

**PENGARUH PENGGUNAAN *BLUE LIGHT FILTER* PADA  
*SMARTPHONE* TERHADAP TINGKAT KELELAHAN  
MATA PADA MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SUMATERA UTARA**

**SKRIPSI**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**OLEH:  
RIFKAH ADILAH**

**1908260036**

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**2023**

**PENGARUH PENGGUNAAN *BLUE LIGHT FILTER* PADA  
*SMARTPHONE* TERHADAP TINGKAT KELELAHAN  
MATA PADA MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SUMATERA UTARA**

**Skripsi ini diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Kelulusan  
Sarjana Kedokteran**



**OLEH:  
RIFKAH ADILAH  
1908260036**

**FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk oleh saya telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Rifkah Adilah

NPM : 1908260036

Judul skripsi : Pengaruh Penggunaan *Blue Light Filter* Pada *Smartphone* Terhadap Tingkat Kelelahan Mata Pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Demikianlah pernyataan ini saya perbuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 12 Agustus 2023



Rifkah Adilah



**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Rifkah Adilah

NPM : 1908260036

Judul : Pengaruh Penggunaan *Blue Light Filter* Pada *Smartphone* Terhadap Tingkat Kelelahan Mata Pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

**DEWAN PENGUJI**

Pembimbing

(dr. Taya Elsa Savista, M.Si)

NIDN: 011414107705

Penguji 1

(dr. Zaldi, Sp.M)

Penguji 2

(dr. Taufik Akbar Faried Lubis, Sp.BP-RE)



Dekan FK-UMSU

(dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THT-KL(K)

NIDN: 0106098201

Ketua Program Studi Pendidikan Dokter FK UMSU

(dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked)

NIDN: 0112098605

Ditetapkan di : Medan

Tanggal : 12 Agustus 2023



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah *Subhanahu Wata'ala* karena berkat rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran pada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THT, K-L(K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran.
2. dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter.
3. dr. Taya Elsa Savista, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. dr. Zaldi, Sp.M selaku dosen Penguji 1 yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyempurnaan skripsi ini.
5. dr. Taufik Akbar Faried Lubis, Sp.BP-RE selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyempurnaan skripsi ini.
6. Teristimewa saya ucapkan terimakasih kepada kedua orangtua yang sangat saya cintai yaitu Ayahanda Aidil Akbar dan Ibunda Tiswannur, serta abang dan kakak saya Ahmad Radhi Akbar dan Yuni Asyifah yang senantiasa selalu mendukung saya hingga penulisan skripsi ini diberikan kelancaran.
7. Teman sejawat dan seperjuangan saya Aulia Ardhana, Annisa lestari, Ifany Hafidzah Siregar, Reyhan Khaira Helmita Nst, Kanina Hatia, Nurul Faudhiah, Raja Sun Daffa kasibu, yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini.

Saya menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran demi kesempurnaan tulisan ini sangat saya harapkan.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Medan, 11 September 2023

Penulis,

**( Rifkah Adilah )**

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,  
saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rifkah Adilah

NPM : 1908260036

Fakultas : Kedokteran

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non eksklusif atas skripsi saya yang berjudul: Hubungan Kesiapan Belajar Mandiri Terhadap Hasil Belajar Tutorial Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 2023

Yang menyatakan,

Rifkah Adilah

NPM : 1908260036

## ABSTRAK

Penggunaan gadget di era digital seperti sekarang ini semakin intens dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan *smartphone* bukan hanya pada usia remaja dan dewasa saja, penggunaan pada anak-anak diketahui sebanyak 29%, bayi berusia <1 tahun 3,5%, anak balita 1-4 tahun sebanyak 25,9%, dan anak prasekolah 5-6 tahun sebanyak 47,7%. Untuk mengurangi kelelahan pada mata karena pancaran sinar biru pada handphone dengan menggunakan fitur *blue light filter*. Tujuan penelitian yaitu Menganalisis pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *smartphone* dengan pengguna dan tidak pengguna *blue light filter* pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Jenis penelitian ini merupakan *quasi-experimental* dengan menggunakan *pre-posttest design*. Populasi dari penelitian ini adalah mahasiswa/i Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sedangkan sampel di dasarkan uji hipotesis komparatif numerik tidak berpasangan, sebanyak 77 orang dalam 1 kelompok agar dapat memenuhi persyaratan besar sampel minimal untuk uji hipotesis yang akan dilakukan. Jumlah total sampel adalah 154 orang untuk 2 kelompok. Hasil penelitian menunjukkan uji Wilcoxon didapatkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) kurang dari 0,001(<0,05) pada kelompok yang tidak memakai *blue light filter* (No BLF), Sedangkan pada kelompok yang memakai *blue light filter* (BLF) nilai Asymp. Sig. (2-tailed) yang didapat sebesar 0,860 (>0,05). Kesimpulan yaituterdapat pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *blue light filter* pada *smartphone* dan terdapat pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *smartphone* tanpa *blue light filter*.

Kata Kunci : *blue light filter*, *Smatphone*, *Tingkat Kelelahan Mata*



## **ABSTRACT**

*The use of gadgets in the digital era like now is increasingly intense in everyday life. Smartphone use is not only in teenagers and adults, it is known that use in children is 29%, babies aged <1 year are 3.5%, toddlers 1-4 years are 25.9%, and preschool children are 5-6 years as much as 47.7%. To reduce eye fatigue due to blue light emitted from cellphones, use the blue light filter feature. The aim of the research is to analyze the effect of eye fatigue levels before and after using a smartphone with users and non-users of blue light filters on students at the Faculty of Medicine, Muhammadiyah University, North Sumatra. This type of research is quasi-experimental using a pre-posttest design. The population of this study were students of the Faculty of Medicine, Muhammadiyah University of North Sumatra, while the sample was based on unpaired numerical comparative hypothesis testing, as many as 77 people in 1 group in order to meet the minimum sample size requirements for the hypothesis test to be carried out. The total number of samples was 154 people for 2 groups. The research results showed that the Wilcoxon test obtained an Asymp value. Sig. (2-tailed) was less than 0.001 (<0.05) in the group that did not use a blue light filter (No BLF), while in the group that used a blue light filter (BLF) the Asymp value. Sig. (2-tailed) obtained was 0.860 (>0.05). The conclusion is that there is an influence on the level of eye fatigue before and after using a blue light filter on a smartphone and there is an influence on the level of eye fatigue before and after using a smartphone without a blue light filter.*

*Keywords: blue light filter, smartphone, eye fatigue level*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISIONALITAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.3.1 Tujuan Umum .....	3
1.3.2 Tujuan Khusus .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.4.1 Manfaat teoritis .....	4
1.4.2 Manfaat praktis .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Kelelahan Pada Mata</b> .....	<b>5</b>
2.1.1 Definisi .....	5
2.1.2 Gejala kelelahan pada mata .....	5
2.1.3 Faktor yang mempengaruhi kelelahan pada mata.....	5
2.2 Blue light pada Smartphone .....	6
2.2.1 Definisi .....	6
2.2.2 Blue light filter pada smartphone.....	6
2.3 Anatomi Mata.....	7

2.4 Fisiologi Penglihatan .....	11
2.5 Jenis layar pada smartphone.....	12
2.6 Mekanisme sinar biru menyebabkan kelelahan mata .....	14
2.7 Efek sinar biru pada mata .....	16
2.8 Mekanisme blue light filter menangkal sinar biru.....	18
2.9 Kerangka Teori.....	19
2.10 Kerangka Konsep .....	20
2.11 Hipotesis .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Definisi Operasional .....	21
3.2 Jenis Penelitian .....	21
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	22
3.3.1 Lokasi Penelitian .....	22
3.3.2 Waktu Penelitian .....	22
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian.....	22
3.4.1 Populasi Penelitian .....	22
3.4.2 Sampel Penelitian .....	22
3.4.3 Besar Sampel .....	23
3.4.4 Metode Penarikan Sampel .....	23
3.5 Bahan Penelitian .....	23
3.6 Prosedur Operasional .....	23
3.7 Teknik Pengumpulan Data .....	24
3.8 Pengolahan dan Analisis Data .....	25
3.8.1 Pengolahan .....	25
3.8.2 Analisis Data .....	25
3.9 Alur Penelitian .....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	27
4.1.1 Analisis Univariat .....	27
4.1.2 Analisis Bivariat .....	29
4.1.2.1 Uji Normalitas dengan Kolmogorov Smirnov .....	29

4.1.2.2 Uji Mann-Whitney .....	29
4.1.2.3 Uji Wilcoxon .....	30
4.1.2.4 Kelelahan Mata Dengan Blue Light Filter .....	31
4.1.2.5 Kelelahan Mata Tanpa Blue Light Filter .....	32
4.2 Pembahasan .....	32
4.3 Keterbatasan Peneliti .....	35
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>36</b>
5.1 Kesimpulan .....	36
5.2 Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomi Mata.....	7
Gambar 2.2 Mekanisme Blue Light.....	18
Gambar 2.3 Kerangka Teori.....	19
Gambar 2.4 Kerangka Konsep.....	20
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	26

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Definisi Operasional Penelitian .....	20
Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin Responden. ....	27
Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Usia Responden. ....	27
Table 4.3 Distribusi Statistik Tingkat Kelelahan Mata .....	28
Tabel 4.4 Hasil Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov. ....	29
Tabel 4.5 Distribusi Statistik Uji Mann-Whitney. ....	29
Tabel 4.6 Hasil Uji Mann-Whitney. ....	30
Tabel 4.7 Distribusi Statistik Uji Wilcoxon. ....	30
Tabel 4.8 Hasil Uji Wilcoxon. ....	31
Tabel 4.9 Keluhan mata dengan blue light filter .....	31
Tabel 4.10 Keluhan mata tanpa blue light filter .....	32

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kelelahan pada mata adalah keadaan pada mata yang mengakibatkan penurunan vitalitas dan produktivitas akibat gangguan kesehatan pada mata. Mata lelah dapat terjadi apabila otot-otot mata dipaksa bekerja keras terutama saat melihat objek yang dekat dalam waktu yang lama. Adapun gejala pada orang yang mengalami mata lelah antara lain, sakit kepala, nyeri di sekitar mata, pandangan kabur, mata merah, dan mata berair.<sup>1</sup>

Data di Indonesia, kelelahan mata adalah gejala yang sering ditemukan karena adanya interaksi mata secara terus menerus dengan alat elektronik. Hasil penelitian yang dilakukan di corporate customer care center PT. Telekomunikasi Indonesia pada tahun 2009 terdapat 90,2% prevalensi kelelahan pada mata karena adanya interaksi secara terus-menerus penggunaan komputer.<sup>2</sup>

Blue light (cahaya biru) digolongkan sebagai high-energy visible light (HEV light), yaitu sinar tampak dengan panjang gelombang pendek, sekitar 415 hingga 455 nm, dan tingkat energi yang tinggi. Sumber alami terbesar dari sinar jenis ini adalah matahari.<sup>3</sup> Selain matahari, cahaya biru juga berasal dari berbagai layar digital, seperti layar komputer, televisi, *smartphone*, dan peralatan elektronik lainnya. Menurut Puspa, dkk. (2018), Sinar biru terdapat pada spektrum yang masih dapat diterima oleh mata, namun bersifat *HEV Light* atau *High-Energy Vision Light* dimana mata yang terpapar sinar biru dalam waktu yang lama akan berdampak pada retina.<sup>4</sup> Sinar biru memiliki dampak kelelahan pada mata yang terjadi akibat pupil bereaksi melambat karena terpapar cahaya dalam jangka waktu yang lama dan secara terus menerus sehingga otot-otot pada mata dipaksa bekerja untuk melihat objek dekat dalam waktu yang lama.<sup>5</sup>

Penggunaan gadget di era digital seperti sekarang ini semakin intens dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan *smartphone* bukan hanya pada usia remaja dan dewasa saja, penggunaan pada anak-anak diketahui sebanyak 29%, bayi berusia <1 tahun 3,5%, anak balita 1-4 tahun sebanyak 25,9%, dan anak prasekolah 5-6



tahun sebanyak 47,7%. Persentasi tersebut meningkat seiring dengan adanya pandemik covid 19. Resiko kerusakan pada mata yang terjadi tergantung dari panjang gelombang cahaya, intensitas, dan durasi paparan. Kelelahan pada mata akibat paparan sinar biru yang paling umum terjadi seperti mata kering, mata terasa gatal dan mata seperti terbakar akibat penggunaan *smartphone* yang lama. Keluhan kelelahan mata terjadi akibat pupil bereaksi melambat karena terpapar cahaya dalam jangka waktu yang lama dan secara terus-menerus.<sup>6</sup>

Untuk mengurangi kelelahan pada mata karena pancaran sinar biru pada handphone dengan menggunakan fitur *blue light filter*. Penggunaan *blue light filter* pada handpone dapat mengurangi kelelahan pada mata setelah penggunaan handphone dalam jangka waktu yang lama, fitur ini hampir sama pemanfaatannya dengan *office lens* yaitu mengurangi radiasi dan mampu mengatur kecerahan serta warna filter. Fitur ini dimanfaatkan dengan cara menyaring sinar biru sehingga sinar yang tidak berbahaya ditampilkan di layar *smartphone* dan warna layar cenderung berwarna hangat sehingga meningkatkan kenyamanan visual dan mengurangi kelelahan pada mata.<sup>7</sup>

Menurut penelitian Ida Ayu et all (2021), mengenai ada perbedaan antara kelelahan mata yang diakibatkan oleh *smartphone* pada layar yang tidak mengaktifkan fitur *eye protection* dan yang mengaktifkan fitur *eye protection*. Rerata kelelahan pada mata sebelum menggunakan *smartphone* pada periode I sebesar 43,85 termasuk kategori agak lelah dan untuk periode II sebesar 26,50 termasuk kategori tidak lelah. Kelelahan mata setelah menggunakan *smartphone* pada layar yang tidak mengaktifkan fitur *eye protection* sebesar 65,35 termasuk kategori lelah dan layar *smartphone* yang mengaktifkan fitur *eye protection* 33,42 termasuk kategori agak lelah, dengan selisih kelelahan mata pada layar *smartphone* yang tidak mengaktifkan fitur *eye protection* sebesar 21,5 dan pada layar *smartphone* yang mengaktifkan fitur *eye protection* sebesar 6,92.<sup>7</sup>

Berdasarkan data-data diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan *blue light filter* pada *smartphone* terhadap tingkat kelelahan mata pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

## 1.2 Rumusan Masalah

Uraian latar belakang diatas merupakan landasan bagi peneliti untuk merumuskan pernyataan penelitian, yaitu sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *smartphone* dengan *blue light filter* pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara?
2. Apakah terdapat pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *smartphone* tanpa *blue light filter* pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara?
3. Apakah terdapat perbedaan tingkat kelelahan mata antara pengguna *smartphone* dengan *blue light filter* dan pengguna *smartphone* tanpa *blue light filter* pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara?

## 1.3 Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *blue light filter* pada *smartphone* terhadap tingkat kelelahan mata pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menganalisis pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *smartphone* dengan *blue light filter* pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Menganalisis pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *smartphone* tanpa *blue light filter* pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Menganalisis perbedaan tingkat kelelahan mata antara pengguna *smartphone* dengan *blue light filter* dan pengguna *smartphone* tanpa *blue light filter* pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat teoritis**

Sebagai sumber informasi mengenai pengaruh sinar biru dan manfaat penggunaan filter sinar biru terhadap tingkat kelelahan mata.

### **1.4.2 Manfaat praktis**

Sebagai dasar pemikiran terhadap upaya promotif, preventif, terapi maupun rehabilitatif kondisi kelelahan pada mata.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kelelahan Pada Mata**

##### **2.1.1. Definisi**

Kelelahan pada mata adalah keluhan pada mata yang ditandai dengan gejala seperti sakit kepala, penglihatan kabur, mata kering, dan sensasi benda asing pada mata. Biasanya sering terjadi karena aktivitas mata yang terlalu dekat seperti melihat *smartphone*, menonton, membaca. *Smartphone* merupakan faktor tersering timbulnya keluhan kelelahan pada mata, kelelahan mata merupakan gangguan yang dialami mata karena otot-otot mata yang dipaksa bekerja keras terutama saat melihat objek dekat dalam jangka waktu yang lama. Kelelahan pada mata dikategorikan menjadi 2 jenis yaitu internal dan eksternal. Kelelahan mata internal ditandai dengan perasaan tegang dan sakit di dalam mata yang disebabkan oleh stress akibat gerakan akomodasi dan konversi. Kelelahan pada mata eksternal ditandai dengan dengan timbulnya gejala mata kering, sensasi benda asing pada mata, dan iritasi yang disebabkan oleh lingkungan.<sup>7</sup>

##### **2.1.2. Gejala kelelahan pada mata**

Kelelahan pada mata ditandai dengan adanya iritasi, konjungtivitis, penglihatan ganda, sakit kepala, gaya akomodasi dan konversi menurun, sakit punggung dan vertigo.<sup>8</sup>

##### **2.1.3. Faktor yang mempengaruhi kelelahan pada mata**

Kelelahan pada mata terjadi akibat pengaruh dari dua faktor yaitu faktor internal dan eksternal.

###### 1. Faktor internal<sup>9</sup>

- Usia, semakin tua lensa seseorang semakin menurun fungsinya sehingga daya akomodasi akan berkurang dan otot-otot akan semakin sulit dalam menebalkan dan menipiskan lensa. Daya akomodasi akan menurun pada usia 45-50 tahun. Daya akomodasi merupakan kemampuan menebalkan dan menipiskan lensa sesuai

dengan jarak benda yang dilihat agar bayangan jatuh tepat di retina.

- Kelainan refraksi, kelainan refraksi terjadi akibat ketidakseimbangan sistem optik pada mata sehingga menghasilkan bayangan yang kabur.

