

Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO₂) di Dalam Ruangan Dari Aktivitas Memasak Rumah Tangga Dengan Jenis Bahan Bakar Berbeda : *Literature Review*

RIYANDA REVANOLIN¹, MILA DIRGAWATI²

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: revanolinriyanda@gmail.com

ABSTRAK

Pencemaran udara di dalam ruang merupakan salah satu masalah yang kurang mendapatkan perhatian masyarakat. Manusia menghabiskan sekitar 90% hidupnya di dalam ruangan. Pencemaran udara di dalam ruangan dapat disebabkan oleh banyak hal, sumber yang menghasilkan banyak pencemar berasal dari kegiatan memasak. Diketahui bahwa setengah dari populasi manusia menetap di rumah yang tercemar oleh asap kegiatan memasak. Pencemar yang berasal dari kegiatan memasak dipengaruhi oleh jenis bahan bakar yang digunakan dan dengan dukungan lingkungan sekitar seperti keberadaan ventilasi. Pembakaran yang tidak efisien akan menghasilkan pencemar karbon monoksida (CO). Salah satu cara untuk melihat efisiensi pembakaran dilakukan dengan menghitung rasio CO/CO₂.

Kata kunci: Pencemar dalam ruang, Karbon Dioksida (CO₂), Karbon Monoksida (CO), Aktivitas memasak

1. PENDAHULUAN

Pencemaran udara terjadi dikarenakan masuknya zat lain ke dalam udara yang mengubah komponen pada udara tersebut sehingga melampaui baku mutu (PP No. 21, 2021). Wilayah Asia Tenggara merupakan wilayah dengan angka kematian tertinggi akibat pencemaran udara di dalam dan di luar ruangan. *World Health Organization* (WHO) melaporkan, pada tahun 2020 terjadi 3,2 juta kematian akibat pencemaran udara di dalam ruangan. Penelitian terdahulu mendapati bahwa pencemaran udara di dalam ruangan lebih mematikan dibandingkan dengan pencemaran udara di luar ruangan (Saini dkk., 2020). Pencemaran udara di dalam ruangan dari hasil kegiatan memasak rumah tangga dapat menjadi masalah serius di dalam rumah tangga (Huboyo dkk., 2014). Gas buang yang dapat dihasilkan dari kegiatan memasak salah satunya yaitu karbon dioksida (CO₂) (Indrawati dkk., 2016) dan karbon monoksida (CO) (Sutar dkk., 2020). CO dihasilkan dari pembakaran yang tidak efisien (Sutar dkk., 2020). Kementerian energi dan sumber daya mineral (ESDM) mengadakan program konversi nasional minyak tanah ke *Liquid Petroleum Gas* (LPG), diketahui bahwa LPG merupakan salah satu bahan bakar ramah lingkungan (Permadi dkk., 2017). Beberapa masyarakat di daerah Jawa Barat masih menggunakan bahan bakar minyak tanah (0,16%) dan kayu bakar (7,94%) sebagai bahan bakar untuk memasak (BPS, 2022). Studi ini bertujuan untuk melakukan studi literatur terkait pemantauan kualitas udara di dalam ruangan

dari hasil kegiatan memasak skala rumah tangga dengan jenis bahan bakar yang berbeda dengan fokus kepada parameter CO dan CO₂

2. METODOLOGI

Pada studi ini akan dilakukan identifikasi pencemaran CO dan CO₂ yang berasal dari hasil kegiatan memasak rumah tangga dengan jenis bahan bakar berbeda (LPG, minyak tanah, dan kayu bakar) dengan metode studi literatur dari berbagai sumber. Acuan terkait konsentrasi CO dan CO₂ yang aman di dalam ruangan adalah dari Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1077 Tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah. Terkait pemantauan kualitas udara di dalam ruang khususnya yang melakukan kegiatan memasak dan faktor-faktor yang memungkinkan berpengaruh terhadap konsentrasi pencemar di dalam ruang didapati dari sumber-sumber seperti publikasi resmi, jurnal, dan buku.

