

# JURITIKA

Jenis Artikel: *original research/review article*

## Potensi Arang Aktif dari Ampas Tebu sebagai Media Filter untuk Limbah Cair Rumah Potong Hewan

Sri Nengsih<sup>1\*</sup>, Arief Rahman<sup>2</sup>, Mawaddah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Fisika FST UIN Ar-Raniry Banda Aceh

<sup>2</sup>Prodi Teknik Lingkungan FST UIN Ar-Raniry Banda Aceh

\*Corresponding e-mail: [srinengsih@ar-raniry.ac.id](mailto:srinengsih@ar-raniry.ac.id)

### KATA KUNCI:

arang aktif; ampas tebu; variabel COD, TSS dan pH; RPH

### Article History

Received: October, 15, 2024

Revised: November, 28, 2024

Accepted: December, 14, 2024

Published: January, 10, 2025

**ABSTRAK.** Tebu merupakan hasil perkebunan signifikan di Aceh, memberikan banyak manfaat bagi masyarakat setempat. Sisa ampas tebu berpotensi untuk diolah menjadi arang aktif yang efektif sebagai media filter limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) di Lambaro, Aceh Besar. Proses pembuatan arang aktif meliputi pengurangan ukuran ampas, pengeringan selama 5 hari, karbonisasi pada suhu 300°C selama 2 jam, dan aktivasi kimia menggunakan HCl 1 M selama 2 jam. Filtrasi menggunakan arang aktif dilakukan dengan ketebalan 0 cm, 15 cm, dan 25 cm, disusun di atas lapisan kerikil dan pasir. Pengujian awal limbah menunjukkan pH 7,3; COD 588 mg/L; dan TSS 315 mg/L. Nilai pH tetap dalam rentang Baku Mutu PERMENLH RI No.5 Tahun 2014 sebelum dan sesudah filtrasi. COD menurun signifikan pada ketebalan 25 cm menjadi 216 mg/L dengan efektivitas 63%, dan TSS menjadi 162 mg/L dengan efektivitas 48,57%. Meskipun COD dan TSS belum memenuhi baku mutu, arang aktif ampas tebu menunjukkan potensi besar sebagai media filter limbah RPH.

### 1. Pendahuluan

Daerah Aceh memiliki potensi pertanian yang menjadikannya berpeluang dalam sumber daya hutan, perkebunan, pertanian, perikanan dan peternakan. Takengon merupakan salah satu daerah sektor pertanian dengan komoditi unggulan perkebunan seperti, kopi, tebu dan berbagai jenis komoditi hortikultura lainnya seperti buah-buahan dan sayuran (Distanbun, 2023). Dengan adanya sentra produksi tebu dan pusat pengolahan gula merah di daerah Aceh Tengah, memiliki potensi dihasilkan limbah dari tebu tersebut. Sejauh ini kegiatan pengolahan dari ampas tebu (*baggase*) sebagai limbah organik telah dimanfaatkan sebagai pupuk, pakan ternak dan bahan campuran kertas (Khuluq, 2016; Shintawati et

al., 2022). Walaupun demikian, tetap ada kegiatan kurang baik yang dilakukan masyarakat terhadap ampas tebu dengan membakarnya yang tentunya dapat menimbulkan polusi.

