



**KORELASI NILAI PERSENTRANSMITAN (%T) Fe-O TERHADAP
UMUR BERCAK DARAH MANUSIA PADA KAIN KATUN DENGAN
MEMPERGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI INFRA RED**

**Dede Rosady Gustaman
M. Tegar Indrayana
Fatmawati**

E-mail: dederosady13@gmail.com

ABSTRACT

***CORRELATION BETWEEN PERSENTTRANSMITANCE VALUE (%T)
OF Fe-O WITH AGE OF HUMAN BLOODSTAIN ON COTTON CLOTH
USING INFRA RED SPECTROPHOTOMETRY***

***By :
Dede Rosady Gustaman***

In the case of violent crimes such as murder, assault and rape, it is possible to find biological fluids such as blood spots at the crime scene . Blood spots contained two components, such as cellular component consisting of erythrocytes, leukocytes, platelets and plasma components. Erythrocytes contained hemoglobin that contain iron atom (Fe). Iron atom in heme would be reduced from Fe^{2+} to Fe^{3+} due to reaction with oxygen. Alteration of Fe^{2+} to Fe^{3+} can be analyze by using infrared spectrophotometric. This study aims to determine the change in the value of % T in human bloodstains on cotton cloth functional groups contained in the molecule Fe-O. This study is experimental. Samples were white cotton cloth soaked in human blood. To see the correlation of % T with the age of bloodstains on cotton cloth used Pearson correlation test. The results show that no correlation was found from percenttransmittance Fe-O with age human bloodstain on cotton cloth using infra red spectrophotometry.

Keyword : Percenttransmittance Fe-O, bloodstain



PENDAHULUAN

Pada kasus - kasus kejahatan dengan kekerasan seperti pembunuhan, penganiayaan dan perkosaan, sangat mungkin ditemukan cairan biologis berupa darah, cairan mani, air liur, urin, rambut dan cairan tubuh lain di tempat kejadian perkara (TKP). Cairan diatas tersebut umumnya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit, namun dengan kecermatan dan ketelitian dari ahli forensik dapat membantu terungkapnya kasus tersebut. Diantara berbagai cairan tubuh yang telah disebutkan, bercak darah merupakan yang paling penting karena cairan biologis tersebut paling banyak terdapat didalam tubuh manusia dengan sifat – sifat potensial yang lebih spesifik untuk manusia. Penentuan rentang waktu kejadian sangat diperlukan bagi penyelidik untuk memeriksa

alibi tersangka sehingga dapat menyeleksi orang – orang yang tidak memiliki kontak dengan TKP.¹

Bercak darah dapat ditemukan di TKP pada obyek-obyek tertentu seperti lantai, meja, kursi, karpet, senjata dan pakaian. Salah satu bahan dasar pada pakaian yang jenisnya paling banyak di produksi di Indonesia yaitu jenis katun. Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri (BPKIMI) mengatakan distribusi kain katun di Indonesia adalah sekitar 99,2 % pertahun. hal ini menunjukkan kain katun adalah bahan dasar pakaian yang paling banyak digunakan di Indonesia sehingga penelitian ini akan dilakukan pada media pakaian yang berbahan dasar kain katun.²⁻⁵

Pada bercak darah terdapat dari 2 komponen yaitu komponen seluler yang terdiri dari eritrosit, leukosit, trombosit dan komponen



plasma. Didalam eritrosit terdapat hemoglobin yang disusun atas heme dan globin komponen heme mengandung atom besi yaitu molekul (Fe). Fe dapat digunakan untuk memperkirakan usia bercak darah, karena pada saat darah menjadi bercak darah, maka atom besi yang berada didalam heme akan tereduksi dari Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} akibat bereaksi dengan oksigen. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *Hanson* (2010) yang meneliti tentang spektrum hemoglobin (Hb) terdapat pada bercak darah menggunakan spektrofotometri Ultraviolet-Visual (UV-Vis), didapat bahwa terjadi perubahan spektrum pada Hb yang disebabkan oleh oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} . Dengan bertambahnya umur bercak darah maka ada perubahan absorban pada bercak darah sehingga dapat dijadikan acuan sebagai perkiraan usia bercak darah yang berada di TKP. ^{6,8}

Perkiraan umur bercak darah dengan meneliti komponen sel darah merah sebenarnya sudah banyak diteliti oleh peneliti dari negara luar antara lain dengan menggunakan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), *Diffuse Reflectance Spectroscopy* (DRS), *Electrone Paracmetic Resonance* (EPR). ⁹⁻¹²

Penelitian mengenai penentuan umur bercak darah juga pernah dilakukan di Indonesia, yaitu penentuan umur bercak darah manusia berdasarkan perubahan warna yang kemudian dicocokkan dengan kartu warna *Natural Color System* (NCS) yang dikeluarkan oleh *Scandinavian Color Institute of Stockholm*, swedia oleh *Harianja* (2011). Peneliti lain yang melakukan penelitian terhadap bercak darah adalah *Indrayana* (2013) yang meneliti umur bercak darah manusia



dengan menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Penelitian ini berdasarkan pada perubahan jumlah produk degradasi heme (*peak X* dan *Y*). *Peak X* dan *Y* terjadi peningkatan seiring bertambahnya umur bercak darah manusia.^{13,14}

