

DNA HASIL EKSTRAKSI DARI BERCAK SPERMA PADA KAIN KATUN DAN POLIESTER YANG DISIMPAN HINGGA 40 HARI

DNA EXTRACTED FROM SPERM STAIN ON COTTON AND POLYESTER FABRIC WHICH STORED FOR UP TO 40 DAYS

I Gede Yeyen Suharta¹, I Ketut Junitha², A.A.S.A. Sukmaningsih²

¹Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

²Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana,
Bukit Jimbaran, Bali, Indonesia - 80361

Email: yeyensuharta@gmail.com

ABSTRAK

DNA adalah alat bukti penting dalam penyidikan berbasis forensik yang berguna dalam proses pemecahan dan penyelesaian kasus kriminal. Pemerkosaan adalah tindak kriminalitas yang dapat meninggalkan barang bukti berupa bercak sperma pada kain. Bercak tersebut dapat diproses agar diperoleh DNA milik pelaku, sehingga identitasnya dapat diungkap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah DNA dari bercak sperma pada kain berjenis katun dan poliester yang tersimpan selama 0, 20, dan 40 hari dapat diekstraksi, serta untuk mengetahui bagaimana kualitas dan kuantitas DNA yang berhasil diekstraksi dari bercak sperma tersebut. Penelitian dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2020 di Laboratorium Serologi dan Molekuler UPT Forensik dan Laboratorium Biomedik Terpadu Universitas Udayana. Metode penelitian terdiri dari preparasi sampel, ekstraksi DNA menggunakan Chelex 100 resin, dan kuantifikasi serta kualifikasi DNA menggunakan NanoDrop. Perolehan data kuantitas DNA dianalisis dengan metode *two-way ANOVA* dan *chi-squared test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DNA dapat diekstraksi dari bercak sperma pada kain katun dan poliester yang disimpan hingga 40 hari. Kualitas dan kuantitas DNA hasil ekstraksi mengalami penurunan seiring dengan penambahan periode masa simpan. Penurunan kuantitas DNA pada kain katun terjadi sebesar 80,42% (segar-0 hari), 12,02% (0 hari-20 hari), dan 0,78% (20 hari-40 hari). Penurunan pada kain poliester terjadi sebesar 62,16% (segar-0 hari), 11,40% (0 hari-20 hari), dan 8,47% (20 hari-40 hari). Analisis statistik terhadap kuantitas DNA menunjukkan bahwa laju penurunan konsentrasi DNA dipengaruhi oleh jenis kain yang digunakan.

Kata Kunci: *pemerkosaan, sperma, kain, ekstraksi DNA*

ABSTRACT

DNA is an important evidence in forensic-based investigation which is useful in the process of solving criminal cases. Rape is an act of crime which could leave evidence such as sperm stain on fabric. The said stain can be processed to obtain the perpetrator's DNA and uncover their identity. This study aims to determine whether DNA from sperm stains on cotton and polyester fabrics which had been stored for 0, 20, and 40 days could be extracted and to determine the quality and quantity of the extracted DNA. This study conducted from September to December 2020 at the Serology and Molecular Forensics of UPT Laboratory and the Integrated Biomedical Laboratory of Udayana University. The research method consisted of sample preparation, DNA extraction using Chelex 100 resin, and DNA quantification and qualification using NanoDrop. Data from DNA quantity are analyzed using *two-way ANOVA* and *chi-squared test* method. Results of this study shows that DNA can be extracted from sperm stains on cotton and polyester fabrics which are stored for up to 40 days. The decrease of DNA quality and quantity in all samples directly proportional to the increase of the storage time treatment. The decrease of DNA quantity on cotton fabric occurs

by 80.42% (fresh-0 day), 12.02% (0 day-20 days), and 0.78% (20 days-40 days). Decrease of DNA quantity on polyester fabric occurs by 62.16% (fresh-0 day), 11.40% (0 day-20 days), and 8.47% (20 days-40 days). Statistical analysis on the quantity of DNA showed that the rate of reduction in DNA concentration was influenced by the type of cloth used.

Keyword: *rape, sperm, cloth, DNA extraction*

PENDAHULUAN

DNA adalah alat bukti penting dalam penyidikan berbasis forensik yang berguna dalam proses pemecahan dan penyelesaian kasus yang berkaitan dengan tindak kriminalitas. Contoh tindak kriminalitas adalah tindak asusila, kekerasan, pencurian, penodongan bersenjata, penganiayaan, dan pembunuhan (Putra, 2016). Tindak asusila merupakan contoh tindak kriminalitas yang sering terjadi di masyarakat. Pada tahun 2018 jumlah kasus pemerkosaan yang terjadi di Indonesia mencapai angka 1.288 kasus, sementara jumlah kasus pencabulan mencapai 3.917 kasus (BPS, 2019).

