

KRISTAL HEMOGLOBIN PADA BERCAK DARAH YANG TERPAPAR DENGAN BEBERAPA SABUN ANTISEPTIK CAIR MENGGUNAKAN TES TEICHMANN DAN TES TAKAYAMA

Syarifah Rabiatul Adawiah

Enikarmila Asni

M. Tegar Indrayana

Syarifah.ra@gmail.com

ABSTRACT

Forensic investigation was not only done to investigate injuries sustained by the victim of crime, but also to investigate objects or other evidences, such as blood, in crime scene. Some forensic investigation that can confirm if suspected object is blood was confirmatory test (Teichmann and Takayama test). The criminals often wipe out blood using antiseptic liquid soap. In that case, it may give different description in forensic investigation. Therefore, the aim of this study was to know the description of hemoglobin crystal on bloodstain that exposed by antiseptic liquid soap with Teichmann and Takayama test. This study was experimental study with pre-test post-test design. There were 18 bloodstain slides as sample of this study, including 2 control slides and 16 slides that had been exposed with 4 antiseptic liquid soap brands. This study showed 18 bloodstain slides (100%) had positive result after exposed by using Teichmann and Takayama test and there were no changes of crystal's shape. It could be conclude that hemoglobin crystal still could be found in bloodstain that exposed by antiseptic liquid soap with Teichmann and Takayama test.

Keyword : bloodstain, hemoglobin crystal, antiseptic liquid soap , Teichmann, Takayama

PENDAHULUAN

Pemeriksaan forensik selain untuk pemeriksaan luka pada korban pelaku tindak kejahatan juga dapat dilakukan pada benda atau barang bukti yang dapat ditemukan di tempat kejadian. Salah satu barang bukti yang sering ditemukan dan tertinggal adalah darah atau bercak darah.¹ Bercak darah adalah suatu tetesan darah yang mengenai suatu permukaan dan mengalami proses pengeringan serta perubahan warna seiring dengan berjalannya waktu. Bercak darah yang ditemukan di

tempat kejadian dapat membantu mengungkap pelaku tindak kekerasan atau kejahatan.²

Pemeriksaan bercak darah merupakan salah satu pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium forensik. Darah atau bercak darah sering ditemukan di tempat kejadian yang berada di sekitar korban seperti di meja, kursi, lantai, pakaian, karpet, ataupun senjata yang dapat dijadikan sebagai barang bukti untuk memberikan informasi dalam proses penyelidikan. Bercak darah yang berada di sekitar korban sering kali

disamakan pelaku untuk menghilangkan barang bukti. Salah satu upaya pelaku untuk menghilangkan barang bukti adalah dengan mencuci darah menggunakan sabun sehingga pada saat dilakukan pemeriksaan tidak ditemukan adanya bercak darah.³

Salah satu zat pembersih yang dapat digunakan pelaku untuk menghilangkan bercak darah adalah menggunakan sabun antiseptik cair. Sabun antiseptik selain mudah ditemukan dan harganya terjangkau juga berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri pada permukaan kulit dan membran mukosa. Zat aktif yang terdapat dalam sabun antiseptik adalah *triclosan* yang memiliki mekanisme kerja menghambat pertumbuhan bakteri.⁴ *Triclosan* membunuh bakteri dengan menghambat enzim yang berfungsi dalam sintesis asam lemak sehingga mikroba kehilangan kekuatan dan fungsinya untuk berkembang biak. *Triclosan* merupakan bahan aromatik terklorinasi yang memiliki kelompok fungsional berupa eter dan fenol.⁴

