

## PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI: PENDEKATAN METODE ADSORPSI DALAM PERSPEKTIF ISLAM BERKEMAJUAN

Budi Setya Wardhana<sup>1)</sup>, Agsa Ardelia Musnamar<sup>1)\*</sup>, Dheka Esti Rahayu<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan,  
Jalan Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Banguntapan, Bantul,  
Daerah Istimewa Yogyakarta, 55191, Indonesia

[2308054014@webmail.uad.ac.id](mailto:2308054014@webmail.uad.ac.id)

### ABSTRAK

*Polusi air akibat air limbah industri semakin mengkhawatirkan, jika tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Dalam prespektif islam berkemajuan diperlukannya adaptasi dan kemampuan memecah masalah yang terjadi untuk menjaga kemaslahatan umat. Diperlukan solusi dalam pengolahan air limbah industri yang efektif dan berkelanjutan, sehingga kemaslahatan umat dan lingkungan tetap terjaga. Terdapat berbagai macam metode pengolahan air limbah yang telah dilakukan salah satunya metode adsorpsi. Metode adsorpsi terbukti mampu menghilangkan berbagai jenis polutan dengan efisiensi tinggi, bahkan hingga 100% untuk jenis polutan tertentu. Dengan memanfaatkan material seperti limbah organik dan anorganik sebagai adsorben, metode ini menjadi fleksibel, hemat energi, dan ramah lingkungan. Dari perspektif Islam, metode ini mendukung prinsip menjaga keseimbangan alam sebagai wujud tanggung jawab manusia sebagai khalifah di bumi. Namun, terdapat beberapa tantangan dalam implementasi metode ini seperti kebutuhan uji skala besar dan pengembangan adsorben yang lebih ekonomis. Penelitian lebih lanjut dapat mengoptimalkan metode ini untuk mendukung pengelolaan limbah industri yang lebih efektif. Metode adsorpsi bukan hanya solusi teknis, tetapi juga mencerminkan tanggung jawab moral terhadap lingkungan, menjadikannya pendekatan penting dalam menjaga keberlanjutan ekosistem dan makhluk hidup di bumi ini.*

**Kata kunci:** Adsorpsi, Air Limbah Industri, Lingkungan, Perspektif Islam.

### PENDAHULUAN

Islam berkemajuan merupakan prespektif islam yang memiliki pola pikir berkemajuan dan universal. Dalam Muhammadiyah Islam Berkemajuan merupakan revitalisasi gagasan pencerah yang dipelopori oleh KH Ahmad Dahlan. Islam berkemajuan mendorong umatnya untuk bergerak kedepan dalam memenuhi tuntutan kehidupan dari segala aspek, baik itu budaya sosial, politik, ekonomi, ilmu pengetahuan dan

teknologi. Dengan islam berkemajuan diharapkan umat islam menjadi umat yang maju, sejahtera, berbudaya serta dapat beradaptasi dengan globalisasi saat ini (Khudri, 2024; Nasikin, 2022).

Pertumbuhan populasi yang pesat, urbanisasi yang tidak terencana, serta perkembangan industri dan teknologi telah memberikan tekanan besar pada lingkungan, terutama pada sumber daya air (Rustiadi et

al., 2021). Peningkatan konsumsi energi dan tingginya volume limbah dari aktivitas domestik maupun industri memperburuk kondisi ini. Banyak industri masih membuang limbah cair langsung ke badan air tanpa pengolahan yang memadai, mengakibatkan penurunan kualitas air yang berbahaya bagi manusia dan ekosistem (Dutta et al., 2021; Silva, 2023).

Polusi air utamanya disebabkan oleh aktivitas industri, pertanian, faktor alam, serta keterbatasan pasokan air bersih dan fasilitas pengolahan limbah. Industri, seperti penyulingan, penyamakan kulit, pulp dan kertas, tekstil, makanan, besi dan baja, hingga nuklir, menjadi kontributor utama pencemaran air (Lin et al., 2022). Limbah dari sektor ini sering kali mengandung bahan kimia beracun, zat organik dan anorganik, pelarut berbahaya, serta senyawa organik volatil (Chowdhary et al., 2020). Limbah ini dapat menimbulkan masalah jika tidak dikelola dengan baik, dengan kandungan kimianya seperti arsenik, kadmium, dan kromium. Seiring dengan percepatan urbanisasi, volume air limbah industri terus meningkat, menuntut solusi pengolahan limbah yang lebih efektif (Chen et al., 2019; Wu et al., 2020).