Melalui struktur, dimensi serat dan kekuatan yang dimiliki oleh ampas tebu juga memiliki potensi dimanfaatkan dalam proses pengolahan limbah. Ampas tebu memiliki kandungan selulosa sekitar 40-50%, kandungan hemiselulosa sekitar 25-35 %, lignin dan lainnya yang memiliki potensi dalam pengolahan air (Nurbaeti et al., 2018; Sutini et al., 2020; W. T. Wulandari & Dewi, 2019). Dengan memodifikasi kandungan ampas tebu ini dapat dibentuk sebagai bahan penyerap/adsorben melalui arang aktif (Hayati et al., 2016; Imani et al., 2021; Nurbaeti et al., 2018; Sudibandriyo & Lydia, 2018). Penggunaan ampas tebu sebagai arang aktif memberi nilai tambah pada limbah yang tidak termanfaatkan secara optimal. Adanya jejak karbon yang rendah dari pembuatan arang aktif sehingga lebih ramah lingkungan dibandingkan batu bara atau polimer sintesis. Bentuk karbon yang diaktivasi untuk luas permukaan yang tinggi dan pori-pori yang besar, menjadikan arang aktif dari ampas tebu sangat efektif dalam mengadsorpsi zat. Selain itu arang aktif dari ampas tebu dapat menghilangkan kotoran organik, bau, rasa yang tak diinginkan, kandungan COD, TSS dan logam berat dari air limbah. Dalam proses pembuatan arang aktif dari ampas tebu dapat dilakukan secara sederhana sehingga berpotensi digunakan baik dalam skala kecil maupun skala besar yang dapat mendukung ekonomi lokal dan ekonomi sirkular.

Limbah cair dari rumah pemotongan hewan perlu diolah sebelum dibuang ke lingkungan untuk memastikan parameter-parameter tersebut berada dalam batas yang aman sesuai dengan peraturan lingkungan. Teknik pengolahan bisa meliputi proses fisik, kimia, dan biologis seperti sedimentasi, filtrasi, aerasi, dan penggunaan bakteri pengurai untuk mengurangi COD dan TSS serta menyeimbangkan pH (Indrastuti et al., 2021; Muharam et al., 2021) (Lubis et al., 2020; Suardana et al., 2023). Limbah cair dari rumah pemotongan hewan biasanya mengandung bahan organik tinggi dari darah, lemak, protein, dan padatan lainnya. Tingkat COD yang tinggi bisa disebabkan oleh bahan organik yang tinggi (Gading et al., 2021; Muharam et al., 2021; D. T. Wulandari et al., 2022). TSS bisa meningkat karena adanya partikel-partikel padat dari sisa-sisa pemotongan (Lubis et al., 2020; Muharam et al., 2021). pH limbah cair mungkin bervariasi tergantung pada jenis pembersihan dan bahan kimia yang digunakan selama proses pemotongan dan pembersihan.

Penggunaan arang aktif dari ampas tebu sebagai media pengolahan limbah cair di rumah pemotongan hewan merupakan metode yang menarik dan berpotensi efektif. Arang aktif dari ampas tebu membantu dalam pemanfaatan limbah industri gula dan memberikan solusi pengolahan yang berkelanjutan dan ekonomis. Ampas tebu merupakan limbah dari proses pembuatan gula yang dapat digunakan sebagai bahan baku arang aktif. Penggunaan ini tidak hanya mengurangi limbah tebu, tetapi juga menyediakan bahan yang murah untuk pengolahan air. Ketika berbentuk karbon yang diaktivasi, ampas tebu memiliki pori-pori yang sangat besar, sehingga memberikan area permukaan yang luas untuk adsorpsi. (Hayati et al., 2016; Imani et al., 2021; Sudibandriyo & Lydia, 2018) Arang aktif yang terbuat dari ampas tebu berpotensi baik karena sifat adsorptifnya yang kuat, berbiaya rendah, dan ramah lingkungan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa arang aktif ampas tebu efektif dalam mengurangi kadar COD, TSS, dan menstabilkan pH pada limbah cair. Efektivitasnya dapat bervariasi tergantung pada kondisi awal limbah dan parameter operasional seperti waktu kontak, dosis arang, dan pH awal. Hasil penelitian sering menunjukkan bahwa kondisi optimal untuk pengolahan melibatkan dosis arang aktif tertentu dan waktu kontak yang cukup untuk mencapai penurunan signifikan dalam parameter polutan (Imani et al., 2021). Dengan memonitor dan mengelola parameter COD, TSS, dan pH dengan baik, rumah pemotongan hewan dapat mengurangi dampak lingkungan dari limbah cair yang dihasilkan (Lubis et al., 2020; D. T. Wulandari et al., 2022). Oleh karena itu, kajian tentang arang aktif dari limbah ampas tebu sangat menarik untuk diteliti dan dikembangkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meninjau potensi ampas tebu menjadi arang aktif dan kinerjanya sebagai filter dalam pengolahan limbah rumah potong hewan.

