

MEKANISME, PENYEBAB, DAN EFEK RUMAH KACA TERHADAP KEHIDUPAN MAKHLUK HIDUP DI BUMI

Juliana Putri Ghassani, Vinda Novela Pramudya, Alzena Agatha Araminta, Ahmad Fauzi Hendratmoko

S1 Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

juliana.22099@mhs.unesa.ac.id, vinda.22111@mhs.unesa.ac.id,
alzena.22149@mhs.unesa.ac.id, ahmadhendratmoko@unsa.ac.id

ABSTRAK

Bumi tetap hangat oleh gas-gas di atmosfer seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O). Gas-gas ini menyerap dan menahan panas dari atmosfer. Efek rumah kaca adalah nama yang diberikan untuk fenomena ini. Namun karena aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, penggundulan hutan, dan pembuangan limbah yang sembarangan, konsentrasi gas-gas ini meningkat, sehingga berkontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global. Melalui penggunaan metodologi deskriptif kualitatif dan tinjauan literatur, penelitian ini menyelidiki efek rumah kaca dan dampaknya. Berdasarkan temuan penelitian, pemanasan global dapat meningkatkan suhu bumi sebesar 1,5 hingga 4,5°C pada tahun 2030, yang mengakibatkan perubahan iklim drastis, peningkatan permukaan laut, dan pergolakan ekologi. Penerapan program penghematan energi, peningkatan penggunaan sumber energi terbarukan, pengurangan penggunaan bahan bangunan berbasis bahan bakar fosil, dan penerapan langkah penghematan air merupakan langkah penting dalam mengatasi permasalahan ini. Masyarakat dan pemerintah harus bekerja sama untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mengurangi dampak perubahan iklim dengan mengambil langkah-langkah yang diperlukan dan memanfaatkan kemajuan teknologi, efek rumah kaca dapat dikurangi hingga tingkat yang dapat dikelola sehingga generasi mendatang dapat hidup di Bumi.

Kata Kunci: *Efek rumah kaca, Gas rumah kaca, Suhu bumi*

PENDAHULUAN

Ketika radiasi gelombang pendek, atau sinar matahari, mengenai permukaan planet, secara alami akan menghasilkan panas. Metana, karbon dioksida (CO₂), dan uap udara adalah contoh gas rumah kaca di atmosfer yang melepaskan sebagian panasnya kembali ke ruang angkasa sebagai radiasi infra merah dengan panjang gelombang panjang. Mekanisme ini yang menyebabkan terjadinya efek rumah kaca, yaitu fenomena terperangkapnya panas di atmosfer bumi. Proses ini dapat dibandingkan dengan cara panas masuk dan terperangkap di dalam rumah kaca, sehingga memanaskan seluruh struktur. Tanpa efek rumah kaca, permukaan bumi akan menjadi 33°C lebih dingin, sehingga tetap hangat dan layak huni. Efek rumah kaca hanya dirasakan oleh planet-planet yang memiliki atmosfer seperti Bumi, Mars, Venus, dan Saturnus (Pratama, 2019).

Efek rumah kaca disebabkan oleh peningkatan kadar karbon dioksida (CO₂) dan gas-gas lain di atmosfer. Konsentrasi CO₂ meningkat ketika lebih banyak minyak, batu bara, dan bahan bakar organik lainnya yang dibakar dibandingkan yang dapat diserap oleh tanaman atau laut. Laut, hutan, dan tumbuhan semuanya berkontribusi aktif terhadap penyerapan produk pembakaran. Namun suhu bumi akan terus meningkat jika hutan semakin berkurang. Awan, gas karbon dioksida (CO₂), dan gas lainnya menyerap kembali energi yang diserap sebagai radiasi infra merah, yang selanjutnya dipantulkan kembali ke permukaan planet. Karena sebagian besar

atmosfer terdiri dari gas selain CO₂, maka lebih banyak gelombang panas yang diserap atmosfer dan dipantulkan oleh bumi. Karena adanya gas rumah kaca di atmosfer, semakin banyak panas matahari yang tertahan di permukaan bumi sehingga menyebabkan suhunya meningkat (Pratama, 2019).