## 2. Faktor eksternal

- Tingkat pencahayaan, pencahayaan yang buruk dapat berakibat kelelahan pada mata dengan berkurangnya kinerja pada mata.<sup>9</sup>
- Lama paparan, menggunakan gadget dengan waktu lebih dari 2 jam dapat beresiko mengalami kelelahan pada mata. Kelelahan pada mata terjadi akibat otot-otot mata dipaksa melihat objek yang terlalu kecil membuat mata berupaya untuk lebih fokus sehingga mata dipaksa untuk bekerja lebih keras.<sup>10</sup>

## 2.2. Blue light pada Smartphone

### 2.2.1. Definisi

*Blue light* adalah sinar tampak dengan panjang gelombang pendek sekitar 415-455 nm dan tingkat energi yang tinggi dapat berasal dari beragam alat elektronik. *Blue light* atau sinar biru terdapat pada spektrum yang masih dapat diterima oleh mata, namun bersifat *HEV Light* atau *High-Energy Vision Light* dimana mata yang terpapar sinar biru dalam waktu yang lama akan berdampak pada retina.<sup>11</sup>

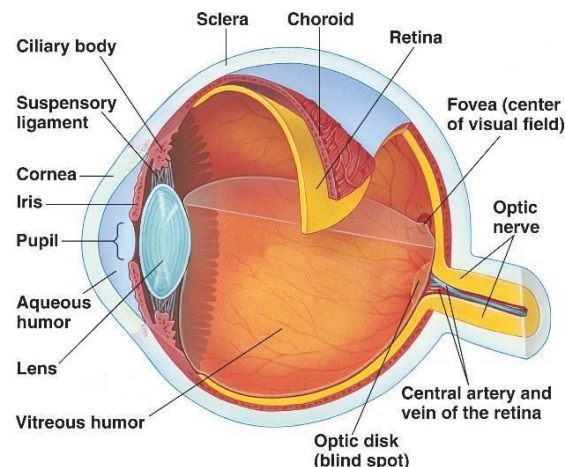
### 2.2.2. Blue light filter pada smartphone

Pada *smartphone* terdapat fitur *blue light filter* yang dapat mengurangi kelelahan pada mata setelah penggunaan *smartphone* dalam jangka waktu yang lama, fitur ini hampir sama pemanfaatannya dengan *office lens* yaitu mengurangi radiasi dan mampu mengatur kecerahan serta warna filter. Fitur ini dimanfaatkan dengan cara menyaring sinar biru sehingga sinar yang tidak berbahaya ditampilkan di layar *smartphone* dan warna layar cenderung berwarna hangat sehingga meningkatkan kenyamanan visual dan mengurangi kelelahan pada mata. *Blue light filter* dapat mengatur tingkat tampilan yang berbeda tergantung kecerahan. Sebagian besar pengguna memilih untuk memaksimalkan filter (0-25)

saat membaca atau menggunakan aplikasi berbasis teks, sehingga nyaman di mata. Untuk penggunaan web atau terkait pekerjaan, dapat menggunakan filter dengan kecerahan (25-50). Aktivitas sehari-hari ini harus tetap nyaman dengan tingkat pengurangan cahaya biru ini. Bila aktivitas utama terkait dengan penggunaan multimedia, dapat mengatur kecerahan filter (50-100). Pada filter 70% pengguna akan menerima keseimbangan warna yang lebih baik dengan pengurangan cahaya biru yang cukup tinggi tanpa perubahan warna yang terlihat.<sup>12</sup>

### 2.3. Anatomi Mata

Mata adalah indra penglihatan, mata dibentuk untuk menerima rangsangan berkas cahaya pada retina, lalu dengan perantaraan serabut-serabut nervus optikus mengalihkan rangsangan ini ke pusat penglihatan pada otak untuk ditafsirkan. Hasil dari pembiasan sinar pada mata ditentukan oleh media penglihatan yang terdiri dari kornea, cairan mata (*humor aquosus*), lensa, badan kaca (*corpus vitereous*) dan panjangnya bola mata. Pada orang normal, bayangan benda setelah melalui media penglihatan dibiaskan tepat di *macula lutea* dalam keadaan mata tidak melakukan akomodasi atau istirahat melalui jauh.<sup>13</sup>



**Gambar 2.1 Anatomi Mata<sup>13</sup>**

Mata memiliki beberapa bagian, diantaranya :

a. Sklera

Sklera merupakan dinding bola mata yang terdiri atas jaringan ikat kuat yang tidak bening dan tidak kenyal dengan tebal lebih kurang 1mm.

Pada sklera terdapat 6 otot penggerak bola mata.<sup>14</sup>

b. Otot-otot penggerak bola mata

Gerakan abduksi, menggunakan otot *m. rectus bulbi lateralis*, *m. obliquus bulbi superior*, *m. obliquus bulbi inferior*

1. Gerakan kranial, menggunakan otot-otot *m. rectus bulbi superior*, *m. obliquus bulbi inferior*
2. Gerakan kaudal, menggunakan otot-otot *m. rectus bulbi inferior*, *m. obliquus bulbi superior*
3. Gerakan rotasi sesuai dengan putaran jarum jam menggunakan otot-otot *m. rectus bulbi superior* dan *m. obliquus bulbi superior*
4. Gerakan rotasi berlawanan dengan putaran jarum jam menggunakan otot-otot *m. rectus bulbi inferior* dan *m. obliquus bulbi inferior*.<sup>14</sup>

c. Kornea

Kornea normal berupa selaput transparan yang terletak di permukaan bola mata. Kornea di bagian sentral memiliki tebal 0,5 mm. Kornea tidak mempunyai pembuluh darah, namun kornea sangat kaya akan serabut saraf. Saraf sensorik ini berasal dari saraf siliar yang merupakan cabang oftalmik secara trigeminus (*nervus V1*).<sup>15</sup>

d. Aquosus Humour

*Aquosus humour* merupakan cairan intraocular yang mengalir bebas yang berada di depan lensa. Cairan ini dibentuk oleh prosesus siliaris dengan volume rata-rata 2-3  $\mu\text{L}$ /menit yang mengalir melalui pupil ke dalam kamera okuli anterior. Dari sini, cairan mengalir ke bagian depan lensa dan ke dalam sudut antara kornea dan iris, kemudian melalui *reticulum trabekula*, dan akhirnya masuk ke dalam kanalis Schlemm, yang kemudiandialirkan ke dalam vena ekstraokuler.<sup>16</sup>

e. Badan siliaris

Badan siliaris merupakan jaringan berbentuk segitiga yang terletak melekat pada sklera. Badan siliaris berfungsi menyokong lensa, mengandung otot yang memungkinkan lensa untuk berakomodasi dan



berfungsi untuk menyekresikan cairan mata.<sup>17</sup>

f. Iris

Iris merupakan bagian dari uvea anterior dan melekat di bagian perifer dengan badan siliar. Bagian depan iris tidak memiliki epitel, sedangkan di bagian belakang terdapat epitel, sedangkan di bagian belakang terdapat epitel yang berpigmen sehingga memberikan warna pada iris. Pada iris terdapat celah yang disebut pupil. Pupil berperan dalam mengatur jumlah sinar yang masuk ke mata. Pupil akan mengecil atau miosis pada pencahayaan berlebih dan akan membesar atau midriasis pada pencahayaan kurang.<sup>16</sup>

g. Lensa

Lensa berbentuk bikonvek bening yang tembus cahaya yang terletak di belakang iris dan di depan korpus vitreous dengan ketebalan sekitar 5 mm dan berdiameter 9 mm pada orang dewasa. Permukaan lensa bagian posterior lebih melengkung dibandingkan bagian anterior. Lensa memiliki daya bias total hanya 20 dioptri atau sepertiga dari daya bias total mata. Namun, lensa sangat penting karena sebagai respon terhadap sinyal saraf dari otak, lengkung permukaannya dapat membesar sehingga memungkinkan terjadinya akomodasi.<sup>17</sup>

h. Korpus Vitreous

Korpus Vitreous berwarna jernih, konsistensi lunak, avaskuler atau tidak mempunyai pembuluh darah, dan terdiri atas 99% air dan sisanya berupa campuran kolagen dan asam hialuronik. Badan kaca memegang peran utama dalam mempertahankan bentuk bola mata, hal ini dikarenakan badan kaca mengisi sebagian besar bola mata yang terletak di antara lensa, retina dan papil saraf optik.<sup>15</sup>

i. Retina

Retina merupakan membrane tipis yang terdiri atas saraf sensorik penglihatan dan saraf tepi optik. Retina merupakan jaringan saraf mata yang di bagian luarnya berhubungan dengan koroid. Koroid memberi nutrisi pada retina luar atau sel kerucut dan sel batang. Retina

bagian dalam mendapat metabolisme dari arteri retina sentral. Retina terdiri atas 3 lapisan utama yang membuat sinaps saraf sensitive retina, yaitu sel kerucut, dan sel batang, sel bipolar, dan sel ganglion.<sup>18</sup>

j. Makula Lutea

Makula Lutea merupakan saraf penglihatan sentral dimana ketajaman penglihatan maksimal. Macula lutea terdapat pada retina<sup>17</sup>

k. Fovea

Fovea merupakan bagian retina yang mengandung sel kerucut yang sangat sensitive dan akan menghasilkan ketajaman penglihatan maksimal 6/6. Bila terjadi kerusakan fovea sentral ini maka ketajaman penglihatan akan menurun.<sup>16</sup>

l. Optic disc

Optic disc merupakan daerah saraf optik yang meninggalkan bagian dalam bola mata.<sup>15</sup>

m. Panjang Bola Mata

Panjang bola mata menentukan keseimbangan dalam pembiasan. Bila terjadi kelainan pembiasan sinar oleh karena kornea (mendatar atau cembung) atau adanya perubahan panjang bola mata, maka sinar normal tidak dapat terfokus pada macula. Keadaan ini disebut sebagai ametropia yang dapat berupa myopia, hypermetropia, atau astigmatisme.<sup>13</sup>

n. Fotoreseptor

Terdapat dua jenis fotoreseptor yaitu sel batang (rod, bacili) dan kerucut (cone). Pemberian nama berdasarkan bentuk segmen luar sel fotoreseptor yang terletak di antara tonjolan-tonjolan sel epitel pigmen yang berbentuk jari. Masing-masing retina mempunyai 6 juta sel kerucut dan 120 juta sel batang.<sup>19</sup> Sel batang berfungsi untuk penglihatan hitam putih pada cahaya remang-remang juga untuk membedakan bayangan gelap atau terang dan melihat bentuk dan pergerakan.<sup>20</sup> Sel kerucut berfungsi untuk penglihatan warna dan ketepatan penglihatan pada cahaya terang. Sel kerucut umumnya

terpusat pada fovea sentralis yaitu lekukan kecil di tengah makula lutea yang terletak tepat pada sumbu penglihatan. Fovea sentralis merupakan daerah dengan ketajaman penglihatan tertinggi karena padatnya sel kerucut pada daerah tersebut. Sel batang tidak ditemukan pada fovea dan macula dan jumlahnya meningkat ke arah tepi retina. Oleh karena itu kita bisa melihat cukup baik pada malam hari kecuali bila melihat langsung ke obyek tertentu.<sup>21</sup>

Dari sel-sel fotoreseptor informasi diteruskan ke sel bipolar melalui lapisan sinapsis luar (lapisan pleksiform luar) dan kemudian ke sel ganglion melalui lapisan sinapsis dalam (lapisan pleksiform dalam). Akson sel ganglion meluas ke posterior, ke diskus optikus, dan keluar dari bola mata sebagai nervus optikus. Pada daerah ini tidak terdapat sel kerucut maupun batang kita tidak dapat melihat bayangan pada bintik buta. Dalam keadaan normal, adanya bintik buta ini tidak disadari.<sup>22</sup>

#### **2.4. Fisiologi Penglihatan**

Penglihatan dimulai dari masuknya cahaya ke dalam mata dan difokuskan pada retina. Cahaya yang datang dari sumber titik jauh, ketika difokuskan di retina menjadi bayangan yang sangat kecil. Suatu keadaan dimana sinar yang sejajar atau jauh difokuskan oleh sistem optik tepat pada daerah makula lutea tanpa melakukan akomodasi disebut dengan emetropia atau mata normal.<sup>23</sup>

Cahaya masuk ke mata dan direfraksikan atau dibelokkan ketika melalui kornea dan bagian-bagian lain dari mata (*Aquous humor*, *Vitreous humor*, lensa). Bagian-bagian tersebut mempunyai kepadatan yang berbeda-beda sehingga cahaya yang masuk dapat difokuskan pada retina. Cahaya yang masuk melalui kornea diteruskan ke pupil. Pupil merupakan lubang bundar anterior di bagian tengah iris yang mengatur jumlah cahaya yang masuk ke dalam mata. Pupil akan membesar bila intensitas cahaya kecil (bila berada di tempat gelap), dan jika berada di tempat terang atau intensitas cahaya besar, maka pupil akan mengecil. Pengatur perubahan pupil tersebut adalah iris, yang merupakan cincin otot yang

berpigmen dan tampak di dalam *aqueous humor*, iris juga berperan dalam menentukan warna mata. Setelah melalui pupil dan iris, maka cahaya sampai ke lensa. Lensa ini berada di antara *humor aquos* dan *humor vitreous*, melekat ke otot-otot siliaris melalui *ligamentum suspensorium lentis*.<sup>4</sup>

Fungsi lensa selain menghasilkan kemampuan refraktif yang bervariasi selama berakomodasi, juga berfungsi untuk memfokuskan cahaya ke retina. Akomodasi adalah kemampuan lensa mata agar menjadi lebih cembung. Apabila mata memfokuskan pada objek yang dekat, maka otot-otot siliaris akan berkontraksi, sehingga lensa menjadi lebih tebal dan lebih kuat. Saat mata memfokuskan pada objek yang jauh, maka otot-otot siliaris akan mengendur dan lensa menjadi lebih tipis dan lebih lemah. Saat cahaya sampai ke retina, maka sel-sel batang dan sel-sel kerucut yang merupakan sel-sel yang sensitif terhadap cahaya akan meneruskan sinyal-sinyal cahaya tersebut ke otak melalui saraf optik. Bayangan ataupun cahaya yang tertangkap oleh retina adalah nyata, terbalik, lebih kecil, tetapi persepsi pada otak terhadap benda tetap tegak, karena otak sudah dilatih menangkap bayangan yang terbalik itu sebagai keadaan normal.<sup>24</sup>

## 2.5. Jenis layar pada smartphone

Ada beberapa jenis layar pada smartphone yang harus diketahui yaitu:

### 1. TFT LCD (*Thin Film Transistor*)

Jenis yang paling sering digunakan pada layar ponsel. TFT LCD menghasilkan kualitas gambar yang lebih baik dan resolusi yang lebih tinggi dibanding jenis layar LCD generasi sebelumnya. Namun TFT LCD memiliki kekurangan yang terletak pada sudut pandang yang sempit dan gambar yang dihasilkan menjadi tidak jelas jika dilihat dibawah sinarmatahari langsung. Layar jenis ini banyak digunakan pada ponsel dan smartphone menengah kebawah.<sup>25</sup>

### 2. IPS-LCD (*In-Plan Switching*)

Jenis layar LCD yang memberikan sudut pandang yang luas dan konsumsi daya yang rendah. Namun IPS LCD lebih mahal karena banyak digunakan pada smartphone kelas menengah keatas.<sup>26</sup>

### 3. RETINAL DISPLAY

Layar smartphone resolusi tinggi karena pikselnya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang dan menghasilkan gambar yang tajam dan cemerlang.<sup>27</sup>

### 4. SUPER LCD

Berbeda dengan LCD biasa dimana SUPER LCD tidak memiliki celah udara antara kaca luar dan elemen layar. Sehingga membuat pengguna merasa lebih nyaman karena mengurangi silau dan meningkatkan visibilitas di luar ruangan.<sup>28</sup>

### 5. OLED (*Organic Light Emitting Diode*)

Layar yang memiliki lapisan bahan organik disisipkan di antara dua lembar bahan konduktif, yang kemudian disisipkan lagi diantara pelat kaca atas dan pelat kaca bawah. Ketika pancaran listrik diterapkan pada dua lembar bahan konduktif tadi maka bahan organik akan menghasilkan kilauan cahaya listrik. Kecerahan dan warna dapat bervariasi tergantung pada tekanan listrik.<sup>29</sup>

### 6. AMOLED

Layar yang termasuk jenis OLED dimana memiliki 2 jenis yaitu AMOLED dan PMOLED. Pembedanya AMOLED merupakan OLED aktif dan PMOLED merupakan OLED pasif. PMOLED banyak digunakan pada MP3 Player dimana layarnya tidak lebih dari 3 inch.

