

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Diagnosis mengenai sebab kematian sengatan listrik ditegakkan bila terjadi suatu kematian dimana hasil otopsi tidak menunjukkan adanya penyebab lain dan didukung dengan pasti telah terjadi peristiwa sengatan listrik atau ditemukan adanya peralatan listrik atau konduktor listrik di sekitar Tempat Kejadian Perkara (TKP).<sup>1</sup> Metode diagnosis eksklusi seperti ini mempunyai nilai pembuktian yang lemah karena hanya merupakan alat bukti berupa petunjuk. Metode eklusi ini sampai sekarang masih digunakan karena adanya kontroversi dalam hal menentukan bentuk kerusakan jaringan tubuh dan jenis jaringan yang mengalami kerusakan. Penyelidikan awal untuk menentukan adanya sengatan listrik adalah menemukan adanya luka bakar listrik yang khas (*typical electrical mark*) pada permukaan kulit.<sup>1-3</sup> Luka bakar yang khas tersebut berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Knight B (1966) dan Shepperd (2003) dapat juga terjadi pada luka bakar yang disebabkan bukan karena sengatan listrik.<sup>1,2</sup> Gambaran *typical electrical mark* akan lebih jarang dan sulit ditemukan pada kasus sengatan listrik dalam air karena energi panas yang terjadi akan tersebar dalam air dan sebagian besar arus masuk kedalam tubuh melalui area yang luas menyebabkan kerusakan organ dalam yang lebih parah.<sup>1</sup> Bockhold B Scheider V (2003) menemukan garis

berwarna putih keputihan pada permukaan tubuh yang diduga terkena sengatan listrik dalam air, namun gambaran ini tidak selalu ada pada korban.<sup>4</sup> Penelitian Arfi S (2010) tentang efek paparan arus listrik dosis bertingkat secara langsung dan melalui medium air terhadap kerusakan otot *gastrocnemius* dan kadar kreatin kinase serum pada tikus didapatkan bahwa terdapat hiperkontraksi serabut otot *gastrocnemius*.<sup>5</sup>

Cedera dan kematian karena sengatan listrik terjadi akibat adanya aliran arus listrik melalui tubuh. Tingkat keparahan sengatan listrik dipengaruhi oleh tipe lintasan arus listrik, lama kontak, tegangan, kuat arus, jalannya aliran listrik, resistensi tubuh, luas area tubuh yang kontak dan jenis kelamin.<sup>6,7</sup> Pengaruh sengatan listrik pada jantung selain menyebabkan kerusakan pada otot jantung juga berpengaruh terhadap kerja jantung berupa aritmia yang merupakan penyebab terbesar kematian akibat sengatan listrik, konduksi jantung dan dislokasi nodus.<sup>7,9</sup> Kerusakan jaringan otot jantung akibat sengatan listrik melalui mekanisme elektroporasi, denaturasi protein akibat panas (*joule heating*), hiperkontraksi dan ruptur serabut otot.<sup>9,10</sup> Kerusakan sel otot jantung dapat dideteksi lebih awal dengan pemeriksaan molekul-molekul sel yang dikeluarkan oleh sel otot jantung ketika sel mengalami kerusakan seperti peningkatan kadar mioglobin serum, kreatin kinase – MB (CK-MB) serum, ion kalsium.<sup>11-13</sup>

Penelitian – penelitian sebelumnya pada korban yang dirawat maupun meninggal akibat sengatan listrik didapatkan bahwa terjadi perubahan serat otot jantung berupa teregang dan terputusnya diskus interkalatus dan terputusnya *myofibril* sebanyak 90 % pada korban akibat sengatan listrik.<sup>14</sup> Penelitian pada

tikus didapatkan robekan *plasma membran epithelium*, hiperkontraksi serabut serat otot rangka, dan pada serat otot jantung berupa nekrosis dan hiperkontraksi.<sup>15</sup> Penelitian penelitian yang dilakukan terhadap korban tersengat listrik yang menjalani perawatan dengan pengambilan sampel darah untuk meneliti kadar kreatin kinase-MB berdasarkan variasi waktu beberapa jam setelah sengatan listrik menyatakan bahwa akan terjadi peningkatan kadar kreatin kinase-MB dan peningkatan kadar kreatin kinase-MB tersebut dapat digunakan sebagai petunjuk tentang luasnya kerusakan jantung akibat sengatan listrik.<sup>16-18</sup>