Adapun keterbatasan pada penelitian ini, identifikasi dilakukan secara kualitatif dan tidak melihat secara mendalam terkait pengukuran dan faktor yang sangat berpengaruh terhadap konsentrasi CO dan CO₂ yang berada di dalam ruangan. Melainkan penelitian ini hanya bertujuan untuk mengetahui hal-hal tersebut secara mendasar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pencemaran Udara Dalam Ruang

Pencemar di dalam ruang dapat berasal dari pembakaran yang tidak efisien untuk memasak (WHO, 2022). Selain aktivitas memasak, pencemar di dalam ruang juga dapat berasal dari aktivitas lainnya yang dilakukan oleh penghuni rumah seperti merokok dan pembakaran lilin (Pietrogrande dkk., 2021). Kadar maksimal CO dan CO₂ di dalam ruangan secara berturut-turut adalah 9 ppm dan 1000 ppm dengan kurun waktu 8 (delapan) jam (PerMenKes No.1077, 2011). Pada daerah perkotaan, rumah yang berlokasi dekat dengan lalu lintas cenderung memiliki pencemar dalam ruangan dengan konsentrasi tinggi (Apte dan Salvi, 2016). Kualitas udara dalam ruang yang buruk dapat menyebabkan gejala-gejala kesehatan seperti mata kering, kelelahan, hidung tersumbat, gejala-gejala tersebut dapat disebut dengan *sick building syndrome* (Aurora, 2021). Emisi pencemar di dalam ruangan dapat dikurangi dengan meningkatkan efisiensi pembakaran dan kualitas bahan bakar yang digunakan (Q. Li dkk., 2017). Memasak dengan bahan bakar dan metode yang berbeda dapat memberikan polusi yang berbeda pula (Zettira dan Yudhastuti, 2022).

3.2 Faktor yang Berpengaruh Terhadap Pencemar Dalam Ruang

Sirkulasi udara yang minim ke dalam ruangan dapat meningkatkan kadar gas CO (Rahmah, 2016). CO dapat berubah menjadi CO₂ ketika O₂ bereaksi dengan CO (Soemirat, 2018). Ketika aktivitas memasak dilakukan, CO dihasilkan saat kekurangan pasokan oksigen yang menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna (Haryanto dan Triyono, 2013). Pada penelitian (Alonso dkk., 2022) mengatakan bahwa rumah dengan ventilasi tertutup memiliki konsentrasi pencemar yang tinggi. Konsentrasi CO yang dihasilkan dari kompor dengan bahan bakar kayu bakar biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan kompor yang menggunakan bahan bakar lainnya (Gautam dkk., 2019). CO₂ dalam kondisi volume ruangan yang kecil dan jumlah penghuni yang banyak akan meningkat (Kozielska dkk., 2020). Tanpa dilengkapi ventilasi, kualitas udara di dalam ruang akan semakin memburuk (Q. Li dkk., 2017). Frekuensi memasak dapat memiliki pengaruh terhadap konsentrasi pencemar yang dihasilkan (Sun dan Wallace, 2021). Konsentrasi CO dan CO₂ di dalam

ruang yang berasal dari hasil pembakaran kegiatan memasak dapat dipengaruhi beberapa parameter seperti jenis bahan bakar, jenis kompor, dan ventilasi (Li dkk., 2015).

