

**Kristal hemoglobin pada darah dan bercak darah yang terpapar beberapa
shampo cuci sepeda motor menggunakan
tes Teichmann dan tes Takayama**

**M. Fajrul Ihsan
Eni Karmila
Tegar Indrayana
m.fajrul_ikhsan@yahoo.com**

ABSTRACT

Bloodstain is one of important evidence in a forensic laboratory examination, especially in cases of violence or crime. Attempted in removing evidence of bloodstain with cleaning agents such as motorcycle wash shampoo is a challenge in the investigation. The purpose of this study is to observe crystal hemoglobin in blood and bloodstains exposed with motorcycle wash shampoo using Teichmann and Takayama test. This study is experimental research. The blood slides and bloodstains slides were washed using 2 kind of motorcycle wash shampoo as many as one to three times. In the study, 28 (100%) slides have positive result whether with Teichmann or Takayama test. It can be concluded that hemoglobin crystal are still can be found in blood and bloodstain expand will some motorcycle wash shampoo using Teichmann and Takayama test.

Keywords: *bloodstain, hemoglobin crystal, motorcycle wash shampoo, Teichmann, Takayama*

1. PENDAHULUAN

Keadilan dapat ditegakkan dengan adanya pembuktian secara ilmiah. Pembuktian secara ilmiah dengan menggunakan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dinyatakan sebagai saksi diam. Para ahli berperan untuk memeriksa barang bukti (*corpus delicti*) secara ilmiah sehingga barang bukti tersebut dapat bercerita tentang apa yang terjadi.¹ Pada kasus kejahatan dengan kekerasan fisik, seperti perkosaan, penganiayaan, pembunuhan, dan lain-lain, mungkin ditemukan barang bukti. Barang bukti tersebut bisa berupa rambut, urin, air liur, cairan mani, darah, dan jaringan tubuh yang ditemukan di tempat kejadian perkara (TKP). Para

pelaku kejahatan berusaha untuk menghilangkan barang bukti tersebut dengan berbagai cara, diantaranya menyiram dengan menggunakan air, zat kimia dan lain-lain khususnya pada darah dan bercak darah. Bahan-bahan seperti ini umumnya di jumpai dalam jumlah yang sangat sedikit, tetapi semakin cermat dan terampil seseorang ahli, semakin banyak yang dapat diungkapkan.²

Darah merupakan cairan biologik dengan sifat-sifat potensial lebih spesifik untuk golongan manusia tertentu. Tujuan utama pemeriksaan darah forensik sebenarnya adalah untuk membantu identifikasi pemilik darah tersebut, dengan membandingkan bercak darah yang di temukan di TKP pada obyek-obyek tertentu (senjata,

karpet, kursi, meja, lantai dan sebagainya), manusia dan pakaiannya dengan darah tersangka pelaku kejahatan ataupun dengan darah korban. Bercak darah tersebut yang menjadi bahan utama pemeriksaan forensik.³

Sebelum dilakukan pemeriksaan darah yang lebih lengkap, terlebih dahulu dipastikan apakah bercak berwarna merah itu darah. Pada dasarnya pemeriksaan bercak darah di laboratorium forensik terdiri atas visualisasi, tes skrining *presumptive* dilanjutkan dengan tes konfirmasi dan tes spesifik dengan pemeriksaan DNA. Tes *presumptive* memiliki tingkat sensitivitas yang sangat tinggi namun memiliki spesifisitas yang rendah untuk darah atau bercak darah. Upaya mengurangi bias pada hasil pemeriksaan *presumptive*, selanjutnya dilakukan tes konfirmasi. Tes konfirmasi (*confirmation test*) merupakan pemeriksaan untuk meyakinkan kebenaran darah berdasarkan terdapatnya pigmen dari mikrokristalin atau disebut juga kristal hemoglobin. Tes konfirmasi yang paling sering di gunakan adalah tes Teichmann dan tes Takayama.⁴