## 2. Metode Penelitian

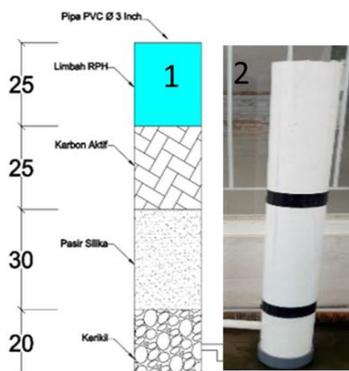
Penelitian ini jenisnya adalah penelitian eksperimen, Adapun bahan yang digunakan adalah, ampas tebu, HCl, Kerikil, pasir, limbah RPH, Aquades. Sedangkan alat yang digunakan berupa Wadah sampel, Gelas ukur, Tanur, Oven, kertas saring, pipa PVC, pengaduk, ayakan, mortar. Prosedur penelitian mengikuti tahapan berikut. **Tahap pertama sebagai tahap preparasi** dimana ampas tebu dibersihkan terlebih dahulu dari pengotor yang melekat lalu dicuci hingga bersih dan dijemur selama 5 hari di bawah sinar matahari dan dipastikan betul-betul kering. Lalu ampas tebu dipotong kecil-kecil dalam

dimensi 5 x 10 cm. Pada **tahap kedua**, ampas tebu yang telah dipotong kecil dilakukan **proses karbonisasi** dengan menggunakan tanur. Proses ini dilakukan pada suhu 300°C selama 2 jam. Proses ini ditunjukkan dalam **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Ampas tebu setelah (1) dikarbonisasi dan (2) aktivasi dengan HCl

Selanjutnya pada **tahap ketiga**, setelah ampas tebu menjadi karbon, lalu dilakukan **aktivasi** dengan cara merencamkannya kedalam larutan HCl 1 M selama 2 jam. **Dalam tahap keempat merupakan tahap pencucian dan pengeringan**, Arang ampas tebu dicuci dengan aquades hingga pH normal, lalu dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 2 jam. Pada **tahap kelima** setelah dikeringkan oleh oven, **dihaluskan** dengan mortar dan dilakukan pengayakan. Dalam **tahap keenam**, proses **pembuatan unit filtrasi** mengikuti desain di bawah ini dan salah satu contoh visual dari ketebalan arang aktif untuk 25 cm menggunakan pipa PVC berdiameter 6 inci dengan tinggi 120 cm. Hal ini ditunjukkan dalam **Gambar 2**. Adapun dalam penelitian ini dibuat 3-unit filtrasi yang berbeda ketebalan arang aktifnya mulai dari unit filtrasi yang tanpa ada arang aktif (0 cm), ketebalan 15 cm dan ketebalan 25 cm.



**Gambar 2.** Unit filtrasi limbah RPH (1) desain filtrasi, (2) gambar filtrasi

Pada **tahap ketujuh**, dilakukan **penguji proses filtrasi** dengan mengalirkan limbah cair RPH sebanyak 7 liter ke dalam pipa dengan metode *down flow*, kemudian air limbah hasil pengolahan ditampung ke dalam wadah sampel. Dalam **Tahap kedelapan**, dilakukan **pengukuran variabel penelitian** seperti COD, TSS dan pH air hasil filtrasi tersebut. pH larutan diukur dengan pH meter. Pengukuran COD dilakukan dengan cara sebagai berikut: Sampel dimasukkan ke dalam tabung COD 2,5 mL, kemudian 1,5 mL larutan baku K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> dan 3,5 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ditambahkan ke dalam tabung COD dan ditutup. COD Reaktor diambil, kemudian tombol start ditekan dan ditunggu suhu naik sampai 150°C. Tabung COD kemudian dimasukkan dalam reaktor COD dengan suhu 150°C selama 2 jam. Lalu dinginkan tabung COD, dan lakukan pengukuran sampel menggunakan COD Meter (SNI 6989-2-2009). Sedangkan pengukuran TSS dilakukan sebagai berikut: Penyaringan dilakukan melalui kertas saring dibasahi dengan sedikit air bebas mineral. Sampel uji diaduk sampai homogen, kemudian sampel uji volume tertentu diambil secara kuantitatif dan ditempatkan pada media filter. Sistem vakum harus dihidupkan. Bilas media filter tiga kali dengan 10 mL aquades kemudian vakum filter sampai air habis. Lalu pindahkan glass-fiber secara hati-hati dari peralatan penyaringan ke media penimbang. Media penimbang atau cawan yang berisi

