

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, M. (2024). Pengaruh Rasio Zeolit X dan Limbah Padat Pulp terhadap Kualitas Konverter katalitik (Doctoral dissertation, UNIMED).
- Anuar, M. F., Fen, Y. W., Zaid, M. H. M., Matori, K. A., & Khaidir, R. E. M. (2018). Synthesis and structural properties of coconut husk as potential silica source. *Results in Physics*, 11, 1-4.
- Arnelli, Solichah, F., Alfiansyah., Suseno, A., Astuti, Y. (2017). Sintesis Zeolit dari Abu Sekam Padi menggunakan Metode Hidrotermal : Variasi Waktu dan Temperatur. *Journal of Scientific and applied chemistry*, 20(2), 58-61.
- Arnol, H. (2009). *Pemanfaatan Limbah Padat Pulp Dregs Sebagai Pengisi Batako Dengan Perekat Tepung Tapioka* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Atikah, W. S. (2017). Karakterisasi Zeolit Alam Gunung Kidul Teraktivasi sebagai Media Adsorben Pewarna Tekstil. *Arena Tekstil*, 32(1).
- Aziz, A., & Bajwa, I. U. (2007). Minimizing human health effects of urban air pollution through quantification and control of motor vehicular carbon monoxide (CO) in Lahore. *Environmental monitoring and assessment*, 135, 459-464.
- Azlin, M. N., & Syufiana, S. S. (2022, May). The preparation and characterization of silica from coconut husk. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2266, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *SNI 7521:2009 Konverter Katalisis Pengganti (Replacement Catalytic Converters) untuk Kendaraan Bermotor Kategori M1 dan N1*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bahri, S. (2015). Sintesis dan karakterisasi Zeolit X dari abu vulkanik gunung kelud dengan variasi rasio Molar si/al menggunakan metode Sol-Gel (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Balkus, K. J., & Ly, K. T. (1991). The preparation and characterization of an X-type zeolite: An experiment in solid-state chemistry. *Journal of Chemical Education*, 68(10), 875.
- Breck, D. W. (1974). Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry, and Use.

John Wiley & Sons.

Brugha, R., & Grigg, J. (2014). Urban air pollution and respiratory infections.

Pediatric respiratory reviews, 15(2), 194-199.

Budiyono, A. (2010). Pencemaran udara: dampak pencemaran udara pada lingkungan. *Berita Dirgantara*, 2(1).

Clifton, R. A. (1987). *Natural and synthetic zeolites* (Vol. 9140). US : Department of the Interior, Bureau of Mines.

Dabbawala, A. A., Ismail, I., Vaithilingam, B. V., Polychronopoulou, K., Singaravel, G., Morin, S., ... & Al Wahedi, Y. (2020). Synthesis of hierarchical porous Zeolite-Y for enhanced CO₂ capture. *Microporous and Mesoporous Materials*, 303, 110261.

Hutasoit, F. (2011). *Pembuatan Dan Karakterisasi Batako Ringan Dengan Memanfaatkan Limbah Padat Pulp Biosludge Dari PT TPL Porsea* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).

Faiz, A., Weaver, C. S., & Walsh, M. P. (1996). *Air pollution from motor vehicles: standards and technologies for controlling emissions*. World Bank Publications.

Faradilla, A. R., Yulinawa, H., & Suswantoro, E. (2016, August). Pemanfaatan fly ash sebagai adsorben karbon monoksida dan karbon dioksida pada emisi kendaraan bermotor. *In Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan* (pp. 2-1).

Flanigen, E. M., Khatami, H., & Szymanski, H. A. (1971). *Infrared Structural Studies of Zeolite Frameworks*. Washington, DC: American Chemical Society.

Gasana, J., Dillikar, D., Mendy, A., Forno, E., & Vieira, E. R. (2012). Motor vehicle air pollution and asthma in children: a meta-analysis. *Environmental research*, 117, 36-45.

