

Biomass and Bioinspired: Dari Alam Untuk Alam

Abdul Halim, Azmi Alvian Gabriel, Surya Iryana Ihsanpuro

Disubmit: 01 Mei 2023

Diterima: 23 Juni 2023

Diterbitkan: 06 Januari 2024

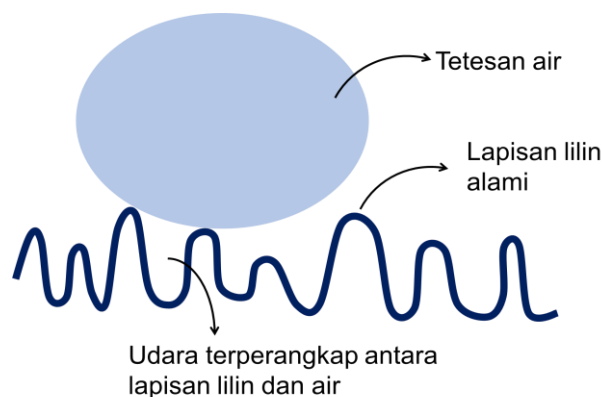
Abad terakhir ini merupakan abad yang menyumbangkan banyak polusi dan penyemaran lingkungan seperti mikroplastik, partikel mikro dan gas rumah kaca. Mikroplastik telah ditemukan di janin^[1] dan partikel mikro di udara menurunkan kecerdasan manusia^[2]. Untuk itu, penggunaan bahan yang lebih berkelanjutan (*sustainable*) seperti biomassa atau limbah biomassa sedang digalakkan baik sebagai kemasan^[3-7, 24], farmasi^[8], ataupun bahan bakar^[9]. Biomassa dianggap sebagai karbon netral karena saat kita menggunakan bahan biomassa maka sebenarnya biomassa tersebut sudah mengambil gas rumah kaca terlebih dahulu. Akan tetapi, penggunaan biomassa saat ini masih terkendala karena sifat-sifatnya sehingga perlu dicampur dengan zat-zat plastik seperti polyfluoroalkyl substances (PFAS)^[10,11]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, konsep bioinspired ditawarkan.

Bioinspired adalah teknologi yang terinspirasi dari alam. Alam telah memiliki desainnya masing-masing yang bersifat berkelanjutan, manusia hanya perlu belajar dan menirunya. Contoh, manusia meniru bagaimana burung terbang untuk membuat

pesawat. Insinyur Jepang menggunakan anatomi burung Kingfisher untuk membuat moncong shinkansen. Burung Kingfisher tidak mengeluarkan suara saat melesat menangkap mangsa. Anatomi paruh Kingfisher digunakan agar shinkansen tidak mengeluarkan suara yang berisik saat melaju dengan kecepatan tinggi.

Dalam skala meso dan nano, prinsip bioinspired seperti pada tanaman daun talas yang tidak dapat basah, sisik ikan yang tidak dapat kotor, kumbang gurun yang dapat mendinginkan secara mandiri kulitnya, buah kelapa yang tahan terhadap benturan^[12,13].

Tanaman talas memiliki daun yang tidak dapat basah karena permukaannya yang sangat kasar dalam skala nano. Selain itu, permukaan daun ini juga terlapis oleh sejenis lilin alami. Permukaan yang kasar ini dapat memerangkap udara di antaranya. Ketika terdapat air yang menyentuh daun talas, dalam skala nanometer sebenarnya sebagian besar permukaan air mengambang di permukaan daun seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Prinsip ini dapat



Gambar 1. Permukaan kasar pada daun talas menyebabkan tetesan air seolah-olah mengambang dan sedikit menyentuh permukaan daun talas, menyebabkan air dengan mudah bergerak di permukaan daun talas.

ditiru dan dimanfaatkan sebagai coating kaca mobil anti air, permukaan anti es pada pesawat, freezer^[14], absorber penyerap tumpahan minyak^[15], kemasan makanan^[16], atap rumah di daerah sub tropis, atau anti pembekuan darah untuk alat kesehatan^[17]. Beberapa perusahaan yang telah menggunakan prinsip ini adalah NeverWet, Nei Corporation, NTT dan masih banyak lagi lainnya.