media penyaring dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C-105°C selama 1 jam. Lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga diperoleh berat konstan. Kemudian kadar TSS dihitung dalam mg/L dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji}} \quad (1)$$

A adalah berat kertas saring + residu kering (mg) dan B adalah berat kertas saring (mg) (SNI 06-6989-3-2004). Hasil pengukuran ini kemudian akan dibandingkan dengan nilai standar baku dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk kelompok Baku Mutu Air Limbah bagi usaha dan/atau kegiatan Rumah Potong Hewan (RPH).

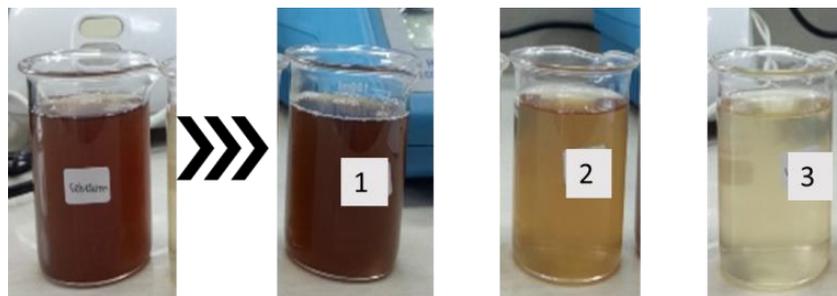
**Tabel 1.** Nilai Baku Mutu Limbah RPH

Parameter	Satuan	Kadar paling tinggi
COD	mg/L	200
TSS	mg/L	100
pH	-	6-9

Validitas data dalam penelitian ini dengan melakukan kontrol perubahan pada variabel ketebalan dari media arang aktif. Adanya kontrol negatif dengan menggunakan unit filtrasi tanpa arang aktif sebagai upaya memastikan bahwa hasil yang diperoleh disebabkan oleh perubahan variabel ketebalan arang aktif saja.

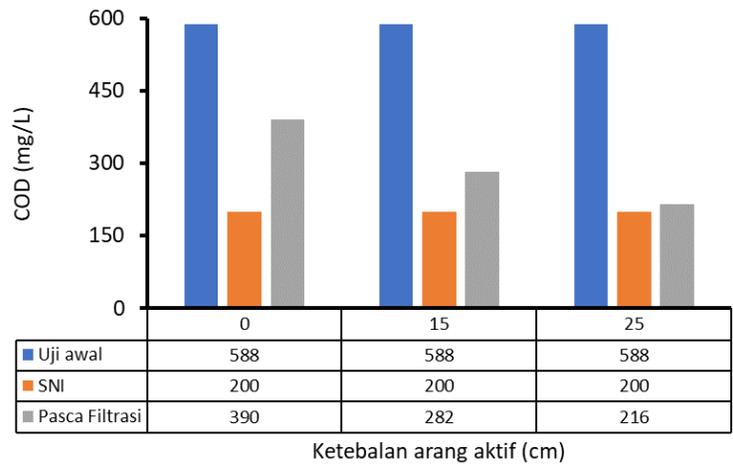
### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil filtrasi limbah RPH dengan variasi ketebalan arang aktif ampas tebu telah didapatkan seperti pada Gambar 3. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terhadap hasil filtrasi limbah RPH, terlihat bahwa unit filtrasi yang tanpa diberi arang aktif hanya terdiri dari kerikil dan pasir saja sebagai media filternya diperoleh warna air limbah tidak terlalu berubah dari keadaan awalnya.



