



EDUKASI PADA MASYARAKAT MENGENAI PERAN MIKROORGANISME DALAM PERUBAHAN IKLIM

Daru Seto Bagus Anugrah¹, Dionysius Subali¹, Diana Elizabeth Waturangi¹, Rory Hutagalung¹ dan Jessica Ignatius Amanda²

¹Prodi Bioteknologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
Email: daru.seto@atmajaya.ac.id

²Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Teknobiologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

ABSTRACT

Climate change is a hot topic and attracts great attention because it causes a series of side effects for the environment and living organisms in the world. Microorganisms are involved in many processes in nature that can affect climate change, including the complex cycle of phosphorus, sulfur, nitrogen, oxygen, and carbon. Microorganisms also play a role in producing and reducing greenhouse gases such as carbon dioxide and methane. In addition, microorganisms can respond positively or negatively to temperature. Understanding the activity of microorganisms is very important to know their functions and uses in the development of technologies that can combat climate change itself. Currently, the general public does not yet know the functions and uses of microorganisms to combat climate change. In collaboration with the American Society for Microbiology and Nutrienvirus Technologies, the Faculty of Biology, Atma Jaya Catholic University of Indonesia, conducts community service activities through online seminars on the role of microorganisms in climate change. Seminars are held online using the Zoom conference app. The participants in this activity were 210 people, including twenty-three high school students, seventy-six students, one housewife, seventy-two lecturers, four private employees, fourteen civil servants, and ten researchers. The forms of activities carried out were the presentation of the material, question and answer sessions, and the provision of questionnaires to the participants before and after the presentation of the material. The materials given are Soil Microbiomes and Climate Changes and Bacterial Ice Nucleation, and Air Microbiology. Speakers provide material based on the literature and the results of research that has been done. Questionnaires were administered online using the Mentimeter and Kahoot apps. The questionnaire results showed an increase in participants' understanding of the role of microorganisms in climate change.

Keywords: climate change, microorganisms, nature, organism

ABSTRAK

Perubahan iklim menjadi topik yang menarik perhatian yang besar karena menyebabkan serangkaian efek samping bagi lingkungan maupun organisme hidup di dunia. Mikroorganisme terlibat pada banyak proses di alam yang dapat mempengaruhi perubahan iklim antara lain siklus fosfor, sulfur, nitrogen, oksigen dan karbon. Mikroorganisme juga berperan dalam menghasilkan dan mengurangi gas rumah kaca seperti karbon dioksida dan metana. Selain itu, mikroorganisme dapat memberikan respon positif maupun negatif terhadap suhu. Memahami aktivitas mikroorganisme sangat penting untuk mengetahui fungsi dan kegunaan dalam pengembangan teknologi yang dapat memerangi perubahan iklim itu sendiri. Saat ini, masyarakat umum belum mengetahui fungsi dan kegunaan mikroorganisme sebagai teknologi dalam memerangi perubahan iklim. Bekerja sama dengan American Society for Microbiology dan Nutrienvirus Technologies, Fakultas Teknobiologi Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya melakukan kegiatan pengabdian masyarakat (PKM) melalui seminar secara daring mengenai peran mikroorganisme dengan perubahan iklim. Seminar diadakan secara daring menggunakan aplikasi konferensi Zoom. Peserta yang mengikuti kegiatan ini sejumlah 210 orang meliputi 23 orang siswa SMA, 76 orang mahasiswa, 1 orang ibu rumah tangga, 72 orang dosen, 4 orang karyawan swasta, 14 orang PNS, dan 10 orang peneliti. Bentuk kegiatan yang dilakukan adalah pemaparan materi, sesi tanya jawab, dan pemberian kuesioner kepada para peserta sebelum dan sesudah pemaparan materi. Materi yang diberikan adalah Soil Microbiomes and Climate Changes and Bacterial Ice Nucleation and Air Microbiology. Pembicara memberikan materi berdasarkan literatur dan hasil penelitian yang telah dilakukannya. Kuesioner diberikan secara daring menggunakan aplikasi Mentimeter dan Kahoot. Hasil kuesioner menunjukkan terjadi peningkatan pemahaman peserta terhadap peran mikroorganisme terhadap perubahan iklim.