Perubahan Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} untuk memperkirakan umur bercak darah di TKP juga dapat di analisis spektrofotometri infra red. *Spektrofotometri infra red* dapat mengidentifikasi perubahan suatu gugus fungsi dalam suatu molekul, termasuk dalam hal ini molekul yang terdapat dalam darah. Cara kerja *spektrofotometri infra red* ini yaitu dengan cara memancarkan gelombang radiasi yang akan menimbulkan getaran molekul-molekul yang terdapat dalam darah, getaran yang ditimbulkan ini akan menyebabkan gugus fungsi yang

terdapat dalam molekul saling bergetar, getaran yang terjadi pada gugus fungsi ini akan dibaca oleh *spektrofotometri infra red*. Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan hasil gugus fungsi yang terbaca berbeda, antara lain berat molekul Fe yang terdapat pada hemoglobin dalam bercak darah akan bereaksi dengan oksigen di alam. Molekul Fe dari bercak darah yang terdapat di TKP akan teroksidasi setelah beberapa lama apabila terdapat di lingkungan luar, sehingga berat molekul akan mengalami penurunan, perubahan berat molekul Fe yang terdapat dalam bercak darah akan dibaca oleh *spektrofotometri infra red*. Berdasarkan penelitian sebelumnya gugus fungsi molekul Fe-O terdapat pada rentang bilangan gelombang $200\text{-}800\text{ cm}^{-1}$, dengan demikian peneliti akan membaca sampel pada rentang bilangan gelombang $200\text{-}800\text{ cm}^{-1}$.^{7,21,27}



Oleh karena *spektrofotometri infra red* dapat mengidentifikasi perubahan nilai persentransmitan (%T) gugus fungsi suatu molekul dalam suatu senyawa, termasuk dalam hal ini molekul yang menyusun senyawa-senyawa di dalam darah, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian penentuan umur bercak darah manusia pada kain katun dengan mempergunakan *spektrofotometri infra red*.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah jenis penelitian eksperimental yang menganalisis perubahan persentransmitan (%T) dari gugus fungsi Fe-O dengan mempergunakan alat *spektrofotometri infra red*.

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Mei 2014 sesuai dengan kondisi suhu dan

kelembaban kota Pekanbaru, Riau, yang diperoleh berdasarkan data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Pekanbaru, sampel akan di keringkan di Panam tepatnya di halaman Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau. Analisis dengan *spektrofotometri infra red* akan dilakukan di laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau.

Populasi target penelitian yang akan dilakukan adalah pada semua kain berwarna putih yang ada bercak darah pada seluruh kota Pekanbaru, Riau. Populasi terjangkau dalam penelitian yang akan dilakukan adalah semua kain berwarna putih yang ada bercak darah pada wilayah khususnya daerah Panam.

Penelitian ini telah lolos kaji etik oleh Unit Etika Penelitian



Kedokteran dan Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Riau berdasarkan penerbitan Surat Keterangan Lolos Kaji Etik nomor : 45/UN19.1.28/UEPKK/2014

HASIL PENELITIAN

Hasil pengamatan nilai persentransmitan (%T) sampel A, B, C dan D dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini:

Berdasarkan tabel 4.1 di dapatkan nilai Persentransmitan (%T) minimal pada sampel A 2,61 pada interval waktu 15 menit dan maksimal 75,16 pada interval 1 jam. Pada sampel B didapatkan nilai %T minimal 0,64 pada interval 30 menit dan maksimal 96,23 pada interval 48 jam, pada sampel C didapatkan nilai %T minimal 1,1 pada interval 30 menit dan maksimal 94,13 pada interval 48 jam, pada sampel D didapatkan nilai %T minimal 0,4 pada interval 24 jam dan maksimal 96,52 pada interval 48 jam.

Nilai median persentransmitan (%T) sampel A, B, C dan D dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini:

Berdasarkan tabel 4.2 di dapatkan nilai median %T tertinggi sampel A yaitu 85,9000 terjadi pada interval 6 jam, nilai median %T terendah sampel A yaitu 5,2650 terjadi pada interval 15 menit. Nilai median %T tertinggi sampel B yaitu 46,75000 terjadi pada interval 3 jam, nilai median %T terendah yaitu 5,8600 terjadi pada interval 15 menit. Nilai median %T tertinggi sampel C yaitu 54,4900 terjadi pada interval 1 jam, nilai median %T terendah yaitu 2,6000 terjadi pada interval 30 menit. Nilai median %T sampel D tertinggi yaitu 63,6700 terjadi pada interval 3 jam, nilai median %T terendah yaitu 4,9600 terjadi pada interval 30 menit.

Linearitas sampel A, B, C dan D selama 7 hari pengamatan dapat dilihat pada gambar 4.1,



Terlihat %T menyebar secara acak
dan tidak dalam suatu kesegarisan
(linearitas).