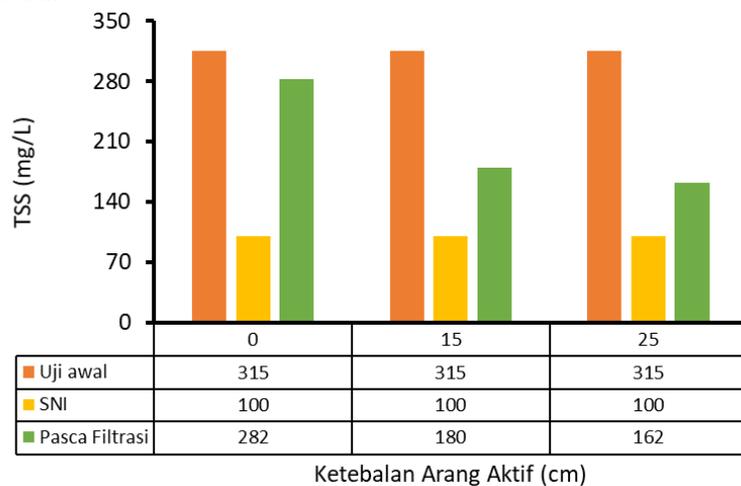
**Gambar 3.** Hasil filtrasi limbah RPH untuk ketebalan arang aktif ampas tebu (1) 0 cm; (2) 15 cm; dan (3) 25 cm

Hasil yang sangat signifikan sangat terlihat ketika arang aktif digunakan dalam unit filtrasi mulai dari ketebalan 15 cm hingga 25 cm, dimana terlihat perubahan warna air limbah yang awalnya berwarna kecoklatan menjadi berubah warna kekuningan hingga lebih jernih dan bersih. Hal ini menunjukkan bahwa kehadiran arang aktif dapat unit filtrasi telah mampu mengikat zat dalam limbah RPH melalui porositas dan memungkinkan penyerapan molekul dengan berbagai ukuran. Berdasarkan hasil pengukuran pH larutan limbah RPH, diperoleh nilai pH untuk awal pengujian 7,3 dan setelah dilakukan filtrasi limbah RPH untuk variasi ketebalan arang aktif ampas tebu diperoleh nilai pH sebesar 7,2. Hal ini menunjukkan nilai pH RPH masih dalam rentang standar baku mutu dan tiada perubahan untuk kadar keasaamn larutan baik untuk kondisi awal pengujian maupun setelah dilakukan pengujian filtrasi. Berikut **Gambar 4** tentang hasil pengukuran COD dari limbah RPH pada variasi ketebalan arang aktif ampas tebu.



**Gambar 4.** Data grafik dan tabel untuk pengukuran COD limbah RPH pada variasi ketebalan arang aktif ampas tebu

Berdasarkan pengukuran nilai COD yang diperoleh setelah dilakukan filtrasi dengan arang aktif ampas tebu, terjadi penurunan yang sangat signifikan dari uji awal limbah. Ketika arang aktif tidak digunakan dalam unit filtrasi, nilai COD juga mengalami penurunan sebesar 198 mg/L. Peranan kerikil dan pasir dalam unit filtrasi telah mampu mengikat bahan organik dari limbah RPH sehingga terjadi penurunan nilai COD nya. Hal yang menarik terjadi saat arang aktif ampas tebu ditambahkan dalam unit filtrasi, terjadi perubahan yang lebih tinggi pada nilai COD untuk ketebalan 15 cm sebesar 206 mg/L dan untuk ketebalan 25 cm sebesar 372 mg/L. Adanya arang aktif ampas tebu bersama pasir dan kerikil telah menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam menguraikan bahan organik dari limbah RPH, sehingga diperoleh nilai hasil filtrasi hampir mencapai nilai standar baku mutunya. Berikut **Gambar 5** tentang hasil pengukuran TSS dari limbah RPH pada variasi ketebalan arang aktif ampas tebu.



