

## **Penentuan Sebab Kematian Diduga Keracunan Fungisida Mancozeb Berdasarkan Pemeriksaan Histopatologi Pada Jenazah Busuk**

Taufik Hidayat<sup>1\*</sup>, Gestina Aliska<sup>2</sup>, Syandrez Prima Putra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, Universitas Andalas Padang, Indonesia*

<sup>2</sup>*Department of Pharmacology and Therapeutic, Faculty of Medicine, Universitas Andalas Padang, Indonesia*

<sup>3</sup>*Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Universitas Andalas Padang, Indonesia*

*\*)Corresponding author: E-mail : [taufikhidayat@med.unand.ac.id](mailto:taufikhidayat@med.unand.ac.id)*

### **ABSTRAK**

Peningkatan kejadian kasus pembunuhan maupun bunuh diri menggunakan racun terjadi dari tahun ke tahun. Pembuktian sebab kematian karena racun membutuhkan analisis forensik yang dalam terkait efek racun terhadap organ tubuh manusia. Dilaporkan penemuan jenazah laki-laki dewasa dalam keadaan busuk dipenuhi belatung di sebuah kebun teh. Pada pemeriksaan luar ditemukan luka bakar derajat 2 seluas 19% diarea bokong, genitalia dan perut bawah. Memar pada kulit puncak kepala. Organ dalam keadaan busuk. Pada pemeriksaan histopatologi ditemukan kongesti dan perdarahan pada jantung, hati, limpa, ginjal dan paru. Ditemukan aterosklerosis koroner, *fatty change*, edema pulmonum, glomerulosklerosis dan *tubular atrophy*. Pemeriksaan entomologi ditemukan larva instar 2 dan instar 3 dari *family Calliphoridae*. Disimpulkan sebab kematian akibat racun yang menyebabkan asfiksia (mati lemas) dan terdapat penyakit menahun pada jantung dan ginjal.

***Kata kunci : pembusukan, racun, sebab mati***

### **ABSTRACT**

*Incidence of homicide and suicide using poison occurs increasingly from year to year. Proving the cause of death due to poison requires a deep forensic analysis related to the effects of poisons on human organs. It has been reported the discovery of an adult male human decomposed body filled with maggots in a tea plantation area. External forensic examination revealed a 2 degree burns covering an area of 19% of the body (the buttocks, genitalia and lower abdomen), bruises on the top of the scalp. The organ is in the decomposing state. Histopathological findings are congestion and bleeding in the heart, liver, spleen, kidney and lungs. There is coronary atherosclerosis, fatty change in the liver cell, pulmonary edema, glomerulosclerosis and tubular atrophy. The examination of maggots found instar 2 and instar 3 larvae from the Calliphoridae family. It is concluded that the cause of death was from poison that caused asphyxia and there were chronic diseases of the heart and kidneys.*

***Key words: decomposition, poison, cause of death***

## PENDAHULUAN

Fungisida digunakan dalam pertanian untuk melindungi umbi, sayuran, dan buah-buahan selama penyimpanan atau diterapkan langsung pada tanaman hias, pohon, tanaman ladang, dan sereal (Gupta dan Aggarwal, 2007). Mancozeb (MNZ) adalah fungisida kelas karbamat yaitu kompleks poliamida garam mangan dan seng dari etilenbisdithio karbamat. MNZ secara luas digunakan dalam pertanian karena memiliki toksisitas akut rendah, persisten lingkungan yang langka (Maroni *et al.*, 2000), dan LD50 oral tinggi pada tikus Wistar (Edwards *et al.*, 1997). Mancozeb merupakan bahan campuran maneb dan zink yang mengandung 16% mangan, 2% zink, dan 62% ethylenebisdithio karbamat atau mangan ethylenebisdithio karbamat plus non zink.<sup>1,2,3,7</sup>