Pendekatan pengolahan limbah industri dengan metode adsorpsi sejalan dengan nilai-nilai Islam Berkemajuan yang diusung oleh Muhammadiyah. Risalah Islam Berkemajuan menekankan pentingnya pengembangan teknologi dan ilmu pengetahuan sebagai wujud ibadah kepada Allah SWT, serta implementasi nilai-nilai keislaman yang progresif untuk menjawab tantangan kehidupan modern, termasuk krisis lingkungan. Dalam Risalah Islam Berkemajuan, manusia sebagai khalifah di

bumi diwajibkan menjaga kelestarian alam sebagai amanah Allah (QS. Al-A'raf: 56). Prinsip ini tercermin dalam komitmen terhadap keberlanjutan ekosistem melalui pengelolaan limbah yang ramah lingkungan. Pemanfaatan teknologi seperti metode adsorpsi adalah bentuk nyata dari tajdid (pembaruan) dalam Islam, yang mengintegrasikan etika lingkungan dan inovasi ilmiah. Pendekatan ini juga mengacu pada visi Muhammadiyah dalam mewujudkan umat berkemajuan, yang tidak hanya berfokus pada aspek spiritual tetapi juga mengutamakan kepedulian ekologis, sebagaimana disampaikan dalam buku Risalah Islam Berkemajuan bahwa Islam Berkemajuan hadir untuk mendorong umat mengambil peran dalam transformasi sosial, termasuk dalam pelestarian lingkungan, melalui inovasi yang berbasis ilmu pengetahuan. (Risalah Islam Berkemajuan, Muhammadiyah, 2015). Dengan demikian, metode pengolahan limbah menggunakan adsorpsi tidak hanya menjadi solusi teknis, tetapi juga refleksi nilai-nilai Islam Berkemajuan yang mengedepankan harmoni antara manusia, alam, dan teknologi.

Risalah Islam Berkemajuan yang dicanangkan Muhammadiyah menawarkan kerangka berpikir progresif dalam memahami hubungan antara ilmu pengetahuan, teknologi, dan ajaran Islam. Dalam konteks pengelolaan lingkungan, pendekatan ini menekankan pentingnya inovasi berbasis keilmuan yang sejalan dengan etika Islam. Hal ini selaras dengan konsep masalah (kebaikan bersama), yaitu segala upaya yang mendukung keseimbangan ekosistem demi keberlanjutan kehidupan. Islam Berkemajuan memandang bahwa teknologi, seperti metode adsorpsi, merupakan sarana untuk melaksanakan

amanah sebagai khalifah di bumi. QS. Al-A'raf: 85 menyatakan:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ذَلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِن كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ

Artinya : "...Dan janganlah kamu merusak di muka bumi sesudah Tuhan memperbaikinya; yang demikian itu lebih baik bagimu jika kamu orang-orang yang beriman."

Ayat ini menegaskan bahwa manusia tidak hanya bertugas untuk mencegah kerusakan, tetapi juga aktif memperbaiki lingkungan melalui penerapan teknologi yang bijak. Pendekatan seperti metode adsorpsi, yang hemat energi dan memanfaatkan limbah sebagai bahan adsorben, merupakan cerminan dari prinsip Islam Berkemajuan yang mendorong efisiensi dan keberlanjutan.

Sebagai panduan keilmuan dan praktis, Risalah Islam Berkemajuan juga menekankan pada tajdid, dimana ilmu pengetahuan digunakan untuk mendukung terciptanya masyarakat yang berkeadilan, berdaya saing, dan ramah lingkungan. Teknologi ini tidak hanya berkontribusi pada pengelolaan limbah secara teknis, tetapi juga memenuhi visi Islam yang menyeimbangkan aspek spiritual, sosial, dan ekologis. Pada Risalah Islam Berkemajuan menyatakan bahwa Islam adalah agama yang menginspirasi inovasi, pembaharuan, dan adaptasi terhadap perubahan zaman, tanpa kehilangan esensinya sebagai agama rahmatan lil 'alamin." (Risalah Islam Berkemajuan, Muhammadiyah, 2015). Dengan mengintegrasikan nilai-nilai ini, pengelolaan limbah melalui metode adsorpsi menjadi lebih dari sekadar pendekatan teknis. Ini adalah wujud nyata komitmen umat Islam

dalam menerapkan prinsip keberlanjutan sesuai ajaran agama.

Dalam perspektif Islam khususnya Muhammadiyah, menjaga kelestarian lingkungan dan mencegah kerusakan merupakan tanggung jawab manusia sebagai khalifah di bumi (Italiana & Hafsari, 2023; Muhammad, 2022). Konsep Risalah Islam Berkemajuan yang dicanangkan oleh Muhammadiyah memberikan landasan filosofis dalam mengintegrasikan nilai-nilai keislaman dengan inovasi teknologi, termasuk dalam pengelolaan lingkungan. Air juga merupakan elemen yang krusial bagi keberlangsungan hidup semua makhluk di bumi. Hal tersebut sejalan dengan apa yang disampaikan dalam Surat Al-Anbiya ayat 30 yang berbunyi:

﴿أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا  
وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ۝ ۳۰﴾

Artinya :

*"Apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi, keduanya, dahulu menyatu, kemudian Kami memisahkan keduanya dan Kami menjadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air? Maka, tidakkah mereka beriman?"*

Surat Al-Anbiya ayat 30 menggambarkan kekuasaan Allah dalam menciptakan alam semesta dan kehidupan. Pada ayat tersebut terdapat penegasan bahwa seluruh kehidupan bersumber dari air yang menunjukkan pentingnya air sebagai elemen utama bagi keberlangsungan makhluk hidup, baik tumbuhan, hewan, maupun manusia (Hendra & Rezi, 2021).