Tes Teichmann mereaksikan antara gugus heme dengan *glacial acid* dan halida (*chloride*) pada suhu tertentu yang menghasilkan *ferriprotoporphyrin chloride* (kristal hemin/hematin), sedangkan pada tes Takayama mereaksikan antara glukosa dengan gugus *pyridine* pada heme dalam kondisi alkali dan suhu tertentu yang menghasilkan *pyridine ferriprotoporphyrin* atau *hemochromogen*. Kedua tes ini baik dari tes Teichmann maupun tes takayama sangat tergantung pada temperatur lingkungan saat melakukan reaksi. Perbedaan dari

kedua tes ini adalah pada tes Takayama dapat memunculkan noda darah yang menempel pada baju sedangkan tes Teichmann tidak bisa, dan tes Takayama juga dapat memunculkan hasil positif pada sampel yang mempunyai hasil negatif pada tes Teichmann.⁵

Belum ada jurnal maupun buku yang secara spesifik memaparkan pemeriksaan laboratorium forensik pada darah yang terpapar sabun atau deterjen baik pada bahan kain, kaca ataupun keramik. Beberapa penelitian forensik yang bertujuan untuk mengidentifikasi bercak darah yang terpapar dengan sabun atau shampo cuci diantaranya adalah penelitian Adair (2005) dan Creamer (2005).^{6,7} Kedua penelitian ini difokuskan pada pemeriksaan *presumptive*. Adair (2005) menyimpulkan bahwa penggunaan reagen luminol memberikan hasil positif pada pemeriksaan bercak darah ditandai dengan terbentuknya perubahan warna.⁶ Creamer (2005) menyimpulkan bahwa pencucian bercak darah pada lempeng keramik menggunakan tisu dapur/ *paper towel* yang sebelumnya telah dicelupkan kedalam reagen luminol dan cairan pembersih juga memberikan hasil yang positif dan memberikan hasil visual yang semakin jelas hingga beberapa kali pencucian yaitu sebanyak 16 kali.^{6,7} Belum adanya penelitian yang menjelaskan mengenai kristal hemoglobin pada darah maupun bercak darah yang dicuci dengan sabun atau shampo cuci, menyebabkan peneliti ingin melakukan penelitian mengenai kristal hemoglobin pada darah maupun bercak darah yang terpapar dengan shampo cuci sepeda motor.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pemeriksaan *pretest* dan *posttest*. Desain penelitian menggunakan metode eksperimental. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kristal hemoglobin pada darah dan bercak darah yang terpapar dengan shampo cuci sepeda motor menggunakan tes Teichmann dan Takayama.. Penelitian ini telah dilaksanakan di laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Riau dalam periode September 2014 sampai Desember 2014. Hal yang menjadi sampel dalam penelitian ini adalah darah sebanyak 15 ml dan shampo cuci sepeda motor dari 2 merek berbeda.

2.1. Bahan dan alat penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: darah, sodium klorida, asam asetat glasial, reagen Takayama (mengandung larutan glukosa standar 100g/100ml, sodium hidroksida 10%, pyridine, dan air yang telah terdistilasi), air, dua shampo cuci sepeda motor. Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah: objek glass/ slide, kaca penutup objek glass, mikro pipet, holder kayu, mikroskop, gelas ukur, batang pengaduk, lampu spiritus, tisu dapur.

2.2. Pembuatan slide darah dan bercak darah

Pembuatan slide darah dan bercak darah pada penelitian ini diawali dengan persiapan objek glass. Objek glass dibersihkan dari kotoran yang melekat, dengan alkohol. Objek glass ditetesi dengan darah yang berasal dari darah vena sukarelawan yang telah dimasukkan kedalam lima tabung EDTA yang

bervolume 3 ml masing-masing sebanyak 0,1 ml.

Slide darah merupakan objek glass yang telah ditetesi darah tanpa melalui pengeringan, sedangkan slide bercak darah adalah objek glass yang telah ditetesi darah yang dikeringkan selama satu jam pada suhu kamar (25°C). Slide darah dan bercak darah yang dibuat adalah sebanyak 28 buah dan pengulangan masing-masing satu kali sehingga total jumlah slide yang dibuat adalah 56 buah.