Kata kunci: Alam, mikroorganisme, perubahan iklim, organisme

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim sangat dipengaruhi oleh aktivitas organisme di Bumi sehingga menjadi perhatian besar terutama bagi kalangan pengamat lingkungan dan peneliti (Ripple et al., 2017). Tidak hanya

aktivitas makroorganisme (manusia, binatang, dan tumbuhan) saja, namun, aktivitas mikroorganisme juga diperhitungkan dalam perubahan iklim yang terjadi. Meskipun tidak terlihat dengan mata telanjang, memiliki bentuk yang berbeda-beda, dan kelimpahan yang sangat besar, mikroorganisme memainkan peran besar dalam ekosistem global (Flemming & Wuertz, 2019). Perubahan keanekaragaman dan aktivitas mikroorganisme akan mempengaruhi iklim dan semua organisme (Cavicchioli et al., 2019). Mikroorganisme memiliki peran kunci dalam siklus kompleks fosfor, sulfur, nitrogen, oksigen dan karbon yang sangat berpengaruh terhadap makroorganisme bahkan jaring makanan global (Burdass & Hurst, 2017). Mikroorganisme dapat hidup di semua lingkungan di Bumi yang ditempati oleh organisme makroskopis. Terlebih lagi, mikroorganisme merupakan satu-satunya bentuk kehidupan di lingkungan yang sulit ditemukan makroorganisme lain, seperti lingkungan bawah permukaan laut yang dalam dan lingkungan 'ekstrim'.

Memahami peran mikroorganisme di sekitar mereka serta pengaruhnya bagi lingkungan menjadi ketertarikan tersendiri bagi masyarakat umum. Masyarakat cenderung untuk mengabaikan mikroorganisme dalam aktivitasnya, termasuk dalam perubahan iklim. Untuk memberikan edukasi kepada masyarakat tentang peran mikroorganisme terhadap perubahan iklim, tim pengabdian masyarakat (PKM) Fakultas Teknobiologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya bersama *America Society for Microbiology* (ASM) dan *Nutrienvisus Technologies* melakukan seminar dengan pembicara yang sangat kompeten dibidang mikroorganisme. Kegiatan dipimpin oleh Bapak Dr. Rory Hutagalung dan pematerinya adalah Dr. Lili Rosana Mesak (*Soil Microbiomes and Climate Changes*, dari *Nutrienvisus Technologies*) dan Prof. Dr. Diana E. Waturangi (*Bacterial Ice Nucleation and Air Microbiology*, dari ASM).

2. METODE PELAKSANAAN PKM

Khalayak sasaran dari kegiatan ini adalah masyarakat umum yang mencakup siswa/i SMA, mahasiswa, dosen, peneliti, PNS, dan lainnya. Kegiatan dilakukan secara daring menggunakan media Zoom dari Universitas Katolik Atma Jaya. Edukasi diberikan melalui seminar secara daring dilaksanakan pada tanggal 27 April 2021 meliputi pemaparan materi mengenai *Soil Microbiomes and Climate Changes* dan mengenai *Bacterial Ice Nucleation and Air Microbiology*. Jumlah seluruh peserta pada kegiatan ini sebanyak 210 orang yang meliputi 23 orang siswa SMA, 76 orang mahasiswa, 1 orang ibu rumah tangga, 72 orang dosen, 4 orang karyawan swasta, 14 orang PNS, dan 10 orang peneliti. Peserta dengan rentang usia 15-23, 24-30, 31-50, dan >50 tahun secara berturut-turut sebanyak 84, 57, 35, dan 34 orang. Evaluasi kegiatan dilakukan dengan menilai pengetahuan peserta terhadap soal yang diberikan oleh tim PKM. Penilaian dilakukan secara daring menggunakan aplikasi Mentimeter dan Kahoot. Sebelum materi diberikan, para peserta harus mengerjakan *pre-test* sebagai evaluasi pendahuluan. Kemudian, para peserta dipersilakan untuk mengerjakan *post-test* dengan menggunakan aplikasi Kahoot setelah pemberian materi sebagai evaluasi pasca materi. Pertanyaan-pertanyaan pada saat *pre-test* dan *post-test* diberikan untuk mengevaluasi pemahaman peserta sebelum dan setelah pemberian materi. Setelah pemberian materi, diadakan sesi diskusi interaktif antara peserta dengan pembicara. Monitoring terhadap aktivitas seminar umum dilakukan sebelum dan sesudah kegiatan. Evaluasi keseluruhan acara dilakukan pada akhir sesi seminar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