MNZ tampaknya diserap dengan cepat dari saluran gastrointestinal, didistribusikan ke organ target dan diekskresikan hampir secara total pada 96 jam (US EPA, 1987). MNZ dimetabolisme menjadi etilenethiourea, yang menghambat peroksidase tiroid pada tikus dan primata, dan menginduksi malformasi tabung saraf pada tikus dan katak, dan kanker tiroid pada mencit dan tikus (Axelstad *et al.*, 2011). Sebuah hubungan telah dilaporkan antara asupan sayuran yang diberi MNZ dan efek berbahaya pada hati tikus (Adjrah *et al.*, 2013), tikus yang diberikan MNZ setiap hari selama 30 hari menunjukkan penurunan berat hati yang signifikan dan penurunan tingkat protein (Ksheerasagar dan Kaliwal, 2003). Selain itu, berbagai efek kesehatan kronis yang merugikan dari MNZ telah diamati, seperti perubahan struktural dan fungsional gonad (Baligar dan Kaliwal, 2001; Khan dan Sinha, 1996; Ksheerasagar dan Times, 2003, 2010), tiroid (Goldner *et al.*, 2010; Kackar *et al.*, 1997), hati (Yahia *et al.*, 2014), dan sistem saraf pusat (Sabre dan Reda, 2016)<sup>7</sup>

Pada pemeriksaan histopatologi, kongesti hati, ginjal, dan paru sering terjadi. Kadang-kadang terdapat degenerasi hati, asites, enteritis, dan hidrotoraks. Propamocarb tidak menimbulkan iritasi pada mata atau kulit. Ini menginduksi sensitisasi dalam tes *Magnusson Kligman maximization*. Tanda-tanda toksisitas meliputi hipokinesia, kelesuan, tremor tubuh, kejang klonik, perdarahan hidung, piloereksi, *staggering gait*, dan ataksia. Perubahan vakuolar pada berbagai jaringan termasuk pleksus koroid di otak dan pengurangan bobot organ telah diamati pada tikus dan anjing. Perkembangan umum dan kelainan reproduksi termasuk penurunan indeks kopulasi (tikus betina), keterbelakangan dalam osifikasi (tikus), dan peningkatan kehilangan pasca-implantasi (kelinci). Organ target utama pada paparan berulang adalah ethylenebisdithio karbamat tiroid. Fungisida ini mengubah kadar hormon dan / atau bobot hormon tiroid. Toksisitas perkembangan meliputi malformasi dan efek embrio fetotoksik pada tingkat dosis toksik maternal dengan ethylenebisdithio karbamat pada tikus.<sup>3,4,5,6</sup>

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan sebuah laporan kasus dari sebuah kematian yang diduga korban mengalami keracunan fungisida jenis mancozeb. Jenazah ditemukan dalam kondisi busuk. Pemeriksaan toksikologi tidak dapat dilakukan karena keterbatasan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilaporkan penemuan jenazah seorang laki-laki berusia antara 50-60 tahun dalam keadaan tubuh dipenuhi belatung dan celana yang melorot disebuah area perkebunan teh. Menurut keterangan penyidik, korban ditemukan dalam posisi tertelungkup dengan bagian bokong korban terbakar. Polisi sudah melakukan penyelidikan dan mendapatkan tersangka yaitu teman wanita korban yang mengaku memberikan kapsul berisi racun kentang merek *pathene* (fungisida mancozeb) dan kapsul berisi jamu kepada korban. Setelah korban tidak berdaya, pelaku menyiram bagian bokong korban dengan bensin dan membakarnya.

Pada pemeriksaan luar ditemukan jenazah dibungkus kantong jenazah berwarna oranye. Jenazah memakai 1 buah gelang manik-manik berwarna hitam dilengan bawah kiri. Terdapat 1 buah cincin dijari manis tangan kiri bahan logam berwarna keemasan. Jenazah memakai 1 helai baju kaos berkerah berwarna merah, 1 helai singlet kaos berwarna putih, 1 helai celana panjang bahan katun berwarna hitam, 1 buah ikat pinggang bahan katun berwarna hitam dengan bagian kepala berbahan logam berwarna perak, 1 buah celana dalam bahan katun warna biru muda, 1 buah celana dalam bahan katun berwarna merah.

Terdapat lebam mayat pada wajah, leher, dada, perut, pinggang dan kedua paha bagian depan berwarna kemerahan dan tidak hilang dengan penekanan. Kaku mayat tidak dapat dinilai. Terdapat pembusukan dan belatung pada seluruh tubuh. Mayat adalah seorang laki-laki berumur lebih kurang 50-60 tahun, ras Mongoloid, warna kulit sawo matang, gizi baik dan panjang tubuh 158 cm serta zakar disunat. Mata tidak dapat dinilai. Gigi geligi lengkap. Hidung dan Telinga tidak ada kelainan. Pada seluruh perut bagian bawah terdapat kulit yang mengelupas berwarna kehitaman dengan dasar kemerahan. Pada seluruh alat kelamin terdapat kulit yang mengelupas berwarna kehitaman dengan dasar kemerahan. Pada seluruh pantat terdapat kulit yang mengelupas berwarna kehitaman dengan dasar kemerahan.