Jenis AMOLED menjadi perhatian khusus karena memiliki semua sifat OLED seperti reproduksi warna yang luar biasa, waktu respon yang super cepat, sudut pandang yang ringan dan luas, kecerahan yang lebih tinggi dan desain yang sangat ringan, dan dapat dibuat dengan ukuran yang sangat besar.<sup>30</sup>

### 7. SUPER AMOLED

Layar versi tingkat lanjut dari AMOLED yang dikembangkan oleh Samsung. Sensor sentuhannya dirancang diatas layar tanpa harus menambahkan lapisan khusus untuk sensor sentuhnya. Dengan ukuran jauh lebih tipis dibanding dengan layar OLED yang sensor sentuhnya

dirancang di atas lapisan tersendiri.<sup>31</sup>

## **2.6. Mekanisme sinar biru menyebabkan kelelahan mata**

Radiasi merupakan suatu sinar yang disebut *high energy visible* atau (HEV) atau dikenal sebagai *blue light* adalah salah satu bagian dari spektrum cahaya yang berada di antara biru dan violet, cahaya ini sangat kuat dan dihasilkan oleh peralatan elektronik. Cahaya ini menjadi salah satu penyebab masalah penglihatan. Mata yang terpapar terlampau lama oleh HEV akan menimbulkan dampak kelelahan mata.<sup>32</sup>

Kelelahan mata disebabkan oleh stres yang terjadi pada fungsi penglihatan. Stress pada otot akomodasi dapat terjadi pada saat seseorang berupaya untuk melihat pada obyek berukuran kecil dan pada jarak yang dekat dalam waktu yang lama. Pada kondisi demikian, otot-otot mata akan bekerja secara terus menerus dan lebih dipaksakan. Ketegangan otot-otot pengakomodasi (otot-otot siliar) makin besar sehingga terjadi peningkatan asam laktat dan sebagai akibatnya terjadi kelelahan mata, stress pada retina dapat terjadi bila terdapat kontras yang berlebihan dalam lapangan penglihatan dan waktu pengamatan yang cukup lama.<sup>33</sup>

Sinar biru memiliki panjang gelombang yang pendek dengan jumlah energi yang lebih tinggi dari pada warna lainnya. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa seiring waktu, paparan spektrum sinar biru dapat menyebabkan kerusakan jangka panjang yang serius pada mata. Spektrum sinar biru tergolong *High Energy Visible* (HEV), sinar ini berkedip lebih mudah daripada panjang gelombang yang lebih panjang dan lebih lemah. Jenis kerlipan ini menciptakan silau yang dapat mengurangi kontras visual dan mempengaruhi kejernihan serta ketajaman penglihatan. Secara alami mata tidak dapat menyaring sinar sekuat sinar biru sehingga sinar tersebut menembus langsung pada bagian retina, hal ini yang menyebabkan lensa mata kurang optimal memfokuskan bayangan. Kondisi tersebut mengakibatkan ketegangan pada otot siliaris yang bertugas memungkinkan perubahan bentuk lensa untuk memfokuskan cahaya. Ketegangan pada otot siliaris dikarenakan otot bekerja

lebih berat untuk selalu mencembungkan lensa (berakomodasi maksimal) untuk memfokuskan cahaya dan ditambah lagi jarak pandang dekat memaksa lensa untuk selalu berakomodasi secara maksimal. Tidak hanya terjadi pada otot siliaris, otot *sphincter pupillae* yang bertugas untuk mengkontraksikan pupil sehingga ukurannya mengecil juga perlu bekerja lebih keras agar sinar yang masuk ke mata berkurang.<sup>5</sup>

Upaya mengurangi kelelahan pada mata ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya; (a) penggunaan pencahayaan yang tepat dan sesuaikan pengaturan tampilan layar perangkat digital sesuai kebutuhan, (b) penggunaan LCD panel datar akan banyak membantu dibandingkan penggunaan monitor tipe CRT yang cenderung memiliki gambar yang berkedip-kedip sehingga memicu ketegangan mata, (c) berkediplah lebih sering, ini akan membantu permukaan mata agar tetap basah, (d) melatih mata dengan melakukan aturan 20-20-20, setelah menatap layar perangkat digital selama 20 menit berikanlah waktu istirahat minimal 20 detik dengan menatap lingkungan sekitar dengan jarak 20 kaki. Kegiatan tersebut memberikan waktu peregangan serta rileksasi untuk otot-otot intrinstik mata, (e) merubah *workstation* sesuai dengan kaidah ergonomi sangat dianjurkan, hal tersebut akan meningkatkan kenyamanan kerja sehingga kelelahan mata dapat diminimalkan. Selain upaya perbaikan kondisi kerja, sangat dianjurkan untuk menggunakan fitur-fitur penyaring sinar biru yang dimanfaatkan sebagai pelindung mata dari kerusakan retina akibat paparan sinar biru. Filter pemblokiran sinar biru dapat mengurangi kerusakan fotoreseptor secara signifikan setelah terpapar sinar intensitas tinggi. Filter blokade biru-plus (blokade sinar uv, violet dan biru) mempertahankan respon visual yang jauh lebih baik setelah terpapar sinar. Penambahan filter blokade biru-plus terlihat paling efektif melindungi retina dari kerusakan akibat sinar-sinar dengan panjang gelombang pendek.<sup>34</sup>

Telah banyak beredar smartphone serta perangkat digital lainnya yang di lengkapi fitur serupa yaitu bekerja dengan memimalkan pancaran sinar biru pada layar perangkat digital. Selain itu penambahan pelindung layar atau *screenguard*



dengan tambahan pemblokade sinar biru ataupun penggunaan kaca mata khusus blokade sinar biru juga menjadi alternatif lain untuk perlindungan mata dari ancaman degenerasi makula dini. Beberapa penelitian lain melaporkan bahwa penggunaan fitur *eye protection* atau penyaring sinar biru dapat mengurangi kelelahan mata, seperti: penggunaan kaca mata pemfilteran gelombang pendek (filter sinar biru/violet) meningkatkan sensitivitas kontras pada frekuensi rendah maupun sedang dalam kondisi cerah dan akomodasi yang lebih baik dapat dikurangi.<sup>35</sup>

### **2.7. Efek sinar biru pada mata**

Panjang gelombang antara 300 dan 400 nm dapat menembus kornea dan diserap oleh iris atau pupil. Cahaya biru gelombang pendek energi tinggi antara 415 dan 455 nm adalah yang paling berbahaya. Karena panjang gelombang cahaya biru yang pendek, fokusnya tidak terletak di tengah retina melainkan di bagian depan retina, sehingga waktu pemaparan cahaya biru yang lama menyebabkan kelelahan penglihatan dan rabun jauh yang semakin parah.<sup>36</sup>

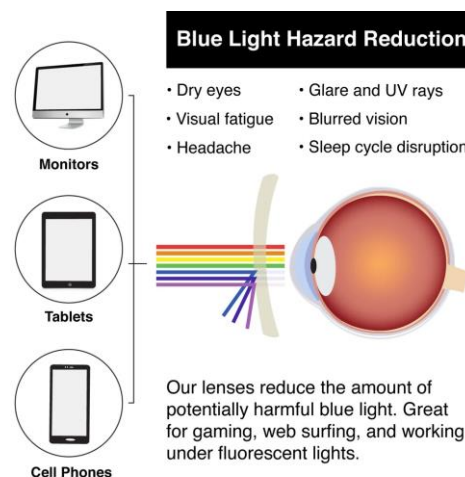
Efek sinar biru pada kornea, Cahaya biru telah terbukti meningkatkan produksi spesies oksigen reaktif (ROS) dalam sel epitel kornea, mengaktifkan domain pengikat nukleotida ROS, keluarga yang kaya leusin, domain pirin yang mengandung-3 (NLRP3) -interleukin (IL) -1 $\beta$  jalur pensinyalan, dan memicu peradangan sel epitel kornea manusia (HCECs) yang diinduksi oleh tekanan hiperosmotik dari NLRP3 dan pengaturan sekresi beta IL-1. Kerusakan oksidatif dan apoptosis yang dimediasi menyebabkan peradangan mata lebih lanjut dan pembentukan xerophthalmia. cahaya biru di daerah ultraviolet dekat dapat mempengaruhi fase mitosis sel epitel kornea dalam dosis dan cara yang tergantung waktu. Mikrovili pada lapisan epitel epitel kornea kehilangan dukungan dan stabilitas film air mata, menyebabkan pembentukan mata kering. Iradiasi cahaya biru juga memiliki efek penghambatan yang signifikan terhadap aktivitas sel stroma kornea, yang juga bergantung pada dosis dan waktu.<sup>37</sup>

Efek sinar biru pada lensa, Lensa mengandung protein struktural, enzim, dan metabolit protein yang menyerap cahaya gelombang pendek. Zat dan turunan ini ditambahkan ke protein lensa untuk menghasilkan pigmen kuning pada protein

lensa, menyebabkan lensa berangsur-angsur menjadi gelap dan menguning. Penyerapan cahaya biru oleh lensa meningkat secara signifikan, sehingga menghalangi potensi kerusakan retina cahaya biru. Cahaya biru dapat menginduksi produksi ROS dalam mitokondria sel epitel lensa (hLECs), yang dapat menyebabkan perkembangan katarak. Efek sinar biru pada retina, Cahaya biru dapat menembus lensa ke retina dan menyebabkan kerusakan fotokimia retina. Cahaya biru dapat mempercepat terjadinya dan perkembangan AMD setelah operasi katarak yang terjadi bertahun-tahun sebelumnya. sebuah studi eksperimental tentang cedera stres oksidatif yang diinduksi cahaya biru pada retina kelinci menunjukkan bahwa retina kelinci setelah 24 jam penyinaran cahaya biru telah menjadi tidak teratur di segmen dalam dan luar sel fotoreseptor bila dibandingkan dengan kelompok kontrol normal. Cedera stress oksidatif, Karotenoid makula di lapisan Henle dari lapisan dalam fotoreseptor menyerap cahaya biru gelombang pendek, yang terjadi antara 400 dan 40 nm, sehingga kerusakan yang disebabkan oleh cahaya biru pada mitokondria RGC sangat besar. Mekanisme kerusakan cahaya pada retina oleh cahaya biru diberi label oleh Ishii dan Rohrer sebagai "efek pengamat" karena dipicu oleh stres foto-oksidatif sel tunggal, yang menginduksi efek biologis pada sel yang tidak ditargetkan. Cahaya biru merangsang stres oksidatif lokal dalam sel tunggal epitel pigmen retina dan menyebabkan sinyal aktif yang diinduksi ROS. Radiasi menyebar dengan cepat ke perifer, sementara sinyal  $Ca^{2+}$  ditransmisikan secara perlahan dan tidak merata ke sel yang berdekatan, yang menginduksi perubahan potensial membran mitokondria. Akhirnya, karakteristik metabolik dari kadar  $Ca^{2+}$  awal yang tinggi menyebabkan kerusakan sel lokal pada sel epitel pigmen retina. Selain itu, hasil eksperimen menunjukkan bahwa cahaya biru dapat menginduksi degradasi pigmen retina. Ekspresi mRNA dan protein dari subunit alfa 1D saluran kalsium tipe L dalam sel kulit dan pertumbuhan endotel vaskular (VEGF) dan konsentrasi faktor pertumbuhan fibroblast dasar meningkat, dan ekspresi protein subunit alfa 1D berkorelasi positif dengan konsentrasi VEGF. Oleh karena itu, diyakini bahwa subunit alfa 1D mungkin terlibat dalam cedera yang diinduksi cahaya biru pada sel epitel pigmen retina.<sup>38</sup>

Efek sinar biru pada perkembangan bias membaca layar dapat menyebabkan terjadinya dan perkembangan penglihatan anak sekolah yang buruk, dan insiden rabun jauh yang lebih tinggi berkorelasi dengan peningkatan lamanya waktu membaca layar.<sup>39</sup>

## 2.8. Mekanisme blue light filter menangkal sinar biru

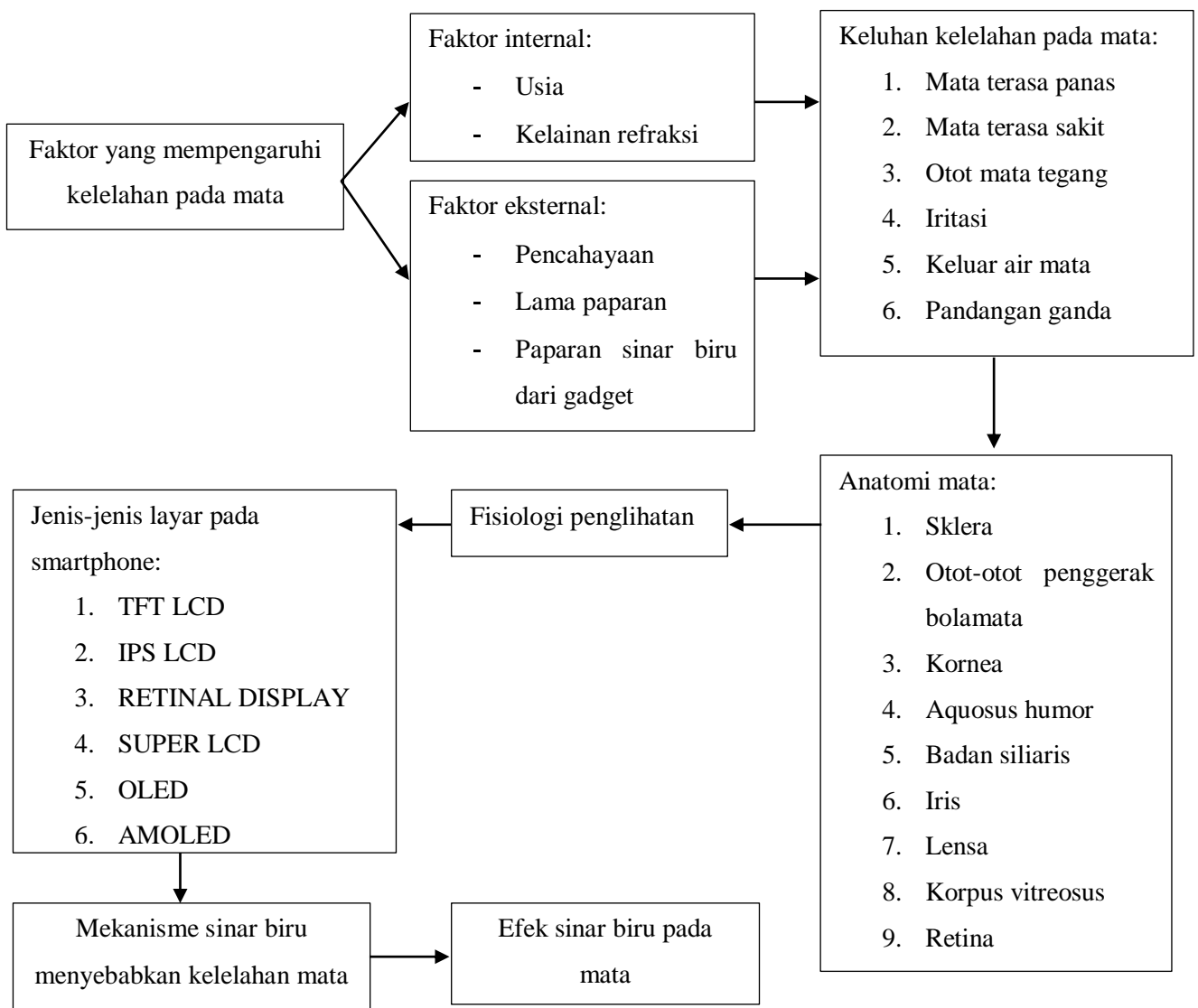


**Gambar 2.2 Mekanisme Blue Light<sup>39</sup>**

Layar pada smartphone diketahui memancarkan sinar biru atau blue light yang memberi efek buruk bagi kesehatan mata seperti sindrom mata kering. Sinar biru adalah cahaya tampak dengan panjang gelombang 380 s.d 500 nm. Blue light merupakan cahaya tampak dengan energi tinggi atau high-energy visible (heV) light. Banyak teknik blue light filter dirancang untuk memblokir cahaya biru yang dipancarkan oleh layar lampu latar LED dan dengan demikian mengurangi jumlah sinar biru yang masuk ke mata selama melihat layar. Blue light filter, lensa pemblokiran, dan lensa intraokular filter cahaya biru telah banyak digunakan. Blue light filter dapat mengurangi emisi cahaya biru dari smartphone dengan menambahkan filter fisik tambahan, mengubah tampilan layar dari mode putih ke mode sepia. Mode sepia adalah fungsi perangkat lunak yang memungkinkan pembalikan warna dengan cepat dan mudah sehingga teks menjadi putih pada latar belakang abu-abu menjadi hitam. Emisi cahaya biru ini berkurang saat layar smartphone diubah dari mode putih ke mode sepia. Oleh karena itu, disarankan

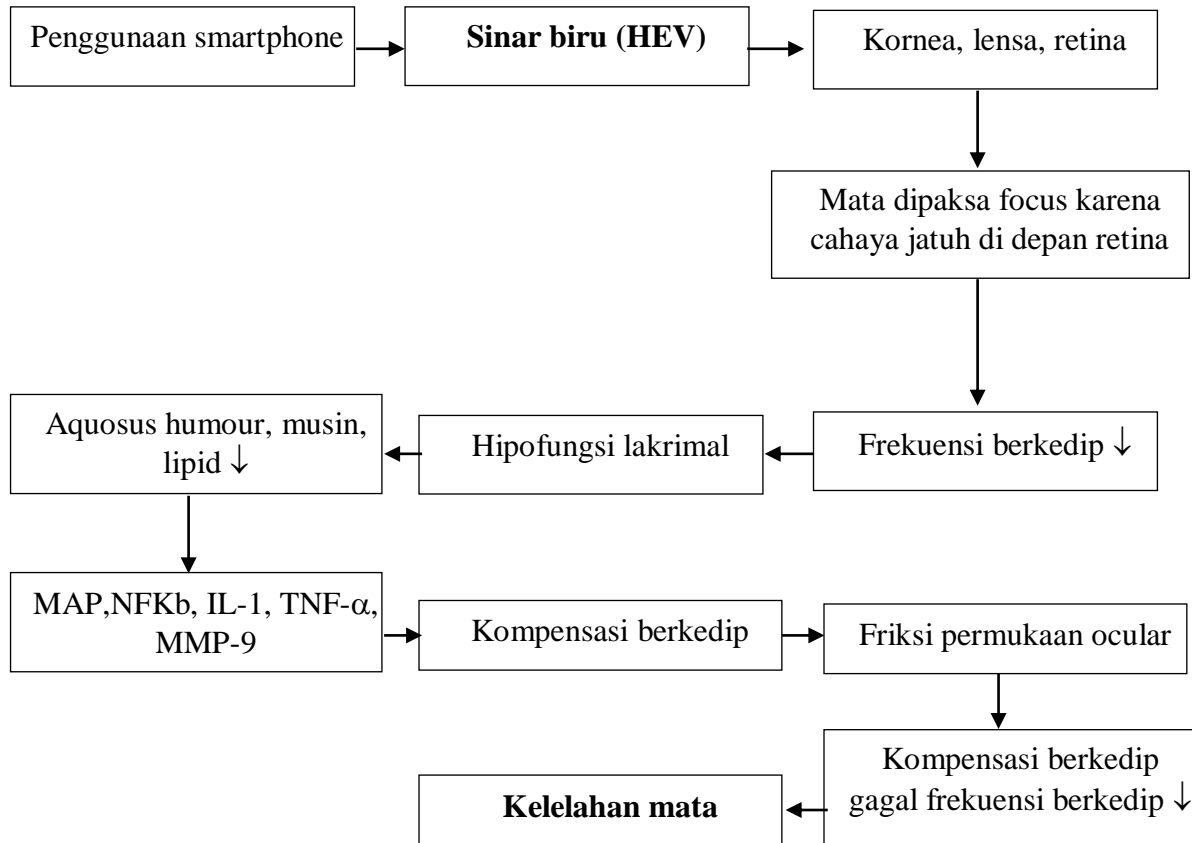
agar smartphone digunakan dalam mode sepia untuk mengurangi pencahayaan layar, atau memblokir warna tertentu untuk melindungi mata pengguna dari efek cahaya biru. Blue light filter dapat digunakan untuk menyesuaikan warna layar untuk mengurangi cahaya biru dan menyebabkan pemancar cahaya putih untuk memancarkan cahaya kuning mirip dengan cahaya alami. Efek keseluruhannya adalah intensitas cahaya biru berkurang.<sup>39</sup>

## 2.9. Kerangka Teori



**Gambar 2.3 Kerangka Teori**

## 2.10. Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka Konsep

## 2.11 Hipotesis

H<sub>0</sub> : Tidak terdapat pengaruh penggunaan *blue light filter* pada *smartphone* terhadap tingkat kelelahan pada mata.