METODE

Dalam artikel ini, metode deskriptif kualitatif digunakan untuk mengumpulkan data melalui tinjauan literatur buku, makalah, jurnal ilmiah, internet, dan karya sastra lainnya. Percakapan ini terjadi pada bulan Mei 2024. Kesimpulan diskusi menunjukkan bahwa kenaikan suhu bumi disebabkan oleh gas rumah kaca termasuk CO₂, N₂O, dan CH₄, yang menyerap dan menahan panas matahari. Efek rumah kaca mendukung kehidupan dalam batas wajar, namun peningkatan besar-besaran juga mempunyai dampak buruk, seperti kenaikan permukaan air laut, pemanasan global, dan perubahan iklim. Efek rumah kaca bekerja dengan prinsip serupa dengan rumah kaca pertanian: sinar matahari masuk, diserap oleh daratan dan lautan, dan sebagian dipantulkan kembali. Gas rumah kaca kemudian memerangkap radiasi infra merah yang dipancarkan permukaan bumi.

Tindakan manusia termasuk pembakaran bahan bakar fosil, penggundulan hutan, dan penanganan kotoran hewan menjadi penyebab utamanya. Akibatnya, pemanasan global diperkirakan akan meningkat sebesar 1,5 sampai 4,5°C pada tahun 2030. Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, meningkatkan penggunaan energi terbarukan, memperkenalkan daur ulang, dan mempraktikkan pengelolaan limbah berkelanjutan adalah beberapa langkah yang digunakan untuk memerangi efek rumah kaca. Meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai nilai perlindungan lingkungan sangatlah penting, dan menemukan solusi kreatif terhadap perubahan iklim memerlukan kolaborasi antar sektor publik, dunia usaha, dan pemerintah. Proses penyusunan dan penguraian data dari berbagai sumber literatur disebut reduksi data, dan pendekatan analisis datalah yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses dimana radiasi matahari memasuki atmosfer dan terperangkap di sana, sehingga meningkatkan suhu permukaan bumi, dikenal sebagai efek rumah kaca. Efek rumah kaca meneruskan peluang bagi berbagai makhluk hidup yang ada di planet untuk bertahan hidup dalam jumlah tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa alih-alih merugikan, efek rumah kaca malah bermanfaat bagi kehidupan. Ketika kita berbicara tentang rumah kaca secara harfiah, yang kita maksud adalah bangunan bertingkat tinggi di kota-kota besar dengan dinding kaca yang memantulkan panas matahari kembali ke atmosfer (Al-Jauhari, 2021). Efek rumah kaca dengan kata lain yaitu Green House Effect merupakan keadaan dimana meningkatnya derajat celsius di bumi. Dimana keadaan tersebut terjadi sebab peningkatan suhu atmosfer yang diakibatkan oleh gas rumah kaca yaitu nitrogen oksida (N₂O), karbon dioksida (CO₂) dan metana (CH₄) yang mampu meresap gelombang panas panjang sinar matahari dan yang nantinya akan dipantulkan kembali oleh Bumi (Hehanussa & Subagyo, 2023). Akibat dari efek rumah kaca tersebutlah yang nantinya akan menimbulkan dampak negatif bagi kehidupan di planet kita misalnya seperti timbulnya yang mempunyai presentasi tinggi untuk memberikan efek negatif seperti perubahan iklim, pemanasan global, kenaikan permukaan air laut, dan lain sebagainya yang dapat mengganggu aktivitas di bumi. Akan tetapi pada batas wajar, efek rumah kaca memungkinkan adanya kehidupan di planet ini. Dengan makna efek rumah kaca tidak selalu mengarahkan pada ranah negatif, namun dapat memberikan manfaat bagi kehidupan makhluk hidup di bumi.