Bertolak belakang dengan daun talas, sisik ikan justru menyerap banyak air^[18]. Protein yang diskresikan di sisik ikan akan menyerap dan mengunci air sehingga permukaan sisik ikan menjadi licin. Banyaknya kandungan air menyebabkan zat-zat organik seperti minyak atau lemak tidak dapat menempel. Akibatnya, permukaan sisik ikan selalu terlihat bersih. Prinsip sisik ikan ini dapat ditiru menggunakan selulosa berukuran nano. Selulosa berukuran nano memiliki sifat yang mirip dengan protein pada sisik ikan^[19]. Dengan melapiskan selulosa berukuran nano pada membran, dapat diperoleh membran dengan karakteristik yang mudah dibersihkan^[20]. Beberapa perusahaan seperti biolin scientific dan merk millipore telah menggunakan sifat ini untuk meningkatkan performa membran mereka.

Kumbang gurun beradaptasi dengan lingkungan yang panas dan sedikit air dengan cara memanen air di udara. Udara mengandung air yang dapat diembunkan jika diturunkan suhunya. Seperti saat kita meminum es teh, suhu botol yang lebih dingin menyebabkan air mengembun di permukaan botol. Air yang mengembun ini berasal dari udara yang berada di sekitar lingkungan eksternal botol. Kumbang gurun menurunkan suhu badannya agar air dari udara dapat menempel di badannya sehingga kumbang gurun dapat memperoleh air pada lingkungan dengan kondisi panas ekstrim dan kelembapan yang tinggi. Penurunan suhu pada kumbang gurun terjadi dengan menerapkan prinsip radiasi. Tubuh kumbang gurun dapat melepaskan radiasi sinar inframerah lebih banyak daripada radiasi sinar matahari yang diserapnya. Karena panas yang dibuang ke lingkungan lebih besar daripada panas yang diserap, maka tubuh kumbang gurun menjadi lebih dingin dari lingkungan sekitar. Prinsip pada kumbang gurun ini dapat dimanfaatkan di daerah tropis untuk mengefisiensi penggunaan energi dalam mendinginkan ruangan tanpa listrik. Prinsip ini juga bermanfaat untuk kendaraan-kendaraan yang mengalami peningkatan temperatur baik pada ruang penumpang maupun ruang mesin akibat berada di bawah terik matahari. Menariknya, selulosa nanofiber memiliki sifat yang sama seperti kumbang gurun. Selulosa nanofiber dapat mencegah mencairnya es krim sehingga bermanfaat untuk mengurangi *food losses* atau membuat produk lebih menarik bagi konsumen^[21,22]. Perusahaan yang telah menggunakan teknologi ini seperti PARC xeroc.

Makanan seperti buah segar biasanya dapat mengalami kerusakan fisik karena tumbukan dan gesekan sebelum sampai ke konsumen. Buah-buah berkualitas dengan harga tinggi di negara-negara berkembang memerlukan pengemasan khusus untuk menjaga agar harganya tidak jatuh. Akan tetapi, selama proses pengiriman, guncangan yang mengakibatkan tumbukan dan gesekan tidak dapat dihindari. Dengan meniru prinsip buah kelapa yang tidak hancur meskipun jatuh dari ketinggian puluhan meter, maka kita dapat mendesain kemasan berkualitas untuk melindungi barang ataupun produk bernilai ekonomi tinggi yang mudah pecah atau rusak akibat benturan dan gesekan^[12,23].

Alam memiliki ribuan bahkan jutaan spesies yang tidak semuanya kita ketahui sehingga eksplorasi dan pendekatan multidisiplin antara bidang ilmu biologi, pertanian, material, kimia dan teknik diperlukan. Dengan melihat dari alam, kita dapat menghasilkan teknologi yang hampir tidak terbatas. Dengan mempelajari alam, diharapkan teknologi yang kita buat lebih berkelanjutan dan tentunya ramah terhadap lingkungan.

INFORMASI PENULIS

Penulis Koresponding

Abdul Halim – Departemen Teknik Kimia, Universitas Internasional Semen Indonesia, 61122, Gresik, Indonesia; <https://orcid.org/0000-0001-5184-9221>; Email: abdul.halim@uisi.ac.id

Penulis

Azmi Alvian Gabriel – Departemen Teknologi Industri Pertanian, Universitas Internasional Semen Indonesia, 61122, Gresik, Indonesia;
Surya Iryana Ihsanpuro – Departemen Teknik Kimia, Universitas Internasional Semen Indonesia, 61122, Gresik, Indonesia

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ragusa, A. Svelato, C. Santacroce, P. Catalano, V. Notarstefano, O. Carnevali, F. Papa, M. C. A. Rongioletti, F. Baiocco, S. Draghi, E. D'Amore, D. Rinaldo, M. Matta, E. Giorgini, *Environment International* **2021**, *146*, 106274.
- [2] R. Thompson, R. B. Smith, Y. B. Karim, C. Shen, K. Drummond, C. Teng, M. B. Toledano, *Science of The Total Environment* **2023**, *859*, 160234.
- [3] A. A. Gabriel, Y. S. Mardhiyyah, *Jurnal Teknologi Industri dan Pertanian Indonesia* **2019**, *11*, 1.
- [4] A. A. Gabriel, Y. S. Mardhiyyah, *AIP Conference Proceedings* **2019**, *2114*, 020010.