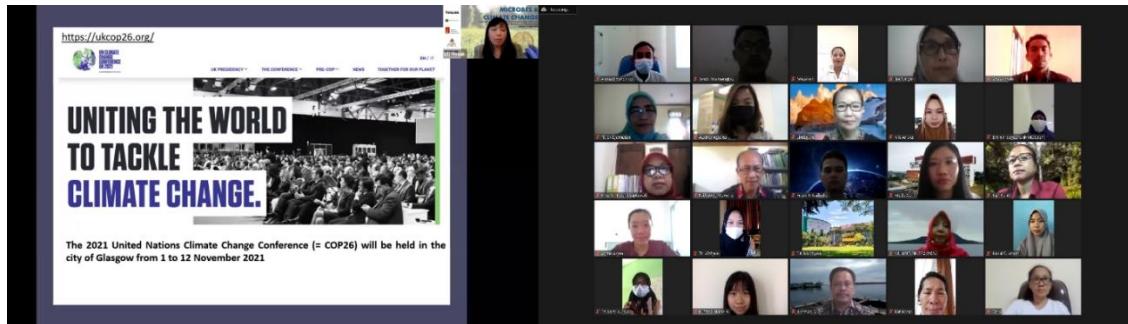
Seminar umum secara daring melalui media Zoom pada 27 April 2021 yang dihadiri oleh 210 orang (di luar tim pengabdi) (



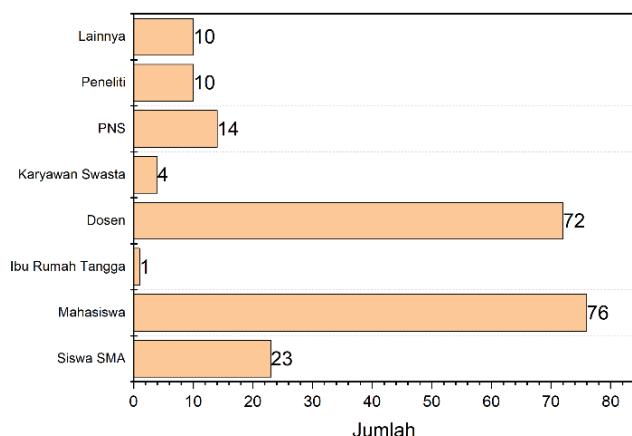
Gambar 1). Profesi peserta seminar terdiri dari 23 orang siswa SMA, 76 orang mahasiswa, 1 orang ibu rumah tangga, 72 orang dosen, 4 orang karyawan swasta, 14 orang PNS, 10 orang peneliti, dan 10 orang lainnya (

Gambar 2). Jumlah peserta berdasarkan rentang usia peserta ditunjukkan pada **Gambar 3**. Antusiasme masyarakat terhadap kegiatan ini sangat besar yang ditunjukkan pada tingginya jumlah peserta yang mengikuti kegiatan ini. Hal tersebut tidak terlepas dari peran pemateri yang profesional di bidang mikroorganisme.

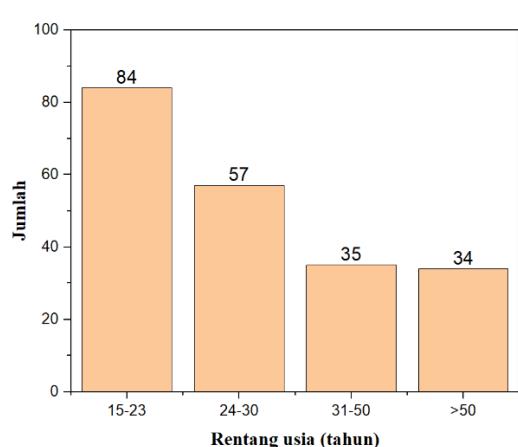
Gambar 1
Dokumentasi Acara Seminar



Gambar 2
Sebaran Profesi Peserta Seminar



Gambar 3
Sebaran Jumlah Peserta Seminar Berdasarkan Rentang Usia 15-23, 24-30, 31-50, dan >50 Tahun