Efek rumah kaca juga memiliki dampak positif dan negatif pada ketinggian tertentu. Berawal dari kemajuan pada bidang industri yang memberikan dampak

peningkatan secara drastis gas-gas rumah kaca. Istilah rumah kaca yaitu ibaratkan bumi dikelilingi oleh gelas kaca. Berupa cahaya matahari memasuki bumi melewati gelas kaca (atmosfer serta permukaan bumi) yang sebagian atau kurang lebih tujuh puluh persen dari energi tersebut, berada di bumi, diserap oleh tanah, diserap oleh lautan, tumbuhan, dan lain sebagainya. Beberapa panas yg tidak dapat dipantulkan serta kembali sampai ke permukaan gelas kaca tersebut terjebak di dalam bumi, hal ini seperti berlangsungnya rumah kaca atau green house dalam bidang pertanian, green house dalam pertanian memiliki kelebihan yang berguna bagi petani di kala musim dingin dimana green house dapat mengatur suhu agar tetap hangat dalam rumah kaca. Untuk sisa panas tersebut dipantulkan kembali melewati awan, hujan dan lain sebagainya. Namun panas kurang lebih tujuh puluh persen tersebut tidak sepenuhnya berada di bumi (pratama, 2019). Ketika beberapa benda yang berada dekat dengan posisi planet yang mampu meresap panas matahari, benda tersebut dapat meradiasikan ulang panas yang diserap.

Efek rumah kaca dapat terjadi akibat dari terjadinya pelonjakan atau naiknya konsentrasi gas khususnya yaitu pada gas CO₂ serta berbagai jenis gas lain yang berada pada atmosfer bumi. Gas-gas tersebut yang akan panas sehingga meningkatkan suhu udara di bumi. Faktor-faktor penyebab timbulnya gas rumah kaca yaitu Kenaikan penggunaan bahan bakar minyak hingga menimbulkan asap polusi, penebangan pohon ilegal di hutan dan pengalihan penggunaan hutan menjadi perkotaan, peningkatan konsentrasi gas CO₂ tersebut terjadi karena sebab peningkatan pembakaran bahan bakar minyak (BBM), serta para peternak yang tidak mengelola dengan tepat limbah Ternak dari peternakannya berdasarkan laporan FAO pada tahun 2006. Ketika cahaya memasuki bumi mengalami 4 pembagian yaitu pertama sebagian terpantulkan oleh awan, kedua sebagian di resap awan, ketiga sebagian di serap permukaan bumi, dan Yang terakhir diarahkan kembali lagi ke permukaan bumi. Sebagian energi diserap dan dipancarkan ulang oleh permukaan bumi dan awan dengan bentuk gas inframerah. Namun demikian, CO₂ dan gas lainnya yang menyerap sebagian besar cahaya inframerah dan dipancarkan ke planet ini dan memantulkannya kembali ke permukaan. Dalam kebanyakan kasus, efek rumah kaca diperlukan untuk mengurangi perbedaan suhu bumi siang dan malam. Selain gas CO₂, gas lain yang merupakan penyumbang terjadinya efek rumah kaca yaitu sulfur dioksida, nitrogen dioksida (NO₂), nitrogen monoksida (NO), dan senyawa organik dengan bermacam jenis salah satunya metana, klorofluorokarbon (CFC), dan ozon (O₃) (pratama, 2019). Gas-gas ini memainkan peran penting dalam meningkatkan efek rumah kaca. Meningkatnya tingkat gas rumah kaca memperparah efek rumah kaca, yang menyebabkan pemanasan global.