Ghifari, M. A., Nuraini, A., Permatasari, D., Kamila, N., Imanullah, T., & Astuti, Y. (2017). Nano-zeolite modification using cetylpyridinium bromide for the removal of remazol black B and remazol yellow G dyes. *Advanced Science Letters*, 23(7), 6502-6505.

Gozubuyuk, A. A., Dag, H., Kaçar, A., Karakurt, Y., & Arica, V. (2017).

Epidemiology, pathophysiology, clinical evaluation, and treatment of carbon monoxide poisoning in child, infant, and fetus. *Northern clinics of Istanbul*, 4(1), 100.

Gunawan, G. M., Suhendar, D., Sundari, C. D. D., Ivansyah, A. L., Setiadji, S., & Rohmatulloh, Y. (2017). Sintesis Zeolit Silikalit-1 Menggunakan Limbah Tongkol Jagung sebagai Sumber Silika. *al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 4(2), 91-99.

Gunawan, S., Hasan, H., & Lubis, R. D. W. (2020). Pemanfaatan Adsorben dari Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 38-47.

Harefa, F. B. (2009). *Pemanfaatan limbah padat pulp grits dan dregs dengan penambahan kaolin sebagai bahan pembuatan keramik konstruksi*. (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).

Harsono, H. (2002). Pembuatan silika amorf dari limbah sekam padi. *Jurnal Ilmu Dasar*, 3(2), 98-103.

Hay, R. L. (1966). *Zeolites and zeolitic reactions in sedimentary rocks*. California: Dept. Geology and Geophysics, University of California.

Irawan, R. M. (2003). Unjuk Kerja Catalytic Converter Tembaga (Cu) Pada Saluran Gas Buang Kendaraan Bermotor Untuk Mereduksi Emisi Gas Carbon Monoksida (Doctoral dissertation, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro).

Islam, T., Liu, J., Shen, G., Ye, T., Peng, C. (2018). Synthesis of Chemically Modified Carbon Embedded Silica and Zeolite from Rice Husk to Adsorb Crystal Violet Dye from Aqueous Solution. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(4), 3955-3967.

Ismiyati, I., Marlita, D., & Saidah, D. (2014). Pencemaran udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTransLog)*, 1(3), 241-248.

Jahro, I. S., Nursanni, B., Nugraha, A. W., Juwitaningsih, T., Cindy, & Amalia, M. (2024). Synthesis of zeolite from rice husk ash through hydrothermal process in alkaline condition. *Indonesian Journal of Chemical Science and*

Technology (IJCST), 7(2), 153–161.

- Jahro, I. S., & Panggabean, H. (2011). Pengembangan Material Konverter Katalitik dari Limbah Pulp dan Abu Layang untuk diaplikasikan pada Knalpot Otomotif sebagai Pengubah Gas Buangan.
- Jin, Y., Xu, Q., Zheng, F., & Lu, J. (2023). Enhancement in CO₂ adsorption by zeolite synthesized from co-combustion ash of coal and rice husk modified with lithium ion. *Journal of the Energy Institute*, 110, 101348.
- Jumaeri, J., & Wardani, S. (2018). Sintesis Dan Karakterisasi Zeolit X Dari Abu Sekam Padi Melalui Proses Hidrotermal. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(1), 17-20.
- Kagawa, J. (2002). Health effects of diesel exhaust emissions—a mixture of air pollutants of worldwide concern. *Toxicology*, 181, 349-353.
- Khoirani, R. (2021). Pemanfaatan Limbah Grits Dan Dreg Dengan Penambahan Kaolin Sebagai Bahan Baku Pembuatan Keramik Konstruksi (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sains Bandung).
- Khusna, H., Sunarto, W., & Alauhdin, M. (2013). Analisis kandungan kimia dan pemanfaatan sludge industri kertas sebagai bahan pembuatan batako. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(2).
- Kiwaan, H. A., Mohamed, F. S., & El-Ghamaz, N. A. (2021). Characterization and adsorption properties of microporous Na-X zeolite for dye removal from aqueous solutions. *Journal of Molecular Liquids*, (332), 115877.
- Król, M. (2020). Natural vs. synthetic zeolites. *Crystals*, 10(7), 622.
- Kurniawan, R. (2018). *Sintesis dan Karakterisasi Konverter Katalitik dengan Katalis Zeolit 13X* (Doctoral dissertation, UNIMED).
- Kwaky-Awuah, B. (2008). Production of silver-loaded zeolites and investigation of their antimicrobial activity. *Thesis*. U.K: University of Kumasi.
- Lapisa, R., Sugiarto, T., & Halim, A. G. (2019). Efek Geometri pada Katalis dalam Penurunan Level Emisi Gas Buang Kendaraan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 2(1), 1-8.
- Leroutier, M., & Quirion, P. (2022). Air pollution and CO₂ from daily mobility: Who emits and Why? Evidence from Paris. *Energy Economics*, 109, 105941.