2.3. Persiapan reagen Takayama

Reagen Takayama yang digunakan dalam Tes Takayama mengandung larutan glukosa standar 100g/100ml sebanyak 3 ml, sodium hidroksida 10% sebanyak 3 ml, pyridine sebanyak 3 ml dan air yang telah terdistilasi sebanyak 7 ml dimana semua reagen tersebut dicampurkan dan disiapkan dalam satu kemasan.

2.4. Pemaparan slide darah atau bercak darah dan pemeriksaannya

Pemaparan slide darah atau bercak darah dilakukan dengan cara diusap menggunakan tisu dapur yang telah dilipat sebanyak dua kali dan telah dicelupkan ke dalam air atau shampo cuci sepeda motor. Tisu dapur dicelupkan setengah bagian ke dalam air atau larutan shampo cuci sepeda motor, tisu dapur dipegang menggunakan holder kayu dengan membentuk sudut 45⁰ terhadap permukaan objek glass. Selanjutnya dilakukan pengusapan merata dari satu sisi ke sisi lainnya dari objek glass, dengan cara ± 1 cm dari ujung tisu bersentuhan terhadap permukaan objek glass. Pengusapan satu kali adalah pengusapan yang dilakukan dari satu sisi ke sisi lainnya dari

objek glass sebanyak satu kali, pengusapan dua kali adalah pengusapan yang dilakukan dari satu sisi ke sisi lainnya dari objek glass sebanyak dua kali dengan arah pengusapan yang sama (tidak bolak-balik) dan pengusapan tiga kali adalah pengusapan yang dilakukan dari satu sisi ke sisi lainnya dari objek glass sebanyak tiga kali dengan arah pengusapan yang sama. Cara ini dimodifikasi dari cara penelitian Creamer.⁹ Setelah dilakukan pengusapan slide darah atau bercak darah langsung dilakukan pemeriksaan tes Teichman atau tes Takayama.

2.4.1. Tes Teichmann

Prosedur pelaksanaan tes Teichmann diawali dengan menempatkan sampel yang diuji pada slide/objek glass kemudian diteteskan satu tetes sodium klorida dan satu tetes asam asetat glasial. Panaskan secara perlahan-lahan pada suhu 65°C selama sepuluh sampai dua puluh detik. Biarkan sampai dingin dan lakukan pemeriksaan di bawah mikroskop pada perbesaran 400 kali. Adanya kristal berbentuk *rhombhedron* yang berwarna coklat dari *ferroprotophyrin chloride* merupakan hasil reaksi positif untuk gugus heme.

2.4.2. Tes Takayama

Tes Takayama dilakukan dengan menempatkan objek yang diperiksa pada kaca objek atau slide. Kaca objek yang telah berisi objek yang diperiksa kemudian ditutup dengan kaca penutup slide. Reagen Takayama diteteskan pada kaca objek/slide sebanyak 1 tetes dan dibiarkan mengalir hingga melalui kaca penutup slide. Kaca objek/slide dipanaskan pada suhu 65⁰C selama

10 hingga 20 detik. Kaca objek yang telah dipanaskan dibiarkan dingin sejenak untuk kemudian dilakukan pemeriksaan dengan mikroskop pada perbesaran 400 kali. Adanya kristal berbentuk jarum yang berwarna merah muda dari *pyridine hemochromogen* merupakan hasil reaksi positif untuk gugus heme

Pengolahan data akan dilakukan secara manual dan disajikan dalam bentuk tabel frekuensi dan gambar. Penelitian ini telah lulus pengkajian etika penelitian ilmiah dan kesehatan yang dilakukan oleh tim pengkajian etika penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Riau yang dilakukan pada tanggal 19 desember 2014.

