

# LAMPIRAN 1

1. DATA HASIL PENGUKURAN LUAS PERMUKAAN DAUN
2. DATA HASIL PENGUKURAN LAJU TRANSPIRASI
3. DATA HASIL PENGUKURAN FAKTOR LUAR (KONDISI KLIMATIK LINGKUNGAN) YANG MEMPENGARUHI LAJU TRANSPIRASI
4. DATA HASIL PENGUKURAN FAKTOR DALAM YANG MEMPENGARUHI LAJU TRANSPIRASI
5. GAMBAR STOMATA DAN TRIKOMATA
6. DATA UJI REGRESI LINIER BERGANDA

Lampiran 1. Data Hasil Pengukuran Luas Permukaan Daun

**1. Data Hasil Pengukuran Luas Permukaan Daun**

Rumus luas permukaan daun:

$$\text{Luas daun (m}^2\text{)} = \frac{W_t}{W_i} \times Li \text{ (cm}^2\text{)}$$

Keterangan:

$W_t$  = berat kertas dari masing-masing sampel daun (g)

$W_i$  = berat kertas yang dijadikan standar (g)

$Li$  = luas kertas yang dijadikan standar (cm<sup>2</sup>)

Lampiran 1.1 Data Luas Permukaan Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L.)  
di Jalan C. Simanjuntak

$$\text{Daun I : LD 1} = \frac{1,010}{10,335} \times 0,123 = 0,012 \text{ m}^2$$

$$\text{LD 2} = \frac{0,873}{10,335} \times 0,123 = 0,010 \text{ m}^2$$

$$\text{LD 3} = \frac{0,703}{10,335} \times 0,123 = 0,084 \text{ m}^2$$

$$\sum \text{Daun I} = 0,03 \text{ m}^2$$

$$\text{Daun II : LD 1} = \frac{0,699}{10,335} \times 0,123 = 0,084 \text{ m}^2$$

$$\text{LD 2} = \frac{0,786}{10,335} \times 0,123 = 0,093 \text{ m}^2$$

$$\text{LD 3} = \frac{1,259}{10,335} \times 0,123 = 0,015 \text{ m}^2$$

$$\sum \text{Daun II} = 0,06 \text{ m}^2$$

$$\text{Daun III : LD 1} = \frac{0,659}{10,335} \times 0,123 = 0,079 \text{ m}^2$$

$$\text{LD 2} = \frac{1,452}{10,335} \times 0,123 = 0,017 \text{ m}^2$$

$$\text{LD 3} = \frac{1,640}{10,335} \times 0,123 = 0,019 \text{ m}^2$$

$$\sum \text{Daun III} = 0,04 \text{ m}^2$$

$$\text{Daun IV : LD 1} = \frac{1,123}{10,335} \times 0,123 = 0,013 \text{ m}^2$$

$$\text{LD 2} = \frac{1,054}{10,335} \times 0,123 = 0,012 \text{ m}^2$$

$$\text{LD 3} = \frac{1,399}{10,335} \times 0,123 = 0,017 \text{ m}^2$$

$$\sum \text{Daun IV} = 0,01 \text{ m}^2$$

$$\text{Daun V : LD 1} = \frac{0,875}{10,335} \times 0,123 = 0,010 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
& \text{LD 2} = \frac{1,363}{10,335} \times 0,123 = 0,016 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{1,758}{10,335} \times 0,123 = 0,021 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun V} = 0,02 \text{ m}^2 \\
\text{Daun VI : } & \text{LD 1} = \frac{1,085}{10,335} \times 0,123 = 0,013 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{1,560}{10,335} \times 0,123 = 0,018 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{1,819}{10,335} \times 0,123 = 0,022 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun VI} = 0,02 \text{ m}^2 \\
\text{Daun VII : } & \text{LD 1} = \frac{1,067}{10,335} \times 0,123 = 0,013 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,951}{10,335} \times 0,123 = 0,011 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{1,070}{10,335} \times 0,123 = 0,013 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun VII} = 0,01 \text{ m}^2 \\
\text{Daun VIII : } & \text{LD 1} = \frac{0,887}{10,335} \times 0,123 = 0,010 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{1,192}{10,335} \times 0,123 = 0,014 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{1,462}{10,335} \times 0,123 = 0,017 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun VIII} = 0,01 \text{ m}^2 \\
\text{Daun IX : } & \text{LD 1} = \frac{1,660}{10,335} \times 0,123 = 0,02 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{1,522}{10,335} \times 0,123 = 0,02 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{2,207}{10,335} \times 0,123 = 0,026 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun IX} = 0,02 \text{ m}^2 \\
\text{Daun X : } & \text{LD 1} = \frac{1,383}{10,335} \times 0,123 = 0,016 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{1,410}{10,335} \times 0,123 = 0,017 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{1,836}{10,335} \times 0,123 = 0,022 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun X} = 0,02 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Lampiran 1.2 Data Luas Permukaan Ketapang (*Terminalia catappa* L.) di Pakem Sleman

$$\begin{aligned}
 \text{Daun I : } & \text{LD 1} = \frac{0,683}{10,335} \times 0,123 = 0,081 \text{ m}^2 \\
 & \text{LD 2} = \frac{0,471}{10,335} \times 0,123 = 0,055 \text{ m}^2 \\
 & \text{LD 3} = \frac{0,392}{10,335} \times 0,123 = 0,047 \text{ m}^2 \\
 & \Sigma \text{ Daun I} = 0,06 \text{ m}^2 \\
 \text{Daun II : } & \text{LD 1} = \frac{0,286}{10,335} \times 0,123 = 0,034 \text{ m}^2 \\
 & \text{LD 2} = \frac{0,471}{10,335} \times 0,123 = 0,055 \text{ m}^2 \\
 & \text{LD 3} = \frac{1,261}{10,335} \times 0,123 = 0,015 \text{ m}^2 \\
 & \Sigma \text{ Daun II} = 0,03 \text{ m}^2 \\
 \text{Daun III : } & \text{LD 1} = \frac{1,842}{10,335} \times 0,123 = 0,022 \text{ m}^2 \\
 & \text{LD 2} = \frac{0,487}{10,335} \times 0,123 = 0,058 \text{ m}^2 \\
 & \text{LD 3} = \frac{0,509}{10,335} \times 0,123 = 0,060 \text{ m}^2 \\
 & \Sigma \text{ Daun III} = 0,05 \text{ m}^2 \\
 \text{Daun IV : } & \text{LD 1} = \frac{1,435}{10,335} \times 0,123 = 0,016 \text{ m}^2 \\
 & \text{LD 2} = \frac{0,643}{10,335} \times 0,123 = 0,076 \text{ m}^2 \\
 & \text{LD 3} = \frac{0,565}{10,335} \times 0,123 = 0,068 \text{ m}^2 \\
 & \Sigma \text{ Daun IV} = 0,05 \text{ m}^2 \\
 \text{Daun V : } & \text{LD 1} = \frac{0,456}{10,335} \times 0,123 = 0,054 \text{ m}^2 \\
 & \text{LD 2} = \frac{0,768}{10,335} \times 0,123 = 0,091 \text{ m}^2 \\
 & \text{LD 3} = \frac{0,718}{10,335} \times 0,123 = 0,085 \text{ m}^2 \\
 & \Sigma \text{ Daun V} = 0,08 \text{ m}^2 \\
 \text{Daun VI : } & \text{LD 1} = \frac{0,730}{10,335} \times 0,123 = 0,087 \text{ m}^2 \\
 & \text{LD 2} = \frac{0,403}{10,335} \times 0,123 = 0,048 \text{ m}^2 \\
 & \text{LD 3} = \frac{1,686}{10,335} \times 0,123 = 0,02 \text{ m}^2 \\
 & \Sigma \text{ Daun VI} = 0,05 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
\text{Daun VII : LD 1} &= \frac{0,466}{10,335} \times 0,123 = 0,055 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{0,144}{10,335} \times 0,123 = 0,017 \text{ m}^2 \\
\text{LD 3} &= \frac{1,828}{10,335} \times 0,123 = 0,022 \text{ m}^2 \\
\sum \text{Daun VII} &= 0,03 \text{ m}^2 \\
\text{Daun VIII : LD 1} &= \frac{1,477}{10,335} \times 0,123 = 0,017 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{0,535}{10,335} \times 0,123 = 0,064 \text{ m}^2 \\
\text{LD 3} &= \frac{1,525}{10,335} \times 0,123 = 0,018 \text{ m}^2 \\
\sum \text{Daun VIII} &= 0,03 \text{ m}^2 \\
\text{Daun IX : LD 1} &= \frac{1,025}{10,335} \times 0,123 = 0,012 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{1,550}{10,335} \times 0,123 = 0,018 \text{ m}^2 \\
\text{LD 3} &= \frac{1,881}{10,335} \times 0,123 = 0,022 \text{ m}^2 \\
\sum \text{Daun IX} &= 0,02 \text{ m}^2 \\
\text{Daun X : LD 1} &= \frac{1,539}{10,335} \times 0,123 = 0,018 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{1,548}{10,335} \times 0,123 = 0,018 \text{ m}^2 \\
\text{LD 3} &= \frac{2,761}{10,335} \times 0,123 = 0,033 \text{ m}^2 \\
\sum \text{Daun X} &= 0,02 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Lampiran 1.3 Data Luas Permukaan Daun Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) di Jalan C. Simanjuntak

$$\begin{aligned}
\text{Daun I : LD 1} &= \frac{0,984}{10,335} \times 0,123 = 0,012 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{0,385}{10,335} \times 0,123 = 0,042 \text{ m}^2 \\
\text{LD 3} &= \frac{0,668}{10,335} \times 0,123 = 0,08 \text{ m}^2 \\
\sum \text{Daun I} &= 0,04 \text{ m}^2 \\
\text{Daun II : LD 1} &= \frac{0,385}{10,335} \times 0,123 = 0,045 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{0,515}{10,335} \times 0,123 = 0,061 \text{ m}^2 \\
\text{LD 3} &= \frac{0,646}{10,335} \times 0,123 = 0,076 \text{ m}^2 \\
\sum \text{Daun II} &= 0,06 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Daun III : LD 1} &= \frac{1,002}{10,335} \times 0,123 = 0,012 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{0,967}{10,335} \times 0,123 = 0,011 \text{ m}^2 \\
\text{LD 3} &= \frac{0,735}{10,335} \times 0,123 = 0,087 \text{ m}^2 \\
\sum \text{Daun III} &= 0,04 \text{ m}^2 \\
\text{Daun IV : LD 1} &= \frac{1,137}{10,335} \times 0,123 = 0,013 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{1,049}{10,335} \times 0,123 = 0,012 \text{ m}^2 \\
\text{LD 3} &= \frac{1,079}{10,335} \times 0,123 = 0,013 \text{ m}^2 \\
\sum \text{Daun IV} &= 0,01 \text{ m}^2 \\
\text{Daun V : LD 1} &= \frac{1,456}{10,335} \times 0,123 = 0,017 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{1,305}{10,335} \times 0,123 = 0,015 \text{ m}^2 \\
\text{LD 3} &= \frac{1,227}{10,335} \times 0,123 = 0,015 \text{ m}^2 \\
\sum \text{Daun V} &= 0,01 \text{ m}^2 \\
\text{Daun VI : LD 1} &= \frac{1,090}{10,335} \times 0,123 = 0,013 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{1,192}{10,335} \times 0,123 = 0,014 \text{ m}^2 \\
\text{LD 3} &= \frac{0,950}{10,335} \times 0,123 = 0,011 \text{ m}^2 \\
\sum \text{Daun VI} &= 0,01 \text{ m}^2 \\
\text{Daun VII : LD 1} &= \frac{1,540}{10,335} \times 0,123 = 0,018 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{1,408}{10,335} \times 0,123 = 0,017 \text{ m}^2 \\
\text{LD 3} &= \frac{1,241}{10,335} \times 0,123 = 0,015 \text{ m}^2 \\
\sum \text{Daun VII} &= 0,02 \text{ m}^2 \\
\text{Daun VIII : LD 1} &= \frac{1,141}{10,335} \times 0,123 = 0,013 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{2,307}{10,335} \times 0,123 = 0,03 \text{ m}^2 \\
\text{LD 3} &= \frac{1,849}{10,335} \times 0,123 = 0,02 \text{ m}^2 \\
\sum \text{Daun VIII} &= 0,02 \text{ m}^2 \\
\text{Daun IX : LD 1} &= \frac{1,304}{10,335} \times 0,123 = 0,015 \text{ m}^2 \\
\text{LD 2} &= \frac{1,250}{10,335} \times 0,123 = 0,015 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{LD 3} = \frac{1,285}{10,335} \times 0,123 = 0,015 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun IX} = 0,01 \text{ m}^2 \\
\text{Daun X : } & \text{LD 1} = \frac{1,042}{10,335} \times 0,123 = 0,012 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{1,385}{10,335} \times 0,123 = 0,016 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{1,606}{10,335} \times 0,123 = 0,019 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun X} = 0,01 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Lampiran 1.4 Data Luas Permukaan Daun Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) di Pakem Sleman

$$\begin{aligned}
\text{Daun I : } & \text{LD 1} = \frac{1,015}{10,335} \times 0,123 = 0,012 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,878}{10,335} \times 0,123 = 0,010 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,964}{10,335} \times 0,123 = 0,011 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun I} = 0,01 \text{ m}^2 \\
\text{Daun II : } & \text{LD 1} = \frac{0,928}{10,335} \times 0,123 = 0,011 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,711}{10,335} \times 0,123 = 0,085 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,791}{10,335} \times 0,123 = 0,093 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun II} = 0,06 \text{ m}^2 \\
\text{Daun III : } & \text{LD 1} = \frac{1,014}{10,335} \times 0,123 = 0,012 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,932}{10,335} \times 0,123 = 0,011 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,676}{10,335} \times 0,123 = 0,08 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun III} = 0,03 \text{ m}^2 \\
\text{Daun IV : } & \text{LD 1} = \frac{0,906}{10,335} \times 0,123 = 0,011 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,369}{10,335} \times 0,123 = 0,044 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{1,163}{10,335} \times 0,123 = 0,014 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun IV} = 0,02 \text{ m}^2 \\
\text{Daun V : } & \text{LD 1} = \frac{0,921}{10,335} \times 0,123 = 0,011 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,777}{10,335} \times 0,123 = 0,092 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& LD\ 3 = \frac{1,382}{10,335} \times 0,123 = 0,016\ m^2 \\
& \sum \text{Daun V} = 0,04\ m^2 \\
\text{Daun VI : } & LD\ 1 = \frac{0,632}{10,335} \times 0,123 = 0,075\ m^2 \\
& LD\ 2 = \frac{0,699}{10,335} \times 0,123 = 0,084\ m^2 \\
& LD\ 3 = \frac{1,036}{10,335} \times 0,123 = 0,012\ m^2 \\
& \sum \text{Daun VI} = 0,06\ m^2 \\
\text{Daun VII : } & LD\ 1 = \frac{1,062}{10,335} \times 0,123 = 0,013\ m^2 \\
& LD\ 2 = \frac{0,851}{10,335} \times 0,123 = 0,01\ m^2 \\
& LD\ 3 = \frac{1,024}{10,335} \times 0,123 = 0,012\ m^2 \\
& \sum \text{Daun VII} = 0,01\ m^2 \\
\text{Daun VIII : } & LD\ 1 = \frac{0,534}{10,335} \times 0,123 = 0,064\ m^2 \\
& LD\ 2 = \frac{1,329}{10,335} \times 0,123 = 0,016\ m^2 \\
& LD\ 3 = \frac{1,346}{10,335} \times 0,123 = 0,016\ m^2 \\
& \sum \text{Daun VIII} = 0,03\ m^2 \\
\text{Daun IX : } & LD\ 1 = \frac{0,707}{10,335} \times 0,123 = 0,084\ m^2 \\
& LD\ 2 = \frac{1,640}{10,335} \times 0,123 = 0,019\ m^2 \\
& LD\ 3 = \frac{1,494}{10,335} \times 0,123 = 0,018\ m^2 \\
& \sum \text{Daun IX} = 0,04\ m^2 \\
\text{Daun X : } & LD\ 1 = \frac{1,057}{10,335} \times 0,123 = 0,012\ m^2 \\
& LD\ 2 = \frac{1,412}{10,335} \times 0,123 = 0,017\ m^2 \\
& LD\ 3 = \frac{1,581}{10,335} \times 0,123 = 0,019\ m^2 \\
& \sum \text{Daun X} = 0,02\ m^2
\end{aligned}$$

Lampiran 1.5 Data Luas Permukaan Daun Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.) di Jalan Cik Di Tiro

$$\begin{aligned}
\text{Daun I : } & LD\ 1 = \frac{0,462}{10,335} \times 0,123 = 0,055\ m^2 \\
& LD\ 2 = \frac{0,465}{10,335} \times 0,123 = 0,055\ m^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{LD 3} = \frac{0,496}{10,335} \times 0,123 = 0,059 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,346}{10,335} \times 0,123 = 0,040 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun I} = 0,05 \text{ m}^2 \\
\text{Daun II : } & \text{LD 1} = \frac{0,492}{10,335} \times 0,123 = 0,059 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,477}{10,335} \times 0,123 = 0,056 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,558}{10,335} \times 0,123 = 0,066 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,518}{10,335} \times 0,123 = 0,061 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun II} = 0,08 \text{ m}^2 \\
\text{Daun III : } & \text{LD 1} = \frac{0,463}{10,335} \times 0,123 = 0,055 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,560}{10,335} \times 0,123 = 0,066 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,581}{10,335} \times 0,123 = 0,069 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,569}{10,335} \times 0,123 = 0,068 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun III} = 0,09 \text{ m}^2 \\
\text{Daun IV : } & \text{LD 1} = \frac{0,488}{10,335} \times 0,123 = 0,058 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,441}{10,335} \times 0,123 = 0,053 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,442}{10,335} \times 0,123 = 0,053 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,566}{10,335} \times 0,123 = 0,068 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun IV} = 0,08 \text{ m}^2 \\
\text{Daun V : } & \text{LD 1} = \frac{0,597}{10,335} \times 0,123 = 0,071 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,822}{10,335} \times 0,123 = 0,097 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,665}{10,335} \times 0,123 = 0,079 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,564}{10,335} \times 0,123 = 0,066 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun V} = 0,08 \text{ m}^2 \\
\text{Daun VI : } & \text{LD 1} = \frac{0,601}{10,335} \times 0,123 = 0,071 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,702}{10,335} \times 0,123 = 0,084 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{LD 3} = \frac{0,688}{10,335} \times 0,123 = 0,081 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,702}{10,335} \times 0,123 = 0,084 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun VI} = 0,08 \text{ m}^2 \\
& \text{Daun VII : LD 1} = \frac{0,632}{10,335} \times 0,123 = 0,075 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,563}{10,335} \times 0,123 = 0,066 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,634}{10,335} \times 0,123 = 0,075 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,583}{10,335} \times 0,123 = 0,069 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun VII} = 0,07 \text{ m}^2 \\
& \text{Daun VIII : LD 1} = \frac{0,529}{10,335} \times 0,123 = 0,063 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,475}{10,335} \times 0,123 = 0,056 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,434}{10,335} \times 0,123 = 0,052 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,419}{10,335} \times 0,123 = 0,049 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun VIII} = 0,05 \text{ m}^2 \\
& \text{Daun IX : LD 1} = \frac{0,242}{10,335} \times 0,123 = 0,028 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,425}{10,335} \times 0,123 = 0,050 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,460}{10,335} \times 0,123 = 0,054 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,539}{10,335} \times 0,123 = 0,064 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun IX} = 0,05 \text{ m}^2 \\
& \text{Daun X : LD 1} = \frac{0,760}{10,335} \times 0,123 = 0,089 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,783}{10,335} \times 0,123 = 0,093 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,797}{10,335} \times 0,123 = 0,095 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,578}{10,335} \times 0,123 = 0,069 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun X} = 0,09 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Lampiran 1.6 Data Luas Permukaan Daun Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.) di Pakem Sleman

$$\begin{aligned}\text{Daun I : } \text{LD 1} &= \frac{0,701}{10,335} \times 0,123 = 0,084 \text{ m}^2 \\ \text{LD 2} &= \frac{0,708}{10,335} \times 0,123 = 0,084 \text{ m}^2 \\ \text{LD 3} &= \frac{0,586}{10,335} \times 0,123 = 0,070 \text{ m}^2 \\ \text{LD 4} &= \frac{0,630}{10,335} \times 0,123 = 0,075 \text{ m}^2 \\ \Sigma \text{ Daun I} &= 0,08 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daun II : } \text{LD 1} &= \frac{0,295}{10,335} \times 0,123 = 0,034 \text{ m}^2 \\ \text{LD 2} &= \frac{0,398}{10,335} \times 0,123 = 0,047 \text{ m}^2 \\ \text{LD 3} &= \frac{0,469}{10,335} \times 0,123 = 0,055 \text{ m}^2 \\ \text{LD 4} &= \frac{0,362}{10,335} \times 0,123 = 0,043 \text{ m}^2 \\ \Sigma \text{ Daun II} &= 0,04 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daun III : } \text{LD 1} &= \frac{0,365}{10,335} \times 0,123 = 0,043 \text{ m}^2 \\ \text{LD 2} &= \frac{0,586}{10,335} \times 0,123 = 0,070 \text{ m}^2 \\ \text{LD 3} &= \frac{0,481}{10,335} \times 0,123 = 0,056 \text{ m}^2 \\ \text{LD 4} &= \frac{0,529}{10,335} \times 0,123 = 0,063 \text{ m}^2 \\ \Sigma \text{ Daun III} &= 0,06 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daun IV : } \text{LD 1} &= \frac{0,476}{10,335} \times 0,123 = 0,056 \text{ m}^2 \\ \text{LD 2} &= \frac{0,393}{10,335} \times 0,123 = 0,047 \text{ m}^2 \\ \text{LD 3} &= \frac{0,497}{10,335} \times 0,123 = 0,059 \text{ m}^2 \\ \text{LD 4} &= \frac{0,419}{10,335} \times 0,123 = 0,049 \text{ m}^2 \\ \Sigma \text{ Daun IV} &= 0,05 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daun V : } \text{LD 1} &= \frac{0,618}{10,335} \times 0,123 = 0,074 \text{ m}^2 \\ \text{LD 2} &= \frac{0,640}{10,335} \times 0,123 = 0,076 \text{ m}^2 \\ \text{LD 3} &= \frac{0,607}{10,335} \times 0,123 = 0,074 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{LD 4} = \frac{0,466}{10,335} \times 0,123 = 0,055 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun V} = 0,07 \text{ m}^2 \\
\text{Daun VI : } & \text{LD 1} = \frac{0,388}{10,335} \times 0,123 = 0,045 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,291}{10,335} \times 0,123 = 0,034 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,319}{10,335} \times 0,123 = 0,038 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,395}{10,335} \times 0,123 = 0,047 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun VI} = 0,04 \text{ m}^2 \\
\text{Daun VII : } & \text{LD 1} = \frac{0,576}{10,335} \times 0,123 = 0,069 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,554}{10,335} \times 0,123 = 0,066 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,714}{10,335} \times 0,123 = 0,086 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,574}{10,335} \times 0,123 = 0,068 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun VII} = 0,07 \text{ m}^2 \\
\text{Daun VIII : } & \text{LD 1} = \frac{0,370}{10,335} \times 0,123 = 0,044 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,458}{10,335} \times 0,123 = 0,0564 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,415}{10,335} \times 0,123 = 0,049 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,346}{10,335} \times 0,123 = 0,040 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun VIII} = 0,05 \text{ m}^2 \\
\text{Daun IX : } & \text{LD 1} = \frac{0,315}{10,335} \times 0,123 = 0,037 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,235}{10,335} \times 0,123 = 0,028 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,449}{10,335} \times 0,123 = 0,053 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 4} = \frac{0,521}{10,335} \times 0,123 = 0,061 \text{ m}^2 \\
& \sum \text{Daun IX} = 0,04 \text{ m}^2 \\
\text{Daun X : } & \text{LD 1} = \frac{0,913}{10,335} \times 0,123 = 0,011 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 2} = \frac{0,552}{10,335} \times 0,123 = 0,065 \text{ m}^2 \\
& \text{LD 3} = \frac{0,685}{10,335} \times 0,123 = 0,081 \text{ m}^2
\end{aligned}$$



$$LD\ 4 = \frac{0,514}{10,335} \times 0,123 = 0,061\ m^2$$

$$\sum \text{Daun X} = 0,05\ m^2$$

## Lampiran 2. Data Hasil Pengukuran Laju Transpirasi

### 2. Data Hasil Pengukuran Laju Transpirasi

Rumus laju transpirasi:

Laju transpirasi ( $\text{ml/m}^2/\text{dt}$ ) = volume (ml) / luas permukaan daun ( $\text{m}^2$ ) / waktu (dt)

Waktu = 1200 dt

#### Lampiran 2.1 Data Laju Transpirasi Ketapang (*Terminalia catappa* L.) di Jalan C. Simanjuntak

Daun I	: 0,025 / 0,03 / 1200 = 0,00069
Daun II	: 0,02 / 0,06 / 1200 = 0,00028
Daun III	: 0,04 / 0,04 / 1200 = 0,00083
Daun IV	: 0,04 / 0,01 / 1200 = 0,0033
Daun V	: 0,67 / 0,02 / 1200 = 0,02792
Daun VI	: 0,001 / 0,02 / 1200 = 0,00004
Daun VII	: 0,065 / 0,01 / 1200 = 0,0054
Daun VIII	: 0,05 / 0,01 / 1200 = 0,0042
Daun IX	: 0,29 / 0,02 / 1200 = 0,01208
Daun X	: 0,08 / 0,02 / 1200 = 0,0033

#### Lampiran 2.2 Data Laju Transpirasi Ketapang (*Terminalia catappa* L.) di Pakem Sleman

Daun I	: 0,03 / 0,06 / 1200 = 0,00042
Daun II	: 0,04 / 0,03 / 1200 = 0,0011
Daun III	: 0,075 / 0,05 / 1200 = 0,0012
Daun IV	: 0,014 / 0,05 / 1200 = 0,0023
Daun V	: 0,07 / 0,08 / 1200 = 0,00073
Daun VI	: 0,065 / 0,05 / 1200 = 0,001
Daun VII	: 0,085 / 0,03 / 1200 = 0,0024
Daun VIII	: 0,05 / 0,03 / 1200 = 0,0014
Daun IX	: 0,12 / 0,02 / 1200 = 0,003
Daun X	: 0,055 / 0,02 / 1200 = 0,0023

#### Lampiran 2.3 Data Laju Transpirasi Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) di Jalan C. Simanjuntak

Daun I	: 0,001 / 0,04 / 1200 = 0,00002
Daun II	: 0,025 / 0,06 / 1200 = 0,00035
Daun III	: 0,015 / 0,04 / 1200 = 0,00031
Daun IV	: 0,055 / 0,01 / 1200 = 0,0046
Daun V	: 0,02 / 0,01 / 1200 = 0,0017
Daun VI	: 0,04 / 0,01 / 1200 = 0,0033

Daun VII :  $0,04 / 0,02 / 1200 = 0,0017$   
 Daun VIII :  $0,11 / 0,02 / 1200 = 0,0046$   
 Daun IX :  $0,025 / 0,01 / 1200 = 0,002$   
 Daun X :  $0,035 / 0,01 / 1200 = 0,0029$

Lampiran 2.4 Data Laju Transpirasi Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) di Pakem Sleman

Daun I :  $0,49 / 0,01 / 1200 = 0,04083$   
 Daun II :  $0,055 / 0,06 / 1200 = 0,00076$   
 Daun III :  $0,17 / 0,03 / 1200 = 0,0047$   
 Daun IV :  $0,2 / 0,02 / 1200 = 0,0083$   
 Daun V :  $0,065 / 0,04 / 1200 = 0,0013$   
 Daun VI :  $0,03 / 0,06 / 1200 = 0,00042$   
 Daun VII :  $0,02 / 0,01 / 1200 = 0,0017$   
 Daun VIII :  $0,02 / 0,03 / 1200 = 0,00055$   
 Daun IX :  $0,035 / 0,018 / 1200 = 0,0016$   
 Daun X :  $0,13 / 0,02 / 1200 = 0,0054$

Lampiran 2.5 Data Laju Transpirasi Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.) di Jalan Cik Di Tiro

Daun I :  $0,23 / 0,05 / 1200 = 0,0038$   
 Daun II :  $0,12 / 0,08 / 1200 = 0,0012$   
 Daun III :  $0,15 / 0,09 / 1200 = 0,0014$   
 Daun IV :  $0,13 / 0,08 / 1200 = 0,0013$   
 Daun V :  $0,17 / 0,08 / 1200 = 0,0017$   
 Daun VI :  $0,055 / 0,08 / 1200 = 0,00057$   
 Daun VII :  $0,085 / 0,07 / 1200 = 0,001$   
 Daun VIII :  $0,045 / 0,05 / 1200 = 0,00075$   
 Daun IX :  $0,05 / 0,05 / 1200 = 0,00083$   
 Daun X :  $0,23 / 0,09 / 1200 = 0,0021$

Lampiran 2.6 Data Laju Transpirasi Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.) di Pakem Sleman

Daun I :  $0,11 / 0,08 / 1200 = 0,0011$   
 Daun II :  $0,19 / 0,04 / 1200 = 0,0039$   
 Daun III :  $0,19 / 0,06 / 1200 = 0,0026$   
 Daun IV :  $0,1 / 0,05 / 1200 = 0,0017$   
 Daun V :  $0,19 / 0,07 / 1200 = 0,0023$   
 Daun VI :  $0,055 / 0,04 / 1200 = 0,0011$   
 Daun VII :  $0,14 / 0,07 / 1200 = 0,0017$   
 Daun VIII :  $0,1 / 0,05 / 1200 = 0,0017$   
 Daun IX :  $0,08 / 0,04 / 1200 = 0,0017$   
 Daun X :  $0,09 / 0,05 / 1200 = 0,0015$

Lampiran 3. Data Hasil Pengukuran Kondisi Klimatik

**3. Data Hasil Pengukuran Faktor Luar (Kondisi Klimatik Lingkungan) yang Mempengaruhi Laju Transpirasi**

Lampiran 3.1 Data Kondisi Klimatik Ketapang (*Terminalia catappa* L.) di Jalan C. Simanjuntak

Ulangan	Intensitas Cahaya (kandela)	Kecepatan Angin (m/s)	Kelembapan Udara (%)	Suhu (°C)	Volume (ml)	Laju Transpirasi (ml/m <sup>2</sup> /dt)	Cuaca
1	681x10	0,3	46	34,9	0,025	0,00069	Cerah
2	811x10	0,4	37	34,6	0,02	0,00028	Cerah
3	838x10	0,6	37	45	0,04	0,00083	Cerah
4	855x10	0,5	36	43,3	0,04	0,0033	Cerah
5	927x100	0,4	36	40,3	0,67	0,02792	Cerah
6	1003,2x100	0,7	37	41,5	0,001	0,00004	Cerah
7	798,8x100	1,06	36	49,7	0,065	0,0054	Cerah
8	726,8x100	0,6	41	45,9	0,05	0,0042	Cerah
9	618,8x100	0,9	34	52,5	0,29	0,01208	Redup
10	292,8x100	0,3	44	46,7	0,08	0,0033	Redup

Lampiran 3.2 Data Kondisi Klimatik Ketapang (*Terminalia catappa* L.) di Pakem Sleman

Ulangan	Intensitas Cahaya (kandela)	Kecepatan Angin (m/s)	Kelembapan Udara (%)	Suhu (°C)	Volume (ml)	Laju Transpirasi (ml/m <sup>2</sup> /dt)	Cuaca
1	972x100	0,8	45	37,3	0,03	0,00042	Cerah
2	948x100	0,8	41	38,2	0,04	0,0011	Cerah
3	969x100	1,1	36	39,1	0,075	0,0012	Cerah
4	934x100	0,7	33	33,0	0,14	0,0023	Cerah
5	255x100	0,8	41	35,9	0,07	0,00073	Cerah
6	757,2x100	0,2	46	35,5	0,065	0,0011	Cerah
7	865,8x100	0,4	38	39,7	0,085	0,0024	Cerah
8	909,2x100	0,2	36	39,1	0,05	0,0014	Cerah
9	987,4x100	0,3	35	37,7	0,12	0,005	Cerah
10	793,6x100	0,3	35	36,9	0,055	0,0023	Cerah

Lampiran 3.3 Data Kondisi Klimatik Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) di Jalan C. Simanjuntak

Ulangan	Intensitas Cahaya (kandela)	Kecepatan Angin (m/s)	Kelembapan Udara (%)	Suhu (°C)	Volume (ml)	Laju Transpirasi (ml/m <sup>2</sup> /dt)	Cuaca
1	818x10	1,5	39	37,6	0,001	0,00002	Agak redup
2	332x100	0,3	49	37	0,025	0,00035	Agak redup
3	120x100	0,2	53	36,8	0,015	0,00031	Agak redup
4	375x100	0,3	46	45,9	0,055	0,0046	Redup
5	753x100	1,2	35	47,1	0,02	0,0017	Redup
6	294,54x100	5,6	54	36,1	0,04	0,0033	Redup
7	719,8x100	0,62	42	41,8	0,04	0,0017	Redup
8	1155,8x100	0,68	32	45,4	0,11	0,0046	Cerah
9	717,4x100	0,88	35	47,5	0,025	0,0021	Cerah
10	622,4x100	0,56	39	41,9	0,035	0,0029	Cerah

Lampiran 3.4 Data Kondisi Klimatik Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) di Pakem Sleman

Ulangan	Intensitas Cahaya (kandela)	Kecepatan Angin (m/s)	Kelembapan Udara (%)	Suhu (°C)	Volume (ml)	Laju Transpirasi (ml/m <sup>2</sup> /dt)	Cuaca
1	908x100	1,2	47	45,9	0,49	0,04083	Cerah
2	872x100	0,1	43	35,8	0,055	0,00076	Cerah
3	92x100	0,1	61	33	0,17	0,0047	Cerah
4	116x100	0,3	69	32,7	0,2	0,0083	Redup
5	1016x100	0,6	36	38,9	0,065	0,0013	Redup
6	983,2x100	0,4	44	41,6	0,03	0,00042	Cerah
7	1015x100	0,3	30	47,6	0,02	0,0017	Cerah
8	947x100	0,3	29	51,2	0,02	0,00055	Cerah
9	936,6x100	0,4	29	44,8	0,035	0,0016	Cerah
10	751,6x100	0,5	30	48,3	0,13	0,0054	Cerah

Lampiran 3.5 Data Kondisi Klimatik Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.)  
di Jalan Cik Di Tiro

Ulan gan	Intensitas Cahaya (kandela)	Kecep atan Angin (m/s)	Kelem bapan Udara (%)	Suhu (°C)	Volume (ml)	Laju Transpirasi (ml/m <sup>2</sup> /dt)	Cuaca
1	967x100	1,3	34	42	0,23	0,0038	Cerah
2	546x100	0,6	38	43	0,12	0,0012	Cerah
3	954x100	1,2	37	46,1	0,15	0,0014	Cerah
4	212x100	1,1	40	45,4	0,13	0,0013	Cerah
5	974x100	1,2	30	47,2	0,17	0,0017	Cerah
6	939,6x100	0,8	30	46,7	0,055	0,00057	Cerah
7	549,2x100	0,4	29	45,9	0,085	0,001	Cerah
8	522,2x100	0,5	36	40,2	0,045	0,00075	Cerah
9	230,4x100	0,4	36	42,9	0,05	0,00083	Redup
10	595x100	1,1	38	40,7	0,23	0,0021	Redup

Lampiran 3.6 Data Kondisi Klimatik Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.)  
di Pakem Sleman

Ulan gan	Intensitas Cahaya (kandela)	Kecepa tan Angin (m/s)	Kelemba pan Udara (%)	Suhu (°C)	Volume (ml)	Laju Transpira si (ml/m <sup>2</sup> /dt)	Cuac a
1	441x100	1,4	53	36	0,11	0,0011	Cerah
2	443x100	0,8	50	36	0,19	0,0039	Cerah
3	701x100	1,0	51	38	0,19	0,0026	Cerah
4	983x100	0,6	52	41	0,1	0,0017	Cerah
5	1017x100	1,2	45	43	0,19	0,0023	Cerah
6	988,6x100	0,4	38	40	0,055	0,0011	Cerah
7	1043x100	0,7	32	42	0,14	0,0017	Cerah
8	918,2x100	0,7	31	43	0,1	0,0017	Cerah
9	432x100	0,3	44	37,5	0,08	0,0017	Redup
10	546,4x100	0,2	45	36,5	0,09	0,0015	Redup

Lampiran 4. Data Hasil Pengukuran Faktor Dalam yang Mempengaruhi Laju Transpirasi