**Gambar 5.** Data grafik dan tabel untuk pengukuran TSS limbah RPH pada variasi ketebalan arang aktif ampas tebu

Berdasarkan pengukuran nilai TSS yang diperoleh setelah dilakukan filtrasi dengan arang aktif ampas tebu, terjadi penurunan dari uji awal limbah. Ketika arang aktif tidak digunakan dalam unit filtrasi, nilai TSS juga mengalami penurunan sebesar 33 mg/L. Posisi kerikil dan pasir pun juga mampu menahan endapan padat dari limbah RPH walupun tidak terlalu banyak. Hasil yang signifikan menurunkan TSS ditunjukkan ketika arang aktif ampas tebu ditambahkan, dimana untuk ketebalan 15 cm terjadi perubahan nilai TSS sebesar 135 mg/L dan pada ketebalan 25 cm terjadi perubahan sebesar 153 mg/L. Padatan dalam limbah RPH dapat ditahan oleh arang aktif yang memiliki porositas yang besar sehingga mampu menurunkan nilai TSS nya.

Oleh karena itu, berdasarkan nilai pH, nilai COD dan nilai TSS yang diperoleh dari proses filtrasi limbah RPH menggunakan arang aktif ampas tebu sebagai bagian dari media filternya telah mampu memberikan nilai yang mendekati nilai standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup. Walaupun nilai ini belum sepenuhnya di bawah nilai baku mutu, namun ini memberikan informasi bahwa ampas tebu memiliki potensi dalam mengatasi permasalahan air limbah. Upaya optimalisasi dalam media filter dan metode yang tepat akan mampu menjadikan arang aktif lebih bekerja secara optimal.

Ketebalan arang aktif berpengaruh langsung terhadap durasi kontak antara media dengan arang aktif, Cairan memiliki waktu yang cukup untuk melewati lapisan arang sehingga memungkinkan interaksi optimal antara molekul polutan dan permukaan aktif. Selain itu ketebalan ini cukup untuk mencapai titik jenuh adsorpsi pada lapisan atas tanpa terlalu cepat membebani lapisan bawah sehingga memaksimalkan kapasitas adsorpsi per unit volume arang. Sedangkan untuk ketebalan yang kecil dari 15 cm sering tidak mencukupi untuk menangkap semua kontaminan. Pada ketebalan arang aktif 25 cm dapat bertindak sebagai buffer terhadap perubahan lingkungan kimia dan lingkungan fisika. Pada lingkungan kimia, polutan yang bersifat asam atau basa kuat dapat diredam oleh lapisan pertama sehingga tidak merusak lapisan dalam, sedangkan pada lingkungan fisika, dengan ketebalan ini dapat menjaga integritas mekanis media filter dan mengurangi resiko channeling.

#### 4. Kesimpulan

Kajian potensi arang aktif dari ampas tebu sebagai media filter untuk limbah RPH telah menunjukkan kinerja yang baik. Hal ini ditunjukkan dari penurunan dari nilai variabel COD dan TSS setelah dialirkan dalam unit filtrasi melalui metode *down flow*. Adanya proses pengoksidasian bahan organik menjadikan nilai COD mendekati nilai baku mutunya. Sedangkan porositas yang dimiliki oleh arang aktif bersamaan dengan pasir dan kerikil telah mampu menahan padatan yang terdapat dalam limbah RPH sehingga nilai TSS pun hampir campai standar baku mutu. Optimalisasi dari media filter arang aktif dan metode yang tepat masih diperlukan untuk memperoleh kinerja yang optimal dalam pengolahan air limbah. Adapun yang menjadi rekomendasi selanjutnya adalah melakukan variasi bahan aktivasi baik aktivasi secara kimia maupun secara fisika, adanya kajian untuk distribusi pori pada arang aktif menggunakan alat BET dan BJH berdasarkan ukuran pori serta kajian mendalam untuk dinamika aliran untuk efek hidrodinamika.

#### Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada pihak SMTI Banda Aceh atas perizinan yang telah diberikan untuk menggunakan tanur dalam penelitian membentuk karbon.