Pemeriksaan merupakan tindakan menyetubuhi korban yang dilakukan secara paksa. Pemaksaan yang dilakukan berupa ancaman secara fisik atau psikologis (Ekandari *et al.*, 2001). Kasus pemerkosaan merupakan salah satu kasus yang sulit diungkap kebenarannya terutama dalam mengungkap identitas pelaku, karena pada umumnya terjadi di tempat yang sepi dan tidak ada saksi mata. Sebagai upaya pembuktian dalam ranah hukum bahwa telah terjadi tindak pidana pemerkosaan, maka diterapkan penyidikan berbasis forensik (Rachmad, 2019). Forensik adalah terapan dari berbagai cabang keilmuan berbasis sains yang terkait dalam suatu penyidikan untuk memperoleh data-data dalam mengungkap kasus kriminal. Penyidikan berbasis forensik dapat mengungkap identitas pelaku atau korban dalam berbagai kasus, termasuk juga kasus pemerkosaan (Sandwinata, 2018).

Sperma merupakan salah satu sampel biologis yang digunakan sebagai barang bukti dalam penyidikan kasus

pemeriksaan, karena spermatozoa memiliki kandungan DNA. Kandungan DNA pada spermatozoa dapat dimanfaatkan sebagai penanda untuk mengungkap identitas pelaku (Sandwinata, 2018). DNA merupakan unit hereditas terkecil yang dimiliki oleh seluruh makhluk hidup. Setiap bagian tubuh manusia dapat digunakan sebagai spesimen dalam uji DNA, karena setiap sel yang memiliki nukleus mengandung rangkaian DNA yang identik (Anvar *et al.*, 2015). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Anvar *et al.* (2015), diketahui bahwa DNA pada spermatozoa dapat diekstrak dan dianalisis. Salah satu metode ekstraksi yang digunakan adalah ekstraksi menggunakan metode Chelex 100 resin. Analisis DNA dari hasil ekstraksi dapat menggunakan metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dan dengan metode elektroforesis (Manuja *et al.*, 2010; Jehuda, 2013).

Meski sperma menjadi barang bukti yang memiliki signifikansi tinggi dalam pengungkapan kasus pemerkosaan, sampel tersebut terkadang mustahil untuk diperoleh. Sebagian besar korban kasus pemerkosaan tidak segera melaporkan kejadian yang telah menimpanya. Hal tersebut menyebabkan identifikasi pelaku melalui sisa sperma pada vagina korban sulit dilakukan. Jika hal tersebut terjadi, alternatif barang bukti yang dapat dimanfaatkan adalah bercak sperma. Bercak sperma dalam tindak pemerkosaan umumnya ditemukan pada kain (pakaian dalam, seprei, handuk), tubuh (perineum, paha, vagina, rambut pubis), dan di sekitar TKP (lantai, semak-semak, rumput) (Harel *et al.*, 2015).

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Sura (2013), DNA dapat diekstrak dan diamplifikasi dari sisa

sperma pada kondom dan bercak sperma pada kain kasa yang telah disimpan hingga jangka waktu 35 hari. Selain kain berjenis kasa, terdapat banyak jenis kain lain yang umum digunakan dalam pembuatan alat-alat sandang. Beberapa contohnya adalah katun, linen, poliester, satin, wol, dan sutra.

Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan penelitian untuk mengetahui apakah DNA pada spermatozoa dapat diekstraksi dari bercak sperma pada beberapa jenis kain lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah DNA dapat diekstraksi dari bercak sperma pada kain berjenis katun dan poliester yang telah disimpan hingga 40 hari. Penting juga untuk diketahui bagaimana kualitas dan kuantitas DNA yang berhasil diekstraksi dari bercak sperma pada jenis-jenis kain tersebut.

MATERI DAN METODE

Metode pengumpulan data

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September-Desember 2020 di Laboratorium Serologi dan Molekuler UPT Forensik Universitas Udayana dan Laboratorium Biomedik Terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.

Materi penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah bercak sperma pada kain berjenis katun dan poliester yang tersimpan dalam rentang waktu berbeda (0 hari, 20 hari, 40 hari) serta sperma segar yang tidak diteteskan pada kain.

Prosedur pelaksanaan

Penetasan sperma pada kain

Bercak sperma dibuat dengan meneteskan sperma sebanyak 50 μL pada potongan kain katun dan poliester dengan ukuran $\pm 9 \text{ cm}^2$. Kain disimpan selama periode waktu yang telah ditentukan (0 hari, 20 hari, 40 hari) di dalam kontainer plastik yang telah diberi ventilasi udara serta diletakkan pada suhu kamar ($\pm 26^\circ\text{C}$).

Ekstraksi DNA

DNA diekstraksi dengan metode Chelex 100 resin. Sampel segar diekstraksi dengan menambahkan sperma sebanyak 50 μL ke tabung mikro 1,5 mL yang telah berisi larutan Chelex 100 resin 5% sebanyak 200 μL . Ekstraksi DNA dari bercak sperma pada kain dilakukan dengan memotong kecil-kecil kain yang diambil dari dalam area bercak. Potongan kain kemudian dimasukkan ke dalam tabung mikro 1,5 mL yang berisi larutan Chelex 100 resin 5% sebanyak 200 μL .