Namun, seiring dengan meningkatnya industrialisasi, penggunaan bahan kimia berbahaya yang mengandung logam berat juga terus bertambah, sehingga menimbulkan pencemaran yang signifikan (Adnan et al., 2024). Pencemaran ini memengaruhi kualitas tanah, air, dan udara, yang berdampak buruk pada lingkungan (Wardhana et al., 2024). Hal ini selaras dengan peringatan dalam Surah Ar-Rum ayat 41, yang berbunyi:

﴿ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ  
بِغَضَنِ الَّذِي أَعْمَلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ٤١﴾

Artinya

*"Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)".*

Ayat tersebut memiliki relevansi yang tinggi dengan keadaan saat ini, di mana kerusakan baik di daratan maupun di lautan, baik di wilayah perkotaan maupun pedesaan, telah terlihat dengan jelas. Kerusakan ini terjadi akibat tindakan manusia yang sering kali dipicu oleh keinginan pribadi dan menyimpang dari pedoman fitrah yang telah ditentukan (Ramli et al., 2019).

Untuk menyelesaikan permasalahan ini, diperlukan suatu pendekatan dalam pengolahan air limbah, khususnya yang berasal dari sektor industri yang efektif guna mengurangi kandungan polutan berbahaya yang sering mencemari sumber air bersih (Jit et al., 2023). Salah satu penerapan teknologi pengolahan limbah yang tepat seperti metode adsorpsi dapat digunakan untuk mengatasi

polusi air. Adsorpsi merupakan proses dimana molekul atau partikel dari cairan atau gas menempel pada permukaan padatan karena adanya gaya tarik di permukaan tersebut (Indah, 2020). Proses ini banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri, seperti untuk pemisahan, pemurnian, dan pengelolaan limbah cair, termasuk dalam mengendalikan pencemaran air (Hu et al., 2023). Adsorpsi merupakan suatu proses di mana zat (adsorbat) menempel pada permukaan padat dari bahan lain (adsorben). Dalam proses ini, zat yang terlarut akan melekat pada permukaan bahan padat tersebut (Mays et al., 2022).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa metode adsorpsi efektif dalam mengatasi pencemaran yang disebabkan oleh air limbah industri dengan hasil yang efisien (Satyam & Patra, 2024). Artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi efektivitas metode adsorpsi dalam mengolah air limbah industri dan mengurangi polutan berbahaya. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengkaji penerapan prinsip-prinsip Islam dalam pengelolaan limbah, dengan menekankan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan dan keberlanjutan ekosistem. Dengan pemahaman yang lebih mendalam mengenai mekanisme adsorpsi serta karakteristik adsorben, diharapkan penelitian ini dapat memberikan sumbangsih terhadap pengembangan teknologi pengolahan air limbah yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan sesuai dengan prinsip-prinsip Islam dalam menjaga kelestarian lingkungan.

## METODE PENELITIAN

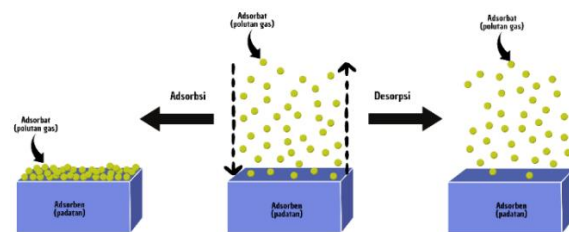
Metodologi penelitian dalam review paper ini dengan pendekatan studi literatur, dimana data dikumpulkan, diidentifikasi, dan

dibandingkan dari berbagai jurnal penelitian dan buku yang relevan. Pencarian dilakukan melalui database elektronik seperti Google Scholar, ScienceDirect, ACS Publications, Springer Link dan PubMed dengan menggunakan kata kunci "Pengolahan air limbah industri dengan metode adsorpsi", "Adsorben untuk pengolahan air limbah industri", dan "Efektivitas adsorpsi logam berat dalam pengolahan air limbah". Sumber yang digunakan meliputi jurnal internasional dan jurnal nasional terindeks SINTA dengan rentang tahun publikasi dari 2014 hingga 2024. Setiap artikel yang dijadikan acuan telah terakreditasi dengan baik, sebagaimana dibuktikan dengan sertifikat akreditasi dari jurnal penerbit, yang memastikan kualitas dan keakuratan penelitian yang dilakukan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Adsorpsi merupakan salah satu teknik yang efektif dan mudah digunakan untuk menurunkan kadar polutan dalam air limbah sebelum dilepaskan ke lingkungan (Lestari et al., 2020). Untuk memastikan kelestarian alam yang telah dianugerahkan oleh Allah SWT, merujuk pada ayat yang berbunyi "Apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengannya Dia menghidupkan bumi setelah mati (kering), dan Dia menebarkan di dalamnya semua jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti" (Al-Baqarah ayat 164).