**4. Data Hasil Pengukuran Faktor Dalam yang Mempengaruhi Laju Transpirasi**

Lampiran 4.1 Data Faktor Dalam Ketapang (*Terminalia catappa* L.) di Jalan C. Simanjuntak

Ulan gan	Jumlah Stomata	Jumlah Trikoma	Luas Permukaan m <sup>2</sup>	Ketebalan Daun µm	Laju Transpirasi (ml/m <sup>2</sup> /dt)
1	74	-	0,03	138,33	0,00069
2	74	-	0,06		0,00028
3	76	-	0,04		0,00083
4	123	-	0,01		0,0033
5	104	-	0,02		0,02792
6	148	-	0,02		0,00004
7	32	-	0,01		0,0054
8	118	-	0,01		0,0042
9	57	-	0,02		0,01208
10	54	-	0,02		0,0033

Lampiran 4.2 Data Faktor Dalam Ketapang (*Terminalia catappa* L.) di Pakem Sleman

Ulan gan	Jumlah Stomata	Jumlah Trikoma	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Ketebalan Daun (µm)	Laju Transpirasi (ml/m <sup>2</sup> /dt)
1	45	-	0,06	204,67	0,00042
2	49	-	0,03		0,0011
3	66	-	0,05		0,0012
4	80	-	0,05		0,0023
5	82	-	0,08		0,00073
6	116	-	0,05		0,0011
7	139	-	0,03		0,0024
8	73	-	0,03		0,0014
9	91	-	0,02		0,005
10	141	-	0,02		0,0023

Lampiran 4.3 Data Faktor Dalam Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) di Jalan C. Simanjuntak

Ulan gan	Jumlah Stomata	Jumlah Trikoma	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Ketebala n Daun (μm)	Laju Transpira si (ml/m <sup>2</sup> /dt)
1	73	1	0,04	111,23	0,00002
2	107	1	0,06		0,00035
3	105	1	0,04		0,00031
4	60	1	0,01		0,0046
5	84	1	0,01		0,0017
6	77	1	0,01		0,0033
7	26	1	0,02		0,0017
8	86	1	0,02		0,0046
9	101	-	0,01		0,0021
10	58	1	0,01		0,0029

Lampiran 4.4 Data Faktor Dalam Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) di Pakem Sleman

Ulan gan	Jumlah Stomata	Jumlah Trikoma	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Ketebalan Daun (μm)	Laju Transpirasi (ml/m <sup>2</sup> /dt)
1	83	35	0,01	128,67	0,04083
2	53	54	0,06		0,00076
3	47	42	0,03		0,0047
4	76	30	0,02		0,0083
5	32	55	0,04		0,0013
6	74	44	0,06		0,00042
7	32	2	0,01		0,0017
8	25	17	0,03		0,00055
9	63	6	0,04		0,0016
10	16	50	0,02		0,0054

Lampiran 4.5 Data Faktor Dalam Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.) di Jalan Cik Di Tiro

Ulan gan	Jumlah Stomata	Jumlah Trikoma	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Ketebalan Daun (µm)	Laju Transpirasi (ml/m <sup>2</sup> /dt)
1	94	-	0,05	93,17	0,0038
2	185	-	0,08		0,0012
3	147	-	0,09		0,0014
4	142	-	0,08		0,0013
5	150	-	0,08		0,0017
6	202	-	0,08		0,00057
7	157	-	0,07		0,001
8	153	-	0,05		0,00075
9	137	-	0,05		0,00083
10	174	-	0,09		0,0021

Lampiran 4.6 Data Faktor Dalam Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.) di Pakem Sleman

Ulan gan	Jumlah Stomata	Jumlah Trikoma	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Ketebalan Daun (µm)	Laju Transpirasi (ml/m <sup>2</sup> /dt)
1	163	-	0,08	192,33	0,0011
2	109	-	0,04		0,0039
3	161	-	0,06		0,0026
4	132	-	0,05		0,0017
5	143	-	0,07		0,0023
6	174	-	0,04		0,0011
7	190	-	0,07		0,0017
8	145	-	0,05		0,0017
9	123	-	0,04		0,0017
10	83	-	0,05		0,0015

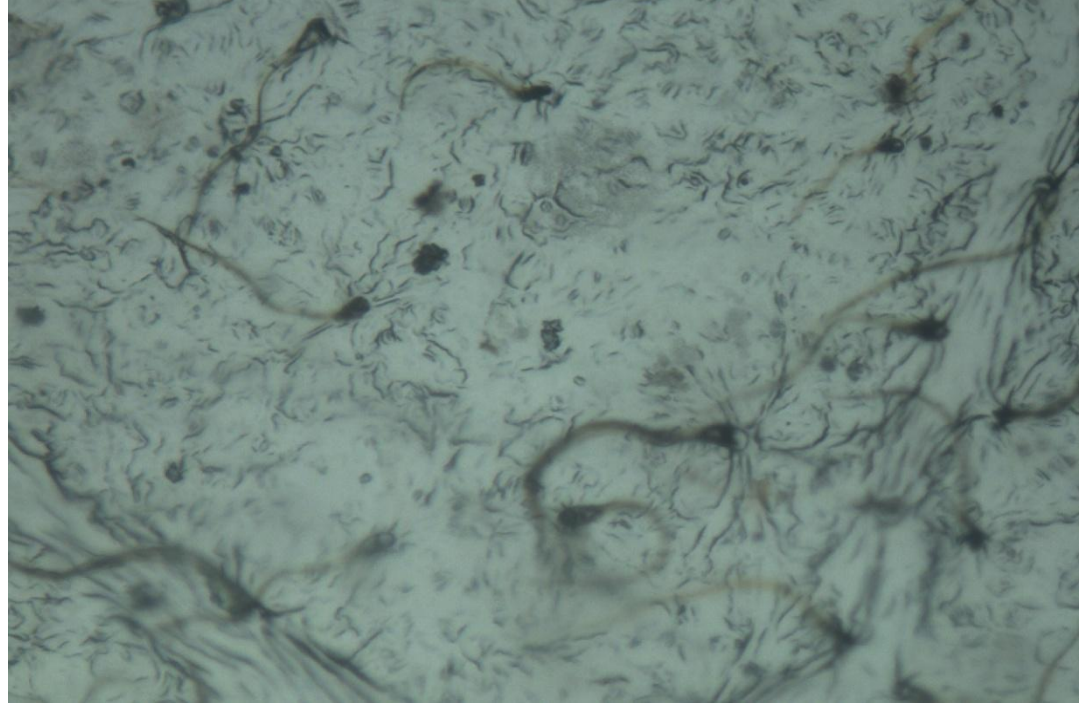


Lampiran 5. Gambar Stomata dan Trikomata

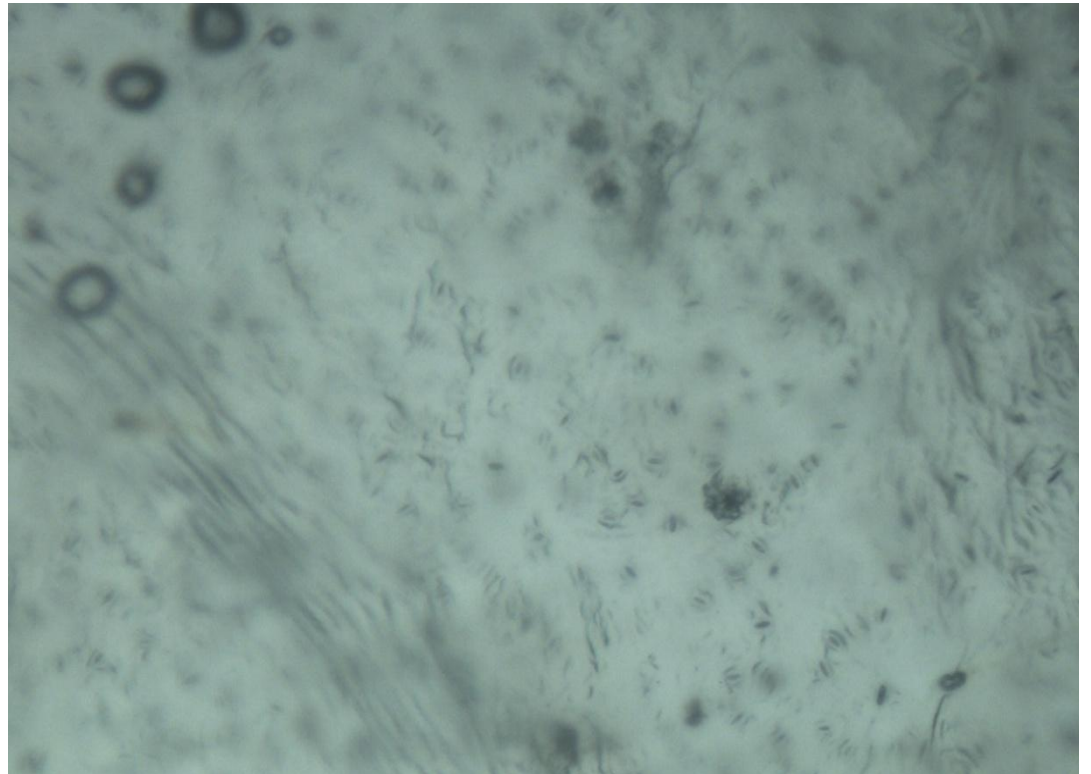
## 5. Gambar Stomata dan Trikomata

Lampiran 5.1 Gambar Stomata dan Trikomata Ketapang (*Terminalia catappa* L.) di Jalan C. Simanjuntak

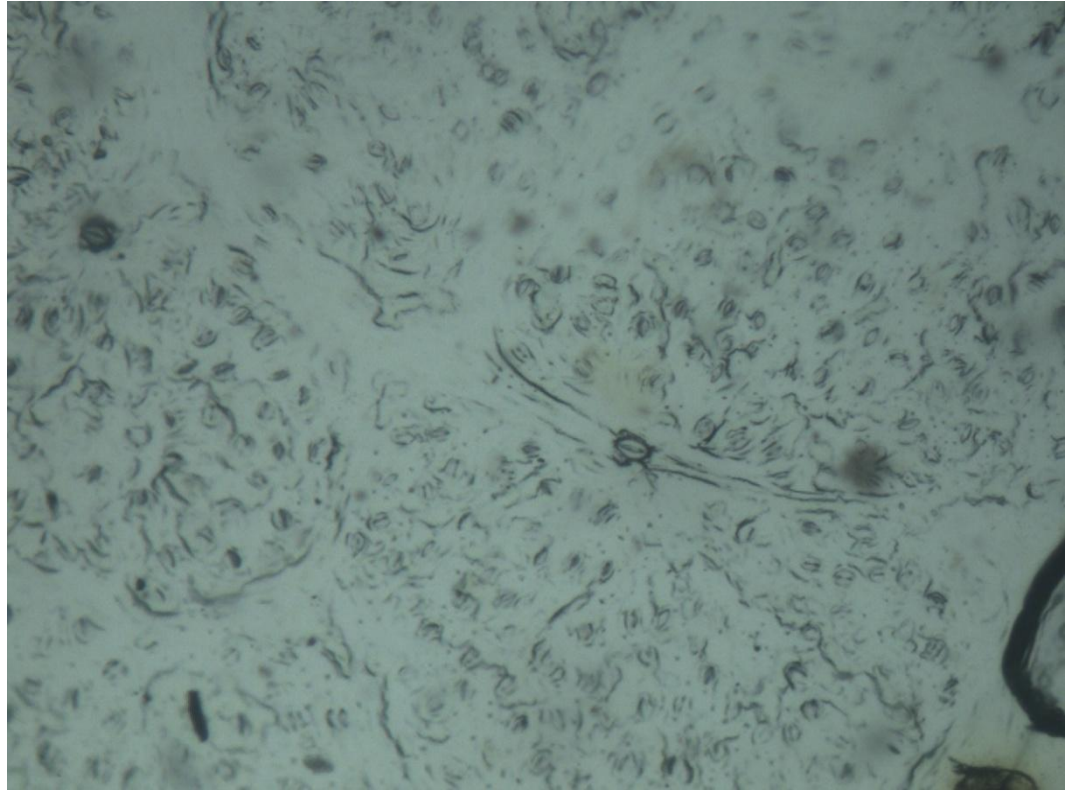
Daun 1 :



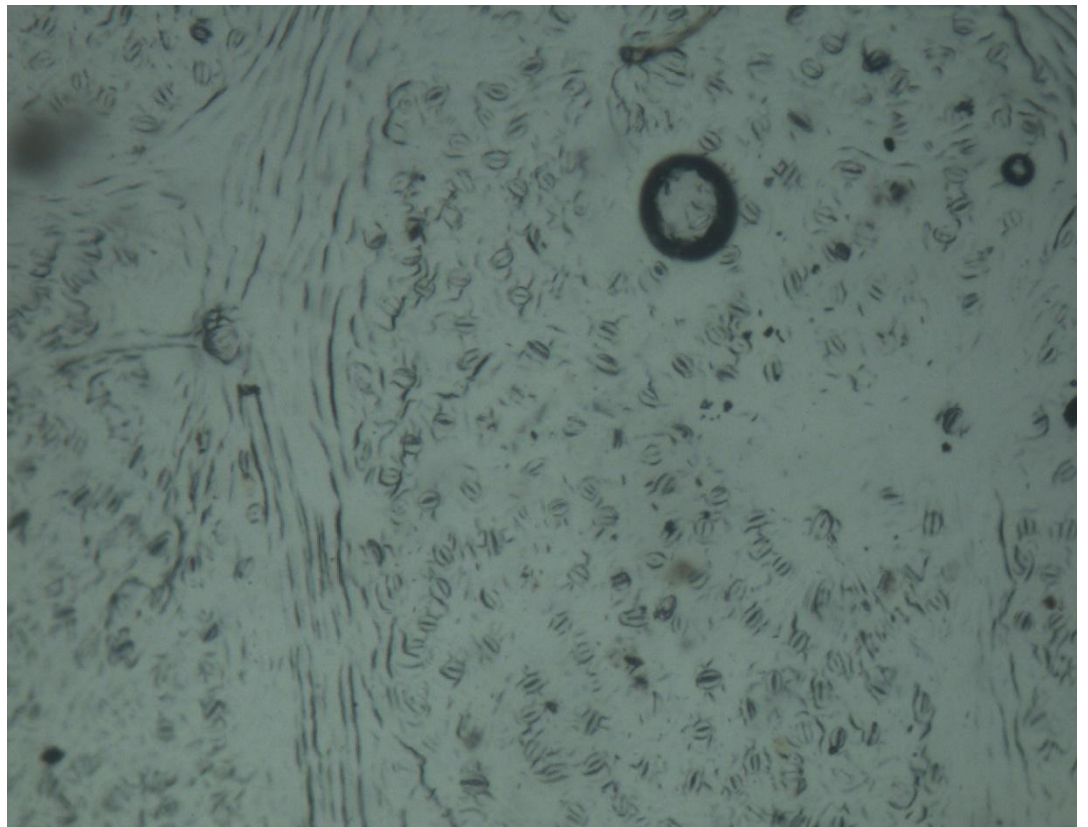
Daun 2 :



Daun 3 :

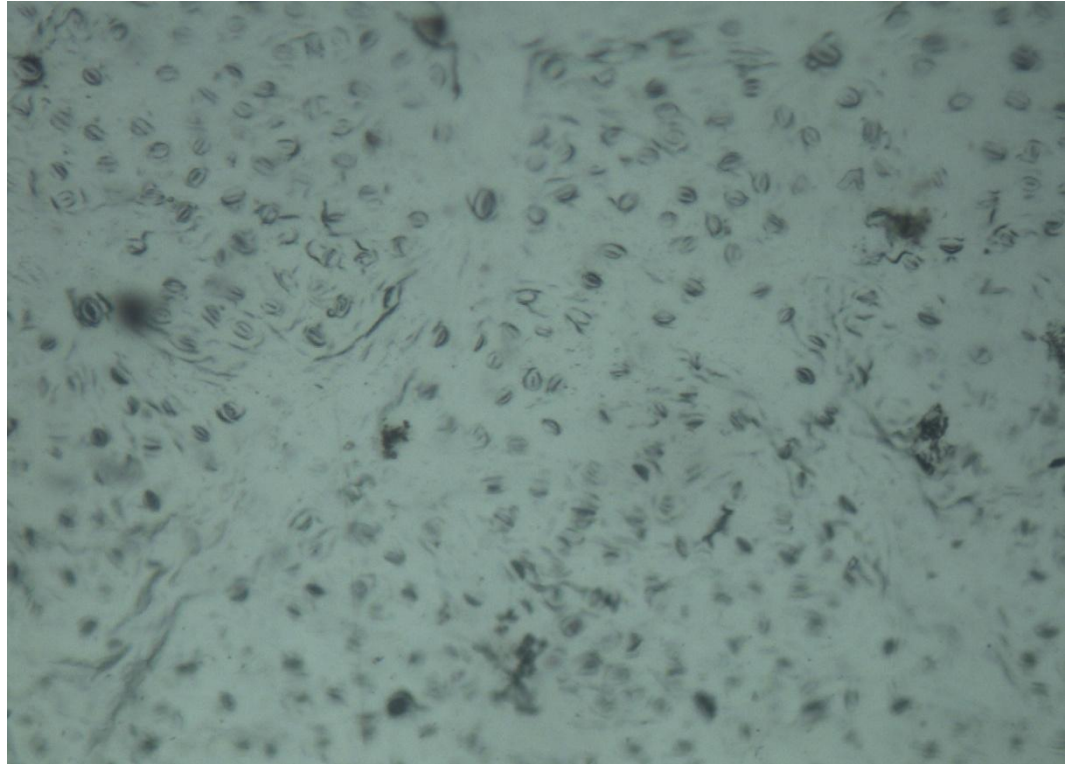


Daun 4 :

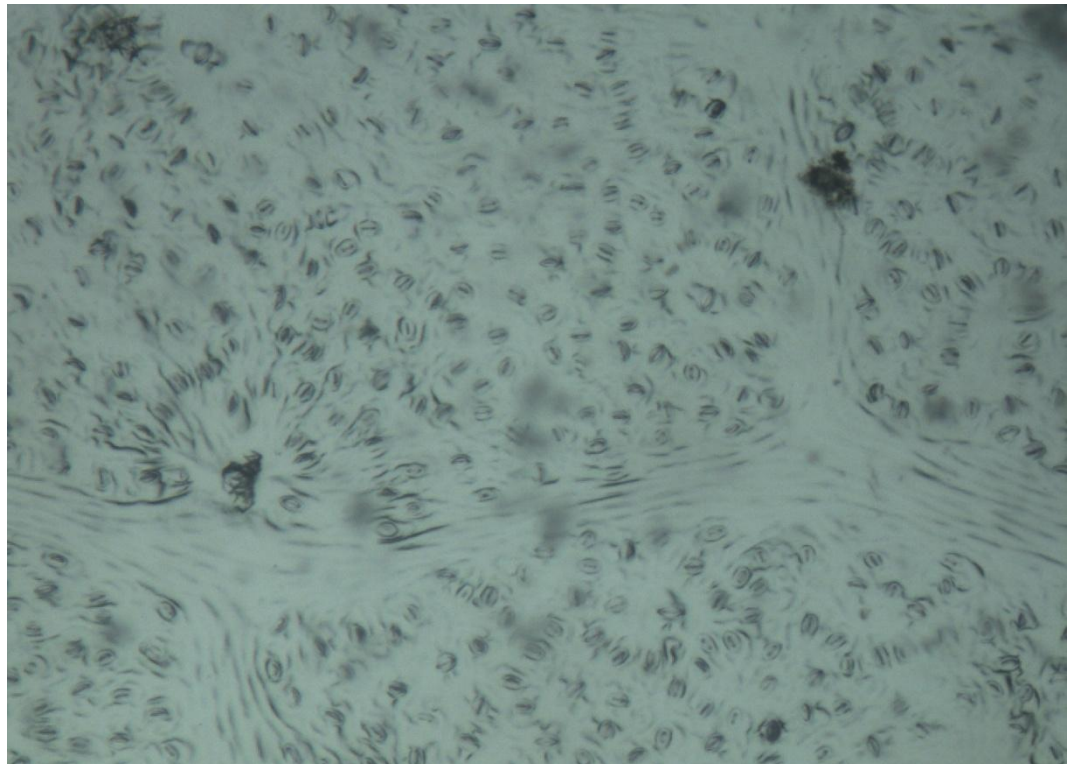




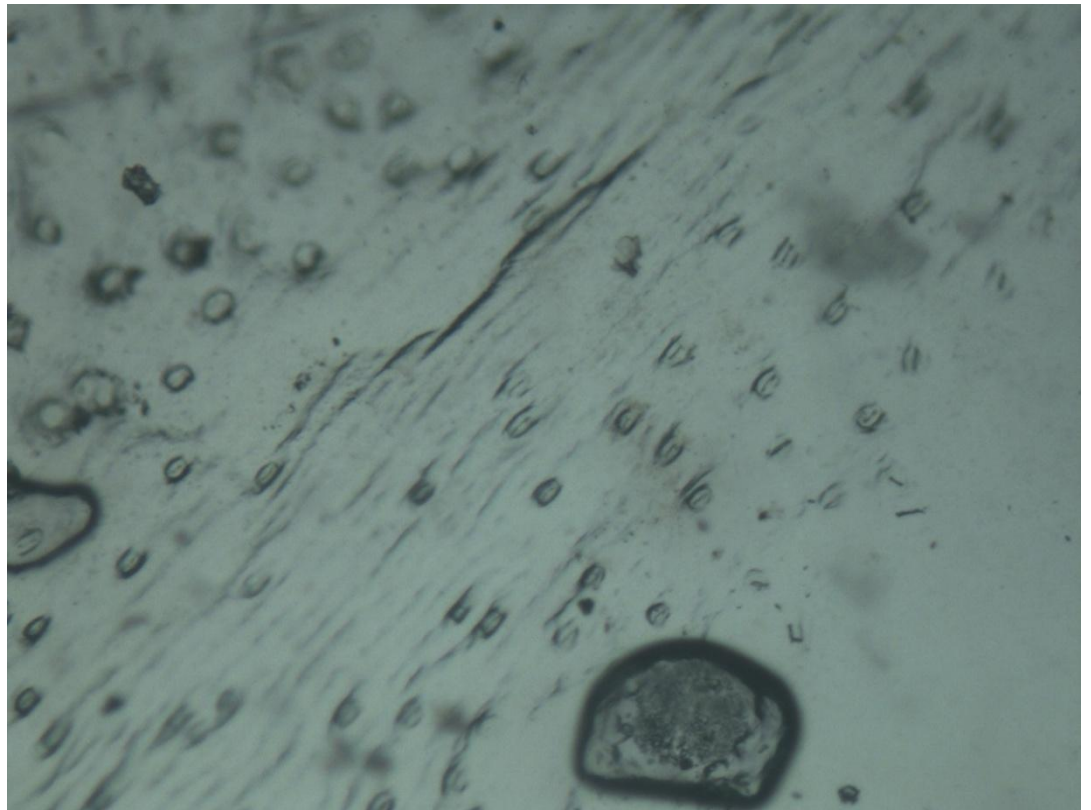
Daun 5 :



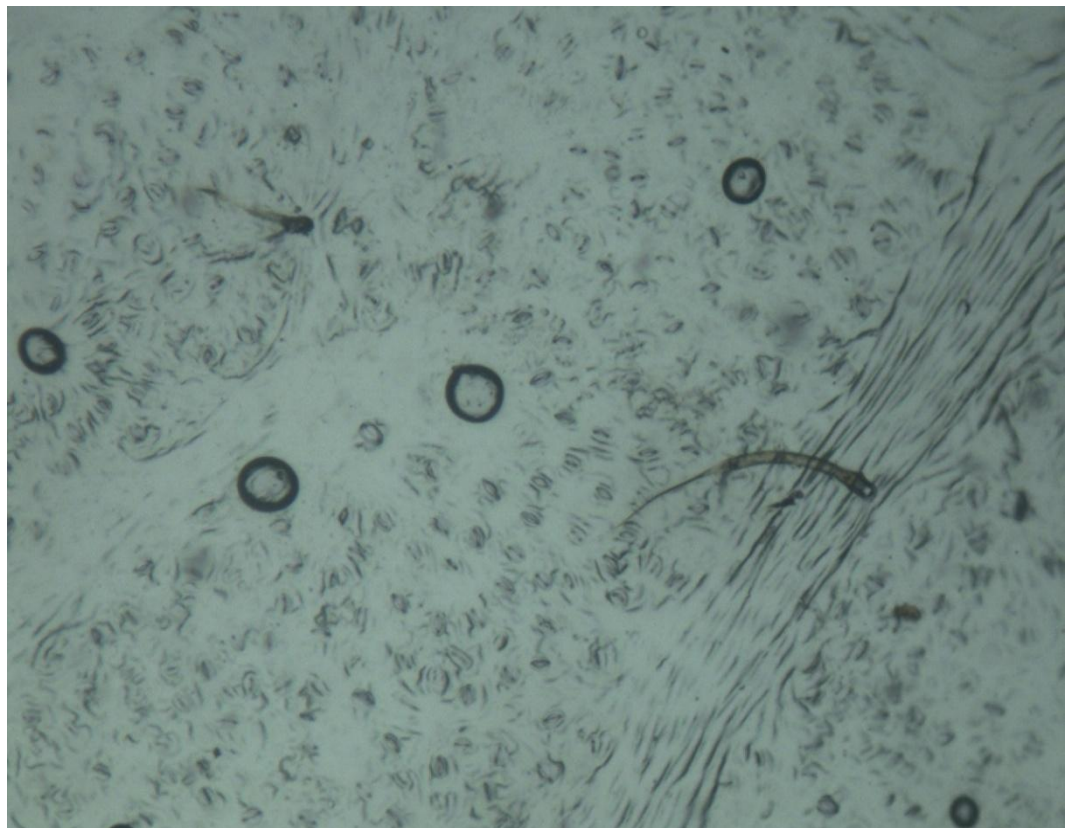
Daun 6 :



Daun 7 :

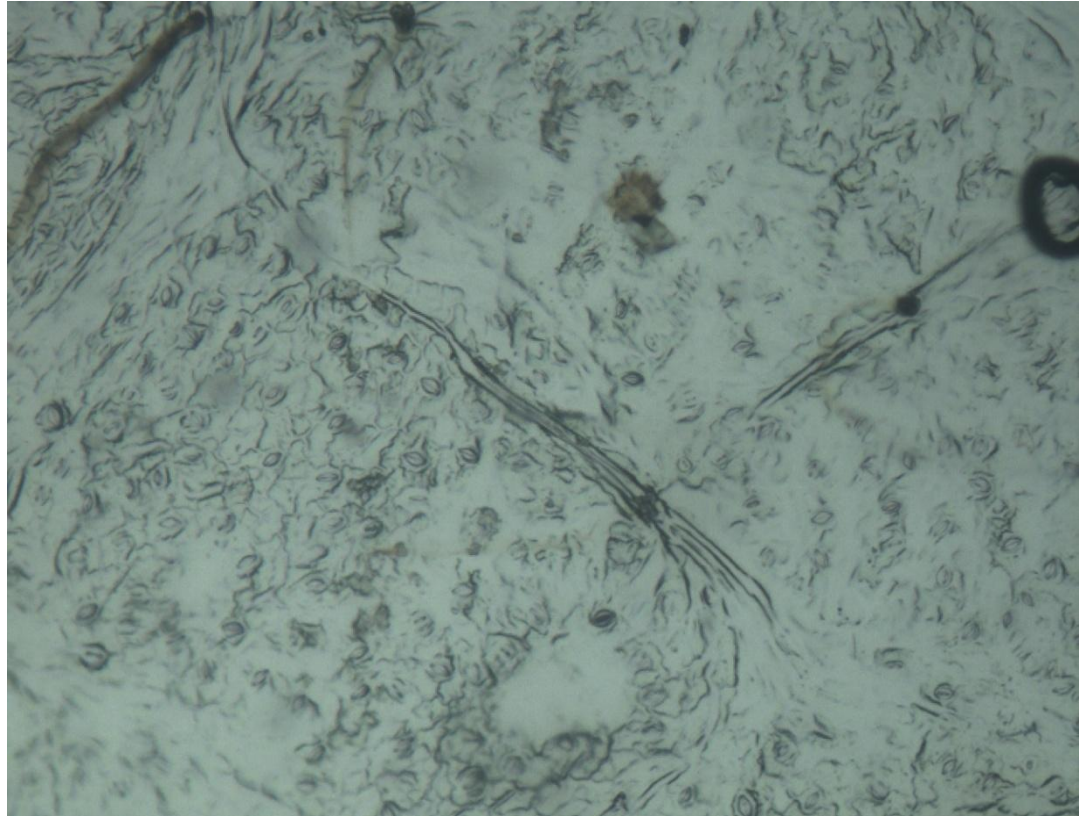


Daun 8 :

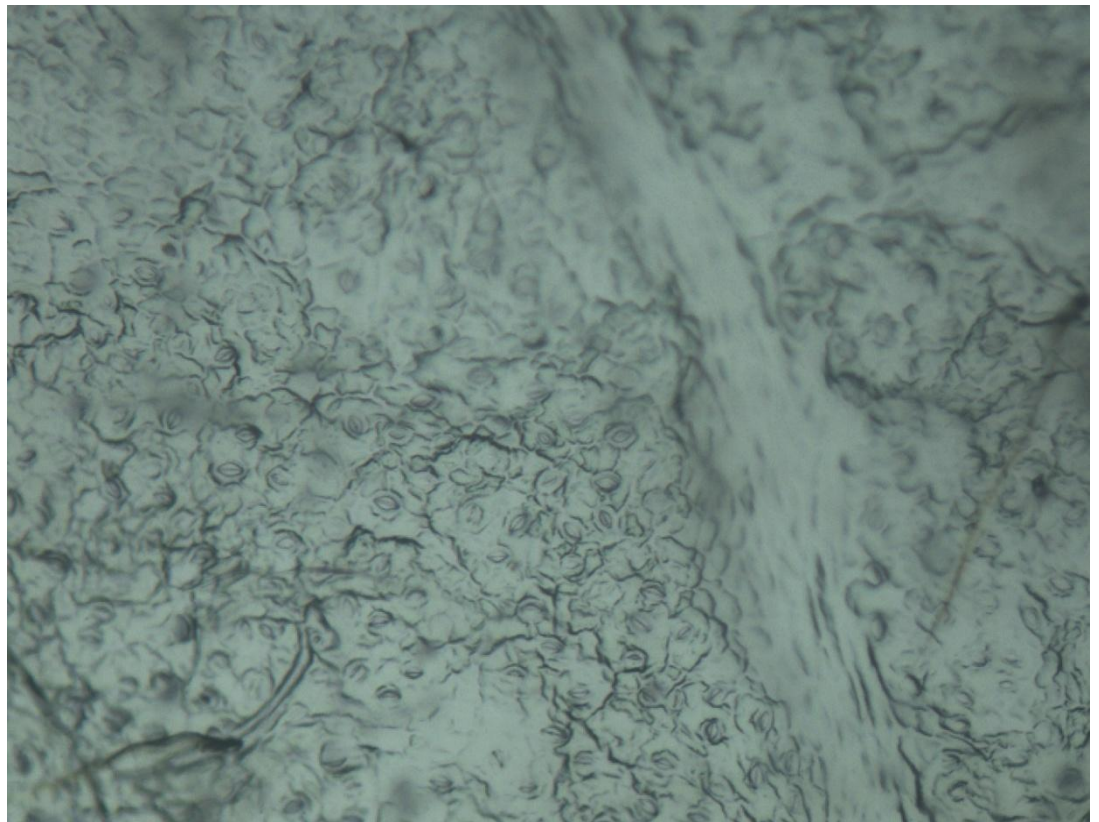




Daun 9 :

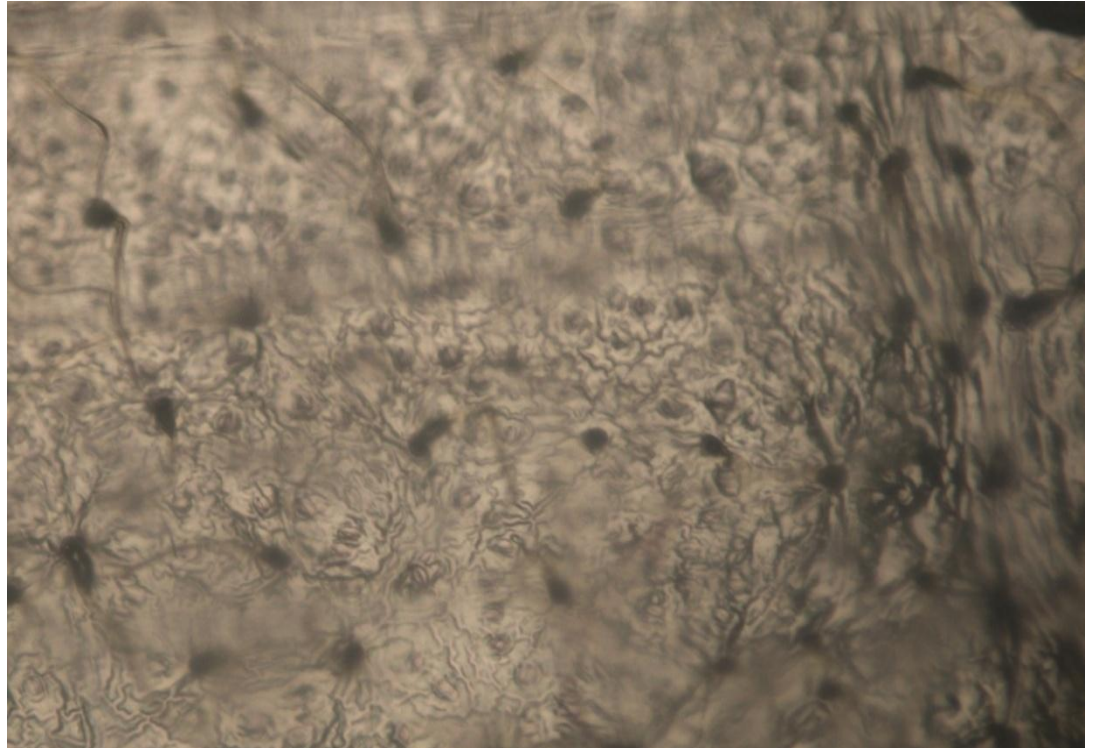


Daun 10 :

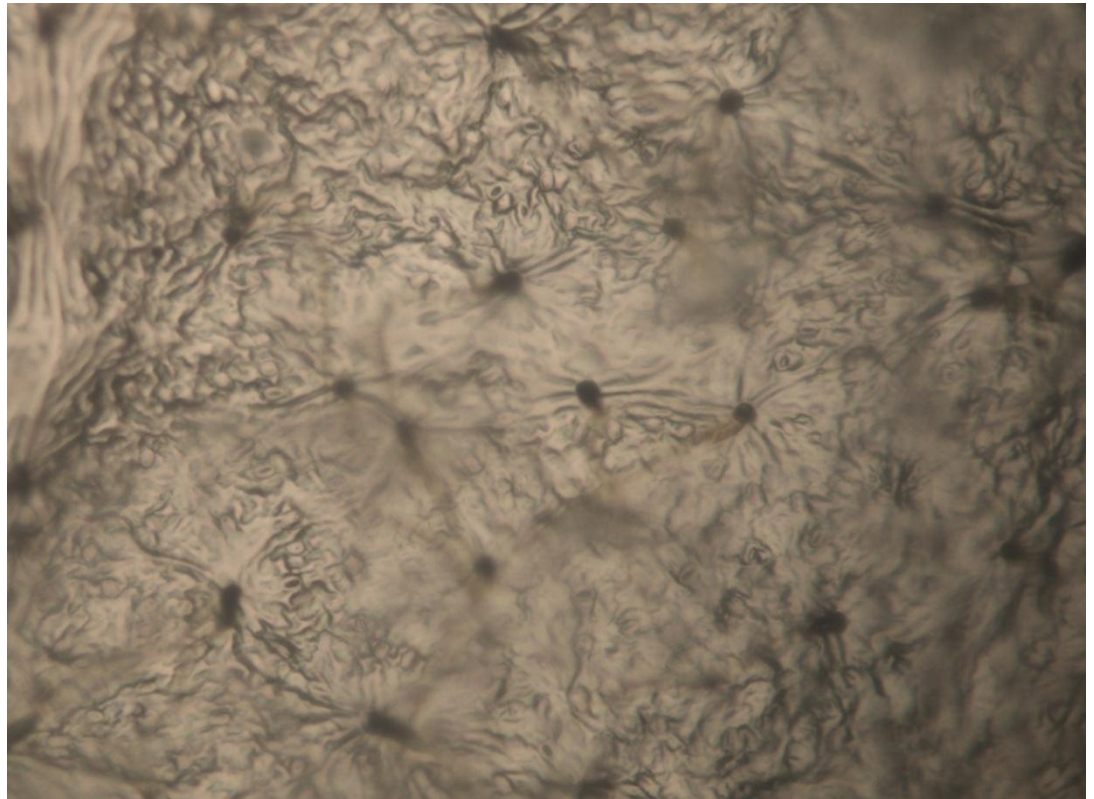


Lampiran 5.2 Gambar Stomata dan Trikomata Ketapang (*Terminalia catappa* L.) di Pakem Sleman