Pemeriksaan bercak darah di laboratorium forensik bertujuan untuk membantu mengidentifikasi pemilik darah dilakukan dengan beberapa tahapan tes antara lain tes presumtif untuk menunjukkan kemungkinan adanya darah dengan melihat perubahan warna hasil reaksi hemoglobin dengan reagen yang digunakan. Tes presumtif memiliki spesifitas yang rendah, maka tes konfirmasi perlu dilakukan untuk memastikan bercak tersebut merupakan bercak darah. Tes konfirmasi yang dilakukan ialah tes Teichmann dan tes Takayama untuk melihat adanya pembentukan kristal hemoglobin yang merupakan hasil

reaksi dari hemoglobin dalam darah dengan reagen tes Teichmann dan tes Takayama. Kekurangan dari tes konfirmasi ialah tidak mampu menentukan spesies darah untuk membedakan antara darah berasal dari manusia atau hewan, maka perlu dilakukan pemeriksaan lanjutan yaitu tes penentuan spesies seperti tes presipitin. Selanjutnya jika ditemukan darah berasal dari manusia dapat dilakukan tes golongan darah dan pemeriksaan DNA.⁵

Belum ditemukan literatur yang spesifik mengenai pemaparan pemeriksaan laboratorium forensik pada darah yang terpapar sabun atau deterjen baik pada bahan kain, kaca ataupun keramik. Penelitian mengenai bercak darah telah banyak dilakukan diantaranya adalah penelitian Thomas dan Creamer pada tahun 2005 yang mengidentifikasi bercak darah yang terpapar dengan sabun atau sampo cuci. Kedua penelitian ini hanya terfokus pada pemeriksaan presumtif, pada penelitian Thomas disimpulkan bahwa penggunaan reagen luminol memberikan hasil visual terbaik pada bercak darah yang tersamarkan oleh pencucian dengan sabun cuci. Pada penelitian Creamer juga menggunakan reagen luminol menunjukkan bercak darah pada lempeng keramik yang dihapus menggunakan *paper towel* yang sebelumnya telah direndam dalam cairan pembersih ternyata memberikan hasil visual yang semakin jelas hingga 16 kali pencucian, namun pada pencucian dengan air memberikan hasil visual yang semakin tidak adekuat seiring dengan peningkatan jumlah pencucian.^{6,7}

Belum adanya penelitian yang menjelaskan mengenai kristal hemoglobin pada darah bercak darah yang dicuci dengan menggunakan sabun antiseptik cair, menyebabkan peneliti ingin melakukan penelitian mengenai kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar dengan beberapa sabun antiseptik cair menggunakan tes Teichmann dan tes Takayama.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan desain penelitian berupa *pretest* dan *postest*. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah yang sebelumnya telah dipaparkan dengan berbagai sabun antiseptik cair. Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Riau periode November 2014 sampai September 2015. Objek penelitian adalah *Slide* bercak darah yang dipaparkan dengan 4 merk sabun antiseptik cair yang diberi label alfabet (a-d) yang terdapat pada Lampiran 2.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah darah, sodium klorida, asam asetat glasial, reagen Takayama mengandung larutan glukosa standar 100 g/100 mL, sodium hidroksida 10%, *pyridine* (Lampiran 3), dan air yang telah terdistilasi, sedangkan reagen tes Teichmann terdiri dari 1 tetes NaCl dan 1 tetes asam asetat glasial dan pada kedua tes ini menggunakan 4 jenis merk sabun antiseptik cair.¹⁵

Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah gelas

objek, kaca penutup gelas objek, pipet tetes mikro, holder kayu, mikroskop, gelas ukur, batang pengaduk, lampu spiritus, dan tisu dapur.

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka pencapaian tujuan. Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah berupa data primer yaitu data mikroskopis yang didapat langsung dari pemeriksaan eksperimental antara bercak darah dengan sabun antiseptik cair. Metode pengambilan data dengan menggunakan uji laboratorium. Pelaksanaan penelitian ini dengan cara perlakuan terhadap bercak darah yaitu diusap dengan menggunakan tisu dapur. Persiapannya sebagai berikut:

1. Pembuatan bercak darah

Bercak darah dibuat dengan cara mengambil 3 mL darah dari pembuluh vena dengan menggunakan jarum suntik kemudian dimasukkan ke dalam tabung EDTA. Darah dari tabung EDTA diambil sebanyak 0,1 mL menggunakan pipet tetes mikro. Sebelum ditetaskan terlebih dahulu siapkan 18 buah *slide* lalu darah tersebut ditetes ke 18 *slide* dan dibiarkan mengering dalam suhu ruangan (25°C) selama 1 jam. *Slide* bercak darah yang digunakan adalah sebanyak 18 *slide* terdiri dari 8 *slide* untuk tes Teichmann dan 8 *slide* untuk tes Takayama yang akan dipaparkan dengan 4 merk sabun antiseptik cair dan 2 *slide* sebagai control masing-masing 1 *slide* untuk tes Teichmann dan 1 *slide* untuk tes Takayama tanpa pemaparan dengan sabun antiseptik cair kemudian hasil dari kedua tes tersebut dilihat dengan menggunakan mikroskop.

2. Pembuatan *slide* bercak darah

Sebelum dilakukan pembuatan *slide* berisi tetesan darah, *slide* darah dipastikan dalam keadaan bersih dan bebas lemak dengan cara melewati *slide* di atas api bunsen. Selanjutnya pada masing-masing *slide* akan dilakukan proses pemberian label untuk memudahkan pembacaan data. Pemberian label disesuaikan dengan produk sabun yang digunakan. Setelah dilakukan pemberian label, teteskan darah sebanyak 0,1 mL di atas *slide*. Jumlah *slide* yang digunakan disesuaikan dengan jumlah produk sabun yang digunakan dan dibuat secara duplo, yakni dua kali pengulangan, jadi jumlah total *slide* darah adalah 18 *slide*. Sebanyak 16 *slide* yang akan diberi paparan dengan beberapa produk sabun dan 2 *slide* sebagai kontrol (tidak diberi paparan). Kemudian dibiarkan mengering dalam suhu ruangan sekitar 26-28°C selama 1 jam sebelum diberi perlakuan.

3. Pemaparan *slide* bercak darah
 Pemaparan *slide* bercak darah dilakukan dengan cara diusap menggunakan tisu dapur yang telah dilipat sebanyak tiga kali dan dicelupkan ke dalam larutan sabun antiseptik cair. Tisu dapur dicelupkan setengah bagian ke dipegang menggunakan holder kayu dengan sudut 45° terhadap permukaan gelas objek. Selanjutnya dilakukan pengusapan merata dari satu sisi ke sisi lainnya (tidak bolak balik) dari objek dengan cara ± 1 cm dari ujung tisu bersentuhan terhadap permukaan gelas objek. Cara ini dimodifikasi dari cara penelitian yang dilakukan oleh Creamer *et al* (2005).^{6,7} Setelah dilakukan pengusapan pada *slide* bercak darah selanjutnya dilakukan pemeriksaan tes Teichman dan tes Takayama.

a. Tes Teichmann

Tes Teichmann dilakukan secara duplo, yaitu dimana pada tahap pertama dilakukan pada 4 *slide* yang akan dilakukan pemaparan zat sabun dan 1 *slide* tidak diberi paparan sebagai standar. Setiap *slide* bercak darah yang telah diusap satu jenis sabun antiseptik cair akan dilanjutkan dengan tes Teichmann. Prosedur tes Teichmann dilakukan dengan menambahkan satu tetes akuades pada *slide* bercak darah yang telah diusap larutan sabun antiseptik cair. Hal ini dilakukan agar terjadi hemolisis pada bercak darah. Kemudian pada *slide* tersebut ditambahkan satu tetes NaCl 0,9% dan dipanaskan ± 15 cm dari atas api bunsen selama 10 - 15 detik. Tutup *slide* tersebut dengan kaca penutup, lalu dari pinggirnya diteteskan 1 tetes asam asetat glasial. Paskan kembali *slide* secara perlahan hingga terbentuk gelembung gas, kemudian *slide* dibiarkan dingin dalam suhu ruangan dalam beberapa menit. Hasilnya akan terlihat adanya kristal berwarna kecoklatan berbentuk belah ketupat yang disebut kristal hemin ketika diamati dengan mikroskop. Kemudian pada tahap kedua dilakukan pengulangan tes pada 4 *slide* lainnya untuk menghasilkan data yang akurat dan menyingkirkan kemungkinan terjadinya kesalahan dalam prosedur tes Teichmann awal.