Adsorpsi seringkali menjadi pilihan karena lebih fleksibel untuk menghilangkan berbagai jenis polutan, baik organik maupun anorganik, termasuk logam berat pada konsentrasi rendah. Metode ini juga relatif hemat energi dan tidak memerlukan bahan kimia tambahan (Setiorini et al., 2018). Proses adsorpsi secara sederhana dijelaskan pada Gambar 1, dimana molekul-molekul polutan (adsorbat) yang terdapat dalam limbah industri akan menempel pada permukaan adsorben.



Gambar 1. Proses Penyerapan (Adsorpsi) dan Pelepasan (Desorpsi) Pada Polutan Gas

Sumber : (Wardhana et al., 2024)

Proses tersebut juga dapat terjadi saat air limbah yang mengandung polutan mengalir melalui adsorben, sehingga polutan tertangkap dan terikat pada permukaannya (Lubis et al., 2020). Adsorpsi merupakan metode yang efektif untuk mengurangi kandungan polutan dalam air limbah dan dapat dilanjutkan dengan proses desorpsi

Desorpsi merupakan suatu proses di mana atom atau molekul yang sebelumnya terikat pada permukaan padatan atau fase terkondensasi dilepaskan, sehingga polutan yang teradsorpsi dapat kembali ke fase asalnya (Adawiah et al., 2020). Proses ini

berlawanan dengan adsorpsi dimana faktor-faktor seperti keadaan operasional dan metode pembuatan adsorben dapat berpengaruh serta mempercepat proses desorpsi.. Untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang efektivitas metode adsorpsi dalam mengatasi berbagai polutan dalam air limbah industri, Tabel 1 menyajikan rangkuman kinerja berbagai adsorben terhadap polutan yang ada dalam air limbah industri. Tabel ini menggambarkan potensi penggunaan adsorben tersebut untuk mengatasi berbagai jenis polutan serta tingkat efektivitas yang telah diuji oleh para peneliti.

Tabel 1. Efektivitas Adsorpsi terhadap Polutan dalam Air Limbah

Jenis Adsorben	Jenis Polutan	Efisiensi	Referensi
Rumput Rawa	Oli	95,00%	(Jaafar et al., 2023)
Kulit Nanas	Kromium	99,19%	(Shakya & Agarwal, 2019)
Jerami Jagung	Kadmium	99,24%	(Chi et al., 2017)
ZFA	Timbal	98,10%	(Golbad et al., 2017)
FA-IOT-Geo	Tembaga	98,30%	(Duan et al., 2016)
ZZS-13	Alizarin Red S (ARS)	98,00%	(Gollakota et al., 2021)
Bromo Sodalit	Methylene Blue (MB)	98,00%	(Borhade et al., 2017)
TiO <sub>2</sub> /ZnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> /AFAC nanokomposit	Rhodamine B (RhB)	97,10%	(Fan et al., 2018)
FA-ZnO fotokatalis	Reactive Orange 4 (RO)	98,00%	(Thirumalai et al., 2016)
FA-NaOH	Asam Sulfat	100%	(Shu et al., 2015)
Sekam Padi	Nikel	98,00%	(Shen et al., 2017)
Kulit Kakao	Mangan	95,15%	(Harimu et al., 2020)
Kulit Rambutan	Seng	98,32%	(Setiawan et al., 2018)

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa berbagai jenis material dapat digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi. Tidak hanya bahan organik, tetapi juga bahan anorganik, bahkan limbah, dapat dimanfaatkan untuk mengadsorpsi polutan yang terdapat dalam air limbah industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi proses adsorpsi sangat tinggi, bahkan mencapai 100% untuk jenis polutan tertentu. Oleh karena itu, metode adsorpsi menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi masalah polutan pada air limbah industri.

Berdasarkan hal tersebut metode adsorpsi dalam pengolahan air limbah industri dapat dipandang sebagai bentuk penerapan prinsip Islam yang menekankan pentingnya menjaga keseimbangan lingkungan. Sebagaimana ditegaskan dalam Risalah Islam Berkemajuan, pentingnya pendekatan berbasis ilmu pengetahuan untuk menghadirkan solusi yang tidak hanya teknis tetapi juga beretika dan bertanggung jawab secara sosial dan ekologis. Hal ini juga sejalan dengan tanggung jawab manusia sebagai pemimpin di bumi adalah untuk menjaga dan melestarikan lingkungan demi kelangsungan hidup (Kholil, 2024). Dalam Islam, menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan bukan hanya tuntutan moral, tetapi juga perintah yang jelas dalam Al-Qur'an Allah SWT berfirman dalam Surah Al-Baqarah (2:11):

﴿ وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ﴿١١﴾

Artinya:

“Dan apabila dikatakan kepada mereka, ‘Janganlah kamu membuat

*kerusakan di muka bumi’, mereka menjawab, ‘Sesungguhnya kami adalah orang-orang yang mengadakan perbaikan.’ ”*

Ayat ini mengingatkan manusia untuk selalu berupaya mencegah kerusakan, termasuk pencemaran air limbah industri yang dapat merusak ekosistem dan membahayakan kesehatan (Mubarok & Nasrulloh, 2024). Manusia tidak seharusnya memanfaatkan alam dengan cara yang merugikan generasi mendatang, melainkan harus menjaga keseimbangan dan keberlanjutannya. Dalam hal ini, Muhammadiyah sebagai organisasi keislaman terbesar turut mencanangkan visi dan misi kepedulian terhadap lingkungan. Visi tersebut mencakup upaya untuk mewujudkan kesadaran, kepedulian, dan perilaku ramah lingkungan, baik di kalangan warga Muhammadiyah maupun masyarakat umum, sebagai bagian dari penerapan prinsip amar ma’ruf nahi munkar (Rahayuningsih & Utami, 2017).

Metode adsorpsi, yang menggunakan berbagai jenis material termasuk limbah untuk menghilangkan polutan, sejalan dengan prinsip daur ulang dan pemanfaatan sumber daya secara bijak dalam Islam. Konsep ini mencerminkan sikap ihsan (berbuat baik) terhadap lingkungan, sebagaimana diajarkan oleh Nabi Muhammad SAW dalam hadis yang berbunyi:

كَانَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَتَوَضَّءُ بِالْمُدِّ، وَيَغْتَسِلُ  
بِالصَّاعِ، إِلَى خُمْسَةِ أُمَّدَادٍ

Artinya:

*“Nabi shallallahu ‘alaihi wa sallam berwudhu dengan satu mud (air) dan mandi dengan satu sha’ sampai lima mud*

*(air)”* (HR. Bukhari no. 198 dan Muslim no. 325).

Hadis yang diriwayatkan dalam Bukhari dan Muslim mengajarkan pentingnya berhemat dalam menggunakan air, baik untuk berwudhu maupun mandi. Rasulullah SAW melakukan wudhu dengan menggunakan satu mud air dan mandi dengan satu ‘sha’, yang menunjukkan bahwa meskipun air melimpah, umat Islam diajarkan untuk tidak menyia-nyiakannya (Ariesman M, 2018). Ajaran ini mencerminkan prinsip ihsan terhadap lingkungan, yaitu menggunakan sumber daya alam harus dilakukan dengan bijak dan tidak secara berlebihan. Dengan mengikuti teladan ini, umat Islam diingatkan untuk menjaga keberlanjutan alam dan memanfaatkan air secara efisien dalam kehidupan sehari-hari.

Selain itu metode adsorpsi juga dinilai efektif dalam mengatasi masalah pengolahan air limbah industri dengan efisiensi tinggi, bahkan dapat mencapai 100% dalam menghilangkan beberapa jenis polutan (Shu et al., 2015). Hal ini menunjukkan bahwa inovasi pengolahan air limbah dengan metode adsorpsi dapat menjadi solusi yang mendukung keberlanjutan lingkungan (Badu et al., 2024). Islam sendiri mendorong pengembangan ilmu pengetahuan untuk memberikan manfaat bagi umat manusia, seperti yang diajarkan dalam Surah Al-Mujadalah (58:11) yang berbunyi:

﴿ يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا  
يَفْسَحَ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا  
مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ۝۱۱ ﴾

Artinya:

*“Wahai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepadamu “Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis,” lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Apabila dikatakan, “Berdirilah,” (kamu) berdirilah. Allah niscaya akan mengangkat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Allah Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan.”*

Ayat ini mengajarkan pentingnya memberi kelapangan dalam majelis ilmu dan menghormati orang yang berilmu, yang menunjukkan bahwa ilmu pengetahuan memiliki kedudukan mulia dalam Islam (Arum Sari & Retnaningsih, 2022). Selain itu, ayat ini juga menegaskan kepada kita bahwa ilmu harus diterapkan dengan sikap yang baik, menciptakan suasana yang mendukung proses belajar, dan memberikan manfaat bagi masyarakat. Hal ini tercermin dalam Surat Al-Mujadilah Ayat 11, yang menekankan pentingnya etika dalam memperoleh ilmu (Suryati et al., 2019).

Dengan demikian, seiring berkembangnya teknologi, pendekatan seperti metode adsorpsi menjadi solusi yang menjanjikan dalam mengatasi masalah air limbah industri secara efisien serta berkelanjutan (Rathi & Kumar, 2021). Pendekatan ini tidak hanya menawarkan solusi teknis, tetapi juga sejalan dengan prinsip-prinsip Islam yang menekankan pentingnya menjaga keseimbangan alam dengan metode yang efektif. Penerapan prinsip tersebut, tidak hanya untuk menjaga kualitas lingkungan, tetapi juga memastikan bahwa teknologi yang digunakan memberikan manfaat jangka panjang bagi umat manusia

dan bumi. Pengelolaan air limbah dengan cara yang tepat tidak hanya bermanfaat bagi lingkungan, tetapi juga mencerminkan tanggung jawab kita sebagai khalifah di bumi.