Daun 1 :

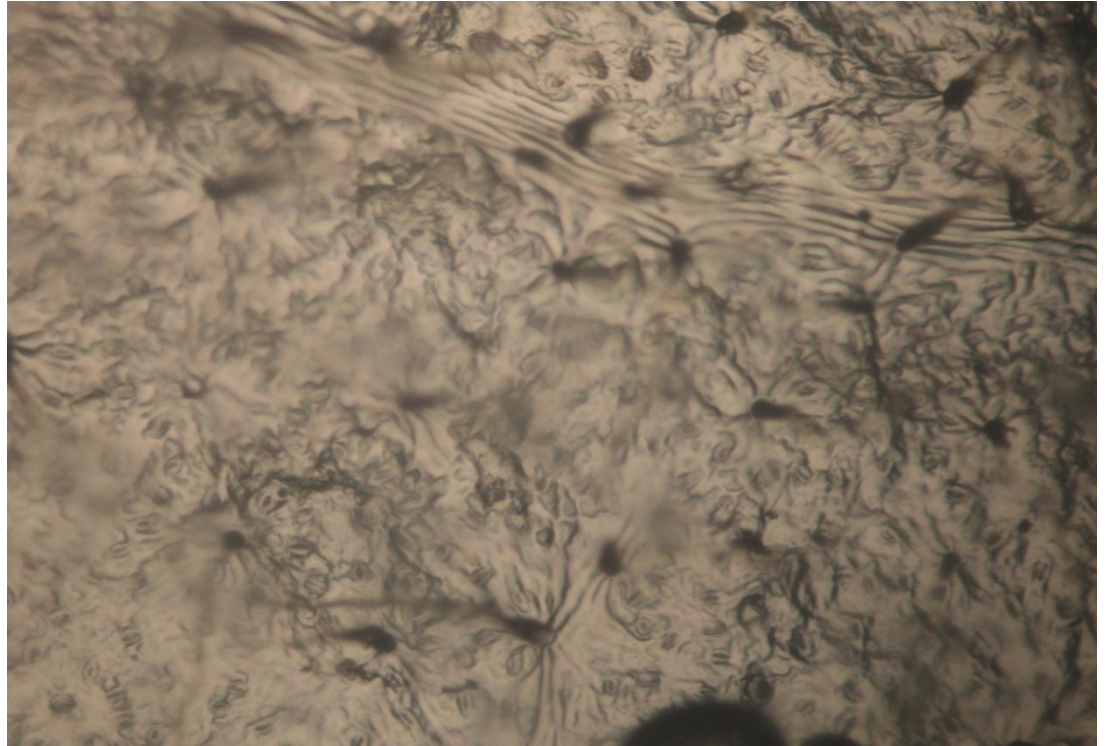


Daun 2 :

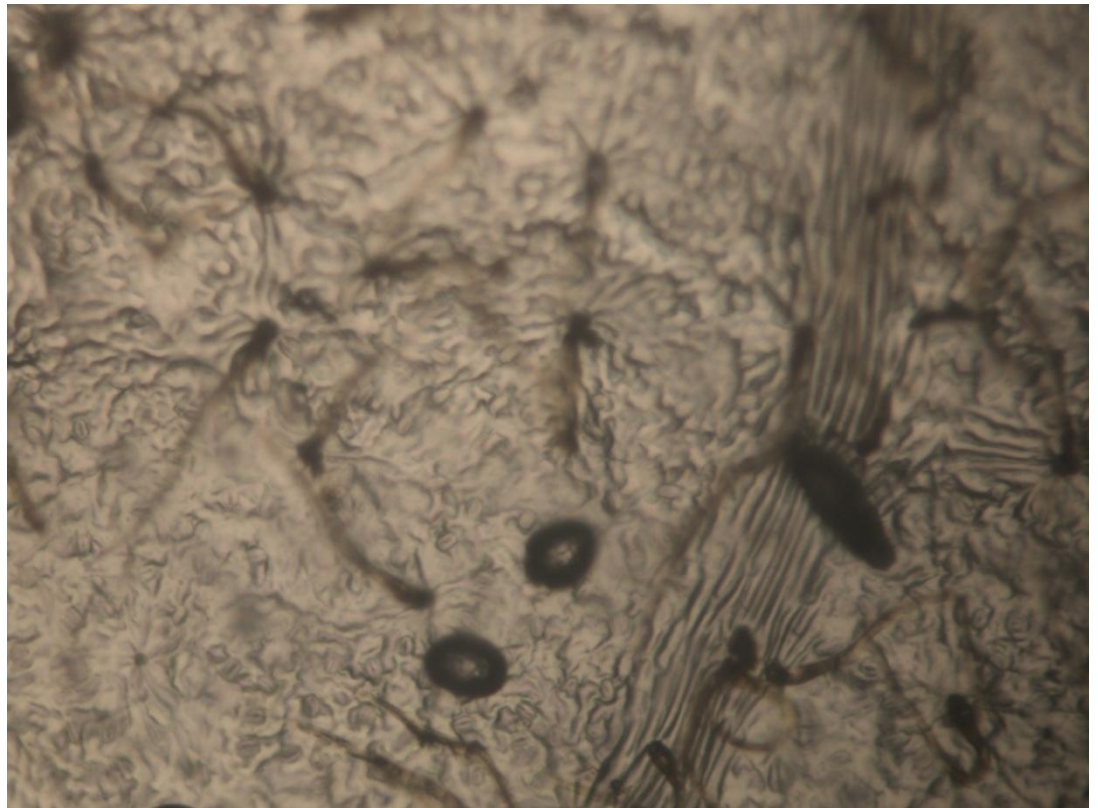




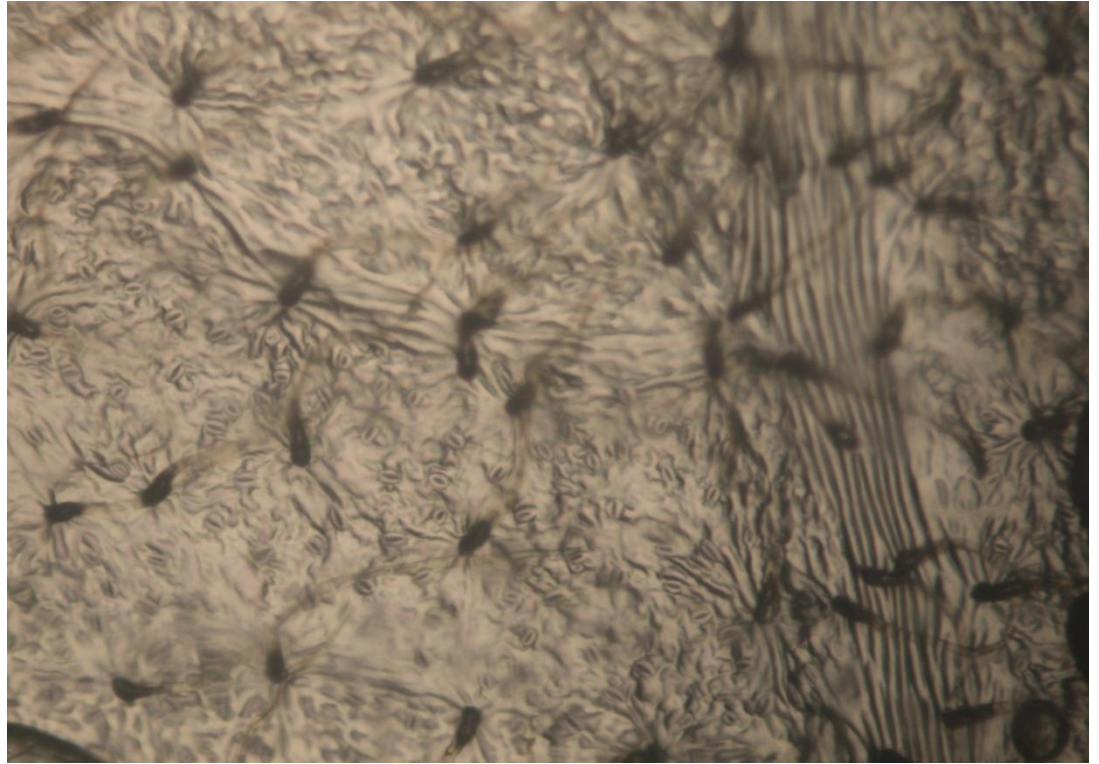
Daun 3 :



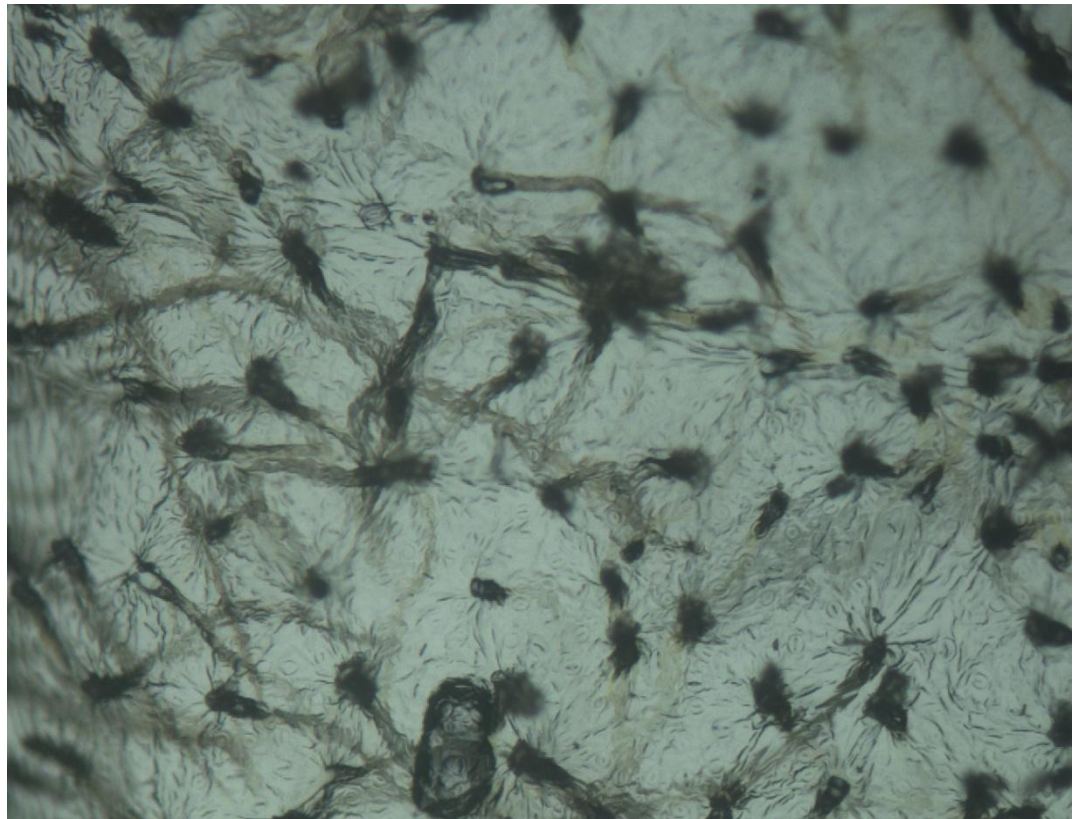
Daun 4 :



Daun 5 :

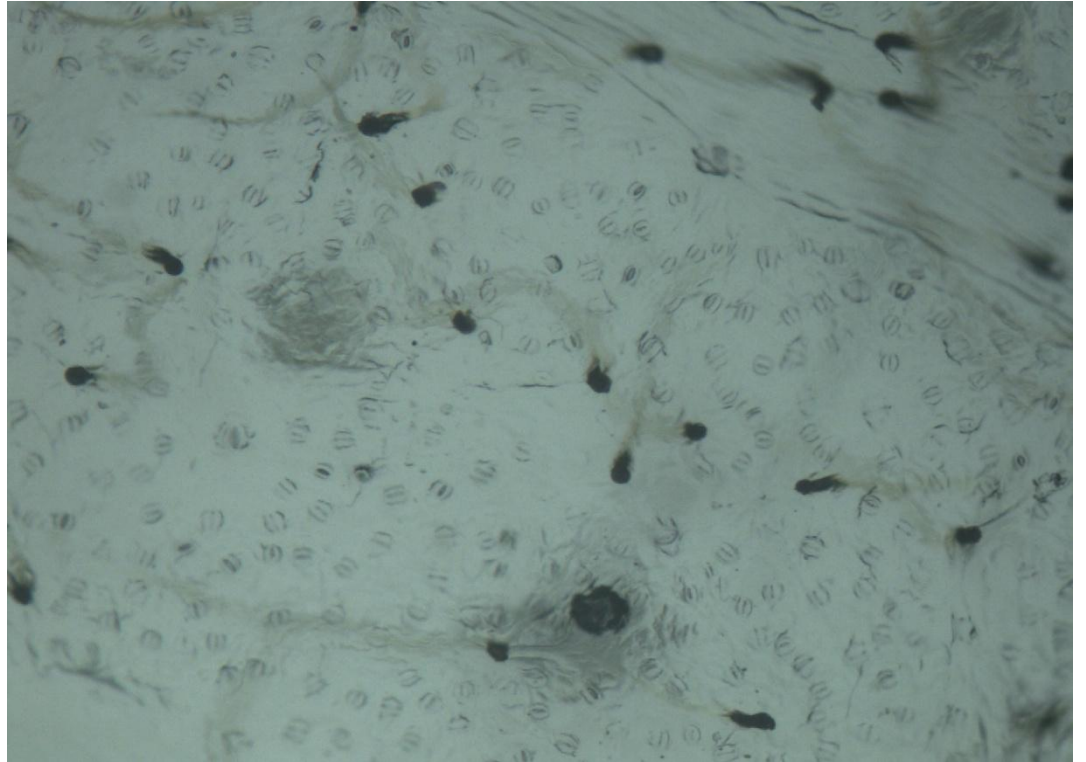


Daun 6 :

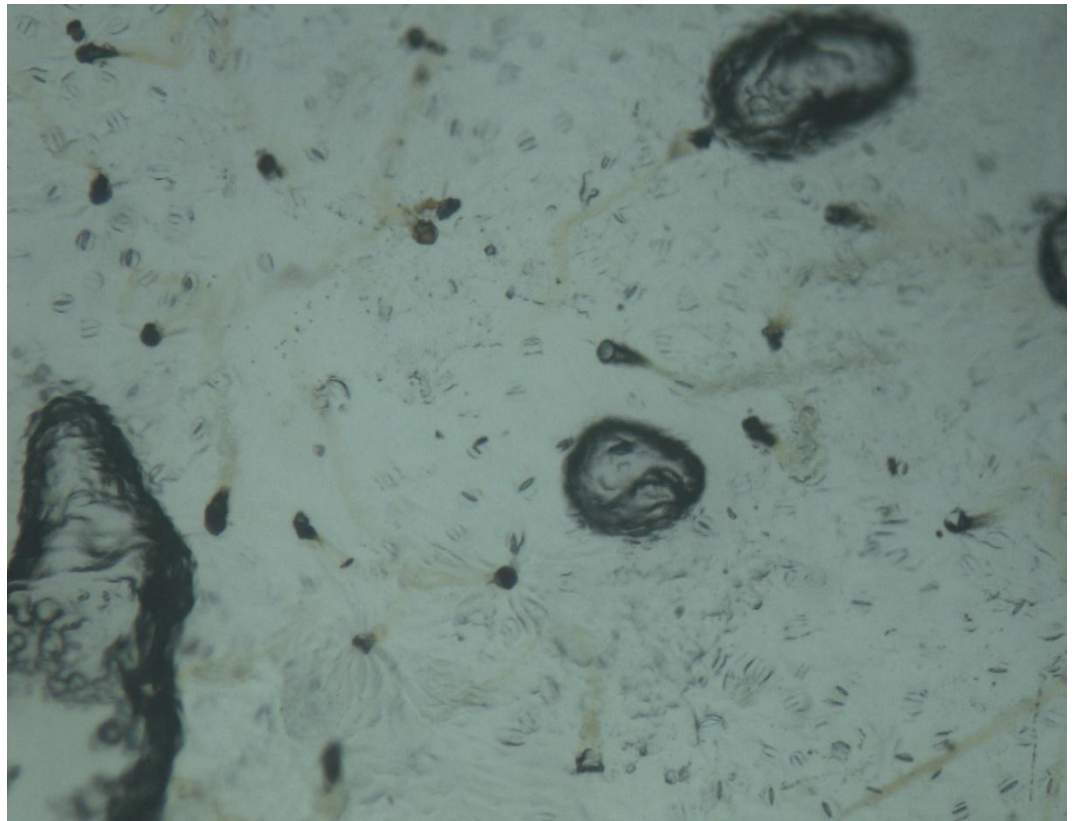




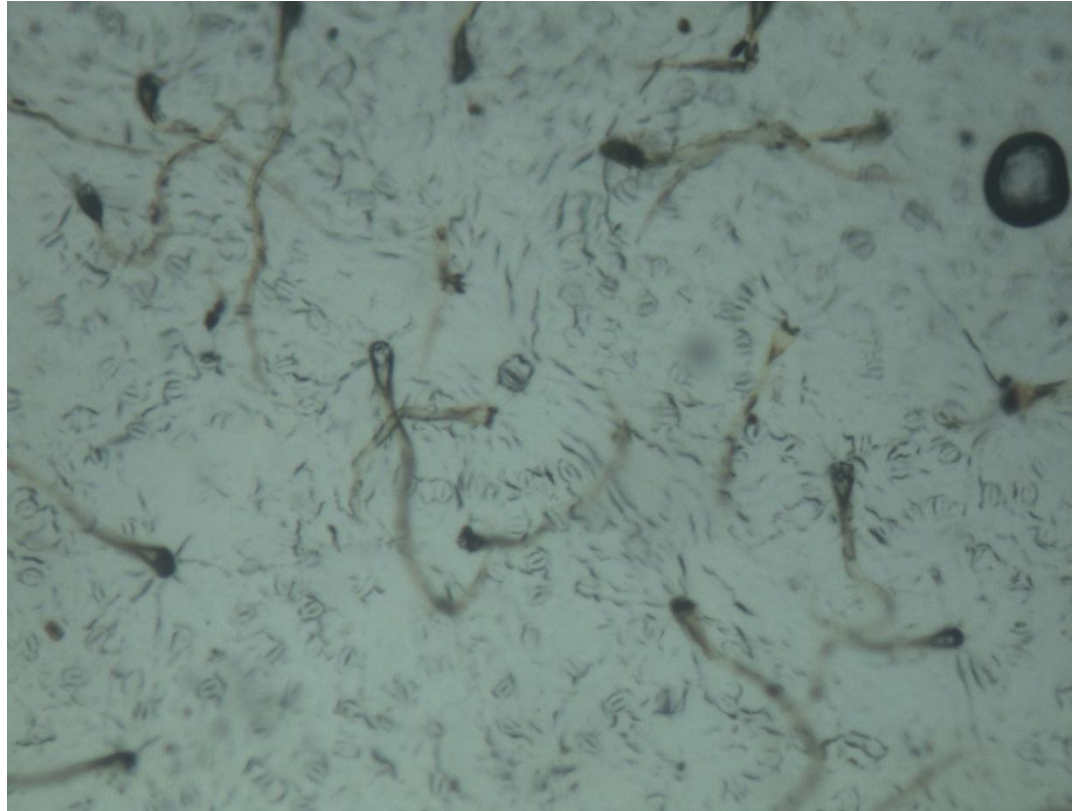
Daun 7 :



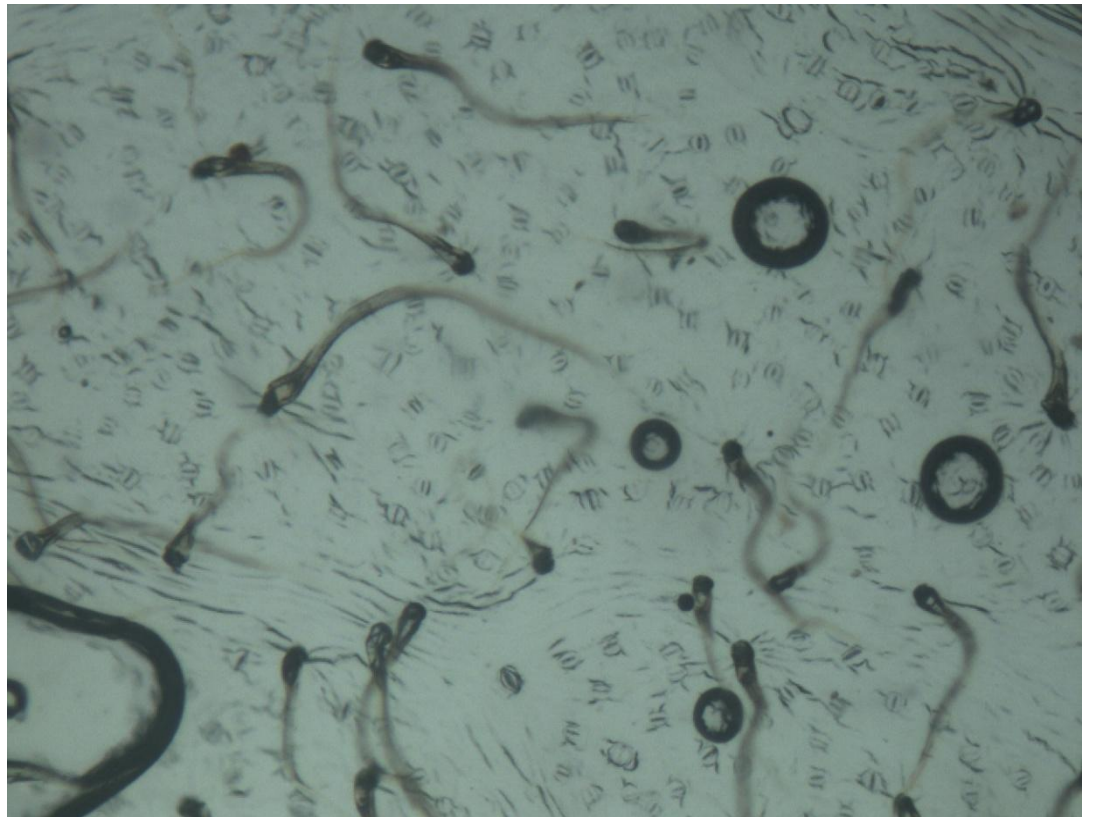
Daun 8 :



Daun 9 :



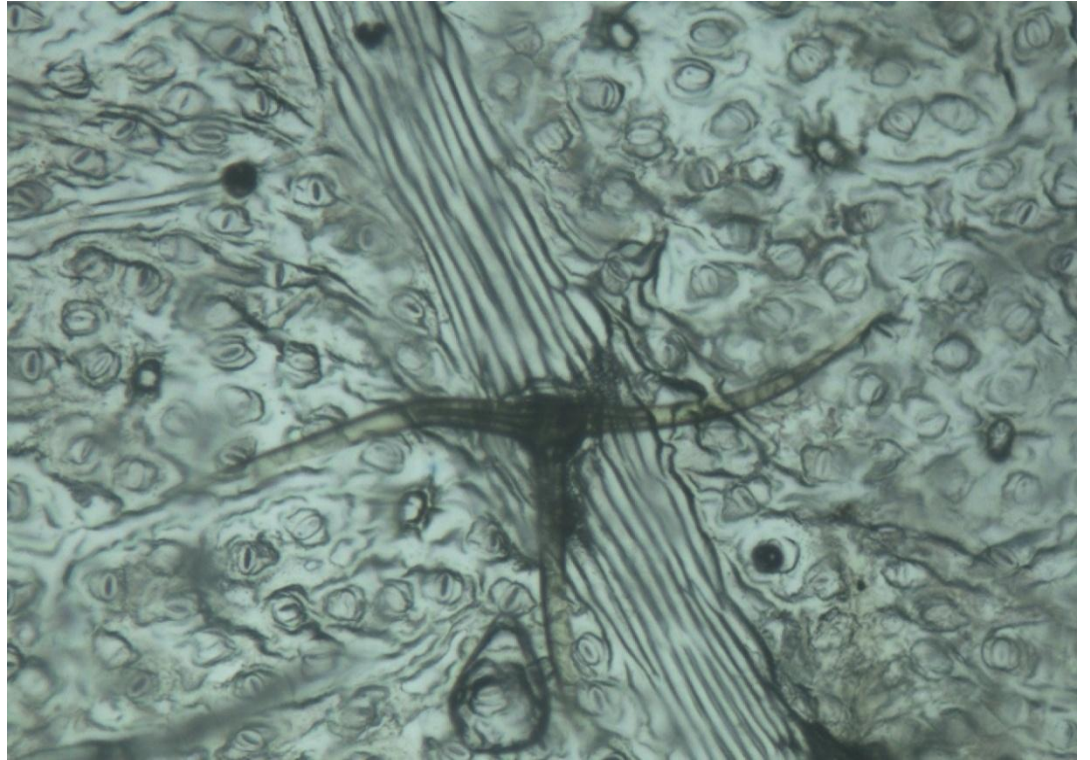
Daun 10 :



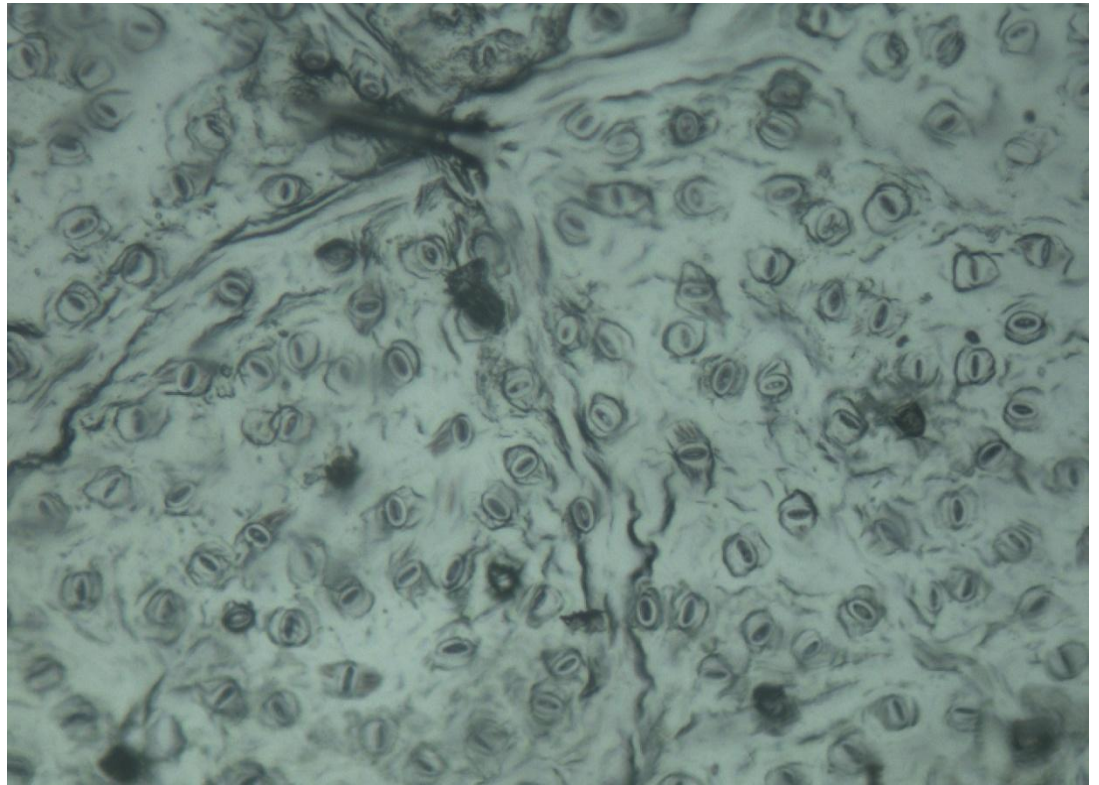


Lampiran 5.3 Gambar Stomata dan Trikomata Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) di  
Jalan C. Simanjuntak

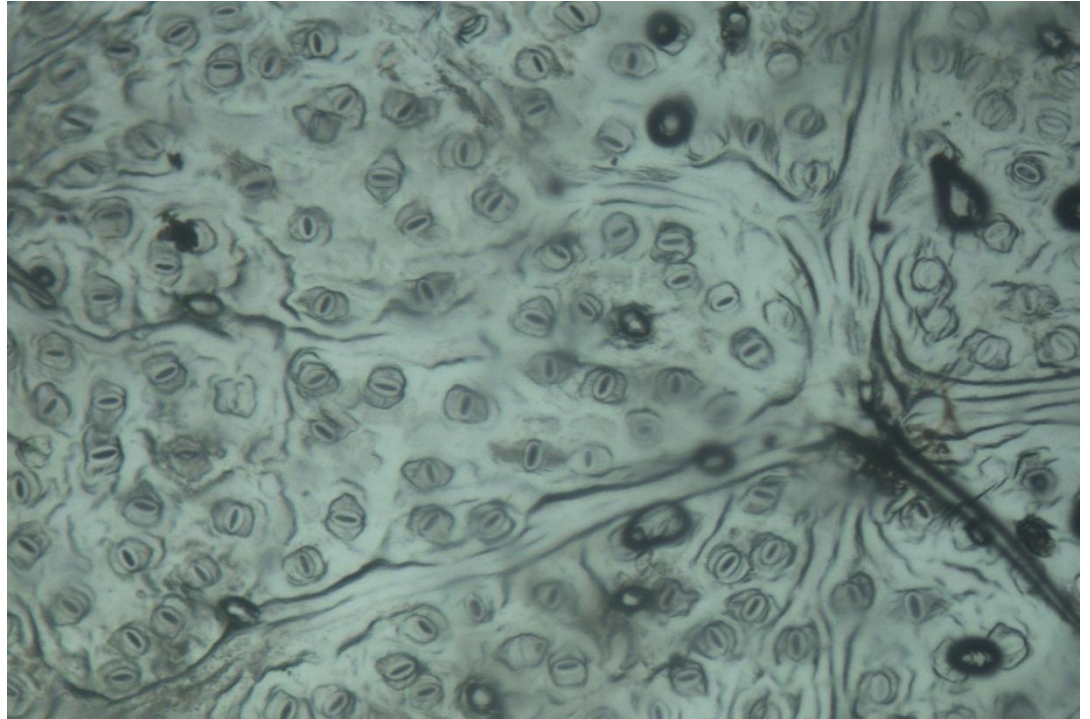
Daun 1 :



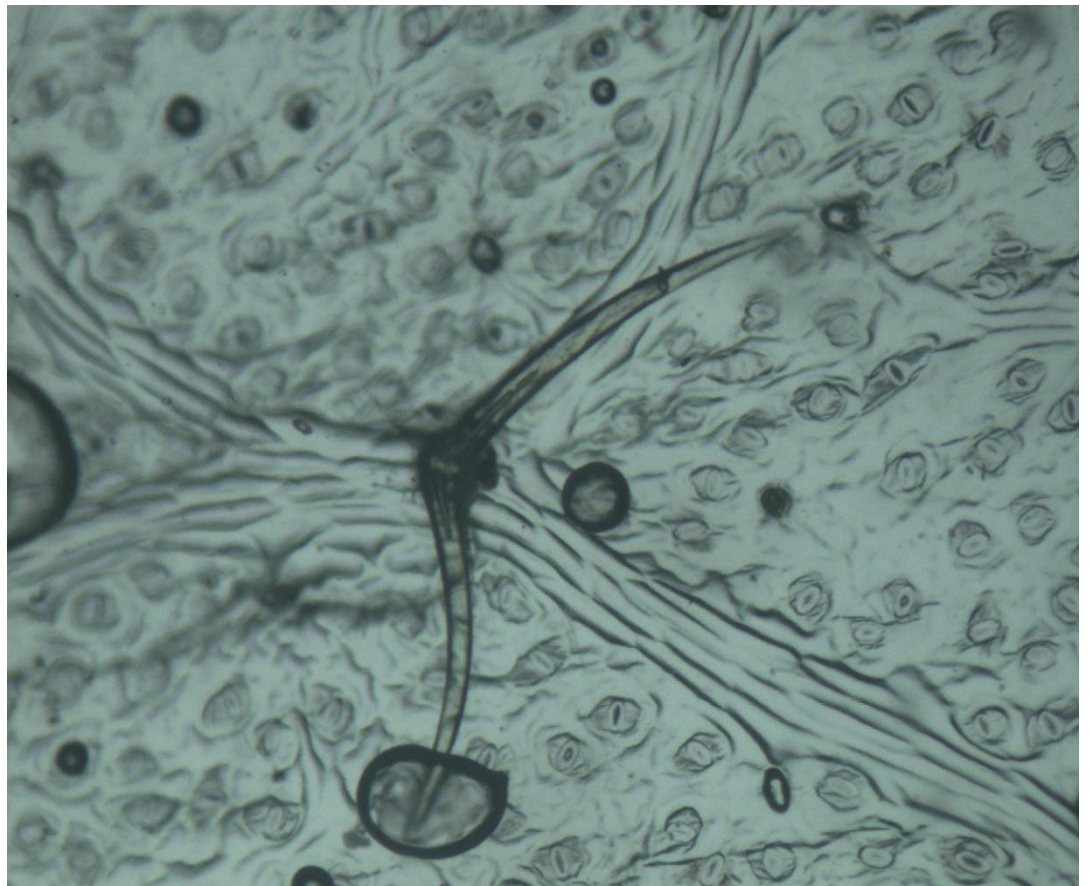
Daun 2 :



Daun 3 :

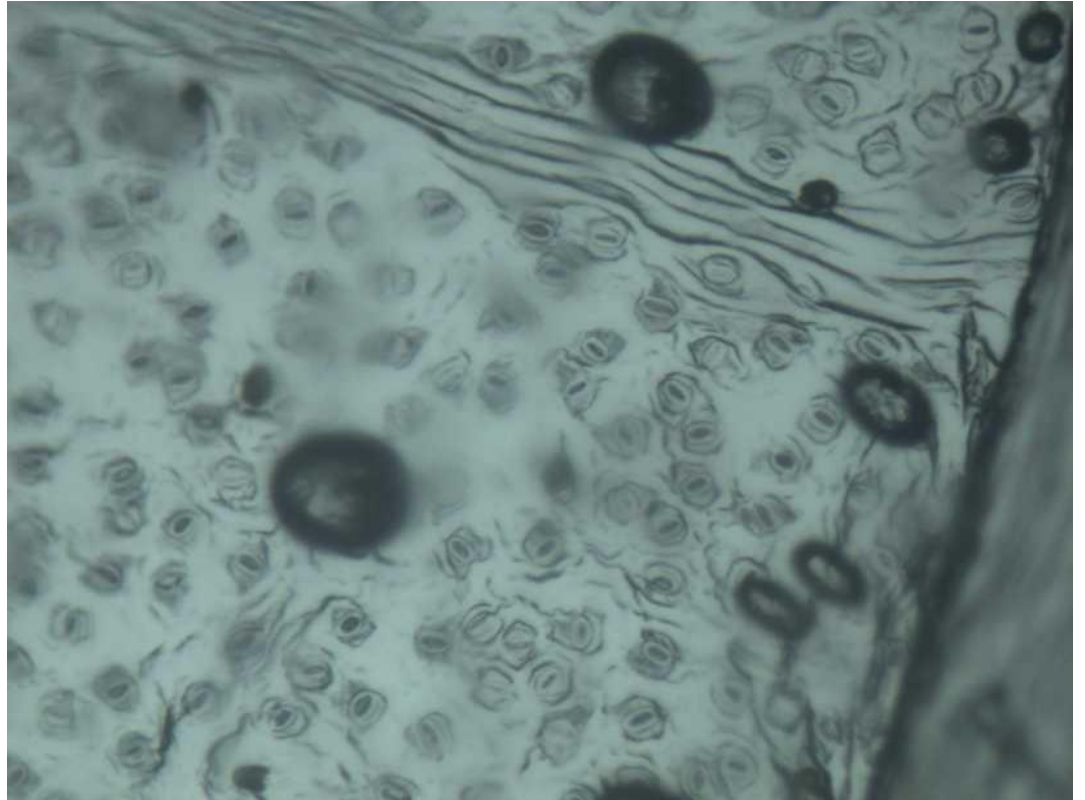


Daun 4 :