b. Tes Takayama

Tes Takayama dilakukan secara duplo, yaitu dimana pada tahap pertama dilakukan pada 4 *slide* yang akan dilakukan pemaparan dengan larutan sabun dan 1 *slide* tidak diberi paparan sebagai kontrol. Setiap *slide* bercak darah yang diusap satu jenis larutan sabun cuci antiseptik cair akan dilanjutkan

dengan tes Takayama. Prosedur tes Takayama dilakukan pada bercak darah yang telah dikeringkan kemudian ditutup dengan kaca penutup pada awalnya. Selanjutnya dari pinggir *slide* diteteskan reagen Takayama. Reagen tersebut dibiarkan mengalir kedalam kaca penutup. *Slide* yang sudah diteteskan reagen Takayama dipanaskan dalam suhu 65°C selama 10 – 15 detik. Kemudian *slide* tersebut dibiarkan dingin dalam suhu ruangan selama beberapa menit.

Setelah itu *slide* diamati dengan mikroskop, hasilnya akan terlihat adanya kristal berwarna merah muda dan berbentuk jarum yang disebut kristal hemokromogen. Kemudian pada tahap kedua dilakukan pengulangan tes pada 4 *slide* lainnya untuk menghasilkan data yang akurat dan menyingkirkan kemungkinan terjadinya kesalahan dalam prosedur tes Takayama awal.

- Proses pemanasan
Proses pemanasan dilakukan setelah pemberian reagen pada masing-masing slide dan menutup slide dengan kaca penutup dan dijepit dengan penjepit kayu. Proses ini dilakukan secara perlahan-lahan di atas api bunsen dengan suhu 65°C, kira-kira 3-5 cm di atas api selama 30 detik sampai

terbentuk gelembung gas dibawah kaca penutup. Kemudian biarkan dingin dalam suhu ruangan selama beberapa menit.

4. Pengamatan terhadap kristal yang terbentuk

Amati gambaran bercak darah di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x atau 100x setelah

preparat dibiarkan dingin. Kemudian amati terbentuk atau tidaknya kristal hemin pada tes Teichmann dan terbentuk atau tidaknya kristal hemokromogen pada tes Takayama pada *slide* bercak darah tersebut

HASIL PENELITIAN

a. Gambaran kristal hemin pada bercak darah setelah paparan sabun antiseptik cair dengan menggunakan tes Teichmann

Hasil dari pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang telah terpapar sabun antiseptik cair telah dibandingkan dengan *slide* pembanding atau kontrol yaitu *slide* darah normal tanpa diberi pengusapan sabun antiseptik cair yang telah dilakukan tes Teichmann dan Takayama. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan mikroskopik di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Riau dengan perbesaran 40x10. Berdasarkan hasil pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun antiseptik cair A, B, C, dan D dengan menggunakan tes Teichmann dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil tes Teichmann pada bercak darah yang terpapar dengan beberapa jenis sabun antiseptik cair

Merk sabun antiseptik cair	Hasil tes Teichmann	
	Percobaan I	Percobaan II
A	Positif (+)	Positif (+)
B	Positif (+)	Positif (+)
C	Positif (+)	Positif (+)

D	Positif (+)	Positif (+)
JUMLAH	4 (100%)	4 (100%)

Berdasarkan Tabel 4.1 didapatkan hasil yang positif pada semua *slide* bercak darah yang dipaparkan dengan sabun antiseptik cair menggunakan tes Teichmann, yang artinya masih ditemukan kristal hemoglobin berbentuk belah ketupat berwarna kecokelatan pada semua *slide* bercak darah yang dipaparkan sabun antiseptik cair. Adapun gambaran dari kristal yang dihasilkan akan dinilai berdasarkan kontrol yang dibuat dalam penelitian ini.

