



Meluruskan Kesalahpahaman Matematika pada Rasio Casper's Dictum (*Beware of Mathematical Misunderstanding in the Casper's Dictum Ratio*)

Afid Brilliana Putra^{1*}, Ihya Fakhruzil Amin¹,
Muhammad Fauzan¹, Oktavinda Safitry^{1,2}

¹Departemen Ilmu Kedokteran Forensik dan Medikolegal, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia, 10430

²RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo, Jakarta, Indonesia, 10430

*Corresponding author e-mail: afidbrilliana@gmail.com

Abstrak

Berdasarkan tanatologi, tubuh yang telah mati akan mengalami perubahan. Salah satunya adalah melalui proses penguraian (*decomposition*). Proses dekomposisi dapat bervariasi antar individu dan antar lingkungan. Terdapat *old rule-of-thumb* yang menyebutkan pembusukan di udara dua kali lebih cepat daripada di air, dan delapan kali lebih cepat daripada di tanah. Beberapa referensi mencoba menuliskan prinsip tersebut dalam rasio kecepatan pembusukan di tanah:air:udara adalah 1:2:8. Meskipun sama-sama disandarkan pada bunyi *Casper's dictum*, terdapat perbedaan perbandingan rasio antara "durasi pembusukan" dan "laju pembusukan". Oleh karena itu, tinjauan ini dibuat untuk menemukan pernyataan asli dari *Casper's dictum* sebagai sumber rujukan rasio dan menjelaskan letak kesalahpahaman rasio perhitungan matematika berdasarkan pernyataan asli tersebut. Dari hasil penelusuran dan analisis didapatkan "durasi pembusukan" memiliki rasio 1:2:8 (udara:air:tanah). Sementara itu, "laju pembusukan" ternyata memiliki rasio yang belum pernah disebutkan dalam berbagai buku teks, yaitu 1:4:8 (tanah:air:udara).

Kata kunci:

Casper's dictum; durasi; laju; pembusukan; rasio.

Abstract

Based on thanatology, a dead body will change over time through decomposition. Decomposition can vary between individuals and environments. There's an old-rule-of-thumb that says putrefaction on air is twice as fast in water, and eight times as fast in soil. Some references try to write this into ratio, rate of decomposition in soil:water:air is 1:2:8. In fact, ratio between "duration of decomposition" and "rate of decomposition" is different, although both ratios are based on the Casper's dictum. Therefore, this review tries to find the original statement of Casper's dictum as primary reference. Then, based on that statement, this review explains where the misunderstanding of the ratio happens. From literature searching and analysis, we conclude the "duration of decomposition" has a ratio of 1:2:8 (air:water:soil). Meanwhile, the "rate of decomposition" has a ratio of 1:4:8 (soil:water:air), and that number has never been mentioned before in various textbooks.

Keywords:

Casper's dictum; duration; rate; decomposition; ratio.

Article History:

Received: 09-02-2022

Accepted: 21-02-2022

Published: 30-06-2022



Copyright: This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

1. PENDAHULUAN

Ilmu Kedokteran Forensik memiliki disiplin ilmu yang secara mendalam mempelajari kematian, perubahan keadaan tubuh pasca kematian, dan faktor-faktor

yang mempengaruhi perubahan tersebut.

Disiplin ilmu tersebut dikenal sebagai tanatologi, yang berasal dari kata dalam bahasa Yunani *Thanatos* (mati) dan *logos* (ilmu).[1]

Di dalam tanatologi, salah satu tahap perubahan yang terjadi adalah penguraian (*decomposition*). Proses dekomposisi dapat bervariasi antar individu berbeda dan antar lingkungan berbeda. Pada korban yang terendam dalam air, terdapat *old rule-of-thumb* yang berbunyi pembusukan terjadi dua kali lebih cepat di udara dibandingkan di dalam air. Meskipun tidak akurat, ditekankan prinsip bahwa laju pembusukan di air memang lebih lambat.[2]

Bunyi aturan tersebut lengkapnya adalah, jika seluruh faktor dalam keadaan sama, maka pembusukan di udara dua kali lebih cepat daripada di air, dan delapan kali lebih cepat daripada di tanah.[3]

Prinsip tersebut disandarkan kepada perkataan Johann Ludwig Casper (1796-1864), seorang dokter sekaligus ilmuwan forensik asal Jerman. Perkataannya terkenal dengan sebutan *Casper's dictum*, atau sinonimnya adalah *Casper's law*, *Casper Regel*, dan *Casper's rule*. Disebutkan bahwa “perbandingan lama waktu” yang diperlukan untuk terjadinya pembusukan tubuh di “udara:air:tanah = 1:2:8”. [4] Rasio tersebut sesuai dengan referensi pada paragraf kedua dan ketiga.