Sampel yang telah dipreparasi lalu dihomogenisasikan menggunakan vortex selama 15 detik. Dilakukan sentrifugasi selama 5 menit/10.000 rpm, lalu tabung dipanaskan dengan menggunakan *waterbath* pada suhu 95°C selama 15 menit. Prosedur vortex-sentrifugasi-*waterbath* diulang hingga sebanyak 3 kali. Setelah pemanasan ketiga, sampel dihomogenisasi dan disentrifugasi seperti prosedur sebelumnya. Setelah itu supernatan dari larutan diambil $\pm 150 \mu\text{L}$ dan dimasukkan ke dalam tabung mikro berukuran 0,5 mL. Supernatan disimpan dalam *refrigerator* hingga dibutuhkan pada proses kuantifikasi dan kualifikasi.

Kuantifikasi dan kualifikasi DNA

Kuantifikasi dan kualifikasi DNA dilakukan menggunakan metode NanoDrop dengan alat *SimpliNano™ Spectrophotometer*. Pengukuran konsentrasi dan kemurnian DNA dilakukan dengan meneteskan sampel sebanyak 1 μL ke *plate* sampel pada alat. Hasil pengukuran akan ditampilkan pada layar dengan satuan konsentrasi DNA ($\text{ng}/\mu\text{L}$) dan nilai kemurnian berdasarkan absorbansi $\text{\AA}260/\text{\AA}280$.

Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 kali ulangan sehingga diperoleh 16 unit eksperimen untuk sampel pada kain katun dan 16 unit eksperimen untuk sampel pada kain poliester.

Variabel penelitian

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah sumber sampel yang hanya berasal dari seorang probandus, kondisi probandus yang sehat, probandus yang tidak mengidap azoospermia, dan kondisi penyimpanan sampel. Variabel bebas pada penelitian ini adalah jenis kain yang digunakan dan masa simpan sampel. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kualitas dan kuantitas DNA dari bercak sperma yang berhasil diekstraksi.

Analisis data

Analisis data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Data kualitas DNA dianalisis dengan menampilkan gambar dan mendeskripsikan hasil

Hasil elektroforesis ekstrak DNA yang diperoleh dari sampel pada kain katun dan poliester ditampilkan pada Gambar 1. Hasil menunjukkan bahwa seluruh sampel memiliki kandungan DNA,

Nilai kemurnian DNA hasil ekstraksi dapat diketahui berdasarkan nilai absorbansi $\lambda_{260}/\lambda_{280}$ pada uji NanoDrop

pengamatan terhadap hasil uji elektroforesis. Data kuantitas DNA diperoleh dari hasil analisis konsentrasi DNA menggunakan program komputer *SPSS For Windows* versi 24 dengan uji statistik menggunakan uji *two way ANOVA* pada taraf signifikansi 1% ($p < 1\%$). Jika ada perbedaan yang nyata, dilanjutkan dengan *post-hoc* menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Persentase penurunan konsentrasi DNA hasil ekstraksi diuji dengan menggunakan uji chi kuadrat (*chi-squared test*).

HASIL

Kualitas DNA

namun tidak terlihat pita DNA yang panjang. Hasil elektroforesis juga menunjukkan intensitas pendaran yang berbeda dan *smear*.

spektrofotometer. Rata-rata nilai $\lambda_{260}/\lambda_{280}$ dari hasil ekstraksi DNA seluruh sampel ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata nilai kemurnian DNA berdasarkan nilai absorbansi $\lambda_{260}/\lambda_{280}$

Sampel Segar	Jenis Kain	Perlakuan Masa Simpan		
		Masa Simpan 0 Hari	Masa Simpan 20 Hari	Masa Simpan 40 Hari
1,036	Kain Katun	1,415	1,467	1,376
	Kain Poliester	1,633	1,649	2,037

Kuantitas DNA

Hasil analisis statistik *two way ANOVA* dan DMRT terhadap rata-rata kuantitas DNA dari sampel segar dan

sampel bercak pada kain katun dan kain poliester dengan periode simpan selama 0 hari, 20 hari, dan 40 hari ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis statistik rata-rata konsentrasi DNA (ng/ μ L) pada katun dan poliester

Sampel Segar	Jenis Kain	Perlakuan Masa Simpan		
		Masa Simpan 0 Hari	Masa Simpan 20 Hari	Masa Simpan 40 Hari
457,64 \pm 46,29 ^a	Kain Katun	89,58 \pm 20,94 ^{b,b}	34,70 \pm 29,51 ^{b,c}	30,98 \pm 9,88 ^{b,c}
	Kain Poliester	173,15 \pm 17,63 ^{a,b}	120,98 \pm 46,62 ^{a,c}	82,18 \pm 50,01 ^{a,c}