- Lestari, D. Y. (2010, October). Kajian modifikasi dan karakterisasi zeolit alam dari berbagai negara. In *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia* (Vol. 30, pp. 1-6).
- Madhu, J., Santhanam, A., Natarajan, M., & Velauthapillai, D. (2022). CO₂ adsorption performance of template free zeolite A and X synthesized from rice husk ash as silicon source. *RSC advances*, 12(36), 23221-23239.
- Maghfirah, A., Ilmi, M. M., Fajar, A. T. N., & Kadja, G. T. M. (2020). A review on the green synthesis of hierarchically porous zeolite. *Materials Today Chemistry*, 17, 100348.
- Mahaddilla, F. M., & Putra, A. (2013). Pemanfaatan Batu Apung sebagai Sumber Silika dalam Pembuatan Zeolit Sintetis. *Jurnal Fisika Unand*, 2(4).
- Marfuatun. (2011). "Manfaat Zeolit dalam Bidang Pertanian dan Peternakan". UNY :Yogyakarta.
- Masiol, M., & Harrison, R. M. (2014). Aircraft engine exhaust emissions and other airport-related contributions to ambient air pollution: A review. *Atmospheric Environment*, 95, 409-455.
- Miao, Z., Baležentis, T., Shao, S., & Chang, D. (2019). Energy use, industrial soot and vehicle exhaust pollution—China's regional air pollution recognition, performance decomposition and governance. *Energy Economics*, 83, 501-514.
- Miller, M. R., & Newby, D. E. (2020). Air pollution and cardiovascular disease: car sick. *Cardiovascular Research*, 116(2), 279-294.
- Modolo, R., Benta, A., Ferreira, V. M., & Machado, L. M. (2010). Pulp and paper plant wastes valorisation in bituminous mixes. *Waste Management*, 30(4), 685-696.
- Mokhtar, A., & Wibowo, T. (2018, August). Catalytic converter jenis katalis stainless steel berbentuk sarang laba-laba untuk mengurangi emisi kendaraan bermotor. In *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi dan Rekayasa)* (No. 1).
- Mukherjee, A., Abdinejad, M., Mahapatra, S. S., & Ruidas, B. C. (2023). Metal sulfide-based nanomaterials for electrochemical CO₂ reduction. *Journal of*

Materials Chemistry A, 11, 9300-9332.

Mukherjee, A., Roy, K., Bagchi, J., & Mondal, K. (2016). Catalytic converter in automobile exhaust emission. *Journal for Research*, Volume, 2(10).

Norsuraya, S., Fazlena, H., & Norhasyimi, R. (2016). Sugarcane bagasse as a renewable source of silica to synthesize Santa Barbara Amorphous-15 (SBA-15). *Procedia Engineering*, 148, 839-846.

Nuryakin, N. (2007). Studi Evaluasi Perencanaan Pengelolaan Lingkungan Melalui Pendekatan Eko-Efisiensi (Studi Kasus pada Unit Deinking Plant, PT. Kertas Leces Probolinggo)(Doctoral dissertation, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro).