Namun, disadari ternyata beberapa referensi salah satunya dalam Buku Ilmu Kedokteran Forensik FKUI (1997), menuliskan bunyi *Casper's dictum* sebagai “perbandingan kecepatan” pembusukan mayat yang berada di dalam “tanah:air:udara = 1:2:8”. [1] Hal tersebut

menunjukkan terdapat transformasi rasio dari “durasi pembusukan” menjadi “laju pembusukan”.

Durasi pembusukan adalah lamanya waktu yang dibutuhkan oleh tubuh untuk mencapai suatu tahap pembusukan tertentu. Sedangkan laju pembusukan (*rate of decomposition*) adalah perubahan atau progresi pembusukan dalam satu satuan waktu.[1,4]

Dari definisi tersebut, laju pembusukan berbanding terbalik dengan durasi pembusukan. Misalnya, pembusukan jenazah di udara durasinya paling singkat, artinya laju pembusukannya paling cepat. Sebaliknya, pembusukan di dalam tanah durasinya lebih lama, artinya laju pembusukannya paling lambat. Sekilas tidak ada yang terlihat janggal, jika kemudian diasumsikan rasionya tinggal dibalik seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komparasi dua rasio yang salah

Durasi Pembusukan	Laju Pembusukan
udara:air:tanah 1:2:8	udara:air:tanah 8:2:1

Tetapi akan muncul dua pertanyaan. Pertama, apakah secara matematika membalik rasio seperti pada tabel 1 akan tetap menghasilkan perbandingan yang sama atau berbeda? Kedua, jika salah satu rasio pada tabel 1 tidak tepat, maka rasio mana yang benar sesuai bunyi *Casper's dictum*?

Oleh karena itu, pada studi ini akan diuraikan analisis matematika dan penelusuran bunyi asli *Casper's dictum*.

2. METODE

Penelusuran naskah asli tulisan Johann Ludwig Casper dilakukan dengan melihat referensi primer artikel-artikel yang menyebutkan *Casper's dictum*, baik di *PubMed*, *Google Scholar*, dan *Google Book*.

Penelusuran juga diarahkan untuk menemukan naskah asli karya Casper yang membahas pernyataan tentang durasi pembusukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Matematika

Bagian pertama analisis ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa kedua rasio pada tabel 1 saling bertentangan.

Misalkan: pembusukan sesosok jenazah butuh waktu 24 jam di udara. Maka, tentukan durasi dan laju pembusukan pembusukan yang dibutuhkan jika jenazah berada di air dan di tanah!

Tabel 2. Jawaban (1) durasi pembusukan

Rasio	Lokasi	Perhitungan	Durasi
1	Udara	24 x 1	24 jam
2	Air	24 x 2	48 jam
8	Tanah	24 x 8	192 jam

Durasi berbanding lurus, sehingga durasi pembusukan di medium berbeda diperoleh dari perkalian dengan rasio.

Tabel 3. Jawaban (2) laju pembusukan

Rasio	Lokasi	Perhitungan	Durasi
8	Udara	24 : 8/8	24 jam
2	Air	24 : 2/8	96 jam
1	Tanah	24 : 1/8	192 jam

Laju pembusukan berbanding terbalik dengan durasi pembusukan, sehingga durasi di medium berbeda diperoleh dari pembagian dengan rasio.

Terlihat bahwa pada kolom lokasi baris air, perbandingannya menjadi bermasalah karena faktor pengali (atau, pembagi) antara kedua rasio tersebut ternyata berbeda. Artinya, salah satu dari rasio tersebut menjadi tidak tepat.