Keterangan: 1. notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 1%

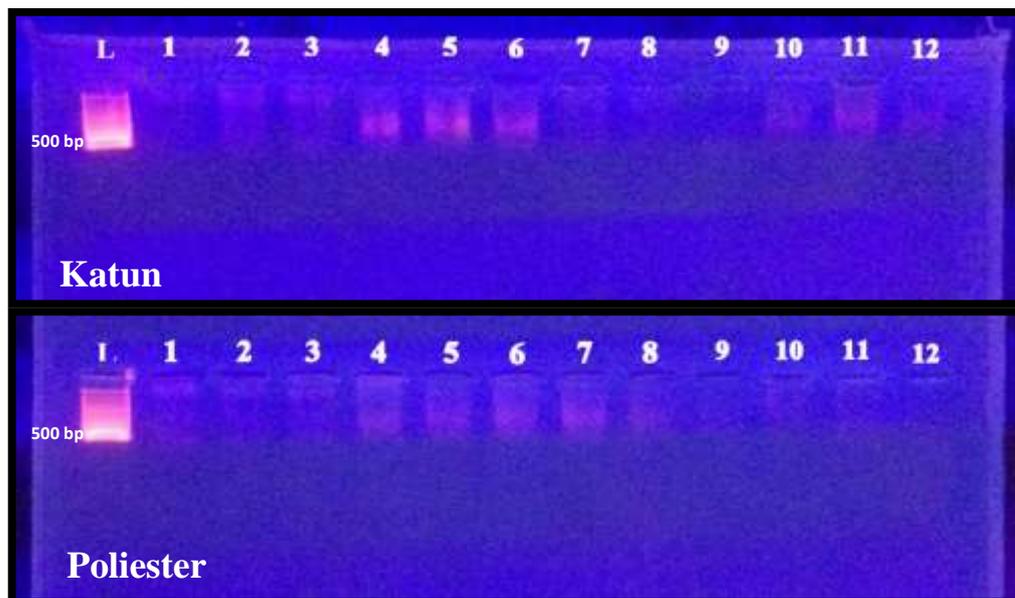
2. notasi pertama menunjukkan signifikansi pada jenis kain, notasi kedua menunjukkan signifikansi pada masa simpan
3. angka dibelakang tanda (\pm) menunjukkan standar deviasi
4. data kuantitas DNA dalam satuan ng/ μ L

Berdasarkan hasil analisis statistik *two way ANOVA*, diketahui bahwa masa simpan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kuantitas DNA ($p < 0,01$); jenis kain memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kuantitas DNA ($p < 0,01$); interaksi antara masa simpan dengan jenis kain tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kuantitas DNA ($p > 0,01$).

Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa rata-rata kuantitas DNA pada sampel kain katun berbeda nyata dengan rata-rata kuantitas DNA pada sampel kain poliester. Uji lanjut DMRT juga menunjukkan rata-rata kuantitas DNA pada sampel perlakuan segar (tidak diteteskan ke kain) berbeda nyata dengan sampel masa simpan 0, 20, dan 40 hari;

berbeda nyata dengan sampel segar dan sampel 0 hari, namun tidak berbeda nyata terhadap sampel 40 hari; rata-rata kuantitas DNA pada masa simpan 40 hari berbeda nyata dengan sampel segar dan sampel 0 hari, namun tidak berbeda nyata terhadap sampel 20 hari.

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 2, dapat diamati jika rata-rata konsentrasi DNA pada seluruh sampel dalam masing-masing masa simpan memiliki kecenderungan yang serupa. Tampak bahwa rata-rata konsentrasi DNA pada seluruh sampel mengalami penurunan seiring pertambahan masa simpan. Kecenderungan penurunan rata-rata konsentrasi DNA dari seluruh sampel ditampilkan pada Gambar 2.

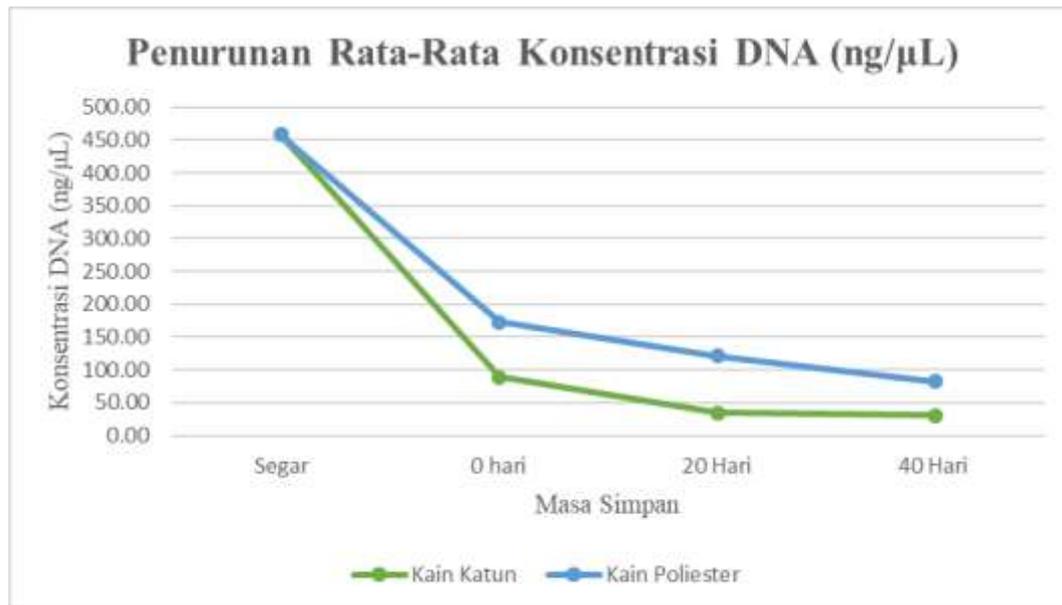


Gambar 1. Hasil elektroforesis sampel kain katun dan poliester

Keterangan:

- L : 100 bp DNA ladder
- 1-3 : sampel segar
- 4-6 : sampel masa simpan 0 hari
- 7-9 : sampel masa simpan 20 hari

rata-rata kuantitas DNA pada masa simpan 0 hari berbeda nyata dengan sampel segar, masa simpan 20, dan 40; rata-rata kuantitas DNA pada masa simpan 20 hari



Gambar 2. Penurunan konsentrasi DNA (ng/μL) pada sampel kain katun dan kain poliester berdasarkan masa simpan

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Gambar 2. diketahui bahwa rata-rata konsentrasi DNA pada seluruh sampel mengalami penurunan. Meski demikian, tampak sampel kain katun dan poliester memiliki laju yang berbeda. Untuk mengetahui apakah perbedaan jenis kain memberikan pengaruh terhadap kecepatan persentase penurunan rata-rata konsentrasi DNA, maka dilakukan *chi-squared test* (χ^2 test).

Hasil analisis statistik *chi-squared test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf 5% ($p < 0,05$) antara persentase penurunan rata-rata konsentrasi DNA dari sampel kain katun dan kain poliester, namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf 1% ($p > 0,01$). Hasil uji statistik *chi-squared test* tersebut ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. *Chi-squared test* (χ^2 test) persentase penurunan rata-rata konsentrasi DNA

No.	Jenis Kain	Persentase Penurunan pada Masa Simpan			χ^2	db	P	
		Segar-0 Hari	0 Hari-20 Hari	20 Hari-40 Hari			5%	1%
1	Katun	80,42	12,02	0,78	8,07 ^{s)}	2	5,99	9,21
2	Poliester	62,16	11,40	8,47				

Keterangan: s): Signifikan pada taraf 5% (tidak signifikan pada taraf 1%)

Signifikansi persentase penurunan rata-rata konsentrasi DNA antar kain pada masing-masing periode masa simpan dapat diketahui melalui *chi-squared test* (χ^2 test). Berdasarkan hasil *chi-squared test*, diketahui bahwa perbedaan persentase penurunan rata-rata konsentrasi DNA antar

kain pada masing-masing periode masa simpan yang signifikan pada taraf 5% ($p < 0,05$) ditemukan hanya pada data periode masa simpan 20 hari - 40 hari. Hasil uji statistik *chi-squared test* tersebut ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. *Chi-squared test* (χ^2 test) persentase penurunan rata-rata konsentrasi DNA antar kain pada masing-masing masa simpan

No.	Persentase Penurunan Masa Simpan	Rata-Rata Persentase Penurunan dari 2 Kain	χ^2	db	P	
					5%	1%
1	Segar - 0 Hari	71,29	1,04 ^{ns)}			
2	0 Hari - 20 Hari	11,71	0,003 ^{ns)}			
3	20 Hari - 40 Hari	4,62	4,08 ^{s)}	1	3,84	6,63

Keterangan: s): Signifikan pada taraf 5% (tidak signifikan pada taraf 1%)
 ns): Tidak signifikan pada taraf 5% dan 1%

PEMBAHASAN

Kualitas DNA

Hasil penelitian menunjukkan bahwa DNA dapat diperoleh dari sampel bercak sperma pada kain katun dan poliester yang telah disimpan selama 40 hari. Keberhasilan ekstraksi ditunjukkan oleh adanya pendaran berupa *smear* pada hasil elektroforesis ekstrak DNA dari sampel yang telah melalui masa simpan hingga hari ke-40. Meski demikian, pendaran yang dihasilkan pada uji elektroforesis diasumsikan bukan berasal dari DNA utuh atau DNA genomik dengan pita DNA yang panjang. Hal tersebut ditunjukkan dengan letak pendaran pada gel yang berada relatif jauh di bawah sumuran gel, yang mengindikasikan ekstrak DNA yang berhasil diperoleh memiliki ukuran yang kecil. Ekstrak yang diperoleh diduga memiliki kandungan kontaminan berupa RNA atau kandungan DNA yang telah terdegradasi dengan jumlah yang tinggi.

Rendahnya kualitas DNA hasil ekstraksi dapat disebabkan oleh kandungan kontaminan dalam larutan suspensi DNA. Kontaminan muncul akibat prosedur ekstraksi dilakukan secara kurang baik. Kontaminan yang umum terkandung pada larutan suspensi DNA antara lain adalah protein seluler, RNA, serta zat kimia (etanol) (Syafaruddin dan Santoso, 2011). Kualitas yang kurang baik pada ekstrak DNA juga dapat disebabkan oleh terjadinya proses degradasi DNA. Degradasi DNA terjadi akibat proses mekanik seperti pengaruh waktu simpan,

suhu, dan kelembapan lingkungan, atau akibat pengaruh aktivitas enzimatis dan mikroorganisme (Castro and Coyle, 2013).

Berdasarkan hasil elektroforesis pada Gambar 1. diketahui jika sampel dengan periode masa simpan berbeda menghasilkan variasi intensitas pendaran pada gel agarosa. Perbedaan pendaran disebabkan oleh konsentrasi dan kualitas DNA yang berbeda pada masing-masing ekstrak DNA. Konsentrasi dan kualitas DNA yang tinggi akan menghasilkan pendaran yang lebih terang pada visualisasi gel elektroforesis, sementara konsentrasi dan kualitas DNA yang rendah menghasilkan pendaran yang lebih redup (Lee *et al.*, 2012).