Dampak yang disebabkan oleh efek rumah kaca bagi kehidupan di planet bumi yaitu pemanasan global. Yang dimana pemanasan global yang meningkat dapat menyebabkan dampak negatif yang berlebih pada planet kita. Suhu permukaan bumi yang lebih tinggi mampu mengakibatkan perubahan iklim ekstrem sehingga mengurangi kemampuan bumi dalam melakukan penyerapan karbon dioksida dari atmosfer. Timbulnya pemanasan global menyebabkan pencairan lapisan es yang berada di kutub, sehingga menaikkan permukaan air laut dan berdampak negatif kepada banyak negara khususnya negara kepulauan. Melalui perhitungan simulasi yang telah di dapatkan, dampak dari efek rumah kaca mampu meningkatkan standar suhu di bumi yaitu sebesar 1-5°C. Apabila peningkatan atau kenaikan lebih besar gas rumah kaca saat ini terus berlangsung, pemanasan global mampu meningkatkan standar suhu bumi yaitu sebesar 1,5 sampai 4,5°C pada sekitar tahun 2030. Ketika tingkat CO₂ di atmosfer meningkat, lebih banyak gelombang panas yang dipantulkan

dari permukaan bumi akan diserap oleh atmosfer, sehingga semakin meningkatkan suhu permukaan (sutrah dkk, 2019).

Setiap tahun efek rumah kaca menjadi topik perbincangan yang hangat baik ranah pendidikan ataupun sosial. Kenaikan drastis pada beberapa tahun ini menyebabkan iklim pada setiap daerah tidak menentu, cenderung mengalami panas yang berlebihan. Hal tersebut disebabkan oleh efek rumah kaca yang memiliki beberapa faktor dari dampak kegiatan negatif manusia. Oleh karena itu diperlukannya upaya penanganan terjadinya efek rumah kaca di bumi agar bumi dapat bertahan hingga puluhan tahun ke depan. Berikut adalah beberapa langkah pengurangan atau pencegahan yang mampu diterapkan agar meminimalisir timbulnya GRK (Lajuardi, 2013) :

1. Menganti atau mengurangi penggunaan bahan bakar fosil

Penggunaan bahan bakar fosil menjadi erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari dalam berbagai bidang. Jika terus berangsur penggunaan bahan bakar fosil akan berdampak negatif kepada kehidupan di bumi. Berdasarkan kesimpulan penelitian sejumlah penelitian yang berada dari bimbingan organisasi PBB serta forum berbagai pemerintah yang berisikan Perubahan Iklim yang sering disebut dengan International Panel on Climate Change (IPCC), mengatakan bahwa pemakaian bahan bakar fosil contohnya gas alam, batu bara, dan minyak bumi mampu memberikan dampak negatif berupa emisi gas efek rumah kaca yang sangat besar yakni CO₂ ke atmosfer planet bumi yang mampu menyebabkan dampak lain berupa pemanasan global warming atau disebut juga pemanasan global. Global warming memiliki banyak efek negatif bagi kehidupan di bumi jika dalam skala yang berada di luar batas standar. Hal tersebut akan memberikan ketidak setimbangan aktivitas makhluk hidup khususnya manusia di bumi misalnya mengakibatkan perubahan iklim yang tidak menentu, standar suhu bumi akan terus meningkat, gangguan ekologis, kenaikan suhu permukaan laut, dan akan berdampak juga bagi kehidupan sosial dan politik (Amheka, 2018). Kegiatan manusia sering kali penyebab timbulnya emisi gas rumah kaca dalam skala yang besar baik dari kecanggihan teknologi mesin ataupun aktivitas biasa yang menimbulkan emisi gas rumah kaca rendah. Pencegahan konservasi emisi gas rumah kaca dapat dilakukan dengan penggantian pemakaian biogas sebagai energi alternatif dari penggunaan energi fosil atau energi dari biomasa. Pergantian pemakaian arang, kayu bakar, LPG dan minyak tanah kepada pemakaian biogas salah satunya berada di Tanzania telah dapat meminimalisir emisi gas rumah kaca pertahun atau perkeluarga sebesar 5.825 kg CO₂ (Laramee & Davis, 2013).