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Nilai Persentranmitan (%T)

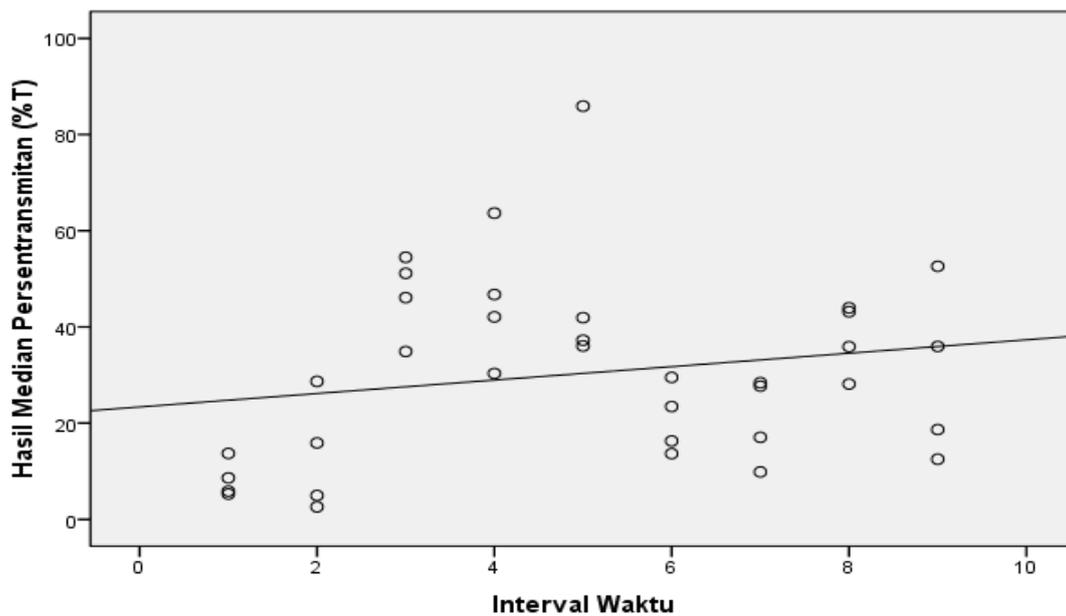
Kondisi Pengamatan	Hasil Pengamatan Persentranmitan (%T)							
	A		B		C		D	
	Min %T	Maks %T	Min %T	Maks %T	Min %T	Maks %T	Min %T	Maks %T
Interval 15 Menit Jam 13.30 WIB Suhu 28,5 °C Kelembaban 77 %	2,61	24,29	1,21	17,39	1,54	31,04	3,73	21,02
Interval 30 Menit Jam 13.45 WIB Suhu 28,5 °C Kelembaban 77 %	24,03	41,35	0,64	35,84	1,1	7,1	1,55	20,73
Interval 1 Jam Jam 14.15 WIB Suhu 28,5 °C Kelembaban 77 %	30,49	75,16	4,92	69,49	22,42	82,08	14,4	54,6
Interval 3 Jam Jam 16.15 WIB Suhu 28,5 °C Kelembaban 77 %	7,27	71,08	24,15	89,85	21,34	86,69	24,98	77,64
Interval 6 Jam Jam 19.15 WIB Suhu 28,5 °C Kelembaban 77 %	80,3	91,5	27,33	91,12	3,08	89,63	22,96	96,47
Interval 18 Jam Jam 09.00 WIB Suhu 28,4 °C Kelembaban 79 %	4,7	17,4	3,9	51,7	3,2	41,1	9,0	39,5
Interval 24 Jam Jam 13.15 WIB Suhu 28,4 °C Kelembaban 79 %	2,9	43,5	12,9	63,7	4,7	40,1	0,4	38,9
Interval 48 Jam Jam 13.15 WIB Suhu 27,2 °C Kelembaban 86 %	10,72	54,98	21,40	96,23	7,68	94,13	17,72	96,52
Interval 1 Minggu Jam 13.15 WIB Suhu 27,2 °C Kelembaban 86 %	5,03	27,84	23,01	42,65	44,22	62,30	6,88	32,41