b. Gambaran kristal hemokromogen pada bercak darah setelah paparan sabun antiseptik cair dengan menggunakan tes Takayama

Hasil dari pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang telah terpapar sabun antiseptik cair telah dibandingkan dengan *slide* pembanding atau kontrol yaitu *slide* darah normal tanpa pengusapan sabun cuci antiseptik cair yang telah dilakukan tes Teichmann dan Takayama. Hasil pemeriksaan kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar sabun cuci piring cair A, B, C, dan D dengan menggunakan tes Takayama dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil tes Takayama pada bercak darah yang terpapar beberapa jenis sabun antiseptik cair

Merk sabun antiseptik cair	Hasil tes Takayama	
	Percobaan I	Percobaan II
A	Positif (+)	Positif (+)
B	Positif (+)	Positif (+)

C	Positif (+)	Positif (+)
D	Positif (+)	Positif (+)
JUMLAH	4 (100%)	4 (100%)

Berdasarkan Tabel 4.2 didapatkan hasil positif pada semua *slide* bercak darah yang dipaparkan sabun antiseptik cair menggunakan tes Teichmann yang artinya masih ditemukan kristal hemoglobin berbentuk jarum berwarna merah muda pada semua *slide* bercak darah. Secara keseluruhan, bercak darah yang dipaparkan sabun antiseptik cair A, B, C, dan D masih memberikan hasil yang positif pada percobaan yang menggunakan tes Teichmann dan Takayama.

PEMBAHASAN

a. Gambaran kristal hemoglobin yang terpapar dengan beberapa sabun antiseptik cair menggunakan tes Teichmann

Penelitian ini menggunakan empat jenis merk sabun antiseptik cair yang mengandung bahan aktif utama *triclosan*. Hasil penelitian yang telah dilakukan, kristal hemin dapat ditemukan pada seluruh bercak darah yang diperiksa dengan menggunakan tes Teichmann. Hasil pengamatan dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x memperlihatkan gambaran kristal hemoglobin berwarna kecokelatan berbentuk batang prisma. Hasil ini positif karena sesuai dengan bentuk normal dari kristal hemin tanpa paparan sabun antiseptik cair (kontrol).

Hasil positif pada penelitian ini kemungkinan karena *triclosan* tidak merusak gugus heme pada

reaksi tes Teichmann yang bersifat asam dan *triclosan* yang digunakan pada penelitian ini tidak dapat memutuskan ikatan kimia antara *ferriprotoporphirin* dengan *chloride* pada kristal Teichmann yang membentuk kristal hemin yang merupakan suatu senyawa *ferriprotoporphirin chloride*.¹⁵ Triclosan membunuh bakteri dengan cara menghancurkan dinding sel bakteri dengan menghambat biosintesis lipid sehingga membran mikroba kehilangan kekuatan dan fungsinya.²⁴

Sabun antiseptik cair yang mengandung bahan aktif *triclosan* dipaparkan dengan bercak darah yang akan merusak lipid pada membran eritrosit mengakibatkan eritrosit mengalami lisis dan hemoglobin akan keluar dari dalam sel eritrosit sehingga memudahkan pertemuan antara hemoglobin dengan reagen Teichmann, sehingga terjadi reaksi pembentukan kristal.²⁵

Ikatan ionik adalah ikatan yang mungkin terbentuk pada kristal hemin, karena terjadi ikatan Fe yang teroksidasi dengan klorida. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemaparan sabun antiseptik cair yang mengandung *triclosan* untuk menghilangkan bercak darah tidak akan merusak gugus heme ataupun kristal hemin pada tes Teichmann. Reaksi pembentukan kristal hemin dapat dilihat pada Gambar 5.1.^{26,27}

bahwa gugus heme merupakan suatu ikatan kovalen koordinasi.²⁸ Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan yang terbentuk dari penggunaan sepasang elektron yang berasal dari salah satu atom.²⁹ Gugus heme mengandung atom Fe^{2+} sebagai pusat yang berikatan dengan 4 atom N. Kemudian jika direaksikan dengan