2. Menghindari pemakaian kendaraan bermesin pembakaran yang menimbulkan asap polusi dalam kehidupan sehari-hari.

Kendaraan berbahan bakar minyak atau kendaraan bermesin sering menjadi salah satu penyumbang polutan di udara. Hal tersebut merupakan salah penyebab terjadinya peningkatan gas rumah kaca. Didapatkan kurang lebih 65 % emisi gas rumah kaca mampu ditimbulkan dari kegiatan pembakaran bahan bakar minyak (BBM) (Covert et al., 2016). Emisi dalam jumlah besar yang dikeluarkan perlu dilakukan pengurangan atau pencegahan pembakaran bahan bakar minyak (BBM) sebagai penghasil energi (Boedoyo, 2011). Tidak hanya dari BBM kondisi mesin merupakan salah satu faktor penyebab timbulnya emisi gas tersebut. Gas yang dikeluarkan tidak sepenuhnya dapat dinilai dari lama atau barunya suatu mesin kendaraan tersebut, namun juga bergantung pada perawatan dan kualitas mesin yang dimiliki kendaraan tersebut. Cara membuat agar kendaraan tidak menimbulkan emisi gas rumah kaca yaitu dengan merawat atau mengganti dengan mesin dalam kondisi yang baik, hal tersebut harus di lakukan pengecekan pada seluruh komponen mesin kendaraan baik itu aki, oli, dan lain sebagainya. Disarankan untuk menggunakan

kendaraan terbarukan seperti motor dan mobil listrik yang tidak menimbulkan emisi gas.

3. Menggantikan transportasi dengan energi ramah lingkungan

Transportasi ramah lingkungan merupakan salah satu solusi terhadap pencemaran lingkungan akibat dari penggunaan bahan bakar minyak bumi yang menghasilkan emisi gas yang sangat besar dan hal ini yang menjadi salah satu penyebab terjadinya polusi udara. Selain itu ketersediaan sumber dari bahan minyak bumi ini sudah sangat menipis sehingga negara kita melakukan import untuk memenuhi kebutuhan terhadap bahan bakar minyak bumi. Sedangkan untuk sumber energi dari kendaraan ramah lingkungan masih banyak tersedia dan sumber tersebut bisa terbarukan. Dari hasil penelitian yang dilakukan arisandi dkk, 2022 juga dapat disimpulkan bahwa masyarakat tahu dengan kendaraan ramah lingkungan, mereka juga tahu dampak efisien yang ditimbulkan dengan penggunaan mobil listrik dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar minyak bumi namun demikian pengadaan mobil listrik ini juga memiliki dampak negative yaitu pada proses produksi oleh karena itu diperlukan pengelolaan yang baik terhadap pembuatan sumber energi kendaraan ramah lingkungan.

4. Mempromosikan serta menerapkan sumber energi terbarukan misalnya energi angin dan tenaga surya.

Untuk pencegahan emisi gas rumah kaca dapat dilakukan pengurangan aktivitas serta penggunaan alat atau teknologi yang mampu menyebabkan emisi gas rumah kaca, misalnya dengan mematikan AC dan lampu saat tidak dipakai. Rintangan yang dialami dalam pencegahan ini yaitu minimnya kesadaran masyarakat Indonesia dan masyarakat dunia untuk perlu dilakukan penghematan energi. Penelitian di London, Inggris menampilkan bahwa pemakaian listrik setiap individu rumah tangga memiliki penurunan yang sangat drastis ketika masyarakat mengetahui jika pemakaian listrik di rumah mereka dicatat serta menjadi uji penelitian perilaku hemat energi dari pemerintah london (Levermore, 1985). Sedangkan usaha yang digunakan oleh birang perindustrian tambang agar mampu meminimalisir terjadinya emisi gas rumah kaca yaitu dilakukan pengurangan energi. Pengurangan energi pada industri pertambangan diterapkan dengan cara mengefisiensi aktivitas operasional penambangan (Anggraeni, 2015). Pengurangan energi tersebut dapat meminimalisir emisi gas rumah kaca sekaligus menghemat biaya operasinal (Astra, 2010).

