

1. PENDAHULUAN

Tenggelam pada kasus forensik merupakan suatu kasus yang sulit pada saat diotopsi. Terkadang pada saat otopsi tidak ada temuan patognomik untuk mengidentifikasi tenggelam sebagai penyebab kematian dari seseorang. Hal ini dipersulit ketika tidak ada temuan tanda morfologi tenggelam yang pasti. Di Amerika Serikat setiap tahunnya memiliki 8000 orang dengan kasus kematian akibat tenggelam dan terjadi lebih sering pada anak-anak atau remaja. Selain itu, United Kingdom memiliki kasus kematian tenggelam sebanyak 1.500 yang disebabkan oleh tenggelam setiap tahunnya dimana 25% terjadi di laut dan saat beristirahat di pedalaman air.^{1,2}

Tenggelam dapat diartikan sebagai terhalangnya saluran nafas baik lubang hidung dan mulut oleh karena air. Definisi yang lainnya mengatakan bahwa tenggelam dapat diartikan sebagai banjir cairan pada pernapasan yang menghasilkan keadaan membahayakan dari fungsi paru-paru dan dapat mencegah terjadinya pertukaran gas. Kematian akibat tenggelam disebabkan oleh obstruksi jalan nafas oleh cairan yang kebanyakan adalah air.³

Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil pemeriksaan diatome pada paru-paru tikus putih galur wistar (*Rattus norvegicus*) yang mati tenggelam di sungai Kapuas Kalimantan Tengah?
2. Bagaimana hasil pemeriksaan diatome pada paru-paru tikus putih galur wistar (*Rattus norvegicus*) yang mati sebelum tenggelam di sungai Kapuas Kalimantan Tengah?
- 3.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan diatome pada tikus putih galur wistar (*Rattus norvegicus*) yang mati tenggelam dan mati sebelum tenggelam di sungai Kapuas Kalimantan Tengah.

Teori

Tenggelam adalah suatu istilah gangguan paru disertai hilangnya fungsi pernapasan oleh karena sumbatan bagian jalan napas, karena adanya cairan yang masuk ke dalam saluran napas. Mekanisme kematian akibat tenggelam umumnya karena asfiksia. Asfiksia merupakan penyebab kematian terbanyak korban tenggelam di air tawar maupun air asin, terutama karena adanya obstruksi pada saluran napas. Air yang terinhalasi dan menempati alveoli menyebabkan pertukaran tekanan osmotik.^{1,3,4}

Keberadaan diatome di berbagai perairan dapat dijadikan sebagai salah satu indikator atau petunjuk tempat kematian dan penyebab kematian seseorang baik karena tenggelam atau ditenggelamkan. Pada saat seseorang tenggelam atau ditenggelamkan di suatu perairan, diatome yang berada di perairan tersebut akan

masuk ke dalam tubuh bersamaan dengan terhirupnya air. Diatome yang berada di dalam tubuh korban dapat digunakan sebagai bukti pendukung dalam menunjukkan tempat kematian.⁵

Ketika seseorang tenggelam, secara bersamaan air dan benda-benda lain khususnya diatome yang ada di perairan tersebut akan masuk ke dalam tubuh, terutama sistem pernapasan. Seseorang yang tenggelam akan berusaha untuk tetap bernafas. Usaha yang dilakukan tersebut selain akan menimbulkan keletihan pada korban, juga akan menyebabkan air semakin banyak masuk ke dalam tubuh. Masuknya air secara terus menerus akan menyebabkan terganggunya sistem pernafasan sehingga korban akan mengalami kehilangan kesadaran, kejang, dan berakhir pada kegagalan jantung fungsi. Semakin banyak jumlah diatome yang ada di suatu perairan, maka semakin besar peluang diatome terhirup oleh korban, sehingga hal tersebut dapat memudahkan ahli forensik dalam melakukan investigasi suatu kasus kematian yang terjadi akibat tenggelam.⁶

Hipotesis

1. Hipotesis 0 :Terdapatnya diatome pada tikus yang mati sebelum tenggelam
2. Hipotesis 1 :Dapat diketahui bahwa tikus yang mati tenggelam terdapat kandungan diatome sedangkan tikus yang mati sebelum tenggelam tidak terdapat diatome dalam paru-paru tikus.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian *Quasi eksperimental* dengan rancangan *posttest only group design*. Penelitian ini diadakan langsung terhadap 2 kelompok subjek dengan kondisi yang berbeda di hari yang sama, tidak disertai adanya kelompok kontrol.

