

Pengembangan Teknologi Adsorber Berbahan Serat Alam dalam Mengatasi Tumpahan Minyak di Bengkel

¹*Ikhwanul Qiram, ²Galih Dwi Wahyudi, ³Adhi Purna Yulian Putra

¹ Dosen Program Studi Teknik Mesin, Universitas PGRI Banyuwangi, Jl. Ikan Tongkol 22 Kertosari Banyuwangi, 68422

²⁻³ Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Universitas PGRI Banyuwangi, Jl. Ikan Tongkol 22 Kertosari Banyuwangi, 68422

Email korespondensi: ikhwanulqiram@gmail.com

Abstrak

Tumpahan minyak di lingkungan kerja, seperti bengkel otomotif, merupakan masalah serius yang memerlukan penanganan yang efektif untuk mencegah dampak negatif terhadap ekosistem dan kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi bioadsorben berbahan serat alam yang efektif dalam menurunkan konsentrasi cairan limbah minyak di bengkel. Terdapat dua jenis serat alam yang digunakan, yaitu serat sabut kelapa (cocopeat), dan serat bambu pada rentang ukuran <math><25\ \mu\text{m}</math> tanpa proses aktivasi kimia. Pengujian menggunakan 5 gram serbuk untuk menurunkan cairan limbah pada volume total 225 ml. Lama waktu kontak adsorben terhadap larutan divariasikan pada 1; 2; dan 5 menit dan selanjutnya dilakukan proses penyaringan menggunakan kertas Whatman-42. Analisis data adsorpsi meliputi laju dan efektifitas serap adsorben berdasarkan selisih berat masing-masing serbuk, volume cairan, dan konsentrasi minyak sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil penelitian telah mengungkapkan kinerja adsorpsi minyak pada kedua serat alam. Serat cocopeat menunjukkan kinerja lebih optimal dibandingkan serat bambu dengan nilai efektifitas mencapai 22 % pada waktu kontak 5 menit. Studi morfologi telah mengkonfirmasi sifat adsorbansi pada struktur mikropori serat cocopeat.

Kata kunci: *adsorben, serat alam, tumpahan minyak, bengkel, pengembangan teknologi*

1. PENDAHULUAN

Tumpahan minyak merupakan masalah lingkungan yang serius dan mendesak yang dapat terjadi di berbagai lokasi industri [1], termasuk bengkel otomotif [2–4]. Tumpahan minyak dapat merusak ekosistem, mengancam kesehatan manusia [4], dan menimbulkan dampak negatif yang signifikan pada lingkungan sekitar [5,6]. Oleh karena itu, penanganan efektif tumpahan minyak menjadi suatu keharusan bagi berbagai industri [1].

Dalam beberapa tahun terakhir, terdapat peningkatan kesadaran tentang

perlunya penggunaan teknologi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam penanganan tumpahan minyak [7,8]. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan adsorben berbahan serat alam [9]. Serat alam, seperti serat kelapa [10], serat bambu dan pisang [11], dan serat kapas [12], memiliki potensi besar sebagai adsorben karena sifat-sifat mereka yang dapat menyerap minyak [13].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi adsorben berbahan serat alam yang dapat efektif mengatasi tumpahan minyak di bengkel otomotif. Salah satu penyebab pencemaran

air adalah pencemaran oli oleh bengkel-bengkel otomotif, baik bengkel servis, ganti oli maupun bengkel cuci [14]. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa bengkel-bengkel belum menerapkan manajemen usaha dengan baik [15]. Dari kegiatan bengkel tersebut juga dihasilkan limbah yang berupa limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) seperti oli bekas, accu bekas dan juga lap yang sudah terkontaminasi oleh pelarut atau pelumas [16].

Serat alam telah lama digunakan dalam berbagai aplikasi, tetapi potensi pemanfaatannya sebagai adsorben untuk tumpahan minyak masih belum sepenuhnya dieksplorasi. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menemukan bahan penyerap yang tepat untuk membersihkan tumpahan minyak yang bersifat biodegradable. Sebagai contohnya, lumut gambut [17], Serat *Calotropis gigantea* dan *Ceiba pentandra* [18]. Selain jenis serta, morfologi permukaan juga berperan penting terhadap proses adsorpsi, seperti serat dan densitas partikel, serta struktur berongga sehingga memberikan area permukaan yang besar untuk adsorpsi [19–21]. Sementara, tidak semua serat alam juga memiliki kemampuan penyerapan yang optimal, hal ini disebabkan oleh keberadaan impuritas material, kemampuan mengapung media, kapasitas penyerapan minyak yang terbatas, serta sifatnya yang tidak biodegradable [17].