3.3 Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruang

Kualitas udara di dalam ruang dapat diukur menggunakan *low-cost sensor*, alat tersebut dapat memantau kualitas udara secara *real-time* dengan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan alat pantau udara pada umumnya (Karagulian dkk., 2019). *AirVisual Indoor* merupakan salah satu alat yang digunakan untuk memantau kualitas udara dalam ruang. Alat tersebut telah dievaluasi dengan *Met One Beta Attenuation Monitor* dan diadapati bahwa *AirVisual Indoor* memiliki tingkat presisi yang baik (Atfeh dkk., 2020), akurasi yang tinggi (Zamora dkk., 2020), dan linearitas yang baik (He dkk., 2020). Ketika melakukan pengukuran dengan alat *AirVisual* perlu dipastikan untuk memiliki ketersediaan listrik yang digunakan untuk mengisi ulang daya dari alat tersebut, apabila daya habis maka data yang telah diukur dapat terhapus (Kabera dkk., 2020). Bosean T-Z01 juga merupakan salah satu alat yang dapat mengukur kualitas udara di dalam ruangan dengan penyimpanan yang dapat dilakukan selama 8 (delapan) jam.

Untuk pemantauan udara yang dilakukan untuk melihat konsentrasi CO dan CO₂ dari kegiatan memasak, alat pantau diletakkan di daerah dapur (Sharma dan Jain, 2019). Alat pantau diletakkan setinggi *breathing level* dari lantai (EPA, 2023) dan alat pantau diletakkan tidak terlalu dekat dengan sumber api, pintu, ataupun jendela (Huboyo dkk., 2014). Peletakkan alat pantau untuk pemantauan kualitas udara di dalam rumah juga diperhatikan terkait mobilitas dari penghuni rumah agar tidak mengganggu pemantauan (Sharma dan Jain, 2019). Pada penelitian (Aziz dkk., 2021) pemantauan dilakukan selama 3 hari *week-day* dan 1 hari *week-end* di mana hari-hari pengukuran tersebut dianggap merepresentasikan kondisi kualitas udara.

3.4 Distribusi Temporal dan Efisiensi Pembakaran

Adapun hal yang dapat mempengaruhi distribusi temporal di dalam ruangan yaitu struktur rumah, tata ruang dan juga ventilasi (Nie dkk., 2016). Distribusi temporal akan menunjukkan konsentrasi pada setiap waktunya (Rivaldi, 2021). Adanya perbedaan konsentrasi polutan pada hari kerja dan hari libur dikarenakan adanya perbedaan dalam pola aktivitas yang dilakukan oleh penghuni rumah (Mazaheri dkk., 2018).

Rasio CO/CO₂ digunakan pula untuk melihat efisiensi pembakaran yang terjadi (Halliday dkk., 2019). Rasio CO/CO₂ yang baik harus kurang dari 0,02 (Robby, 2019). Pada pembakaran yang memiliki efisiensi tinggi menghasilkan CO dengan nilai yang sangat rendah dan apabila pembakaran yang memiliki efisiensi rendah menghasilkan CO dengan nilai yang tinggi (Halliday dkk., 2019).

4. KESIMPULAN

Jenis bahan bakar yang berbeda dapat berpengaruh terhadap konsentrasi CO dan CO₂ dari aktivitas memasak di dalam ruang. Faktor lain yang dapat menjadi pengaruh yaitu sirkulasi udara, system ventilasi, frekuensi memasak, dan kondisi lingkungan di sekitar. Pemantauan kualitas udara di dalam ruang khususnya parameter CO dan CO₂ dapat dilakukan dalam kurun waktu 8 (delapan) jam dengan mengacu kepada PerMenKes N0,1077 Tahun 2011. Pemantauan dapat dilakukan pada hari-hari yang dianggap mewakili atau merepresentasikan kondisi kualitas udara dalam ruang. Distribusi temporal yang menunjukkan jam puncak dipengaruhi oleh aktivitas yang

dilakukan oleh penghuni rumah. Efisiensi pembakaran dapat dilihat dari rasio CO/CO₂ dan dikatakan baik ketika nilai rasio CO/CO₂ kurang dari 0,02.