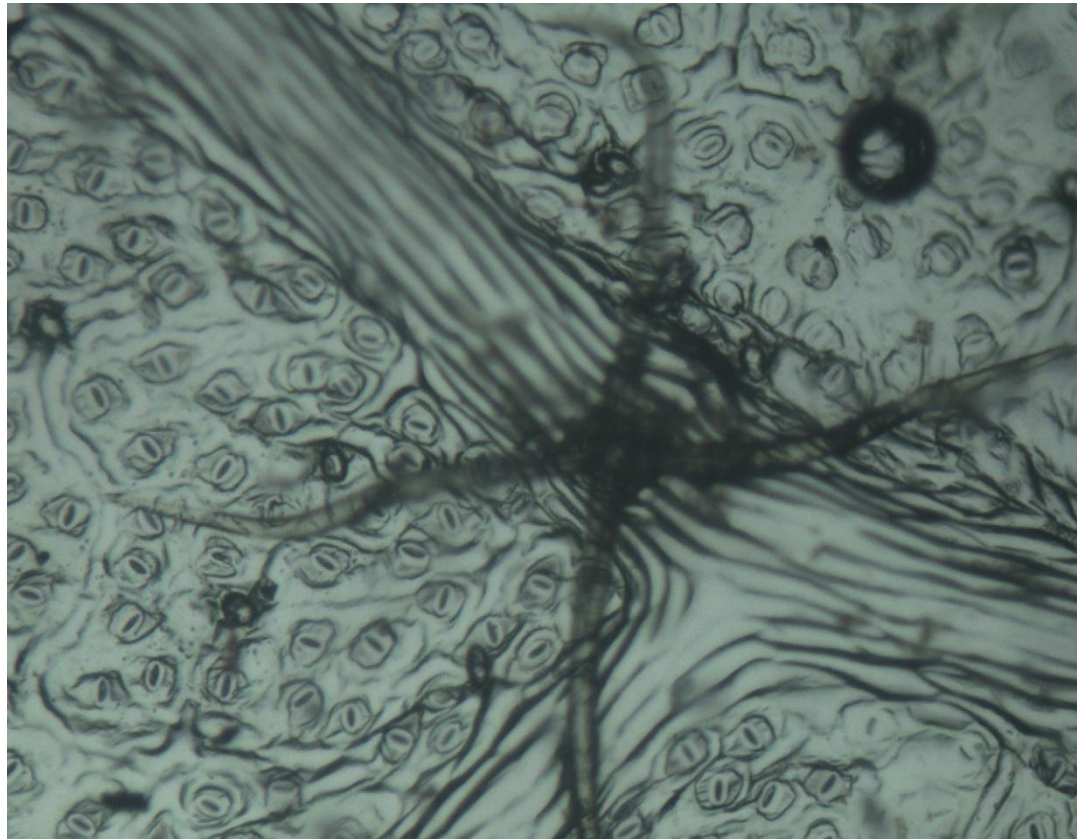




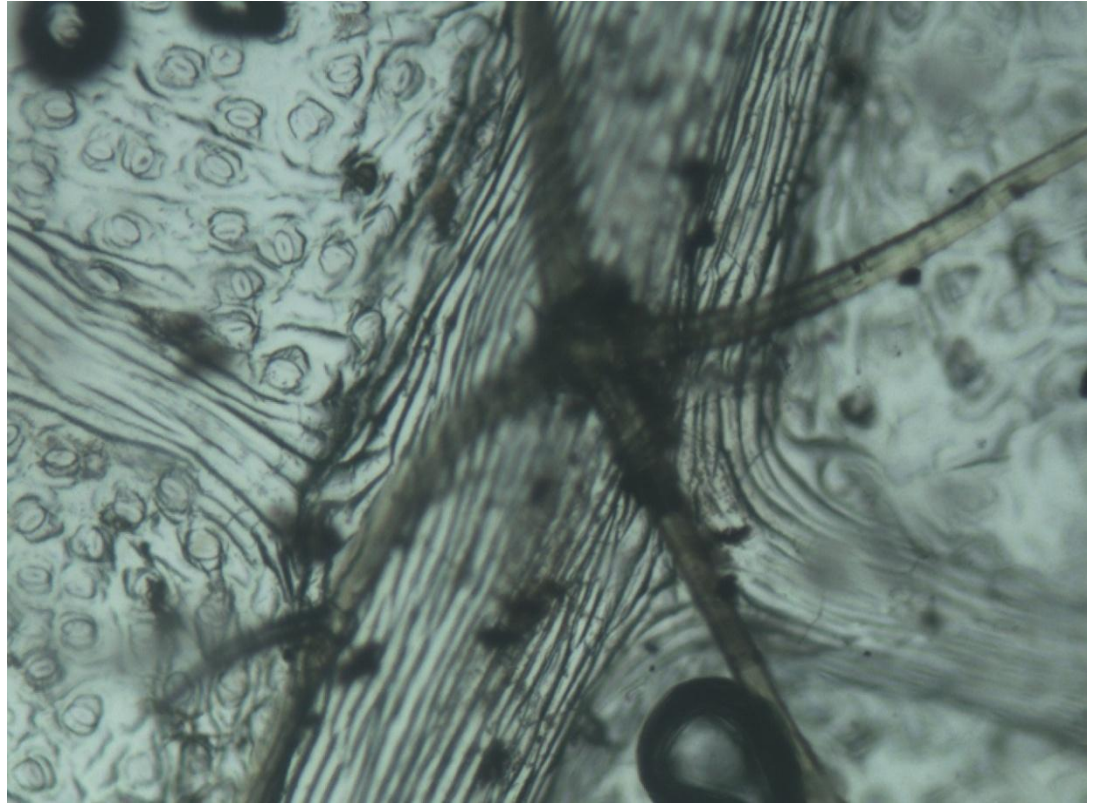
Daun 5 :



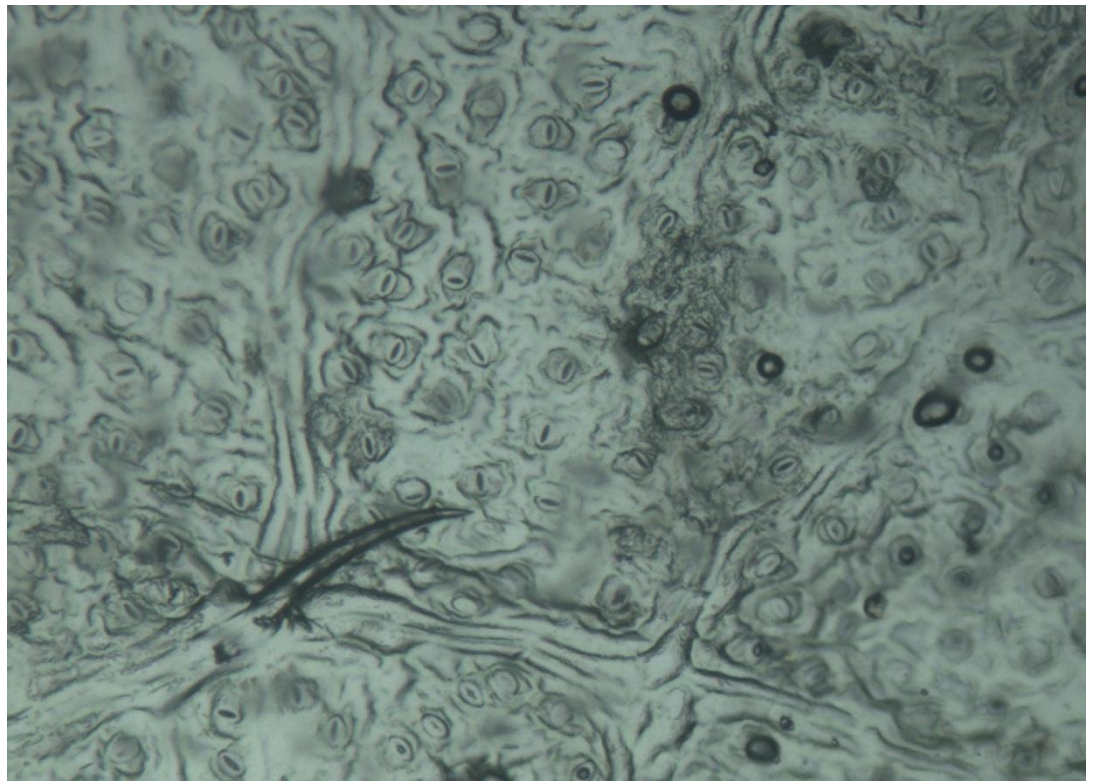
Daun 6 :



Daun 7 :

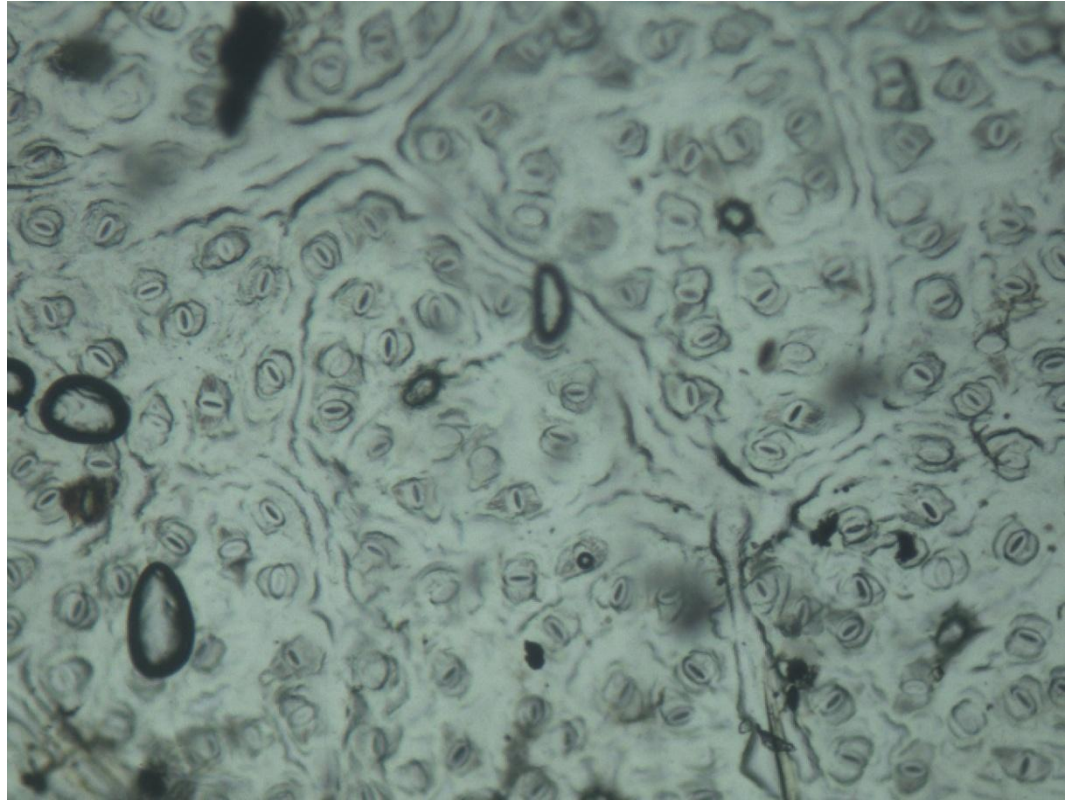


Daun 8 :

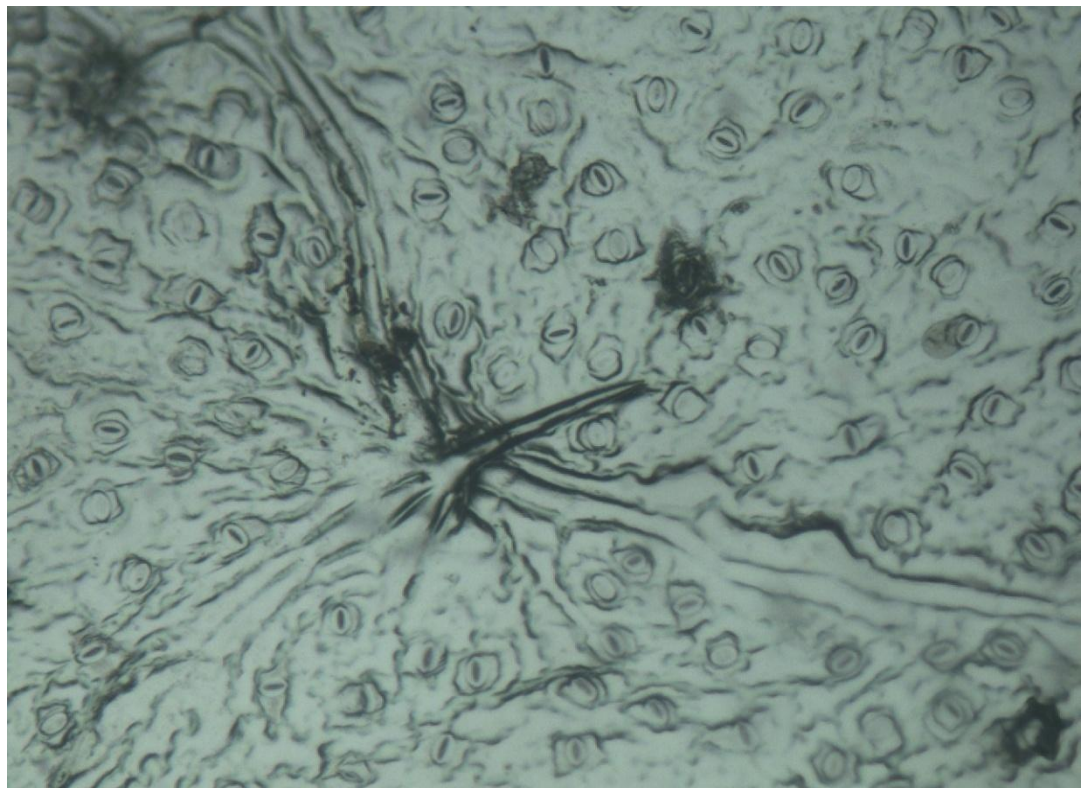




Daun 9 :



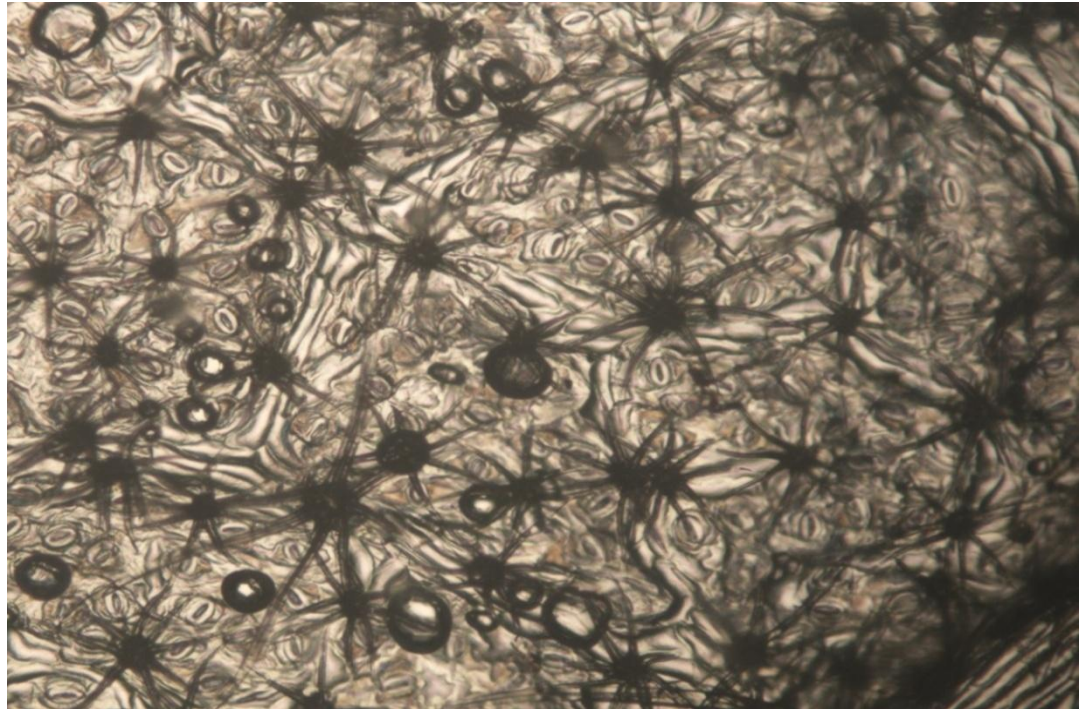
Daun 10 :



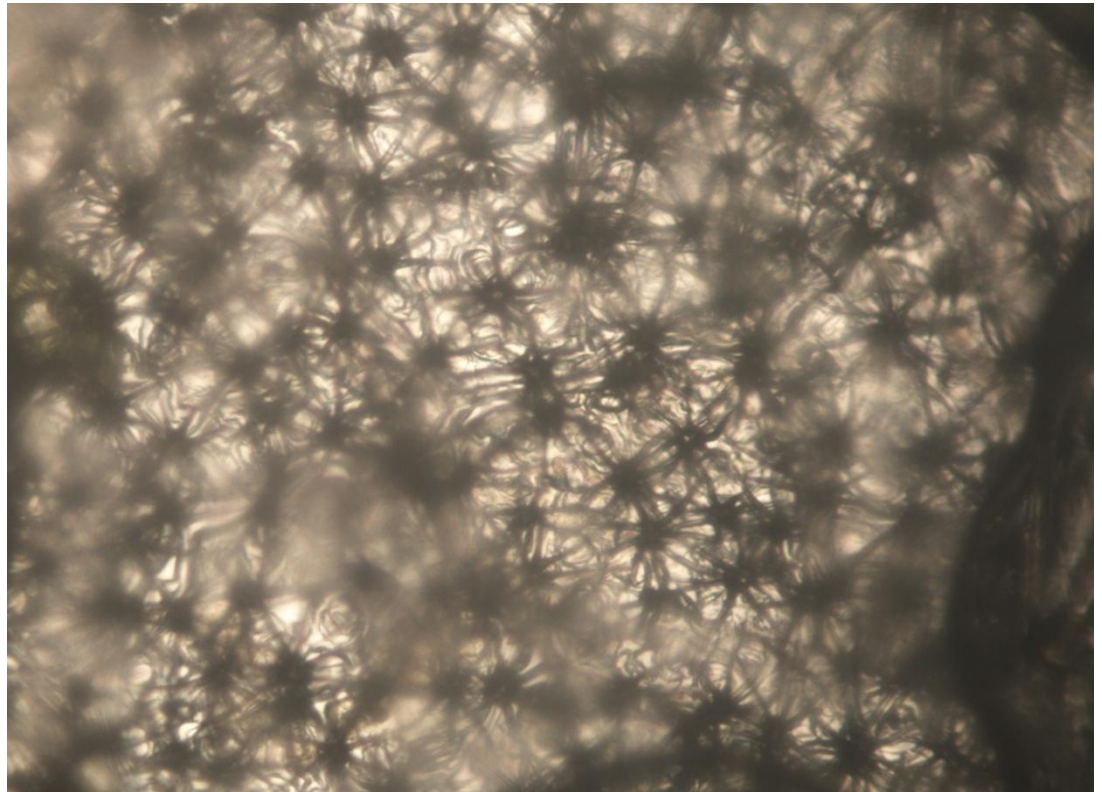


Lampiran 5.4 Gambar Stomata dan Trikomata Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) di Pakem Sleman

Daun 1 :

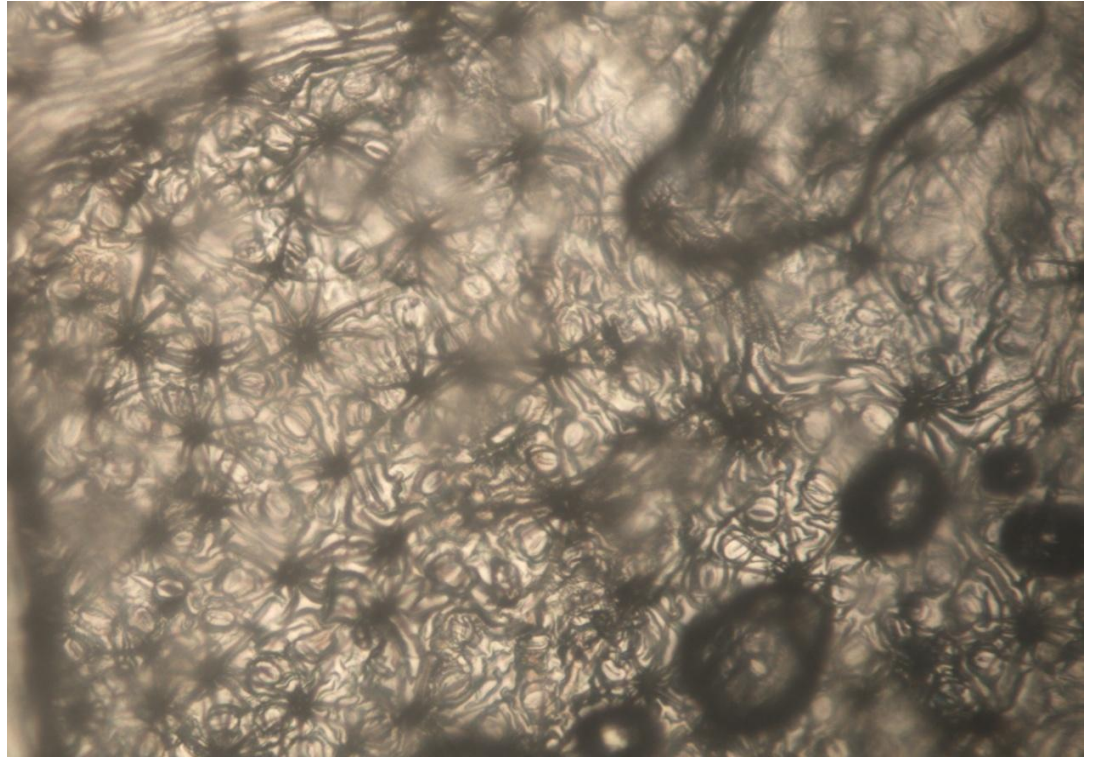


Daun 2 :

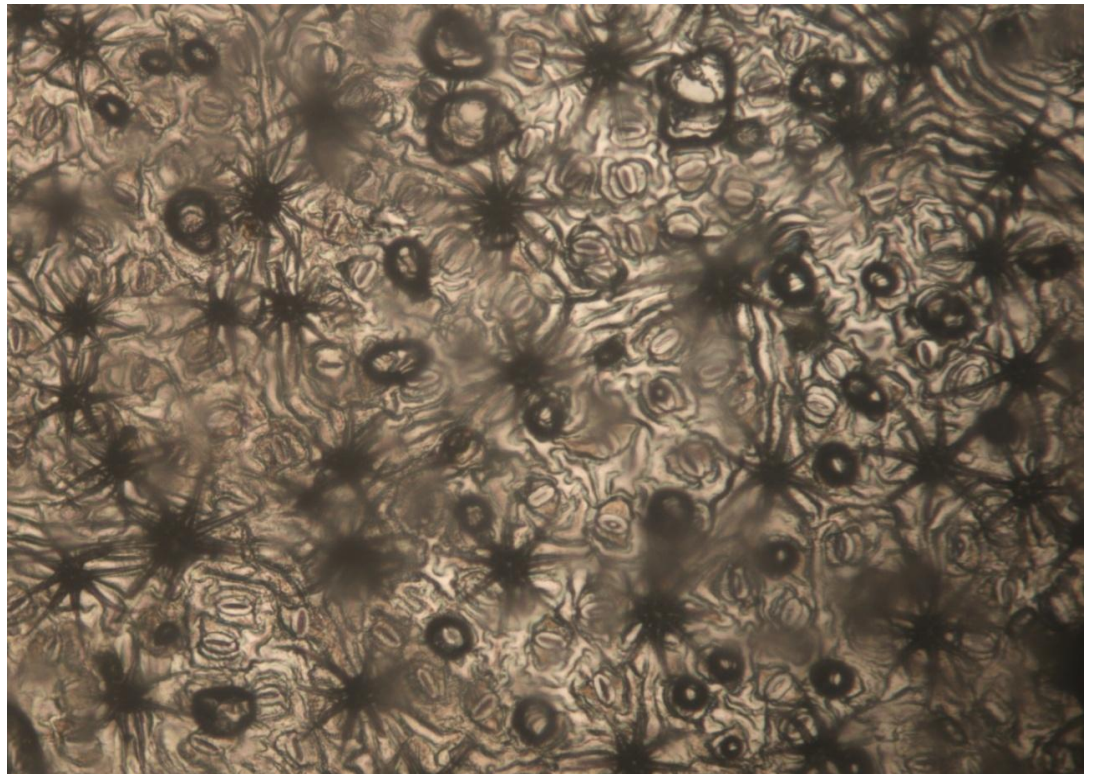




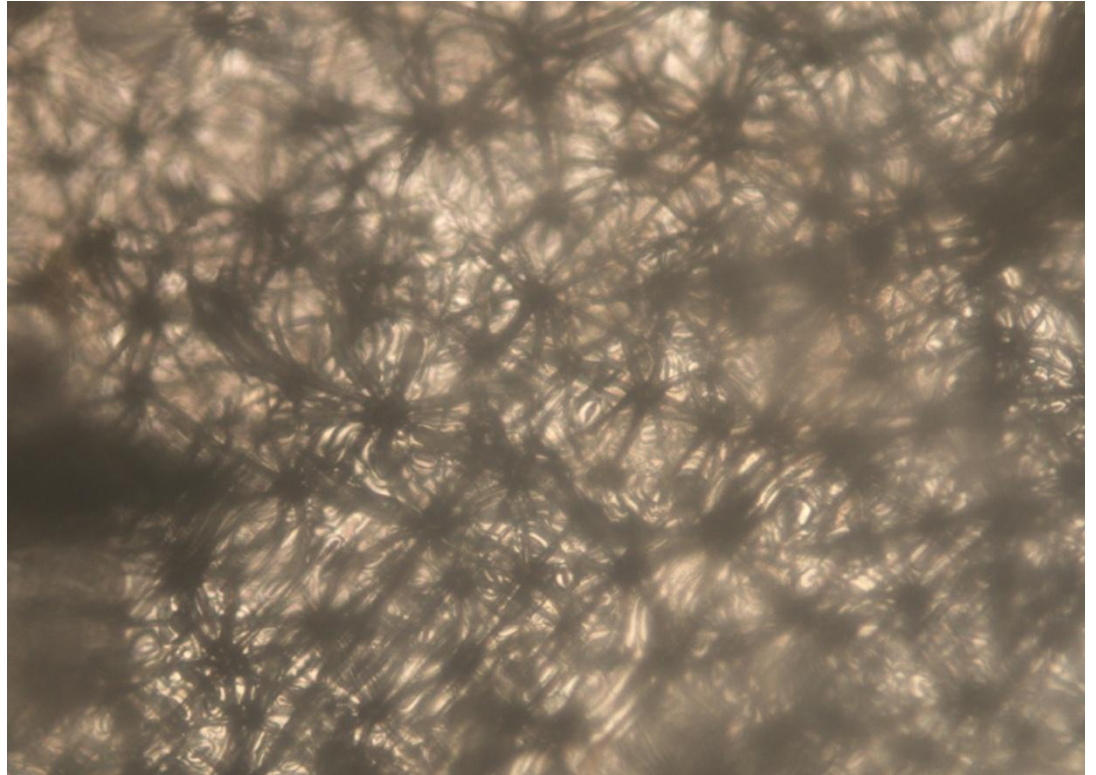
Daun 3 :



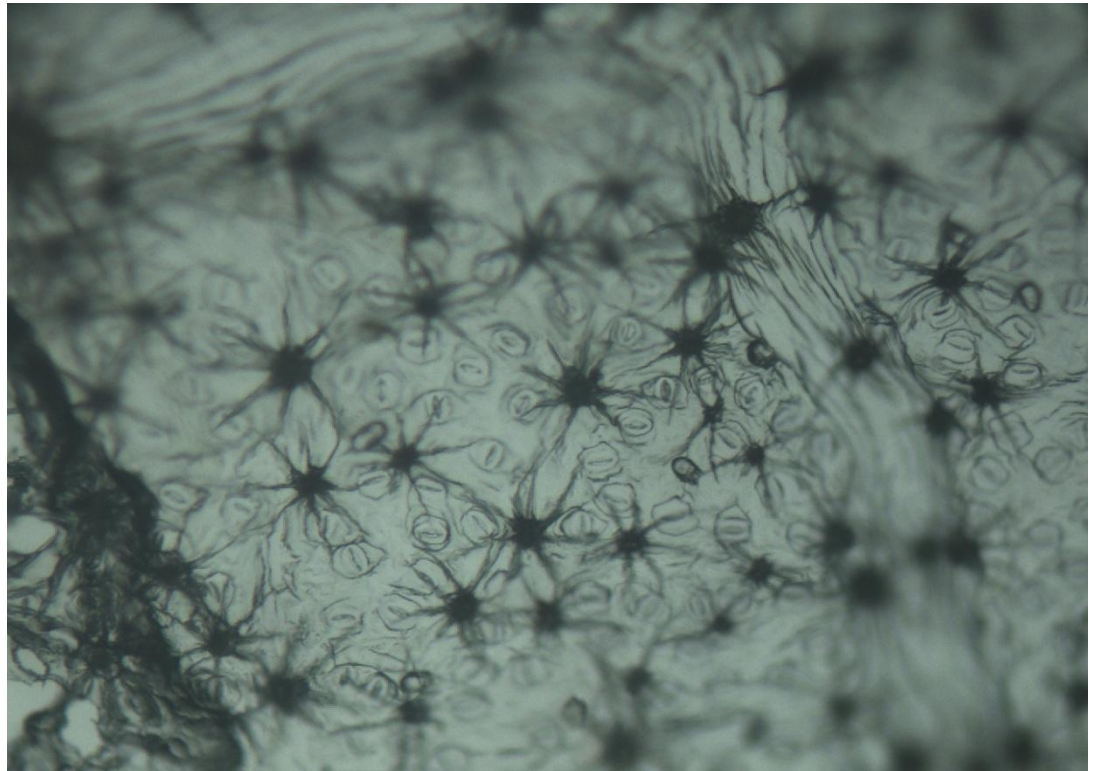
Daun 4 :



Daun 5 :

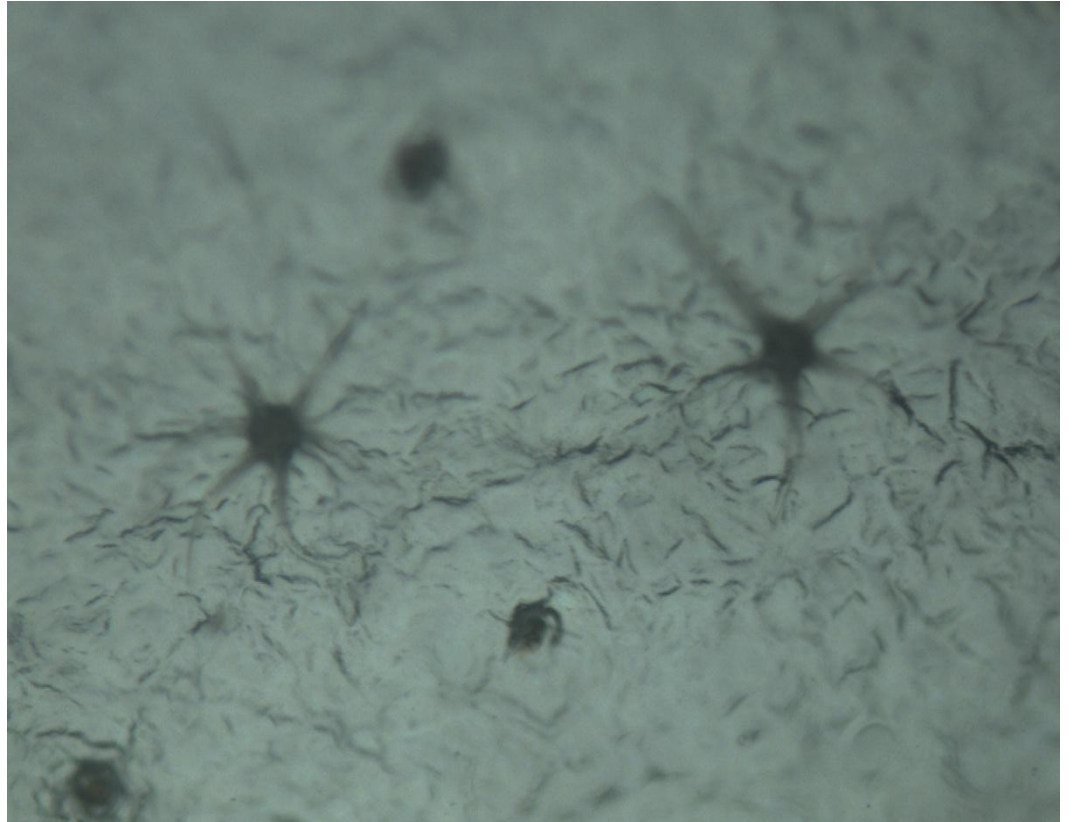


Daun 6 :

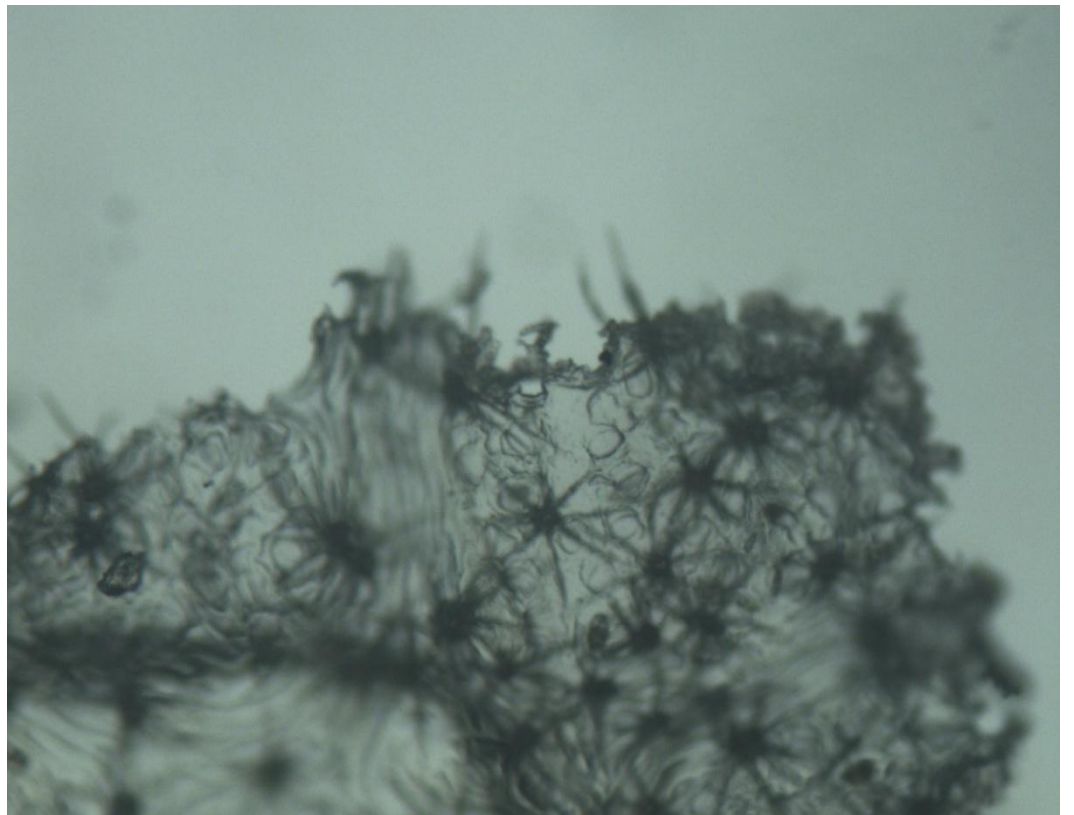




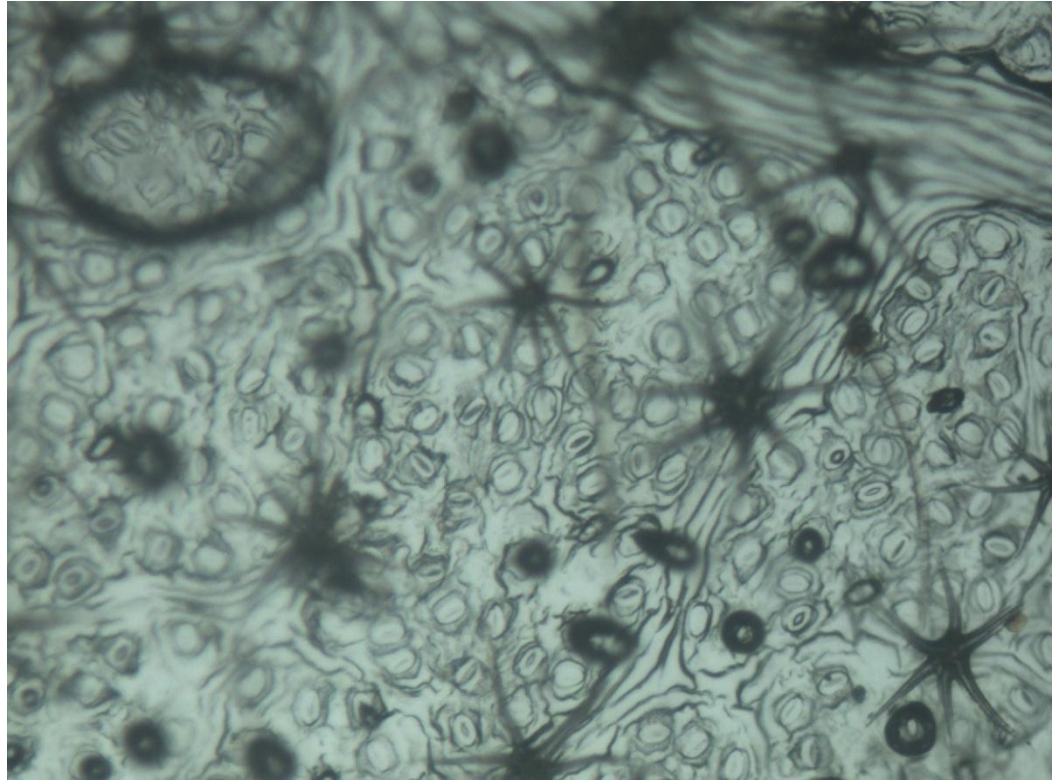
Daun 7 :



