UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Penggunaan biochar-Fe3O4-beeswax sebagai adsorben hidrofobik dalam mitigasi tumpahan minyak (diesel,
CO, dan CPO)**
Suci Nuraini, Dr. rer. nat. Adhitasari Suratman, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PENGGUNAAN *BIOCHAR*-Fe_3O_4-*BEESWAX* SEBAGAI ADSORBEN HIDROFOBIK DALAM MITIGASI TUMPAHAN MINYAK (DIESEL, CO, DAN CPO)

Suci Nuraini
24/533149/PPA/06762

INTISARI

Tumpahan minyak merupakan salah satu masalah serius dalam pencemaran lingkungan. Tumpahan minyak memiliki dampak lingkungan jangka panjang yang signifikan terhadap makhluk hidup. Penelitian ini menawarkan solusi untuk mengatasi tumpahan minyak melalui metode adsorpsi menggunakan komposit BC_{AcBs}-Fe_3O_4-*beeswax* dengan keunggulan lebih ramah lingkungan, teknologi mudah diterapkan, biaya relatif rendah, serta memiliki efektivitas dan kapasitas adsorpsi yang baik. *Biochar* disintesis dari ampas tahu (okara) melalui proses pirolisis pada suhu 800 °C dan aktivasi kimia, kemudian dimodifikasi dengan Fe_3O_4 untuk memberikan sifat magnetik serta dilapisi beeswax untuk meningkatkan hidrofobisitas dan selektivitas terhadap minyak. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa *biochar* teraktivasi asam-basa (BC_{AcBs}) memiliki luas permukaan paling besar dibandingkan *biochar* teraktivasi asam (BC_{Ac}) dan *biochar* terkativasi basa (BC_{Bs}) yaitu sebesar 651,635 $m^2\ g^{-1}$ dan volume pori 0,393 $cm^3\ g^{-1}$.

Karakterisasi material dilakukan menggunakan FT-IR, XRD, SEM-EDX, BET, dan uji sudut kontak air (WCA). Hasil menunjukkan bahwa modifikasi dengan beeswax berhasil meningkatkan sifat hidrofobik dengan sudut kontak air sebesar 160,3°. Karakterisasi FT-IR menunjukkan proses adsorpsi berlangsung melalui interaksi hidrofobik, ikatan hirogen, dan *pore filling*. Uji adsorpsi menunjukkan bahwa kinerja adsorben optimum pada pH 7,01, massa adsorben 25 g, waktu kontak 50 menit, kadar garam 30 $g\ kg^{-1}$, dan konsentrasi minyak 8 - 12 $mg\ mL^{-1}$, dengan kapasitas adsorpsi sebesar 2,1854-4,6840 $g\ g^{-1}$. Adsorpsi minyak oleh BC_{AcBs}-Fe_3O_4-*beeswax* mengikuti kinetika orde kedua semu (PSO) serta isoterm Freundlich. Selain itu, adsorben dapat dipisahkan dengan cepat secara ekternal dan masih menunjukkan kinerja yang baik setelah beberapa siklus penggunaan ulang. Oleh karena itu, komposit BC_{AcBs}-Fe_3O_4-beeswax memiliki potensi tinggi sebagai adsorben yang efektif, ekonomis, dan berkelanjutan untuk penanganan tumpahan minyak di lingkungan perairan.

Kata kunci: Adsorpsi, *Beeswax*, *Biochar*, Fe_3O_4, Tumpahan minyak.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Penggunaan biochar-Fe3O4-beeswax sebagai adsorben hidrofobik dalam mitigasi tumpahan minyak (diesel,
CO, dan CPO)**
Suci Nuraini, Dr. rer. nat. Adhitasari Suratman, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

UTILIZATION OF BIOCHAR-Fe_3O_4-BESSWAX AS A HYDROPHOBIC ADSORBENT FOR OIL SPILL MITIGATION (DIESEL, CO, DAN CPO)

Suci Nuraini
24/533149/PPA/06762

ABSTRACT

Oil spills represent a serous environmental pollution issue with significant long-term impact on living organisms. This study proposes a solution to mitigate oil spills through an adsorpstion method using a BC_{AcBs}-Fe_3O_4-beeswax composite, which offers advantages such as environmental friendliness, ease of application, relatively low cost, as well as high adsorption effectiveness and capacity. Biochar was synthesized from tofu waste (okara) via pyrolysis at 800 °C followes by ahemical synthesized and then modified with Fe_3O_4 to impart magnetic properties and coated with beeswax to enhance hydrophobicity and oil selectivity. Characterization results showed that acid-base activated biochar (BC_{AcBs}) had the highest surface area compared to acid activated (BC_{Ac}) and base activated biochar (BC_{Bs}), with a value of 651.635 m^2 g^{-1} and a pore volume of 0.393 cm^3 g^{-1}.

Material characterization was conducted using FT-IR, XRD, SEM-EDX, BET, and Water Contact Angel (WCA) analysis. The results indicated that beeswax modification successfully enhanced hydrophobicity, as evidenced by a water contact angel of 160.3°. FT-IR analysis revealed that the adsorption process involved hydrophobic interactions, hydrogen bonding, and pore fillinfg mechanisms. Adsorption studies demonstrated that the optimum performance of the adsorbent was achieved at pH 7.01, adsorbent dosage of 25 f, contact time of 50 minutes, salinity of 30 g kg^{-1}, and oil concentration of 8-12 mg ml^{-1}, with an adsorption capacity ranging from 2.1854-4.6840 g g^{-1}. The adsorption process followed pseudo second order (PSO) kinetics and the Freundlich isoterm model. Furthermore, the adsorbent could be rapidly separated using an external magnetic field and mantained good performance after several reuse cycles. Therefore, the BC_{AcBs}-Fe_3O_4-beeswax composite demonstrates high potential as an effective, economical, and sustainable adsorbent for oil spill remediation in aquatic environments.

Keywords: Adsorption, Beeswax, Biochar, Fe_3O_4, Oil spill.