low-cost activated carbon synthesized from walnut shell. *Chemical Engineering Communications*, 205(9), 1193–1206. <https://doi.org/10.1080/00986445.2018.1441831>
- Maruf, D., Dalming, T., & Dinar, I. A. F. (2019). *Escherichia Coli* pada Cincau Hitam di Pasar Katangka Kota Makassar. *Media Farmasi*, 15(2), 112. <https://doi.org/10.32382/mf.v15i2.1062>
- Muliani, R., & Ujianti, D. (2017). Produksi Bersih Pada Industri Pangan Berbasis Perikanan (Cleaner Production in Food Fisheries Industries). Dalam *Jurnal ilmu Pangan dan Hasil Pertanian* (Vol. 1).
- Mulya, W., Maslina, M., & Yuliana, L. (2019). Sosialisasi dan Pelatihan Pembuatan Alat Penyaring Air dengan Media Karbon Aktif Peruntukan Rumah Tangga. *Abdimas Universal*, 1(2), 50–55. <https://doi.org/10.36277/abdimasuniversa1.v1i2.43>
- Nayl, A. E. A., Elkhashab, R. A., El Malah, T., Yakout, S. M., El-Khateeb, M. A., Ali, M. M. S., & Ali, H. M. (2017). Adsorption studies on the removal of COD and BOD from treated sewage using activated carbon prepared from date palm waste. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(28), 22284–22293. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9878-4>
- Ningrum, Y. D., Ghofar, A., & Haeruddin. (2020). Efektivitas Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm) Sebagai Fitoremediator pada Limbah Cair Produksi Tahu. *Journal of Maquares*, 9(2), 97–106.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2023). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2023 Tentang Perizinan Berusaha dan Persetujuan Pemerintah di Bidang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Pusat Komunikasi Publik Kementerian Perindustrian. (2015). *RENCANA INDUK PEMBANGUNAN INDUSTRI NASIONAL REPUBLIK INDONESIA*. www.kemenperin.go.id.
- Putri, D. P., Wahida, S. A., & Marlinda. (2022). Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Sebagai Adsorben Untuk

- Menurunkan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Pada Air Limbah Laundry. Dalam Jurnal ISAINTEK. 2022 (Vol. 5, Nomor 2).
- Rahmani, A. (2015). Pengelolaan Air dalam Industri Pangan. www.icheme.org
- Rahmawan, M. F., Pramitasari, N., & Kartini, A. M. (2023). Pengaruh Aerasi Terhadap Penurunan Kadar COD Limbah Cair Laundry Pada Proses Fitotreatment Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 15(1), 89–105.
- Samudi, S., & Saptaria, L. (2018). Pemanfaatan Limbah Cincau Hitam Menjadi Pupuk Organik Padat Pada Kelompok Wanita Tani Desa Nambaan Kabupaten Kediri. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 3(2), 15. <https://doi.org/10.32503/hijau.v3i2.270>
- Sitorus, R. O., Ivan, D., Simatupang, S., & Purba, N. K. (2021). Nilai Tambah Pengolahan Daun Janggelan Menjadi Cincau Hitam Dan Saluran Pemasaran. *Methodagro*, 7(1), 57–73.
- Utami, I., Kautsar, D. B., & Akbar, R. F. (2020). Vinasse Treatment with Aerobic Microbial Method Using Activated Sludge. *Journal of Physics: Conference Series*, 1569(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/4/042059>
- Vitricia, Dwiratna, C., & Setyobudiarso, H. (2022). Efektivitas Metode Aerasi Bubble Aerator dalam Menurunkn Kadar BOD dan COD Air Limbah RPS Laundry Kota Malang. *Jurnal Enviro*, 1–8