Perbedaan pendaran pada gel agarosa yang ditampilkan pada Gambar 1. memiliki pola yang sama. Sampel dengan masa simpan panjang menghasilkan pendaran yang lebih redup, sementara pendaran pada sampel dengan masa simpan singkat akan tampak lebih terang. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat diketahui jika sampel dengan masa simpan singkat memiliki kualitas dan kuantitas DNA hasil ekstraksi yang lebih baik bila dibandingkan dengan sampel dengan masa simpan panjang.

Tingkat kemurnian DNA pada larutan hasil ekstraksi dapat diketahui melalui kalkulasi nilai absorbansi $\lambda_{260}/\lambda_{280}$. DNA yang memiliki kandungan basa purin dan pirimidin dapat menyerap cahaya UV pada λ_{260} nm. Kontaminan lainnya akan menyerap cahaya pada λ_{280} nm. Nilai kemurnian

DNA yang baik berkisar antara 1,8 hingga 2,0. (Fatchiyah *et al.*, 2011).

Berdasarkan data pada Tabel 1. dapat diketahui bahwa ekstrak DNA yang berhasil diperoleh hampir seluruhnya tidak termasuk ke dalam rentang nilai 1,8-2,0. Hasil $\lambda_{260}/\lambda_{280}$ yang memiliki nilai dibawah 1,8 mengindikasikan bahwa hasil ekstraksi DNA yang berhasil diperoleh terkontaminasi oleh kandungan protein sel sisa-sisa debris sel. Semakin rendah nilai $\lambda_{260}/\lambda_{280}$ yang ditunjukkan, maka semakin tinggi konsentrasi protein sel yang terkandung pada larutan hasil ekstraksi. Penyebab dari hal tersebut adalah kontaminan berupa protein sel dan sisa-sisa debris sel memiliki kemampuan untuk menyerap cahaya UV hanya pada λ_{280} nm. Nilai $\lambda_{260}/\lambda_{280}$ yang lebih besar dari 2,0 mengindikasikan terdapatnya kandungan RNA pada larutan hasil ekstraksi. Hal tersebut terjadi karena RNA memiliki struktur yang hampir serupa dengan DNA, dimana keduanya sama-sama memiliki kandungan basa purin dan pirimidin. Basa purin dan pirimidin memiliki kemampuan untuk menyerap cahaya UV hanya pada λ_{260} nm (Fatchiyah *et al.*, 2011).

Kuantitas DNA

Hasil analisis statistik rata-rata kuantitas DNA menggunakan metode *two way ANOVA* menunjukkan jika masa simpan dan jenis kain memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kuantitas DNA ($p < 0,01$), namun interaksi antara masa simpan dengan jenis kain tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kuantitas DNA ($p > 0,01$). Uji DMRT menunjukkan bahwa rata-rata kuantitas DNA pada sampel kain katun berbeda nyata terhadap rata-rata kuantitas DNA pada sampel kain poliester. Signifikansi tersebut disebabkan oleh perbedaan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan masing-masing kain.

Perbedaan bahan baku memberi pengaruh terhadap kemampuan hidup

mikroorganisme. Masyur (2018) melaporkan bahwa aktivitas mikroorganisme dapat memengaruhi kuantitas DNA pada sampel, dimana metabolisme mikroorganisme akan mempercepat kerusakan molekul DNA. Kain poliester dibuat dari bahan baku bersifat anorganik, sementara kain katun berbahan baku serat organik dari tanaman kapas. Mikroorganisme cenderung tumbuh lebih optimal pada media organik. Perbedaan optimalitas daya tumbuh tersebut kemudian berdampak pada perbedaan laju kerusakan molekul DNA yang memengaruhi kuantitas DNA yang dapat diekstrak (Masyur, 2018; Ashraf, 2014).

Hasil uji DMRT juga menunjukkan terdapat signifikansi data dari rata-rata kuantitas DNA seluruh sampel. Berdasarkan notasi data pada Tabel 2., diketahui bahwa terdapat tiga kelompok data rata-rata konsentrasi DNA. Kelompok data tersebut memiliki sifat saling berbeda nyata atau bersifat sangat signifikan antara satu dengan yang lain. Pengelompokan data diasumsikan terjadi akibat pengaruh perbedaan lama masa simpan dan fenomena gaya kapilaritas sebagai dampak dari interaksi antara sperma dengan serat kain.

Data pada Tabel 2. menunjukkan jika DNA masih dapat diekstraksi dari sampel bercak sperma pada kain katun dan poliester yang telah disimpan selama 40 hari. Hal tersebut dibuktikan dengan diperolehnya kuantitas DNA dari sampel kain katun dan poliester yang telah melalui perlakuan masa simpan hingga 40 hari. Selain itu, dapat diketahui pula jika ekstrak DNA pada kain katun dan poliester menunjukkan pola yang sama.