Nusantara, R., & Ghofur, A. (2022). Pengaruh Penggunaan Arang Kayu Alaban dengan Aditif Tembaga (Cu) sebagai Catalytic Converter terhadap Emisi Gas Buang dan Konsumsi Bahan Bakar pada Mesin Toyota Kijang 5K. *Jtam Rotary*, 4(2), 193-204.

Nzereogu, P. U., Omah, A. D., Ezema, F. I., Iwuoha, E. I., & Nwanya, A. C. (2023). Silica extraction from rice husk: Comprehensive review and applications. *Hybrid Advances*, 100111.

Oktaviani, Y., & Muttaqin, A. (2015). Pengaruh Temperatur Hidrotermal Terhadap Konduktivitas Listrik Zeolit Sintetis dari Abu dasar Batubara dengan Metode Alkali Hidrotermal. *Jurnal Fisika Unand*, 4(4).

Oktavianty, H., Sunardi, S., & Wardani, R. M. A. A. S. (2021). Sintesis Zeolit Dari Ekstrak Sekam Padi Dan Kaleng Bekas Sebagai Adsorben Penurunan Kesadahan Air. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 9(2), 185-192.

Omaye, S. T. (2002). Metabolic modulation of carbon monoxide toxicity. *Toxicology*, 180(2), 139-150.

Pa, F. C., Chik, A., & Bari, M. F. (2016). Palm ash as an alternative source for silica production. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 78, p. 01062). EDP Sciences.

Pandiangan, K. D., Arief, S., Jamarun, N., & Simanjuntak, W. (2017). Synthesis of zeolite-X from rice husk silica and aluminum metal as a catalyst for transesterification of palm oil. *Journal of Materials and Environmental*

Science, 8(5), 1797-1802.

- Patuwan, S. Z., & Arshad, S. E. (2021). Important synthesis parameters affecting crystallization of zeolite T: A review. *Materials*, 14(11), 2890.
- Perangin-Angin, E. R. P. (2018). *Sintesis dan Karakterisasi Konverter Konverter Katalitik dengan Katalis Zeolit 4A* (Doctoral dissertation, UNIMED).
- Puppe, W. (1999). *Catalysis and Zeolit*. Springer, Berlin.
- Quina, M. J., & Pinheiro, C. T. (2020). Inorganic waste generated in kraft pulp mills: The transition from landfill to industrial applications. *Applied Sciences*, 10(7), 2317.
- Rambling, V. V., Umboh, J. M., & Warouw, F. (2022). Literature Review: Gambaran Risiko Kesehatan pada Masyarakat akibat Paparan Gas Karbon Monoksida (CO). *KESMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*, 11(3).
- Rangkuti, W. S. (2013). *Sintesis dan Karakterisasi Zeolit 13X dari Limbah Abu Sekam Padi dan Sampah Aluminium Foil* (Doctoral dissertation, UNIMED).
- Roder, A., Kob, W., & Binder, K. (2001). Structure and dynamics of amorphous silica surfaces. *The Journal of Chemical Physics*, 114(17), 7602-7614.
- Saepudin, A., & Admono, T. (2005). Kajian pencemaran udara akibat emisi kendaraan bermotor di DKI Jakarta. *Jurnal Teknologi Indonesia*, 28(2), 29-39.
- Safitri, Z. F., Pangestika, A. W., Fauziah, F., Wahyuningrum, V. N., & Astuti, Y. (2017, February). The influence of activating agents on the performance of rice husk-based carbon for sodium lauryl sulfate and chrome (Cr) metal adsorptions. In IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering* (Vol. 172, No. 1, p. 012007). IOP Publishing.
- Saleh. (2018). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Kelautan: (Kajian Keselamatan dan Kesehatan Kerja Sektor Maritim)*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Saputra, R. (2006). Pemanfaatan zeolit sintetis sebagai alternatif pengolahan limbah industri. *Buletin IPT*, 1, 8-20.
- Saputro, S., Masykuri, M., Mahardiani, L., Mulyani, B., Qorina, I., Yoshimura, K., Takehara, K., Matsuoka, S. (2017). The Usage of Activate Carbon from