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan langkah identifikasi berbagai jenis serat alam dan menguji kemampuan adsorpsinya terhadap pencemaran tumpahan minyak. Hasil eksperimen akan memberikan implikasi potensial dari temuan penelitian ini terhadap praktek penanganan tumpahan minyak yang lebih berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Material Program Studi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi. Material adsorben menggunakan serat bambu, dan serat sabut kelapa yang diperoleh dari limbah industri meubel di Kalipuro, Banyuwangi. Sedangkan sampel limbah diambil secara acak pada sejumlah Bengkel otomotif di Kabupaten Banyuwangi.

Persiapan bahan meliputi tahap sortasi bahan menggunakan mesh 60 sehingga diperoleh serbuk dengan ukuran $< 250 \mu\text{m}$. Bahan adsorben dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C selama 60 menit. Uji performa adsorben selanjutnya dilakukan tanpa proses aktivasi.

Tahap berikutnya adalah pengambilan data perfroma adsorpsi pada masing-masing specimen. Massa serbuk bioadsorben seberat 5 gram dimasukkan dalam gelas yang berisikan 225 ml cairan air dan minyak pada masing-masing gelas. Tahap berikutnya adalah homogenisasi larutan dan serbuk menggunakan magnetic stirer selama 1; 2; dan 5 menit. Hasil homogenisasi larutan dan serbuk selanjutnya disaring menggunakan kertas Whatman-42. Analisis data adsorpsi meliputi laju dan efektifitas serap adsorben berdasarkan selisih berat masing-masing serbuk, volume cairan, dan konsentrasi minyak sebelum dan sesudah perlakuan. Efektifitas penurunan konsentrasi dihitung berdasarkan perbedaan volume cairan limbah akhir [22].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Hasil Eksperimen

Hasil penelitian performa adsorpsi masing-masing serbuk dapat ditampilkan melalui Tabel 1-3 sebagai berikut:

Tabel 1. Massa serbuk sesudah perlakuan

Jenis Bioadsorben	Massa Serbuk (gr)		
	m_1	m_2	m_5
Serbuk Bambu	29,56	30,12	34
Serbuk Cocopeat	30	33	36

Tabel 2. Volume larutan sesudah perlakuan

Jenis Bioadsorben	Volume larutan (ml)		
	V_1	V_2	V_5
Serbuk Bambu	220	210	196
Serbuk Cocopeat	218	204	175

Tabel 3. Keasaman larutan sesudah perlakuan

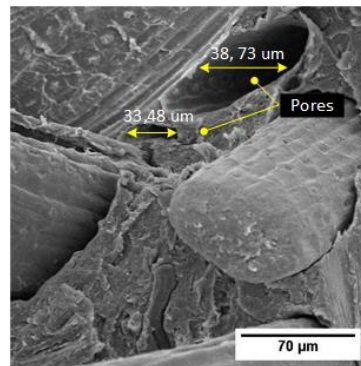
Jenis Bioadsorben	pH larutan		
	pH_1	pH_2	pH_5
Serbuk Bambu	4,5	5	5,5
Serbuk Cocopeat	5	5,5	6

2. Pembahasan

Hasil penelitian telah menunjukkan kedua performa bioadsorben dalam menurunkan konsentrasi minyak terlarut pada air. Penurunan ini ditunjukkan pada perubahan massa adsorben, volume larutan akhir, dan keasaman larutan (lihat Tabel 1-3).

Melalui Tabel 1 telah ditunjukkan kondisi massa kedua jenis serbuk adsorben sebelum dan sesudah proses penyerapan minyak. Serbuk cocopeat memiliki kemampuan serap lebih optimal dengan waktu kontak selama 5 menit dengan peningkatan massa sebesar 86,11% atau sekitar 31 gram dari massa serbuk mula-mula. Peningkatan massa ini disebabkan oleh sifat fisik bahan yang memiliki

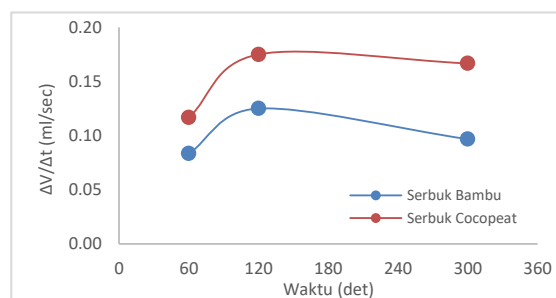
kemampuan retensi air yang lebih baik dari serat alam lainnya [23].



Gambar 1. Morfologi permukaan dan ukuran pori pada serat cocopeat [25].