Sebelum pemberian materi, para peserta harus mengerjakan *pre-test* daring sebagai evaluasi pendahuluan dan akan diberikan *post-test* setelah penyampaian materi untuk menguji pemahaman peserta terhadap materi yang sudah disampaikan. Pertanyaan-pertanyaan di bawah ini diajukan kepada para peserta dalam *pre-test* dan *post-test* secara daring.

1. Berikut merupakan jalur mikroorganisme di udara, kecuali: (kunci: D)
 - A. Launching
 - B. Transport
 - C. Deposisi
 - D. Presipitasi

2. Bakteri *ice nucleation activity* yang pertama kali dipelajari... (kunci: B)
 - A. *Pseudomonas aeruginosa*
 - B. *Pseudomonas syringae*
 - C. *Pantoea ananatis*
 - D. *Pantoea syringae*

3. Data ilmiah yang membuktikan bahwa perubahan iklim (*climate change*) benar terjadi dan telah menjadi masalah dunia ialah... (kunci: D)
 - A. Peningkatan gas rumah kaca (*greenhouse gases*) seperti CO₂, N₂O, CH₄, O₃
 - B. Peningkatan suhu udara
 - C. Naiknya permukaan laut
 - D. Ketiga jawaban diatas benar

4. Para peneliti memprediksi kenaikan suhu global pada tahun 2100 sebesar... (kunci: C)
 - A. 1°C
 - B. 1.5°C
 - C. 3.7°C
 - D. >4°C

Materi seminar dibawakan oleh ibu Dr. Lili Rosana Mesak dari *Nutrienvirus Technologies* dan ibu Prof. Dr. Diana E. Waturangi dari ASM. Topik *Soil Microbiomes and Climate Changes* yang dibawakan Ibu Lili berfokus pada peran mikroorganisme tanah pada siklus biogeokimia dari makronutrien, mikronutrien, dan unsur penting lainnya yang bermanfaat bagi kehidupan tanaman dan hewan. Berdasarkan pemaparan Ibu Lili, peserta dapat memahami mekanisme dan alur siklus biogeokimia oleh mikroorganisme. Kemudian, Ibu Diana membawakan materi dengan topik *Bacterial Ice Nucleation and Air Microbiology*. Ibu Diana memaparkan materi mengenai fenomena pembentukan kristalisasi es oleh bakteri. Bakteri dapat berperan sebagai inti es biologis (*biological ice nucleator*) pada suhu -2° hingga -3° C. Berdasarkan kedua pemaparan materi tersebut, aktivitas bakteri sangat berpengaruh terhadap perubahan iklim. Selain itu, aktivitas bakteri dapat dibuat menjadi teknologi yang mampu mengurangi dampak negatif perubahan iklim.

Setelah sesi pemaparan materi oleh pembicara, peserta seminar diberikan kesempatan untuk memberikan pertanyaan pada sesi tanya jawab (

Gambar 4). Peserta diberikan kesempatan bertanya melalui tulisan maupun lisan dengan bertanya langsung selama sesi tanya jawab oleh tim PKM. Terdapat 8 pertanyaan secara tertulis dan 1 pertanyaan secara lisan yang diberikan peserta kepada pembicara terkait materi yang diberikan maupun fenomena aktivitas mikroorganisme berdasarkan pengalaman peserta.