DAFTAR RUJUKAN

- Alonso, M. J., Moazami, T. N., Liu, P., Jørgensen, R. B., dan Mathisen, H. M. (2022). Assessing the indoor air quality and their predictor variable in 21 home offices during the Covid-19 pandemic in Norway. *Building and Environment*, 225, 109580.
- Apte, K., dan Salvi, S. (2016). Household air pollution and its effects on health. *F1000Research*, 5.
- Atfeh, B., Kristóf, E., Mészáros, R., dan Barcza, Z. (2020). Evaluating the effect of data processing techniques on indoor air quality assessment in Budapest.
- Aurora, W. I. D. (2021). Efek Indoor Air Pollution Terhadap Kesehatan. *Electronic Journal Scientific of Environmental Health And Disease*, 2(1), 32-39.
- Aziz, M. F., Abdurrachman, A., Chandra, I., Majid, L. I., Vaicdan, F., dan Salam, R. A. (2021). Pemantauan Konsentrasi Gas (Co₂, No₂) Dan Partikulat (Pm_{2.5}) Pada Struktur Horizontal Di Kawasan Dayeuhkolot, Cekungan Udara Bandung Raya. *Jurnal Sains Dirgantara*, 18(1), 1-12.
- BPS. (2022, Oktober 4). Persentase Rumah Tangga Menurut Provinsi dan Bahan Bakar Untuk Memasak. Diunduh dari <https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/10/1364/persentase-rumah-tangga-menurut-provinsi-dan-bahan-bakar-utama-untuk-memasak-tahun-2001-2007-2021.html>
- EPA. (2023). A Guide to Siting and Installing Air Sensor. Diunduh dari <https://www.epa.gov/air-sensor-toolbox/guide-siting-and-installing-air-sensors>
- Gautam, S., Pillariseti, A., Yadav, A., Singh, D., Arora, N., dan Smith, K. (2019). Daily average exposures to carbon monoxide from combustion of biomass fuels in rural households of Haryana, India. *Environment, Development and Sustainability*, 21, 2567-2575.
- Halliday, H., DiGangi, J., Choi, Y., Diskin, G., Pusede, S., Rana, M., Nowak, J., Knote, C., Ren, X., dan He, H. (2019). Using short-term CO/CO₂ ratios to assess air mass differences over the Korean Peninsula during KORUS-AQ. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124(20), 10951-10972.
- Haryanto, A., dan Triyono, S. (2013). STUDI EMISI TUNGKU MASAK RUMAH TANGGA (Study for Emission Characteristic of Household Stoves).
- He, R., Han, T., Bachman, D., Carluccio, D. J., Jaeger, R., Zhang, J., Thirumurugesan, S., Andrews, C., dan Mainelis, G. (2020). Evaluation of two low-cost PM monitors under different laboratory and indoor conditions. *Aerosol science and technology*, 55(3), 316-331.
- Huboyo, Tohno, S., Lestari, P., Mizohata, A., dan Okumura, M. (2014). Characteristics of indoor air pollution in rural mountainous and rural coastal communities in Indonesia. *Atmospheric Environment*, 82, 343-350.
- Indrawati, E. D., Hermawan, H., dan Huboyo, H. S. (2016). Analisis Emisi Co₂ Antropogenik Rumah Tangga Di Kelurahan Patukangan, Pekauman Dan Balok, Kabupaten Kendal. *Indonesian Journal of Conservation*, 4(1).
- Kabera, T., Bartington, S., Uwanyirigira, C., Abimana, P., dan Pope, F. (2020). Indoor PM_{2.5} characteristics and CO concentration in households using biomass fuel in Kigali, Rwanda. *International Journal of Environmental Studies*, 77(6), 998-1011.