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Pemeriksaan Teichmann pada darah dan bercak darah yang terpapar shampo cuci sepeda motor A dan B

Hasil diperoleh melalui pemeriksaan menggunakan mikroskop Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Riau pada perbesaran 400 kali. Berdasarkan data yang terkumpul didapatkan hasil positif pada pemeriksaan Teichmann dari seluruh slide darah yang diusap menggunakan shampo cuci sepeda motor A dan B dan telah dibandingkan dengan slide pembanding (kontrol/slide darah normal tanpa pengusapan). Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Pemeriksaan Teichmann pada seluruh slide bercak darah yang diusap menggunakan shampo cuci

sepeda motor didapatkan hasil positif. Hasil ini serupa dengan hasil pemeriksaan Teichmann pada slide darah yang juga diusap

menggunakan shampo cuci sepeda motor A dan B dengan cara dan jumlah pencucian yang sama (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Pemeriksaan Teichmann pada darah dan bercak darah yang terpapar shampo cuci sepeda motor A dan B

Shampo cuci sepeda motor	A						B								
	Objek yang diteliti			Darah			Bercak darah			Darah			Bercak darah		
Jumlah pengusapan	1x	2x	3x	1x	2x	3x	1x	2x	3x	1x	2x	3x	1x	2x	3x
Percobaan ke 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Percobaan ke 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

3.2 Pemeriksaan Takayama pada darah dan bercak darah yang terpapar shampo cuci sepeda motor A dan B

Berdasarkan data yang terkumpul didapatkan hasil positif melalui pemeriksaan Takayama pada seluruh slide darah yang diusap menggunakan shampo cuci sepeda motor A dan B dan telah dibandingkan dengan slide pembanding (kontrol/slide darah

normal tanpa pengusapan). Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Pengusapan seluruh slide bercak darah menggunakan shampo cuci sepeda motor A dan B melalui pemeriksaan Takayama memberikan hasil yang sama dengan pengusapan slide darah menggunakan cara dan jumlah pengusapan yang sama. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Pemeriksaan Takayama pada darah dan bercak darah yang terpapar shampo cuci sepeda motor A dan B

Shampo cuci sepeda motor	A						B							
	Objek yang diteliti			Darah			Bercak darah			Darah			Bercak darah	
Jumlah pengusapan	1x	2x	3x	1x	2x	3x	1x	2x	3x	1x	2x	3x		
Percobaan ke 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Percobaan ke 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

4. PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan Teichmann pada darah dan bercak darah yang terpapar sampo cuci sepeda motor A dan B

Berdasarkan hasil pada penelitian ini didapatkan bahwa slide darah dan slide bercak darah yang diusap menggunakan shampo cuci sepeda motor A dan B memberikan hasil yang positif baik pada pengusapan satu kali, dua kali maupun tiga kali. Hasil ini sama dengan pembanding (kontrol/slide normal tanpa pengusapan). Hasil positif pada tes Teichmann didasari oleh dua hal yaitu: pertama, surfaktan yang digunakan pada penelitian ini tidak merusak gugus heme, dan yang kedua, surfaktan yang digunakan dalam penelitian ini tidak bisa memutuskan ikatan kimia antara *ferriprotoporphirin* dengan *chloride* pada kristal Teichmann (hemin) yang merupakan suatu senyawa *ferriprotoporphirin chloride*.⁵

Alasan mengapa surfaktan tidak merusak gugus heme sesuai

dengan penelitian yang dilakukan oleh Adair (2005) yang menyimpulkan bahwa penggunaan reagen luminol dan LCV pada tes *presumptive* memberikan hasil visual terbaik pada bercak darah yang tersamarkan oleh pencucian dengan deterjen yang tentunya mengandung surfaktan terutama *sodium dodecyl sulfate*. Prinsip dari tes luminol dan LCV adalah menggunakan heme pada darah sebagai oksidator pada reagen sehingga menghasilkan perubahan warna pada reagen.⁶ Hal ini mendukung bahwa surfaktan yang terdapat pada shampo cuci sepeda motor seperti *sodium dodecyl sulfate* tidak mempengaruhi gugus heme dengan diduplikannya hasil yang positif pada penelitian. Surfaktan memiliki pengaruh terhadap lipid, protein dan sedikit karbohidrat yang menyusun suatu membran eritrosit sehingga surfaktan memiliki kemampuan mempengaruhi permeabilitas membran eritrosit yang akan mengakibatkan eritrosit mengalami lisis.²²⁻²⁴ Penambahan dengan adanya pemanasan pada

objek juga membuat efek dari surfaktan semakin meningkat dan efek hemolisis menjadi semakin nyata.²² Terjadinya peristiwa hemolisis pada membran eritrosit secara otomatis akan menyebabkan hemoglobin keluar dan mempercepat pertemuan antara heme dengan reagen Teichmann sehingga reaksi pembentukan kristal hemin akan mudah terjadi.