#### Daftar Pustaka

- Distanbun, 2023. Luas Area Tanam dan Panen Komoditi Tebu Perkebunan Rakyat. Dinas Pertanian dan Perkebunan Aceh.
- Gading, B. M. W. T., Respati, A. N., & Suryanto, E. (2021). Studi Kasus: Permasalahan Limbah di Tempat Pemotongan Hewan (TPH) Amessangeng, Kota Sengkang. *Jurnal Triton*, 12(1), 68–77. <https://doi.org/10.47687/jt.v12i1.164>
- Hayati, I. N., Sutrisno, J., Asmoro, P., & Sembodo, B. P. (2016). Arang Aktif Ampas Tebu Sebagai Media Adsorpsi Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sumur Gali. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 13(2), 9–18. <https://doi.org/10.36456/waktu.v13i2.61>
- Imani, A., Sukwika, T., & Febrina, L. (2021). Karbon Aktif Ampas Tebu sebagai Adsorben Penurun Kadar Besi dan Mangan Limbah Air Asam Tambang. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 33–42. <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.13.1.33-42>
- Indrastuti, I., Andriawan, A., & Leany, L. (2021). Analisis Waste Water Management pada Proyek Pembangunan Mega Super Blok Meisterstadt Batam Centre. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 2(2), 180. <https://doi.org/10.37253/jcep.v2i2.731>
- Khuluq, A. D. (2016). Potensi Pemanfaatan Limbah Tebu sebagai Pakan Fermentasi Probiotik. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 4(1), 37. <https://doi.org/10.21082/bultas.v4n1.2012.37-45>
- Lubis, I., Soesilo, T. E. B., & Soemantojo, R. W. (2020). Pengelolaan Air Limbah Rumah Potong Hewan Di RPH X, Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat (Wastewater Management of Slaughterhouse in Slaughterhouse X, Bogor City, West Java Province). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 25(1), 33. <https://doi.org/10.22146/jml.35396>
- Muharam, R., Sudiro, & Ratna, C. D. wulandari. (2021). Penggunaan Biosand Filter Media Ampas Tahu Dalam Menurunkan Konsentrasi

COD dan TSS Pada Limbah Cair Tahu Di Kota Malang. *Enviro*, 1–6.

- Nurbaeti, L., Prasetya, A. T., Kusumastuti, E., Kimia, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2018). Arang Ampas Tebu (Bagasse) Teraktivasi Asam Klorida sebagai Penurun Kadar Ion  $H_2PO_4^-$ . *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2), 1–8. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku mutu Air Limbah SNI 6989-2-2009 SNI 6989-3-2004
- Shintawati, Afifah, D. A., & Amisah, A. (2022). Rekayasa Proses Fermentasi Limbah Industri Gula PG. bunga Mayang Sebagai Alternatif Pakan Ternak Sapi. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(2), 569–582.
- Suardana, A. A. K., Wahyudi, I. W., & Yusika Ryanita, P. K. (2023). Pengolahan Limbah Cair Domestik Dan Perhotelan Dengan Memanfaatkan Efective Microorganism (Em). *Jurnal Widya Biologi*, 13, 125–136. <https://doi.org/10.32795/widyabiologi.v13i02.3571>
- Sudibandriyo, M., & Lydia, L. (2018). Karakteristik luas permukaan karbon aktif dari ampas tebu dengan aktivasi kimia. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 10(3), 149. <https://doi.org/10.5614/jtki.2011.10.3.6>
- Sutini, S., Widiastuty, Y. R., & Ramadhani, A. N. (2020). Review: Hidrolisis Lignoselulosa dari Agricultural Waste Sebagai Optimasi Produksi Fermentable Sugar. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, 3(2), 59. <https://doi.org/10.20961/equilibrium.v3i2.42788>
- Wulandari, D. T., Prihatini, N. S., & Nilawati, R. I. N. (2022). Penyisihan Cod Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan Martapura Dengan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Horizontal Bawah Permukaan Menggunakan Tanaman Cyperus Alternifolius Dan Canna Indica. *Jurnal Reka Lingkungan*, 10(2), 125–134. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v10i2.125-134>
- Wulandari, W. T., & Dewi, R. (2019). Selulosa Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Pada Minyak Bekas Penggorengan. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 4(3), 332–339. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2018.v4.i3.10920>