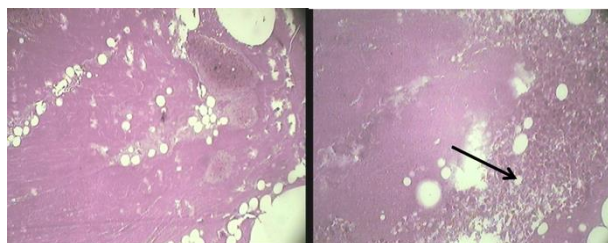
Jaringan lemak bawah kulit berwarna coklat kekuningan, daerah dada setebal 0.5 cm dan daerah perut 1.5 cm. Otot-otot berwarna merah kecokelatan, tebal 1 cm. Sekat rongga badan kanan dan kiri setinggi interkostal 6. Tulang dada utuh, tidak ada resapan darah. Iga-iga utuh, tidak ada resapan darah. Dalam rongga dada kanan terdapat cairan berwarna merah kehitaman sebanyak 10 cc. Sebelah kiri terdapat cairan berwarna merah kehitaman sebanyak 10 cc. Kandung jantung tampak 3 jari diantara kedua paru, tidak berisi cairan. Jaringan ikat bawah kulit daerah leher tidak terdapat resapan darah. Otot leher cokelat kemerahan, tidak tampak resapan darah. Selaput dinding perut licin.

Otot dinding perut cokelat kemerahan. Dalam rongga perut tidak terdapat cairan. Lidah berwarna kehitaman, penampang kehitaman. Tulang lidah utuh. Rawan gondok utuh. Rawan cincin utuh. Kelenjar gondok berwarna merah kehitaman, perabaan lunak. Kelenjar kelenjar tidak ditemukan. Kerongkongan warna kehitaman. Batang tenggorok warna kehitaman. Jantung sebesar 1 kali tinju kanan mayat, berwarna coklat kemerahan perabaan lunak ukuran lingkaran katub serambi kanan 2.5 cm, kiri 4 cm, pembuluh nadi paru 1.5 cm dan batang nadi 2.5 cm. Tebal otot bilik kanan 1.5 cm dan otot bilik kiri setebal 1.5 cm. Pembuluh nadi jantung teraba kaku, sekat jantung normal warna coklat kemerahan. Ukuran panjang jantung yaitu 13 cm, lebar 8 cm, tinggi 3.5 cm. Paru kanan terdiri atas 3 baga, berwarna merah kehitaman perabaan lunak penampang berwarna merah kehitaman. Paru kiri terdiri atas 2 baga, berwarna merah kehitaman perabaan kenyal penampang berwarna merah kehitaman. Limpa berwarna merah kehitaman permukaan berkerut perabaan lunak penampang berwarna merah kehitaman gambaran limpa jelas dan pada pengikisan jaringan keriput. Ukuran panjang 7 cm lebar 3 cm tinggi 1 cm. Hati berwarna merah kehitaman permukaan licin tepi tumpul perabaan kenyal penampang berwarna merah kehitaman gambaran hati jelas. Ukuran Panjang 24 cm lebar 18 cm tinggi 4 cm. Kandung empedu berisi cairan berwarna kehitaman, selaput lendir seperti beludru, saluran empedu tidak tersumbat. Kelenjar liur perut tidak ditemukan. Lambung berisi cairan

berwarna kecokelatan. Usus dua belas jari selaput lendir cokelat, perabaan lunak. Usus halus selaput lendir berwarna kecokelatan, perabaan lunak. Usus besar selaput lendir berwarna kecokelatan, perabaan lunak. Kelenjar anak ginjal kanan dan kiri tidak ditemukan.