H<sub>a</sub> : Terdapat pengaruh dari penggunaan *blue light filter* pada *smartphone* terhadap tingkat kelelahan pada mata

**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Definisi Operasional**

**Tabel 1. Definisi Operasional Penelitian**

<b>Variabel Penelitian</b>	<b>Definisi</b>	<b>Alat Ukur</b>	<b>Cara Ukur</b>	<b>Skala Ukur</b>	<b>Hasil Ukur</b>
<b>Variabel Bebas:</b> <i>Blue light filter pada smartphone</i>	Fitur penyaringan cahaya pada <i>smartphone</i> yang diatur pada tingkat 50% yang berfungsi menyaring sinar biru sehingga tidak berbahaya dan menghasilkan warna layar yang cenderung berwarna hangat sehingga meningkatkan kenyamanan visual dan mengurangi kelelahan pada mata.				
<b>Variabel Tergantung:</b> Tingkat kelelahan mata	Sensasi tidak nyaman pada mata seperti mata terasa panas, mata terasa sakit, otot mata tegang, iritasi, keluar air mata, pandangan berbayang, mata kering, dan sakit kepala.	Kuisisioner <i>Visual Fatigue Scale</i> <sup>39</sup>	Responden memberikan penilaian pada skala yang disajikan sebelum dan sesudah Perlakuan dengan penjelasan nilai 0 tidak merasakan kelelahan mata sama sekali, nilai 100 merasakan kelelahan mata maksimal.	Interval	Nilai 0-100

### 3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan *quasi-experimental* dengan menggunakan *pre-posttest design*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kelelahan mata antara kelompok perlakuan (menggunakan *blue light filter*) dan kelompok kontrol (tidak menggunakan *blue light filter*).

### 3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

#### 3.3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang berlokasi di Jalan Gedung Arca No.53 Medan.

#### 3.3.2. Waktu Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Maret 2023 sampai April 2023.

### 3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

#### 3.4.1. Populasi Penelitian

Populasi dari penelitian ini adalah mahasiswa/i Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

#### 3.4.2. Sampel Penelitian

Sampel penelitian ini adalah mahasiswa/i Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang memenuhi kriteria inklusi.

##### a. Kriteria Inklusi

1. Mahasiswa/i Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara usia 19-21 tahun yang tidak memakai kacamata atau lensa kontak.
2. Mahasiswa/i Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang memiliki *smartphone* dengan layar AMOLED.
3. Mahasiswa/i Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara usia 19-21 yang bersedia menjadi responden dan menanda tangani *informed consent*.

##### b. Kriteria Eksklusi

1. Mahasiswa/i Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang memiliki gangguan penglihatan akibat penyakit



tertentu seperti Diabetes Melitus, Hipertensi, *Sjogren's syndrome*.

2. Mahasiswa/i Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang memakai obat-obatan tertentu seperti antidepresan, terapi hormon, dan steroid.

### 3.4.3. Besar Sampel

1. Besar sampel uji hipotesis komparatif numerik tidak berpasangan

$$n_1 = n_2 = 2 \left( \frac{[z_\alpha + z_\beta]s}{x_1 - x_2} \right)^2$$

$n_1 = n_2 =$  Besar Sampel

$Z_\alpha =$  nilai standart alpha 5%

$Z_\beta =$  nilai standart beta 10%

S = simpang baku selisih

$x_1 - x_2 =$  Selisih minimal rerata yang dianggap bermakna.

Dari hasil perhitungan diatas maka besar sampel yang ditetapkan adalah sebanyak 77 orang dalam 1 kelompok agar dapat memenuhi persyaratan besar sampel minimal untuk uji hipotesis yang akan dilakukan. Jumlah total sampel adalah 154 orang untuk 2 kelompok.

### 3.4.4. Metode Penarikan Sampel

Metode penarikan sampel pada penelitian ini adalah dengan cara *purposive sampling*, yaitu dengan mengambil sebanyak 154 orang mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang memenuhi kriteria inklusi.

### 3.5. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Kuisisioner VFS
2. *Smartphone* dengan layar AMOLED
3. *Stopwatch*

### 3.6. Prosedur Operasional

Sebanyak 154 mahasiswa/i FK UMSU yang memenuhi kriteria inklusi

dibagi ke dalam 2 kelompok yaitu Kelompok Filter (+) dan Kelompok Filter (-) dengan jumlah yang sama ( $n_1 = n_2 = 77$ ). Sehari sebelum perlakuan diberikan, responden diminta untuk mengurangi penggunaan *smartphone*, istirahat yang cukup dan tidak begadang untuk mencegah terjadinya kelelahan mata sebelum perlakuan. Pada hari perlakuan, masing-masing kelompok dimasukkan dalam ruangan dengan tingkat pencahayaan yang sama antara ruang 1 dan ruang 2. Dilakukan persiapan sebagai berikut: jarak *smartphone* dengan mata subjek diatur antara 25-30 cm; tingkat kecerahan layar diatur sebesar 50%; tingkat *blue light filter* pada Kelompok Filter (+) sebesar 50%; tingkat *blue light filter* pada Kelompok Filter (-) sebesar 0% (tidak memakai filter); mengunduh aplikasi *game* “*Find The Differences 750+ levels*”.

Game yang digunakan dipenelitian ini merupakan game yang mencari perbedaan antara gambar satu dengan gambar yang lainnya sehingga responden harus fokus dengan game yang ada sehingga dapat memicu kelelahan pada mata.<sup>40</sup>

Subjek (responden) kemudian mengisi kuisisioner awal (*pretest*) yang telah diberikan. Setelah mengisi kuisisioner awal, responden secara bersamaan menjalankan *visual task* selama 30 menit (memainkan *game* pada *smartphone* masing-masing yang telah diinstal) dengan ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Setelah 30 menit responden kembali mengisi kuisisioner akhir (*posttest*) yang diberikan secara bersamaan tanpa jeda waktu. Data kemudian dikumpulkan untuk diolah dan dianalisis secara statistik.<sup>39</sup>

### 3.7. Teknik Pengumpulan Data

#### 1. Jenis data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh melalui pengisian kuisisioner oleh mahasiswa/i Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

#### 2. Sumber data

Sumber data primer adalah data yang didapatkan peneliti dari hasil jawaban responden pada kuisisioner yang diberikan.

#### 3. Instrumen pengumpulan data

Instrumen yang diberikan kepada responden adalah kuisisioner *Visual*

*Fatigue Scale* dengan *Analog Scale* 0 – 100 yang dibuat dalam bentuk kuisisioner. Kuisisioner yang dipakai telah dipublikasi sebelumnya.<sup>39</sup>

#### 4. Prosedur pengumpulan data

Prosedur pengumpulan data dilakukan dua kali. Sebelum diberi perlakuan, responden mengisi kuisisioner yang telah disiapkan (*pretest*) dan sesudah diberi perlakuan responden mengisi kuisisioner baru yang telah disiapkan (*postest*).

### 3.8 Pengolahan dan Analisis Data

#### 3.8.1 Pengolahan

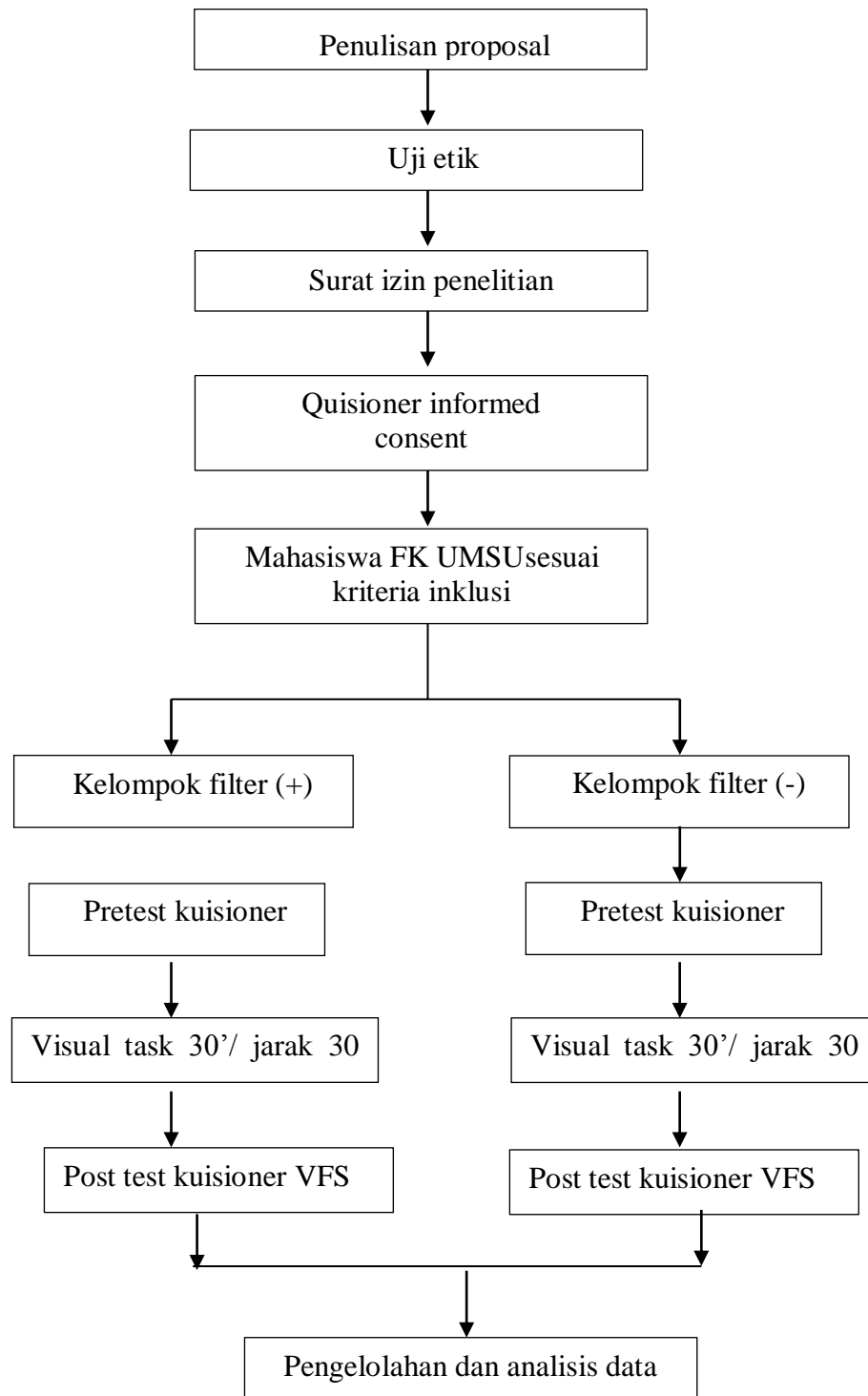
Tahap - tahap pengolahan data:

1. *Editing* data dilakukan untuk memeriksa ketepatan dan kelengkapan data apabila data belum lengkap maupun ada kesalahan data.
2. *Coding* data dilakukan apabila sudah terkumpul kemudian dikoreksi ketepatannya dan kelengkapannya kemudian diberikan kode oleh peneliti secara manual sebelum diolah ke dalam komputer.
3. Pentabulasian data dengan cara disajikan ke dalam tabel-tabel yang telah disediakan.

#### 3.8.2. Analisis Data

Data yang berupa angka akan dicatat dan dimasukkan dalam tabel menggunakan program Microsoft Excel 2019 kemudian dianalisis dengan menggunakan program SPSS IBM versi 22. Data dianalisis untuk uji normalitas menggunakan tes *Shapiro-Wilk*. Data kemudian dianalisis untuk uji varian menggunakan *Levene test*. Data yang terdistribusi normal dan varian homogen (nilai  $p > 0,05$ ) dianalisis dengan uji parametrik *paired t-test* untuk uji beda pada *pre-post test* dan *independent sample t-test* untuk uji beda antara 2 kelompok. Data yang tidak terdistribusi normal atau varian tidak homogen (nilai  $p < 0,05$ ) dianalisis dengan uji non-parametrik *Mann Whitney* dan *Wilcoxon*. Perbedaan dinilai bermakna antar kelompok perlakuan jika nilai  $p < 0,05$ . Penyajian data berupa tabel.

### 3.9. Alur Penelitian



**Gambar 3. 1 Alur Penelitian**

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, No. 994/KEPK/FKUMSU/2023

#### 4.1.1 Analisis Univariat

Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin Responden.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Laki-laki	50	32.5	32.5	32.5
Perempuan	104	67.5	67.5	100.0
Total	154	100.0	100.0	

Berdasarkan distribusi frekuensi jenis kelamin responden pada tabel 4.1 diperoleh informasi bahwa dari 154 responden yang digunakan untuk penelitian, responden yang berjenis kelamin laki-laki sebanyak 50 orang (32,5%) dan responden yang berjenis kelamin perempuan sebanyak 104 orang (67.5%).

Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Usia Responden.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	19 Tahun	23	14.9	14.9
	20 Tahun	68	44.2	59.1
	21 Tahun	63	40.9	100.0
Total	154	100.0	100.0	

Berdasarkan distribusi frekuensi usia responden pada tabel 4.2 diperoleh informasi bahwa dari 154 responden yang digunakan untuk penelitian, responden yang berusia 19 tahun sebanyak 23 orang (14,9%), usia 20 tahun sebanyak 68 orang (44,2%), dan usia 21 tahun sebanyak 63 orang (40,9%).

Table 4.3 Distribusi Statistik Tingkat Kelelahan Mata

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pretest No Blue Light Filter	77	0	40	7.66	9.986
Postest No Blue Light Filter	77	40	160	91.42	31.353
Pretest Blue Light Filter	77	0	480	22.27	64.952
Postest Blue Light Filter	77	0	80	15.53	25.295
Valid N (listwise)	77				

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui bahwa jumlah responden sebanyak 77 orang (N=77). Dari tabel di atas dapat dilihat besarnya nilai minimum, nilai maksimum, nilai rata-rata, standar deviasi dari tiap-tiap variabel. Tabel digunakan untuk membantu dalam melakukan identifikasi terhadap besar kecilnya penyimpangan atas masing-masing variabel yang mempengaruhi variabel satu dengan yang lainnya.

Detail atas penjelasan deskriptif atas pretest no blue light filter nilai minimum 0 dan maksimum 40 dengan rata-rata 7,66 dan standar deviasi 9,986 yang artinya Standar deviasi yang lebih besar dari mean menunjukkan bahwa data yang digunakan dalam variabel mempunyai sebaran besar karena standar deviasi lebih besar dari nilai mean-nya, sehingga simpangan data pada variabel ini dapat dikatakan tidak baik.

Pada postest no blue light filter nilai minimum 40 dan maksimum 160 dengan rata-rata 91,42 dan standar deviasi 31,353 yang artinya Standar deviasi yang lebih rendah dari mean menunjukkan bahwa data yang digunakan dalam variabel mempunyai sebaran kecil karena standar deviasi lebih kecil dari nilai mean-nya, sehingga simpangan data pada variabel ini dapat dikatakan baik.

Pada pretest blue light filter nilai minimum 0 dan maksimum 480 dengan rata-rata 22,27 dan standar deviasi 64,952 yang artinya Standar deviasi yang lebih tinggi dari mean menunjukkan bahwa data yang digunakan dalam variabel mempunyai sebaran besar karena standar deviasi lebih besar dari nilai mean-nya, sehingga simpangan data pada variabel ini dapat dikatakan tidak baik.

Pada postest blue light filter nilai minimum 0 dan maksimum 80 dengan rata-rata 15,53 dan standar deviasi 25,295 yang artinya Standar deviasi yang lebih

tinggi dari mean menunjukkan bahwa data yang digunakan dalam variabel mempunyai sebaran besar karena standar deviasi lebih besar dari nilai mean-nya, sehingga simpangan data pada variabel ini dapat dikatakan tidak baik.

#### 4.1.2 Analisis Bivariat

##### 4.1.2.1 Uji Normalitas dengan Kolmogorov Smirnov

Tabel 4.4 Hasil Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov.

	Kelompok	Statistic	df	Sig.
Hasil Eksperimen	Pretest No BLF	.324	77	<,001
	Postest No BLF	.115	77	.013
	Pretest BLF	.366	77	<,001
	Postest BLF	.314	77	<,001

##### a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan hasil uji normalitas Kolmogorov Smirnov pada tabel 4.4 diketahui bahwa terdapat nilai probabilitas p atau Sig. < 0,05. Dengan demikian, maka diputuskan bahwa asumsi normalitas tidak terpenuhi, sehingga pengujian hipotesis menggunakan Uji Mann-Whitney dan Uji Wilcoxon.

