

# Mengapa Teknologi Katalitik Bisa Jadi Solusi Limbah Metana Dunia?

marwah

Oleh: **Jumadil Jumadil-Baharuddin Baharuddin\***

**HERALD.ID** – Sejak akhir abad ke-18, ketika Revolusi Industri mulai mengubah relasi manusia dengan alam, metana ( $\text{CH}_4$ ) perlahan beralih dari gas alami latar belakang menjadi penanda baru krisis iklim. Data ice-core records menunjukkan bahwa selama ribuan tahun konsentrasi metana relatif stabil, hingga akhirnya melonjak tajam setelah sekitar tahun 1750. Peningkatan ini terjadi seiring ekspansi pertanian intensif, domestikasi ternak skala besar, dan pengelolaan limbah organik yang semakin masif. Akibatnya, dalam rentang waktu yang singkat menurut ukuran geologi, metana akhirnya menumpuk, dan kemudian menjelma dari produk biologis alami menjadi akselerator pemanasan global.

Paradoksnya jelas. Walaupun hadir dalam konsentrasi jauh lebih rendah dibanding carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ), metana memiliki global warming potential (GWP) yang jauh lebih kuat, terutama pada horizon waktu jangka pendek. Karena itu, komunitas ilmiah mulai memahami bahwa mengendalikan metana bukan sekadar pelengkap mitigasi iklim, melainkan strategi penentu waktu: apakah laju pemanasan global dapat diperlambat cukup cepat untuk menghindari titik balik yang berbahaya.

Kesadaran historis inilah yang melandasi riset mutakhir yang dipublikasikan di *Scientific Reports*. Studi tersebut menunjukkan bahwa sumber metana yang selama ini dianggap tak tersentuh, seperti manure storage di sektor peternakan justru dapat menjadi titik intervensi iklim yang sangat efektif ketika didekati dengan teknologi yang tepat dan dievaluasi melalui life cycle assessment (LCA) yang ketat.

Selama puluhan tahun, sektor pertanian kerap ditempatkan di sudut gelap kebijakan iklim. Bukan karena ia tidak penting, melainkan karena ia sulit disentuh. Emisi gas rumah kaca dari ternak dan kotorannya muncul secara menyebar, berkadar rendah, dan tidak terkait langsung dengan konsumsi energi. Inilah sebabnya pertanian sering dilabeli sebagai hard-to-abate sector.

Namun studi ini membalik logika lama tersebut: alih-alih mengejar  $\text{CO}_2$  di atmosfer yang luas dan encer, mengapa tidak menargetkan metana langsung di sumbernya?

## Dari Limbah Menjadi Intervensi Iklim

Metana adalah gas rumah kaca yang paradoksal. Sedikit saja jumlahnya, dampaknya besar. Penelitian ini menunjukkan bahwa metana yang dilepaskan dari manure storage dapat dioksidasi secara katalitik pada konsentrasi sangat rendah, bahkan jauh di bawah batas nyala api. Dengan bantuan katalis berbasis palladium,  $\text{CH}_4$  diubah menjadi  $\text{CO}_2$  gas yang lebih stabil dan jauh lebih lemah daya pemanasannya. Pendekatan ini bukan gagasan futuristik spekulatif, melainkan diuji secara sistematis melalui analisis energi dan emisi sepanjang siklus hidup teknologi.

Hasilnya tegas. Pada konsentrasi metana  $\geq 1000$  ppmv, teknologi ini menghasilkan net climate effect negatif, artinya emisi gas rumah kaca yang dicegah lebih besar daripada emisi yang dihasilkan selama seluruh siklus hidupnya. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, sekitar 3000–10.000 ppmv, manfaat iklim semakin kuat karena kebutuhan energi proses menurun secara signifikan.

Pada konsentrasi yang sangat rendah (300 ppmv), manfaat iklim tetap dapat dicapai, tetapi dengan satu syarat penting: sumber energi rendah emisi. Ketika teknologi ini ditenagai oleh low-

emission electricity mix, seperti sistem energi Nordik, efek iklim negatif tetap terwujud. Di sinilah pesan kuncinya muncul dengan jelas: teknologi dan sistem energi harus berjalan beriringan.

### **Mengapa CO<sub>2</sub> Capture Bukan Jawaban Utama**

Menariknya, studi ini juga menantang asumsi populer. Ketika carbon capture and storage (CCS) ditambahkan setelah oksidasi metana, kinerja iklim justru memburuk. Penyebabnya sederhana tetapi mendasar. Tambahan primary energy demand (PED) dan emisi dari proses penangkapan CO<sub>2</sub> tidak sebanding dengan manfaat tambahan yang diperoleh.

Dalam konteks pertanian, menjinakkan metana jauh lebih berdampak daripada mengejar CO<sub>2</sub>, setidaknya untuk dekade-dekade kritis ke depan.

Teknologi katalitik ini tidak menjanjikan solusi instan bagi seluruh krisis iklim dunia. Namun ia menawarkan sesuatu yang sering hilang dalam diskursus iklim global: harapan yang realistik dan rasional. Harapan bahwa sumber emisi yang selama ini dianggap tak terkelola, kandang ternak dan penyimpanan limbah organik, dapat berubah menjadi titik intervensi strategis.

Lebih dari itu, penelitian ini mengingatkan bahwa inovasi iklim tidak selalu lahir dari langit atau laboratorium futuristik. Namun juga sering muncul dari tempat yang paling membumi: dari limbah, dari pertanian, dari sistem yang selama ini kita anggap tak tersentuh. Jika metana adalah ancaman yang bergerak cepat, maka mengendalikannya adalah kesempatan yang tidak boleh ditunda.

### **Referensi**

Bromark, E., Sirigina, D.S.S.S., Nazir, S.M. et al. Reduced life cycle climate impact from manure through catalytic methane conversion and carbon dioxide removal. *Sci Rep* 15, 43580 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-27609-2>

Jackson, R. B., Saunois, M., Bousquet, P., Canadell, J. G., Poulter, B., Stavert, A. R., Bergamaschi, P., Niwa, Y., Segers, A., & Tsuruta, A. (2020). Increasing anthropogenic methane emissions arise equally from agricultural and fossil fuel sources. *Environmental Research Letters*, 15(7), 071002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab9ed2>

\*Dosen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa, Makassar, Sulawesi Selatan, 90231, Indonesia. [jumadil@universitasbosowa.ac.id](mailto:jumadil@universitasbosowa.ac.id) | 0823-4498-9612

\*\*Dosen dan Peneliti Bidang Biokimia, Fakultas Kedokteran Universitas Surabaya, Surabaya, Jawa Timur, 60293, Indonesia. [baharuddin@staff.ubaya.ac.id](mailto:baharuddin@staff.ubaya.ac.id) | 085-218-057514