reagen Teichmann, maka ion besi akan teroksidasi menjadi Fe^{3+} dan kelebihan elektron tersebut akan berikatan dengan Cl membentuk *ferriprotoporphirin chloride* yang memiliki titik lebur $300^{\circ}C$.²⁷ Untuk memutuskan suatu ikatan akan dibutuhkan energi lebih dari energi yang dibutuhkan untuk senyawa tersebut berikatan. Semakin banyak jumlah ikatan, akan semakin besar energi yang dibutuhkan. Energi berbanding lurus dengan kalor, karena itu semakin banyak energi maka semakin tinggi kalor yang dibutuhkan. Selain penambahan kalor, cara lain untuk memutuskan suatu ikatan kimia adalah dengan penambahan katalis. Enzim adalah biokatalis yang dapat ditemukan pada beberapa jenis deterjen. Enzim protease merupakan enzim utama yang dipakai dalam deterjen untuk menghidrolisis protein pada pakaian, sehingga kotoran seperti darah yang mengandung protein akan mudah tercuci. Enzim protease dapat bekerja optimal dalam pH alkali.³⁰ Penelitian yang dilakukan oleh Vasconcelos (2006) mengungkapkan bahwa enzim sebagai biokatalis mampu mendegradasi protein di dalam darah sehingga pakaian akan lebih cepat bersih karena surfaktan dalam deterjen dapat bekerja lebih optimal.

Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa kristal hemin bisa menjadi tidak terbentuk apabila ikatan kimia dalam gugus heme rusak atau ikatan besi (Fe) dengan Cl diputus. Hasil pada penelitian ini akan menjadi berbeda apabila terjadi pemutusan ikatan dengan cara penambahan kalor, pemberian enzim, dan perubahan pH. Oleh karena itu, dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dan spesifik untuk memastikannya.

b. Gambaran kristal hemoglobin pada bercak darah yang terpapar dengan beberapa sabun antiseptik cair menggunakan tes Takayama

Penelitian ini menggunakan empat merk sabun antiseptik cair dengan cara pengusapan yang sama dengan tes Teichmann. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan masih ditemukan kristal hemokromogen berbentuk jarum warna merah muda pada seluruh bercak darah yang diperiksa menggunakan tes Takayama. Perbedaan tes Takayama dengan tes Teichmann adalah terletak pada reagen yang digunakan pada tes Takayama bersifat basa sedang tes Teichmann reagensinya bersifat asam. Hasil positif pada tes Takayama sesuai dengan bentuk normal dari kristal hemokromogen tanpa paparan sabun antiseptik cair (kontrol).

Hasil positif yang didapatkan dari percobaan dengan tes Takayama bahwa *triclosan* tidak mempengaruhi gugus heme pada hemoglobin maupun mempengaruhi ikatan kimia antara Fe dengan *protoporphyrin* dan *ferriprotoporphyrin* dengan klorida pada tes Teichmann maupun ikatan kovalen antara *pyridin* dengan *ferroprotoporphyrin* pada tes Takayama.³⁰ Kemungkinan bercak darah yang terpapar *triclosan* eritrositnya akan mengalami hemolisis sehingga hemoglobinnya tersebar dilingkungan luar dan memudahkan kontak dengan reagen Takayama untuk membentuk kristal hemokromogen Hasil dari penelitian ini kemungkinan memberikan hasil negatif apabila gugus heme rusak. Struktur heme dapat rusak apabila