Sampel dengan masa simpan singkat tampak menghasilkan konsentrasi DNA yang lebih tinggi, sementara sampel dengan masa simpan panjang menghasilkan konsentrasi DNA yang lebih rendah. Oleh karena itu, diketahui jika lama masa simpan mempengaruhi kuantitas DNA yang dapat diekstraksi dari

sampel. Sampel DNA yang telah melewati masa penyimpanan akan mengalami penurunan kuantitas sebagai dampak dari aktivitas mikroorganisme dan enzimatis yang terjadi secara alami. Puniari dan Junitha (2015) menyatakan bahwa panjang periode penyimpanan sampel akan menyebabkan kerusakan molekul DNA, sehingga sampel dengan masa simpan singkat akan menghasilkan kuantitas DNA yang lebih tinggi.

Sampel pada kain katun dan poliester mengalami penurunan kuantitas DNA seiring bertambahnya periode masa simpan, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2. Fenomena yang sama juga terjadi pada hasil uji kualitas DNA. Oleh karena itu, diasumsikan jika penyebab terjadinya penurunan kualitas dan kuantitas DNA sampel seiring bertambahnya periode masa simpan adalah faktor yang sama. Faktor yang mempengaruhi penurunan tersebut adalah akibat aktivitas mikroorganisme, suhu, kelembapan lingkungan, dan aktivitas enzimatis yang berasal dari sel itu sendiri (Castro *and* Coyle, 2013).

Penurunan kuantitas DNA hasil ekstraksi dari sampel akibat perlakuan masa simpan dalam penelitian ini konsisten dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Puniari dan Junitha (2015) dan Masyrur (2018). Pengaruh masa simpan dapat menyebabkan kerusakan pada struktur DNA. Masa simpan yang panjang akan menyebabkan degradasi molekul DNA secara kronis yang disebabkan oleh banyak faktor. Contoh dari faktor tersebut adalah akibat aktivitas enzimatis dan mikroorganisme yang menyebabkan degradasi DNA (Castro *and* Coyle, 2013).

Data pada Gambar 2. juga menunjukkan adanya perbedaan laju penurunan rata-rata konsentrasi DNA antara sampel pada kain katun dengan poliester. Persentase penurunan rata-rata konsentrasi DNA dari kedua jenis kain pada tiap periode masa simpan ditampilkan pada Tabel 3. Hasil analisis

statistik menggunakan *chi-squared test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf 5% ($p < 0,05$) dari data persentase penurunan tersebut. Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan jenis kain memberi pengaruh signifikan terhadap laju penurunan kuantitas DNA.

Data yang ditampilkan pada Gambar 2. dan Tabel 3. menunjukkan bahwa kain poliester memiliki kemampuan untuk menjaga keutuhan molekul DNA yang lebih baik bila dibandingkan dengan kain katun. Kemampuan tersebut ditunjukkan dari penurunan konsentrasi DNA dengan laju lebih lambat. Laju penurunan yang lebih lambat menunjukkan jika molekul DNA yang terdegradasi seiring pertambahan masa simpan sampel memiliki jumlah lebih sedikit.

Hal tersebut disebabkan oleh faktor bahan baku penyusun serat kainnya. Kain poliester dibuat dengan bahan baku sintesis atau bahan anorganik. Serat poliester diperoleh dari hasil reaksi kimia antara etilen glikol, asam tereftalat, dan polietilena tereftalat. Sementara itu, kain katun berbahan baku serat alami dari tanaman kapas yang memiliki sifat dasar organik. Struktur penyusun utama serat kapas adalah selulosa yang merupakan bentuk polisakarida dari glukosa (Ashraf, 2014; Bruijns *et al.*, 2018).

Bahan organik memberi lingkungan hidup yang optimal untuk proses perkembangan dan pertumbuhan mikroorganisme, sementara bahan anorganik lazimnya memiliki karakteristik yang buruk sebagai media tumbuh mikroorganisme. Mikroorganisme membutuhkan suasana lingkungan yang optimal untuk dapat hidup secara maksimal. Aktivitas mikroorganisme seperti jamur dan bakteri diketahui dapat mendegradasi molekul DNA. Aktivitas mikroorganisme yang optimal serta pengaruh periode masa simpan menyebabkan lebih banyak molekul DNA yang terdegradasi pada kain katun dibandingkan pada poliester. Oleh karena itu, kain katun tampak memiliki daya

preservasi molekul DNA yang lebih buruk dan memiliki laju penurunan konsentrasi DNA yang lebih cepat (Dash and Das, 2017; Bruijns *et al.*, 2018).

Hasil *chi-squared test* yang ditampilkan pada Tabel 4. mengindikasikan bahwa persentase penurunan yang berbeda secara signifikan terjadi hanya pada periode 20 hari-40 hari ($p < 0,05$). Data pada Tabel 3. menunjukkan bahwa persentase penurunan rata-rata konsentrasi DNA kain katun pada periode simpan 20 hari-40 hari untuk pertama kalinya bernilai lebih rendah dari kain poliester. Data tersebut mengindikasikan bahwa laju persentase penurunan kuantitas DNA pada kain katun selama periode 20 hari-40 hari mengalami perlambatan yang signifikan bila dibandingkan dengan kain poliester. Perlambatan tersebut diakibatkan oleh faktor buruknya kemampuan kain katun dalam preservasi molekul DNA. Tidak banyak molekul DNA yang tersisa pada periode 20 hari-40 hari. Ketersediaan molekul DNA yang sangat rendah pada periode penyimpanan 20 hari-40 hari menyebabkan menurunnya aktivitas metabolisme mikroorganisme dan aktivitas enzimatis yang mendegradasi molekul DNA, sehingga persentase penurunan rata-rata konsentrasi DNA yang terjadi memiliki nilai yang rendah (Dash and Das, 2017).