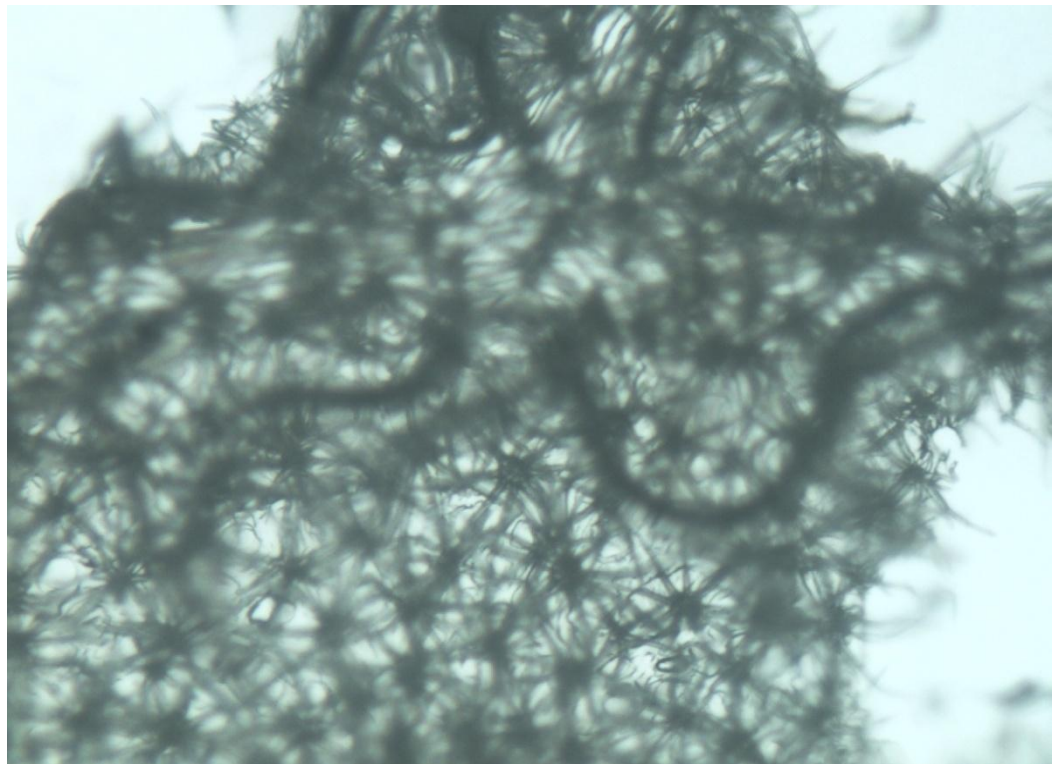
Daun 8 :



Daun 9 :



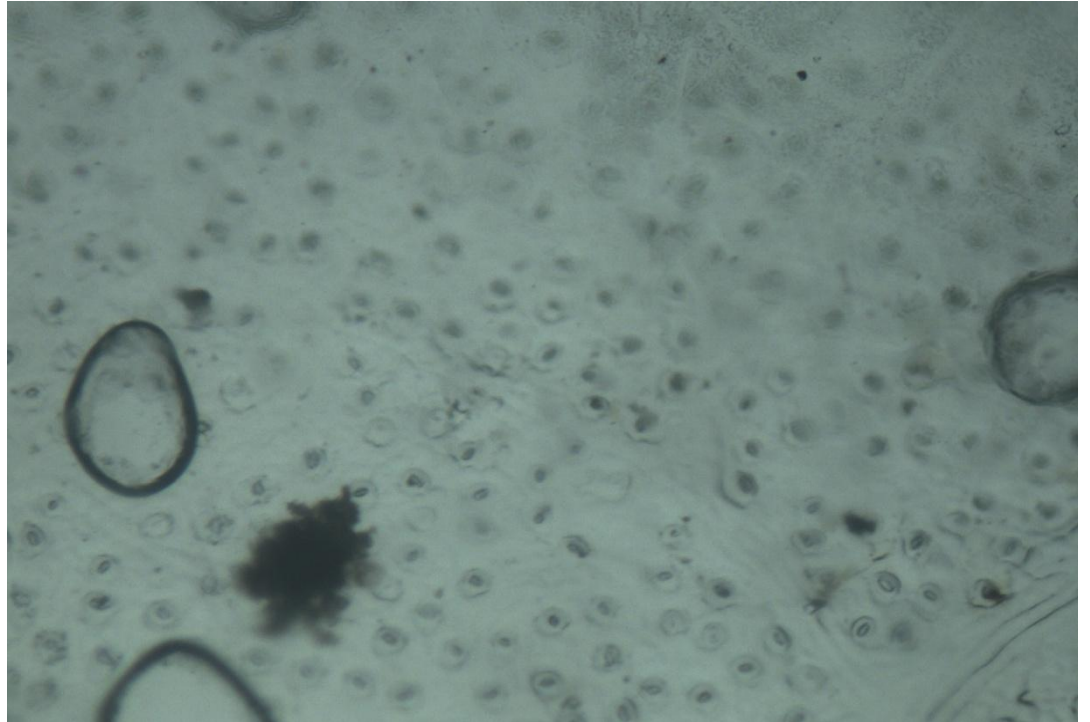
Daun 10 :



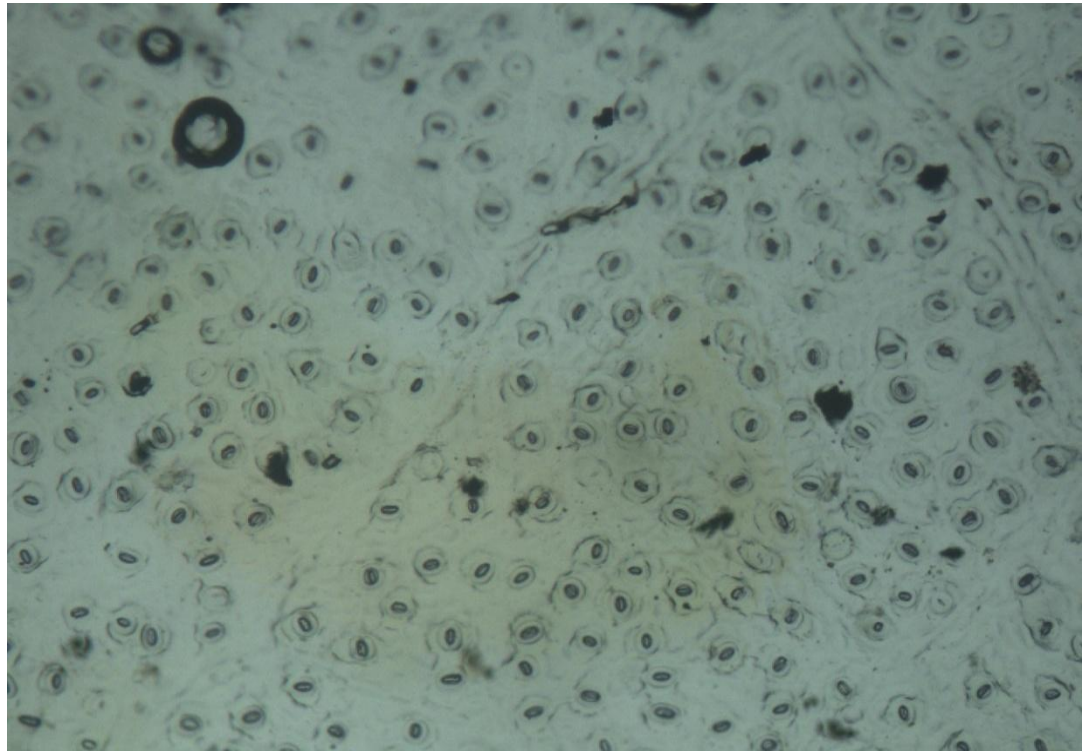


Lampiran 5.5 Gambar Stomata Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.) di  
Jalan Cik Di Tiro

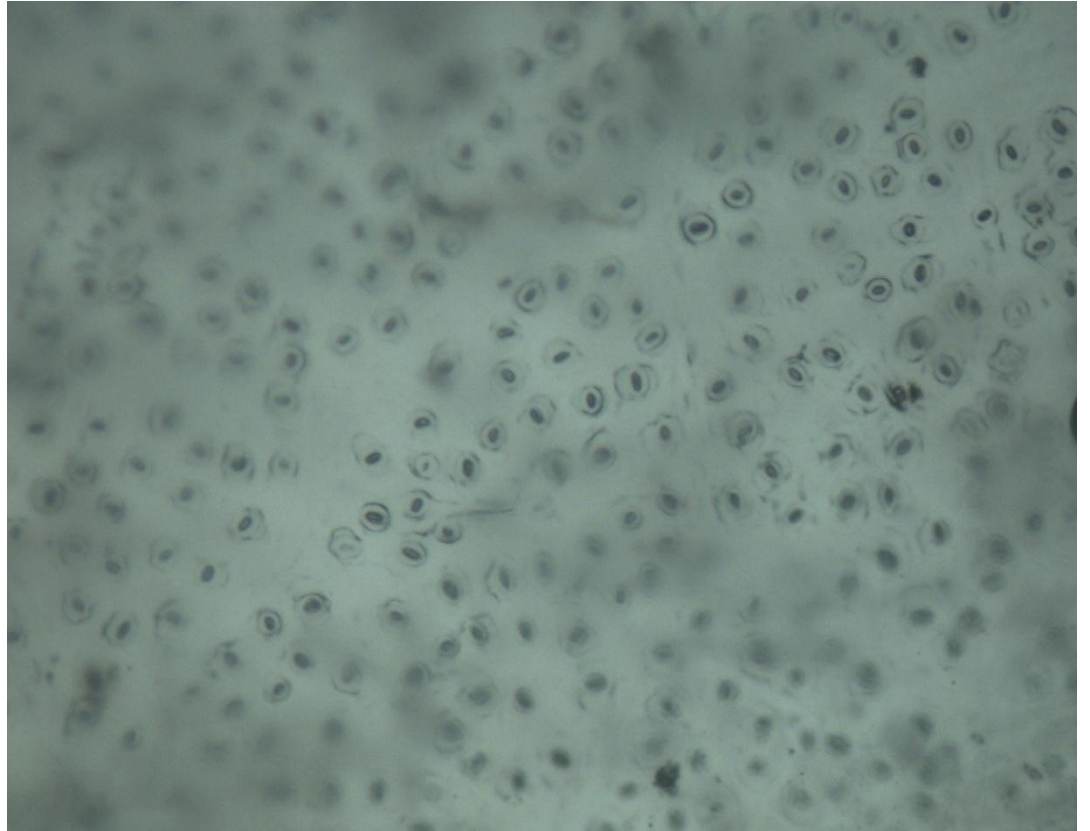
Daun 1 :



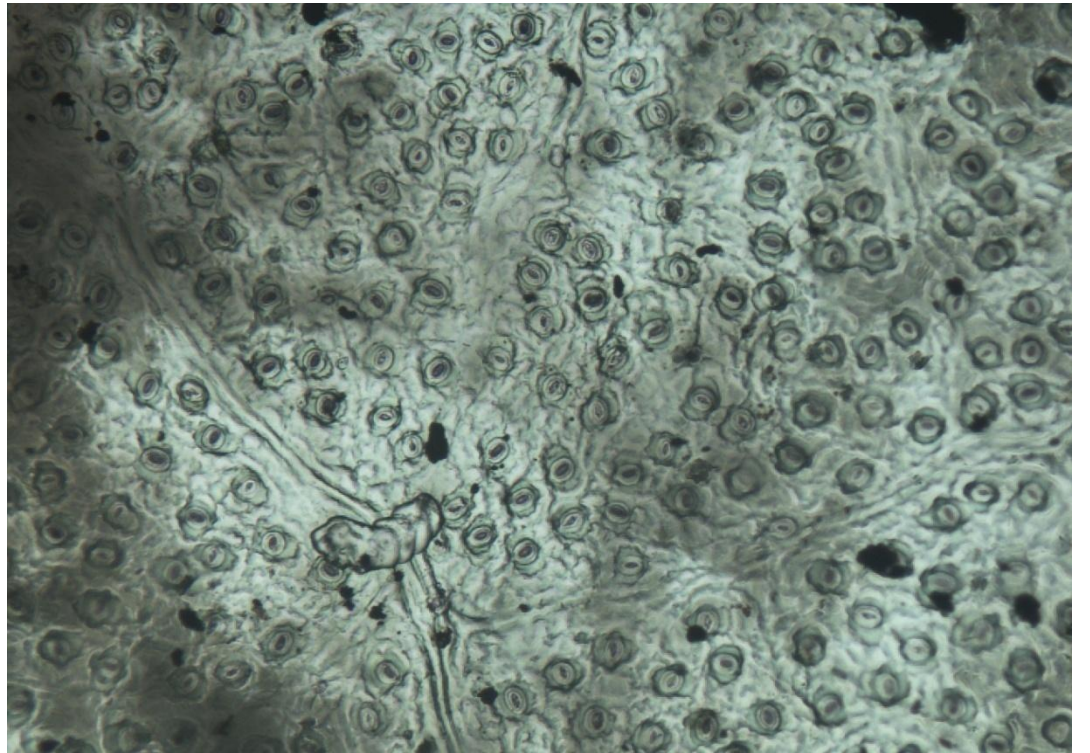
Daun 2 :



Daun 3 :

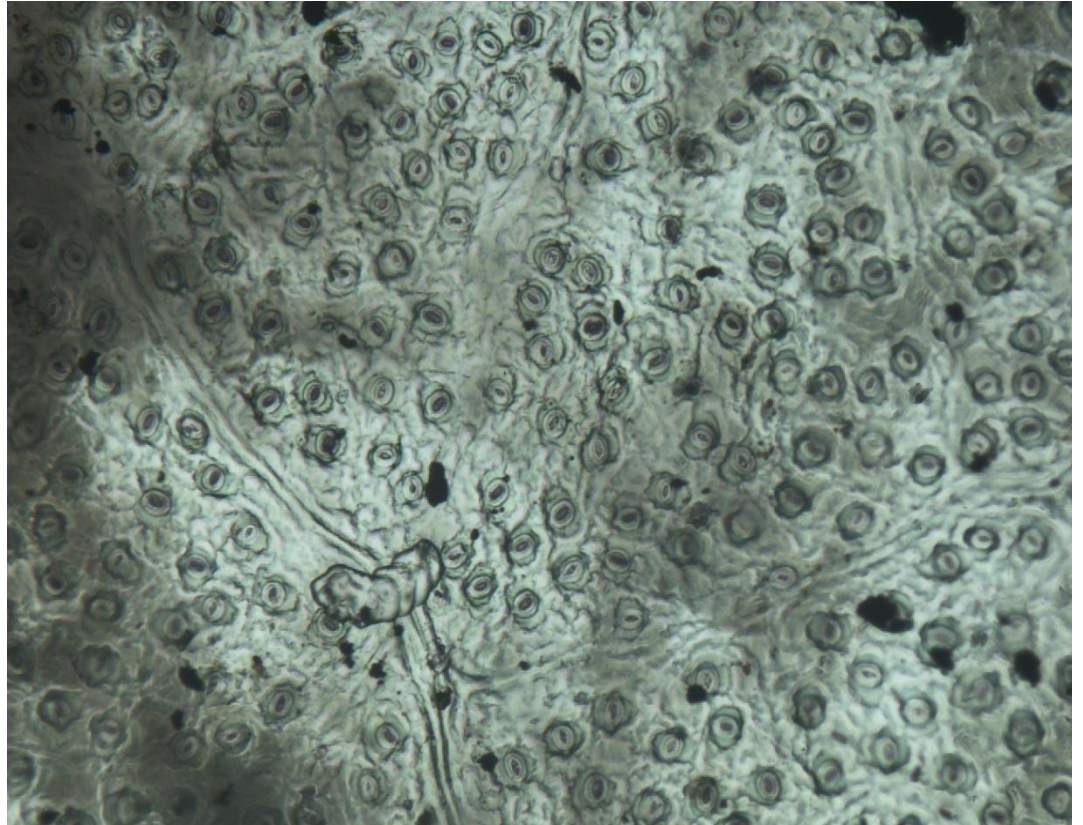


Daun 4 :

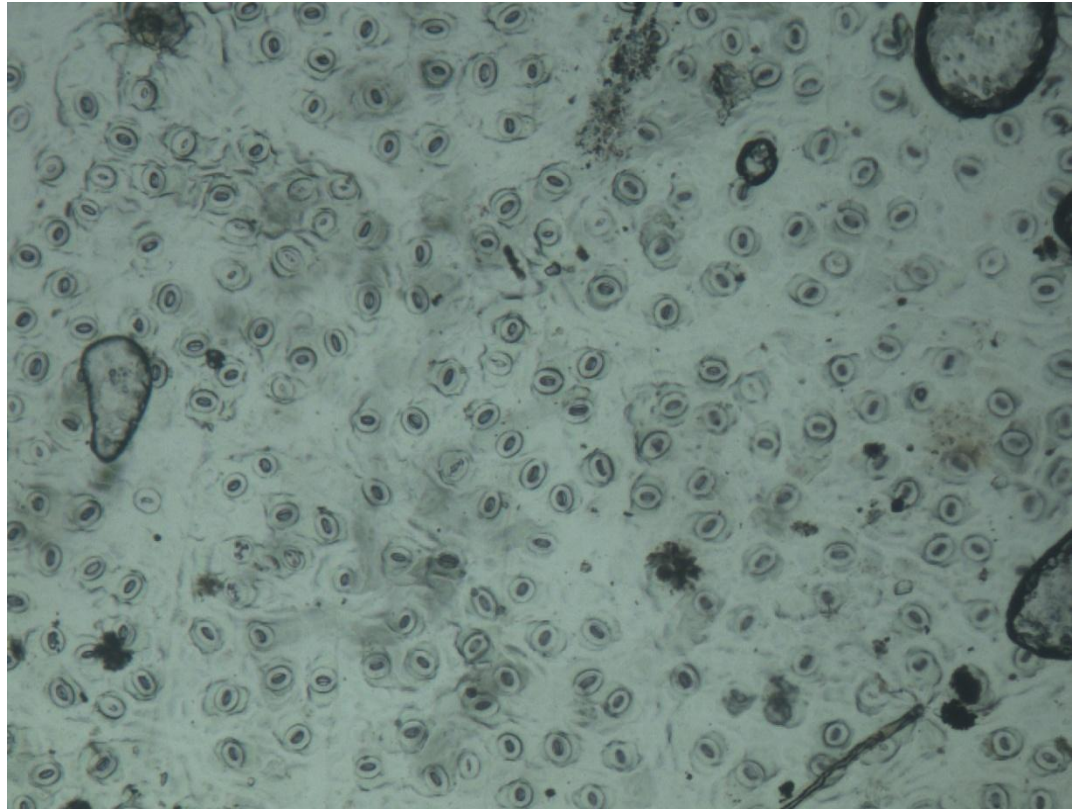




Daun 5 :

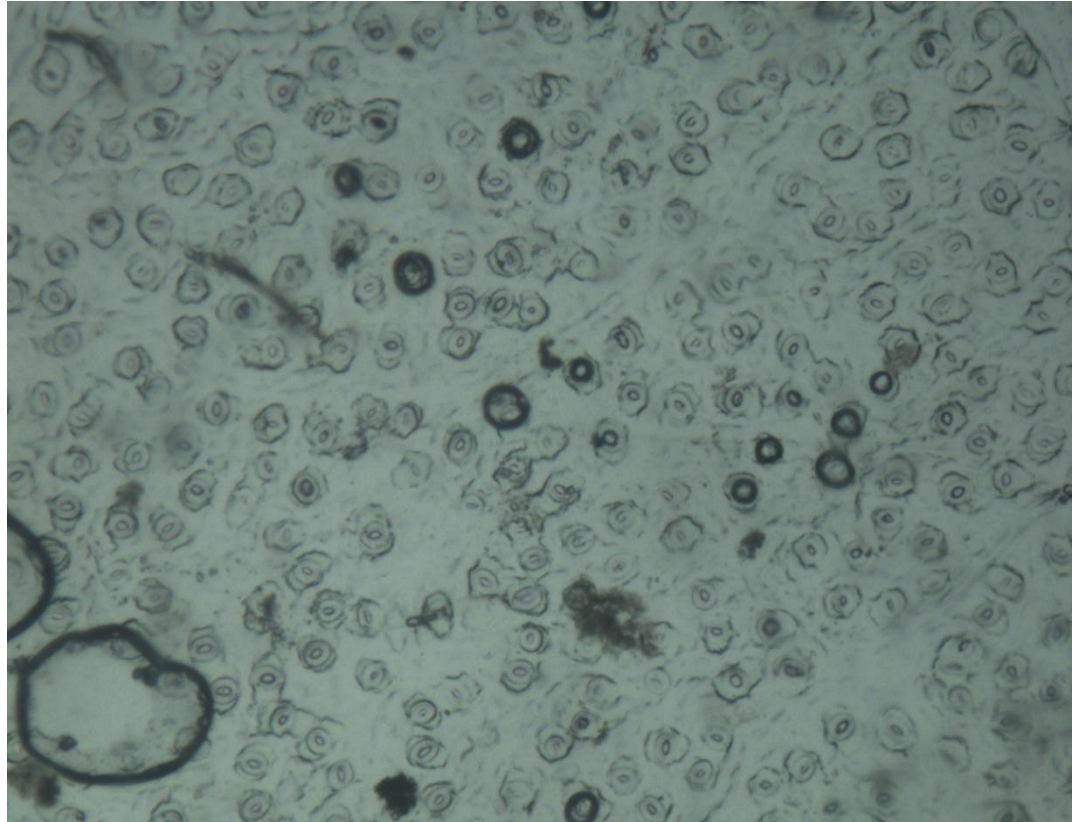


Daun 6 :

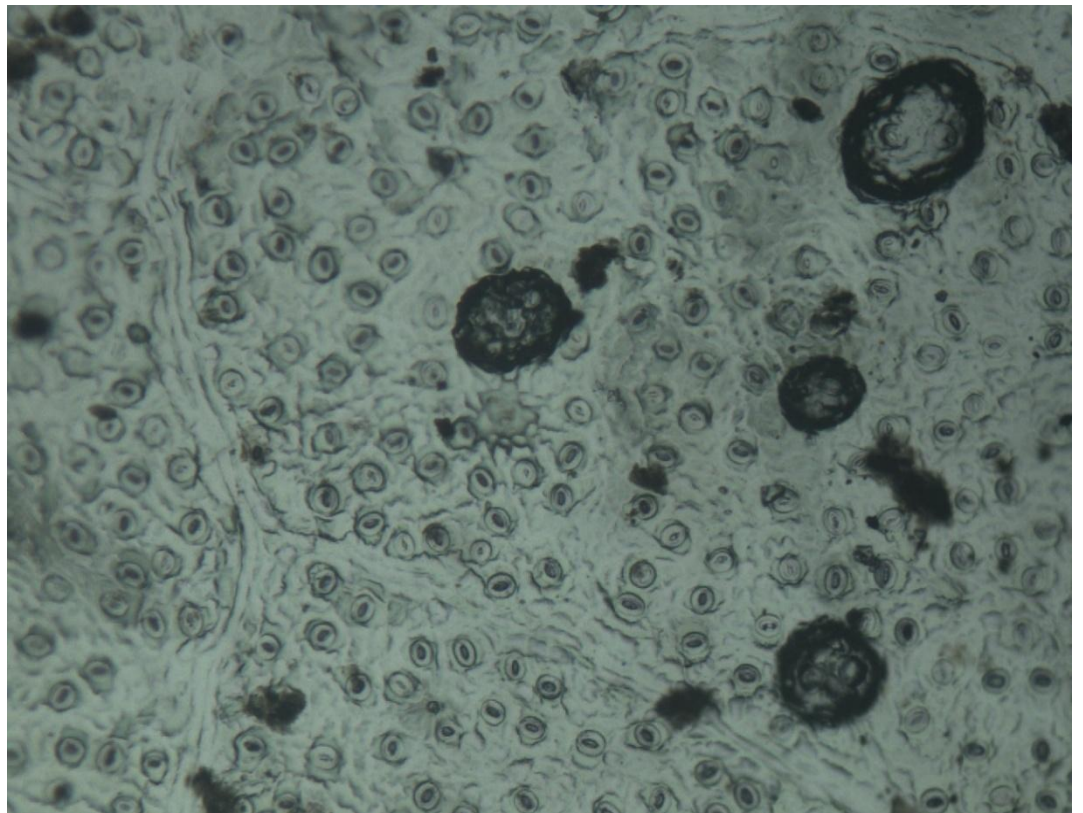




Daun 7 :

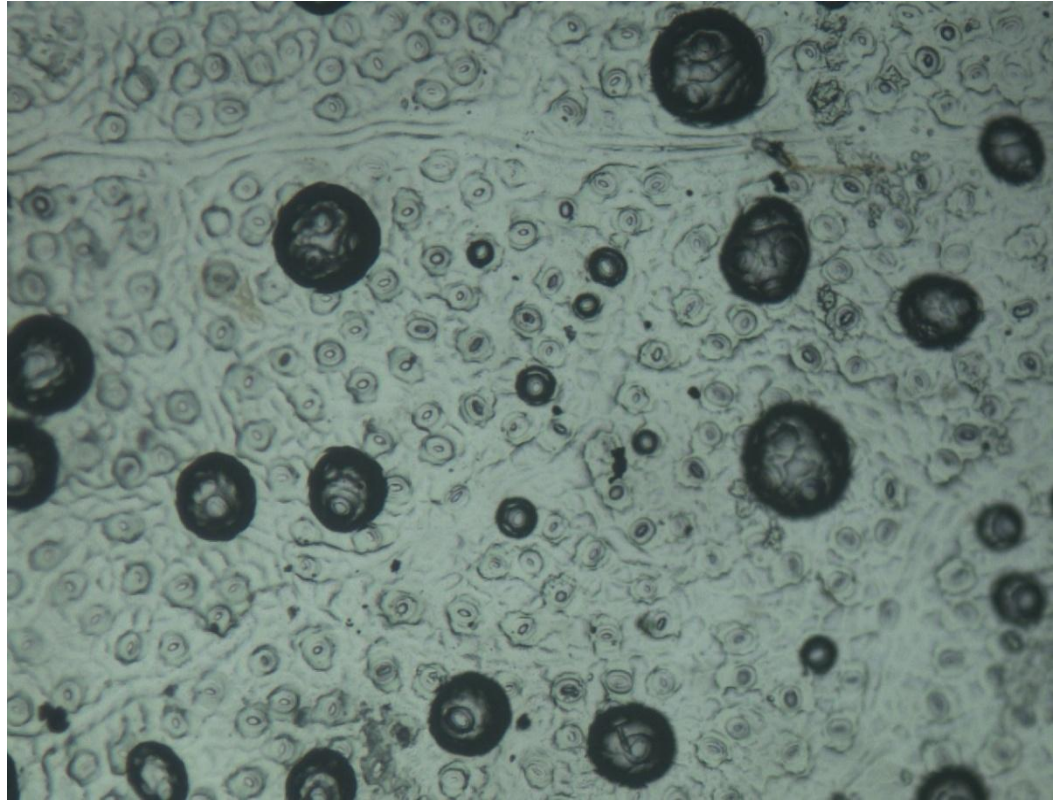


Daun 8 :

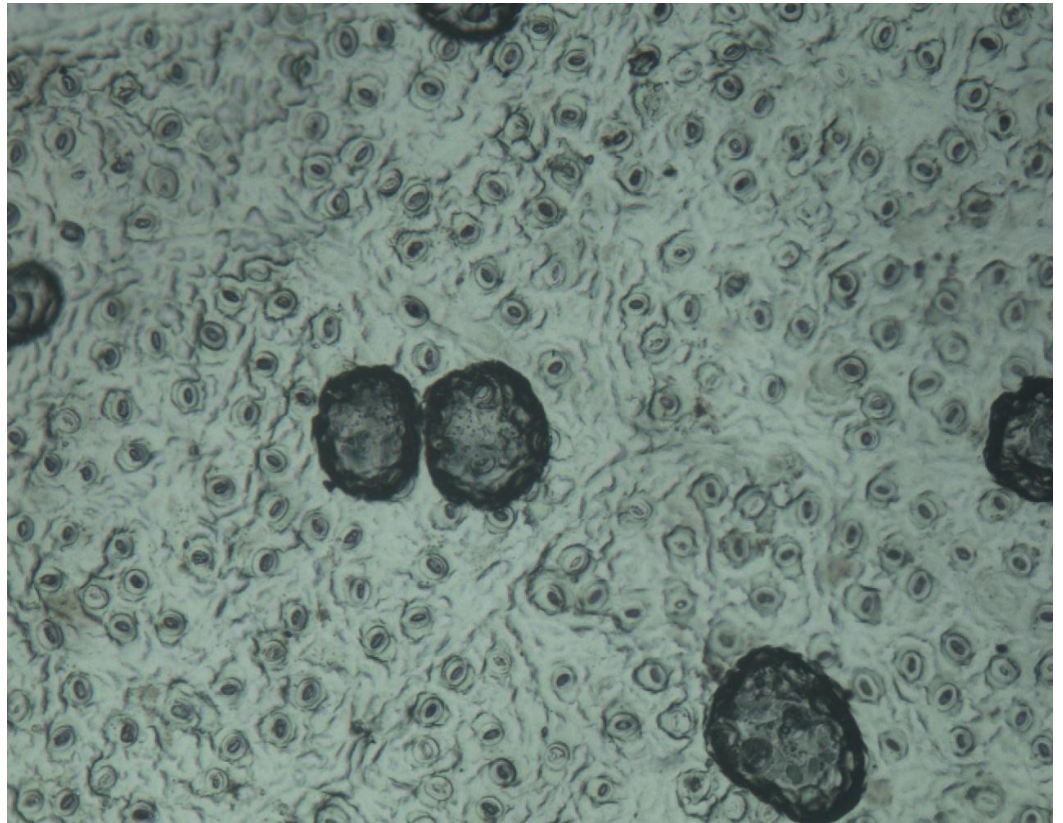




Daun 9 :



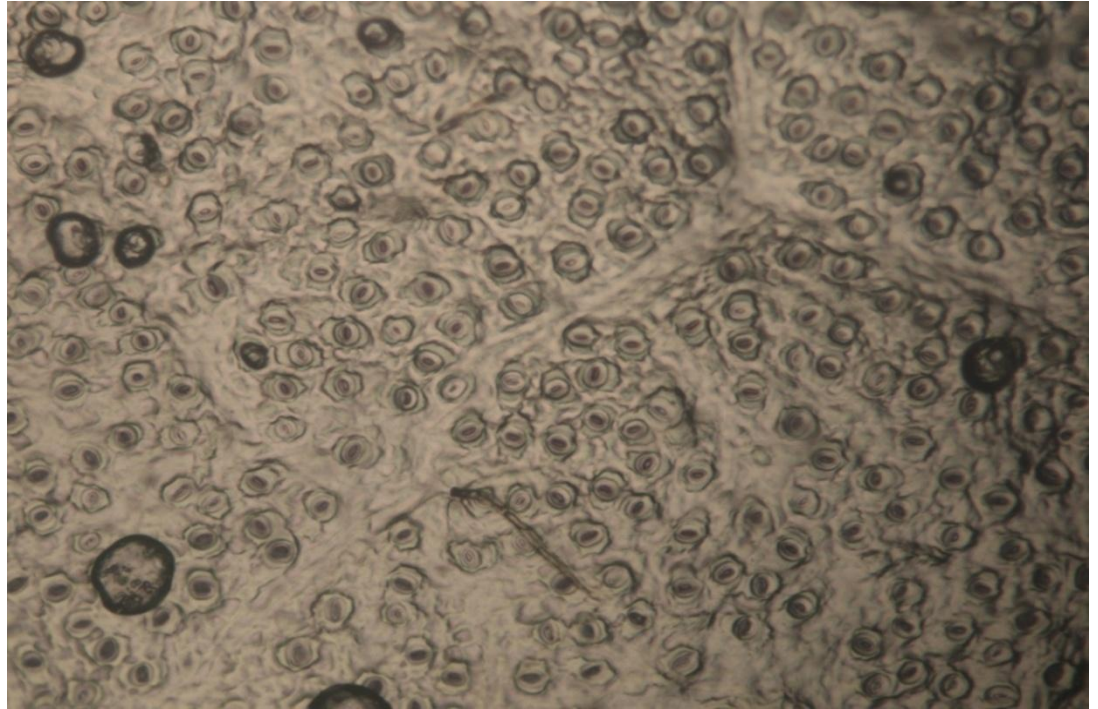
Daun 10 :



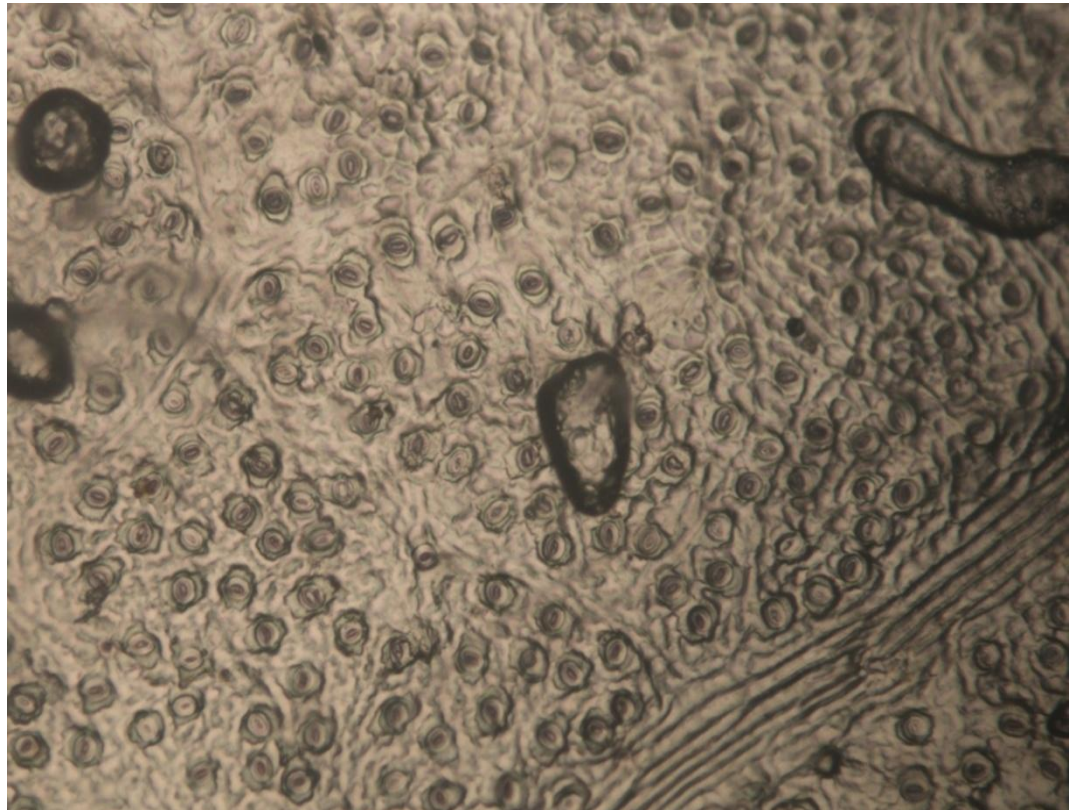


Lampiran 5. 6 Gambar Stomata Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.) di  
Pakem Sleman

