

Eksplanasi Ilmiah Air Mendidih Dalam Suhu Ruang

Juli Firmansyah
Universitas Serambi Mekkah

e-mail: Juli.firmansyah@serambimekkah.ac.id

Abstract

Air merupakan suatu zat yang paling menentukan dalam menunjang kehidupan makhluk hidup. Sekitar 72% permukaan Bumi ditutupi oleh air dan 97% air tersebut merupakan air asin dan tidak dapat diminum sehingga perlu dilakukan langkah-langkah pengolahan air agar dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu bentuk pengolahannya adalah dengan memanaskan air hingga mendidih. Dalam kehidupan masyarakat pada umumnya, mendidihkan air dapat dilakukan dengan memberikan kalor terhadap air, maka suhu air akan meningkatkan dan air akan mengalami proses mendidih. Artikel ini akan menjelaskan secara ilmiah bagaimana proses mendidih air dan apa yang terjadi pada air ketika air mengalami suatu kondisi mendidih. Dalam konteks eksplanasi ilmiah, Pada saat air mendidih, penjelasan umumnya adalah dalam fakta yang dapat diamati, bahwa air mengeluarkan gelembung-gelembung udara dalam suhu air panas karena lazimnya proses mendidih dilakukan dengan memberikan kalor. Pernyataan khusus dalam penjelasan ilmiah ini adalah proses mendidihkan air dapat dilakukan tidak hanya dengan memberikan kalor pada air. Jika dapat memahami filosofi air mendidih, maka proses mendidih dapat dilakukan bahkan dalam suhu kamar atau suhu ruang.

Kata Kunci: air, mendidih, eksplanasi ilmiah, Tekanan

1. Pendahuluan

Air merupakan zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna dan terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H_2O . Karena air mempunyai sifat yang hampir bisa digunakan untuk apa saja, maka air merupakan zat yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan (tumbuhan, hewan, dan manusia) sampai saat ini selain matahari yang merupakan sumber energi. Air merupakan suatu zat yang paling menentukan dalam menunjang kehidupan makhluk hidup. Sekitar 72% permukaan Bumi ditutupi oleh air dan 97% air tersebut merupakan air asin dan tidak dapat diminum (Triatmojo, 2008) sehingga perlu dilakukan langkah-langkah pengolahan air agar dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam lingkungan, mulai dari proses, perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah, dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan yang sering disebut siklus hidrologi (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

Air tawar adalah air dengan kadar garam dibawah 0,5ppt (Nanawi, 2001). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengadiln Kualitas Air dan Pengadiln Kualitas Pencemaran Air tawar adalah semua air yang terdapat diatas dan dibawah permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil", sedangkan menurut Undang-Undang RI No.7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, Air adalah semua air yang terdapat pada di atas ataupun dibawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat.

Air minum atau air baku adalah air yang berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk minuyang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (PP No.16 Tahun 2005).Syarat mutlak air yang dikonsumsi manusia menjadi air minum adalah harusmelalui proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsungdiminum (Pradana dan Marsono, 2013). Walaupun air dari sumber alam dapat diminum oleh manusia, tetap terdapat resiko air ini telah tercemar oleh bakteri (misalnya Esherichia coli) atau zat-zat berbahaya. Biasanya untuk

membunuh bakteri, langkah yang dilakukan adalah memasak air hingga suhu 100°C dengan memberikan kalor sehingga suhu meningkat maka akan teramati fenomena mendidih.

Pengolahan air adalah proses untuk mendapatkan sumber air baku dari air limbah yang sebelumnya tidak layak dikonsumsi dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Sutrisno(2006, p.51), proses pengolahan air dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu : 1). Pengolahan lengkap(*Complete treatment process*) yang meliputi pengolahan fisik, kimia, dan bakteriologik. Pengolahan ini biasanya dilakukan terhadap air sungai yang kotor/keruh. 2). Pengolahan sebagian (*Partial treatment process*) misalnya hanya diadakan pengolahan kimiawi dan/atau pengolahan bakteriologik saja. Dan pengolahan ini biasanya hanya dilakukan untuk mata air bersih atau air dari sumur yang dangkal/dalam.