- Karagulian, F., Barbieri, M., Kotsev, A., Spinelle, L., Gerboles, M., Lagler, F., Redon, N., Crunaire, S., dan Borowiak, A. (2019). Review of the performance of low-cost sensors for air quality monitoring. *Atmosphere*, 10(9), 506.
- Kozielska, B., Mainka, A., Żak, M., Kaleta, D., dan Mucha, W. (2020). Indoor air quality in residential buildings in Upper Silesia, Poland. *Building and Environment*, 177, 106914.
- Li, Shu, M., Ho, S. S. H., Wang, C., Cao, J.-J., Wang, G.-H., Wang, X.-X., Wang, K., dan Zhao, X.-Q. (2015). Characteristics of PM_{2.5} emitted from different cooking activities in China. *Atmospheric Research*, 166, 83-91.
- Li, Q., Jiang, J., Wang, S., Rumchev, K., Mead-Hunter, R., Morawska, L., dan Hao, J. (2017). Impacts of household coal and biomass combustion on indoor and ambient air quality in China: Current status and implication. *Science of the Total Environment*, 576, 347-361.
- Mazaheri, M., Clifford, S., Yeganeh, B., Viana, M., Rizza, V., Flament, R., Buonanno, G., dan Morawska, L. (2018). Investigations into factors affecting personal exposure to particles in urban microenvironments using low-cost sensors. *Environment international*, 120, 496-504.
- Nie, P., Sousa-Poza, A., dan Xue, J. (2016). Fuel for life: domestic cooking fuels and women's health in rural China. *International journal of environmental research and public health*, 13(8), 810.
- Permadi, D. A., Sofyan, A., dan Oanh, N. T. K. (2017). Assessment of emissions of greenhouse gases and air pollutants in Indonesia and impacts of national policy for elimination of kerosene use in cooking. *Atmospheric Environment*, 154, 82-94.
- PerMenKes No.1077. (2011). *Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah*
- Pietrogrande, M. C., Casari, L., Demaria, G., dan Russo, M. (2021). Indoor air quality in domestic environments during periods close to Italian COVID-19 lockdown. *International journal of environmental research and public health*, 18(8), 4060.
- PP No. 21, P. P. (2021). *Penyelenggaraan Penataan Ruang*.
- Rahmah, S. N. (2016). Hubungan Paparan Gas CO (Karbon Monoksida) Di Udara Dengan Kadar COHb Darah Petugas Parkir Basement Di Mall Surabaya. *Sumber*, 13(11).
- Rivaldi, R. A. (2021). Hubungan Distribusi Temporal PM_{2.5} Dengan Faktor Meteorologi Dan Penelusuran Trajektori PM_{2.5} Dengan Model Hysplit Di Kota Bandung. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Robby, W. P. (2019). Analisis Konsentrasi Particulate Matter 2, 5 (PM_{2.5}), Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO₂), Rasio CO/CO₂ Dan Laju Konsumsi Bahan Bakar Akibat Penggunaan Kompor Biomassa Berbahan Bakar Limbah Tongkol Jagung Dan Sekam Padi. Universitas Andalas.
- Saini, J., Dutta, M., dan Marques, G. (2020). A comprehensive review on indoor air quality monitoring systems for enhanced public health. *Sustainable environment research*, 30(1), 1-12.
- Sharma, D., dan Jain, S. (2019). Impact of intervention of biomass cookstove technologies and kitchen characteristics on indoor air quality and human exposure in rural settings of India. *Environment international*, 123, 240-255.
- Soemirat, J. (2018). *Kesehatan lingkungan*: Gadjah Mada University Press.
- Sun, L., dan Wallace, L. A. (2021). Residential cooking and use of kitchen ventilation: The impact on exposure. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 71(7), 830-843.
- Sutar, K. B., Kumar, M., Patel, M. K., Kumar, A., dan Mokashi, S. R. (2020). Experimental investigation on pot design and efficiency of LPG utilization for some domestic cooking processes. *Energy for sustainable development*, 56, 67-72.

WHO. (2022). *Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment*. Retrieved from

Zamora, M. L., Rice, J., dan Koehler, K. (2020). One year evaluation of three low-cost PM_{2.5} monitors. *Atmospheric Environment*, 235, 117615.

Zettira, T., dan Yudhastuti, R. (2022). Perbedaan polutan penyebab polusi udara dalam ruangan pada negara maju dan berkembang: Literature Review.