Populasi pada penelitian ini yaitu menggunakan tikus putih jantan galur wistar (*Rattus norvegicus*) dengan berat badan 200-250 gram dengan umur 11-12 minggu.

Sampel penelitian sebanyak 36 ekor yang dipilih secara acak yang dibagi dalam 2 kelompok.

Rumus *Frederer* merupakan rumus penentuan uji eksperimental yang dapat dilihat pada gambar 1. di bawah ini.

$$(t-1)(n-1) \geq 15$$

Gambar 1. Rumus Frederer

Keterangan :

t = jumlah kelompok percobaan

n = jumlah sampel tiap kelompok

t adalah jumlah kelompok percobaan dan n merupakan jumlah sampel dalam setiap kelompok. Penelitian ini menggunakan 2 kelompok perlakuan sehingga perhitungan sampel menjadi seperti pada gambar 2. berikut di bawah ini.

$$(2-1)(n-1) \geq 15$$

$$n-1 \geq 15$$

$$n - 1 \geq 15$$

$$n \geq 16$$

Gambar 2. Perhitungan Sampel

Jadi, sampel yang digunakan tiap kelompok sebanyak 16 ekor ($n \geq 16$) dan jumlah kelompok yang digunakan adalah 2 kelompok sehingga penelitian ini menggunakan 32 ekor tikus dari populasi yang ada.

Untuk mengantisipasi hilangnya unit eksperimen maka dilakukan rumus koreksi dengan cara seperti pada gambar 3. berikut :

$$N = \frac{n}{(1-f)}$$

Gambar 3. Rumus Koreksi

Keterangan :