- Teak Sawdust (*tectona grandis* L.f) and Zeolite for the adsorption of Cr(VI) and its Analysis using Solid-Phase Spectrophotometry (sps). *Materials Science and Engineering*, 176, 012019.
- Saraswati, I. (2016). Zeolite-A synthesis from glass. *Jurnal Sains dan Matematika*, 23(4), 112-115.
- Schubert, U. S., & Hüsing, N. (2019). *Synthesis of inorganic materials*. John Wiley & Sons.
- Sengkey, L., Sandri, Freddy, J., Steeni, W. (2011). Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 1(2).
- Seprihadaniansyah, G. M., Kuswoyo, A., & Adriana, M. (2018). Gas Buang Kendaraan. *Jurnal Elemen*, 5(1), 11–19.
- Setiawan, A., Ismuharodiyah, F., Ari, M., Ramadani, T. A., Mayangsari, N. E., Nindyapuspa, A., & Damayanti, R. N. (2020). Karakterisasi Bottom Ash sebagai Bahan Baku Katalis Zeolit dalam Sintesis Biodiesel. *Jurnal Teknologi Maritim*, 3(1), 493799.
- Shaikh, I. R., Shaikh, R. A., Shaikh, A. B., War, J. A., Hangirgekar, S. P., Shaikh, A. L., Shaikh, P. R., Shaikh, R. R. (2015). H-ZSM-5 Zeolite Synthesis by Sourcing Silica from the Wheat Husk Ash : Characterization and Application as a Versatile Heterogeneous Catalyst in Organic Transformations Including Some Multicomponent Reactions. *Journal of Catalyst*. ID 805714.
- Silalahi, I. H., Sianipar, A., & Sayekti, E. (2011). Modifikasi Zeolit Alam Menjadi Material Katalis Perengkah. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 8(2), 89- 93.
- Simão, L., Hotza, D., Raupp-Pereira, F., Labrincha, J. A., & Montedo, O. R. K. (2018). Wastes from pulp and paper mills-a review of generation and recycling alternatives. *Cerâmica*, 64, 443-453.
- Sinuhaji, P. (2012). Pemanfaatan Serat Limbah Industri Pulp menjadi Karton. *Indonesian Physics Communication*, 8(3).
- Siregar, A. M., Siregar, C. A., & Affandi, A. (2021). Pemanfaatan logam sisa permesinan pada knalpot guna mengurangi pencemaran udara. *Dinamika Teknik Mesin*, 11(1), 32-38.