## SIMPULAN

Metode adsorpsi adalah solusi yang efektif dan efisien untuk mengolah air limbah industri. Teknik ini mampu menghilangkan berbagai jenis polutan dengan tingkat efisiensi yang sangat tinggi, bahkan hingga 100% untuk beberapa polutan tertentu. Penggunaannya juga fleksibel karena bisa memanfaatkan berbagai material, termasuk limbah organik dan anorganik, sebagai adsorben. Selain hemat energi, metode ini juga ramah lingkungan. Pendekatan ini tidak hanya memberikan solusi teknis tetapi juga selaras dengan nilai-nilai Islam yang menekankan pentingnya menjaga keseimbangan alam. Sebagai pemimpin di dunia, manusia memiliki tanggung jawab untuk menjaga lingkungan dan menjamin kelestarian ekosistem. Meski demikian, masih ada beberapa tantangan dalam implementasi, seperti kebutuhan uji coba pada skala besar, penyesuaian kondisi operasional, serta pengembangan adsorben yang lebih terjangkau untuk digunakan dalam skala industri. Untuk itu, penelitian dimasa depan perlu difokuskan pada pengembangan material baru, penggabungan metode ini dengan teknologi lain, dan penerapannya dalam skala yang lebih luas. Secara keseluruhan, metode ini bukan hanya solusi teknis untuk pengolahan air limbah, tetapi juga mencerminkan tanggung jawab manusia terhadap lingkungan dan pentingnya menjaga kelestarian bumi sesuai



dengan prinsip-prinsip Islam. Melalui pendekatan Islam Berkemajuan, teknologi pengolahan limbah dengan metode adsorpsi tidak hanya menjadi inovasi teknis, tetapi juga wujud tanggung jawab moral dan spiritual manusia sebagai khalifah di bumi.

## REFERENSI

- Adawiah, S. R., Sutarno, & Suyanta. (2020). Indonesian Journal of Chemical Research Adsorption-Desorption Studies of Phosphate on CTAB Modified Bentonite Indonesian Journal of Chemical Research Adsorption-Desorption Studies of Phosphate on CTAB Modified Bentonite. *Indonesian Journal of Chemical Research Http://Ojs3.Unpatti.Ac.Id/Index.Php/Ijcr*, 8(2), 125–136. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2020.8-sra>
- Adnan, M., Xiao, B., Ali, M. U., Xiao, P., Zhao, P., Wang, H., & Bibi, S. (2024). Heavy metals pollution from smelting activities: A threat to soil and groundwater. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 274, 116189. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116189>
- Ariesman M. (2018). Efisiensi Air di Pesantren melalui Penerapan Sunnah Nabi dan Teknologi Terapan. *Nukhbatul 'Ulum*, 4(1), 391–404. <https://doi.org/10.36701/nukhbah.v4i1.32>
- Arum Sari, D. F. P., & Retnaningsih, D. A. (2022). Keutamaan Orang Berilmu Dalam Al-Qur'an Surat Al-Mujadalah Ayat 11. *Tarbiya Islamica*, 10(2), 118–129. <https://doi.org/10.37567/ti.v10i2.2252>
- Badu, R. R., Umadji, N. I. R., Ibrahim, S. R. I., & A, A. A. M. S. (2024). Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Fly Ash dan Bottom Ash dalam Menurunkan Parameter Amonia. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 10(1), 39–44. <https://doi.org/10.29080/alard.v10i1.2174>
- Borhade, A. V., Kshirsagar, T. A., & Dholi, A. G. (2017). Eco-Friendly Synthesis of Aluminosilicate Bromo Sodalite from Waste Coal Fly Ash for the Removal of Copper and Methylene Blue Dye. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 42, 4479–4491. <https://doi.org/10.1007/s13369-017-2759-9>
- Chen, B., Wang, M., Duan, M., Ma, X., Hong, J., Xie, F., Zhang, R., & Li, X. (2019). In search of key: Protecting human health and the ecosystem from water pollution in China. *Journal of Cleaner Production*, 228, 101–111. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.228>
- Chi, T., Zuo, J., & Liu, F. (2017). Performance and mechanism for cadmium and lead adsorption from water and soil by corn straw biochar. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 11(2), 15. <https://doi.org/10.1007/s11783-017-0921-y>
- Chowdhary, P., Bharagava, R. N., Mishra, S., & Khan, N. (2020). Role of Industries in Water Scarcity and Its Adverse Effects on Environment and Human Health. *Environmental Concerns and Sustainable Development*, 1(1), 235–256. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-5889-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-981-13-5889-0_12)
- Duan, P., Yan, C., Zhou, W., & Ren, D. (2016).