5. Pengelolaan sampah organik dan anorganik secara berkelanjutan.

Berdasarkan pernyataan Intergovermental Panel on Climate Change (IPCC), perternakan menjadi salah satu penyumbang besar bagi emisi gas rumah kaca yaitu khususnya gas dinitrogen oksida dan metana. Penyimpanan kotoran dan fermentasi enterik menjadi penghasil gas metana yang memiliki dampak negatif 30 kali lebih besar dari karbondioksida. Penyimpanan kotoran dan penggunaan pupuk organik dan anorganik juga dapat menghasilkan Nitrous oxide, Nitrous oxide sendiri merupakan molekul yang dapat berpotensi sebagai penyebab global warming 265 kali lebih besar dari karbon dioksida. Karbon Dioksida menjadi pacuan atau standar untuk dipakai sebagai penghitung potensi global warming (hakim, 2021). Seperti yang kita ketahui bahan anorganik seperti plastik merupakan bahan anorganik yang tidak mudah terurai, membutuhkan waktu kurang lebih 10 tahun – 500 tahun untuk terurai. Hal tersebut menimbulkan kegiatan masyarakat untuk memusnahkan sampah plastik dengan cara pembakaran yang nantinya akan menimbulkan peningkatan emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu diperlukan pendaur ulang berupa kerajinan tangan atau pengalihan penggunaan plastik dengan kertas atau kain.

6. Memahami dan melakukan daur ulang serta pengelolaan limbah secara efisien.

Emisi gas rumah kaca yang berasal kan dalam sektor pengelolaan sampah atau limbah terjadi dalam bentuk emisi CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran sampah atau incineration plant secara tradisional. Emisi CH₄ timbul dari proses dekomposisi anaerobik. Emisi CO₂ dihasilkan dari proses konversi anaerobik dan aerobik. Proses penguraian secara aerobik terjadi pada lapisan atas sampah yang bersentuhan dengan udara bebas (Bakas, dkk., 2017). Sejumlah kecil emisi gas N₂O muncul dari proses penguraian protein yang ada pada sampah (Addinsyah & Herumurti, 2017). Menurut penelitian Wahudi, 2019 pembakaran sampah plastik merupakan sumber emisi CH₄ dan N₂O terbesar kedua pada tahun 2019, mencapai 15,9% dari rata-rata emisi CH₄ dan N₂O. Oleh sebab itu Usahakan untuk tidak menggunakan atau memproduksi sampah plastik dan mengatakannya dengan barang alternatif ramah lingkungan seperti tas plastik belanja digantikan dengan tas ramah lingkungan yaitu tas kain atau kertas yang mudah untuk terurai.

Pemahaman lebih lanjut atas dampak efek rumah kaca perlu dipahami oleh masyarakat atau lebih tepatnya manusia di planet bumi. Pemberian pemahaman serta kesadaran manusia di bumi untuk lebih mencintai dan merawat alam sangatlah penting untuk menjaga kestabilan lingkungan. Diperlukannya penelitian mendalam serta survei dan kerja sama bersama pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta untuk mendapat hasil yang lebih beresolusi kepada perubahan iklim yang akhir-akhir ini semakin tidak menentu terutama pada iklim panas (Yogiswara & Wibowo, 2021).

SIMPULAN

Salah satu fenomena alam utama yang menjaga suhu bumi tetap stabil dan memungkinkan adanya kehidupan adalah efek rumah kaca. Namun, dampak ini diperburuk dengan meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrogen oksida (N₂O) yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, penggundulan hutan, dan pengelolaan limbah yang tidak tepat. Dampaknya adalah peningkatan suhu permukaan bumi yang memicu perubahan iklim dan pemanasan global.