Creamer (2005) juga menggunakan luminol dan deterjen (surfaktan) dalam penelitiannya. Creamer menyimpulkan bahwa pencucian bercak darah pada lempeng keramik menggunakan reagen luminol dan cairan deterjen, memberikan hasil positif dan memberikan hasil visual yang semakin jelas hingga beberapa kali pencucian.⁷ Hal ini juga mendukung hasil penelitian oleh Adair di atas.

Venkatesh *et al* (1999) menggunakan anionik surfaktan *sodium dodecyl sulfate* (SDS), HbCO dan Hb rekonstruksi (CuHb, NiHb) dalam penelitiannya dan menyimpulkan bahwa dengan peningkatan konsentrasi dari surfaktan akan mengakibatkan perubahan lima ikatan koordinasi pada heme menjadi empat ikatan yang membuat heme menjadi lebih stabil didalam *micelle*.²²

Dari ketiga penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa surfaktan terutama *sodium dodecyl sulfate* tidak dapat merusak gugus heme tetapi hanya dapat merusak membran eritrosit. Pada penelitian Creamer (2005) di atas juga dapat disimpulkan bahwa surfaktan makin mempercepat pertemuan antara heme dengan reagen karena memberikan hasil visual yang semakin jelas hingga beberapa kali pencucian. Hal ini semakin diperkuat oleh penelitian

Venkatesh *et al* (1999) yang menyatakan bahwa peningkatan penggunaan konsentrasi dari surfaktan terutama *sodium dodecyl sulfate* menyebabkan heme menjadi lebih stabil didalam *micelle*. Inilah alasan pertama mengapa pada penelitian didapatkan hasil yang positif, yang ditandai dengan masih ditemukannya gambaran kristal Teichmann (kristal hemin) pada pada tes Teichmann. Hal ini karena surfaktan tidak merusak gugus heme dan bahkan mempercepat pertemuannya dengan reagen Teichmann.

Alasan kedua yang menyebabkan hasil positif pada penelitian adalah karena surfaktan yang terkandung didalam shampo cuci sepeda motor terutama *sodium dodecyl sulfate* tidak bisa memutuskan ikatan kimia antara *ferriprotoporpirin* dengan *chloride* pada kristal Teichmann (hemin) yang merupakan suatu senyawa *ferriprotoporpirin chloride*.⁵ Ikatan kimia yang terdapat pada heme dan pada tes Teichmann merupakan suatu ikatan kovalen. Ikatan kovalen yang terdapat pada heme merupakan ikatan kovalen koordinasi yang menghubungkan Fe dengan 4 cincin pirol melalui liganda, sedangkan ikatan kovalen yang terdapat pada tes Teichmann merupakan ikatan kovalen polar dikarenakan adanya pemakaian elektron bersama antara atom chlor (Cl) dari reagen dengan ferro (Fe^{2+}) dan ada perbedaan elektronegativitas. Ikatan kovalen merupakan ikatan kimia yang paling kuat dibandingkan ikatan-ikatan kimia lainnya dan atom-atom yang terdapat didalamnya hanya dapat dipisahkan oleh reaksi-reaksi kimia salah satunya penggunaan