Serat cocopeat memiliki porositas lebih baik, keberadaan mikropori ini menyebabkan kapasitas serap minyak dan air lebih optimal (lihat Gambar 2). Selain itu, sifat asam pada permukaan menyebabkan kapasitas pertukaran kation lebih optimal [24]. Gaya elektrostatis antarmuka pada permukaan serbuk cocopeat dan minyak membuat daya simpan bioadsorber cocopeat menjadi lebih baik.

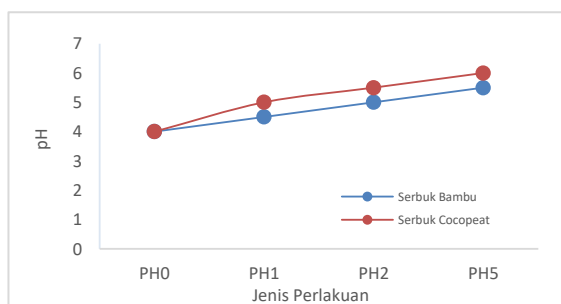
Kemampuan adsorbansi pada bioadsorber juga ditandai melalui laju serap bahan. Pada Gambar 3 terlihat bahwa, laju serapan serat cocopeat lebih baik jika dibandingkan dengan serat bambu. Rata-rata laju serap cocopeat sebesar 0,15 ml/sec sedangkan untuk serat bambu sebesar 0,10 ml/sec.



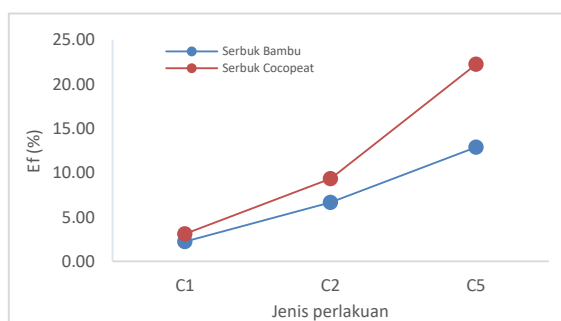
Gambar 2. Grafik perbandingan laju serap material adsorber.

Laju serapan bioadsorber juga telah berpengaruh terhadap kinerja pemisahan meliputi keasaman air hasil pemisahan dan

efektifitas penurunan konsentrasi minyak yang ditunjukkan melalui Gambar 4-5. Dimana pada grafik tersebut serat cocopeat mampu mengubah nilai keasaman larutan mula-mula sebesar pH 4 menjadi lebih basa dengan pH 6 dan hanya selisih 0,5 dari serat bambu pada waktu kontak 5 menit dengan efektifitas mencapai 22,22%.



Gambar 3. Grafik perbandingan keasaman larutan sebelum (pH_0) dan sesudah perlakuan



Gambar 4. Grafik konsentrasi larutan sesudah perlakuan

4. Kesimpulan

Hasil penelitian telah mengungkapkan kinerja adsorpsi minyak pada kedua serat alam. Serat cocopeat menunjukkan kinerja penurunan konsentrasi minyak pencemar lebih optimal dibandingkan serat bambu dengan nilai efektifitas mencapai 22 % pada waktu kontak 5 menit. Sedangkan laju serap minyak pada minyak serat cocopeat sebesar 0,15 ml/sec. Studi morfologi telah mengkonfirmasi sifat adsorbansi pada struktur mikropori serat cocopeat.

Referensi

- [1] Environmental Protection Agency. Panduan Teknis untuk Penanganan Tumpahan Minyak di Tempat Kerja. EPA Publication; 2021.
- [2] Deppe U, Richnow HH, Michaelis W, Antranikian G. Degradation of crude oil by an arctic microbial consortium. *Extremophiles* 2005;9:461–70. <https://doi.org/10.1007/s00792-005-0463-2>.
- [3] Margesin R, Hämmerle M, Tschlerko D. Microbial activity and community composition during bioremediation of diesel-oil-contaminated soil: Effects of hydrocarbon concentration, fertilizers, and incubation time. *Microb Ecol* 2007;53:259–69. <https://doi.org/10.1007/s00248-006-9136-7>.
- [4] M D Yuniati. Bioremediation of petroleum-contaminated soil : A Review. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 2018;118:1–7.
- [5] Onwosi CO, Odibo FJC, Enebechi CK, Nwankwegu AS, Ikele AI, Okeh OC. Bioremediation of Diesel-contaminated Soil by Composting with Locally Generated Bulking Agents. *Soil Sediment Contam* 2017;26:438–56. <https://doi.org/10.1080/15320383.2017.1348337>.
- [6] CCME. Canada-wide Standard for Petroleum Hydrocarbons in Soil 2008 Report. 2008.
- [7] Asif Z, Chen Z, An C, Dong J. Environmental Impacts and Challenges Associated with Oil Spills on Shorelines. *J Mar Sci Eng* 2022;10. <https://doi.org/10.3390/jmse10060762>.
- [8] Suwarno. Pemanfaatan Padatan Sludge Minyak Sebagai Bahan Pencampur Pembuatan Bata Merah. Universitas Diponegoro, 2002.
- [9] Al-Majed AA, Adebayo AR, Hossain ME. A sustainable approach to controlling oil spills. *J Environ Manage* 2012;113:213–27. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.07.034>.
- [10] Suhas, Carrott PJM, Ribeiro Carrott MML. Lignin - from natural adsorbent to activated carbon: A review. *Bioresour*