Daun 1 :

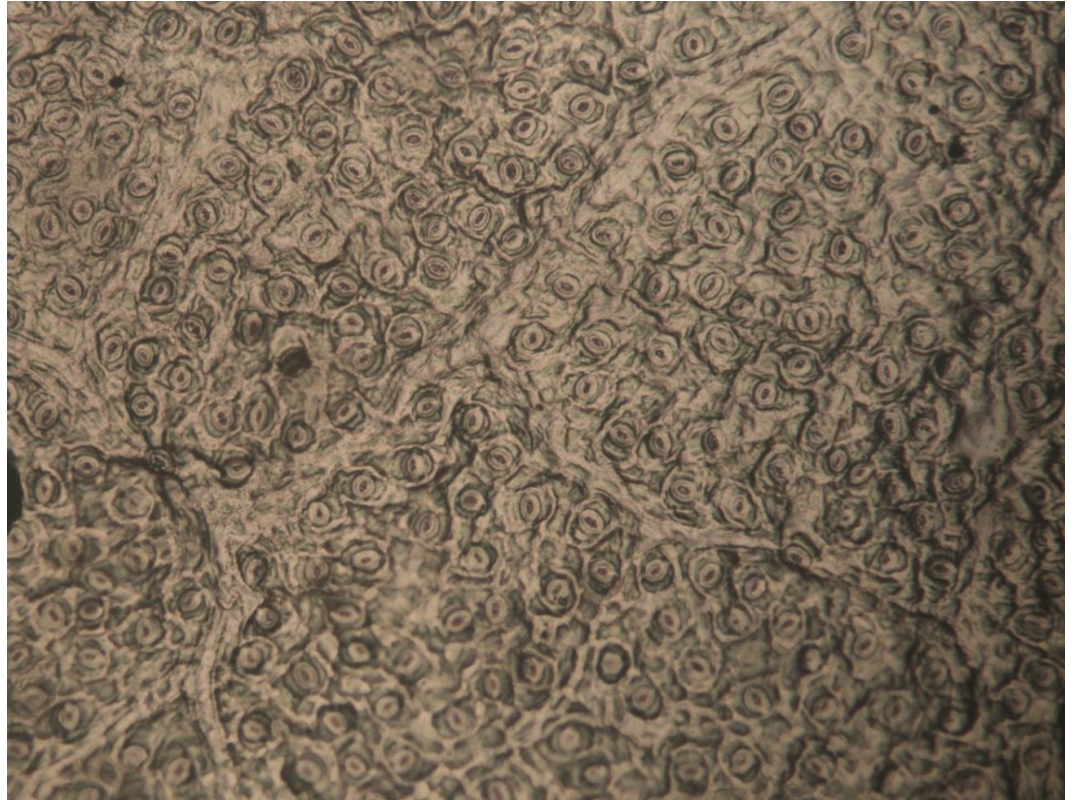


Daun 2 :

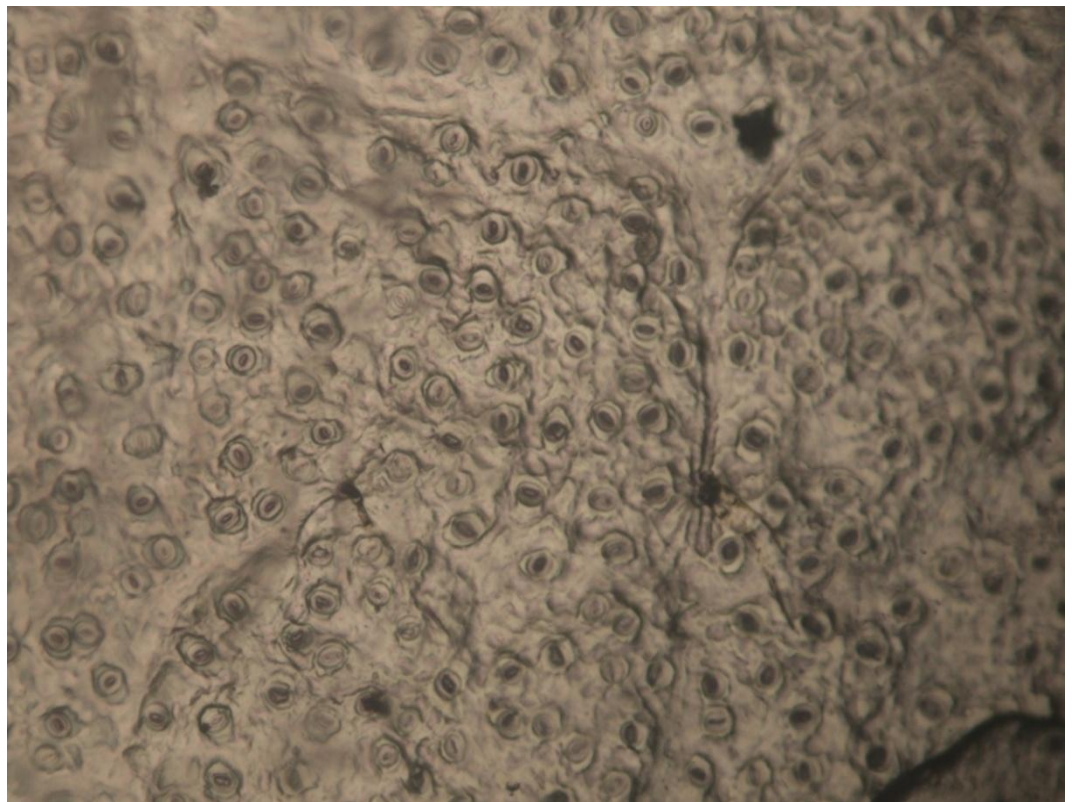




Daun 3 :

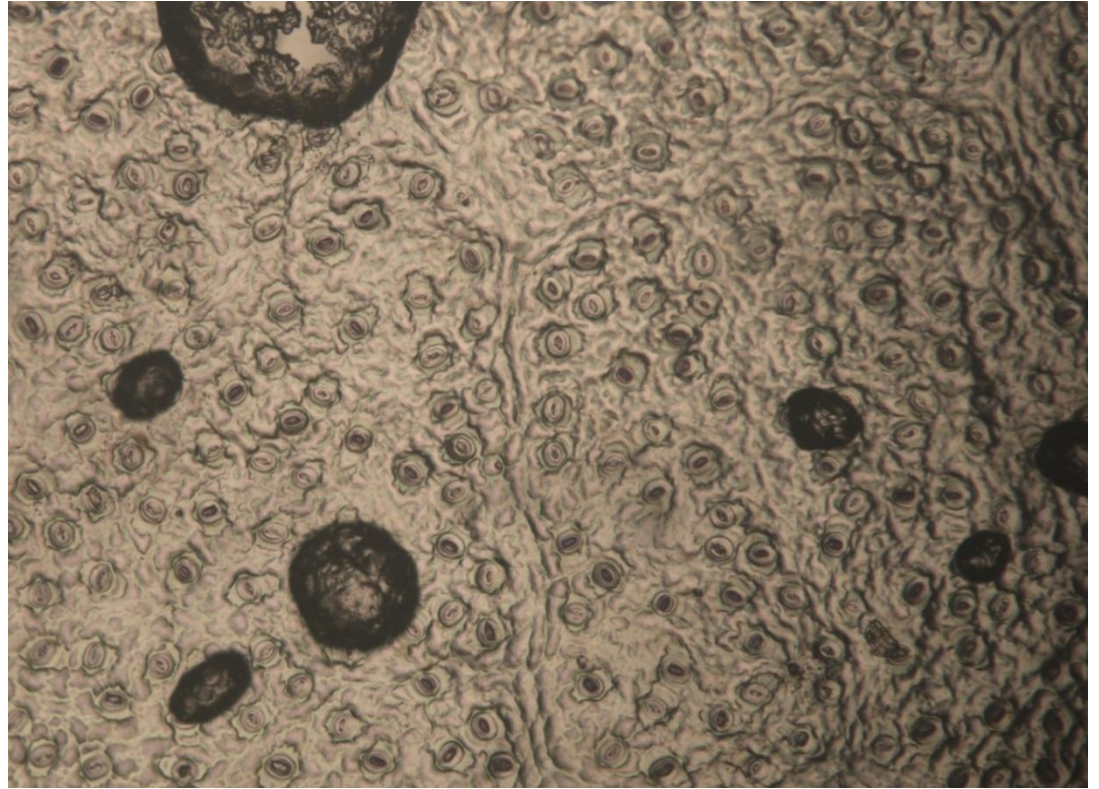


Daun 4 :

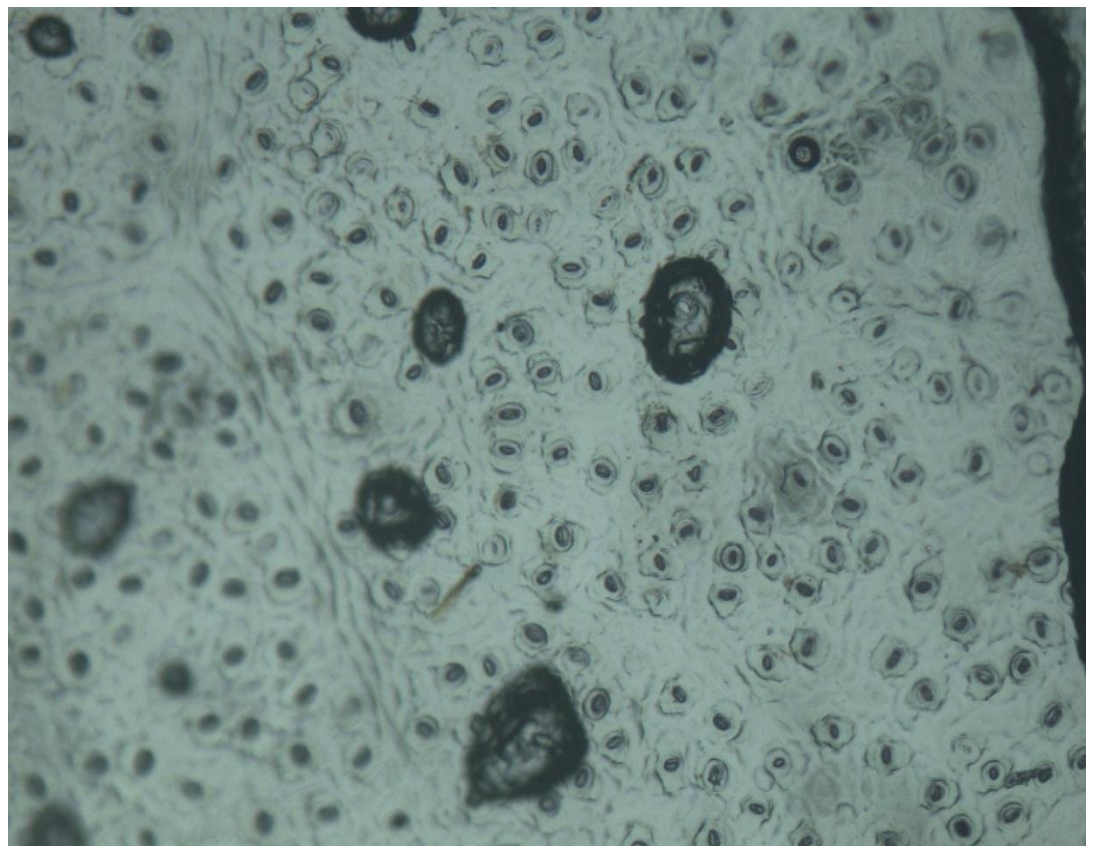




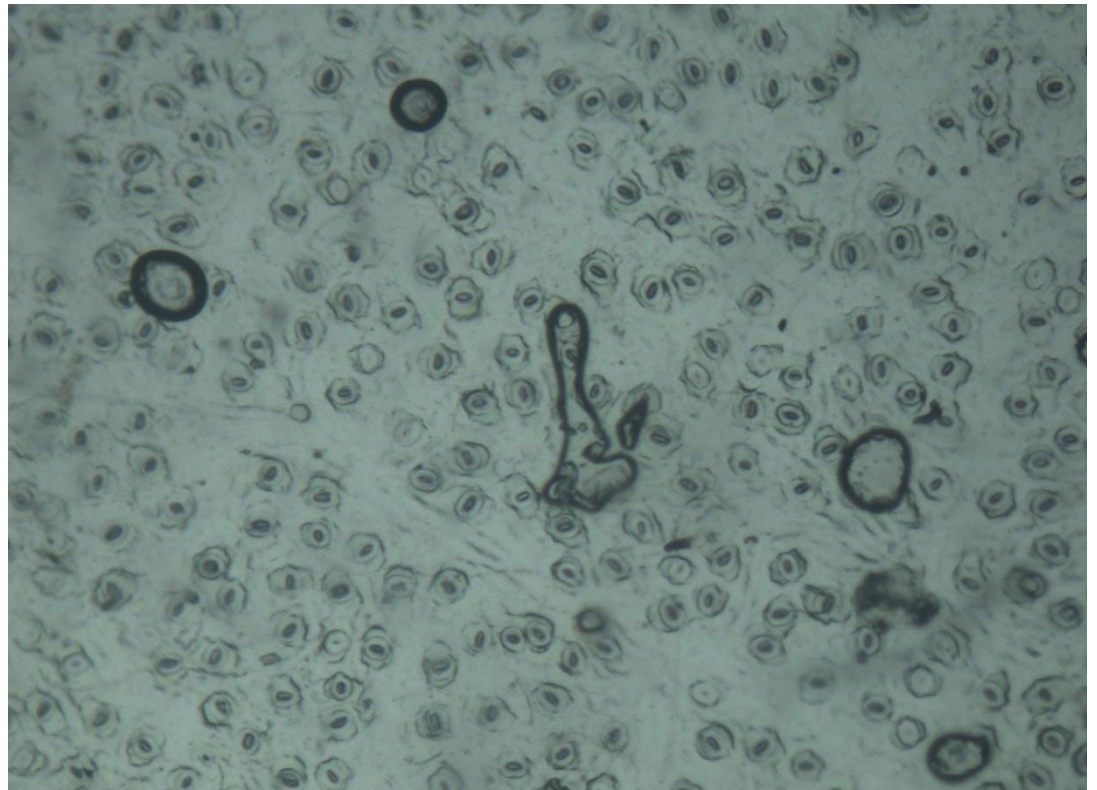
Daun 5 :



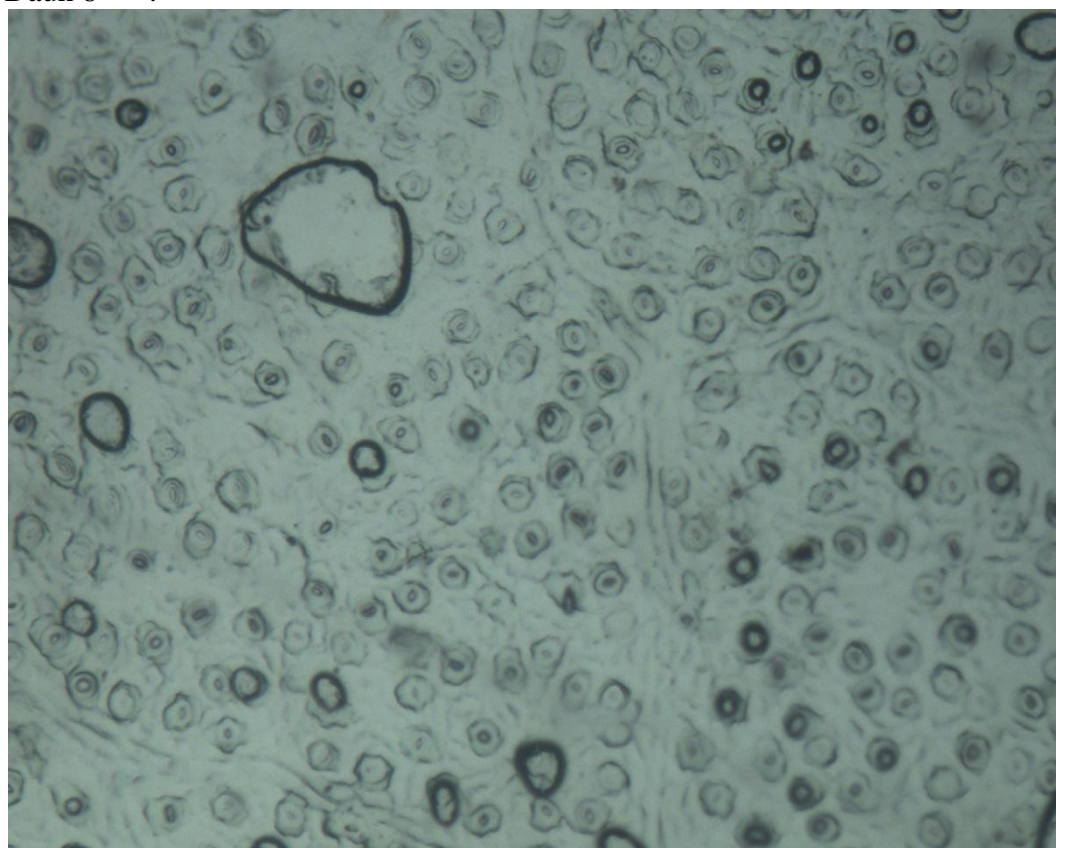
Daun 6 :



Daun 7 :

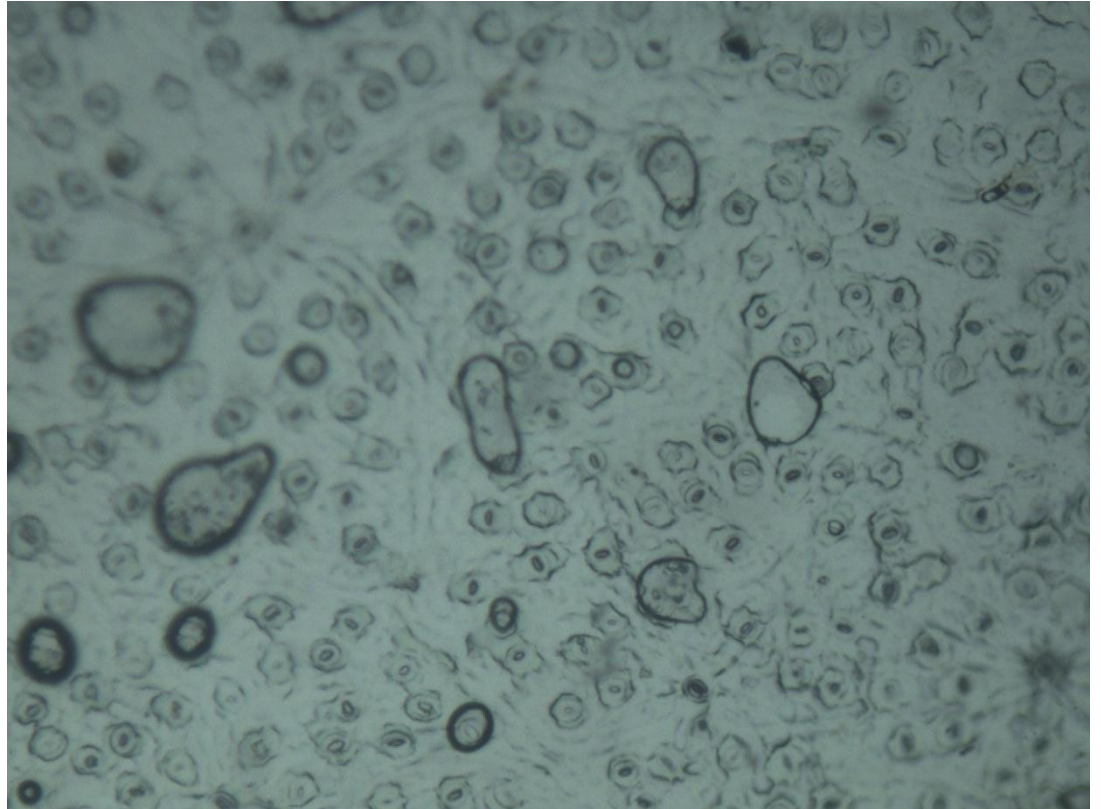


Daun 8 :

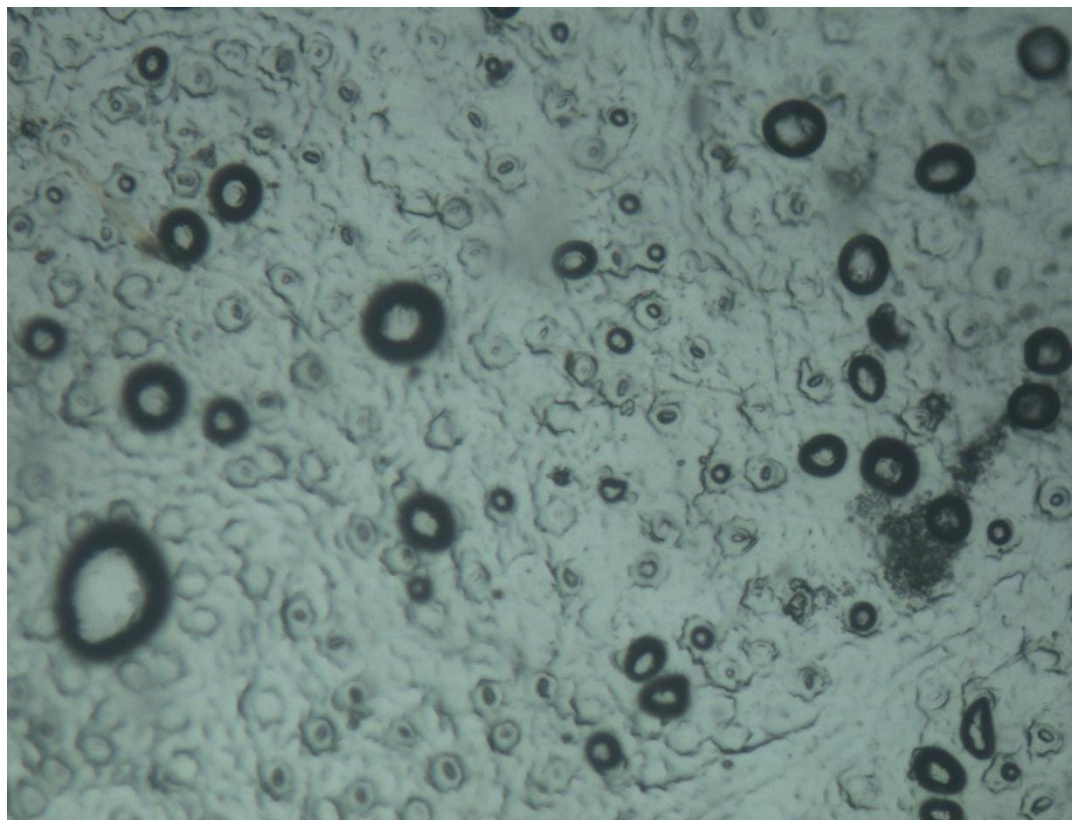




Daun 9 :



Daun 10 :



## Lampiran 6. Analisis Uji Regresi Ganda

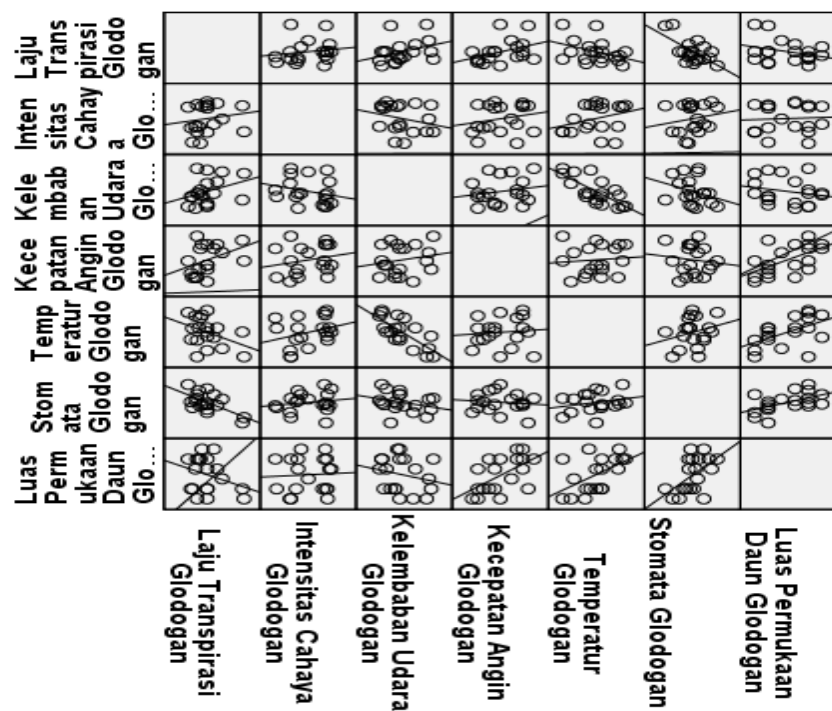
### 6. Uji Regresi Ganda

#### Lampiran 6.1 Uji Linieritas

##### a. Uji Linieritas

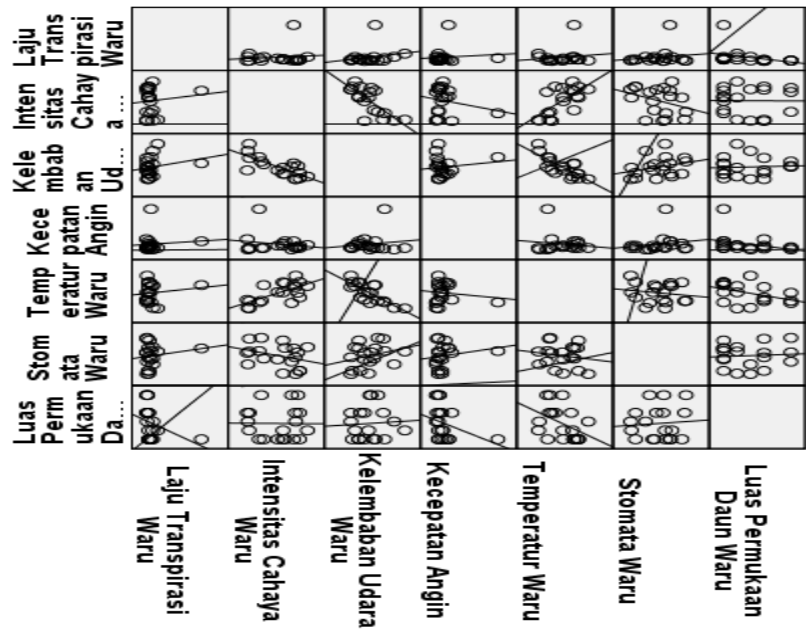
Uji Linearitas digunakan untuk mengetahui apakah hubungan antara faktor luar (intensitas cahaya, kelembaban udara, kecepatan angin, temperatur) dan faktor dalam (stomata dan luas permukaan daun) itu linier.

#### Lampiran 6.1.1 Uji Linearitas Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.)



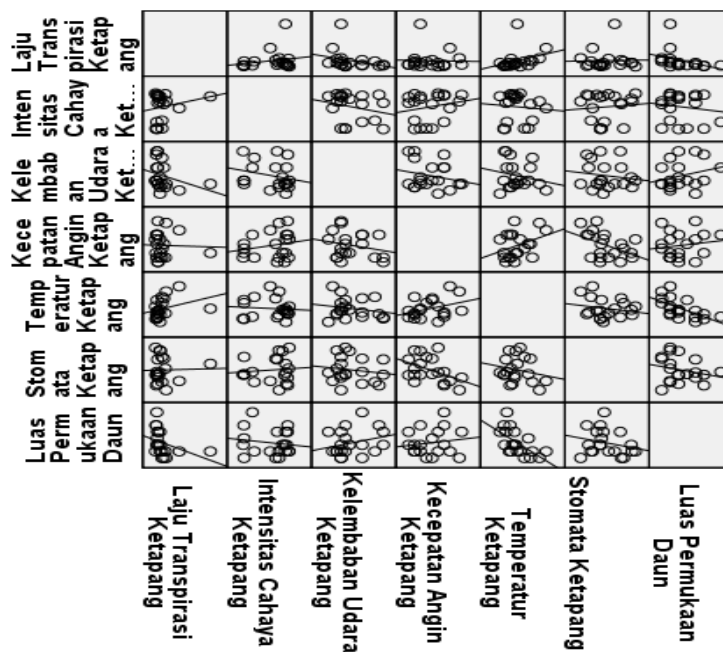
Dari grafik di atas, terlihat bahwa hubungan diantara variabel dependent (laju transpirasi) dan variabel-variabel independennya (intensitas cahaya, kelembaban udara, kecepatan angin, temperatur, stomata, luas permukaan daun) adalah linear.

### Lampiran 6.1.2 Uji Linearitas Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.)



Dari grafik di atas, terlihat bahwa hubungan diantara variabel dependent (laju transpirasi) dan variabel – variabel independennya (intensitas cahaya, kelembaban udara, kecepatan angin, temperatur, stomata, luas permukaan daun) adalah linear.

### Lampiran 6.1 3 Uji Linearitas Ketapang (*Terminalia catappa* L.)





Dari grafik di atas, terlihat bahwa hubungan diantara variabel dependent (laju transpirasi) dan variabel – variabel independennya (intensitas cahaya, kelembaban udara, kecepatan angin, temperatur, stomata, luas permukaan daun) adalah linear.

## Lampiran 6.2 Uji Normalitas

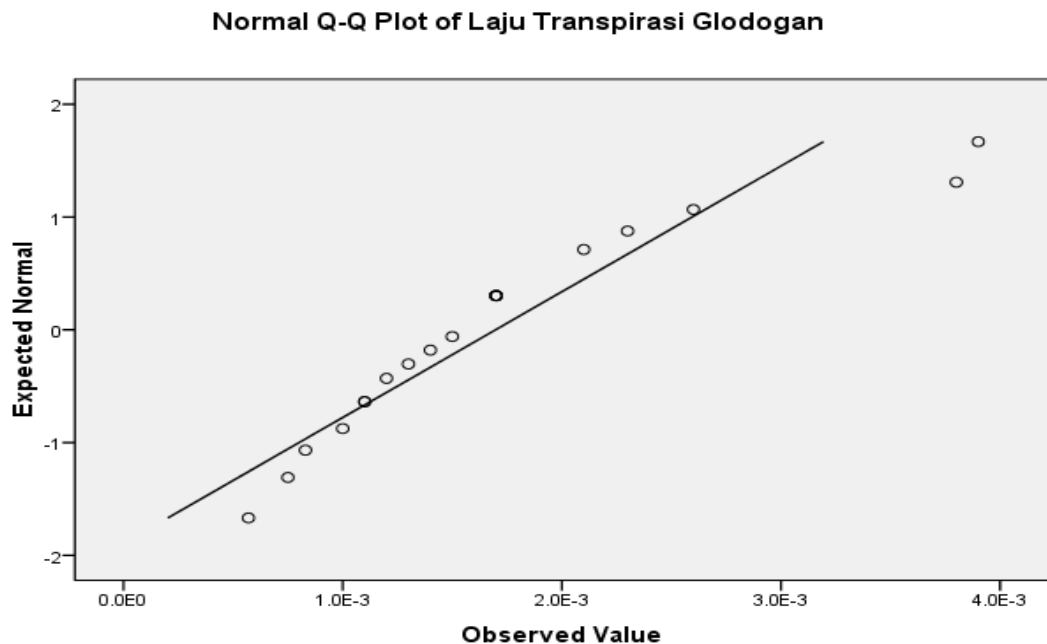
### b. Uji Normalitas

Uji Normalitas diperlukan untuk mengetahui apakah data pada variabel dependent adalah normal sehingga dapat dilakukan analisis regresi.

#### Lampiran 6.2.1 Uji Normalitas Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.)

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Laju Transpirasi Glodogan	.249	20	.002	.861	20	.008

a. Lilliefors Significance Correction



Terdapat dua tabel dari hasil uji normalitas, yaitu Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk. Karena data hanya berjumlah  $20 < 50$ , maka digunakan Test of Normality dari Shapiro-Wilk. Kolmogorov-Smirnov digunakan jika data berjumlah  $> 50$ .

Uji Hipotesis:

$H_0$  : data laju transpirasi glodogan normal

$H_a$  : data laju transpirasi glodogan tidak normal

$\alpha = 0.05$

$P\_value = 0.008$

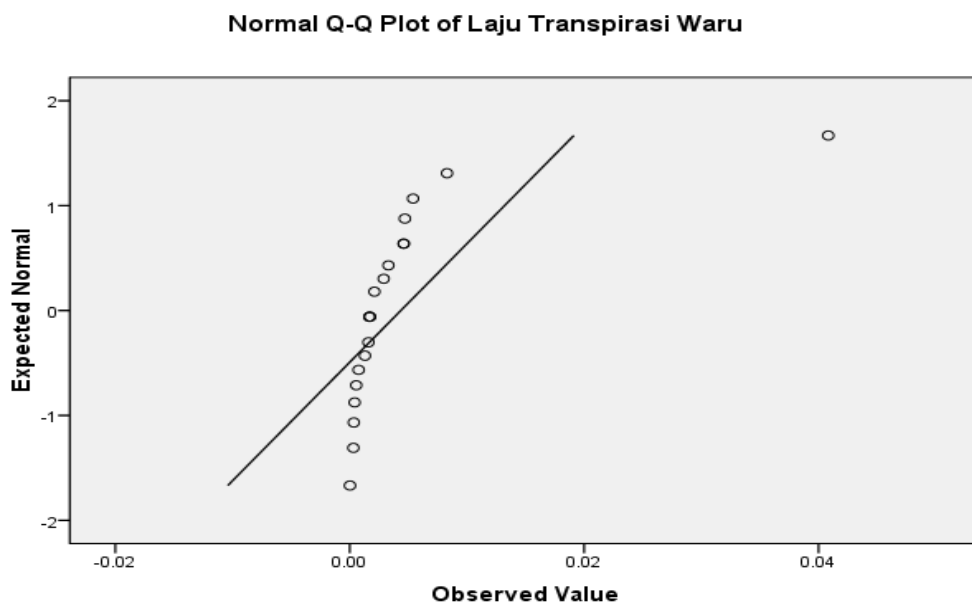
Daerah kritik :  $H_0$  ditolak jika  $P\_value < \alpha$

Kesimpulan :  $H_0$  ditolak. Maka diketahui bahwa data Y (laju transpirasi glodogan) adalah tidak normal.

#### Lampiran 6.2.2 Uji Normalitas Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.)

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Laju Transpirasi Waru	.353	20	.000	.440	20	.000

a. Lilliefors Significance Correction

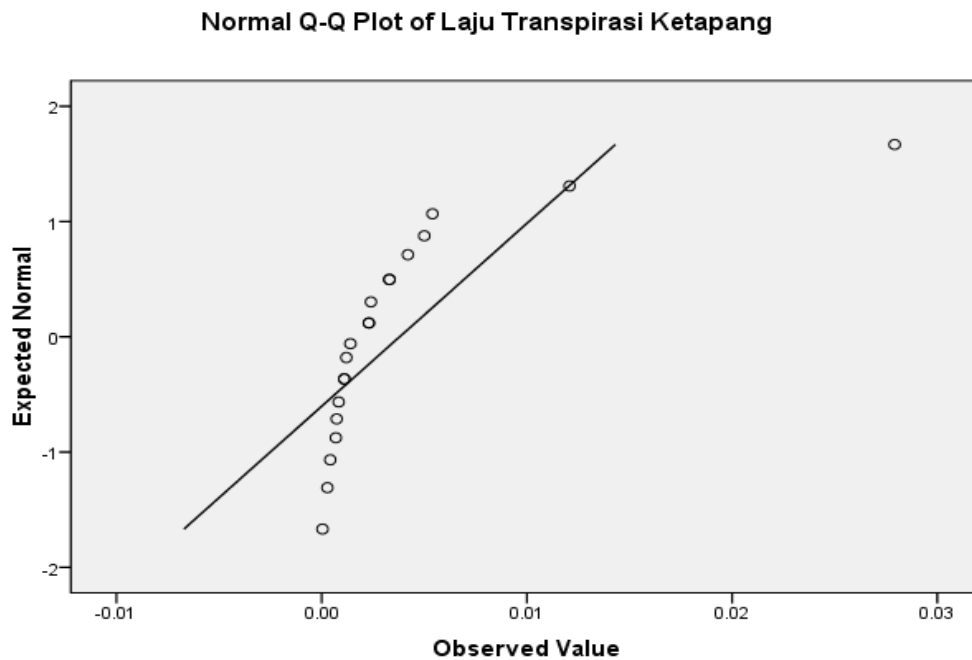


Terdapat dua tabel dari hasil uji normalitas, yaitu Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk. Karena data hanya berjumlah  $20 < 50$ , maka digunakan Test of Normality dari Shapiro-Wilk. Kolmogorov-Smirnov digunakan jika data berjumlah  $> 50$ .  $H_0$  ditolak. Maka diketahui bahwa data Y (laju transpirasi waru) adalah tidak normal.