konsentrasi yang melebihi normal didalam larutan.²⁵

Hochmeister *et al* (1999) menyimpulkan bahwa ketika darah manusia dicampur dengan *sodium dodecyl sulfate/sodium lauryl sulfate* pada konsentrasi akhir melebihi 20% dari konsentrasi normalnya (1ml larutan:1000 ml pelarut), maka hasilnya hemoglobin tidak terdeteksi pada saat dilakukan pemeriksaan *assay*. Hal ini disebabkan karena telah terjadi pemutusan ikatan kimia pada hemoglobin, sehingga berdampak pada putusnya ikatan kimia yang terdapat pada heme (4 cincin pirol dan Fe) dengan ditandainya hasil negatif pada pemeriksaan *assay*.²⁶ Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa surfaktan terutama *sodium dodecyl sulfate* dengan konsentrasi larutan yang melebihi normal dapat mempengaruhi/memutuskan ikatan kimia pada heme. Hal ini menyebabkan pengaruh pada reaksi Teichmann karena mengingat bahwa pada reaksi Teichmann memerlukan heme untuk membentuk kristal Teichmann (hemin), sehingga apabila heme terganggu maka pembentukan kristal Teichmann (hemin) juga akan terganggu. Hasil positif pada penelitian ini karena peneliti menggunakan konsentrasi normal sesuai dengan yang tertera pada masing-masing kemasan shampo cuci sepeda motor A dan B ketika dicampur dengan pelarut. Alasan lainnya yaitu karena kandungan surfaktan dari shampo cuci sepeda motor yang digunakan tidak hanya *sodium dodecyl sulfate* tetapi juga ada air, sedikit surfaktan ionik dan sedikit *linear alkylbenzene sulphonate* yang menyebabkan konsentrasi *sodium dodecyl sulfate*

didalam larutan tidak terlalu tinggi sehingga tidak mengganggu/memutuskan ikatan kimia yang ada pada heme ataupun ikatan kimia pada tes Teichmann.

Pada beberapa merek shampo cuci sepeda motor yang tidak beredar di Indonesia (luar negeri) memiliki kandungan surfaktan dengan penambahan silikon. Silikon dalam deterjen berfungsi untuk mempertahankan tegangan permukaan dan sebagai pelapis agar partikel-partikel kecil seperti debu dan pasir tidak dapat menempel pada permukaan suatu benda. Silikon merupakan suatu metaloid dengan 4 elektron valensi menyebabkan ia mudah bergabung dengan elemen atau senyawa kimia lainnya pada kondisi yang sesuai sehingga memungkinkan terjadinya banyak ikatan kimia.²⁷ Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan surfaktan yang dicampur dengan silikon yang terkandung didalam beberapa merek shampo cuci sepeda motor yang tidak beredar di Indonesia terhadap ikatan kimia pada heme atau pun kristal hemin (*ferriprotoporphyrin chloride*.)

4.2 Pemeriksaan Takayama pada darah dan bercak darah yang terpapar sampo cuci sepeda motor A dan B

Berdasarkan hasil pada penelitian ini didapatkan bahwa slide darah dan slide bercak darah yang diusap menggunakan shampo cuci sepeda motor A dan B memberikan hasil yang positif baik pada pengusapan satu kali, dua kali maupun tiga kali. Hasil ini sama dengan pembandingan (kontrol/slide normal tanpa pengusapan). Hal ini dibuktikan dengan adanya gambaran

kristal hemoglobin yang berbentuk jarum dan berwarna merah muda dan tidak ditemukan perubahan bentuk maupun warna dari kristal hemoglobin yang terbentuk. Hasil dari percobaan yang dilakukan dengan tes Takayama memperkuat dugaan peneliti bahwa surfaktan anionik terutama *sodium dodecyl sulfate* dalam shampo cuci sepeda motor tidak mempengaruhi/merusak gugus heme pada hemoglobin maupun mempengaruhi ikatan kimia antara besi dengan protoporphyrin, *ferroprotoporphyrin* dengan klorida pada tes Teichmann, maupun ikatan kovalen antara piridin dengan *ferroprotoporphyrin* pada tes Takayama. Alasan mengapa surfaktan tidak mempengaruhi/merusak gugus heme sama seperti penjelasan pada tes Teichmann diatas yang telah dijelaskan oleh Adair (2005), Creamer (2005), Vankatesh (1999) dan didapatkan kesimpulan bahwa surfaktan terutama *sodium dodecyl sulfate* tidak dapat merusak heme tetapi hanya dapat merusak membran eritrosit dan bahkan dapat disimpulkan bahwa surfaktan makin mempercepat pertemuan antara heme dengan reagen sehingga masih didapatkan hasil yang positif yang ditandai dengan ditemukannya kristal berbentuk jarum dan berwarna merah muda pada pemeriksaan.^{6,7,22}