Bagian kedua analisis ini bertujuan untuk menemukan rasio yang tepat jika ingin dilakukan proses membalik rasio dari “durasi pembusukan” menjadi “laju pembusukan”. Penulis akan memodelkan dalam rumus fisika, yaitu rumus laju.

$$\text{Laju } (v) = \frac{\text{Jarak } (s)}{\text{Waktu } (t)}$$

Karena jumlah mayat dapat dianggap tetap (satu orang). Maka, besaran jarak dapat diganti dengan konstanta “1”. Waktu dapat disamakan dengan durasi pembusukan. Sehingga, rumusnya menjadi:

$$\text{Laju Pembusukan} = \frac{1 (\text{mayat})}{\text{Durasi pembusukan}}$$

Rasio durasi pembusukan adalah “udara:air:tanah = 1:2:8”. Agar lebih mudah, dapat ditambahkan satuannya, misal “hari”. Sehingga menjadi: udara=1 hari; air=2 hari; dan tanah=8 hari.

Maka, rasio laju pembusukan-nya adalah:

laju di udara : laju di air : laju di tanah

$$\frac{1}{1} : \frac{1}{2} : \frac{1}{8}$$

Hilangkan penyebutnya dengan mengalikan angka penyebut terbesar, yaitu

8. Sehingga diperoleh rasio “udara: air: tanah = 8:4:1”. Jika rasio ini disimulasikan kembali seperti pada tabel 4, diperoleh hasil durasi pembusukan di air yang tepat sesuai dengan tabel 2.

Tabel 4. Simulasi laju pembusukan dengan rasio baru

Rasio	Lokasi	Perhitungan	Durasi
8	Udara	24 : 8/8	24 jam
4	Air	24 : 4/8	48 jam
1	Tanah	24 : 1/8	192 jam

Seperti yang terlihat dari serangkaian simulasi di atas telah menunjukkan bahwa hasil pembalikan rasio 1:2:8 yang tepat bukanlah 8:2:1, melainkan 8:4:1.

3.2 Bunyi Casper’s Dictum

Terdapat banyak artikel ilmiah yang menyebutkan *Casper’s dictum* dan menuliskan rasio perbandingannya. Namun, penulis justru kesulitan saat ingin mengetahui bunyi kalimat aslinya, karena banyak yang hanya menuliskan versi terjemahan bebasnya dalam bahasa Inggris. Bahkan ada yang menggunakan bahasa Jerman [5] tetapi penulis meragukan teks tersebut berasal dari naskah asli Casper.

Penulis berinisiatif mencari tahu karya tulis yang pernah diterbitkan oleh Johann Ludwig Casper semasa hidupnya. Karyanya yang terkenal adalah, *Practisches*

Handbuch der gerichtlichen Medizin (Practical Textbook of Legal Medicine) yang terbit sebagai edisi perdana pada 1857. Buku ini disebutkan terdiri dari 2 volume dan dituliskan berdasarkan pengalaman pribadi Casper.[6]

Bunyi *Casper’s Dictum* berhasil ditemukan pada volume kedua yang membahas divisi tanatologi, pada halaman 37: “... *bei ziemlich Gleichen Durchschnitts-Temperaturen entspricht in Betreff des Verwesungsgrades eine Woche (Monat) Aufenthalt der Leiche in freier Luft zweien Wochen (Monaten) Aufenthalt derselben in Wasser und acht Wochen (Monaten) Lagerung auf gewöhnliche Weise in der Erde*”.[7]

Agar tepat dan tidak serampangan, penulis juga mencari terjemahan buku ini ke dalam bahasa Inggris oleh Goerge William Balfour sebagai edisi ketiga yang terbit pada 1861. Terdapat pada volume pertama yang membahas divisi tanatologi, pada halaman 37: “... *at a tolerably similar average temperature, the degree of putrefaction present in a body after lying in the open air for one week (month) corresponds to that found in a body after lying in the water for two weeks (months), or after lying in the earth in the usual manner for eight weeks (or months)*”.[8]

Baik dalam buku terjemahan maupun buku aslinya, yang disebutkan dalam bunyi *Casper’s dictum* adalah durasi pembusukan. Yaitu, dalam suhu yang kira-

kira sama, maka pembusukan di udara terbuka butuh 1 minggu, di dalam air butuh 2 minggu, dan di dalam tanah butuh 8 minggu. Sehingga, rasio yang benar sesuai *Casper's dictum* adalah berdasarkan durasi pembusukan (bukan laju pembusukan), yaitu "udara:air:tanah = 1:2:8".

3.3 Manfaat Casper's Dictum

Salah satu manfaat *Casper's dictum* dalam tanatologi adalah untuk menentukan perkiraan saat kematian pada mayat yang tenggelam atau terkubur. Karena terjadi perbedaan faktor lingkungan yang akan mempengaruhi proses pembusukan menjadi lebih cepat atau lebih lambat.