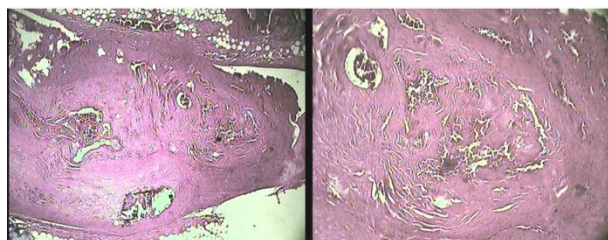
Ginjal kanan simpai lemak tipis, simpai ginjal sudah terlepas, permukaan ginjal licin warna merah kehitaman penampang berwarna merah kehitaman, gambaran ginjal jelas, piala ginjal tidak ada kelainan, saluran kemih tidak tersumbat, perabaan lunak. Ukuran panjang 13 cm, lebar 6.5 cm, tinggi 1.5 cm. Ginjal kiri simpai lemak tipis simpai ginjal sudah terlepas, permukaan ginjal licin warna merah kehitaman penampang berwarna merah kehitaman gambaran ginjal jelas piala ginjal tidak ada kelainan saluran kemih tidak tersumbat, perabaan lunak. Ukuran Panjang 13 cm, lebar 6.5 cm, tinggi 1.5 cm. Kandung kemih berisi kosong selaput lendir kecokelatan. Kulit kepala bagian dalam berwarna kemerahan. Tulang tengkorak tidak ada kelainan. Selaput keras otak terdapat bulatan warna kemerahan dengan diameter 3 cm. Selaput lunak otak tidak ada kelainan. Otak besar dalam keadaan membubur. Otak kecil dalam keadaan membubur. Batang otak dalam keadaan membubur. Bilik otak tidak dapat dinilai.

Pemeriksaan mikroskopis jaringan dengan hasil sebagai berikut, jaringan jantung dengan hasil sediaan menunjukkan jaringan otot jantung dari *miokardium* yang telah mengalami autolisis akibat pembusukan, morfologi dari inti sel dan gambaran lurik pada *sitoplasma* sel otot jantung sudah tidak terlihat lagi. Pembuluh-pembuluh darah melebar dengan *lumen* berisi *eritrosit*. Tampak bagian-bagian perdarahan yang cukup luas setempat-setempat pada *miokardium* dan jaringan lemak *epicardium*. Pada daerah tertentu terlihat adanya perdarahan diantara jaringan otot yang disertai sedikit sel radang *limfosit* diantaranya. Perubahan inti dan *sitoplasma* yang menjadi tanda *nekrosis koagulatif (infark)* pada sel-sel otot jantung sudah tidak dapat dinilai.

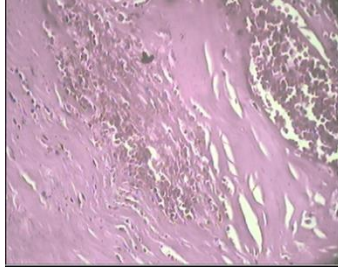


Gambar 1. Kongesti dan perdarahan jantung

Pada pembuluh darah jantung tampak pembentukan *plak atheroma* disertai dengan *thrombus (occlusive thrombus)* yang telah mengalami *organisasi* (penggantian *fibrin* dengan jaringan ikat) dan *rekanalisasi* (pembentukan kapiler-kapiler baru didalam massa trombus yang telah mengalami organisasi). Terlihat pula *kalsifikasi* dan perdarahan setempat-setempat didalam *plak*.

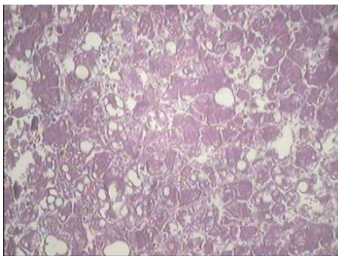


Gambar 2. Aterosklerosis pembuluh darah jantung dengan organized thrombus dan rekanalisasi



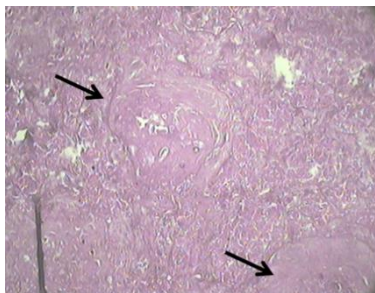
Gambar 3. *Intraplaque haemorrhage*

Jaringan hati dengan hasil sediaan terdiri atas jaringan hati yang telah mengalami pembusukan. Morfologi sel dan susunan *sinusoidal* hati masih dapat terlihat setempat-setempat. *Sinusoid* dan pembuluh-pembuluh darah terkesan melebar dengan *lumen* berisi *eritrosit*. Sebagian sel hati menunjukkan vakuola lemak (*mikrovesikuler*) dalam *sitoplasma*. Tidak terlihat *fibrosis septal* atau pembentukan *pseudolobus*.