N = besar sampel koreksi

n = besar sampel awal

f = perkiraan proporsi *drop out* sebesar 10%

$$N = \frac{n}{(1-f)}$$

$$N = \frac{16}{(1-10\%)}$$

$$N = \frac{16}{(1-0,1)}$$

$$N = \frac{16}{(0,9)}$$

$$N = 17,778$$

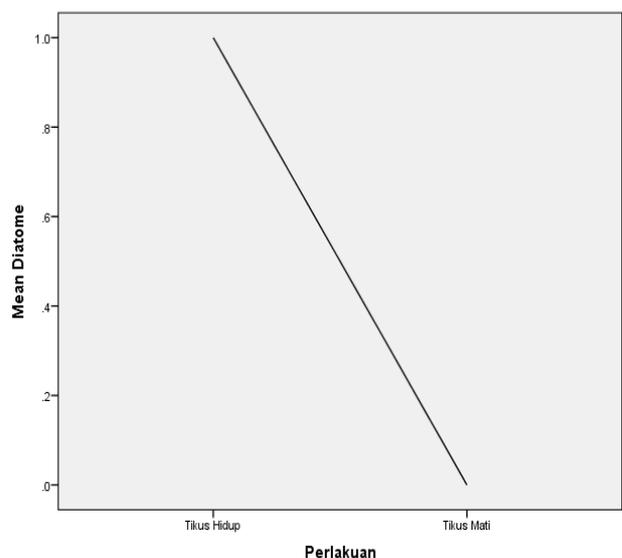
$$N = 18$$

Gambar 4. Perhitungan Rumus Koreksi

Sampel yang digunakan menurut perhitungan seperti pada gambar 4. di atas menjadi setiap kelompok adalah sebanyak 18 ekor tikus. Maka pada penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 36 ekor tikus karena diperlukan 2 kelompok.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang perbandingan kandungan diatome dalam paru-paru tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang mati karena tenggelam dan mati sebelum tenggelam ini menggunakan tikus putih jantan galur wistar (*Rattus norvegicus*) sebagai sampel sebanyak 36 ekor, berumur 11-12 minggu dengan berat antara 250-300 gram. 36 ekor tikus tersebut dibagi menjadi 2 kelompok, tiap-tiap kelompok terdiri dari 18 ekor tikus putih. Kelompok pertama ditenggelamkan tanpa dimatikan terlebih dahulu, dan kelompok kedua dimatikan terlebih dahulu sebelum ditenggelamkan di sungai Kapuas.



Gambar 5. Grafik diatome pada kelompok pertama dan kelompok kedua

Gambar 5. di atas menunjukkan grafik diatome pada masing-masing kelompok. Pada angka 1.0 menunjukkan adanya diatome di kelompok pertama dengan tikus hidup yang ditenggelamkan. Sedangkan pada angka 0 menunjukkan tidak adanya diatome di kelompok kedua dengan tikus mati yang ditenggelamkan.

Pemeriksaan tes destruksi didapatkan hasil bahwa ada perbedaan antara kelompok pertama dan kedua dimana penelitian ini menginginkan adanya perbandingan kandungan diatome dalam paru-paru tikus yang dimatikan sebelum ditenggelamkan dan tanpa perlakuan. Berikut uji data sampel menggunakan metode *Mann Whitney*.

Tabel 1. Perolehan Data

Perlakuan	N	Rata-rata
Tikus Hidup	18	27,50
Diatome		
Tikus Mati	18	9,50
Total	36	

Data tabel 1. di atas diatome pada tikus hidup yang ditenggelamkan dengan 18 ekor sampel menunjukkan rata-rata sebesar 27,50. Pada tikus mati yang ditenggelamkan sebanyak 18 ekor sampel didapatkan rata-rata sebesar 9,50.

Tabel 2. Kesimpulan Data

Uji Statistik	
Mann-Whitney U	,000
P	,000

Tabel 2. menunjukkan hasil kesimpulan dari uji *Mann Whitney*, dimana nilai $p = 0,000$.

Tenggelam merupakan suatu keadaan dimana saluran nafas tertutup oleh air yang masuk dan menyebabkan terjadinya gangguan pertukaran udara. Hingga kini kejadian tenggelam di Kalimantan Tengah masih cukup besar. Karena seringnya terjadi kasus kematian akibat tenggelam dalam penelitian ini dilakukan uji perbandingan antara kelompok sampel tikus yang dimatikan terlebih dahulu dan yang tidak dimatikan terlebih dahulu sebelum ditenggelamkan. Penelitian ini mewakili dimana sering terjadi kasus pembunuhan lalu untuk menghilangkan jejak dan mengelabui seolah-olah korban mati tenggelam, maka dilakukan uji perbandingan diatome.^{1,3,4}

Pemeriksaan tes destruksi paru dengan menggunakan asam kuat ini untuk memisahkan diatome dengan jaringan paru itu sendiri serta mikroorganismemikroorganisme lain dan bahan-bahan lain yang terkandung dalam paru.³

Dapat dilihat bahwa gambar 5 pada kelompok pertama dengan sampel tikus yang masih hidup kemudian ditenggelamkan garis grafik 1.0. menunjukkan adanya diatome. Kelompok perlakuan kedua dengan sampel tikus yang sudah mati kemudian ditenggelamkan garis grafik berada di 0. Ini dikarenakan pada kelompok kedua tikus yang telah dimatikan terlebih dahulu sehingga diatome tidak dapat terhirup masuk ke saluran pernapasan. Pada tikus yang sudah mati tidak ada lagi jalan untuk masuknya air ke dalam paru-paru, karena proses masuknya diatome bersamaan dengan air sungai ini mengikuti irama pernapasan.¹⁸