Pengolahan fisik (proses filtrasi) yaitu suatu tingkat pengolahan yang bertujuan untuk mengurangi/menghilangkan kotoran-kotoran yang kasar, penyisihan lumpur dan pasir, serta mengurangi kadar zat-zat organik yang ada dalam air yang akan diolah. Pengolahan kimia adalah suatu tingkatan pengolahan dengan menggunakan zat-zat kimia untuk membantu proses pengolahan selanjutnya. Misalnya dengan pembubuhan kapur dalam proses pelunakan dan pembubuhan tawas pada proses sedimentasi. Sedangkan pengolahan bakteriologik merupakan suatu tingkat pengolahan untuk membunuh/memusnahkan bakteri yang terkandung dalam air minum yakni dengan cara membubuhkan kaporit (zat desinfektan) atau melalui penyinaran ultraviolet.

Berdasarkan Permenkes No.416/Menkes/Per/IX/1990, perbedaan antara kualitas air bersih dan air minum adalah standar kualitas setiap parameter fisik, kimia, biologis dan radiologis maksimum yang diperbolehkan. Standar mutu air minum ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 01 1975 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Standar baku air minum tersebut disesuaikan dengan standar internasional yang ditetapkan WHO.

Standarisasi kualitas air tersebut bertujuan untuk memelihara, melindungi, dan meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, terutama dalam pengolahan air atau kegiatan usaha mengolah dan mendistribusikan air minum untuk masyarakat umum. Kualitas air yang digunakan sebagai air minum sebaiknya memenuhi persyaratan secara fisik, kimia, dan mikrobiologis. Persyaratan fisik biasanya berhubungan dengan jernih atau tidak keruh, tidak berwarna, rasanya tawar, tidak bau, temperaturnya normal, dan tidak mengandung zat padatan. Persyaratan kimia meliputi pH normal, tidak mengandung bahan kimia beracun, tidak mengandung garam atau ion-ion logam dan tidak mengandung bahan organik. Sedangkan Persyaratan Mikrobiologis yang harus dipenuhi oleh air adalah tidak mengandung bakteri patogen, misalnya bakteri golongan *coli*, *salmonella typhi*, *vibrio cholera*, dan lain-lain. Kuman-kuman ini mudah tersebar melalui air (*transmitted by water*). Dan tidak mengandung bakteri nonpatogen, seperti *actinomyces*, *phytoplankton coliform*, *cladocera*, dan lain-lain. Cara yang paling sederhana untuk mematikan mikroorganisme yaitu dengan cara memanaskan air sampai 100° C hingga mencapai titik didih/mendidih.

2. Metode

Metode yang digunakan adalah metode studi kepustakaan (*library research*) atau studi literatur. Studi literatur dilakukan terhadap buku, laporan riset dan artikel ilmiah untuk memperkaya kajian tentang konsep ilmiah air mendidih sehingga mendapatkan data sekunder dari berbagai hasil penelitian atau percobaan yang merupakan jenis data yang kemudian disintesis hingga menjadi kesatuan dalam memberikan informasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Eksplanasi Ilmiah Air Mendidih

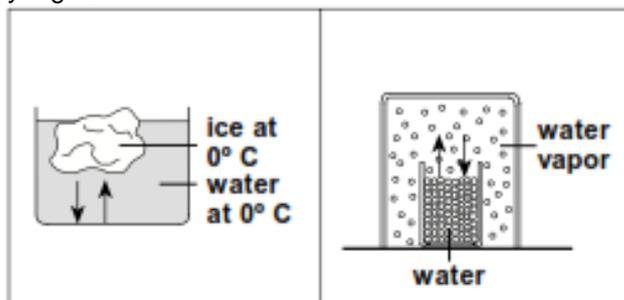
Setiap Eksplanasi melibatkan dua unsur esensial, yaitu Eksplanan yang merupakan perkara yang menjelaskan dan Eksplanandum yang merupakan perkara yang dijelaskan (Ladyman, 2002). Semua eksplanasi melibatkan keduanya, yang membedakan adalah pola hubungan antara keduanya (Firman, 2018).