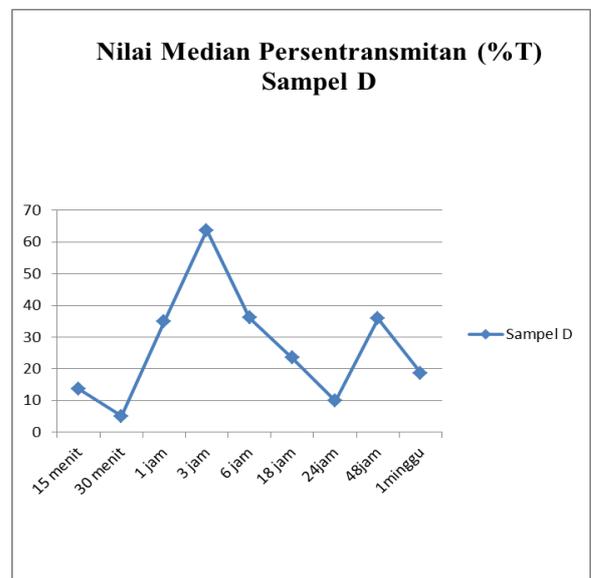
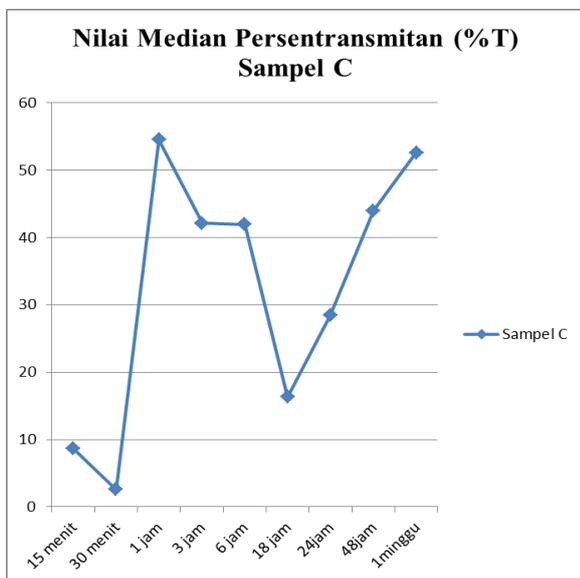
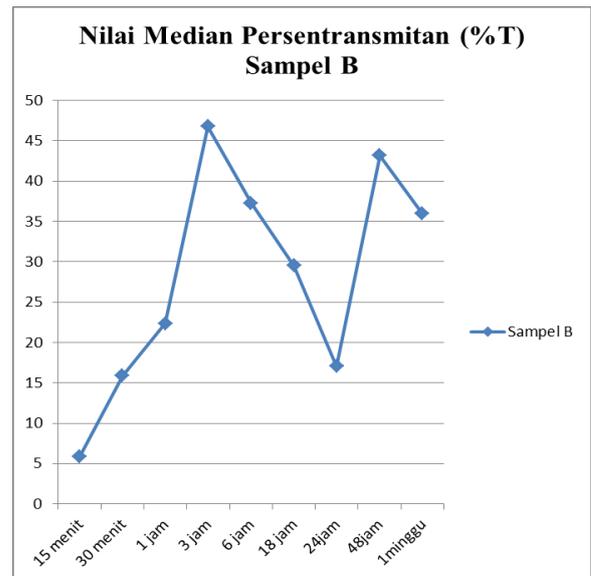
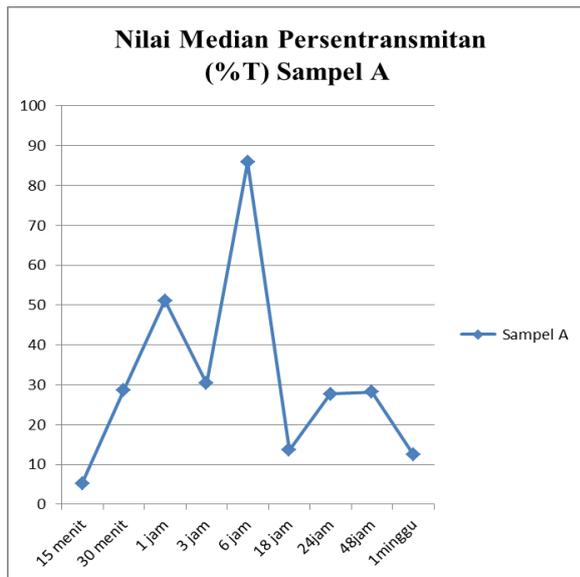
Tabel 4.2 Nilai Median Persentransmitan (%T)

Waktu Pengamatan	Nilai Median dari Hasil Persentransmitan (%T)				Nilai Median dari Median A, B, C, D
	A	B	C	D	
15 Menit	5,2650	5,8600	8,6100	13,7150	7,235
30 Menit	28,6900	15,8760	2,6000	4,9600	10,417500
1 Jam	51,1500	46,1000	54,4900	34,9000	48,62
3 Jam	30,3250	46,7500	42,0800	63,6700	44,415
6 Jam	85,9000	37,2400	41,9150	36,0500	39,5775
18 Jam	13,6500	29,5000	16,3000	23,4500	19,875
24 Jam	27,7000	17,0500	28,4000	9,8500	22,375
48 Jam	28,1400	43,1600	43,9650	35,8900	39,525
1 Minggu	12,5050	35,9550	53,6100	18,6550	27,31