- Socrates, G. (2004). *Infrared and Raman characteristic group frequencies: tables and charts*. John Wiley & Sons.
- Solihat, I., Sulistiawaty, L., Syaifie, P. H., & Taufiq, A. (2020). Removal of Cu Metals from Wastewater by Adsorption using Synthetic Zeolites from Rice Husk and Corncob. *Molekul*, 15(2), 105-113.
- Sulistiowati, E., Suryani, S., & Suryanto, E. (2017). Laju Pemisahan Ion Timbal(II) pada Membran Komposit Kitosan-Zeolit. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 39(2), 98–101.
- Suprapti, S., Djarwanto, D., & Komarayati, S. (2017). Pemanfaatan Sisa Media Jamur Pelapuk pada Dekomposisi Limbah Padat Pulp Acacia Mangium. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(4), 243-254.
- Supriadi, R., & PERIKANAN, J. T. P. H. (2018). Efektifitas Alat Pembakaran Sekam Padi (*Oryza Sativa* L) Bercerobong. Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.
- Syahruji, S., & Ghofur, A. (2019). Penggunaan kuningan sebagai bahan catalytic converter terhadap emisi gas buang dan performa mesin Suzuki Shogun Axelo 125. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 4(2), 67-78.
- Syamsudin, S., Purwati, S., & Rostika, I. (2017). Pemanfaatan campuran limbah padat dengan lindi hitam dari industri pulp dan kertas sebagai bahan biobriket. *Jurnal selulosa*, 42(02), 68-75.
- Teksam, O., Gumus, P., Bayrakci, B., Erdogan, I., & Kale, G. (2010). Acute cardiac effects of carbon monoxide poisoning in children. *European Journal of Emergency Medicine*, 17(4), 192-196.
- Thammavong, S. (2003). Studies of synthesis, kinetics and particle size of zeolite X from narathiwat kaolin (Doctoral dissertation, สำนัก วิชา วิทยาศาสตร์สาขา วิชา เคมี มหาวิทยาลัย เทคโนโลยี สุรนารี).
- Todkar, B. S., Deorukhkar, O. A., & Deshmukh, S. M. (2016). Extraction of silica from rice husk. *Int J Eng Res Dev*, 12(3), 69-74.
- Verboekend, D., Nuttens, N., Locus, R., Van Aelst, J., Verolme, P., Groen, J. C., ... & Sels, B. F. (2016). Synthesis, characterisation, and catalytic evaluation of

- hierarchical faujasite zeolites: milestones, challenges, and future directions. *Chemical Society Reviews*, 45(12), 3331-3352.
- Vlisides, P. E., Mentz, G., Leis, A. M., Colquhoun, D., McBride, J., Naik, B. I., ... & Mashour, G. A. (2022). Carbon Dioxide, Blood Pressure, and Perioperative Stroke: A Retrospective Case–Control Study. *Anesthesiology*, 137(4), 434-445.
- Wang, C., Zhou, J., Wang, Y., Yang, M., Li, Y., & Meng, C. (2013). Synthesis of zeolite X from low-grade bauxite. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 88(7), 1350-1357.
- Wang, J., Liu, P., Boronat, M., Ferri, P., Xu, Z., Liu, P., ... & Yu, J. (2020). Organic-Free Synthesis of Zeolite Y with High Si/Al Ratios: Combined Strategy of in Situ Hydroxyl Radical Assistance and Post-Synthesis Treatment. *Angewandte Chemie*, 132(39), 17378-17381.
- Wardhani, G. A. P. K., Nurlela, N., & Azizah, M. (2017). Silica content and structure from corncob ash with various acid treatment (HCl, HBr, and Citric Acid). *Molekul*, 12(2), 174-181.
- Widati, A. A., Baktir, A., & Rachmawan, R. (2017). Antifungal Activity of silver loaded zeolite a from bagasse ash against candida albicans. *Chemist*, 90(1), 14-19.
- Widayat, W., DP, A. S., & Anggraeni, H. (2012). Proses Produksi Katalis Zeolit X Dan Uji Aktifitas Dalam Proses Penukaran Ion Kalsium. *Teknik*, 33(1), 4-7.
- Yao, G., Lei, J., Zhang, X., Sun, Z., Zheng, S., & Komarneni, S. (2018). Mechanism of zeolite X crystallization from diatomite. *Materials Research Bulletin*, 107, 132-138.
- Yeom, Y. H., Jang, S. B., Kim, Y., Song, S. H., & Seff, K. (1997). Three crystal structures of vacuum-dehydrated zeolite X, $\text{Mg}_{46}\text{Si}_{100}\text{Al}_{92}\text{O}_{384}$, Mg^{2+} , Ca^{2+} , and Ba^{2+} . *The Journal of Physical Chemistry B*, 101(35), 6914-6920.
- Zagho, M. M., Hassan, M. K., Khraisheh, M., Al-Maadeed, M. A. A., & Nazarenko, S. (2021). A review on recent advances in CO₂ separation using zeolite and zeolite-like materials as adsorbents and fillers in mixed matrix membranes (MMMs). *Chemical Engineering Journal Advances*, 6, 100091.