Development of fly ash and iron ore tailing based porous geopolymer for removal of Cu(II) from wastewater. *Ceramics International*, 42(12), 13507–13518. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.05.143>

Dutta, D., Arya, S., & Kumar, S. (2021). Industrial wastewater treatment: Current trends, bottlenecks, and best practices. *Chemosphere*, 285(May), 131245. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131245>

Fan, H., Chen, D., Ai, X., Han, S., Wei, M., Yang, L., Liu, H., & Yang, J. (2018). Mesoporous TiO<sub>2</sub> coated ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanocomposite loading on activated fly ash cenosphere for visible light photocatalysis. *RSC Advances*, 8(3), 1398–1406. <https://doi.org/10.1039/C7RA11055C>

Golbad, S., Khoshnoud, P., & Abu-Zahra, N. (2017). Hydrothermal synthesis of hydroxy sodalite from fly ash for the removal of lead ions from water. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14(1), 135–142. <https://doi.org/10.1007/s13762-016-1133-x>

Gollakota, A. R. K., Munagapati, V. S., Volli, V., Gautam, S., Wen, J. C., & Shu, C. M. (2021). Coal bottom ash derived zeolite (SSZ-13) for the sorption of synthetic anion Alizarin Red S (ARS) dye. *Journal of Hazardous Materials*, 416, 125925. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125925>

Harimu, L., Haetami, A., Sari, C. P., Haeruddin, & Nurlansi. (2020). Perbandingan Kemampuan Aerasi Sembur (Spray) dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Adsorben Serbuk Kulit Buah Kakao untuk Menurunkan Kadar Besi dan Mangan Pada

Air Sumur Gali. *Indonesian Journal of Chemical*, 8(2), 137–143. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2020.8-hrm>

Hendra, M., & Rezi, M. (2021). Konsep Penciptaan Bumi dalam al-Qur'an (Studi Terhadap QS. al-Anbiya' [21]: 30) Menurut Hamka dalam Tafsir al-Azhar. *Jurnal Tafseer*, 9(1), 92–121. <https://doi.org/10.24252/jt.v9i1.30988>

Hu, Q., Lan, R., He, L., Liu, H., & Pei, X. (2023). A critical review of adsorption isotherm models for aqueous contaminants: Curve characteristics, site energy distribution and common controversies. *Journal of Environmental Management*, 329, 117104. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117104>

Indah, D. R. (2020). ADSORPSI LOGAM TEMBAGA (Cu) PADA KARBON BAKGASE TERAKTIVASI NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH). *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 7(1), 20–28. <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/jiim/article/view/3205>

Italiana, N. R., & Hafsari, T. D. (2023). Tanggung Jawab Manusia Sebagai Khalifah Di Bumi Untuk Menjaga Dan Melestarikan Lingkungan Alam. *Journal Islamic Education*, 1(3), 288–297. <https://maryamsejahtera.com/index.php/Education/index>

Jaafar, M., Alatabe, A., Faris, H. A., & Husham, H. (2023). Natural Biosorbent for Oil Adsorption from Produced Water by Sedge Cane. *Journal of Ecological Engineering*,

24(10), 67–76.  
<https://doi.org/10.12911/22998993/166310> ISSN

3(2), 67–73.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.24114/ijcst.v3i2.19531>

Jit, B., Chakraborty, A., & Sehgal, R. (2023). A systematic review of industrial wastewater management: Evaluating challenges and enablers. *Journal of Environmental Management*, 348(October), 119230. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119230>

Mays, Z. E. A., Adsorbent, S., Mays, Z. E. A., Zulfania, F., Fathoni, R., & Nur, A. M. (2022). Kemampuan Adsorpsi Logam Berat Zn Dengan Menggunakan Adsorben Kulit Jagung (*Zea Mays*). *Jurnal Chemurgy*, 6(200), 65–69. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30872/cmng.v6i2.8060>

Kholil, M. (2024). Khalifah Dalam Melestarikan Lingkungan Hidup (Kajian Ayat Ekologis Perspektif Mufasir Indonesia). *Graduasi: Jurnal Mahasiswa*, 1(1), 71–79. <https://doi.org/10.33650/graduasi.v1i1.8238>

Mubarok, M. R., & Nasrulloh. (2024). INTERPRETASI KONTEKSTUAL DALAM MENANGANI KRISIS LINGKUNGAN KAJIAN SURAT AL-BAQARAH AYAT 11 DAN 205 DALAM TAFSIR IBNU KATSIR. *Holistik Analisis Nexus*, 1(10), 45–51. <https://doi.org/10.62504/nexus929>

Lestari, I., Mahraja, M., Farid, F., Gusti, D. R., & Permana, E. (2020). PENYERAPAN ION Pb(II) MENGGUNAKAN ADSORBEN DARI LIMBAH PADAT LUMPUR AKTIF PENGOLAHAN AIR MINUM. *Chemistry Progress*, 13(2), 68–76. <https://doi.org/10.35799/cp.13.2.2020.31391>