Gambar 4

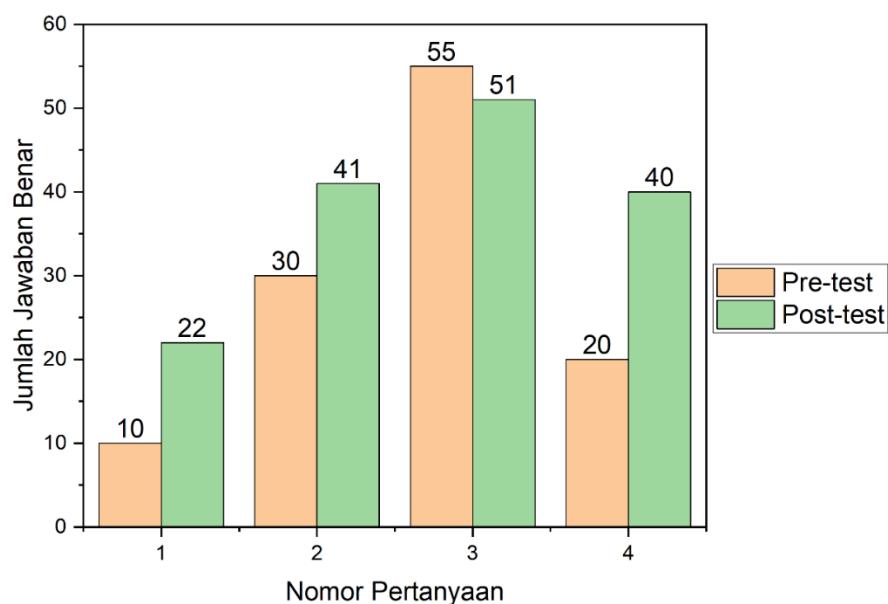
Pertanyaan yang Diberikan kepada Prof. Dr. Diana E. Waturangi pada Sesi Tanya Jawab

Dari: Prilya Dewi
Untuk: Ibu Diana
1. Beberapa waktu lalu muncul tren penggunaan chamber disinfektan sekaligus ada yang dilengkapi UV untuk antisipasi penyebaran virus corona, bagaimana teknologi tersebut memengaruhi keberadaan mikroba udara secara umum (bakteri, spora fungi) dsb?
2. Jika bakteri INA digunakan sebagai insektisida sementara juga akan berdampak sebagai patogen pada tanaman apakah perlu pendekatan genome editing atau dilakukan mutasi gen pada bakteri yang digunakan?



Gambar 5

Hasil Pre-test dan Post-test Peserta



Kemudian, kegiatan dilanjutkan dengan sesi *post-test*. Hasil *pre-test* dan *post-test* ditunjukkan pada

Gambar 5. Secara umum, pertanyaan yang sedikit terjawab terdapat pada pertanyaan nomor 1 dan 4. Pada hasil *pre-test*, sebanyak 10 orang menjawab benar pada soal nomor 1. Pada pertanyaan ini, peserta digali pemahaman mengenai jalur mikroorganisme di udara yang meliputi *launching*, *transport*, dan *deposisi* (Pepper & Gerba, 2015). Presipitasi bukanlah merupakan jalur mikroorganisme di udara. Pada soal nomor 2 bertanya tentang aktivitas *ice nucleation* oleh mikroorganisme. *Pseudomonas syringae* merupakan bakteri gram-negatif pertama yang dipelajari mengenai fenomena *ice nucleation* (Li et al., 2012). Pada soal ini terdapat 30 orang yang menjawab dengan benar. Pada soal nomor 3 terdapat 55 orang yang menjawab dengan benar mengenai data ilmiah yang menunjukkan terjadinya perubahan iklim antara lain peningkatan gas rumah kaca

(*green-house gases*) seperti CO₂, N₂O, CH₄, O₃, peningkatan suhu udara, dan naiknya permukaan laut (Ledley et al., 1999). Soal nomor 4 dijawab dengan benar oleh 20 orang peserta mengenai prediksi para peneliti mengenai peningkatan suhu global pada tahun 2100 sebesar 3,7 °C (Heald et al., 2008).