Alasan kedua yang menyebabkan hasil positif pada penelitian adalah karena surfaktan yang terkandung didalam shampo cuci sepeda motor terutama *sodium dodecyl sulfate* tidak bisa memutuskan ikatan kimia antara *pyridine* dengan *ferroprotoporphyrin* pada kristal Takayama yang merupakan suatu senyawa *pyridineferroprotoporphyrin*.⁵

Penjelasan mengenai hal ini sama seperti penjelasan pada tes Teichmann yang dijelaskan oleh Hochmeister *et al* (1999) dan didapatkan kesimpulan bahwa surfaktan yang terkandung didalam shampo cuci sepeda motor terutama *sodium dodecyl sulfate* tidak mengganggu ikatan kimia yang ada pada heme ataupun ikatan kimia pada tes Takayama dan didapatkan hasil yang masih positif pada penelitian yang dinyatakan dengan masih ditemukannya kristal hemoglobin Takayama.²⁶

Hasil positif pada penelitian ini belum tentu memberikan hasil yang sama apabila dilakukan menggunakan shampo cuci sepeda motor yang mengandung silikon seperti pada shampo cuci sepeda motor yang tidak beredar di Indonesia (luar negeri). Silikon diketahui memiliki 4 elektron valensi yang menyebabkan ia mudah bergabung/berikatan dengan elemen atau senyawa kimia lainnya pada kondisi yang sesuai sehingga memungkinkan terjadinya banyak ikatan kimia.²⁷ Ikatan kimia yang terdapat pada silikon tersebut juga memungkinkan akan berikatan dengan ikatan kimia yang terdapat pada heme ataupun pada kristal Takayama (*pyridineferroprotoporphyrin*), sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

5. Simpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Darah dan bercak darah pada pemeriksaan Teichmann yang terpapar dengan shampo cuci sepeda motor A dan B dapat diketahui dan masih

didapatkan kristal hemoglobin.

2. Darah dan bercak darah pada pemeriksaan Takayama yang terpapar dengan shampo cuci sepeda motor A dan B dapat diketahui dan masih didapatkan kristal hemoglobin.

5.2 Saran

Penelitian ini hanya sebatas penelitian menggunakan konsentrasi normal larutan sesuai yang tertera pada masing-masing kemasan shampo cuci sepeda motor. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan konsentrasi yang lebih tinggi dari konsentrasi normal larutan shampo cuci sepeda motor.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Fakultas Universitas Riau, Eni Karmila Asni, S.Ked., dr., M.Bmd., M.Med.Ed dan M. Tegar Indrayana, S.Ked., dr., Sp.K.F.L selaku Pembimbing, Fatmawati, S.Ked., dr., Sp.PK dan Ismawati, S.Ked., dr., M.Bmd selaku dosen penguji dan Dewi Anggraini, S.Ked., dr., Sp.MK selaku supervisi yang telah memberikan waktu, bimbingan, ilmu, nasehat, motivasi dan semangat kepada penulis selama penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amir A. Sejarah perkembangan ilmu kedokteran forensik. 2nd ed. Medan: Bagian Ilmu Kedokteran FK-USU; 2005: 2-5.
2. Ja HA, Kyong JS, Wock IY, Hwan YL. Bloody fluid identification in forensics. *BMB reports*. 2012 Sep 20; 45(10): 545-53.
3. Tilstone WJ, Savage KA, Clark LA. Forensic science an encyclopedia of history, methods, and techniques. California: ABC-CLIO Inc; 2006. 90 p.
4. Morgan SL, Myrick ML. Rapid visualization of biological fluids at crime scenes using optical spectroscopy. *National Institute of Justice Award*. 2007: 5-8.
5. James Sh, Kish PE, Sutton TP. Principles of bloodstain pattern analysis: theory and practice. Taylor & Francis Group. 2005: 361-4.
6. Adair TW, Rebecca LS. Enhancement of bloodstains on washed clothing using Luminol and LCV reagents. *IABPA News*. 2005: 10-4.
7. Creamer JI, Quickenden TI, Crichton LB, Robertson P, Ruhayel RA. Attempted cleaning of bloodstains and its effect on the forensic luminal test. *John wiley & sons*. 2005: 1-3.
8. Shier D, Butler J, Lewis R. Hole's essentials of human anatomy and physiology. *Mc Graww Hill*. 2012; (11): 319-27.
9. Guyton AC, Hall JE. Buku ajar fisiologi kedokteran. 2nd ed. Rachman LY, Hartanto H, Novrianti A, Wulandari N, editor. Jakarta: EGC; 2006: 439-537.
10. Xiuli An, Narla M. Disorders of red cell membrane. *Blackwell Publishing Ltd*. 2008; 141(1): 375-67.