Linearitas Sampel A, B, C dan D



Gambar 4.1 Linearitas sampel A, B, C dan D



Gambar 4.2 Nilai median persentransmitan (%T) sampel A, B, C dan D

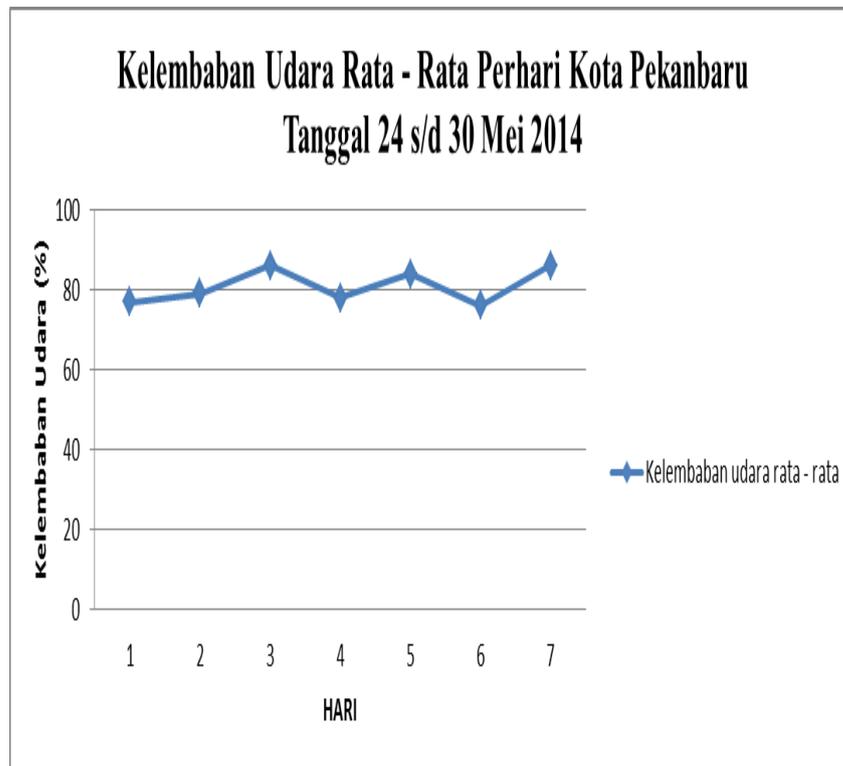
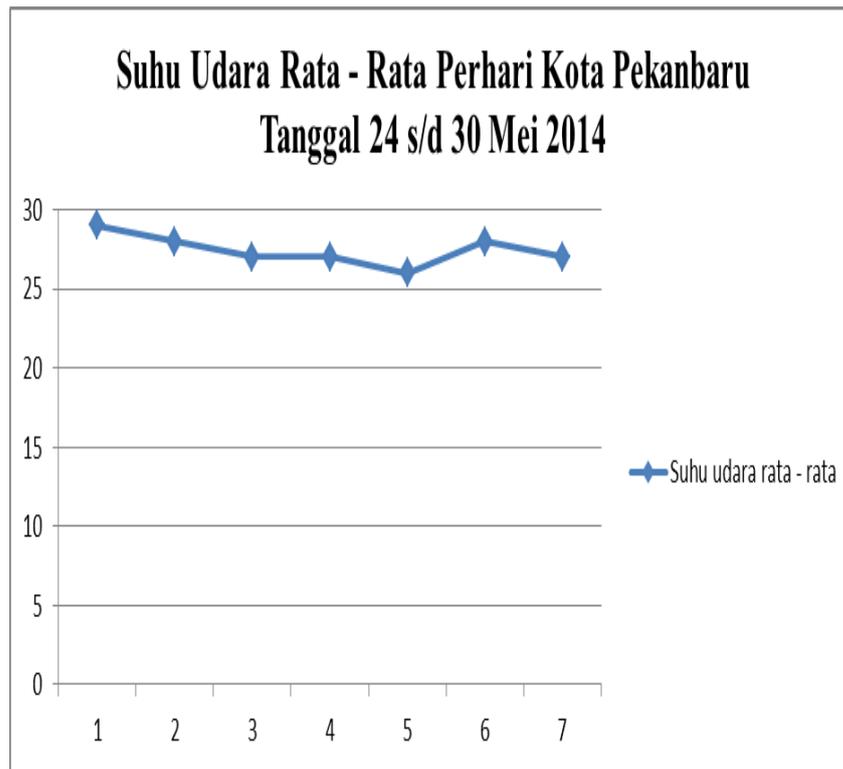


Nilai median persentransmitan (%T) sampel A dapat dilihat pada gambar 4.2 Pada gambar 4.2 di atas di dapat bahwa nilai %T yang di amati dari hari 1 s/d 7 berfluktuatif dengan nilai median tertinggi yaitu 85,9000 yang di analisis pada interval waktu 6 jam dan yang terendah yaitu 5,2650 pada interval waktu 15 menit. Nilai median persentransmitan (%T) sampel B pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai %T yang di amati dari hari 1 s/d 7 berfluktuatif dengan nilai median tertinggi yaitu 46,7500 yang di analisis pada interval waktu 3 jam dan yang terendah yaitu 5,8600 pada interval waktu 15 menit. Nilai median persentransmitan (%T) sampel C pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai %T yang di amati dari hari 1 s/d 7 berfluktuatif dengan nilai median tertinggi yaitu 54,4900 yang di analisis pada interval waktu

1 jam dan yang terendah yaitu 2,6000 pada interval waktu 30 menit. Nilai median persentransmitan (%T) sampel D pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai %T yang di amati dari hari 1 s/d 7 berfluktuatif dengan nilai median tertinggi yaitu 63,6700 yang di analisis pada interval waktu 3 jam dan yang terendah yaitu 4,9600 pada interval waktu 30 menit.