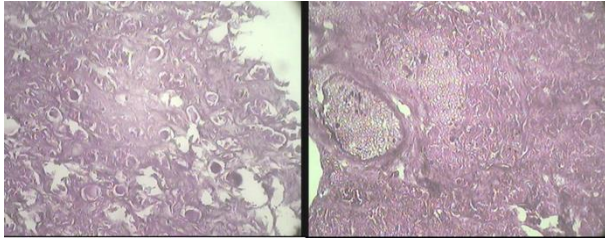


Gambar 4. *Fatty change* pada sel hati

Jaringan ginjal dengan hasil sediaan terdiri atas jaringan ginjal yang telah mengalami pembusukan. Sel-sel *epitel tubuli* telah mengalami autolisis akibat pembusukan. Struktur *glomeruli* sebagian terlihat mengalami *sklerosis* (*focal* dan *segmental* atau *total*). *Tubuli renalis* sebagian terlihat berukuran kecil disertai massa *amorfa eosinofilik* pada lumen. Pembuluh-pembuluh darah terlihat melebar dengan lumen berisi *eritrosit* disertai perdarahan ringan setempat-setempat. Tidak tampak sekumpulan sel radang akut atau kronik yang jelas pada *interstitial*.



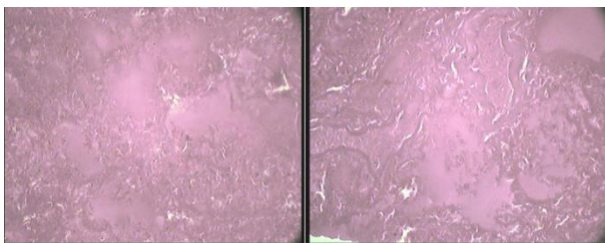
Gambar 5. Glomerulosklerosis



Gambar 6. *Tubular atrophy* dengan tiroidisasi dan kongesti ginjal.

Jaringan limpa dengan hasil sediaan terdiri atas jaringan limpa yang telah mengalami pembusukan. Struktur *pulpa alba* sudah tidak terlihat jelas. Pembuluh-pembuluh darah melebar dengan lumen berisi *eritrosit*. Sel-sel *limfoid* kesan tidak menunjukkan kelainan yang bermakna.

Jaringan paru dengan hasil sediaan terdiri atas jaringan paru-paru yang telah mengalami pembusukan. Pembuluh-pembuluh darah melebar dengan *lumen* berisi *eritrosit* disertai bagian-bagian perdarahan yang cukup luas pada *interstitial*. Setempat-setempat masih terlihat struktur *alveoli* dengan *lumen* berisi sekret *eosinofilik*. *Pneumocyte* yang melapisi *alveoli* sudah tidak terlihat lagi. Tidak tampak sebulan sel radang akut atau kronik yang jelas pada *interstitial* atau *lumen alveoli*.



Gambar 7. Kongesti dan *pulmonary edema*

Jaringan kulit kepala dengan hasil sediaan terdiri atas jaringan kulit tanpa lapisan *epidermis*. Setempat-setempat terlihat adanya ekstravasasi *eritrosit* diantara *stroma* jaringan ikat pada *dermis*. Pada bagian lainnya terlihat pula sebulan ringan sel radang kronik *mononuklear*. Pada jaringan lemak *subkutis* tidak terlihat adanya perdarahan yang jelas. Jaringan kulit bokong dengan hasil sediaan terdiri atas jaringan ikat *fibrokolagen* dan jaringan lemak. Tidak dijumpai lapisan *epidermis* kulit. Tidak terlihat adanya perdarahan atau sebulan sel radang yang jelas.