#### Lampiran 6.2.3 Uji Normalitas Ketapang (*Terminalia catappa* L.)

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Laju Transpirasi Ketapang	.300	20	.000	.555	20	.000

a. Lilliefors Significance Correction



Terdapat dua tabel dari hasil uji normalitas, yaitu Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk. Karena data hanya berjumlah  $20 < 50$ , maka digunakan Test of Normality dari Shapiro-Wilk. Kolmogorov-Smirnov digunakan jika data berjumlah  $> 50$ .  $H_0$  ditolak. Maka diketahui bahwa data Y (laju transpirasi ketapang) adalah tidak normal.

#### Lampiran 6.3 Uji Heteroskedastisitas

##### c. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas berarti adanya varian dalam model yang tidak sama (konstan). Penyebab uji heteroskedastisitas ialah variabel yang digunakan untuk memprediksi memiliki nilai yang sangat beragam, sehingga menghasilkan nilai residu yang tidak konstan. Cara mendeteksi uji heteroskedastisitas menggunakan Uji Glejser yaitu dengan meregresikan variabel bebas terhadap nilai residual mutlak.

#### Lampiran 6.3.1 Uji Model Heteroskedastisitas Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.)

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	.001	.000		2.141	.047
Kecepatan Angin Glodogan	.000	.000	.164	.557	.585
Luas Permukaan Daun Glodogan	-.005	.006	-.237	-.805	.432

a. Dependent Variable: ABRES

- Uji Hipotesis  
 $H_0$  : semua variabel residual sama  
 $H_a$  : ada varian residual tidak sama  
 $\alpha$  : 0,05  
Daerah kritik :  $H_0$  ditolak jika  $< 0,05$
- Kecepatan angin glodogan tidak signifikan karena  $P\_value > 0,05$  yaitu 0,585  $> 0,05$  sehingga kecepatan angin tidak mengalami heteroskedastisitas.
- Luas permukaan daun tidak signifikan karena  $P\_value > 0,05$  yaitu 0,432  $> 0,05$  sehingga luas permukaan daun tidak mengalami heteroskedastisitas.

**Lampiran 6.3.2 Uji Model Heteroskedastisitas Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.)**

Coefficients <sup>a</sup>					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	-.049	.022		-2.269
	Kelembaban Udara Waru	.000	.000	.737	2.136
	Temperatur Waru	.001	.000	.860	2.491

a. Dependent Variable: ABRES

- Kelembaban udara waru signifikan karena  $P\_value < 0,05$  yaitu 0,048  $< 0,05$  sehingga kelembaban udara mengalami heteroskedastisitas.
- Temperatur waru signifikan karena  $P\_value < 0,05$  yaitu 0,023  $< 0,05$  sehingga temperatur waru mengalami heteroskedastisitas.

**Lampiran 6.3.3 Uji Model Heteroskedastisitas Ketapang (*Terminalia catappa* L.)**

Coefficients <sup>a</sup>					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	.008	.023		.366
	Intensitas Cahaya Ketapang	3.230E-8	.000	.254	.869
	Kelembaban Udara Ketapang	.000	.000	-.258	-.921
	Kecepatan Angin Ketapang	-.007	.006	-.398	-1.085
	Temperatur Ketapang	.000	.000	.208	.477
	Stomata Ketapang	-4.927E-6	.000	-.037	-.121
	Luas Permukaan Daun Ketapang	.018	.100	.077	.180

a. Dependent Variable: ABRES

- Intensitas cahaya H0 diterima karena  $P\_value > 0,05$  ( $0,401 > 0,05$ ). Jadi, ada varian residual tidak sama, sehingga tidak mengalami heteroskedastisitas.
- Kelembapan udara H0 diterima karena  $P\_value > 0,05$  ( $0,374 > 0,05$ ). Jadi, ada varian residual tidak sama, sehingga tidak mengalami heteroskedastisitas.
- Kecepatan angin H0 diterima karena  $P\_value > 0,05$  ( $0,297 > 0,05$ ). Jadi, ada varian residual tidak sama, sehingga tidak mengalami heteroskedastisitas.
- Temperatur H0 diterima karena  $P\_value > 0,05$  ( $0,641 > 0,05$ ). Jadi, ada varian residual tidak sama, sehingga tidak mengalami heteroskedastisitas.
- Stomata H0 diterima karena  $P\_value > 0,05$  ( $0,906 > 0,05$ ). Jadi, ada varian residual tidak sama, sehingga tidak mengalami heteroskedastisitas.
- Luas Permukaan Daun H0 diterima karena  $P\_value > 0,05$  ( $0,860 > 0,05$ ). Jadi, ada varian residual tidak sama, sehingga tidak mengalami heteroskedastisitas.

#### Lampiran 6.4 Uji Multikolinieritas

##### d. Uji Multikolinieritas

Uji multikolinieritas berarti terjadi korelasi yang kuat (hampir sempurna) antar variabel bebas. Cara mendeteksi adanya multikolinieritas ialah:

1. Dengan melihat koefisien korelasi antar variabel bebas. Jika koefisien korelasi antar variabel bebas  $\geq 0,7$  maka terjadi multikolinier.
2. Dengan melihat nilai VIF (*Varian Inflating Factor*). Jika nilai VIF  $\leq 10$  maka tidak terjadi multikolinier.

Jonathan Sarwanto (2009: 210) menyatakan bahwa syarat yang harus dipenuhi dalam analisis regresi linier berganda salah satunya ialah tidak boleh terjadi multikolinieritas. Artinya sesama variabel bebas tidak boleh berkorelasi terlalu tinggi, misalnya 0,9 atau terlalu rendah misalnya 0,01.

#### Lampiran 6.4.1 Uji Model Multikolinieritas Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.)

Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1 (Constant)	.003	.001		4.669	.000		
Kecepatan Angin Glodogan	.002	.000	.832	4.050	.001	.652	1.533
Luas Permukaan Daun Glodogan	-.040	.011	-.774	-3.767	.002	.652	1.533

a. Dependent Variable: Laju Transpirasi Glodogan

- Uji Hipotesis

Ho : tidak ada korelasi

Ha : ada korelasi

$\alpha = 0.05$

Kecepatan angin dengan Ho ditolak karena  $P\_value (0,001) < \alpha(0.005)$ . Jadi, ada korelasi antar variable independennya. Luas permukaan daun dengan Ho ditolak karena  $P\_value (0,002) < \alpha(0.005)$ . Jadi, ada korelasi antar variable independennya.

Dari hasil uji multikolinier, nilai  $VIF \leq 10$  yaitu 1,533 dan tolerance kurang dari 1 yaitu 0,652 maka tidak terjadi multikolinier. Dapat disimpulkan bahwa dalam regresi antara variabel bebas kecepatan angin dan luas permukaan daun glodogan terhadap laju transpirasi glodogan tidak terjadi multikolinieritas.

**Collinearity Diagnostics<sup>a</sup>**

Model	Dimensi	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions		
				(Constant)	Kecepatan Angin Glodogan	Luas Permukaan Daun Glodogan
1	1	2.881	1.000	.01	.01	.01
	2	.092	5.597	.26	.74	.01
	3	.027	10.247	.74	.25	.98

a. Dependent Variable: Laju Transpirasi Glodogan

#### Lampiran 6.4.2 Uji Model Multikolinieritas Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.)

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-.080	.033		-2.423	.027		
	Kelembaban Udara Waru	.001	.000	.858	2.511	.022	.361	2.772
	Temperatur Waru	.001	.001	.823	2.409	.028	.361	2.772

a. Dependent Variable: Laju Transpirasi Waru

- Uji Hipotesis

Ho : tidak ada korelasi

Ha : ada korelasi

$\alpha = 0.05$

Daerah kritik : Ho ditolak jika  $P\_value < \alpha$

Kelembaban udara dengan Ho ditolak karena  $P\_value (0,022) < \alpha(0.005)$ . Jadi, ada korelasi antar variable independennya. Temperatur udara dengan Ho ditolak karena  $P\_value (0,028) < \alpha(0.005)$ . Jadi, ada korelasi antar variable independennya.

Dari hasil uji multikolinier, nilai  $VIF \leq 10$  yaitu 2,772 dan tolerance kurang dari 1 yaitu 0,361 maka tidak terjadi multikolinier. Dapat disimpulkan bahwa dalam regresi antara variabel bebas kelembaban udara dan temperatur daun waru terhadap laju transpirasi waru tidak terjadi multikolinieritas.

**Collinearity Diagnostics<sup>a</sup>**

Model	Dimensi on	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions		
				(Constant)	Kelembaban Udara Waru	Temperatur Waru
1	1	2.931	1.000	.00	.00	.00
	2	.067	6.592	.00	.20	.03
	3	.002	39.880	1.00	.80	.97

a. Dependent Variable: Laju Transpirasi Waru

#### Lampiran 6.4.3 Uji Model Multikolinieritas Ketapang (*Terminalia catappa* L.)

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	.005	.030		.177	.862		
	Intensitas Cahaya Ketapang	3.989E-8	.000	.227	.806	.435	.739	1.354
	Kelembaban Udara Ketapang	.000	.000	-.242	-.895	.387	.800	1.249
	Kecepatan Angin Ketapang	-.006	.008	-.285	-.804	.436	.468	2.138
	Temperatur Ketapang	.000	.001	.332	.787	.446	.330	3.034
	Stomata Ketapang	-1.852E-5	.000	-.100	-.341	.738	.680	1.470
	Luas Permukaan Daun Ketapang	-.012	.134	-.038	-.092	.928	.344	2.907

a. Dependent Variable: Laju Transpirasi Ketapang

- Uji Hipotesis Intensitas cahaya

Ho : tidak ada korelasi

Ha : ada korelasi

$\alpha = 0.05$

Daerah kritik : Ho ditolak jika  $P\_value < \alpha$

Intensitas cahaya dengan Ho diterima karena  $P\_value (0,387) > \alpha(0.005)$ .

Jadi, tidak ada korelasi antar variable independennya. Kelembapan udara

Ho diterima karena  $P\_value (0,435) > \alpha(0.005)$ . Jadi, tidak ada korelasi

antar variable independennya. Kecepatan angin Ho diterima karena

$P\_value (0,436) > \alpha(0.005)$ . Jadi, tidak ada korelasi antar variable



independennya. Temperatur udara  $H_0$  diterima karena  $P\_value (0,446) > \alpha(0.005)$ . Jadi, tidak ada korelasi antar variable independennya. Stomata dengan  $H_0$  diterima karena  $P\_value (0,738) > \alpha(0.005)$ . Jadi, tidak ada korelasi antar variable independennya. Luas permukaan daun dengan  $H_0$  diterima karena  $P\_value (0,928) > \alpha(0.005)$ . Jadi, tidak ada korelasi antar variable independennya.

Dari hasil uji multikolinier, nilai  $VIF \leq 10$  yaitu dan tolerance kurang dari 1 maka tidak terjadi multikolinier. Dapat disimpulkan bahwa dalam regresi antara variabel bebas intensitas cahaya, kelembaban udara, kecepatan angin, temperatur, stomata dan luas permukaan daun ketapang terhadap laju transpirasi ketapang tidak terjadi multikolinieritas.

**Collinearity Diagnostics<sup>a</sup>**

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions						
				(Constant)	Intensitas Cahaya Ketapang	Kelembaban Udara Ketapang	Kecepatan Angin Ketapang	Temperatur Ketapang	Stomata Ketapang	Luas Permukaan Daun Ketapang
1	1	6.265	1.000	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
	2	.293	4.625	.00	.12	.00	.01	.00	.04	.18
	3	.227	5.250	.00	.14	.00	.16	.00	.12	.01
	4	.151	6.450	.00	.49	.00	.09	.01	.00	.12
	5	.056	10.604	.00	.05	.03	.35	.01	.64	.01
	6	.007	30.892	.01	.02	.72	.33	.30	.02	.31
	7	.002	59.891	.99	.18	.25	.05	.69	.18	.38

a. Dependent Variable: Laju Transpirasi Ketapang

## Lampiran 6.5 Uji Autokorelasi

### e. Uji Autokorelasi

Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada korelasi antara anggota serangkaian data observasi yang diuraikan menurut waktu (*time series*) atau ruang (*cross section*). Ada tiga macam model autokorelasi, yaitu uji Durbin Watson, uji Lagrange Multiplier, uji Breusch-Godfrey. Dalam penelitian ini uji Durbin Watson yang digunakan. Jonathan Sarwato (2009: 210) menyatakan syarat yang harus dipenuhi dalam analisis regresi linier berganda tidak boleh terjadi autokorelasi. Akan terjadi autokorelasi jika angka Durbin Watson (DW) sebesar  $< 1$  atau  $> 3$  dengan skala 1-4. Sedangkan menurut Wahid Sulaiman, 2002: 139 untuk mendeteksi ada tidaknya autokorelasi maka dilakukan pengujian Durbin Watson (DW) dengan ketentuan sebagai berikut:

1.  $1,65 < DW < 2,35$  kesimpulannya tidak ada autokorelasi
2.  $1,21 < DW < 1,65$  atau  $2,35 < DW < 2,79$  kesimpulannya tidak dapat disimpulkan (*Inconclusive*)
3.  $DW < 1,21$  atau  $DW > 2,79$  kesimpulannya terjadi autokorelasi

### Lampiran 6.5.1 Uji Model Autokorelasi Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.)

Model Summary<sup>a</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.729 <sup>a</sup>	.532	.477	.00064837	2.665

a. Predictors: (Constant), Luas Permukaan Daun Glodogan, Kecepatan Angin Glodogan

b. Dependent Variable: Laju Transpirasi Glodogan

Dari tabel Model Summary diatas, diketahui bahwa Durbin Watson 2,665 sehingga  $2,35 < 2,665 < 2,79$  berarti tidak terjadi autokorelasi sehingga model ini layak digunakan.

### Lampiran 6.5.2 Uji Model Autokorelasi Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.)

Model Summary<sup>a</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.533 <sup>a</sup>	.284	.200	.00791464	1.690

a. Predictors: (Constant), Temperatur Waru, Kelembaban Udara Waru

b. Dependent Variable: Laju Transpirasi Waru

Dari tabel Model Summary diatas, diketahui bahwa Durbin Watson 1,690 sehingga  $1,65 < 1,690 < 2,79$ . Jadi hasilnya tidak terjadi autokorelasi berarti korelasi diantara erornya tidak ada sehingga model ini layak digunakan.

### Lampiran 6.5.3 Uji Model Autokorelasi Ketapang (*Terminalia catappa* L.)

Model Summary<sup>a</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.487 <sup>a</sup>	.237	-.116	.00665558	2.198

a. Predictors: (Constant), Luas Permukaan Daun Ketapang, Intensitas Cahaya Ketapang, Stomata Ketapang, Kelembaban Udara Ketapang, Kecepatan Angin Ketapang, Temperatur Ketapang

b. Dependent Variable: Laju Transpirasi Ketapang

Dari tabel Model Summary diatas, diketahui bahwa Durbin Watson 2,198 sehingga  $1,65 < 2,198 < 2,79$ . Jadi hasilnya tidak terjadi korelasi berarti korelasi diantara erornya tidak ada sehingga model ini layak digunakan.

## LAMPIRAN 2

1. Kisi-Kisi Instrumen Modul Pengayaan
2. Instrumen Penyusunan Modul Pengayaan untuk Ahli Media
3. Instrumen Penyusunan Modul Pengayaan untuk Ahli Materi
4. Instrumen Penyusunan Modul Pengayaan untuk *Peer reviewer*
5. Angket Penyusunan Modul Pengayaan untuk Guru Biologi
6. Angket Penyusunan Modul Pengayaan untuk Siswa Kelas XI Semester I yang Lulus KKM

Lampiran 1. Kisi-Kisi Instrumen Modul Pengayaan

**Kisi-kisi Instrumen Penilaian Modul Pengayaan**

Kompetensi Indikator Pencapaian	Teknik Pengumpulan Data	Objek Penilaian	Bentuk Instrumen	Jumlah Butir Soal
1. Kesesuaian dengan SK dan KD	Kuesioner	Aspek Kelayakan Isi	Lembar Angket	1
2. Kesesuaian dengan kemampuan individu siswa untuk belajar mandiri				1
3. Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar				1
4. Kebenaran dalam substansi materi (konsep)				1
5. Manfaat untuk penambahan pengetahuan siswa				1
6. Kesesuaian soal latihan dengan substansi materi				1
7. Mengembangkan rasa ingin tahu dan kreativitas siswa				1
8. Latihan, tugas, tes formatif mendukung penguasaan materi				1
9. Latihan, tugas, tes formatif dilengkapi kunci jawaban				1
10. Kedalaman dan keluasan materi mencakup materi yang ada di kurikulum KTSP				1
11. Menumbuhkan sikap kerja sama siswa dalam kerja kelompok dan menambah rasa percaya diri di saat		Aspek Kegiatan/Pendekatan		1

kerja individu				
12. Menuntun siswa dalam memahami konsep pembelajaran				1
13. Latihan soal, tugas, lembar kegiatan siswa mendukung dalam memahami konsep				1
14. Menambahkan pengetahuan bagi siswa				1
15. Keterbacaan antar kalimat jelas dan mudah dimengerti		Aspek Kebahasaan		1
16. Kejelasan informasi				1
17. Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia dan berdasarkan EYD				1
18. Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien				1
19. Kejelasan dan ketepatan notasi, simbol dalam kalimat berdasarkan SI yang sudah ditetapkan				1
20. Kejelasan tujuan		Aspek Sajian		1
21. Urutan penyajian				1
22. Kelengkapan informasi				1
23. Interaktivitas (stimulus dan respond)				1
24. Memiliki daya minat baca siswa				1
25. Memiliki peta konsep yang mudah dipahami				1
26. Memiliki daftar isi				1
27. Memiliki daftar pustaka				1
28. Terdapat penjelasan untuk				1



peristilahan yang sulit pada glosarium				
29. Terdapat petunjuk penggunaan modul bagi siswa dan guru				1
30. Terdapat tujuan pembelajaran diawal kegiatan pembelajaran				1
31. Penggunaan font (jenis dan ukuran)		Aspek Kegrafisan		1
32. Layout dan tata letak				1
33. Ilustrasi, grafis, gambar, foto				1
34. Desain tampilan				1

Lampiran 2. Instrumen Penyusunan Modul Pengayaan untuk Ahli Media  
Judul Bahan Ajar : Modul Pengayaan Laju Transpirasi Tumbuhan

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas/Semester : XI/I

Penulis : Laili Sulhiyah

Evaluator :

NIP :

Tanggal :

Petunjuk :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai Modul Pengayaan yang terlampir meliputi aspek dan kriteria yang tercantum dalam instrumen ini.
2. Penilaian modul pengayaan dengan pendekatan deduktif ini berdasarkan Panduan Pengembangan Bahan Ajar Departemen Pendidikan Nasional Dirjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pembinaan SMA Tahun 2008 dengan penambahan beberapa indikator yang ditetapkan untuk penilaian modul ini.
3. Berilah tanda checklist (✓) untuk setiap kolom angket yang telah tersedia sesuai penilaian masing-masing dengan keterangan di bawah ini:  
1 = sangat tidak baik/sesuai  
2 = kurang sesuai  
3 = cukup  
4 = baik  
5 = sangat baik/sesuai
4. Jika pada masing-masing penomoran keterangan tersebut diperlukan adanya saran maupun kritik, mohon dituliskan di kolom yang telah tersedia.
5. Terima kasih atas ketersediaan responden dalam memberikan penilaian terhadap modul pembelajaran struktur dan fungsi jaringan tumbuhan ini.

### INSTRUMEN PENYUSUNAN MODUL PENGAYAAN

Komponen	Indikator	Kategori Penilaian					Saran/Kritik
		1	2	3	4	5	
Aspek Kebahasaan	1. Keterbacaan antar kalimat jelas dan mudah dimengerti						
	2. Kejelasan informasi						
	3. Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia dan berdasarkan EYD						
	4. Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien						
	5. Kejelasan dan ketepatan notasi, simbol dalam kalimat berdasarkan SI yang sudah ditetapkan						
Aspek Sajian	6. Kejelasan tujuan						
	7. Pemberian motivasi						
	8. Urutan penyajian						
	9. Kelengkapan informasi						
	10. Interaktivitas (stimulus dan respond)						
	11. Memiliki daya minat baca siswa						
	12. Memiliki peta konsep yang mudah dipahami						
	13. Memiliki daftar isi						
	14. Memiliki daftar pustaka						
	15. Terdapat penjelasan untuk peristilahan yang sulit pada glosarium						
	16. Terdapat petunjuk penggunaan modul bagi siswa dan guru						
	17. Terdapat tujuan pembelajaran diawal kegiatan pembelajaran						

Aspek Kegrafisan	18. Penggunaan font (jenis dan ukuran)						
	19. Layout dan tata letak						
	20. Ilustrasi, grafis, gambar, foto						
	21. Desain tampilan						



### INDIKATOR PENJABARAN INSTRUMEN PENYUSUNAN MODUL PENGAYAAN LAJU TRANSPIRASI TUMBUHAN

No.	Indikator	Kriteria Penilaian Penjabaran Indikator
1.	Keterbacaan antar kalimat jelas dan mudah dimengerti	1. Jika keterbacaan kalimat dalam substansi modul pengayaan tidak terdapat kejelasan dan sulit dimengerti
		2. Jika keterbacaan kalimat dalam substansi modul pengayaan kurang jelas dan kurang dimengerti
		3. Jika sebagian keterbacaan kalimat dalam substansi modul pengayaan cukup jelas dan kurang dimengerti
		4. Jika beberapa keterbacaan kalimat dalam substansi modul pengayaan jelas dan mudah dimengerti
		5. Jika semua keterbacaan kalimat dalam substansi modul pengayaan jelas dan mudah dimengerti
2.	Kejelasan informasi	1. Jika materi dalam modul pengayaan tidak terdapat kejelasan informasi
		2. Jika materi dalam modul pengayaan kurang adanya kejelasan informasi yang mendukung
		3. Jika materi dalam modul pengayaan terdapat kejelasan informasi tetapi tidak mendukung konsep
		4. Jika materi dalam modul pengayaan terdapat kejelasan informasi namun kurang mendukung konsep
		5. Jika materi modul pengayaan terdapat kejelasan informasi dan mendukung konsep
3.	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia dan berdasarkan EYD	1. Jika semua kalimat dalam modul pengayaan tidak sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia dan tidak berdasarkan EYD
		2. Jika ada beberapa kalimat dalam modul pengayaan kurang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia dan EYD
		3. Jika ada beberapa kalimat dalam modul pengayaan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia tetapi tidak berdasarkan EYD
		4. Jika ada sebagian besar kalimat dalam modul pengayaan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia dan EYD
		5. Jika semua kalimat dalam modul pengayaan sesuai dengan Bahasa Indonesia dan EYD
4.	Penggunaan bahasa secara efektif dan	1. Jika semua kalimat modul pengayaan tidak menggunakan bahasa secara efektif dan

	efisien	efisien
		2. Jika sebagian kecil kalimat modul pengayaan kurang adanya penggunaan bahasa secara efektif dan efisien
		3. Jika ada sebagian besar kalimat modul pengayaan menggunakan bahasa secara efektif dan efisien namun sulit dipahami
		4. Jika ada sebagian besar kalimat modul pengayaan menggunakan bahasa secara efektif dan efisien
		5. Jika semua kalimat modul pengayaan menggunakan bahasa secara efektif dan efisien
5.	Kejelasan dan ketepatan notasi, simbol dalam kalimat berdasarkan SI yang sudah ditetapkan	1. Jika semua notasi, simbol dalam kalimat tidak terdapat kejelasan dan ketepatan yang benar berdasarkan SI yang sudah ditetapkan
		2. Jika sebagian besar notasi, simbol dalam kalimat kurang adanya kejelasan dan ketepatan yang benar berdasarkan SI yang sudah ditetapkan
		3. Jika sebagian kecil notasi, simbol dalam kalimat sesuai dengan aturan SI yang sudah ditetapkan namun kurang adanya kejelasan dan ketepatan
		4. Jika sebagian besar notasi, simbol dalam kalimat sesuai dengan aturan SI yang sudah ditetapkan dan adanya kejelasan dan ketepatan
		5. Jika semua notasi, simbol dalam kalimat sesuai dengan aturan SI yang sudah ditetapkan sehingga jelas dan tepat
6.	Kejelasan tujuan	1. Jika materi modul pengayaan tidak terdapat tujuan pembelajaran yang jelas
		2. Jika kurang adanya kejelasan tujuan pembelajaran terhadap materi yang terdapat dalam modul pengayaan
		3. Jika kejelasan tujuan pembelajaran cukup jelas namun tidak mengarah materi dalam modul pengayaan
		4. Jika terdapat kejelasan tujuan pembelajaran dari materi yang ada dalam modul pengayaan
		5. Jika tujuan pembelajaran sangat jelas dan mendukung dari materi yang ada dalam modul pengayaan
7.	Pemberian motivasi	1. Jika substansi dari modul pengayaan tidak memberikan motivasi kepada siswa
		2. Jika substansi modul pengayaan kurang bisa memberikan motivasi kepada siswa
		3. Jika substansi dalam modul pengayaan cukup memberikan motivasi kepada siswa
		4. Jika substansi dalam modul pengayaan mampu memberikan motivasi kepada siswa

		5. Jika substansi dalam modul pengayaan memberikan motivasi kepada siswa sehingga siswa terdorong untuk melakukannya
8.	Urutan penyajian	1. Jika semua substansi modul pengayaan tidak urut dalam penyajiannya
		2. Jika sebagian besar substansi modul pengayaan kurang urut penyajiannya sehingga sulit dipelajari siswa
		3. Jika substansi modul pengayaan cukup urut penyajiannya
		4. Jika sebagian substansi modul pengayaan sudah urut penyajiannya
		5. Jika semua substansi modul pengayaan sudah urut penyajiannya sehingga memudahkan siswa untuk mempelajarinya
9.	Kelengkapan informasi	1. Jika tidak terdapat informasi yang lengkap untuk menunjang pembelajaran siswa
		2. Jika informasi dalam modul pengayaan kurang lengkap untuk pembelajaran siswa
		3. Jika informasi yang ada dalam modul pengayaan cukup lengkap
		4. Jika substansi dalam modul pengayaan terdapat kelengkapan informasi untuk siswa
		5. Jika substansi dalam modul pengayaan terdapat kelengkapan informasi dan membantu siswa tentang pengetahuan yang baru dalam pembelajaran di sekolah
10.	Interaktivitas (stimulus dan respond)	1. Jika semua materi modul pengayaan tidak mengundang adanya stimulus dan respond sehingga tidak tercipta kondisi yang interaktif
		2. Jika materi modul pengayaan kurang mendorong interaktivitas siswa sehingga tidak adanya stimulus dan respond
		3. Jika materi modul pengayaan cukup mendorong siswa untuk interaktif terhadap kegiatan didalamnya
		4. Jika materi modul pengayaan membuat siswa menjadi interaktif terhadap kegiatan yang ada
		5. Jika materi modul pengayaan mendorong siswa untuk interaktif terhadap kegiatan sehingga timbul adanya stimulus dan respond dan siswa
11.	Memiliki daya minat baca siswa	1. Jika materi modul pengayaan tidak memiliki daya minat baca siswa
		2. Jika materi modul pengayaan kurang memiliki daya minat baca siswa sehingga kurang membantu dalam belajarnya
		3. Jika materi modul pengayaan cukup memiliki daya minat baca siswa
		4. Jika materi modul pengayaan memiliki daya minat baca siswa
		5. Jika materi modul pengayaan memiliki daya minat baca siswa sehingga membantu

		siswa dalam belajar
12.	Memiliki peta konsep yang mudah dipahami	1. Jika modul pengayaan tidak memiliki peta konsep sehingga sulit dipahami siswa 2. Jika peta konsep dalam modul pengayaan kurang memberikan kejelasan siswa dalam belajar 3. Jika peta konsep dalam modul pengayaan cukup memberikan kejelasan siswa dalam belajar dan memahami isi dari modul 4. Jika peta konsep memberikan kejelasan kepada siswa untuk mempelajarinya 5. Jika modul pengayaan terdapat peta konsep yang isinya mudah dipahami siswa sehingga membantu dalam mempelajari modulnya
13.	Memiliki daftar isi	1. Jika tidak terdapat daftar isi pada modul pengayaan 2. Jika daftar isi dalam modul pengayaan kurang membantu siswa dalam mencari materi yang diinginkan 3. Jika daftar isi modul pengayaan cukup membantu siswa dalam mencari materi 4. Jika daftar isi modul pengayaan mampu membantu siswa dalam mencari materi dan tersusun cukup urut 5. Jika daftar isi modul pengayaan tersusun secara berurutan sehingga siswa terbantu untuk memahami isi modul
14.	Memiliki daftar pustaka	1. Jika modul pengayaan tidak terdapat daftar pustaka yang mendukung penyusunan modul 2. Jika daftar pustaka kurang mendukung tentang materi yang ada dalam modul pengayaan 3. Jika daftar pustaka cukup mendukung adanya materi yang ada dalam modul tersebut 4. Jika daftar pustaka mendukung adanya materi yang ada dalam modul 5. Jika daftar pustaka mendukung tentang materi yang ada dalam modul sehingga terdapat kejelasan sumber jika siswa maupun guru akan mencari
15.	Terdapat penjelasan untuk peristilahan yang sulit pada glosarium	1. Tidak terdapat penjelasan untuk peristilahan yang sulit pada glosarium 2. Kurang terdapat penjelasan untuk peristilahan yang sulit pada glosarium 3. Cukup terdapat penjelasan untuk peristilahan yang sulit pada glosarium 4. Dalam modul pengayaan terdapat penjelasan yang sesuai untuk peristilahan yang sulit pada glosarium 5. Dalam modul pengayaan penjelasan yang sangat sesuai untuk peristilahan sulit pada



		glosarium
16.	Terdapat petunjuk penggunaan modul bagi siswa dan guru	1. Petunjuk penggunaan modul tidak sesuai bagi siswa dan guru untuk mempelajarinya 2. Petunjuk penggunaan modul kurang sesuai bagi siswa dan guru untuk mempelajarinya 3. Petunjuk penggunaan modul cukup sesuai bagi siswa dan guru untuk mempelajarinya 4. Petunjuk penggunaan modul sesuai bagi siswa dan guru untuk mempelajarinya 5. Petunjuk penggunaan modul sangat sesuai bagi siswa dan guru untuk mempelajarinya
17.	Terdapat tujuan pembelajaran diawal kegiatan pembelajaran	1. Tujuan pembelajaran tidak sesuai dengan kegiatan pembelajaran 2. Tujuan pembelajaran kurang sesuai dengan kegiatan pembelajaran 3. Tujuan pembelajaran cukup sesuai dengan kegiatan pembelajaran 4. Tujuan pembelajaran sesuai dengan kegiatan pembelajaran 5. Tujuan pembelajaran sangat sesuai dengan kegiatan pembelajaran
18.	Penggunaan font (jenis dan ukuran)	1. Jika penyusunan modul pengayaan tidak terdapat penggunaan font yang jelas dari jenis dan ukurannya 2. Jika penggunaan font dalam modul pengayaan kurang teratur dan rapi 3. Jika penggunaan font dalam modul pengayaan cukup teratur dan rapi 4. Jika penggunaan font baik dari jenis dan ukurannya sudah teratur dan rapi 5. Jika penggunaan font dari jenis dan ukurannya sudah sangat rapi dan teratur sehingga tampak bagus jika dilihat dan dibaca
19.	Layout dan tata letak	1. Jika layout dan tata letak dari modul pengayaan tidak tampak jelas 2. Jika penyusuna layout dan tata letak kurang membuat siswa tertarik untuk membaca 3. Jika penyusunan layout dan tata letak cukup membuat daya tarik siswa untuk membaca 4. Jika penyusunan layout dan tata letak bagus dan cukup mengundang daya tarik siswa agar membaca 5. Jika penyusunan layout dan tata letak bagus serta mengundang daya tarik siswa untuk membaca dan mempelajarinya
20.	Ilustrasi, grafis, gambar, foto	1. Jika dalam modul tidak terdapat ilustrasi, grafis, gambar maupun foto 2. Jika dalam modul terdapat ilustrasi namun tidak ada gambar maupun foto 3. Jika dalam modul terdapat ilustrasi yang menyulitkan siswa dalam berpikir, sedikit grafis dan gambar atau foto cukup membantu siswa dalam belajar 4. Jika dalam modul terdapat ilustrasi dan grafis yang cukup membantu siswa dan

		gambar maupun foto yang membantu siswa dalam mempelarnya
		5. Jika dalam modul terdapat ilustrasi dan grafis yang mendorong daya tarik siswa untuk mempelarnya serta didukung gambar dan foto yang membantu siswa
21.	Desain tampilan	1. Jika dalam penyusunan modul tidak didukung dengan desain tampilan yang bagus
		2. Jika desain tampilan modul mengganggu siswa dalam mempelarnya
		3. Jika desain tampilan modul cukup membuat siswa untuk tertarik membacanya
		4. Jika penyusunan modul didukung desain tampilan yang menarik siswa dalam belajar
		5. Jika desain tampilan modul bagus dan menarik sehingga daya minat baca dan belajar siswa menjadi meningkat

**Lembar Masukan atau Tinjauan Instrumen Penyusunan Modul**

No.	Halaman	Bagian dari Isi Modul	Masukan/Tinjauan

Lampiran 3. Instrumen Penyusuna Modul Pengayaan untuk Ahli Materi

**INSTRUMEN PENYUSUNAN MODUL PENGAYAAN**

Komponen	Indikator Komponen	Kriteria Penilaian					Saran/Kritik
		1	2	3	4	5	
Aspek Kelayakan Isi	1. Kesesuaian dengan SK dan KD						
	2. Kebenaran isi materi dengan konsep pembelajaran						
	3. Kesesuaian materi dengan masing-masing kegiatan belajar siswa						
	4. Kesesuaian informasi dalam modul sesuai dengan konsep yang ada						
	5. Manfaat untuk penambahan pengetahuan siswa						
	6. Kegiatan siswa mendukung konsep pembelajaran yang ada dalam modul						
	7. Soal, latihan, tugas dan tes formatif mendukung konsep pembelajaran yang ada dalam modul						
	8. Kesesuaian kunci jawaban dengan soal dalam modul						
Aspek Kegiatan/Pendekatan	1. Menumbuhkan sikap kerjasama siswa dalam kerja kelompok dan menambah rasa percaya diri saat kerja individu						
	2. Menuntun siswa dalam memahami konsep pembelajaran						
	3. Latihan soal, tugas, lembar kegiatan siswa, dan tes formatif mendukung dalam memahami konsep						
	4. Menambah pengetahuan bagi siswa						
Aspek Kebahasaan	5. Kesesuaian penulisan dengan kaidah						



Aspek Sajian	Bahasa dan EYD						
	6. Kesesuaian penulisan kata atau istilah asing						
	7. Kejelasan pemberian informasi						
	8. Urutan penyajian						
	9. Kejelasan tujuan pembelajaran						
	10. Memiliki gambar yang mendukung konsep pembelajaran						
	11. Memiliki glosarium						
	12. Terdapat penjelasan awal dalam kegiatan pembelajaran						
	13. Kelengkapan informasi						