##### 4.1.2.2 Uji Mann-Whitney

Hasil distribusi statistik Mann-Whitney pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa nilai rerata tingkat kelelahan mata pada kelompok yang tidak memakai *blue light filter* (No BLF) lebih tinggi dibandingkan kelompok yang memakai *blue light filter* (BLF). Nilai rerata kelompok No BLF sebesar 112,63 sedangkan nilai rerata kelompok BLF sebesar 42,37.

Tabel 4.5 Distribusi Statistik Uji Mann-Whitney.

	Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tingkat Kelelahan Mata	Postest No BLF	77	112.63	8672.50
	Postest BLF	77	42.37	3262.50
	Total	154		

Berdasarkan hasil uji statistik Mann-Whitney pada tabel 4.6 diketahui bahwa nilai Asymp. Sig. (2-tailed) kurang dari 0,001 dimana nilai ini < 0,05. Oleh

karena itu dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan antara kelompok yang tidak memakai *blue light filter* dengan kelompok yang memakai *blue light filter*. Karena perbedaan yang didapatkan bermakna secara signifikan ( $<0,05$ ) maka dapat dikatakan bahwa ada pengaruh penggunaan *blue light filter* terhadap tingkat kelelahan mata ( $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima).

Tabel 4.6 Hasil Uji Mann-Whitney.

	Tingkat Kelelahan Mata
Mann-Whitney U	259.500
Wilcoxon W	3262.500
Z	-9.905
Asymp. Sig. (2-tailed)	<,001

a. Grouping Variable:  
Kelompok

#### 4.1.2.3 Uji Wilcoxon

Hasil distribusi statistik uji Wilcoxon pada tabel 4.7 menunjukkan bahwa pada kelompok yang tidak memakai *blue light filter* (No BLF) tidak dijumpai adanya *negative ranks* (nilai pretest  $>$  postest)<sup>a</sup> dan *ties* (nilai pretest = postest)<sup>c</sup> pada responden, sedangkan nilai *positive ranks* (nilai pretest  $<$  postest)<sup>b</sup> dijumpai pada seluruh responden (N=77).

Pada kelompok yang memakai *blue light filter* (BLF) terlihat bahwa ada sebanyak 25 responden yang menunjukkan nilai *negative ranks* (nilai pretest  $>$  postest)<sup>d</sup>, 18 responden yang menunjukkan nilai *positive ranks* (nilai pretest  $<$  postest)<sup>e</sup>, dan 34 responden yang menunjukkan nilai *ties* (pretest = postest)<sup>f</sup>.

Tabel 4.7 Distribusi Statistik Uji Wilcoxon.

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Postest No BLF - Pretest No BLF	Negative Ranks	0 <sup>a</sup>	.00	.00
	Positive Ranks	77 <sup>b</sup>	39.00	3003.00
	Ties	0 <sup>c</sup>		
	Total	77		



Postest BLF - Pretest BLF	Negative Ranks	25 <sup>d</sup>	19.50	487.50
	Positive Ranks	18 <sup>e</sup>	25.47	458.50
	Ties	34 <sup>f</sup>		
	Total	77		

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon pada tabel 4.8 didapatkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) kurang dari 0,001(<0,05) pada kelompok yang tidak memakai *blue light filter* (No BLF), maka dapat disimpulkan bahwasannya terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai pretest dan nilai posttest kelompok yang tidak memakai *blue light filter*. Sedangkan pada kelompok yang memakai *blue light filter* (BLF) nilai Asymp. Sig. (2-tailed) yang didapat sebesar 0,860 (>0,05), dimana hal ini berarti tidak ada perbedaan yang bermakna antara nilai pretest dan posttest kelompok yang memakai *blue light filter*.

Tabel 4.8 Hasil Uji Wilcoxon.

	Postest No BLF Pretest No BLF	Postest BLF Pretest BLF
Z	-7.634 <sup>b</sup>	-.176 <sup>c</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	<,001	.860

#### 4.1.2.4 Kelelahan Mata Dengan Blue Light Filter

Tabel 4.9 Keluhan mata dengan blue light filter

No	Keluhan pada mata	Hasil
1.	Mata kering/gatal	260
2.	Mata terasa perih	165
3.	Mata tegang	155
4.	Sakit kepala	145
5.	Penglihatan kabur	125
6.	Mata terasa sakit	121
7.	Mata berair	115
8.	Penglihatan ganda	95

Berdasarkan dari tabel diatas diketahui bahwa keluhan kelelahan mata yang

banyak terjadi pada responden yang menggunakan *blue light filter* yaitu, mata kering, mata terasa perih, mata tegang, sakit kepala, penglihatan kabur, mata terasa sakit, mata berair, dan penglihatan ganda.

#### 4.1.2.4 Kelelahan Mata Tanpa Blue Light Filter

Tabel 4.10 Keluhan mata tanpa blue light filter

No	Keluhan Pada Mata	Hasil
1.	Mata terasa perih	2390
2.	Mata berair	1070
3.	Sakit kepala	990
4.	Penglihatan ganda	930
5.	Mata kering	660
6.	Penglihatan kabur	340
7.	Mata tegang	250
8.	Mata terasa sakit	100

Berdasarkan dari tabel diatas diketahui bahwa keluhan kelelahan mata yang banyak terjadi pada responden tanpa *blue light filter* yaitu, mata terasa perih, mata berair, sakit kepala, penglihatan ganda, mata kering, penglihatan kabur, mata tegang, dan mata terasa sakit.

## 4.2 Pembahasan

Pada uji man- whitney terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok yang memakai *blue light filter* dan yang tidak memakai *blue light filter* dapat dilihat pada tabel 4.5 yang menunjukkan bahwa nilai rerata tingkat kelelahan mata pada kelompok yang tidak memakai *blue light filter* (No BLF) lebih tinggi dibandingkan kelompok yang memakai *blue light filter* (BLF). Nilai rerata kelompok No BLF sebesar 112,63 sedangkan nilai rerata kelompok BLF sebesar 42,37. Hal ini sejalan dengan penelitian Ida Ayu Indah Udiantari pada tahun 2018 yang berjudul “Fitur *Eye Protection* Pada Layar *Smartphone* Dapat Mengurangi Kelelahan Mata dan Memperpanjang Durasi Penggunaan Pada Siswa SMP negeri 1 Seririt”. Penelitian tersebut dilakukan dengan cara menghitung

durasi penggunaan *smartphone* dengan *blue light filter* dan tanpa *blue light filter*, pada penelitian tersebut terdapat perbedaan bermakna antara durasi penggunaan *smartphone* tanpa *blue light filter* dan yang menggunakan *blue light filter*. Rerata durasi penggunaan *smartphone* tanpa *blue light filter* selama 684,77 detik dan yang menggunakan *blue light filter* selama 1070,35 detik. Persentase peningkatan durasi dengan *blue light filter* sebanyak 56,30% yang menunjukkan bahwa penggunaan *blue light filter* pada saat aktivitas depan layar *smartphone* dapat meningkatkan durasi penggunaan *smartphone*.<sup>2</sup>

Hal serupa pada penelitian sofia apriyanti pada tahun 2021 yang berjudul “penggunaan *smartphone* berpengaruh terhadap gejala *computer vision syndrome*”. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengetahui hubungan durasi dan jarak penggunaan *smartphone* dengan *computer vision syndrome* dimana terdapat pengaruh yang signifikan bahwa Durasi Penggunaan *Smartphone* memiliki hubungan yang bermakna dengan gejala *Computer Vision Syndrome* memiliki nilai OR sebesar 6,673 artinya seseorang yang menggunakan *smartphone* dengan durasi penggunaan  $\geq 4$  jam / hari mempunyai risiko mengalami gejala CVS 6,673 kali lebih besar dibandingkan seseorang yang menggunakan *smartphone* dengan durasi penggunaan  $< 4$  jam/hari.<sup>36</sup>

Pada uji Wilcoxon terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai pretest dan posttest pada kelompok yang tidak memakai *blue light filter*, dimana dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil tingkat kelelahan mata lebih tinggi terjadi pada kelompok yang tidak memakai *blue light filter* sedangkan yang memakai *blue light filter* tidak ada perbedaan bermakna antara nilai pretest dan posttest. Pada kelompok yang memakai *blue light filter* (BLF) terlihat bahwa ada sebanyak 25 responden yang menunjukkan nilai *negative ranks* (nilai pretest  $>$  postest)<sup>d</sup>, 18 responden yang menunjukkan nilai *positive ranks* (nilai pretest  $<$  postest)<sup>e</sup>, dan 34 responden yang menunjukkan nilai *ties* (pretest = postest)<sup>f</sup>.

Penggunaan *blue light filter* dapat mencegah terjadinya kelelahan mata karena penambahan screen protector pada layar *smartphone* dapat mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh sinar biru. Screen protector terbuat dari bahan plastik maupun kaca yang dapat mempolarisasikan cahaya. Penggunaan

blue light filter pada layar smartphone dapat mengurangi kelelahan mata pengguna dibandingkan yang tidak menggunakan fitur blue light filter. Berkurangnya intensitas cahaya yang melewati suatu medium seperti plastik maupun kaca. Dapat dikatakan penggunaan screen protector dapat melindungi mata dari kerusakan serta mengurangi terjadinya kelelahan mata akibat sinar biru yang dipancarkan layar smartphone. Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan screen guard pada layar smartphone dapat memperpanjang durasi penggunaan karena kejadian kelelahan mata dapat ditunda.<sup>4</sup>

Dari beberapa penelitian lain melaporkan bahwa penggunaan fitur eye protection atau penyaring sinar biru dapat memperpanjang durasi penggunaan smartphone, lensa pemblokir sinar biru dan sinar uv memungkinkan 30% sd. 40% mentransmisikan panjang gelombang yang melebihi 625 nanometer. Filter kombinasi dengan polarize menghalangi setidaknya 80% radiasi sinar biru dan sinar uv yang berbahaya. Hal yang menguntungkan diperoleh saat menggunakan lensa pemblokir sinar biru dengan penambahan polarize yang secara substansial meningkatkan kenyamanan pengelihatannya tanpa terjadinya ketidaknyamanan visual. Meningkatnya kenyamanan pengelihatannya akan berdampak pada berkurangnya kejadian kelelahan mata sehingga penggunaan perangkat digital pun menjadi lebih lama dioperasikan.<sup>3</sup>

Kelelahan pada mata terjadi akibat pengaruh dari dua faktor yaitu faktor internal dan eksternal.

#### 1. Faktor internal

- Usia, semakin tua lensa seseorang semakin menurun fungsinya sehingga daya akomodasi akan berkurang dan otot-otot akan semakin sulit dalam menebalkan dan menipiskan lensa. Daya akomodasi akan menurun pada usia 45-50 tahun. Daya akomodasi merupakan kemampuan menebalkan dan menipiskan lensa sesuai dengan jarak benda yang dilihat agar bayangan jatuh tepat di retina.<sup>9</sup>
- Kelainan refraksi, kelainan refraksi terjadi akibat ketidakseimbangan sistem optik pada mata sehingga menghasilkan

bayangan yang kabur.<sup>9</sup>

## 2. Faktor eksternal

- Tingkat pencahayaan, pencahayaan yang buruk dapat berakibat kelelahan pada mata dengan berkurangnya kinerja pada mata.<sup>10</sup>
- Lama paparan, menggunakan gadget dengan waktu lebih dari 2 jam dapat beresiko mengalami kelelahan pada mata. Kelelahan pada mata terjadi akibat otot-otot mata dipaksa melihat objek yang terlalu kecil membuat mata berupaya untuk lebih fokus sehingga mata dipaksa untuk bekerja lebih keras.<sup>10</sup>

### 4.3 Keterbatasan Peneliti

Berikut adalah beberapa keterbatasan yang mungkin dapat ditemui dalam penelitian semacam itu:

1. Keterbatasan waktu, Penelitian mungkin hanya dilakukan dalam periode waktu tertentu, yang dapat membatasi pengamatan terhadap perubahan jangka panjang atau efek jangka panjang dari penggunaan blue light filter pada tingkat kelelahan mata.
2. *Visual task* yang digunakan pada penelitian ini adalah permainan mencari perbedaan dalam gambar (*find the difference*). Penelitian terdahulu tidak menjelaskan secara spesifik aplikasi atau permainan apa yang dipakai sebagai *visual task* sehingga peneliti mencari permainan sesuai tujuan *visual task* pada penelitian terdahulu yaitu agar responden tetap fokus melihat ke layar *smartphone* selama 30 menit. Oleh karena itu tidak ada standar aplikasi yang dipakai sebagai *visual task*.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian yang dilakukan terdapat pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *blue light filter* pada *smartphone*, dimana pada hasil quisioner responden yang menggunakan blue light filter tidak mengalami kelelahan mata.
2. Pada penelitian yang dilakukan ini terdapat pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *smartphone* tanpa blue light filter, dimana terdapat kenaikan nilai dari pretest posttest dan responden mengalami kelelahan mata.

#### **5.2 Saran**

Berikut adalah beberapa saran untuk peneliti selanjutnya yang ingin melanjutkan penelitian tentang pengaruh penggunaan blue light filter pada tingkat kelelahan mata:

1. Perluas sampel penelitian, dengan mengambil sampel yang lebih besar dan lebih representatif dapat meningkatkan validitas eksternal penelitian. Melibatkan mahasiswa dari berbagai program studi atau universitas lain juga dapat memperluas generalisasi temuan penelitian.
2. Kontrol faktor-faktor konfounding secara lebih baik, dengan identifikasi faktor-faktor konfounding potensial seperti durasi penggunaan *smartphone*, jarak pandang, postur saat menggunakan *smartphone*, dan kebiasaan tidur. Upayakan untuk mengendalikan atau memperhitungkan faktor-faktor ini dengan lebih baik dalam desain penelitian dan analisis statistik.
3. Melakukan analisis lebih mendalam, selain mengukur tingkat kelelahan mata, pertimbangkan untuk melihat parameter lain yang terkait dengan kesehatan mata, seperti penglihatan yang kabur, mata kering, atau

ketidaknyamanan mata. Ini dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang efek penggunaan blue light filter.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Sikap Kerja H, Kupang PDSTKKDKMPPDKS. *The Relationship Between Work Attitude, Lighting, And Temperature Towards Work Fatigue and Eye Fatigue at Tailors in Kampung Solor Kupang.* *Jurnal IKESMA* 2017.
2. Yuni YL, Nurbaiti M, Akhriansyah M. Edukasi Pencegahan Asthenopia (Kelelahan Mata) Selama Pembelajaran Daring Pada Mahasiswa. *Empowerment: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 2022;1(4):508-515. doi:10.55983/empjcs.v1i4.186
3. Amalia H. Efek sinar biru pada kornea, lensa dan retina. *Jurnal Biomedika dan Kesehatan*. 2019;2(1):1-2. doi:10.18051/jbiomedkes.2019.v2.1-2
4. Ayu I, Udiantari I, Desak ;, Sukra W, Biologi WJ, Kelautan P. Fitur Eye Protection Pada Layar Smartphone Dapat Mengurangi Kelelahan Mata Dan Memperpanjang Durasi Penggunaan Pada Siswa SMP N 1 Seririt. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha* 6(1).
5. Pendidikan Biologi P, Biologi dan Perikanan Kelautan J, Undiksha F, Biologi P. Fitur Eye Protection Pada Layar Smartphone Dapat Mengurangi Kelelahan Mata Dan Memperpanjang Durasi Penggunaan Pada Siswa SMP N 1 Seririt. Published online 2019.
6. Sri Rahayu N, Mulyadi S, Studi PGPAUD UPI Kampus Tasikmalaya P. Analisis Penggunaan Gadget Pada Anak Usia Dini. *Jurnal PAUD Agapedia* Vol 5. 2021.
7. Gammoh Y. Digital Eye Strain and Its Risk Factors Among a University Student Population in Jordan: A Cross-Sectional Study. *Cureus*. Published online February 26, 2021. doi:10.7759/cureus.13575.
8. Maulina N, Syafitri L. Hubungan Usia, Lama Bekerja Dan Durasi Kerja Dengan Keluhan Kelelahan Mata Pada Penjahit Sektor Usaha Informal Di Kecamatan Banda Sakti Kota Lhokseumawe Tahun 2018. *Jurnal averrous* Vol 5.;2019
9. Asnel R, Kurniawan C, Studi P, Kesehatan I, Stikes M, Pekanbaru PN. Analisis Faktor Kelelahan Mata pada Pekerja Pengguna Komputer. 5(2):356-365.



doi:10.22216/jen.v5i2.4454

10. Sampouw VP, Suoth LF, Maramis FRR, et al. Hubungan Antara Lama Paparan Cahaya Monitor Komputer Dengan Kelelahan Mata Pada Gamer Online Di Warung Internet Kota Manado. *Jurnal KESMAS* Vol 8.; 2019.
11. Amalia H. Efek sinar biru pada kornea, lensa dan retina. *Jurnal Biomedika dan Kesehatan*. 2019;2(1):1-2.doi:10.18051/jbiomedkes.2019.v2.1-2
12. Wiryawan AV, Maharani M, Kesoema TA, Prihatningtias R. The Effect of Using Blue Light Filter Feature on Smartphones with Asthenopia Occurrence. *Diponegoro International Medical Journal*. 2021;2(1):30-35. doi:10.14710/dimj.v2i1.9761
13. Ludwig PE, Jessu R, Czyz CN. *Anatomy Of The Eye*. Statpearls Publishing.2022
14. Zhu J, Zhang E, Rio-Tsonis K. *Eye Anatomy*. In: *ELS*. Wiley; 2012. doi:10.1002/9780470015902.a0000108.pub2
15. Keith L. moore, Anne M.R. Agur, Arthut F. Dalley. *Essential Clinical Anatomy Fifth Edition*. 2015.
16. Prof. Dr. Hj. Mega iswari, M.pd, Dr. Nurhastuti, M.Pd. *Anatomi Fisiologi Dan Genetika*.2018.
17. Richard L. Drake, Wayne Vogl, Adam W. *Gray's Basic Anatomy International Edition*. 2012.
18. Nguyen KH, Patel BC, Tadi P. *Anatomy, Head and Neck, Eye Retina*. StatPearls Publishing.2022.
19. Chen BY, Liou JC, Wu JL, Chen CH, Yang SL. Photoreceptor and vision protective effects of astragaloside IV in mice model withlight-evoked retinal damage. *Biomedicine and Pharmacotherapy*. 2022;153. doi:10.1016/j.biopha.2022.113404
20. Zhang F, Kurokawa K, Lassoued A, Crowell JA, Miller DT. Cone photoreceptor classification in the living human eye from photostimulation-induced phase dynamics. *Proc Natl Acad Sci U SA*. 2019;116(16):7951-7956. doi:10.1073/pnas.1816360116
21. Vijjapu MT, Fouda ME, Agambayev A, et al. A flexible capacitive