- Technol 2007;98:2301–12.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.08.008>.
- [11] Ngofa ON, Liakos E V., Papadopoulou AN, Kyzas GZ. Activated carbon from bamboo and banana wood fibers as adsorbent materials for the removal of oil samples. *Biointerface Res Appl Chem* 2022;12:2701–14.
<https://doi.org/10.33263/BRIAC122.27012714>.
- [12] Shin Y, Han KS, Arey BW, Bonheyo GT, Bonheyo GT. Cotton Fiber-Based Sorbents for Treating Crude Oil Spills. *ACS Omega* 2020;5:13894–901.
<https://doi.org/10.1021/acsomega.0c01290>.
- [13] Nguyen TT, Loc ND, Nam T Van. Modified methods of oil cleanup with cellulose – based adsorbents : a review. *Vietnam J Hydrometeorol* 2023;2023:96–120.
[https://doi.org/10.36335/VNJHM.2023\(14\).96-120](https://doi.org/10.36335/VNJHM.2023(14).96-120).
- [14] Qiram I. Pengaruh jumlah sekat vertikal dan debit aliran terhadap viskositas oli pada separator air oli. *Din Tek Mesin* 2017;7:37–44.
<https://doi.org/10.29303/d.v7i1.5>.
- [15] Rubiono G, Qiram I, Putra AP. Identifikasi Pengetahuan Manajemen Peralatan dan Prosedur Kerja di Bengkel Mobil di Kabupaten Banyuwangi. *JATI EMAS (Jurnal Apl Tek Dan Pengabdian Masyarakat)* 2017;1:40.
<https://doi.org/10.36339/je.v1i1.2.47>.
- [16] Malia EL. Studi Pengelolaan Limbah B3 Khusus Oli Bekas pada Bengkel Motor di Kota Makasar. Universitas Hasanudin, 2017.
- [17] Niño GR, D.P. Ortiz González FAFLCMR. Tropicals sphagnum peat moss, an efficient alternative to clean up oil spills. *Enpromer* 2015.
- [18] Zamparas M, Tzivras D, Dracopoulos V, Ioannides T. Application of sorbents for oil spill cleanup focusing on natural-based modified materials: A review. *Molecules* 2020;25.
<https://doi.org/10.3390/molecules25194522>.
- [19] Abdullah MA, Rahmah AU, Man Z. Physicochemical and sorption characteristics of Malaysian *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. as a natural oil sorbent. *J Hazard Mater* 2010;177:683–91.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.12.085>.
- [20] Lim TT, Huang X. Evaluation of kapok (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) as a natural hollow hydrophobic-oleophilic fibrous sorbent for oil spill cleanup. *Chemosphere* 2007;66:955–63.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.05.062>.
- [21] Rengasamy RS, Das D, Praba Karan C. Study of oil sorption behavior of filled and structured fiber assemblies made from polypropylene, kapok and milkweed fibers. *J Hazard Mater* 2011;186:526–32.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.11.031>.
- [22] Ifa L, Pakala FR, Burhan RW, Jaya F, Majid RA. Coconut Fiver Utilization As a Heavy Metal Bioadsorbent Pb (II) on Industrial Waste Water. *J Chem Process Eng* 2020;5:1–7.
- [23] Awang Y, Shaharom AS, Mohamad RB, Selamat A. Chemical and physical characteristics of cocopeat-based media mixtures and their effects on the growth and development of *celosia cristata*. *Am J Agric Biol Sci* 2009;4:63–71.
<https://doi.org/10.3844/AJAB.2009.63.71>.
- [24] Kumarasinghe HKMS, Subasinghe S, Ransimala D. Effect of coco peat particle size for the optimum growth of nursery plant of greenhouse vegetables. *Trop Agric Res Ext* 2016;18:51.
<https://doi.org/10.4038/tare.v18i1.5324>.
- [25] Carvalho KCC, Mulinari DR, Voorwald HJC, Cioffi MOH. Chemical modification effect on the mechanical properties of hips/ coconut fiber composites. *BioResources* 2010;5:1143–55.
<https://doi.org/10.15376/biores.5.2.1143-1155>.