terdapat energi lain diantaranya adalah enzim, kalor, dan perubahan pH dari paparan zat pembersih yang digunakan untuk menghapus barang bukti berupa bercak darah.³⁰ Selain faktor *triclosan* yang dapat merusak heme dalam darah, terdapat beberapa faktor lain yang perlu diperhatikan seperti daya tahan bercak darah dipengaruhi oleh kualitas dari bercak darah asli, tempat darah melekat, dan cara pengusapan terhadap darah.³⁰ Hasil positif yang dapat mempengaruhi penelitian ini kemungkinan berhubungan dengan tehnik pengusapan terhadap bercak darah dan tempat bercak darah melekat, sehingga hasil positif pada penelitian ini kemungkinan bisa memberikan hasil yang berbeda apabila tehnik pengusapan dan tempat darah melekat dengan metode yang berbeda. Faktor lain adalah cara pencucian bercak darah, konsentrasi *triclosan* dan lama waktu pemaparan. Kekurangan dari penelitian ini yang bisa mempengaruhi warna dari kristal hemoglobin pada tes Teichmann dan kristal hemokromogen pada tes Takayama adalah pemanasan yang tidak merata pada seluruh *slide* serta faktor pencahayaan saat pengambilan gambar. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh *triclosan* terhadap hemoglobin dan kristal hemoglobin pada tes Teichmann dan tes Takayama.

SIMPULAN DAN SARAN

a. SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pemeriksaan Teichmann pada bercak darah yang terpapar dengan beberapa sabun antiseptik cair masih menunjukkan adanya kristal hemoglobin.
2. Hasil pemeriksaan Takayama pada bercak darah yang terpapar dengan beberapa sabun antiseptik cair masih menunjukkan adanya kristal hemoglobin.

b. SARAN

Bagi peneliti selanjutnya, peneliti menyarankan kepada peneliti selanjutnya yang ingin meneruskan penelitian ini khususnya pada pemeriksaan bercak darah forensik tahap konfirmasi untuk menggunakan metode pengusapan yang berbeda, meningkatkan jumlah pengusapan bercak darah, menambah waktu pengeringan bercak darah, menggunakan sabun antiseptik cair.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Fakultas Universitas Riau dr. Enikarmila Asni, M.Biomed., M.Med.Ed dan M. Tegar Indrayana Sp.F selaku Pembimbing, Dr. dr. Ismawati, M.Biomed. dan dr. Wiwik Rahayu, M.Kes selaku dosen penguji dan Dr. dr. Dedi Afandi, D.F.M Sp.F 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. Kubic T, Petraco N. Bloodstain pattern geometry. In : Forensic Science Laboratory Experiment Manual and Workbook. New York: CRC-Press; 2003. p.153-160.
2. Bremmer RH, Briun KG, Gemert MJC, Leeuwen TGV, Aalders MCG. Forensic quest for age determination of bloodstains. Forensic Science International [Serial on the internet]. 2012 [cited 2014 17 december]; 216(1-11). Available from: <http://www.ics-elsevier.com/>.
3. James SH, Edel, Charles F. Bloodstain pattern interpretation. Dalam : Eckert, William G. Introduction to forensic sciences. Boca Raton: Elsevier, 2000.p.176-209
4. Ye X, Zhou X, Furr J, Ahn KC, Hammock BD, Gray EL, et.al.. Biomarkers of exposure to triclocarban in urine and serum. National Institutes of Health. North Carolina USA. 2013[cited 2014 16 november]; 1-14. Available from: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/
5. Kobilinsky L. Forensic chemistry handbook. New Jersey: John Wiley and Sons; 2012.p.269-81.
6. Creamer JI, Quickenden TI, Crichton LB, Robertson P, Ruhayel RA. Attempted cleaning of bloodstains and its effect on the forensic luminol test. John Wiley & Sons Ltd; 2005. Available at www.interscience.wiley.com [cited 2014 13 november]