Pada tabel 1. perbandingan nilai diatome sangat berbeda, hal ini membuktikan bahwa pada tikus yang mati kemudian ditenggelamkan maka diatome tidak dapat masuk ke dalam paru-paru. Diatome pada tikus hidup yang ditenggelamkan dengan 18 ekor sampel menunjukkan rata-rata sebesar 27,50. Pada tikus mati yang ditenggelamkan sebanyak 18 ekor sampel didapatkan rata-rata sebesar 9,50. Rata-rata paling besar didapatkan pada kelompok pertama dengan perlakuan tikus hidup kemudian ditenggelamkan, ini menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan dapat mempengaruhi diatome yang terdapat pada paru-paru tikus yang tenggelam. Hasil penelitian yang diperoleh peneliti menggunakan uji *Mann Whitney* terdapat pada tabel 2. karena menguji 2 kelompok perbandingan. Nilai $p = <0,05$ maka terdapat perbedaan signifikan, pada penelitian ini didapatkan nilai $p = 0,000$ maka hasil tersebut benar terdapat perbedaan diatome antara kelompok pertama dengan kelompok kedua.

Pemeriksaan luar tikus yang mati tenggelam dapat terlihat dengan keadaan tikus basah berlumuran pasir dan lumpur seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Perbedaan tikus yang mati tenggelam

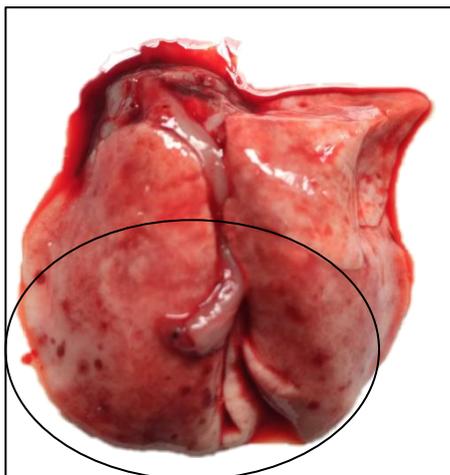
Gambar 6. di atas dapat dilihat perbedaan dimana tikus A yang mati tenggelam terlihat kotor sedangkan tikus B terlihat bersih, ini dikarenakan tikus berusaha untuk bertahan dan naik ke permukaan dengan menggerakkan tubuh sehingga lumpur atau pasir yang terdapat di air sungai dapat bercampur dan menempel di tubuh.



Gambar 7. *Washer woman's hand*

Tubuh tikus kaku dan jari tidak dapat dibuka dikarenakan pada saat kematian tangan berusaha untuk menggenggam sesuatu sebagai upaya mempertahankan diri dan membantu agar ia tidak tenggelam. Nampak kerutan-kerutan pada telapak tangan tikus yang dikenal sebagai *washer woman's hand* saat dibuka seperti terlihat pada gambar 7. Terlihat juga pada tubuh tikus terdapat *cadaveric spasme* dimana keadaan ini timbul karena tikus berusaha untuk menyelamatkan diri.¹ Dapat dilihat bahwa ada perbedaan hasil pemeriksaan luar tikus yang mati tenggelam dengan yang tidak tenggelam diantaranya seperti, tidak adanya kaku mayat, *washer woman's hand* dan keadaan tubuh yang bersih dan kering.^{1,7}

Pemeriksaan dalam didapatkan paru-paru tikus yang membesar dan terdapat petekie, bercak perdarahan pada paru atau yang sering dikenal dengan bercak *Paltauf*. Dapat dilihat pada gambar 8. pada area yang dilingkari merupakan daerah bercak *paltauf*. Bercak ini timbul karena robeknya partisi inter alveolar dan terlihat di bawah pleura.