Artikel ini akan membahas proses air mendidih dalam jenis eksplanasi ilmiah Deduktif (Model Eksplanasi Hempel-Oppenheim). Dalam model ini, eksplanan adalah beberapa pernyataan umum yang dianggap benar dan pernyataan pembatas. (Firman, 2018). Lebih lanjut Firman (2018) menjelaskan bahwa model ini memiliki beberapa syarat logis, yaitu eksplanan harus secara deduktif mengarah pada eksplanandum, deduksi harus menggunakan hukum

umum dan Eksplanan harus memiliki konten empiris (teruji secara empiris). Oleh sebab itu, Eksplanan yang menjadi pembahasan dalam artikel ini adalah mendidih merupakan proses yang dikendalikan sendiri oleh sumber panas dan tekanan tidak memberikan kontribusi apapun dalam proses mendidih, sedangkan eksplanandum adalah Air akan mendidih ketika tekanan uap dan tekanan atmosfer nya sama. Sehingga temperatur dari air yang mendidih tergantung dari tekanan, bukan dari suhu.

Air dalam bentuk padat, cair dan gas, semua bergantung dari suhu dan tekanan lingkungan sekitarnya. Perubahan suhu atau tekanan menyebabkan air mungkin mengalami perubahan fase. Sebagai contoh adalah ketika air merespon perubahan suhu pada permukaan laut, biasanya membeku pada 0°C dan mendidih pada 100°C . Namun, pembahasan tentang bagaimana air merespon perubahan tekanan sangat jarang menjadi pembahasan. (NASA, 1999).

Gambar.1 memperlihatkan interaksi dua zat dengan garis batas antara dua fase, dua fase berada dalam ekuilibrium satu sama lain, tingkat molekuler yang meninggalkan fase tertentu sama dengan jumlah yang kembali.



Gambar 1. Air dalam kesetimbangan dengan es, ketika sudah dalam keadaan setimbang, maka esnya mencair (a). kesetimbangan antara air dengan uap dalam ruang tertutup, ketika mencapai kesetimbangan maka uap akan mengembun (b).

Gambar 1 diatas menjelaskan kecenderungan molekul untuk mengubah fase dan menetapkan kesetimbangan sebagai tekanan uapnya. Tekanan uap meningkat seiring dengan peningkatan suhu. Pada suhu yang lebih tinggi, energi kinetik partikel lebih tinggi dan dengan lebih banyak energi tersedia pada suhu yang lebih tinggi, lebih mudah bagi partikel untuk mengubah fase. Bahkan padatan seperti es memiliki tekanan uap dan dapat disublimasikan langsung ke fase uap.

Jika dua fase tidak berada dalam kesetimbangan, molekul akan berubah dari satu fase ke fase yang lain hingga mencapai kesetimbangan. Air yang menguap dari danau di gurun sedang mencoba membangun keseimbangan dengan udara gurun yang kering. Dalam kasus genangan air, air menghilang sepenuhnya sebelum kesetimbangan terbentuk. Setiap kombinasi temperatur-tekanan memiliki titik ekuilibrium/kesetimbangan sendiri.

Terdapat dua alasan mengapa tekanan rendah berhubungan dengan cuaca, yaitu massa udaralembabmenyebabkan curah hujan kurang dan sistemtekanan yang naik dan turun.Fenomena diagram fase dapat menjelaskan tentang modifikasimemasak, mendidih telur, dan sterilisasi air. Perubahan tekanan, menyebabkan adanya perubahan yang sesuai pada suhu didih air. Memasak makanan di dataran tinggi akan lebih lama dari pada dataran rendah.