- photoreceptor for the biomimetic retina. *Light Sci Appl.* 2022;11(1). doi:10.1038/s41377-021-00686-4
22. Kesehatan JI, Husada S, Penglihatan G, et al. Made Michael Dana, Visual Impairment Due to Uncorrected Refractive Error Artikel info Artikel history. doi:10.35816/jiskh.v10i2.451
  23. Ludwig PE, Jessu R, Czyz CN. *Physiology Eye*. Statpearls Publishing.2022.
  24. Lee M, Jeon J, Lee H. Explainable AI for domain experts: a postHoc analysis of deep learning for defect classification of TFT–LCD panels. *J Intell Manuf.* 2022;33(6):1747-1759. doi:10.1007/s10845-021-01758-3
  25. Inoue D, Miyake T, Sugimoto M. A mechanism of short-term image-sticking phenomenon caused by flexoelectric effect in IPS LCD. In: *IEICE Transactions on Electronics*. Vol E101C. Institute of Electronics, Information and Communication, Engineers, IEICE; 2018:846-850. doi:10.1587/transele.E101.C.846
  26. Martinez C, Rainouard F, Meynard B. *Design Considerations for Holographic Retinal Projection Display.*; 2019.
  27. Bando H. *Effective Proposal of Food Pyramid for Understanding of Low Carbohydrate Diet (LCD) Abbreviation.* Vol 1.; 2020. www.gnosscience.com
  28. Huang Y, Hsiang EL, Deng MY, Wu ST. Mini-LED, Micro-LED and OLED displays: present status and future perspectives. *Light Sci Appl.* 2020;9(1). doi:10.1038/s41377-020-0341-9
  29. Jia Y, Liu Z, Wu D, Chen J, Meng H. *Mechanical Simulation of Foldable AMOLED Panel with a Module Structure.*; 2018. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566119918306049>
  30. Kim C, Hong S, Lee K, Kim YJ. High-Accurate and Fast Power Model Based on Channel Dependency for Mobile AMOLED Displays. *IEEE Access.*2018;6:73380-73394.doi:10.1109/ACCESS.2018.2881272
  31. Devi Rahma I, Ikliluddin A, Shani Meida N, Studi Kedokteran Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta P. Hubungan Penggunaan Fitur Filter Sinar Biru Layar Ponsel Pintar Terhadap

- Derajat Keparahan Sindrom Mata Kering Pada Usia Muda. *Okupasi: Scientific Journal of Occupational Safety & Health*. 2022 (1):1-8.
32. Gupta S, Aparna S. Effect of yoga ocular exercises on eye fatigue. *Int J Yoga*. 2020;13(1):76. doi:10.4103/ijoy.ijoy\_26\_19
  33. Maisal FM, Ruliati LP, Berek NC, Roga AU, Ratu JM. Efektivitas Senam Mata untuk Mengurangi Tingkat Kelelahan Mata pada Pekerja Rambut Palsu. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*. 2020;6(1):9.doi:10.24843/jei.2020.v06.i01.p02
  34. Wikurendra EA, Rabbani MS, Nurika G. Association Between Lighting Level to Subjective Complaints of Visual Fatigue on Operators in the Auto Welder Section. *The Indonesian Journal Of Occupational Safety and Health*. 2021;10(2):218. doi:10.20473/ijosh.v10i2.2021.218-223.
  35. Apriyanti S, Sawitri E, Fatmawati NK. Penggunaan Smartphone Berpengaruh Terhadap Gejala Computer Vision Syndrome. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 2021;3(5): 673-678.
  36. Downie LE, Keller PR, Busija L, Lawrenson JG, Hull CC. Blue-light filtering spectacle lenses for visual performance, sleep, and macular health in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2019;2019(1). doi:10.1002/14651858.CD013244.
  37. Chiu HP, Liu CH. The effects of three blue light filter conditions for smartphones on visual fatigue and visual performance. *Hum Factors Ergon Manuf*. 2020;30(1):83-90. doi:10.1002/hfm.20824.
  38. Heo JY, Kim K, Fava M, et al. Effects of smartphone use with and without blue light at night in healthy adults: A randomized, double-blind, cross-over, placebo-controlled comparison. *J Psychiatr Res*. 2017;87:61-70. doi:10.1016/j.jpsychires.2016.12.010.
  39. Zhao ZC, Zhou Y, Tan G, Li J. Research progress about the effect and prevention of blue light on eyes. *Int J Ophthalmol*. 2018;11(12):1999-2003. doi:10.18240/ijo.2018.12.20.
  40. Lee HJ, Kim SJ. Factors associated with visual fatigue from curved monitor use: A prospective study of healthy subjects. *PLoS One*. 2016;11(10).

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Lembar Penjelasan Kepada Calon Responden Penelitian

Lembar penjelasan kepada Mahasiswa/i Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sebagai sampel penelitian.

Assalamualaikum Wr. Wb Dengan Hormat,

Perkenalkan nama saya Rifkah Adilah, sedang menjalankan program studi S1 di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Saya sedang melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Penggunaan *Blue Light Filter* Pada *Smartphone* Terhadap Tingkat Kelelahan Mata Pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara”

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *blue light filter* pada *smartphone* terhadap tingkat kelelahan mata pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian ini akan dilaksanakan di ruang kuliah kampus FK UMSU. Mahasiswa/I yang bersedia menjadi responden akan diminta untuk mendownload game sesuai dengan yang di instruksikan oleh peneliti dan memainkan game tersebut selama 30 menit tanpa jeda. Sebelum dan sesudah memainkan game tersebut responden diminta untuk mengisi kuisioner yang telah diberikan peneliti.

Partisipasi Mahasiswa/i bersifat sukarela tanpa adanya paksaan. Setiap data yang ada dalam penelitian ini akan dirahasiakan dan digunakan untuk kepentingan penelitian. Untuk penelitian ini Mahasiswa/i tidak dikenakan biaya apapun, apabila membutuhkan penjelasan lebih lanjut silahkan menghubungi saya:

Nama : Rifkah Adilah  
Alamat : Jalan. Nenas no.1 kel. Silalas kec. Medan Barat  
kota medan No HP : 081262336057

Terimakasih saya ucapkan kepada Mahasiswa/i yang telah ikut berpartisipasi pada penelitian ini. Keikutsertaan Mahasiswa/i dalam penelitian ini akan menyumbangkan sesuatu yang berguna bagi ilmu pengetahuan. Setelah memahami berbagai hal, menyangkut penelitian ini diharapkan Mahasiswa/i bersedia mengisi lembar persetujuan yang telah dipersiapkan.

Medan, 24 Juli 2023

Peneliti

Rifkah Adilah

## Lampiran 2. Lembar *Informed Consent*

### INFORMED CONSENT (LEMBAR PERSETUJUAN RESPONDEN)

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama :

Umur :

Alamat :

Jenis Kelamin :

Angkatan :

Bersedia dan tidak keberatan untuk menjadi responden dalam penelitian yang dilakukan oleh Rifkah Adilah, Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2019 dengan judul “Pengaruh Penggunaan *Blue Light Filter* Pada *Smartphone* Terhadap Tingkat Kelelahan Pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara” Dan setelah mengetahui dan menyadari sepenuhnya risiko yang mungkin terjadi, dengan ini saya menyatakan bersedia dengan sukarela menjadi subjek penelitian tersebut. Jika sewaktu-waktu ingin berhenti, saya berhak untuk tidak melanjutkan keikutsertaan saya terhadap penelitian ini tanpa ada saksi apapun.

Medan, 24 Juli 2023  
Responden

( )

### Lampiran 3. Lembar Kuesioner

#### KUISIONER KELUHAN SUBJEKTIF KELELAHAN MATA

Assalamualaikum wr.wb.

Saya adalah mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2019 yang saat ini sedang melakukan penelitian mengenai Pengaruh Penggunaan *Blue Light Filter* Pada *Smartphone* Terhadap Tingkat Kelelahan Pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Untuk itu saya mohon agar saudara bersedia menjawab beberapa pertanyaan berikut dengan baik dan benar, sesuai dengan yang saudara rasakan. Saya akan menjamin kerahasiaan data yang saudara berikan.

Petunjuk pengisian kuisisioner:

1. Jawab dan isilah pertanyaan dengan benar dan jujur.
2. Beri tanda silang (x) pada garis skala yang diberikan sesuai dengan apa yang saudara rasakan.

Medan, Oktober 2022

Hormat saya,

Responden,

Rifkah Adilah

(...  
)

NPM: 1908260036

#### I. Identitas Responden

1. Nama : .....
2. Umur : .....
3. Jenis Kelamin : .....

4. Angkatan : .....



## II. Keluhan Subjektif

Berikan tanda silang (x) pada skala nilai (0-100) yang anda rasakan terhadap keluhan dibawah ini.

NO	KELUHAN	SKALA NILAI
1	Mata terasa tegang	0 _____ 10 _____ 20 _____ 30 _____ 40 _____ 50 _____ 60 _____ 70 _____ 80 _____ 90 _____ 100
2	Mata terasa sakit	0 _____ 10 _____ 20 _____ 30 _____ 40 _____ 50 _____ 60 _____ 70 _____ 80 _____ 90 _____ 100
3	Sakit kepala	0 _____ 10 _____ 20 _____ 30 _____ 40 _____ 50 _____ 60 _____ 70 _____ 80 _____ 90 _____ 100
4	Penglihatan ganda	0 _____ 10 _____ 20 _____ 30 _____ 40 _____ 50 _____ 60 _____ 70 _____ 80 _____ 90 _____ 100
5	Penglihatan kabur	0 _____ 10 _____ 20 _____ 30 _____ 40 _____ 50 _____ 60 _____ 70 _____ 80 _____ 90 _____ 100
6	Mata terasa perih	0 _____ 10 _____ 20 _____ 30 _____ 40 _____ 50 _____ 60 _____ 70 _____ 80 _____ 90 _____ 100
7	Mata terasa kering/gatal	0 _____ 10 _____ 20 _____ 30 _____ 40 _____ 50 _____ 60 _____ 70 _____ 80 _____ 90 _____ 100
8	Mata berair	0 _____ 10 _____ 20 _____ 30 _____ 40 _____ 50 _____ 60 _____ 70 _____ 80 _____ 90 _____ 100



**Lampiran 4. Surat *Ethical Clearence***

 <b>UMSU</b> <small>UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA</small>	
KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA FACULTY OF MEDICINE UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA	
KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL "ETHICAL APPROVAL" No: 994/KEPK/FKUMSU/2023	
Protokol penelitian yang diusulkan oleh: The Research protocol proposed by	
<u>Peneliti Utama</u> Principal investigator	Rikah Adilah
<u>Nama Institusi</u> Name of the institution	Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Faculty of Medicine University of Muhammadiyah Sumatera Utara
<u>Dengan Judul</u> Title	
<b>"PENGARUH PENGGUNAAN BLUE LIGHT FILTER PADA SMARTPHONE TERHADAP TINGKAT KELELAHAN MATA PADA MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA"</b> <b>"THE EFFECT OF USING BLUE LIGHT FILTERS ON SMARTPHONES ON THE LEVEL OF EYESTRAIN IN STUDENTS OF THE MUHAMMADIYAH MEDICAL FACULTY NORTH SUMATRA"</b>	
Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan / Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016 Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.	
Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion / Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicator of each standard	
Pernyataan Laki Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 24 Februari 2023 sampai dengan tanggal 24 Februari 2024 The declaration of ethics applies during the periode February 24, 2023 until February 24, 2024	
 Medan 24 Februari 2023 Kelua Dr. dr. Nurdedy, MKT	

## Lampiran 5. Surat Izin Penelitian



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS KEDOKTERAN**

Jalan Gedung Arca No. 53 Medan, 20217 Telp. 061 - 7350163, 7333162, Fax. 061 - 7383488  
 Website : [www.umsu.ac.id](http://www.umsu.ac.id) E-mail : [fd@umsu.ac.id](mailto:fd@umsu.ac.id)

---

Nomor : 396/II.3.AU/UMSU-08/F/2023  
 Lampiran : -  
 Perihal : **Izin Penelitian**

Medan 14 Sya'ban 1444 H  
 07 Maret 2023 M

Kepada Saudari **Rifkah Adilah**  
 di  
 Tempat

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Sehubungan dengan surat Saudari berkenaan permohonan izin untuk melakukan penelitian di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yaitu :

Nama : Rifkah Adilah  
 NPM : 1908260036  
 Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan *Blue Light Filter* Pada Smartphone Terhadap Tingkat Kelelahan Mata Pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Muhammadiyah Sumatera Utara

maka kami memberikan izin kepada saudara, untuk melaksanakan penelitian di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, selama proses penelitian agar mengikuti peraturan yang berlaku di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian Saudari kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu alaikum warahmatullahi wabarakatuh*




Dekan,  
**dr. Siti Masliana Sirigar, Sn.THT-KL(K)**  
 NIDN : 0106098201

Tembusan Yth:

1. Wakil Dekan I, III FK UMSU
2. Ketua Program Studi Pendidikan Kedokteran FK UMSU
3. Ketua Ruang Skripsi FK UMSU
4. Penitipg



### Lampiran 6. Dokumentasi



## Lampiran 7. Hasil Kuesioner Post Test Blue Light Filter

Umur	Jenis kelamin	Angkatan	Nomor handphone/whatsapp	Apakah saat menjadi responden anda menggunakan blue light filter?	Mata terasa tegang	Mata terasa sakit	Sakit kepala	Penglihatan ganda	Penglihatan kabur	Mata terasa perih	Mata berair	Mata terasa kering/gatal
21 tahun	Perempuan	2019	082264468	iya	5	6	5	5	5	5	5	5
21 tahun	Perempuan	2019	081260702	iya	10	10	10	10	10	10	10	10
21 tahun	Perempuan	2019	081262016	iya	10	10	10	5	10	10	10	5
21 tahun	Perempuan	2019	085270374	iya	10	10	10	5	10	10	5	10
21 tahun	Laki-laki	2019	082164016	iya	5	0	0	0	0	10	5	5
21 tahun	Laki-laki	2019	081162922	iya	5	10	5	5	5	5	5	10
21 tahun	Perempuan	2019	081265841	iya	10	10	10	10	10	10	10	10
21 tahun	Laki-laki	2019	082165616	iya	0	5	5	0	5	5	5	5
21 tahun	Perempuan	2019	082165313	iya	0	0	0	0	0	10	0	10
21 tahun	Laki-laki	2019	082388266	iya	10	10	0	0	0	10	10	10
21 tahun	Laki-laki	2021	081264516	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	082275466	iya	10	10	10	10	10	10	10	10
21 tahun	Perempuan	2019	081318883	iya	10	10	10	10	10	10	10	10
21 tahun	Perempuan	2019	081269548	iya	10	10	10	10	10	10	10	10
21 tahun	Perempuan	2019	082252527	iya	10	10	10	10	10	10	10	10
21 tahun	Perempuan	2019	081377156	iya	10	0	10	0	0	10	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	081263126	iya	30	10	0	0	10	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	082294681	iya	10	0	10	10	10	10	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	081260691	iya	0	0	10	10	10	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	087868701	iya	0	0	0	0	0	10	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	081959379	iya	0	0	0	0	0	0	0	10
21 tahun	Perempuan	2019	085337167	iya	0	0	20	0	0	10	0	10
20 tahun	Perempuan	2019	082170766	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	082274360	iya	0	0	0	0	0	0	0	10
20 tahun	Perempuan	2019	081263743	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	082388017	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
20 tahun	Perempuan	2019	081275785	iya	0	0	0	0	0	0	10	0
21 tahun	Laki-laki	2019	081263869	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Laki-laki	2019	082277631	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	082167735	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	085373653	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Laki-laki	2019	081578546	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	081165934	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	081262362	iya	0	0	0	0	0	0	10	0
21 tahun	Laki-laki	2019	082164977	iya	0	0	0	0	0	0	0	10
21 tahun	Laki-laki	2019	081397193	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Laki-laki	2019	082113257	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
20 tahun	Perempuan	2019	081345289	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	085376772	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	082267222	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
20 tahun	Perempuan	2019	082164779	iya	0	0	0	0	0	0	0	20
21 tahun	Laki-laki	2019	081294456	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	085357288	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Laki-laki	2019	082223459	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	082165519	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	085371573	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
20 tahun	Perempuan	2019	081273848	iya	0	0	0	0	0	0	0	10
20 tahun	Perempuan	2019	082297616	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	082367709	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	081350458	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	085262966	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Laki-laki	2019	082130811	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Laki-laki	2019	085375866	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
20 tahun	Perempuan	2019	081361200	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	082166381	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
20 tahun	Perempuan	2019	081265078	iya	0	0	0	0	0	0	0	10
20 tahun	Laki-laki	2019	085161051	iya	0	0	0	0	0	0	0	10
21 tahun	Laki-laki	2019	081263843	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
20 tahun	Laki-laki	2019	081325008	iya	0	0	0	0	0	0	0	10
21 tahun	Perempuan	2019	081262480	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	085362311	iya	0	0	0	0	0	0	0	20
21 tahun	Perempuan	2019	081264664	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Laki-laki	2019	085296780	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	081360152	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	081562335	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Laki-laki	2019	081160919	iya	0	0	0	0	0	0	0	10
21 tahun	Perempuan	2019	081272261	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	081361919	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Laki-laki	2019	081382027	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
20 tahun	Perempuan	2019	082255851	iya	0	0	0	0	0	0	0	10
21 tahun	Perempuan	2019	085269788	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	081263854	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	081212807	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	082162043	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
20 tahun	Perempuan	2019	081265438	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
21 tahun	Perempuan	2019	082240870	iya	0	0	0	0	0	0	0	0
20 tahun	Perempuan	2019	082288060	iya	0	0	0	0	0	0	0	0