7. Adair TW, Rebecca LS. Enhancement of bloodstains on washed clothing using luminol and LCV reagents. IABPA News; 2005.p.4-10
8. Sherwood L. Fisiologi manusia : dari sel ke sistem edisi 6. Jakarta: EGC; 2011.hal 421- 33
9. Ganong WF. Buku ajar fisiologi kedokteran. Edisi 17. Jakarta: EGC; 1999.hal 516-20
10. Blood physiology – hematocrit, hemoglobin – identification, spectroscopy, crystallographic method (teichmann crystals). Rumania: Departement of functional sciences – [cited 2014 31 October] Available from: http://www.fiziologie.ro/engleza/2012/Practical_2_blood.pdf
11. Wirya EI. Hubungan olahraga rutin dengan kadar hemoglobin darah [skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara; 2013.
12. Anonim. Struktur rantai hemoglobin.jpg. Diunduh dari: <http://www.fmss12ucheme.wordpress.com> [Diakses 15 Desember 2014].
13. Idries AM, Tjiptomartono AL. Penerapan ilmu kedokteran forensik dalam proses penyidikan. Edisi kedua. Jakarta: Sagung seto. 2011.hal 19-25
14. Gefrides L, Welch K. The forensic laboratory handbook procedures and practice: forensic biology: serology and DNA. Springer Science and Business Media. 2011.p.25
15. James SH, Kish PE, Sutton TP. Principle of bloodstain pattern analysis: theory and practice. Boca Raton: CRC-press; 2005.p. 14-367
16. Stuart HJ, Paul K, Pauletten S. Principle of bloodstain analysis theory and practical aspect of criminal and forensic investigation series. Boca Raton: CRC press. 2005.p.350-64
17. Quickedon, C. Increasing the spesificy of the forensic luminol test for blood. The journal of biological and chemical luminescence; 2011.p.251-53
18. Gaensslen RE. Sourcebook in forensic serology, immunology, and biochemistry. U.S Department of justice. Washington DC. 1983 [cited 2014 31 October]; 73-88. Available from : http://www.ncjrs.gov/pdffiles/pr/1680880_unit_2.pdf
19. Morgan SL, Myrick ML. Rapid visualization of biological fluids at crime scenes using optical spectroscopy. National Institute of Justice Award. 2007.p.5-8
20. Darmono. Farmasi forensik dan toksikologi. Jakarta: UI Press; 2009. hal.12-20
21. Fitri L. Kemampuan daya hambat beberapa macam sabun anti septic terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* [skripsi]. Aceh:: Universitas Syiah Kuala; 2014.
22. Kristiyana R. Optimasi penambahan ekstrak etanol daun kemangi sebagai pengganti triclosan dalam menghambat *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada produk sabun cuci tangan cair [skripsi]. Bogor: Universitas Pakuan; 2013
23. Anonim. Struktur triclosan.jpg. Diunduh dari: http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_DE_CB6771432.htm [Diakses 19 juni 2014]

24. Environmental protection agency. Re-registration eligibility precision and risk assessment for the pesticidal uses of triclosan. CDC. USE . 2015 [cited 2015 20 june]; 1-2. Available from : http://www.cdc.gov/biomonitoring/pdf/Triclosan_FactSheet.pdf
25. Guyton AC, Hall JE. Buku ajar fisiologi kedokteran. Edisi ke-2. Rachman LY, Hartanto H, Novrianti A, Wulandari N, editor. Jakarta: EGC; 2006. p. 439-537
26. Nelson DL, Cox MM. Lehninger principles of biochemistry, 4th ed. Available at www.whfreeman.com/lehninger4e. [Cited on january 2015].
27. Anonim. Struktur gugus *heme.jpg*. Diunduh dari: [http// kesehatan. Kompasiana.com](http://kesehatan.kompasiana.com) [Diakses januari 2015].
28. Anonim. 16009-13-5 Chloroprotoferrihem. Diunduh dari: [http// www.chemnet.com](http://www.chemnet.com) [Diakses januari 2015].
29. Anonim. Struktur *pyridineferriprotoporphyrin.jpg*. Diunduh dari: [http// www.guidechem.com](http://www.guidechem.com). [Diakses maret 2015].
30. El-sadek BM. Synthesis, micellization, and hemolysis evaluation of biodegradable quaternary ammonium compound. Adv. Appl. Sci. Res. 2011; 2 (3): 363-372. Available at www.pelagiaresearchlibrary.com. [Cited on june 2015]