Suhu udara rata-rata perhari kota pekanbaru dapat dilihat pada gambar 4.3 Dari gambar diatas didapatkan bahwa suhu udara rata-rata perhari Kota Pekanbaru dari hari 1 s/d 7 berfluktuatif dengan Suhu udara rata - rata perhari tertinggi 28,5°C pada tanggal 24 Mei 2014 dengan suhu udara rata - rata perhari terendah 26,1°C terjadi pada tanggal 28 Mei 2014.

Kelembaban udara rata-rata perhari kota pekanbaru yang terlihat pada gambar 4.3 dapat diketahui bahwa kelembaban udara rata - rata



Gambar 4.3 Suhu dan Kelembaban udara rata-rata kota pekanbaru tanggal 24 mei – 30 mei 2014



perhari Kota Pekanbaru dari hari 1 s/d 7 berfluktuatif dengan kelembaban udara rata - rata perhari tertinggi 87 % pada tanggal 28 Mei 2014 dengan kelembaban udara rata - rata perhari terendah 76 % yang terjadi pada tanggal 29 Mei 2014.

Secara statistik, untuk mengetahui apakah variabel bebas dan variabel terikat dengan skala numerik memiliki korelasi atau tidak dipergunakan *uji korelasi pearson* jika distribusi normal atau *uji korelasi spearman* jika distribusinya tidak normal, yang tujuannya dapat dilakukan uji analisis multivariat sehingga diperoleh persamaan regresi linear. Peneliti juga ingin mengetahui hubungan satu variabel terikat berskala numerik (nilai %T) dengan satu variabel bebas berskala numerik (gugus fungsi Fe-O). Oleh karena itu data-data yang diperoleh harus diuji terlebih dahulu untuk melihat apakah syarat-syarat regresi

linear terpenuhi yang meliputi linearitas, sebaran residu harus terdistribusi secara normal, rerata residu nol, tidak ada outlier, independen, konstan (homoskedisitas) dan tidak ada autokorelasi (multikolineariti).^{28,29}

Linearitas diketahui dengan membuat *scatter plot* antara variabel bebas dengan variabel terikat. Asumsi linearitas terpenuhi apabila *scatter plot* memberikan kesan linear. Berdasarkan **gambar 4.1**, maka didapatkan gambaran *scatter plot* yang menurut asumsi peneliti tidak memberikan kesan yang linear. Hal ini menjadikan syarat pertama dan utama untuk diteruskan kepada analisis multivariat regresi linear tidak terpenuhi.

Hasil penelitian seperti yang terlihat pada **gambar 4.2** selama 7 hari pengamatan didapatkan bahwa nilai %T Fe-O berfluktuatif dan cenderung meningkat seiring



bertambahnya waktu. Hasil yang berbeda pada penelitian ini karena terdapatnya perbedaan perlakuan yaitu suhu dan kelembaban yang dibiarkan mengikuti kondisi iklim yang ada di wilayah Kota Pekanbaru. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh *Hanson* (2010), hasil penelitian tidak berfluktuatif dikarenakan terdapat beberapa perlakuan yaitu pada suhu yang diatur pada kondisi 20°C, 4°C dan 47°C dan dengan kelembaban 50%, 75%, 80%, 85% dan 90%.⁸

Oleh karena itu, pembahasan penelitian ini lebih ditekankan pada deskriptif dikarenakan tidak terjadinya linearitas antara nilai %T gugus fungsi Fe-O. Faktor – faktor yang memungkinkan tidak terjadinya linearitas akan ditinjau dari beberapa aspek yaitu suhu dan kelembaban udara dan waktu pembacaan sampel

Aspek pertama yang dapat mempengaruhi hasil %T yaitu suhu

dan kelembaban, pada penelitian yang dilakukan oleh *Hanson* (2010), sampel darah di nilai dengan beberapa perlakuan yaitu pada suhu dan kelembaban yang berbeda. Sedangkan pada penelitian ini, bercak darah pada kain katun dibiarkan terpapar oleh pengaruh lingkungan.

Aspek selanjutnya yang dapat menyebabkan nilai %T berfluktuatif yaitu waktu pembacaan sampel, pada penelitian ini. Sampel tidak bisa di baca pada saat bersamaan, hal ini juga yang menjadikan keterbatasan peneliti.