11. Sherwood L. Human physiology from cells to systems. Brooks/Cole, Cengage Learning. 2010; 7: 391-94.
12. Koolman J, Roehm KH. Color atlas of biochemistry. Thieme. 2005; 2: 280-1.
13. Gefrides L, Welch K. The Forensic laboratory handbook procedures and practice, forensic biology, serology and DNA. Springer Science+Business Media; 2011: 24-5.
14. Castro Dm, Coyle HM. Review: Biological evidence collection and forensic blood identification. University of New Haven. 2011: 11-2.
15. Das P. Comparative studies of haemin crystal of mammals-structural and statistical analysis. IJRSRP. 2012; 2(12): 1-6.
16. Spalding, Robert P. Identification and characterization blood and bloodstains. James SH, Nordby JJ, editors. Boca Raton: CRC press LLC; 2000: 181-98.
17. Gaensslen RE. Forensic analysis of biological evidence. Matthew Bender and Co. 2000: 1(29): 9-10.
18. Wolf HU, Hans L, Werner L. Preparation, purification, and characterization of chlorohaemin. Walter de Gruyter and Co. 1992; 373: 305-13.
19. Katz Da. The science of soap and detergent. Cited 2014 Nov 23th: 1-10. Available from: <http://www.chymist.com>.
20. Schramm L, Stasiuk EN, Marangoni DG. Surfactans and their applications. Annu. Rep. Prog. Chem, Sect. C. 2003: 3-48.
21. Schmiedel P, Rybinski W. Applied theory of surfactant. In: Farn RJ, Editor. Chemistry and technology of surfactants. Blackwell Publishing Ltd. 2006: 33-132.
22. Venkatesh B, Ramasamy S, Swarnalatha V, Santhanalakshmi J, Asokan R, Rifkind JM, et al.. Surfactant-induced stabilization of four-coordinated heme in reconstruction hemoglobins. Indian Academy of Sciences. 1999 August; 111 (4): 547-54.
23. Chandler ME, Bateman J, Wood TG. Evaluation of the effect of surfactants on the blood-cleansing ability of sodium chloride solutions. J. Cosmet. Sci. 1998 March; 49: 101-13.
24. Maire ML, Champeil P, Moller JV. Interaction of membrane proteins and lipids with solubilizing detergent. Biochimica et biophysica acta. 2000; 1508: 111-86.
25. Nelson DL, Cox MM. Lehninger principles of biochemistry. Cited 2015 Jan 3th: 12-21. Available from: <http://www.whfreeman.com/lehringer4e>.
26. Hochmeister MN, Budowle B, Sparkes R, Rudin O, Gehrig C, Thali M, et al.. Validation studies of an immunochromatographic 1-step for the forensic identification of human blood. J Forensic Sci. 1999; 44(3): 597-602.
27. Anthony JO. Silicone emulsions and surfactant. Siltech Inc. 2000: 4-6.