Dari pemeriksaan histopatologi diatas dapat disimpulkan bahwa, adanya kongesti yang disertai perdarahan setempat-setempat pada berbagai organ yang diperiksa (jantung, paru, hati, ginjal dan limpa) dapat disebabkan oleh hipoksia-anoksia pada jaringan. Asfiksia bisa disebabkan oleh asfiksia mekanik, asfiksia toksikologis, asfiksia patologis, asfiksia lingkungan dan asfiksia traumatik. Pada jenazah dengan mekanisme kematiannya adalah asfiksia harus ditemukan *cardinal sign of asphyxia* yaitu sianosis, kongesti/edema, bintik perdarahan, darah menjadi encer dan perbesaran ruang jantung. Pada kasus ini sudah mengalami pembusukan, sehingga sulit menilai *cardinal sign of asphyxia* pada pemeriksaan makroskopis, sehingga pemeriksaan jaringan dibawah mikroskop (histopatologi) menjadi pilihan. Pada kasus ini, tanda-tanda asfiksia terlihat jelas berupa kongesti dan perdarahan pada organ vital yang diperiksa<sup>8,9</sup>

Pada pembuluh darah jantung tampak *aterosklerosis* disertai *organized thrombus* yang telah mengalami *rekanalisasi*. Terlihat adanya kalsifikasi dan *intraplaque haemorrhage*. Pada paru-paru tampak *pulmonary edema*. Pada hati tampak *fatty change* pada sebagian sel hati. Penelitian oleh Yahia *et al* (2019)



yang berjudul *Mancozeb fungicide-induced genotoxic, effects, metabolic alterations, and histological change in the colon and liver of Sprague Dawley Rats* menemukan bahwa terjadi perubahan histopatologi lambung dan kolon setelah pemberian mancozeb seperti kongesti, deskuamasi epitel intestinal, dan infiltrasi sel radang pada lamina propria dan submukosa. Sedangkan pada hati terjadi kongesti, dan infiltrasi sel radang. Hal ini juga tampak pada beberapa studi sebelumnya oleh Talha *et al* (2016), Yahia *et al* (2014), sedangkan pada penelitian oleh Kwon *et al* (2018) tidak terdapat perubahan histopatologi hati setelah eksposur mancozeb kronik<sup>7</sup>

Pada ginjal tampak kelainan pada *glomerulus* berupa *glomerulosklerosis (focal)* dan kelainan pada *tubulus* berupa *tubular atrophy* dengan *tiroidisasi*. Gambaran ini memberi kesan penyakit ginjal kronik. Pada kulit kepala ditemukan adanya perdarahan ringan pada dermis dan sebaran sel radang kronik setempat. Pada sampel sediaan kulit bokong tidak terlihat tanda-tanda intravitalitas luka yang berupa perdarahan atau inflamasi.

Sebab kematian pada kasus ini, berdasarkan hasil pemeriksaan histopatologi, mengarah kepada racun yang menyebabkan asfiksia. Untuk menegaskan diagnosis kematian pada kasus diduga karena keracunan, ada 5 hal yang menjadi pertimbangan oleh dokter yaitu hasil wawancara dengan saksi atau pelaku bahwa korban memang mengonsumsi racun, pada pemeriksaan fisik terdapat tanda keracunan, pada pemeriksaan makroskopis dan mikroskopis sesuai dengan keracunan, analisis kimiawi menemukan racun atau metabolitnya didalam tubuh korban serta terbukti sisa racun sama dengan yang dipakai oleh korban. Pada kasus ini, hasil wawancara dengan terduga pelaku dan pemeriksaan mikroskopis menunjang kearah racun yang menyebabkan asfiksia, dalam hal ini adalah fungisida mancozeb. Analisis toksikologi pada kasus ini tidak dapat dilakukan karena keterbatasan sarana dan prasarana di beberapa laboratorium, sehingga penentuan sebab kematian dilakukan dengan pendekatan histopatologi. Sebab kematian adalah luka/trauma/penyakit/racun yang mengganggu proses fisiologis dalam tubuh yang berakhir dengan kematian individu. Mekanisme kematian merupakan gangguan fisiologik dan atau biokimiawi yang ditimbulkan oleh penyebab kematian. Beberapa contoh mekanisme kematian perdarahan, asfiksia, refleks vagal, kerusakan organ vital<sup>8,9,10</sup>