Ketika air dipanaskan dengan mengalirkan kalor, maka suhu air tersebut akan naik dan jika sudah mencapai titik didih, akan terbentuk gelembung-gelembung gas dalam air yang bermula dari bawah/dasar wadah lalu kemudian akan semakin banyak naik ke atas secara kontinu. Gelembung gas yang dihasilkan oleh proses pendidihan dan dapat diamati langsung oleh indera penglihatan adalah uap air atau air dalam fasa gas. Menurut Jhonson (1998) pada suhu 100°C , 1 atm gelembung besar merupakan uap air yang muncul ke permukaan dan pecah pada proses pendidihan air. Semua molekul air mempunyai energi yang cukup untuk meninggalkan cairannya saat mendidih (Effendy 2012). Jadi uap air yang meninggalkan cairannya adalah molekul air dengan fasa gas.

Pada tekanan dan temperatur udara standar (76 cmHg, 25°C) titik didih air sebesar 100°C . (Flinn, 2015). Pada kondisi standar inilah air di lautan dan permukaan bumi tidak mendidih dan tidak menguap ke udara. Titik didih suatu zat adalah suhu yang tekanan uap jenuhnya sama dengan tekanan di atas permukaan zat cair. Titik Didih suatu zat cair dipengaruhi oleh tekanan udara, artinya semakin besar tekanan udara maka semakin besar pula titik didih zat cair tersebut.

Pada suhu dan tekanan tertentu, penguapan terjadi pada seluruh bagian zat cair. Penguapan secara menyeluruh ini dinamakan mendidih. Pada saat mendidih suhu zat konstan, karena selama air mendidih kalor yang diserap digunakan untuk mengubah air menjadi uap air. Kalor yang diberikan pada zat digunakan untuk mengubah wujud dari cair menjadi wujud uap. Suhu tetap ini disebut titik didih yang besarnya sangat bergantung pada tekanan di permukaan zat itu. Titik didih zat pada tekanan 1 atm disebut titik didih normal. Kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 1 kg zat cair menjadi uap pada titik didih normalnya disebut kalor laten uap atau kalor uap. Kalor uap disebut juga kalor didih. Zat yang berubah wujud dari gas menjadi cair maka zat tersebut melepaskan kalor. Kalor yang dilepaskan untuk mengubah 1 kg uap menjadi cair pada titik didih normalnya dinamakan kalor laten embun atau kalor embun.

Tekanan uap adalah ukuran dari jumlah uap yang hadir di atas cairan pada suhu tertentu. Tekanan uap di atas cairan adalah sebanding dengan suhu cairan, yang berarti semakin tinggi suhu cairan, semakin tinggi tekanan uap yang dihasilkan. Sebuah cairan mulai mendidih saat tekanan uap cairan sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya cairan. Air mendidih pada suhu yang lebih rendah di Denver (sekitar satu mil di atas permukaan laut) dibandingkan dengan Boston (sekitar di permukaan laut) ini disebabkan oleh tekanan atmosfer rendah di ketinggian yang lebih tinggi. Lebih rendah tekanan atmosfer di Denver berarti tekanan uap air mencapai tekanan atmosfer lokal pada suhu yang lebih rendah, yang menyebabkan air mendidih sekitar 97 ° C. (Flinn, 2016)

Air akan mendidih ketika tekanan uap dan tekanan atmosfer nya sama. Sehingga temperatur dari air yang mendidih tergantung dari tekanan, bukan dari suhu. Mars memiliki tekanan atmosfer yang rendah sehingga air di permukaannya akan mendidih. (NASA, 1999). Jadi pada dasarnya mendidih adalah kondisi dimana tekanan udara diatas permukaan airnya diperkecil/diturunkan sehingga titik didihnya menjadi lebih kecil. Dengan mengekstrapolasi pola antara suhu dan tekanan mendidih, mereka menyadari bahwa bahkan air di dekat titik bekunya memiliki cukup energi kinetik untuk mendidih jika tekanannya cukup rendah. (NASA, 1999).