SIMPULAN

DNA dapat diekstraksi dari bercak sperma pada kain katun dan poliester hingga masa simpan 40 hari. Kualitas dan kuantitas DNA yang berhasil diekstraksi dari bercak sperma pada kain katun dan poliester mengalami penurunan seiring dengan penambahan periode masa simpan. Ekstrak DNA yang diperoleh pada penelitian ini termasuk dalam kategori kualitas kurang baik. Laju penurunan kuantitas DNA sampel bercak sperma pada kain dipengaruhi oleh jenis kain yang digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada probandus anonim yang telah berpartisipasi dalam penelitian, Kepala Laboratorium Serologi dan Molekuler UPT Forensik Universitas Udayana, dan Kepala Laboratorium Biomedik Terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.

DAFTAR PUSTAKA

- Anvar, Z., Jahromi, B.N., Ebrahimi, S., Fard, B.G. 2015. Genomic DNA Extraction from Sperm. *Journal of Advanced Medical Sciences and Applied Technologies (JAMSAT)*. 1(1): 120-121.
- Ashraf, R. 2014. *Cotton Fiber Structure and its Properties*. National Textile University Press: Faisalabad.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2019. *Statistik Kriminal 2019*. Badan Pusat Statistik: Jakarta.
- Bruijns, B.B., Tiggelaar, R.M., Gardeniers, H. 2018. The Extraction and Recovery Efficiency of Pure DNA for Different Types of Swabs. *J Forensic Sci*. 63(5): 1492-1499.
- Castro, D.M. and Coyle, H.M. 2013. *Biological Evidence Collection and Forensic Blood Identification*. University of New Haven: USA.
- Dash, H.R. and Das, S. 2017. Microbial Degradation of Forensic Samples of Biological Origin: Potential Threat to Human DNA Typing. *Molecular Biotechnology*. 60(2): 141-153.
- Ekandari, Mustaqfirin, Faturochman. 2001. Perkosaan, Dampak, dan Alternatif Penyembuhannya. *Jurnal Psikologi*. 1(1): 1-18.
- Fatchiyah, Arumningtyas, E.L., Widyarti, S., Rahayu, S. 2011. *Biologi*

- Molekular – Prinsip Dasar Analisis*. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Harel, V.S., Khairkar, S.R., Kulkarni, K.V., Malve, M.K. 2015. Detection of Semen Stains in Rape Cases by a Very High Powered UV-VIS Light Source, Facilitated Conviction of Accused Person. *Journal of Forensic Research*. 6(4).
- Jehuda, V. 2013. Ekstraksi DNA dari Sperma pada Kondom dan Kain yang Tersimpan Sampai Dua Belas Hari. *Jurnal Simbiosis*. 1(1): 28- 39.
- Lee, P.Y., Costumbrado, J., Hsu, C., Kim, Y.H. 2012. Agarose Gel Electrophoresis for the Separation of DNA Fragments. *Journal of Visualized Experiments*. (62), e3923.
- Manuja, A., Manchanda, S., Kumar, B., Khanna, S., Sethi, R.K. 2010. Evaluation of Different Methods of DNA Extraction from Semen of Buffalo (*Bubalus bubalis*) Bulls. *Buffalo Bulletin*. 29(2): 109-128.
- Masyur, M. Perubahan Golongan Darah, Kualitas, dan Kuantitas DNA Darah Manusia Berdasarkan Pengaruh Waktu dan Mikroorganisme yang Berperan (Tesis). Universitas Udayana: Jimbaran.
- Puniari, N.P.P.E. dan Junitha, I.K. 2015. Kualitas dan Kuantitas DNA Darah Kering pada Besi dan Kayu yang Disimpan dalam Kurun Waktu Berbeda. *Jurnal Biologi*. 19(1): 21-24.
- Putra, R.S. 2016. Kriminalitas di Kalangan Remaja (Studi terhadap Remaja Pelaku Pencabulan di Lembaga Pemasyarakatan Anak Kelas II B Pekanbaru). *JOM Fisip*. 3(1): 1-14.
- Rachmad, A. 2019. Peranan Laboratorium Forensik dalam Mengungkap Tindak Pidana Pada Tingkat Penyidikan. *Jurnal Hukum Samudra Keadilan*. 14(1): 15-24.
- Sandwinata, M.F. 2018. Analisis DNA dalam Kasus Forensik. *Jurnal Teknosains*. 12(1): 1-10.
- Sura, A.A.G.L.M. 2013. Ekstraksi DNA Sperma pada Kondom dan Kain yang Disimpan dalam Rentang Waktu Berbeda (15, 20, 25, 30, dan 35 Hari). (Skripsi). Universitas Udayana: Jimbaran.
- Syafaruddin dan Santoso, T.J. 2011. Optimasi Teknik Isolasi dan Purifikasi DNA yang Efisien dan Efektif pada Kemiri Sunan (*Reutalis trisperma*). *Jurnal Littri*. 17(1): 11-17.