Setelah pemberian materi selesai diberikan, para peserta dipersilahkan untuk mengerjakan *post-test* secara daring. Sebanyak 22 orang menjawab dengan jawaban yang benar pada soal nomor 1. Pada soal nomor 2 terdapat 41 orang yang menjawab dengan jawaban benar. Pada soal nomor 3 terdapat 51 orang dengan jawaban benar. Selanjutnya, pada soal nomor 4 terdapat 40 orang dengan jawaban yang benar. Secara umum, terjadi peningkatan jawaban benar dari peserta. Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pemahaman para peserta terhadap peran mikroorganisme dalam perubahan iklim melalui kegiatan edukasi ini.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Program PKM secara daring yang dilakukan oleh Fakultas Teknobiologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya didukung oleh organisasi ASM dan *Nutrienvisus Technologies* dihadiri oleh 210 peserta dengan beragam latar belakang profesi dan rentang usia. Seluruh kegiatan telah berlangsung dengan baik. Materi yang dibawakan ibu Dr. Lili Rosana Mesak dan ibu Prof. Dr. Diana E. Waturangi sangat menunjukkan peran mikroorganisme terhadap perubahan iklim. Melalui kegiatan pengabdian ini, para peserta lebih memahami peran mikroorganisme di sekitar mereka serta pengaruhnya bagi perubahan iklim. Terlebih lagi, peserta diedukasi untuk lebih memahami aktivitas mikroorganisme sebagai teknologi yang dapat memerangi perubahan iklim yang saat ini terjadi. Hal ini dapat dilihat seiring dengan adanya peningkatan pemahaman materi yang diperoleh para peserta melalui umpan balik yang diberika melalui sesi *pre-test* dan *post-test* singkat pada awal dan akhir penyampaian materi.

Ucapan Terima Kasih (*Acknowledgement*)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada organisasi *American Society for Microbiology* (ASM) dan *Nutrienvisus Technologies* yang telah memberikan materi terbaiknya dalam mengedukasi masyarakat Indonesia.

REFERENSI

- Burdass, D., & Hurst, J. (2017). Microbes and climate change. *Society for General Microbiology*, 1(March 2016), 1–8. <https://www.asm.org/images/Colloquia-report/FAQ-Microbes-and-Climate-change-web.pdf>
- Cavicchioli, R., Ripple, W. J., Timmis, K. N., Azam, F., Bakken, L. R., Baylis, M., Behrenfeld, M. J., Boetius, A., Boyd, P. W., Classen, A. T., Crowther, T. W., Danovaro, R., Foreman, C. M., Huisman, J., Hutchins, D. A., Jansson, J. K., Karl, D. M., Koskella, B., Mark Welch, D. B., ... Webster, N. S. (2019). Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change. *Nature Reviews Microbiology*, 17(9), 569–586. <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0222-5>
- Flemming, H. C., & Wuertz, S. (2019). Bacteria and archaea on Earth and their abundance in biofilms. *Nature Reviews Microbiology*, 17(4), 247–260. <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0158-9>
- Heald, C. L., Henze, D. K., Horowitz, L. W., Feddema, J., Lamarque, J.-F., Guenther, A., Hess, P. G., Vitt, F., Seinfeld, J. H., Goldstein, A. H., & Fung, I. (2008). Predicted change in global secondary organic aerosol concentrations in response to future climate, emissions, and land



- use change. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D5), n/a-n/a. <https://doi.org/10.1029/2007JD009092>
- Ledley, T. S., Sundquist, E. T., Schwartz, S. E., Hall, D. K., Fellows, J. D., & Killeen, T. L. (1999). Climate change and greenhouse gases. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 80(39), 453–458. <https://doi.org/10.1029/99EO00325>
- Li, Q., Yan, Q., Chen, J., He, Y., Wang, J., Zhang, H., Yu, Z., & Li, L. (2012). Molecular Characterization of an Ice Nucleation Protein Variant (InaQ) from *Pseudomonas syringae* and the Analysis of Its Transmembrane Transport Activity in *Escherichia coli*. *International Journal of Biological Sciences*, 8(8), 1097–1108. <https://doi.org/10.7150/ijbs.4524>
- Pepper, I. L., & Gerba, C. P. (2015). Aeromicrobiology. In *Environmental Microbiology* (pp. 89–110). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394626-3.00005-3>
- Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Galetti, M., Alamgir, M., Crist, E., Mahmoud, M. I., & Laurance, W. F. (2017). World scientists' warning to humanity: A second notice. *BioScience*, 67(12), 1026–1028. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix125>