Pada 24 jam *post-mortem*, pembusukan ditandai adanya warna kehijauan di perut kanan bawah (daerah sekum) akibat pembentukan sulfmethemoglobin. Berdasarkan teori *Casper's dictum*, maka tanda warna kehijauan tersebut akan berbeda waktu kemunculannya bergantung lokasi jenazah berada.[1,3] Jika mayat di udara terbuka, tanda pembusukan muncul dalam 1x24 jam. Jika mayat tenggelam dalam air, gambaran muncul dalam 2x24 jam. Dan jika mayat langsung dikubur, tanda pembusukan akan muncul dalam 8x24 jam.

Kesalahan pada penggunaan rasio *Casper's dictum* rentan menyebabkan kesalahan menghitung perkiraan saat kematian. Sehingga pada kasus tindak pidana, informasi yang kurang tepat ini akan membingungkan pihak penyidik.

4. KESIMPULAN

Meskipun sama-sama disandarkan

pada bunyi *Casper's dictum*, ternyata perbandingan rasio antara "durasi pembusukan" dan "laju pembusukan" tidaklah sama. "Durasi pembusukan" memiliki rasio yang benar seperti yang selama ini dipahami, yaitu 1:2:8 (udara:air:tanah). Sementara itu, "laju pembusukan" memiliki rasio yang belum pernah disebutkan sama sekali dalam berbagai buku teks, yaitu 1:4:8 (tanah:air:udara).

Pergeseran definisi bunyi *Casper's dictum* yang aslinya menyebutkan "durasi pembusukan" menjadi "laju pembusukan" sebenarnya tidak akan menimbulkan permasalahan apabila proses membalik rasionya dilakukan dengan benar secara matematika. Meskipun pada prinsipnya tidak mengubah konsep bahwa mayat memang lebih cepat membusuk di udara, lalu diikuti air, dan paling lambat di tanah.

Kesalahan rasio ini dapat membingungkan mahasiswa kedokteran yang sedang belajar ilmu forensik, praktisi forensik, maupun penyidik, dan pembiarannya tentu saja dirasa kurang tepat terhadap kebenaran ilmu pengetahuan.

Studi ini bermanfaat sebagai standardisasi terminologi laju dan durasi pembusukan agar penggunaannya tidak tertukar atau terbalik saat menulis naskah akademik. Bagaimana pun, penerapan *Casper's dictum* dalam perkiraan saat kematian (*post-mortem interval*) sebagai "durasi pembusukan" memang satuan

ukuranya adalah waktu. Sehingga tidak perlu lagi bersusah payah membalik rasionya menjadi “laju pembusukan”.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ditujukan kepada Muhammad Zaki Bariz Amanullah atas bantuan penyusunan analisis matematika.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiyanto A, Widiatmaka W, Sudiono S, Mun'im A, Sidhi, et al. *Ilmu Kedokteran Forensik*. Jakarta: Bagian Kedokteran Forensik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 1997. p. 25,32.
- [2] Saukko P, Knight B. *Knight's Forensic Pathology Fourth Edition*. Boca Raton: Crc Press; 2016. p. 66,70.
- [3] James JP, Jones R, Karch SB, Manlove J. *Simpson's Forensic Medicine*. 13th ed. UK: Hodder & Stoughton; 2011. p. 47.
- [4] Aggrawal A. *APC Essentials of Forensic Medicine and Toxicology*. New Delhi: Avichal Publishing Company; 2014. p. 132.
- [5] Penning R. *Rechtsmedizin systematisch*. 2nd ed. Berlin: Uni-Med Verlag Ag; 2006.
- [6] Madea B, Preub-Wossner J, Geserick G, Wirth I, Lignitz E. *History of Forensic Medicine*. Berlin: Lehmanns Meida; 2017. p. 167.
- [7] Casper JL. *Practisches Handbuch der Gerichtlichen Medicin, nach eigenen*

Erfahrungen bearbeitet. Zweiter Band Thanato-logischer Teil. Berlin: August Hirschwald; 1860. p. 37.

- [8] Casper JL. *Handbook of The Practice of Forensic Medicine, Based Upon Personal Experience*. Thanatological Division 3rd ed. London: The New Sydenham Society; 1861.