Muhammad, A. (2022). Urgensi Pelestarian Lingkungan Hidup Dalam Al-Qur'an. *Jurnal Pilar: Jurnal Kajian Islam Kontemporer*, 13(1), 67–87. <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/pilar/article/view/7763>

Lin, L., Yang, H., & Xu, X. (2022). Effects of Water Pollution on Human Health and Disease Heterogeneity: A Review. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 880246. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.880246>

Rahayuningsih, M., & Utami, N. R. (2017). Sekolah Muhammadiyah Kota Semarang Menuju Greenschool. *Indonesian Journal of Conservation*, 06(01), 31–35. <https://doi.org/10.15294/ijc.v6i1.12528>

Lubis, R. A. F., Nasution, H. I., & Zubir, M. (2020). Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*,

Ramli, M., Muslim, B., & Fajriah, S. N. (2019). INTEGRASI PENCEMARAN LOGAM BERAT DAN ISLAM MENGGUNAKAN METODE 4-STMD. *Jurnal As-Salam*, 3(3), 102–115. <https://doi.org/10.37249/as->

salam.v3i3.141

<https://doi.org/https://doi.org/10.5250/6/jtpa.v9i01.66>

- Rathi, B. S., & Kumar, P. S. (2021). Application of adsorption process for effective removal of emerging contaminants from water and wastewater. *Environmental Pollution*, *280*, 116995. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116995>
- Rustiadi, E., Pravitasari, A. E., Setiawan, Y., Mulya, S. P., Pribadi, D. O., & Tsutsumida, N. (2021). Impact of continuous Jakarta megacity urban expansion on the formation of the Jakarta-Bandung conurbation over the rice farm regions. *Cities*, *111*, 103000. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103000>
- Satyam, S., & Patra, S. (2024). Innovations and challenges in adsorption-based wastewater remediation: A comprehensive review. *Heliyon*, *10*(9), e29573. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29573>
- Setiawan, I., Napitupulu, M., & Walanda, D. (2018). Biocharcoal dari Kulit Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) sebagai Adsorben Zink dan Tembaga. *Jurnal Akademika Kimia*, *7*, 193. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2018.v7.i4.11944>
- Setiorini, I. A., Mardiana, V., Prakasa, M. W., & Sujarwo, A. (2018). Pengaruh Massa Adsorben Karbon Aktif Batubara Terhadap Penyerapan Kandungan Nilai COD Dan TOC Dalam Limbah Kain Jumputan Pada Rancang Bangun Alat Adsorber. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, *9*(1), 14–28.
- Shakya, A., & Agarwal, T. (2019). Removal of Cr (VI) from water using pineapple peel derived biochars: Adsorption potential and re-usability assessment. *Journal of Molecular Liquids*, *293*, 111497. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111497>
- Shen, Z., Zhang, Y., McMillan, O., Jin, F., & Al-Tabbaa, A. (2017). Characteristics and mechanisms of nickel adsorption on biochars produced from wheat straw pellets and rice husk. *Environmental Science and Pollution Research*, *24*(14), 12809–12819. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8847-2>
- Shu, Y., Wei, X., Fang, Y., Lan, B., & Chen, H. (2015). Removal of sulfuric acid mist from lead-acid battery plants by coal fly ash-based sorbents. *Journal of Hazardous Materials*, *286*, 517–524. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.01.014>
- Silva, J. A. (2023). Wastewater Treatment and Reuse for Sustainable Water Resources Management: A Systematic Literature Review. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(14). <https://doi.org/10.3390/su151410940>
- Suryati, A., Nurmila, N., & Rahman, C. (2019). Konsep Ilmu Dalam Al-Qur'an: Studi Tafsir Surat Al-Mujadilah Ayat 11 Dan Surat Shaad Ayat 29. *Al Tadabbur Jurnal Ilmu Alquran Dan Tafsir*, *04*(02), 217–227. <https://doi.org/10.30868/at.v4i02.476>

Thirumalai, K., Balachandran, S., & Swaminathan, M. (2016). Superior photocatalytic, electrocatalytic, and self-cleaning applications of Fly ash supported ZnO nanorods. *Materials Chemistry and Physics*, *183*, 191–200. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2016.08.018>

Wardhana, B. S., Hanum, F. F., Mufrodi, Z., Kimia, M. T., Industri, F. T., Dahlan, U. A., Ahmadyani, J., & Yogyakarta, D. I. (2024). REVIEW: EFFECT OF MATERIAL CHARACTERISTICS , AND PROCESS CONDITIONS IN

REDUCING GASEOUS POLLUTANTS USING FLY ASH ( FA ) - BASED ADSORBENT. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, *14*(4), 169–178. <https://doi.org/10.31938/jsn.v14i4>

Wu, H., Gai, Z., Guo, Y., Li, Y., Hao, Y., & Lu, Z. N. (2020). Does environmental pollution inhibit urbanization in China? A new perspective through residents' medical and health costs. *Environmental Research*, *182*, 109128. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109128>