Selain menemukan *cardinal sign of asphyxia* pada tingkat jaringan, pemeriksaan histopatologi juga menemukan beberapa kondisi patologis pada tubuh mayat. Pada kasus terbukti bahwa warna kemerahan pada kulit kepala merupakan memar. Memar sendiri merupakan jenis kekerasan tumpul yang terjadi intravital. Selain itu didapatkan juga temuan aterosklerosis pembuluh darah jantung. Nekrosis koagulativa yang merupakan bukti terjadinya *infark miokard akut* tidak dapat dibuktikan karena jaringan otot jantung yang sudah mengalami autolisis. Pada ginjal juga ditemukan penyakit *glomerulosklerosis* dan *tubular atrophy* yang merupakan tanda penyakit ginjal kronik. Pada hepar terdapat *fatty change*. Edema pulmonum pada paru merupakan kondisi akut terkait asfiksia. Pemeriksaan belatung dengan hasil sampel adalah belatung serangga dari *family* (keluarga) *Calliphoridae* (lalat bangkai atau lalat hijau) *Stadium instar 2* dengan ciri-ciri ukuran panjang larva 4-7 mm, memiliki 2 celah spirakel dan berumur kira-kira dua hari. *Stadium instar 3* dengan ciri-ciri ukuran panjang larva 8-13 mm, memiliki 2 celah spirakel dan berumur kira-kira 3-7 hari.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan histopatologi terhadap beberapa organ vital ditemukan *aterosklerosis* pada pembuluh darah jantung. Terdapat *pulmonary edema*. Terdapat *fatty change* pada sebagian sel hati. Terdapat penyakit *glomerulosklerosis* dan *tubular atrophy* dengan *tiroidisasi*. Sebab dan mekanisme kematian akibat racun yang menyebabkan asfiksia (mati lemas) tidak dapat disingkirkan, sedangkan cara kematian adalah kematian yang tidak wajar. Tanda-tanda kongesti dan perdarahan yang merupakan tanda-tanda asfiksia ditemukan pada jantung, paru, hepar dan ginjal. Pendekatan histopatologi dijadikan dasar untuk menegakkan diagnosis kematian akibat racun karena pemeriksaan toksikologi untuk menganalisis racun didalam tubuh jenazah yang sudah membusuk ini tidak dapat dilakukan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Petugas pemulasaraan jenazah RSUP dr. M. Djamil Padang serta staf Bagian Ilmu Kedokteran Forensik dan Medikolegal Fakultas Kedokteran Universitas Andalas padang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Katzung, Bertam G. Farmakologi Dasar dan Klinik. Ed 8. Katzung, Bertam G, editor. Jakarta: Salemba Medika Glance, 2002.
- The Forensic Toxicology Council (2015). Briefing: What is Forensic Toxicology?. <http://www.abft.org/files/WHATISFORENSICTOXICOLOGY.pdf>/ Diakses Juni 2020.
- Pawan K. Gupta. Veterinary Toxicology. 3<sup>rd</sup> Ed. Ramesh C. Kentucky: Elsevier; 2018. 569-580.
- Kackar Reena et al. Induction of Gonadal Toxicity to Male Rats After Chronic Exposure to Mancozeb. Industrial Health Journal. 2001; 35: 101-14
- Ragavendra L et al. Effect of Mancozeb on Thyroid, Testis, Accessories Reproductive Organs and Biochemical Constituents in Albino Mice. Journal of Research in Science and Technology. 2010; 2(8): 7-11
- Mahadevaswami et al. Effect of Mancozeb on Ovarian Compensatory Hyperthrophy and Biochemical Constituent in Hemicastrated Albino Rat. Journal of Reproductive Toxicology. 2000; 14: 127-34
- Yahia D, El-Amir YO, Rushdi M. Mancozeb fungicide-induced genotoxic, effects, metabolic alterations, and histological change in the colon and liver of Sprague Dawley Rats. Toxicology and Industrial Health, 2019, Vol 35(4) 265-276
- Bardale R. Violent Asphyxia. Principles of Forensic Medicine and Toxicology 1<sup>st</sup> ed. New Delhi. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) LTD. 2011;
- Payne-James J, Jones R, Karch SB, Manlove Asphyxia. Simpson's Forensic Medicine 13<sup>rd</sup> ed. London. 2011.
- Saukko P, Knight B. Suffocation and Asphyxia. Knight's 4<sup>th</sup> edition Forensic Pathology. Boca Raton. CRC Press Taylor and Francis Group. 2016