- [5] A. A. Gabriel, N. F. Achmad, D. Rahmawati, *AIP Conference Proceedings* **2019**, 2114, 030001.
- [6] A. A. Gabriel, A. F. Solikhah, A. Y. Rahmawati, *J. Phys.: Conf. Ser.* **2021**, 1858, 012028.
- [7] A. A. Gabriel, A. F. Solikhah, A. Y. Rahmawati, Y. S. Taradipa, E. T. Maulida, *Industria* **2021**, 10, 182.
- [8] S. I. Ihsanpuro, S. Gunawan, R. Ibrahim, H. W. Aparamarta, *Arabian Journal of Chemistry* **2022**, 15, 104310.
- [9] H. W. Aparamarta, S. Gunawan, S. I. Ihsanpuro, I. Safawi, D. S. Bhuana, A. F. Mochtar, M. Yusril Izhar Noer, *Heliyon* **2022**, 8, e10254.
- [10] L. A. Schaidler, S. A. Balan, A. Blum, D. Q. Andrews, M. J. Strynar, M. E. Dickinson, D. M. Lunderberg, J. R. Lang, G. F. Peaslee, *Environ. Sci. Technol. Lett.* **2017**, 4, 105.
- [11] H. Schwartz-Narbonne, C. Xia, A. Shalin, H. D. Whitehead, D. Yang, G. F. Peaslee, Z. Wang, Y. Wu, H. Peng, A. Blum, M. Venier, M. L. Diamond, *Environ. Sci. Technol. Lett.* **2023**, 10, 343.
- [12] B. S. Lazarus, A. Velasco-Hogan, T. Gómez-del Río, M. A. Meyers, I. Jasiuk, *Journal of Materials Research and Technology* **2020**, 9, 15705.
- [13] A. Halim, L. Ernawati, M. Ismayati, F. Martak, T. Enomae, *Frontiers of Environmental Science & Engineering* **2022**, 16, 94.
- [14] K. Golovin, S. P. R. Kobaku, D. H. Lee, E. T. DiLoreto, J. M. Mabry, A. Tuteja, *Science Advances* **2016**, 2, DOI 10.1126/sciadv.1501496.
- [15] A. Halim, A. A. Gabriel, M. Ismayati, P. L. N. Rayhan, U. Azizah, *Waste and Biomass Valorization* **2023**, 14, 2025.
- [16] M. Ruzi, N. Celik, M. S. Onses, *Food Packaging and Shelf Life* **2022**, 32, 100823.
- [17] S. Movafaghi, V. Leszczak, W. Wang, J. A. Sorkin, L. P. Dasi, K. C. Papat, A. K. Kota, *Advanced Healthcare Materials* **2017**, 6, DOI 10.1002/adhm.201600717.
- [18] P. R. Waghmare, N. S. K. Gunda, S. K. Mitra, *Scientific Reports* **2014**, 4, DOI 10.1038/srep07454.
- [19] A. Halim, K.-H. Lin, T. Enomae, *Scientific Reports* **2020**, 10, 21070.
- [20] A. Halim, Y. Xu, K. H. Lin, M. Kobayashi, M. Kajiyama, T. Enomae, *Separation and Purification Technology* **2019**, 224, 322.
- [21] Y. Chen, B. Dang, J. Fu, C. Wang, C. Li, Q. Sun, H. Li, *Nano Lett.* **2021**, 21, 397.
- [22] J. Li, Y. Liang, W. Li, N. Xu, B. Zhu, Z. Wu, X. Wang, S. Fan, M. Wang, J. Zhu, *Science Advances* **2022**, 8, eabj9756.
- [23] M. Sonego, C. Fleck, L. A. Pessan, *Bioinspiration & Biomimetics* **2019**, 14, 056002.

KONTRIBUSI PENULIS

A.H. menulis naskah awal dan revisi. A.A.G, dan S.I.I melakukan telaah dan revisi.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis tidak memiliki konflik kepentingan