Meningkatnya permukaan air laut, mencairnya es di kutub, dan bencana perubahan iklim hanyalah beberapa dampak buruk dari kenaikan suhu global yang menimbulkan ancaman terhadap kehidupan seperti yang kita ketahui. Oleh karena itu, diperlukan strategi mitigasi seperti mengurangi konsumsi bahan bakar fosil, meningkatkan penggunaan sumber energi terbarukan, dan menerapkan pengelolaan limbah berkelanjutan. Rahasia untuk mengurangi dampak buruk efek rumah kaca adalah meningkatkan kesadaran masyarakat dan mendidik masyarakat tentang nilai perlindungan lingkungan. Respons inovatif terhadap perubahan iklim dan pelestarian keseimbangan ekologi untuk kesejahteraan bersama memerlukan kolaborasi antara sektor publik dan korporasi serta masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Addinsyah, A., Herumurti, W. (2017). Studi Timbulan dan Reduksi Sampah Rumah Kompos Serta Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca di Surabaya Timur. *Jurnal Teknik ITS*, 6 (1), 62 – 67.
- Al-Jauhari, A. (2021). Efek Rumah Kaca. *E-Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau, Dialog*, 44(1), i–Vi.
- Amheka, A. And Tuati, N.F. (2018) 'Peranan Energi Alternatif Ramah Lingkungan Dengan Biogas Limbah Perternakan Sapi di Wilayah Kupang NTT', *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*, 11(2), pp. 1–11.
- Anggraeni DY. 2015. Pengungkapan Emisi Gas Rumah Kaca, Kinerja Lingkungan, Dan Nilai Perusahaan. *Jurnal Akuntansi Dan Keuangan Indonesia*, 12(2): 188–209.

- Arisandi, Y. Et al. (2022) 'Transportasi Ramah Lingkungan Sebagai Solusi Pengganti Kendaraan yang Menggunakan Bahan Bakar Minyak Bumi', *jurnal informasi, teknologi, engineering, dan sains*. 2(1), pp. 68–73.
- Astra IM. 2010. Energi Dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 11(2):127–135.
- Bakas, I., Sieck, M., Hermann, T., Møller Andersen, F., Larsen, H. V. (2011). *Projections of Municipal Waste Management and Greenhouse Gases. Working paper. Copenhagen: European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production.*
- Boedoyo MS. 2011. Penerapan Teknologi Untuk Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(1):9–16.
- Covert T, Greenstone M, & Knittel CR. 2016. Will we ever stop using fossil fuels? *Journal of Economic Perspectives*, 30(1): 117–138.
- Hakim, muhamad lukman (2021) Minimalisir Efek Rumah Kaca Akibat Peternakan, Dimanakah Peran Dokter Hewan?, PKIP UNAIR. Available at: <https://unair.ac.id/minimalisir-efek-rumah-kaca-akibat-peternakan-dimanakah-peran-dokter-hewan/> (Accessed: 23 May 1BC).
- Hehanussa, D. F., Purnomo, H., & Subagyo, S. (2023). Pengaruh efek rumah kaca terhadap perubahan iklim. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(1), 1-11.
- Lajuardi, A.M., . Y. and . S. (2023) 'Analisis Efek Rumah Kaca serta Teknologi Penanggulangan Efek Rumah Kaca yang Terbaru', *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(4), pp. 975–978. Available at: <https://doi.org/10.47233/jpst.v2i4.1316>.
- Laramee, J and Davis, J. 2013. Economic and environmental impacts of domestic bio-digesters: Evidence from Arusha, Tanzania. *Energy for Sustainable Development*. Vol 17. 296–304.
- Levermore, G.J., 1985 : Monitoring and targeting; motivation and training. *Proceeding in Energy Management Experience Conference*. Cambridge, UK. 21-30
- Pratama, R. (2019). Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi. *Buletin Utama Teknik*, 14(2), 1410–4520.
- Sutrah, ayu., yulanda, C, G., astutin, L., D. (2019) Efek Rumah Kaca. *Pendidikan lingkungan, Universitas Riau*.
- Wahyudi J. 2019. Emisi Gas Rumah Kaca (Grk) Dari Pembakaran Terbuka Sampah Rumah Tangga Menggunakan Model Ippc. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan Dan IPTEK*, 15(1): 65–76.
- Yogiswara, I. G. N. A., dan Sutrisna, I. K. 2021. Pengaruh perubahan iklim terhadap hasil produksi ikan di Kabupaten Badung. *E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana*, 10(9), 3613-3643.