Gambar 8. Bercak *paltauf* pada paru

Pemeriksaan tes destruksi paru ini dapat memisahkan diatome dengan bahan-bahan lain yang

terdapat pada paru-paru. Pencarian diatome dalam paru-paru ini dikarenakan apabila korban yang masih hidup pada waktu tenggelam, maka akan terjadi aspirasi, dan karena adanya usaha untuk tetap bernafas maka terjadi kerusakan bronkioli/bronkus sehingga terdapat jalan diatome untuk masuk ke dalam tubuh. Dengan syarat paru-paru masih dalam keadaan segar.⁸

Berdasarkan morfologi diatome, biasanya ditemukan dalam bentuk oval atau elips karena bentuk ini adalah kosmopolitan dan lebih mudah untuk menembus ke organel, sehingga bentuk-bentuk ini mudah masuk ke dalam organ manusia.



Gambar 9. Tersusun pola berbentuk Kristal



Gambar 10. Tersusun diatome bentuk Kristal membentuk pola seperti burung hantu

Gambar 9. menunjukkan adanya diatome pada paru-paru tikus kelompok pertama pada tikus ke 6 dengan sampel tikus hidup kemudian ditenggelamkan. Diatome yang terlihat pada pemeriksaan ini berbentuk kristal yang menumpuk menyusun pol-pola tertentu dan berkelompok. Dapat dilihat diatome ini terdapat lapisan dinding silika 2 lapis, dapat diartikan bahwa ini benar adanya diatome, sedangkan pada gambar 10. ditemukan diatome berpola burung hantu. Pola burung hantu ini setelah diamati tersusun dari diatome-diatome Kristal.

Pola ini ditemukan pada kelompok pertama sampel ke 4.⁹

Dengan temuan ini maka tikus dikatakan tenggelam dan masuknya air ke saluran pernapasan merupakan salah satu faktor yang berkontribusi dalam kematian tikus. Masuknya air ke saluran pernafasan ikut serta membawa mikroorganisme yang ada di dalamnya.

Pada pemeriksaan kelompok kedua tidak ditemukannya diatome. Hal ini dapat membuktikan bahwa pada kasus kecelakaan atau pembunuhan kemudian ditenggelamkan tidak dapat ditemukannya diatome.

3. KESIMPULAN

1. Hasil pemeriksaan tes destruksi paru pada tikus putih galur wistar (*Rattus norvegicus*) yang mati ditenggelamkan di sungai Kapuas Kalimantan Tengah positif terdapat diatome.
2. Hasil pemeriksaan tes destruksi paru pada tikus putih galur wistar (*Rattus norvegicus*) yang mati sebelum ditenggelamkan di sungai Kapuas Kalimantan Tengah negatif diatome.

4. DAFTAR PUSTAKA

1. Budiyanto, Widiatmaka, Sudiono. Ilmu Kedokteran Forensik Edisi II. Jakarta. Bagian Kedokteran Forensik FKUI. 1997
2. Szpilman D, Bierens J.J.L.M, Handley. *Review Article Drowning New England Journal of Medicine*. 2012; 366:2102.10.
3. Wilianto W. Pemeriksaan Diatom pada Korban Diduga Tenggelam (Review). *Jurnal Kedokteran Forensik Indonesia*. 2012;14(3): 39-46.
4. Lucci Arturo, Campobasco Carlo P. *A Promising microbiologi test for the diagnosis of drowning*. *Forensic Science International*. 2008; 182:20-26
5. Malik M.J, Jakhar, Kadian. *Role of Diatoms in Forensic Investigations: Case Study from Haryana*. *International Journal of Forensic Science and Pathology*. 2013; 1(3):1-3.
6. Yuniaryaningsih, I.A. Pemeriksaan Mikroskopik Getah Paru Pada Jenasah yang Diduga Tenggelam di RSUP Sanglah Tahun 2010. *E Jurnal Medica Udayana*. 2012.1(1).
7. Sitthiwong Nopparut, Ruangyuttikarn W, Vongvivach S, Peerapornpisal Y. *Detection and Identification of Diatoms in Tissue Samples of Drowning Victims*. *Chiang Mai Journal Science*. 2014;41(5.1) : 1020-1030.

8. Sasidharan A, Resmi. *Forensic Diatomology*. *Health Sciences*. 2014.1(3): 1-16.

9. Nontji, Anugerah. *Plankton Laut*. Jakarta: LIPI Press. 2008.