Besarnya arus listrik yang melewati organ dalam akan mempengaruhi tingkat kerusakan organ yang dilewati sehingga pada penelitian ini dilakukan perlakuan dengan memberikan paparan arus listrik dosis bertingkat. Penelitian pendahuluan yang peneliti lakukan menunjukkan bahwa besar kuat arus maksimal yang dapat melewati tubuh tikus dengan tegangan 220 Volt (V) adalah berkisar antara 110 - 128 miliamper (mA). Penelitian juga membuktikan bahwa tikus mengalami kematian kurang dari satu jam setelah paparan listrik 110-128 mA selama 60 detik.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka masalah penelitian ini adalah bagaimanakah efek paparan arus listrik dosis 1- 30 mA, 31-60 mA, 61-90 mA dan 91 – 120 mA secara kontak langsung dan melalui medium air terhadap kerusakan otot jantung dan kadar kreatin kinase-MB serum pada tikus wistar.

### **1.3 .Tujuan Penelitian**

#### 1.3.1. Tujuan Umum

Untuk membuktikan efek paparan arus listrik dosis 1 - 30 mA, 31-60 mA, 61-90 mA dan 91 – 120 mA secara kontak langsung dan melalui medium air terhadap kerusakan otot jantung dan kadar kreatin kinase-MB serum pada tikus wistar.

#### 1.3.2. Tujuan Khusus

1. Untuk membuktikan korelasi antara paparan arus listrik dengan jumlah titik hiperkontraksi serabut otot jantung.
2. Untuk membuktikan korelasi antara paparan arus listrik dengan kadar kreatin kinase-MB serum darah tikus wistar.
3. Untuk membuktikan korelasi antara paparan arus listrik dengan jumlah nekrosis sel otot jantung.
4. Untuk membuktikan korelasi antara jumlah titik hiperkontraksi serabut otot jantung dengan kadar kreatin kinase-MB serum tikus wistar yang terpapar arus listrik.
5. Untuk membuktikan korelasi antara jumlah nekrosis sel otot jantung dengan kadar kreatin kinase-MB serum tikus wistar yang terpapar arus listrik.

6. Untuk membuktikan perbedaan jumlah titik hiperkontraksi serabut otot jantung akibat paparan arus listrik secara langsung dan melalui medium air.
7. Untuk membuktikan perbedaan jumlah nekrosis sel otot jantung akibat paparan arus listrik secara langsung dan melalui medium air.
8. Untuk membuktikan perbedaan kadar kreatin kinase – MB serum akibat paparan arus listrik secara langsung dan melalui medium air.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah untuk menambah pengetahuan tentang efek paparan arus listrik dosis bertingkat terhadap kerusakan otot jantung dan perubahan biokimiawi akibat kerusakan jantung .

#### **1.5. Keaslian Penelitian**

Penelitian – penelitian yang pernah dilakukan untuk menganalisis kerusakan histopatologis otot jantung dan kadar kreatin kinase - MB akibat paparan arus listrik antara lain:

Tabel 1 . Matrik Keaslian penelitian

Peneliti	Judul penelitian	Metode Penelitian dan perlakuan	Hasil Penelitian
Housinger TA, Green L, Shahangian S, Saffle JR, Warden GD.	A prospective study of myocardial damage in electrical injuries.	16 pasien tersengat listrik dinilai EKG serial, CK, CK-MB	6 pasien (56%) CK-MB meningkat, EKG abnormal. <sup>16</sup>
Zhang B, Yang Y, Tian Y, Li G, Zhang X, Li M, et all.	Diagnostic value of serum creatinine kinase MB in patients with cardiac damage after electric injuries.	32 pasien tersengat listrik evaluasi EKG serial, CK, CK-MB, dibagi 2 kelompok. EKG tidak normal (grup A) EKG normal (grup B)	CK, CK-MB, CK-MB/total rasio dan CK-MB difference secara signifikan lebih tinggi pada grup A daripada grup B ( $p < 0,05$ ). Kerusakan jantung dapat diperkirakan dengan serum CK-MB, <sup>18</sup>
Chandra NC, Siu CO, Munster AM.	Clinical predictors of myocardial damage after high voltage electrical injury.	pasien tersengat listrik tegangan tinggi dibagi dalam 2 kelompok.: A (dengan kerusakan miokard, B tidak ada kerusakan miokard	Pada kelompok A total CK antara 1373 s/d 52.544mU/ml. Pada kelompok B CK-MB negative. <sup>19</sup>
Qing ZQ, Gong YC, Huang XH	Ultrastructure changes of electrical injury in rats.	Penelitian pada tikus untuk mengamati perubahan ultrastruktur jaringan akibat paparan arus listrik tegangan rendah.	Terdapat robekan pada membrane epithelium plasma, hiperkontraksi serabut otot rangka, nekrosis, hiperkontraksi serabut otot jantung, vakuolisasi. <sup>15</sup>
Michine T, ishikawa T, Zhao , Kamikodai Y, Zhu BL, Maeda H	Pathological and biochemical analysis of the pathophysiology of fatal electrocution in five autopsy cases	5 kasus otopsi karena sengatan listrik.	luka lepuh dengan atau tanpa , kasus 1 - 4 kasus ke-5 pengurangan dan eritema. Kardiomiolisis kasus 3, 4, . Peningkatan CK-MB kasus 1 dan 2. <sup>20</sup>
Syamsun A	Efek paparan arus listrik terhadap jumlah titik hiperkontraksi dan kadar kreatin kinase serum tikus wistar	tkus wistar diberi paparan listrik dosis betingkat secara langsung dan melalui medium air diperiksa jumlah nekrosis otot gastrocnemius dan kadar kreatin kinase	Makin tinggi paparan makin tinggi jumlah hiperkontraksi otot <i>gastrocnemius</i> dan makin tinggi kadar kreatin kinase serum. <sup>5</sup>

Penelitian penelitian terdahulu tentang efek paparan listrik terhadap kerusakan jantung dan kadar kreatin kinase-MB pernah dilakukan dengan sebagian besar yang diteliti adalah manusia. Penelitian dengan hewan coba tikus pada penelitian yang pernah dilakukan menggunakan dosis bertingkat *non lethal*. Pemeriksaan kadar kreatin kinase-MB pada penelitian terdahulu dilakukan secara serial dengan pengambilan sampel beberapa jam setelah sengatan listrik. Penelitian pada hewan coba dengan menggunakan paparan arus listrik bertingkat secara langsung dan melalui medium air pernah dilakukan oleh Arfi Syamsun pada tahun 2010 untuk menganalisa kerusakan pada otot *gastrocnemius* pada titik kontak, homolateral, kontralateral dan kadar kreatin kinase serum tikus wistar. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah bahwa pada penelitian disini penelitian untuk menganalisis kadar kreatin kinase-MB dan kerusakan otot jantung berupa hiperkontraksi dengan cara menghitung jumlah puncak titik hiperkontraksi serabut otot jantung dan nekrosis otot jantung segera setelah sengatan listrik sampai sekarang belum ada. Pemeriksaan segera perlu dilakukan setelah paparan listrik untuk menghindari kerancuan tentang kadar kreatin kinase-MB serum dan kerusakan histopatologis otot jantung akibat proses *postmortem* .