### Post Test Non Blue Light Filter

Umur	Jenis kelamin	Angkatan	Nomor handphone/whatsapp	Apakah saat menjadi responden anda menggunakan n blue light filter?	Mata terasa tegang	Mata terasa sakit	Sakit kepala	Penglihatan ganda	Penglihatan kabur	Mata terasa perih	Mata berair	Mata terasa kering/gatal
20 tahun	Laki-laki	2020	081263708	tidak	0	0	20	0	0	20	0	20
20 tahun	Perempuan	2020	081160320	tidak	10	0	20	0	0	30	0	20
20 tahun	Laki-laki	2020	081254627	tidak	0	0	30	0	0	30	0	10
19 tahun	Perempuan	2020	081160923	tidak	10	0	30	0	0	20	10	20
20 tahun	Perempuan	2020	081245363	tidak	10	0	20	0	0	30	20	10
20 tahun	Laki-laki	2020	085762108	tidak	20	0	20	0	0	20	20	10
19 tahun	Laki-laki	2020	087786892	tidak	0	0	10	10	0	20	10	10
20 tahun	Perempuan	2020	087865431	tidak	0	0	20	10	0	30	20	10
19 tahun	Perempuan	2020	081264678	tidak	0	0	20	10	10	30	10	10
19 tahun	Perempuan	2020	081345624	tidak	0	0	20	10	10	20	20	20
20 tahun	Laki-laki	2020	081245678	tidak	0	0	20	10	10	20	20	10
20 tahun	Perempuan	2020	081160987	tidak	0	0	20	20	10	20	20	10
20 tahun	Laki-laki	2020	087865421	tidak	0	0	10	10	0	20	20	20
20 tahun	Laki-laki	2020	085167225	tidak	0	0	20	10	10	30	20	20
20 tahun	Perempuan	2020	081222678	tidak	0	0	20	10	0	40	20	10
20 tahun	Perempuan	2020	087865147	tidak	0	0	30	10	0	30	20	10
20 tahun	Perempuan	2020	085143781	tidak	0	0	20	10	0	39	20	20
20 tahun	Laki-laki	2020	081563867	tidak	0	0	10	10	0	20	10	10
19 tahun	Perempuan	2020	081533105	tidak	0	0	10	0	0	10	10	10
20 tahun	Perempuan	2020	081160171	tidak	0	0	20	10	10	30	30	20
20 tahun	Laki-laki	2020	081571023	tidak	0	0	20	10	10	40	20	10
19 tahun	Perempuan	2020	081160386	tidak	0	0	20	20	0	30	10	0
20 tahun	Laki-laki	2020	081347845	tidak	0	0	20	10	0	50	30	40
19 tahun	Perempuan	2020	081566431	tidak	10	10	30	10	10	40	20	10
19 tahun	Perempuan	2020	081245738	tidak	0	0	30	10	10	40	20	10
20 tahun	Perempuan	2020	081577108	tidak	20	0	30	10	10	40	20	0
20 tahun	Laki-laki	2020	081243568	tidak	0	0	30	0	0	60	40	0
19 tahun	Laki-laki	2020	081271023	tidak	0	0	20	0	0	50	40	20
20 tahun	Laki-laki	2020	081543510	tidak	0	0	30	20	0	40	20	0
20 tahun	Perempuan	2020	081352771	tidak	0	0	20	10	10	40	30	0
20 tahun	Laki-laki	2020	085161778	tidak	0	20	40	20	10	40	20	0
20 tahun	Perempuan	2020	081355108	tidak	20	10	30	20	10	40	20	10
20 tahun	Perempuan	2020	085143781	tidak	10	0	20	10	10	30	20	0
19 tahun	Perempuan	2020	087785623	tidak	0	0	20	10	0	60	20	0
20 tahun	Perempuan	2020	087713456	tidak	0	0	10	10	0	30	0	0
19 tahun	Perempuan	2020	087714562	tidak	0	0	20	10	10	30	10	10
20 tahun	Perempuan	2020	081160562	tidak	0	0	20	10	0	40	30	0
20 tahun	Perempuan	2020	081160721	tidak	0	0	10	10	10	20	10	0
20 tahun	Laki-laki	2020	081573108	tidak	0	0	0	10	0	30	10	0
19 tahun	Perempuan	2020	082356711	tidak	0	0	20	20	0	30	10	0
19 tahun	Perempuan	2020	082213457	tidak	20	0	0	0	0	40	10	0
20 tahun	Laki-laki	2020	081243105	tidak	0	0	10	20	10	60	10	0
20 tahun	Laki-laki	2020	089561701	tidak	0	0	0	0	0	50	10	0
19 tahun	Laki-laki	2020	081262337	tidak	0	0	0	30	0	30	0	20
20 tahun	Laki-laki	2020	081360725	tidak	0	0	0	10	0	40	0	0
20 tahun	Laki-laki	2020	081263865	tidak	0	0	0	0	0	10	10	30
20 tahun	Perempuan	2020	085361731	tidak	0	0	10	10	0	40	0	10
19 tahun	Laki-laki	2020	081523178	tidak	20	0	30	10	20	40	20	0
20 tahun	Laki-laki	2020	081263865	tidak	0	0	0	10	0	30	10	0
20 tahun	Perempuan	2020	081160720	tidak	10	0	10	10	0	30	0	20
20 tahun	Perempuan	2020	081262335	tidak	0	0	0	20	0	40	10	0
19 tahun	Perempuan	2020	081262336	tidak	10	0	20	10	10	20	10	10
20 tahun	Perempuan	2020	081250442	tidak	0	0	20	20	10	40	20	0
20 tahun	Perempuan	2020	081262365	tidak	20	0	20	20	0	30	20	0
20 tahun	Perempuan	2020	081262855	tidak	0	0	10	20	0	30	20	20
20 tahun	Perempuan	2020	081262448	tidak	0	0	10	20	0	30	10	0
20 tahun	Perempuan	2020	081533105	tidak	0	0	0	20	10	30	10	0
20 tahun	Laki-laki	2020	081262334	tidak	0	0	0	20	0	50	10	0
20 tahun	Laki-laki	2020	082210541	tidak	0	0	0	20	0	20	10	10
20 tahun	Perempuan	2020	081355407	tidak	0	0	10	20	0	20	20	10
19 tahun	Perempuan	2020	081263688	tidak	0	0	10	10	0	60	50	20
20 tahun	Perempuan	2020	081263107	tidak	10	10	20	20	10	40	20	10
20 tahun	Perempuan	2020	082155106	tidak	10	10	10	30	10	40	20	10
20 tahun	Laki-laki	2020	081160532	tidak	0	0	0	20	10	30	10	10
20 tahun	Perempuan	2020	081253701	tidak	0	0	0	40	10	60	30	20
19 tahun	Perempuan	2020	081533106	tidak	0	10	0	30	10	20	10	10
20 tahun	Perempuan	2020	081160912	tidak	10	10	10	20	20	50	30	10
20 tahun	Laki-laki	2020	081263867	tidak	10	10	0	20	0	20	10	0
19 tahun	Perempuan	2020	081350874	tidak	0	0	0	20	0	30	10	0
19 tahun	Perempuan	2020	081345662	tidak	0	0	0	10	0	20	10	0
19 tahun	Perempuan	2020	081160352	tidak	10	0	10	10	10	30	10	10
20 tahun	Perempuan	2020	081160934	tidak	0	0	0	20	0	30	20	0
19 tahun	Perempuan	2020	081234233	tidak	0	0	10	10	0	30	10	10
20 tahun	Perempuan	2020	081550702	tidak	0	0	0	20	0	20	10	10
19 tahun	Perempuan	2020	081160423	tidak	0	0	0	10	0	10	10	10
20 tahun	Laki-laki	2020	082345227	tidak	10	10	10	10	10	10	10	0
20 tahun	Laki-laki	2020	081160702	tidak	0	0	0	10	0	30	10	10

## Lampiran 8. Output SPSS

### 1. Analisis Univariat

#### Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin Responden

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Laki-laki	50	32.5	32.5	32.5
Perempuan	104	67.5	67.5	100.0
Total	154	100.0	100.0	

#### Distribusi Frekuensi Usia Responden

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 19 Tahun	23	14.9	14.9	14.9
20 Tahun	68	44.2	44.2	59.1
21 Tahun	63	40.9	40.9	100.0
Total	154	100.0	100.0	

#### Distribusi Statistik Tingkat Kelelahan Mata

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pretest No Blue Light Filter	77	0	40	7.66	9.986
Postest No Blue Light Filter	77	40	160	91.42	31.353
Pretest Blue Light Filter	77	0	480	22.27	64.952
Postest Blue Light Filter	77	0	80	15.53	25.295
Valid N (listwise)	77				

### 1. Analisis Bivariat

#### Uji Normalitas

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Hasil Eksperimen	Pretest No BLF	.324	77	<,001	.758	77	<,001
	Postest No BLF	.115	77	.013	.952	77	.006
	Pretest BLF	.366	77	<,001	.356	77	<,001
	Postest BLF	.314	77	<,001	.658	77	<,001

a. Lilliefors Significance Correction

### Uji Mann-Whitney

	Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tingkat Kelelahan Mata	Postest No BLF	77	112.63	8672.50
	Postest BLF	77	42.37	3262.50
	Total	154		

### Uji Maan-Whitney

Tingkat Kelelahan Mata	
Mann-Whitney U	259.500
Wilcoxon W	3262.500
Z	-9.905
Asymp. Sig. (2-tailed)	<,001

a. Grouping Variable: Kelompok

### Uji Wilcoxon

		Wilcoxon	Mean Rank	Sum of Ranks
Postest No BLF - Pretest No BLF	Negative Ranks	0 <sup>a</sup>	.00	.00
	Positive Ranks	77 <sup>b</sup>	39.00	3003.00
	Ties	0 <sup>c</sup>		
	Total	77		
Postest BLF - Pretest BLF	Negative Ranks	25 <sup>d</sup>	19.50	487.50
	Positive Ranks	18 <sup>e</sup>	25.47	458.50
	Ties	34 <sup>f</sup>		
	Total	77		

a. Postest No BLF < Pretest No BLF

b. Postest No BLF > Pretest No BLF

c. Postest No BLF = Pretest No BLF

d. Postest BLF < Pretest BLF

e. Postest BLF > Pretest BLF

f. Postest BLF = Pretest BLF

### Hasil Uji Wilcoxon

	Postest No BLF - Pretest No BLF	Postest BLF - Pretest BLF
Z	-7.634 <sup>b</sup>	-.176 <sup>c</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	<,001	.860

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

c. Based on positive ranks.

**II. Riwayat Pendidikan**

1. TK : TK Islam An-Nizam Medan
2. SD : SD Islam An-Nizam Medan
3. SMP : SMP Al Ulum Terpadu Medan
4. SMA : SMA N 1 Medan
5. Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara



**Lampiran 10. Artikel Publikasi****PENGARUH PENGGUNAAN *BLUE LIGHT FILTER* PADA *SMARTPHONE*  
TERHADAP TINGKAT KELELAHAN MATA PADA MAHASISWA  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SUMATERA UTARA**Taya Elsa Savista<sup>1</sup>, Rifkah Adilah<sup>2</sup>Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia  
Email Korespondensi: [melvianalubis@umsu.ac.id](mailto:melvianalubis@umsu.ac.id)**ABSTRAK**

Penggunaan *smartphone* bukan hanya pada usia remaja dan dewasa saja, penggunaan pada anak-anak diketahui sebanyak 29%, bayi berusia <1 tahun 3,5%, anak balita 1-4 tahun sebanyak 25,9%, dan anak prasekolah 5-6 tahun sebanyak 47,7%. Untuk mengurangi kelelahan pada mata karena pancaran sinar biru pada *handphone* dengan menggunakan fitur *blue light filter*. Tujuan penelitian yaitu Menganalisis pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *smartphone* dengan pengguna dan tidak pengguna *blue light filter* pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Jenis penelitian ini *quasi-experimental* menggunakan *pre-posttest design*. Populasi penelitian ini mahasiswa/i Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, sampel di dasarkan uji hipotesis komparatif numerik tidak berpasangan, sebanyak 77 orang dalam 1 kelompok. Jumlah total sampel adalah 154 orang untuk 2 kelompok. Hasil penelitian menunjukkan uji Wilcoxon didapatkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) kurang dari 0,001 (<0,05) pada kelompok yang tidak memakai *blue light filter* (No BLF), Sedangkan pada kelompok yang memakai *blue light filter* (BLF) nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,860 (>0,05). Kesimpulan yaitu terdapat pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *blue light filter* pada *smartphone* dan terdapat pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *smartphone* tanpa *blue light filter*.

Kata Kunci : *blue light filter*, *Smatphone*, *Tingkat Kelelahan Mata*

## **ABSTRACT**

*Smartphone use not only teenagers and adults, is known that use children is 29%, babies aged <1 year are 3.5%, toddlers 1-4 years are 25.9%, and preschool children are 5-6 years 47.7%. To reduce eye fatigue due to blue light emitted from cellphones, use blue light filter feature. The aim research is analyze effect eye fatigue levels before and after using smartphone with users and non-users blue light filters students at Faculty Medicine, Muhammadiyah University, North Sumatra. This type research is quasi-experimental using a pre-posttest design. The research population was students from the Faculty Medicine, Muhammadiyah University of North Sumatra, the sample based on unpaired numerical comparative hypothesis testing, many 77 people 1 group. The total number samples was 154 people for 2 groups. The research results showed Wilcoxon test obtained an Asymp value. Sig. (2-tailed) less than 0.001 (<0.05) group that did not use a blue light filter (No BLF), while group that used a blue light filter (BLF) Asymp value. Sig. (2-tailed) of 0.860 (>0.05). The conclusion influence level of eye fatigue before and after using a blue light filter smartphone and influence level eye fatigue before and after using a smartphone without a blue light filter.*

*Keywords: blue light filter, smartphone, eye fatigue level*

## **PENDAHULUAN**

Kelelahan pada mata adalah keadaan pada mata yang mengakibatkan penurunan vitalitas dan produktivitas akibat gangguan kesehatan pada mata. Mata lelah dapat terjadi apabila otot-otot mata dipaksa bekerja keras terutama saat melihat objek yang dekat dalam waktu yang lama. Adapun gejala pada orang yang mengalami mata lelah antara lain, sakit kepala, nyeri di sekitar mata, pandangan kabur, mata merah, dan mata berair.<sup>1</sup>

Data di Indonesia, kelelahan mata adalah gejala yang sering ditemukan karena adanya interaksi mata secara terus menerus dengan alat elektronik. Hasil penelitian yang dilakukan di corporate customer care center PT. Telekomunikasi Indonesia pada tahun 2009 terdapat 90,2% prevalensi kelelahan pada mata

karena adanya interaksi secara terus-menerus penggunaan komputer.<sup>2</sup>

Blue light (cahaya biru) digolongkan sebagai high-energy visible light (HEV light), yaitu sinar tampak dengan panjang gelombang pendek, sekitar 415 hingga 455 nm, dan tingkat energi yang tinggi. Sumber alami terbesar dari sinar jenis ini adalah matahari.<sup>3</sup> Selain matahari, cahaya biru juga berasal dari berbagai layar digital, seperti layar komputer, televisi, *smartphone*, dan peralatan elektronik lainnya. Menurut Puspa, dkk. (2018), Sinar biru terdapat pada spektrum yang masih dapat diterima oleh mata, namun bersifat *HEV Light* atau *High-Energy Vision Light* dimana mata yang terpapar sinar biru dalam waktu yang lama akan berdampak pada retina.<sup>4</sup> Sinar biru memiliki dampak

kelelahan pada mata yang terjadi akibat pupil bereaksi melambat karena terpapar cahaya dalam jangka waktu yang lama dan secara terus menerus sehingga otot-otot pada mata dipaksa bekerja untuk melihat objek dekat dalam waktu yang lama.<sup>5</sup>

Penggunaan gadget di era digital seperti sekarang ini semakin intens dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan *smartphone* bukan hanya pada usia remaja dan dewasa saja, penggunaan pada anak-anak diketahui sebanyak 29%, bayi berusia <1 tahun 3,5%, anak balita 1-4 tahun sebanyak 25,9%, dan anak prasekolah 5-6 tahun sebanyak 47,7%. Persentasi tersebut meningkat seiring dengan adanya pandemik covid 19. Resiko kerusakan pada mata yang terjadi tergantung dari panjang gelombang cahaya, intensitas, dan durasi paparan. Kelelahan pada mata akibat paparan sinar biru yang paling umum terjadi seperti mata kering, mata terasa gatal dan mata seperti terbakar akibat penggunaan *smartphone* yang lama. Keluhan kelelahan mata terjadi akibat pupil bereaksi melambat karena terpapar cahaya dalam jangka waktu yang lama dan secara terus-menerus.<sup>6</sup>

Untuk mengurangi kelelahan pada mata karena pancaran sinar biru pada *handphone* dengan menggunakan fitur *blue light filter*. Penggunaan *blue light filter* pada *handpone* dapat mengurangi kelelahan pada mata setelah penggunaan *handphone* dalam jangka waktu yang lama, fitur ini hampir sama pemanfaatannya dengan *office lens* yaitu mengurangi radiasi dan mampu mengatur kecerahan serta warna filter. Fitur ini

dimanfaatkan dengan cara menyaring sinar biru sehingga sinar yang tidak berbahaya ditampilkan di layar *smartphone* dan warna layar cenderung berwarna hangat sehingga meningkatkan kenyamanan visual dan mengurangi kelelahan pada mata.<sup>7</sup>

Menurut penelitian Ida Ayu et al (2021), mengenai ada perbedaan antara kelelahan mata yang diakibatkan oleh *smartphone* pada layar yang tidak mengaktifkan fitur *eye protection* dan yang mengaktifkan fitur *eye protection*. Rerata kelelahan pada mata sebelum menggunakan *smartphone* pada periode I sebesar 43,85 termasuk kategori agak lelah dan untuk periode II sebesar 26,50 termasuk kategori tidak lelah. Kelelahan mata setelah menggunakan *smartphone* pada layar yang tidak mengaktifkan fitur *eye protection* sebesar 65,35 termasuk kategori lelah dan layar *smartphone* yang mengaktifkan fitur *eye protection* 33,42 termasuk kategori agak lelah, dengan selisih kelelahan mata pada layar *smartphone* yang tidak mengaktifkan fitur *eye protection* sebesar 21,5 dan pada layar *smartphone* yang mengaktifkan fitur *eye protection* sebesar 6,92.<sup>7</sup>

Berdasarkan data-data diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan *blue light filter* pada *smartphone* terhadap tingkat kelelahan mata pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan *quasi-experimental*

dengan menggunakan *pre-posttest design*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kelelahan mata antara kelompok perlakuan (menggunakan *blue light filter*) dan kelompok kontrol (tidak menggunakan *blue light filter*).