Dengan tekanan rendah, molekulair membutuhkan sedikit energi kinetik untuk menguapkan air dalam wadah tertutup, Penurunan energi kinetik iniditerjemahkan ke dalam suhu didih yang lebih rendah.

4. Kesimpulan

Ada dua cara untuk membuat air dapat mendidih. Mengalirkan panas ke air tersebut dengan meningkatnya suhu sehingga tekanan uap sesuai dengan tekanan atmosfer, atau mengurangi tekanan sekitar cairan untuk mencocokkan tekanan uap cairan pada suhu tertentu sehingga cukup untuk menyebabkan air mendidih pada suhu kamar. Tekanan uap air pada suhu kamar (20 ° C) adalah sekitar 18 mm Hg. Pada 10 ° C, tekanan uap air adalah sekitar 9 mm Hg. Oleh karena itu, agar air mendidih pada suhu kamar, tekanan atmosfer sekitarnya air harus diturunkan untuk setidaknya 18 mm Hg.

Eksplanasi ilmiah tentang konsep mendidih memberikan definisi yang jelas tentang aktivitas partikel selama mendidih itu terjadi. Dengan demikian dapat dijelaskan bahwa mendidih tidak hanya dapat lakukan dengan mengalirkan kalor atau proses pemanasan hingga mencapai titik didih. Namun mendidihkan air dapat dilakukan juga pada kondisi suhu ruang dengan cara mengurangi tekanan udara diatas permukaan air sehingga titik didihnya akan menjadi lebih kecil, atau tekanan uap air lebih besar dari tekanan atmosfer sekitarnya air, sehingga air mulai mendidih.

Daftar Pustaka

- Effendy. 2012. A-Level Chemistry For Senior High School Student Based On KTSP And Cambridge Curriculum Volume 3A. Malang: Indonesia academic Publishing
- Firman. Harry. 2018. Filsafat Sains. Bandung:SPS UPI
- FLINN Scientific Physical Science. 2016. Boiling Water in a Bell Jar. Publication no.10715
- Johnson, P. 1998. Children's Understanding Of Changes Of State Involving The Gas State, Part 1:Boiling Water And The Particle Theory. International Journal Of Science Education, 20(5): 567–83
- Kodoatie, Robert J., Dan Roestam, Sjarief. 2010. Tata Ruang Air. Yogyakarta:

- Andi. Ladyman, J. 2002. *Understanding Philosophy of Science*. London; Routledge.
- Nanawi. 2001. Rancang Bangun Alat Pemisah Garam Dan Air Tawar Dengan Menggunakan Energi Matahari.(Online),([Http://Www.Academia.Edu/6474308/Rancang_Bangun_Alatt_Pemisah_Garam_Dan_AiR_Tawar_Dengan_Menggunakan_Energi_Matahari](http://www.Academia.Edu/6474308/Rancang_Bangun_Alatt_Pemisah_Garam_Dan_AiR_Tawar_Dengan_Menggunakan_Energi_Matahari)) Diunduh Pada Bulan April 2018.
- NASA. 1999. *Educator's Guide With Activities for Physical and Earth and Space Science*. EG-1999-12-121-HQ.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum, Depkes RI, Jakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/ 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor 82 Tahun 2001. Tentang. Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor 16 Tahun 2005. Tentang. Pengembangan Sistem Penyediaan. Air Minum
- Pradana, Y.A., Dan Marsono, B.D,. (2013). Uji Kualitas Air Minum Isi Ulang Di Kecamatan Sukodono, Sidoarjo Ditinjau Dari Perilaku Dan Pemeliharaan Alat. *Jurnal Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan*, Vol.2, No.2, Pp.84-86
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 01 1975 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum
- Sutrisno, C Totok. 2006. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta :Rineka. Cipta
- Triatmojo. Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta
- Undang-Undang Republik Indonesia. Nomor 7 Tahun 2004. Tentang. Sumber Daya Air