Pada penelitian yang dilakukan oleh *Fujita et al* (2005) yang mengamati perbandingan *g4* (*ferric non heme species*) dengan *H* (*low spin ferric heme species*) sampel mendapatkan beberapa perlakuan yaitu pada suhu 20°C, 25°C, dan 40°C dengan kuat sinar 300-500 lux. Hasil yang didapatkan yaitu



nilai g4 semakin meningkat dan H semakin menurun seiring bertambahnya hari. Perbedaan pada penelitian ini dikarenakan sampel bercak darah di letakkan di lingkungan luar dengan suhu yang mengikuti kondisi iklim di wilayah Kota Pekanbaru dan sampel pada penelitian dibiarkan kontak langsung dengan sinar matahari.¹⁶

Pada penelitian yang dilakukan oleh *Hanson* (2010) yang mengamati spektrum Hb yang terdapat pada bercak darah manusia didapatkan hasil yaitu penurunan spektrum Hb yang terdapat pada bercak darah seiring bertambahnya hari. Pada penelitian yang dilakukan oleh *Hanson* (2010), sampel tersebut di amati pada suhu diatur pada kondisi 20°C, 4°C dan 47°C dan dengan kelembaban 50%, 75%, 80%, 85% dan 90%, sedangkan pada penelitian ini suhu dan kelembaban

dibiarkan mengikuti kondisi iklim di wilayah Kota Pekanbaru.⁸

Penelitian lainnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh *Dohude* (2011) tentang uji stabilitas fero sulfat dalam kapsul alginate yang menggunakan bahan pemburam titanium dioksida (TiO₂) dan disimpan dalam pengemas alumunium foil, didapatkan bahwa terdapat penurunan kadar zat besi selama 3 bulan penyimpanan yang disebabkan oleh proses oksidasi Fe oleh oksigen yang terdapat di alam. Hasil penelitian yang didapat oleh peneliti sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh *Dohude* (2011) yaitu nilai %T Fe-O cenderung meningkat seiring berjalannya waktu namun perbedaan hasil pada penelitian ini adalah didapatkan nilai %T berfluktuatif. Hal ini dikarenakan terdapatnya perbedaan perlakuan yang dilakukan peneliti yaitu sampel disimpan di simpan



pada lingkungan luar dengan suhu dan kelembaban bervariasi selama 7 hari pengamatan.²⁶

Oleh karena itu pada penelitian ini setidaknya ada 3 hal yang menjadi penyebab perbedaan hasil yang didapat, yaitu suhu udara, kelembaban udara dan paparan sinar matahari langsung. Penelitian - penelitian sebelumnya menyatakan bahwa oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} dengan oksigen yang terdapat di alam dapat dijadikan acuan dalam perkiraan usia bercak darah. Akan tetapi, semua penelitian tersebut dilakukan pada suhu dan kelembaban udara yang sudah diatur sedemikian rupa. Sehingga kesimpulan pada penelitian ini menyatakan bahwa nilai %T Fe-O terhadap bercak darah manusia dengan menggunakan *spektrofotometri infra red* belum bisa di aplikasikan secara riil di TKP dikarenakan hasil perubahannya yang berfluktuatif dan tidak

terbentuknya linearitas dengan menggunakan regresi linear.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang mengamati Korelasi nilai persentranmitan (%T) Fe-O terhadap usia bercak darah yang di analisis dengan menggunakan *Spektrofotometri Infra Red* didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Pada hasil penelitian perubahan nilai persentranmitan (%T) bercak darah manusia dengan mempergunakan *Spektrofotometri Infra Red* sesuai dengan lingkungan kota pekanbaru tidak didapatkan linearitas (kesegarisan) untuk memenuhi persamaan regresi linear.
2. Nilai % T sampel A, B, C dan D berfluktuatif dari hari ke 1 sampai hari ke 7
3. Pemeriksaan bercak darah dengan menggunakan



Spektrofotometri Infra Red belum dapat diaplikasikan di TKP.

yang memiliki kadar Fe dibawah normal.

SARAN

Dari hasil penelitian Korelasi nilai persentranmitan terhadap usia bercak darah yang di analisis dengan menggunakan *Spektrofotometri Infra Red*, maka disarankan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai korelasi nilai persentranmitan (%T) Fe-O terhadap umur bercak darah sehingga metode ini bisa di aplikasikan di TKP.
2. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan hasil yang didapat jika menggunakan media lain selain kain katun.
3. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan hasil yang didapat jika menggunakan sampel darah dari subjek

DAFTAR PUSTAKA

1. Bevel T. Gardner RM. Bloodstain Pattern Analysis With an Introduction to Crimescene Reconstruction, 3rd Ed. CRC Press ; 2008
2. Indonesia kurang bahan baku tekstil <http://www.kemenperin.go.id/artikel/3983/Indonesia-Kurang-Bahan-Baku-Tekstil> [diunduh pada tanggal 9 Desember 2013 pukul 22.36 WIB]
3. Siswandi S. Pemeriksaan Darah dalam Bidang Kedokteran Kehakiman. Dalam: Kumpulan Makalah dan