Penelitian ini akan dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang berlokasi di Jalan Gedung Arca No.53 Medan.

Populasi dari penelitian ini adalah mahasiswa/i Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Besar sampel uji hipotesis komparatif numerik tidak berpasangan. Dari hasil perhitungan diatas maka besar sampel yang

#### Analisis Univariat

Tabel 1 Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin Responden.

	Freq	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Laki-laki	50	32.5	32.5	32.5
Perempuan	104	67.5	67.5	100.0
n				
Total	154	100.0	100.0	

Berdasarkan distribusi frekuensi jenis kelamin responden pada tabel 1 diperoleh informasi bahwa dari 154 responden yang digunakan untuk penelitian,

Tabel 2 Distribusi Frekuensi Usia Responden.

	Freq	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Va 19 Tahun	23	14.9	14.9	14.9
lid 20 Tahun	68	44.2	44.2	59.1
21 Tahun	63	40.9	40.9	100.0
Total	154	100.0	100.0	

Berdasarkan distribusi frekuensi usia responden pada tabel 2 diperoleh informasi bahwa dari 154 responden yang digunakan untuk penelitian, responden yang berusia 19 tahun

ditetapkan adalah sebanyak 77 orang dalam 1 kelompok agar dapat memenuhi persyaratan besar sampel minimal untuk uji hipotesis yang akan dilakukan. Jumlah total sampel adalah 154 orang untuk 2 kelompok.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

154 responden yang digunakan untuk penelitian, responden yang berjenis kelamin laki-laki sebanyak 50 orang (32,5%) dan responden yang berjenis kelamin perempuan sebanyak 104 orang (67.5%). responden yang berusia 19 tahun sebanyak 23 orang (14,9%), usia 20 tahun sebanyak 68 orang (44,2%), dan usia 21 tahun sebanyak 63 orang (40,9%).

responden yang berjenis kelamin laki-laki sebanyak 50 orang (32,5%) dan responden yang berjenis kelamin perempuan sebanyak 104 orang (67.5%).

sebanyak 23 orang (14,9%), usia 20 tahun sebanyak 68 orang (44,2%), dan usia 21 tahun sebanyak 63 orang (40,9%).

Table 3 Distribusi Statistik Tingkat Kelelahan Mata

	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Pretest No Blue Light Filter	77	0	40	7.66	9.986
Postest No Blue Light Filter	77	40	160	91.42	31.353
Pretest Blue Light Filter	77	0	480	22.27	64.952
Postest Blue Light Filter	77	0	80	15.53	25.295
Valid N (listwise)	77				

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa jumlah responden sebanyak 77 orang (N=77). Dari tabel di atas dapat dilihat besarnya nilai minimum, nilai maksimum, nilai rata-rata, standar deviasi dari tiap-tiap variabel. Tabel digunakan untuk membantu dalam melakukan identifikasi terhadap besar kecilnya penyimpangan atas masing-masing variabel yang mempengaruhi variabel satu dengan yang lainnya.

Detail atas penjelasan deskriptif atas pretest no blue light filter nilai minimum 0 dan maksimum 40 dengan rata-rata 7,66 dan standar deviasi 9,986 yang artinya Standar deviasi yang lebih besar dari mean menunjukkan bahwa data yang digunakan dalam variabel mempunyai sebaran besar karena standar deviasi lebih besar dari nilai mean-nya, sehingga simpangan data pada variabel ini dapat dikatakan tidak baik.

Pada postest no blue light filter nilai minimum 40 dan maksimum 160 dengan rata-rata 91,42 dan standar deviasi 31,353 yang artinya Standar deviasi yang lebih rendah dari mean menunjukkan

#### Analisis Bivariat

Tabel 4 Hasil Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov.

	Kelompok	Statistic	df	Sig.
Hasil Eksperimen	Pretest No BLF	.324	77	<,001
	Postest No BLF	.115	77	.013
	Pretest BLF	.366	77	<,001
	Postest BLF	.314	77	<,001

#### a. Lilliefors Significance Correction

bahwa data yang digunakan dalam variabel mempunyai sebaran kecil karena standar deviasi lebih kecil dari nilai mean-nya, sehingga simpangan data pada variabel ini dapat dikatakan baik.

Pada pretest blue light filter nilai minimum 0 dan maksimum 480 dengan rata-rata 22,27 dan standar deviasi 64,952 yang artinya Standar deviasi yang lebih tinggi dari mean menunjukkan bahwa data yang digunakan dalam variabel mempunyai sebaran besar karena standar deviasi lebih besar dari nilai mean-nya, sehingga simpangan data pada variabel ini dapat dikatakan tidak baik.

Pada postest blue light filter nilai minimum 0 dan maksimum 80 dengan rata-rata 15,53 dan standar deviasi 25,295 yang artinya Standar deviasi yang lebih tinggi dari mean menunjukkan bahwa data yang digunakan dalam variabel mempunyai sebaran besar karena standar deviasi lebih besar dari nilai mean-nya, sehingga simpangan data pada variabel ini dapat dikatakan tidak baik.

Berdasarkan hasil uji normalitas Kolmogorov Smirnov pada tabel 4 diketahui bahwa terdapat nilai probabilitas p atau Sig. < 0,05. Dengan demikian, maka diputuskan bahwa asumsi normalitas tidak terpenuhi, sehingga pengujian hipotesis menggunakan Uji Mann-Whitney dan Uji Wilcoxon.

### Uji Mann-Whitney

Hasil distribusi statistik

Tabel 5 Distribusi Statistik Uji Mann-Whitney.

	Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tingkat Kelelahan Mata	Postest No BLF	77	112.63	8672.50
	Postest BLF	77	42.37	3262.50
	Total	154		

Berdasarkan hasil uji statistik Mann-Whitney pada tabel 5 diketahui bahwa nilai Asymp. Sig. (2-tailed) kurang dari 0,001 dimana nilai ini < 0,05. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan antara kelompok yang tidak memakai *blue light filter* dengan kelompok yang memakai *blue light filter*. Karena perbedaan yang didapatkan bermakna secara signifikan (<0,05) maka dapat dikatakan bahwa ada pengaruh penggunaan *blue light filter*

### Uji Wilcoxon

Tabel 7 Distribusi Statistik Uji Wilcoxon.

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Postest No BLF - Pretest No BLF	Negative Ranks	0 <sup>a</sup>	.00	.00
	Positive Ranks	77 <sup>b</sup>	39.00	3003.00
	Ties	0 <sup>c</sup>		
	Total	77		
Postest BLF - Pretest BLF	Negative Ranks	25 <sup>d</sup>	19.50	487.50
	Positive Ranks	18 <sup>e</sup>	25.47	458.50
	Ties	34 <sup>f</sup>		
	Total	77		

Mann-Whitney pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa nilai rerata tingkat kelelahan mata pada kelompok yang tidak memakai *blue light filter* (No BLF) lebih tinggi dibandingkan kelompok yang memakai *blue light filter* (BLF). Nilai rerata kelompok No BLF sebesar 112,63 sedangkan nilai rerata kelompok BLF sebesar 42,37.

terhadap tingkat kelelahan mata ( $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima).

Tabel 6 Hasil Uji Mann-Whitney.

	Tingkat Kelelahan Mata
Mann-Whitney U	259.500
Wilcoxon W	3262.500
Z	-9.905
Asymp. Sig. (2-tailed)	<,001

a. Grouping Variable:

Kelompok

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon pada tabel 7 didapatkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) kurang dari 0,001(<0,05) pada kelompok yang tidak memakai *blue light filter* (No BLF), maka dapat disimpulkan bahwasannya terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai pretest dan nilai posttest kelompok yang tidak memakai *blue light filter*. Sedangkan pada kelompok yang memakai *blue light filter* (BLF) nilai Asymp. Sig. (2-tailed) yang didapat sebesar 0,860 (>0,05), dimana hal ini berarti tidak ada perbedaan yang bermakna antara nilai pretest dan posttest kelompok yang memakai *blue light filter*.

Tabel 8 Hasil Uji Wilcoxon.

	Postest No BLF	Postest BLF
	Pretest No BLF	Pretest BLF
Z	-7.634 <sup>b</sup>	-.176 <sup>c</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	<,001	.860

### Kelelahan Mata Dengan Blue Light Filter

keluhan kelelahan mata yang banyak terjadi pada responden yang menggunakan *blue light filter* yaitu, mata kering, mata terasa perih, mata tegang, sakit kepala, penglihatan kabur, mata terasa sakit, mata berair, dan penglihatan ganda.

### Kelelahan Mata Tanpa Blue Light Filter

keluhan kelelahan mata yang banyak terjadi pada responden tanpa *blue light filter* yaitu, mata terasa perih, mata berair, sakit kepala, penglihatan ganda, mata kering, penglihatan kabur, mata tegang, dan mata terasa sakit.

### Pembahasan

Pada uji maan- whitney terdapat perbedaan yang bermakna

antara kelompok yang memakai *blue light filter* dan yang tidak memakai *blue light filter* dapat dilihat pada tabel 4.5 yang menunjukkan bahwa nilai rerata tingkat kelelahan mata pada kelompok yang tidak memakai *blue light filter* (No BLF) lebih tinggi dibandingkan kelompok yang memakai *blue light filter* (BLF). Nilai rerata kelompok No BLF sebesar 112,63 sedangkan nilai rerata kelompok BLF sebesar 42,37. Hal ini sejalan dengan penelitian Ida Ayu Indah Udiantari pada tahun 2018 yang berjudul “Fitur *Eye Protection* Pada Layar *Smartphone* Dapat Mengurangi Kelelahan Mata dan Memperpanjang Durasi Penggunaan Pada Siswa SMP negeri 1 Seririt”. Penelitian tersebut dilakukan dengan cara menghitung durasi penggunaan *smartphone* dengan *blue light filter* dan tanpa *blue light filter*, pada penelitian tersebut terdapat perbedaan bermakna antara durasi penggunaan *smartphone* tanpa *blue light filter* dan yang menggunakan *blue light filter*. Rerata durasi penggunaan *smartphone* tanpa *blue light filter* selama 684,77 detik dan yang menggunakan *blue light filter* selama 1070,35 detik. Persentase peningkatan durasi dengan *blue light filter* sebanyak 56,30% yang menunjukkan bahwa penggunaan *blue light filter* pada saat aktivitas depan layar *smartphone* dapat meningkatkan durasi penggunaan *smartphone*.

Pada uji Wilcoxon terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai pretest dan posttest pada kelompok yang tidak memakai *blue light filter*, dimana dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil tingkat kelelahan mata lebih tinggi

terjadi pada kelompok yang tidak memakai blue light filter sedangkan yang memakai blue light filter tidak ada perbedaan bermakna antara nilai pretest dan posttest. Pada kelompok yang memakai *blue light filter* (BLF) terlihat bahwa ada sebanyak 25 responden yang menunjukkan nilai *negative ranks* (nilai pretest > postest)<sup>d</sup>, 18 responden yang menunjukkan nilai *positive ranks* (nilai pretest < postest)<sup>e</sup>, dan 34 responden yang menunjukkan nilai *ties* (pretest = postest)<sup>f</sup>.

Penggunaan blue light filter dapat mencegah terjadinya kelelahan mata karena penambahan screen protector pada layar smartphone dapat mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh sinar biru. Screen protector terbuat dari bahan plastik maupun kaca yang dapat mempolarisasikan cahaya. Penggunaan blue light filter pada layar smartphone dapat mengurangi kelelahan mata penggunaannya dibandingkan yang tidak menggunakan fitur blue light filter. Berkurangnya intensitas cahaya yang melewati suatu medium seperti plastik maupun kaca. Dapat dikatakan penggunaan screen protector dapat melindungi mata dari kerusakan serta mengurangi terjadinya kelelahan mata akibat sinar biru yang dipancarkan layar smartphone. Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan screen guard pada layar smartphone dapat memperpanjang durasi penggunaan karena kejadian kelelahan mata dapat ditunda.<sup>4</sup>

Kelelahan pada mata terjadi akibat pengaruh dari dua faktor yaitu faktor internal dan eksternal.

#### 1. Faktor internal

- Usia, semakin tua lensa seseorang semakin menurun fungsinya sehingga daya akomodasi akan berkurang dan otot-otot akan semakin sulit dalam menebalkan dan menipiskan lensa. Daya akomodasi akan menurun pada usia 45-50 tahun. Daya akomodasi merupakan kemampuan menebalkan dan menipiskan lensa sesuai dengan jarak benda yang dilihat agar bayangan jatuh tepat di retina.<sup>9</sup>

- Kelainan refraksi, kelainan refraksi terjadi akibat ketidak seimbangan sistem optik pada mata sehingga menghasilkan bayangan yang kabur.<sup>9</sup>

#### 2. Faktor eksternal

- Tingkat pencahayaan, pencahayaan yang buruk dapat berakibat kelelahan pada mata dengan berkurangnya kinerja pada mata.<sup>10</sup>
- Lama paparan, menggunakan gadget dengan waktu lebih dari 2 jam dapat beresiko mengalami kelelahan pada mata. Kelelahan pada mata terjadi akibat otot-otot mata dipaksa melihat objek yang terlalu kecil membuat mata berupaya untuk lebih fokus sehingga mata dipaksa untuk bekerja lebih keras.<sup>10</sup>

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian yang dilakukan terdapat pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *blue light*



*filter* pada *smartphone*, dimana pada hasil kuisioner responden yang menggunakan blue light filter tidak mengalami kelelahan mata.

2. Pada penelitian yang dilakukan ini terdapat pengaruh tingkat kelelahan mata sebelum dan sesudah menggunakan *smartphone* tanpa blue light filter, dimana terdapat kenaikan nilai dari pretest posttest dan responden mengalami kelelahan mata.

### Saran

Berikut adalah beberapa saran untuk peneliti selanjutnya yang ingin melanjutkan penelitian tentang pengaruh penggunaan blue light filter pada tingkat kelelahan mata:

1. Perluas sampel penelitian, dengan mengambil sampel yang lebih besar dan lebih representatif dapat meningkatkan validitas eksternal penelitian. Melibatkan mahasiswa dari berbagai program studi atau universitas lain juga dapat memperluas generalisasi temuan penelitian.
2. Kontrol faktor-faktor konfounding secara lebih baik, dengan identifikasi faktor-faktor konfounding potensial seperti durasi penggunaan *smartphone*, jarak pandang, postur saat menggunakan *smartphone*, dan kebiasaan tidur. Upayakan untuk mengendalikan atau memperhitungkan faktor-faktor ini dengan lebih baik dalam desain penelitian dan analisis statistik.
3. Melakukan analisis lebih mendalam, selain mengukur tingkat kelelahan mata, pertimbangkan untuk melihat

parameter lain yang terkait dengan kesehatan mata, seperti penglihatan yang kabur, mata kering, atau ketidaknyamanan mata. Ini dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang efek penggunaan blue light filter.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Ayu I, Udiantari I, Desak ;, Sukra W, Biologi WJ, Kelautan P. Fitur Eye Protection Pada Layar Smartphone Dapat Mengurangi Kelelahan Mata Dan Memperpanjang Durasi Penggunaan Pada Siswa SMP N 1 Seririt. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha* 6(1).
2. Pendidikan Biologi P, Biologi dan Perikanan Kelautan J, Undiksha F, Biologi P. Fitur Eye Protection Pada Layar Smartphone Dapat Mengurangi Kelelahan Mata Dan Memperpanjang Durasi Penggunaan Pada Siswa SMP N 1 Seririt. Published online 2019.
3. Sri Rahayu N, Mulyadi S, Studi PGPAUD UPI Kampus Tasikmalaya P. Analisis Penggunaan Gadget Pada Anak Usia Dini. *Jurnal PAUD Agapedia* Vol 5. 2021.
4. Gammoh Y. Digital Eye Strain and Its Risk Factors Among a University Student Population in Jordan: A Cross-Sectional Study. *Cureus*. Published online February 26, 2021. doi:10.7759/cureus.13575.
5. Ludwig PE, Jessu R, Czyz CN. *Anatomy Of The Eye*. Statpearls Publishing.2022
6. Zhu J, Zhang E, Rio-Tsonis K. *Eye Anatomy*. In: *ELS*. Wiley;

2012.  
doi:10.1002/9780470015902.a0000108.pub2
7. Keith L. moore, Anne M.R. Agur, Arthut F. Dalley. *Essential Clinical Anatomy Fifth Edition*. 2015.
  8. Nguyen KH, Patel BC, Tadi P. *Anatomy, Head and Neck, Eye Retina*. StatPearls Publishing.2022.
  9. Huang Y, Hsiang EL, Deng MY, Wu ST. Mini-LED, Micro-LED and OLED displays: present status and future perspectives. *Light Sci Appl*. 2020;9(1). doi:10.1038/s41377-020-0341-9
  10. Jia Y, Liu Z, Wu D, Chen J, Meng H. *Mechanical Simulation of Foldable AMOLED Panel with a Module Structure.*; 2018. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566119918306049>