- Penelitian Ilmiah Ilmu Kedokteran Forensik. Jakarta: Departemen Ilmu kedokteran Forensik dan Medikolegal FKUI-RSCM, 2008. Hal 50-61 3
4. Tjiptomartono AL. Pemeriksaan Tempat Kejadian Perkara. Dalam: Penerapan Ilmu Kedokteran Forensik dalam Proses Penyelidikan. Jakarta: Sagung Seto, 2008. Hal 19-36
 5. Darmono. Serologi Forensik. Dalam: Farmasi Forensik dan Toksikologi Penerapannya dalam Penyidik Kasus Tindak Pidana Kejahatan. Jakarta: UI Press, 2008. Hal 20-21
 6. Sutton PT. Bloodstain Pattern Interpretation, Short Course Manual, University of Tennessee, Memphis TN ; 2008 Hal:68-70
 7. Basset J *et al.* Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik. Edisi ke-6. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC; 2007
 8. Hanson EK, Ballantyne J. A Blue Spectral shift Of The Hemoglobin Soret Band Correlates With The Age (Time Since Deposition) Of Dried Bloodstains. PLoS ONE; 2010
 9. Bremmer RH, De Bruin KG, Van Gemert MJC, Van Leeuwen TG, Aalders MCG. Forensic Quest for Age Determination of Bloodstain. 2011
 10. Bauer M, Polzin S, Patzelt D. Quantification of RNA



- degradation by International 206, 2011.
semiquantitative duplex Hal 166-171
and competitive RT-PCR:
a possible indicator of the
age of bloodstain.
Forensic Science
International 138, 2003.
Hal 94-103
11. Anderson S, Howard B,
Hobbs GR, Bishop CP. A
Methode for determining
the age of bloodstain.
Forensic Science
International 148, 2005.
Hal 37-45
12. Bremmer RH, De Bruin
KG, Van Gemert MJC,
Van Leeuwen TG, Aalders
MCG. Age estimation of
blood stains by
hemoglobin derivative
determination using
reflectance spectroscopy.
Forensic Science
International 206, 2011.
Hal 166-171
13. Harianja DM. Penentuan
Umur Bercak Darah
Berdasarkan Perubahan
Bercak Warna [Tesis].
Medan: Fakultas
Kedokteran Universitas
Sumatera Utara; 2011
14. Mohammad TI. Penentuan
Umur Bercak Darah
Manusia Pada Kain Katun
Dengan Mempergunakan
High Performance Liquid
Chromatography [Tesis].
Jakarta: Fakultas
Kedokteran Universitas
Indonesia; 2013
15. Andrasco J. The
estimation of the age of
bloodstains by HPLC
analysis. Journal Forensic
science 42. 1997. Hal 601-
607



16. Fujita *et al.* Estimation of the age of human bloodstains by electron paramagnetic resonance spectroscopy: Long-term controlled experimenton Complexes. *Vibrational Spectroscopy*. Vol.64: 21-26 ; 2013
17. Sloane E. Anatomi dan Fisiologi untuk Pemula. Jakarta:EGC; 2004
18. Khopkar. Konsep Dasar Kimia Analitik, UI Press, Jakarta; 2003
19. Day R, Underwood A. Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam. Penerjemah: Sopyan Iis. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: Quantitative Analysis Sixth Edition; 2002
20. Rygula, A, Wrobel TP, Szklarzewicz, J, Baranska, M. *UV-vis, Infra red spectroscopy* Studies on Luteolin-Al(III) 21. Lau WS. karakterisasi inframerah untuk mikroelektronik. World Scientific. (2004)
22. Silverstein RM. Spectrometric identification of anorganic compound. John whiley & Sons, Inc, (2005)
23. James SH, Kish PE, Sutton TP. Biological and Physical Properties of Human Blood. In: Principles of Blood Stain Pattern Analysis Theory and Practice. Boca Raton: CRC Press, 2005. Hal 41 – 48
24. Hapsoro. Perbandingan Kemampuan Pereduksi Natrium Tiosulfalat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) dan kalium



- oksalat ($K_2C_2O_4$) Pada
Analisa Kadar Total Besi
Secara Spektrofotometri
UV-Vis [Skripsi].
Surabaya : Fakultas
Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Institut
Teknologi Sepuluh
November ; 2011
25. Dahlan MS. Besar Sampel
dan Cara Pengambilan
Sampel dalam Penelitian
Kedokteran dan
Kesehatan. Jakarta:
Penerbit Salemba Medika,
2010. Hal 99-100
26. Dohude SCK. Uji
Stabilitas Fero sulfat
Dalam Kapsul Alginat
Yang Menggunakan
Bahan Pemburam
Titanium Dioksida (TiO_2)
Dan Disimpan Dalam
Pengemas Alumunium
Foil [skripsi]. Medan :
- Fakultas Farmasi
Universitas Sumatra Utara;
2011
27. Budi Asih KS,
Prodjosantoso AK,
Septiantinur. Besi (II) dan
Besi (III) askorbat:
Sintesis dan prospek bio
fungsi sebagai suplemen
anti anemia. Yogyakarta:
Universitas Negeri
Yogyakarta: Jurusan
pendidikan kimia, FMIPA;
2011
28. Dahlan MS. Statistikun
untuk Kedokteran dan
Kesehatan. Jakarta:
Penerbit Salemba Medika,
2011. Hal 1-28
29. Dahlan MS. Analisis
Multivariat Regresi Linear.
Jakarta: Penerbit Salemba
Medika, 2011. Hal 3-13