### PENJABARAN INDIKATOR PENYUSUNAN MODUL PENGAYAAN

No.	Indikator	Kriteria Penjabaran Penilaian Modul
1.	Kesesuaian dengan SK dan KD	1. Penjabaran materi tidak sesuai dengan SK dan KD pada KTSP
		2. Penjabaran materi kurang sesuai dengan SK dan KD pada KTSP
		3. Penjabaran materi cukup sesuai dengan SK dan KD pada KTSP
		4. Penjabaran materi sesuai dengan SK dan KD pada KTSP
		5. Penjabaran materi sangat sesuai dengan SK dan KD pada KTSP
2.	Kebenaran isi materi dengan konsep pembelajaran	1. Isi materi tidak sesuai dengan konsep pembelajaran
		2. Isi materi kurang sesuai dengan konsep pembelajaran
		3. Isi materi cukup sesuai dengan konsep pembelajaran
		4. Isi materi sesuai dengan konsep pembelajaran
		5. Isi materi sangat sesuai dengan konsep pembelajaran
3.	Kesesuaian materi dengan masing-masing kegiatan belajar siswa	1. Isi materi tidak sesuai dengan masing-masing kegiatan belajar siswa
		2. Isi materi kurang sesuai dengan masing-masing kegiatan belajar siswa
		3. Isi materi cukup sesuai dengan masing-masing kegiatan belajar siswa
		4. Isi materi sesuai dengan masing-masing kegiatan belajar siswa
		5. Isi materi sangat sesuai dengan masing-masing kegiatan belajar siswa
4.	Kesesuaian informasi dalam modul dengan konsep yang ada	1. Informasi yang ada dalam modul tidak sesuai dengan konsep yang ada
		2. Informasi yang ada dalam modul kurang sesuai dengan konsep yang ada
		3. Informasi yang ada dalam modul cukup sesuai dengan konsep yang ada
		4. Informasi yang ada dalam modul sesuai dengan konsep yang ada
		5. Informasi yang ada dalam modul sangat sesuai dengan konsep yang ada
5.	Manfaat untuk penambahan pengetahuan siswa	1. Informasi dalam modul tidak menambah pengetahuan siswa
		2. Informasi dalam modul kurang menambah pengetahuan siswa
		3. Informasi dalam modul cukup menambah pengetahuan siswa
		4. Informasi dalam modul menambah pengetahuan siswa
		5. Informasi dalam modul sangat menambah pengetahuan siswa
6.	Kegiatan siswa mendukung konsep pembelajaran yang ada dalam modul	1. Kegiatan siswa menyimpang dari konsep pembelajaran yang ada dalam modul
		2. Kegiatan siswa kurang sesuai dari konsep pembelajaran yang ada dalam modul

		modul
		3. Kegiatan siswa cukup sesuai dengan konsep pembelajaran yang ada dalam modul
		4. Sebagian kegiatan siswa mendukung konsep pembelajaran yang ada dalam modul
		5. Semua kegiatan siswa mendukung konsep pembelajaran yang ada dalam modul
7.	Soal, latihan, tugas, dan tes formatif mendukung konsep pembelajaran yang ada dalam modul	1. Soal, latihan, tugas, dan tes formatif menyimpang dari konsep pembelajaran dalam modul
		2. Soal, latihan, tugas, dan tes formatif kurang sesuai dengan konsep pembelajaran dalam modul
		3. Soal, latihan, tugas, dan tes formatif cukup sesuai dengan konsep pembelajaran dalam modul
		4. Sebagian soal, latihan, tugas, dan tes formatif sesuai dengan konsep pembelajaran dalam modul
		5. Semua soal, latihan, tugas, dan tes formatif sesuai konsep pembelajaran dalam modul
8.	Kesesuaian kunci jawaban dengan soal	1. Kunci jawaban tidak membantu penyelesaian soal
		2. Kunci jawaban kurang membantu penyelesaian soal
		3. Kunci jawaban cukup membantu penyelesaian soal
		4. Kunci jawaban membantu penyelesaian soal
		5. Kunci jawaban sangat membantu penyelesaian soal
9.	Menumbuhkan sikap kerjasama siswa dalam kerja kelompok dan menambah rasa percaya diri saat kerja individu	1. Jika kegiatan dan tugas dalam modul pengayaan tidak dapat menumbuhkan sikap kerjasama siswa dalam kerja kelompok dan menambah rasa percaya diri siswa saat kerja individu
		2. Jika kegiatan dan tugas dalam modul kurang bisa menumbuhkan sikap kerjasama siswa dalam kerja kelompok dan menambah rasa percaya diri siswa saat kerja individu
		3. Jika sebagian kegiatan dan tugas dalam modul bisa menumbuhkan sikap kerjasama siswa dalam kerja kelompok maupun menambahkan rasa percaya diri saat kerja individu
		4. Jika beberapa kegiatan dan tugas sudah bisa menumbuhkan sikap kerjasama

		siswa dalam kerja kelompok dan menambahkan rasa percaya diri saat kerja individu
		5. Jika semua kegiatan dan tugas sudah bisa menumbuhkan sikap kerjasama siswa dalam kerja kelompok dan menambahkan rasa percaya diri saat kerja individu
10.	Menuntun siswa dalam memahami konsep pembelajaran	1. Jika substansi modul tidak bisa menuntun siswa dalam memahami konsep pembelajaran
		2. Jika sebagian isi modul kurang bisa menuntun siswa dalam memahami konsep pembelajaran
		3. Jika sebagian isi modul bisa menuntun siswa dalam memahami konsep pembelajaran
		4. Jika beberapa isi modul bisa menuntun siswa dalam memahami konsep pembelajaran
		5. Jika semua isi modul bisa menuntun siswa dalam memahami konsep pembelajaran
11.	Latihan, tugas, lembar kegiatan siswa, dan tes formatif mendukung dalam memahami konsep	1. Jika latihan, tugas, lembar kegiatan siswa, dan tes formatif tidak mendukung dalam memahami konsep
		2. Jika sebagian latihan, tugas, lembar kegiatan siswa, dan tes formatif kurang mendukung dalam memahami konsep
		3. Jika sebagian latihan, tugas, lembar kegiatan siswa, dan tes formatif bisa mendukung dalam memahami konsep
		4. Jika beberapa latihan, tugas, lembar kegiatan siswa, dan tes formatif bisa mendukung dalam memahami konsep
		5. Jika semua latihan, tugas, lembar kegiatan siswa, dan tes formatif bisa mendukung dalam memahami konsep
12.	Menambah pengetahuan bagi siswa	1. Jika materi dan informasi tidak menambah pengetahuan bagi siswa
		2. Jika sebagian materi dan informasi kurang bisa menambah pengetahuan bagi siswa
		3. Jika sebagian materi dan informasi bisa menambah pengetahuan bagi siswa
		4. Jika beberapa materi dan informasi bisa menambah pengetahuan bagi siswa
		5. Jika semua materi dan informasi bisa menambah pengetahuan bagi siswa
13.	Kesesuaian penulisan dengan kaidah Bahasa dan	1. Penulisan kata atau kalimat tidak sesuai dengan kaidah Bahasa dan EYD

	EYD	2. Penulisan kata atau kalimat kurang sesuai dengan kaidah Bahasa dan EYD
		3. Penulisan kata atau kalimat cukup sesuai dengan kaidah Bahasa dan EYD
		4. Penulisan kata atau kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa dan EYD
		5. Penulisan kata atau kalimat sangat sesuai dengan kaidah Bahasa dan EYD
14.	Kesesuaian penulisan kata atau istilah asing	1. Penulisan kata atau istilah asing tidak benar
		2. Penulisan sebagian kata atau istilah asing kurang benar
		3. Penulisan sebagian kata atau istilah asing cukup benar
		4. Sebagian besar penulisan kata atau istilah asing benar
		5. Semua penulisan kata atau istilah asing benar
15.	Kejelasan pemberian informasi	1. Pemberian informasi yang ada dalam modul tidak jelas
		2. Pemberian informasi yang ada dalam modul kurang jelas
		3. Pemberian informasi yang ada dalam modul cukup jelas
		4. Pemberian informasi yang ada dalam modul jelas
		5. Pemberian informasi yang ada dalam modul sangat jelas
16.	Urutan penyajian	1. Penyajian modul tidak urut, sehingga siswa sulit dalam belajar
		2. Penyajian modul kurang urut
		3. Penyajian modul cukup urut
		4. Sebagian besar penyajian modul sudah urut dengan adanya materi inti pembelajaran dan pemberian latihan serta tugas kepada siswa
		5. Semua penyajian modul urut sehingga siswa dapat memahami setiap kegiatan pembelajaran
17.	Kejelasan tujuan pembelajaran	1. Setiap kegiatan pembelajaran tidak mempunyai tujuan pembelajaran
		2. Setiap kegiatan pembelajaran kurang mempunyai tujuan pembelajaran
		3. Setiap kegiatan pembelajaran memiliki tujuan pembelajaran cukup jelas
		4. Setiap kegiatan pembelajaran memiliki tujuan pembelajaran yang jelas
		5. Setiap kegiatan pembelajaran mempunyai tujuan pembelajaran yang sangat jelas dan memudahkan siswa dalam belajar
18.	Memiliki gambar yang mendukung konsep pembelajaran	1. Gambar yang ada dalam modul menyimpang dari konsep pembelajaran
		2. Gambar yang ada dalam modul kurang sesuai dengan konsep pembelajaran
		3. Gambar yang ada dalam modul cukup sesuai dengan konsep pembelajaran
		4. Sebagian besar gambar yang ada dalam modul sesuai dengan konsep



		pembelajaran
		5. Semua gambar yang ada dalam modul sesuai dengan konsep pembelajaran
19.	Memiliki glosarium	1. Adanya glosarium tidak membantu siswa dalam menemukan istilah yang sulit
		2. Adanya glosarium kurang membantu siswa dalam menemukan istilah yang sulit
		3. Adanya glosarium cukup membantu siswa dalam menemukan istilah yang sulit
		4. Adanya glosarium membantu siswa dalam menemukan istilah yang sulit
		5. Adanya glosarium sangat membantu siswa dalam menemukan istilah yang sulit
20.	Terdapat penjelasan awal dalam kegiatan pembelajaran	1. Tidak terdapat penjelasan awal dalam kegiatan pembelajaran
		2. Penjelasan awal dalam kegiatan pembelajaran kurang membantu siswa untuk memahami materi
		3. Penjelasan awal dalam kegiatan pembelajaran cukup membantu siswa untuk memahami materi
		4. Penjelasan awal dalam kegiatan pembelajaran membantu siswa untuk memahami materi
		5. Penjelasan awal dalam kegiatan pembelajaran sangat membantu siswa untuk memahami materi
21.	Kelengkapan informasi	1. Informasi yang ada dalam modul tidak lengkap dan tidak menambah wawasan siswa
		2. Informasi yang ada dalam modul kurang lengkap dan kurang menambah wawasan siswa
		3. Informasi yang ada dalam modul cukup lengkap dan menambah wawasan siswa
		4. Sebagian besar informasi dalam modul lengkap dan menambah wawasan siswa
		5. Semua informasi dalam modul lengkap dan menambah wawasan siswa

Lampiran 4. Instrumen Penyusunan Modul Pengayaan untuk *Peer reviewer* dan Guru Biologi

**INSTRUMEN PENILAIAN MODUL PENGAYAAN**

<b>Komponen</b>	<b>Indikator</b>	<b>Kriteria Penilaian</b>					<b>Saran/Kritik</b>
Aspek Kelengkapan Materi	1. Penjabaran materi SK dan KD pada KTSP	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
	2. Isi materi dengan tujuan pembelajaran dan indikator						
	3. Kedalaman materi dengan tingkat perkembangan siswa						
	4. Konsep dijabarkan dengan benar						
	5. Materi yang disajikan menambah pengetahuan bagi siswa						
Aspek Teknik Penyajian	6. Materi tersaji secara sistematis						
	7. Materi dijabarkan secara jelas						
	8. Terdapat petunjuk penggunaan modul						
	9. Terdapat butir-butir soal dalam modul						
	10. Hubungan tingkat kesulitan soal dengan indikator						
	11. Lembar umpan balik dapat memberi siswa untuk mengetahui persentase keberhasilan belajar						
	12. Terdapat kunci jawaban dalam modul						
Aspek Kesesuaian Bahasa	13. Kesesuaian kata atau kalimat berdasarkan kaidah bahasa dan EYD						
	14. Bahasa yang digunakan komunikatif						
	15. Penulisan kata atau istilah asing sudah tepat						
	16. Terdapat penjelasan untuk kata atau istilah yang sulit dalam glosarium						

### INDIKATOR PENJABARAN INSTRUMEN PENILAIAN MODUL PENGAYAAN

No.	Indikator	Kriteria Penilaian Penjabaran Indikator
1.	Penjabaran materi SK dan KD pada KTSP	1. Penjabaran materi tidak sesuai dengan SK dan KD berdasarkan KTSP
		2. Penjabaran materi kurang sesuai dengan SK dan KD berdasarkan KTSP
		3. Penjabaran materi cukup sesuai dengan SK dan KD berdasarkan KTSP
		4. Penjabaran materi sesuai dengan SK dan KD berdasarkan KTSP
		5. Penjabaran materi sangat sesuai dengan SK dan KD berdasarkan KTSP
2.	Isi materi dengan tujuan pembelajaran dan indikator	1. Isi materi tidak sesuai dengan tujuan pembelajaran dan indikator
		2. Isi materi kurang sesuai dengan tujuan pembelajaran dan indikator
		3. Isi materi cukup sesuai dengan tujuan pembelajaran dan indikator
		4. Isi materi sesuai dengan tujuan pembelajaran dan indikator
		5. Isi materi sangat sesuai dengan tujuan pembelajaran dan indikator
3.	Kedalaman materi dengan tingkat perkembangan siswa	1. Kedalaman materi tidak sesuai dengan tingkat perkembangan siswa
		2. Kedalaman materi kurang sesuai dengan tingkat perkembangan siswa
		3. Kedalaman materi cukup sesuai dengan tingkat perkembangan siswa
		4. Kedalaman materi sesuai dengan tingkat perkembangan siswa, sehingga siswa mudah memahami
		5. Kedalaman materi sangat sesuai dengan tingkat perkembangan siswa, sehingga siswa mudah memahami
4.	Konsep dijabarkan dengan benar	1. Konsep tidak dijabarkan dengan benar
		2. Konsep kurang dijabarkan dengan benar
		3. Konsep cukup dijabarkan dengan benar
		4. Konsep dijabarkan dengan benar, sehingga dapat membantu siswa untuk mempelajarinya
		5. Konsep dijabarkan dengan sangat benar, sehingga dapat membantu siswa untuk mempelajarinya
5.	Materi yang disajikan menambah pengetahuan bagi siswa	1. Materi yang disajikan tidak menambah pengetahuan bagi siswa
		2. Materi yang disajikan kurang menambah pengetahuan bagi siswa
		3. Materi yang disajikan cukup menambah pengetahuan bagi siswa
		4. Materi yang disajikan menambah pengetahuan bagi siswa
		5. Materi yang disajikan sangat menambah pengetahuan bagi siswa

6.	Materi tersaji secara sistematis	1. Materi tidak tersaji secara sistematis
		2. Materi kurang tersaji secara sistematis
		3. Materi cukup tersaji secara sistematis
		4. Materi tersaji secara sistematis, sehingga siswa mengerti maksud dari susunan modul
		5. Materi sangat tersaji secara sistematis, sehingga siswa memahami isi modul
7.	Materi dijabarkan secara jelas	1. Materi tidak dijabarkan secara jelas
		2. Materi kurang dijabarkan secara jelas
		3. Materi cukup dijabarkan secara jelas
		4. Materi dijabarkan secara jelas yang memudahkan siswa untuk mempelajarinya
		5. Materi dijabarkan dengan sangat jelas dan memudahkan siswa dalam mempelajarinya
8.	Terdapat petunjuk penggunaan modul	1. Petunjuk penggunaan modul tidak jelas dan mudah dipahami
		2. Petunjuk penggunaan modul kurang jelas dan mudah dipahami
		3. Petunjuk penggunaan modul cukup jelas dan mudah dipahami
		4. Petunjuk penggunaan modul jelas dan mudah dipahami serta digunakan
		5. Petunjuk penggunaan modul sangat jelas, mudah dipahami, dan digunakan
9.	Terdapat butir-butir soal dalam modul	1. Butir-butir soal tidak sesuai dengan indikator
		2. Butir-butir soal kurang sesuai dengan indikator
		3. Butir-butir soal cukup sesuai dengan indikator
		4. Butir-butir soal sesuai dengan indikator
		5. Butir-butir soal sangat sesuai dengan indikator
10.	Hubungan tingkat kesulitan soal dengan indikator	1. Tingkat kesulitan soal tidak sesuai dengan indikator pembelajaran
		2. Tingkat kesulitan soal kurang sesuai dengan indikator pembelajaran
		3. Tingkat kesulitan soal cukup sesuai dengan indikator pembelajaran
		4. Tingkat kesulitan soal sesuai dengan indikator pembelajaran
		5. Tingkat kesulitan soal sangat sesuai dengan indikator pembelajaran
11.	Terdapat lembar umpan balik untuk mengetahui persentase keberhasilan belajar	1. Lembar umpan balik tidak memberikan hasil untuk mengetahui persentase keberhasilan belajar siswa
		2. Lembar umpan balik kurang memberikan hasil untuk mengetahui persentase keberhasilan belajar siswa

		3. Lembar umpan balik cukup memberikan hasil untuk mengetahui persentase keberhasilan belajar siswa
		4. Lembar umpan balik memberikan hasil untuk mengetahui persentase keberhasilan belajar siswa
		5. Lembar umpan balik sangat memberikan hasil untuk mengetahui persentase keberhasilan belajar siswa
12.	Terdapat kunci jawaban dalam modul	1. Kunci jawaban tidak memberi penyelesaian soal
		2. Kunci jawaban kurang memberikan penyelesaian soal yang ada
		3. Kunci jawaban cukup memberikan penyelesaian soal yang ada
		4. Kunci jawaban memberikan penyelesaian soal yang ada
		5. Kunci jawaban sangat memberikan penyelesaian dari soal yang ada
13.	Kesesuain kata atau kalimat berdasarkan kaidah bahasa dan EYD	1. Kata atau kalimat tidak sesuai dengan kaidah bahasa dan EYD
		2. Kata atau kalimat kurang sesuai dengan kaidah bahasa dan EYD
		3. Kata atau kalimat cukup sesuai dengan kaidah bahasa dan EYD
		4. Kata atau kalimat sesuai dengan kaidah bahasa dan EYD
		5. Kata atau kalimat sangat sesuai dengan kaidah bahasa dan EYD
14.	Bahasa yang digunakan komunikatif	1. Bahasa yang digunakan tidak komunikatif
		2. Bahasa yang digunakan kurang komunikatif
		3. Bahasa yang digunakan cukup komunikatif
		4. Bahasa yang digunakan komunikatif, sehingga memudahkan siswa
		5. Bahasa yang digunakan sangat komunikatif dan memudahkan siswa
15.	Penulisan kata atau istilah asing	1. Penulisan kata atau istilah asing tidak tepat
		2. Penulisan kata atau istilah asing kurang tepat
		3. Penulisan kata atau istilah asing cukup tepat
		4. Penulisan kata atau istilah asing tepat
		5. Penulisan kata atau istilah asing sangat tepat
16.	Terdapat penjelasan untuk kata atau istilah yang sulit dalam glosarium	1. Tidak terdapat penjelasan kata atau istilah dalam glosarium
		2. Penjelasan kata atau istilah dalam glosarium kurang jelas
		3. Penjelasan kata atau istilah dalam glosarium cukup jelas
		4. Penjelasan kata atau istilah dalam glosarium jelas
		5. Penjelasan kata atau istilah dalam glosarium sangat jelas



**Lampiran 5. Angket Penyusunan Modul Pengayaan untuk Siswa Kelas XI  
Semester I yang Lulus KKM  
Angket Penilaian Modul Pengayaan untuk Siswa**

Judul Bahan Ajar : Modul Pengayaan Laju Transpirasi Tumbuhan

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas/Semester : XI/I

Penulis : Laili Sulhiyah

Penilai :

Kelas :

Tanggal :

Petunjuk :

1. Mohon kesediaan Siswa untuk menilai Modul Pengayaan yang terlampir meliputi aspek dan kriteria yang tercantum dalam instrumen ini.
2. Penilaian modul pengayaan ini berdasarkan Panduan Pengembangan Bahan Ajar Departemen Pendidikan Nasional Dirjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pembinaan SMA Tahun 2008 dengan penambahan beberapa indikator yang ditetapkan untuk penilaian modul ini.
3. Berilah tanda checklist (√) untuk setiap kolom angket yang telah tersedia sesuai penilaian masing-masing dengan keterangan di bawah ini:  
SS = sangat setuju  
S = setuju  
KS = kurang setuju  
TS = tidak setuju  
STS = sangat tidak setuju
4. Jika pada penyusunan modul diperlukan adanya komentar maupun saran, mohon dituliskan di kolom yang telah tersedia.
5. Terima kasih atas ketersediaan responden dalam memberikan penilaian terhadap modul pengayaan struktur dan fungsi jaringan tumbuhan ini

**ANGKET PENILAIAN MODUL PENGAYAAN**

Komponen	Indikator	Penilaian				
		SS	S	KS	TS	STS
Aspek Kemudahan Pemahaman	1. Materi dengan tema jaringan tumbuhan dan laju transpirasi yang disajikan dalam modul ini dapat saya pahami dengan mudah					
	2. Gambar dan ilustrasi yang disajikan membuat saya tidak berpikir abstrak					
	3. Latihan soal atau pertanyaaan-pertanyaan menuntun saya untuk memahami materi					
	4. Bahasa yang digunakan dalam modul ini memudahkan saya untuk memahami materi					
	5. Glosarium membantu saya memahami istilah-istilah biologi yang ada					
Aspek Kemandirian Belajar	6. Terdapat petunjuk penggunaan modul sehingga memudahkan saya untuk belajar modul					
	7. Modul ini memberikan kesempatan untuk belajar sesuai dengan kemmapuan yang saya punya					
	8. Saya tertarik mempelajari materi dengan tema jaringan tumbuhan dan laju transpirasi dengan adanya modul ini					
	9. Dengan modul ini memudahkan saya untuk mengulangi materi yang belum saya pahami					
	10. Modul ini dapat saya gunakan untuk belajar di rumah					
Aspek Penyajian	11. Adanya kunci jawaban yang memudahkan saya mengevaluasi keberhasilan saya					
	12. Tulisan dalam modul ini terlihat jelas dan mudah dibaca					
	13. Materi disajikan dengan bahasa sederhana dan komunikatif sehingga saya mudah memahami					
	14. Penyajian gambar dan tebal disertai dengan identitas (nomor dan judul ) yang jelas dan saya dapat memahami					
	15. Penyajian gambar disertai dengan penjelasan yang cukup dan mudah dipahami					
	16. Penyajian gambar disertai dengan penjelasan yang cukup dan					

	mudah dipahami					
	17. Tampilan halaman judul menarik perhatian saya untuk mempelajari materi					
	18. Warna, teks, dan gambar menarik sehingga saya merasa tertarik untuk membaca					

[illegible]

Sleman, Mei 2012  
Siswa

(.....)

## LAMPIRAN III

1. Analisis Penilaian Dosen Ahli Materi terhadap Modul Pengayaan
2. Analisis Penilaian Dosen Ahli Media terhadap Modul Pengayaan
3. Analisis Penilaian *Peer reviewer* terhadap Modul Pengayaan
4. Analisis Penilaian Guru Biologi terhadap Modul Pengayaan
5. Analisis Penilaian Siswa Kelas XI Semester I yang Lulus KKM terhadap Modul Pengayaan
6. Kisi-kisi Soal Tes Formatif Modul Pengayaan



Lampiran 1. Penilaian Dosen Ahli Materi terhadap Modul Pengayaan

a. Analisis Penilaian Aspek Kelayakan Isi oleh 2 Dosen Ahli Materi

No.	Butir Aspek	Dosen I	Dosen II
1.	Kesesuaian dengan SK dan KD	5	3
2.	Kebenaran isi materi dengan konsep pembelajaran	5	3
3.	Kesesuaian materi dengan masing-masing kegiatan belajar siswa	5	2
4.	Kesesuaian informasi dalam modul sesuai dengan konsep yang ada	5	3
5.	Manfaat untuk penambahan pengetahuan siswa	5	4
6.	Kegiatan siswa mendukung konsep pembelajaran yang ada dalam modul	5	3
7.	Soal, latihan, tugas dan tes formatif mendukung konsep pembelajaran yang ada dalam modul	5	4
8.	Kesesuaian kunci jawaban dengan soal dalam modul	5	4
	Perolehan Skor	40	26
	Jumlah Perolehan Skor	66	

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{66}{2} = 33$$

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{Butir kriteria} \times \text{skor tertinggi} = 8 \times 5 = 40$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{Butir kriteria} \times \text{skor terendah} = 8 \times 1 = 8$$

$$M_i = (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (40+8) = 24$$

$$SB_i = (1/3) (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (40-8) = 5,33$$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i$ ( $33 > 31,99$ )	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i$ ( $26,67 < 33 \leq 31,99$ )	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i$ ( $21,33 < 33 \leq 26,67$ )	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i$ ( $16,01 < 33 \leq 21,33$ )	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i$ ( $33 \leq 16,01$ )	Sangat kurang

$$\text{Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan} = \frac{33}{40} \times 100\% = 82,5\%$$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan sangat baik.

b. Analisis Penilaian Aspek Kegiatan/Pendekatan oleh 2 Dosen Ahli Materi

No.	Butir Aspek	Dosen I	Dosen II
1.	Menumbuhkan sikap kerjasama siswa dalam kerja kelompok dan menambah rasa percaya diri saat kerja individu	4	2
2.	Menuntun siswa dalam memahami konsep pembelajaran	4	3
3.	Latihan, soal, tugas, lembar kegiatan siswa, dan tes formatif mendukung dalam memahami konsep	5	3
4.	Menambah pengetahuan bagi siswa	5	4
	Perolehan Skor	18	12
	Jumlah Perolehan Skor	30	

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{30}{2} = 15$$

Skor tertinggi ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor tertinggi =  $4 \times 5 = 20$   
 Skor terendah ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor terendah =  $4 \times 1 = 4$   
 $M_i = (1/2)$  (skor tertinggi ideal + skor terendah ideal) =  $1/2 (20+4) = 12$   
 $SB_i = (1/3) (1/2)$  (skor tertinggi ideal + skor terendah ideal) =  $1/6 (20-4) = 2,67$   
 Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i (15 > 16)$	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i (13,33 < 15 \leq 16)$	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i (10,67 < 15 \leq 13,33)$	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i (8 < 15 \leq 10,67)$	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i (15 \leq 8)$	Sangat kurang

Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan =  $\frac{15}{20} \times 100\% = 75\%$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan baik.

c. Analisis Penilaian Aspek Kebahasaan oleh 2 Dosen Ahli Materi

No.	Butir Aspek	Dosen I	Dosen II
1.	Kesesuaian penulisan degan kaidah bahsa dan EYD	4	2
2.	Kesesuaian penulisan kata atau istilah asing	4	2
3.	Kejelasan pemberian informasi	4	3
	Perolehan Skor	12	7
	Jumlah Perolehan Skor	19	

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{19}{2} = 9,5$$

Skor tertinggi ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor tertinggi =  $3 \times 5 = 15$   
 Skor terendah ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor terendah =  $3 \times 1 = 3$   
 $M_i = (1/2)$  (skor tertinggi ideal + skor terendah ideal) =  $1/2 (15+3) = 9$   
 $SB_i = (1/3) (1/2)$  (skor tertinggi ideal + skor terendah ideal) =  $1/6 (15-3) = 2$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i (9,5 > 12)$	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i (10 < 9,5 \leq 12)$	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i (8 < 9,5 \leq 10)$	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i (6 < 9,5 \leq 8)$	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i (9,5 \leq 6)$	Sangat kurang

Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan =  $\frac{9,5}{15} \times 100\% = 63,3\%$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan cukup.

d. Analisis Penilaian Aspek Sajian oleh 2 Dosen Ahli Materi

No.	Butir Aspek	Dosen I	Dosen II
1.	Urutan penyajian	5	1
2.	Kejelasan tujuan pembelajaran	5	3
3.	Memiliki gambar yang mendukung konsep pembelajaran	5	2
4.	Memiliki glosarium	5	4
5.	Terdapat penjelasan awal dalam kegiatan pembelajaran	5	4

6.	Kelengkapan informasi	5	3
	Perolehan Skor	30	17
	Jumlah Perolehan Skor	47	

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{47}{2} = 23,5$$

Skor tertinggi ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor tertinggi =  $6 \times 5 = 30$

Skor terendah ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor terendah =  $6 \times 1 = 6$

$M_i = (1/2)$  (skor tertinggi ideal + skor terendah ideal) =  $1/2 (30+6) = 18$

$SB_i = (1/3) (1/2)$  (skor tertinggi ideal + skor terendah ideal) =  $1/6 (30-6) = 4$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i$ ( $23,5 > 24$ )	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i$ ( $20 < 23,5 \leq 24$ )	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i$ ( $16 < 23,5 \leq 20$ )	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i$ ( $12 < 23,5 \leq 16$ )	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i$ ( $23,5 \leq 12$ )	Sangat kurang

$$\text{Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan} = \frac{23,5}{30} \times 100\% = 78,33\%$$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan baik.

## Lampiran 2. Penilaian Dosen Ahli Media terhadap Modul Pengayaan

### a. Analisis Penilaian Aspek Kebahasaan oleh 2 Dosen Ahli Media

No.	Butir Aspek	Dosen I	Dosen II
1.	Keterbacaan antar kalimat jelas dan mudah dimengerti	4	4
2.	Kejelasan informasi	4	5
3.	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia dan berdasarkan EYD	4	4
4.	Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien	4	4
5.	Kejelasan dan ketepatan notasi, simbol dalam kalimat berdasarkan SI yang sudah ditetapkan	4	5
	Perolehan Skor	20	22
	Jumlah Perolehan Skor	42	

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{42}{2} = 21$$

Skor tertinggi ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor tertinggi =  $5 \times 5 = 25$

Skor terendah ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor terendah =  $5 \times 1 = 5$

$M_i = (1/2)$  (skor tertinggi ideal + skor terendah ideal) =  $1/2 (25+5) = 15$

$SB_i = (1/3) (1/2)$  (skor tertinggi ideal + skor terendah ideal) =  $1/6 (25-5) = 3,33$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i$ ( $21 > 19,99$ )	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i$ ( $16,66 < 21 \leq 19,99$ )	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i$ ( $13,34 < 21 \leq 16,66$ )	Cukup

4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i$ (10,01 < 21 ≤ 13,34)	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i$ (21 ≤ 10,01)	Sangat kurang

$$\text{Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan} = \frac{21}{25} \times 100\% = 84\%$$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan sangat baik.

b. Analisis Penilaian Aspek Sajian oleh 2 Dosen Ahli Media

No.	Butir Aspek	Dosen I	Dosen II
1.	Kejelasan tujuan	5	5
2.	Pemberian motivasi	4	4
3.	Urutan penyajian	4	5
4.	Kelengkapan informasi	4	4
5.	Interaktivitas (stimulus dan respond)	4	5
6.	Memiliki daya minat baca	4	5
7.	Memiliki peta konsep yang mudah dipahami	5	5
8.	Memiliki daftar isi	5	5
9.	Memiliki daftar pustaka	5	4
10.	Terdapat penjelasan untuk peristilahan yang sulit pada glosarium	4	5
11.	Terdapat petunjuk penggunaan modul bagi siswa dan guru	5	4
12.	Terdapat tujuan pembelajaran diawal kegiatan pembelajaran	4	5
	Perolehan Skor	53	56
	Jumlah Perolehan Skor	109	

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{109}{2} = 54,5$$

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{Butir kriteria} \times \text{skor tertinggi} = 12 \times 5 = 60$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{Butir kriteria} \times \text{skor terendah} = 12 \times 1 = 12$$

$$M_i = (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (60+12) = 36$$

$$SB_i = (1/3) (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (60-12) = 8$$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i$ (54,5 > 48)	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i$ (40 < 54,5 ≤ 48)	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i$ (32 < 54,5 ≤ 40)	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i$ (24 < 54,5 ≤ 32)	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i$ (54,5 ≤ 24)	Sangat kurang

$$\text{Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan} = \frac{54,5}{60} \times 100\% = 90,83\%$$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan sangat baik.

c. Analisis Penilaian Aspek Kegrafisan oleh 2 Dosen Ahli Media

No.	Butir Aspek	Dosen I	Dosen II
1.	Penggunaan font (jenis dan ukuran)	4	4
2.	Layout dan tata letak	4	4
3.	Ilustrasi, grafis, gambar, foto	4	5

4.	Desain tampilan	4	5
	Perolehan Skor	16	18
	Jumlah Perolehan Skor	34	

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{34}{2} = 17$$

Skor tertinggi ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor tertinggi =  $4 \times 5 = 20$

Skor terendah ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor terendah =  $4 \times 1 = 4$

$M_i = (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (20+4) = 12$

$SB_i = (1/3) (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (20-4) = 2,67$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i (17 > 16)$	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i (13,33 < 17 \leq 16)$	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i (10,67 < 17 \leq 13,33)$	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i (8 < 17 \leq 10,67)$	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i (17 \leq 8)$	Sangat kurang

$$\text{Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan} = \frac{17}{20} \times 100\% = 85\%$$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan sangat baik.

### Lampiran 3. Penilaian *Peer reviewer* terhadap Modul Pengayaan

#### a. Analisis Penilaian Aspek Kelengkapan Materi oleh 5 *Peer reviewer*

No.	Butir Aspek	<i>Peer reviewer</i>				
		1	2	3	4	5
1.	Penjabaran materi SK dan KD pada KTSP	4	4	4	5	5
2.	Isi materi dengan tujuan pembelajaran dan indikator	3	4	4	5	4
3.	Kedalaman materi dengan tingkat perkembangan siswa	4	3	3	4	4
4.	Konsep dijabarkan dengan benar	4	3	4	5	4
5.	Materi yang disajikan menambah pengetahuan bagi siswa	4	4	5	5	5
	Perolehan Skor	19	18	20	24	22
	Jumlah Perolehan Skor	103				

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{103}{5} = 20,6$$

Skor tertinggi ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor tertinggi =  $5 \times 5 = 25$

Skor terendah ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor terendah =  $5 \times 1 = 5$

$M_i = (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (25+5) = 15$

$SB_i = (1/3) (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (25-5) = 3,33$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i (20,6 > 19,99)$	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i (16,66 < 20,6 \leq 19,99)$	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i (13,34 < 20,6 \leq 16,66)$	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i (10,01 < 20,6 \leq 13,34)$	Kurang



5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i (20,6 \leq 10,01)$	Sangat kurang
---	---	---------------

Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan =  $\frac{20,6}{25} \times 100\% = 82,4\%$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan sangat baik.

b. Analisis Penilaian Aspek Teknik Penyajian oleh 5 *Peer reviewer*

No.	Butir Aspek	Peer reviewer				
		1	2	3	4	5
1.	Materi tersaji secara sistematis	3	3	4	5	4
2.	Materi dijabarkan secara jelas	4	3	4	4	4
3.	Terdapat petunjuk penggunaan modul	5	4	5	5	5
4.	Terdapat butir-butir soal dalam modul	4	3	5	4	4
5.	Hubungan tingkat kesulitan soal dengan indikator	4	3	3	4	4
6.	Lembar umpan balik dapat memberi siswa untuk mengetahui persentase keberhasilan belajar	5	4	5	4	4
7.	Terdapat kunci jawaban dalam modul	4	4	4	5	5
	Perolehan Skor	29	24	30	31	30
	Jumlah Perolehan Skor	144				

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{144}{5} = 28,8$$

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{Butir kriteria} \times \text{skor tertinggi} = 7 \times 5 = 35$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{Butir kriteria} \times \text{skor terendah} = 7 \times 1 = 7$$

$$M_i = (\frac{1}{2}) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = \frac{1}{2} (35+7) = 21$$

$$SB_i = (1/3) (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (21-7) = 4,67$$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i (28,8 > 28)$	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i (23,3 < 28,8 \leq 28)$	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i (18,67 < 28,8 \leq 23,3)$	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i (14 < 28,8 \leq 18,67)$	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i (28,8 \leq 14)$	Sangat kurang

$$\text{Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan} = \frac{28,8}{35} \times 100\% = 82,28\%$$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan sangat baik.

c. Analisis Penilaian Aspek Kesesuaian Bahasa oleh 5 *Peer reviewer*

No.	Butir Aspek	Peer reviewer				
		1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian kata atau kalimat berdasarkan kaidah bahasa da EYD	4	4	4	3	4
2.	Bahasa yang digunakan komunikatif	3	4	3	4	4
3.	Penulisan kata atau istilah asing sudah tepat	4	4	3	3	4
4.	Terdapat penjelasan untuk kata atau istilah yang sulit dalam glosarium	4	4	5	5	5
	Perolehan Skor	15	16	15	15	18
	Jumlah Perolehan Skor	79				

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{79}{5} = 15,8$$

Skor tertinggi ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor tertinggi =  $4 \times 5 = 20$   
 Skor terendah ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor terendah =  $4 \times 1 = 4$   
 $M_i = (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (20+4) = 12$   
 $SB_i = (1/3) (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (20-4) = 2,67$   
 Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i (15,8 > 16)$	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i (13,33 < 15,8 \leq 16)$	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i (10,67 < 15,8 \leq 13,33)$	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i (8 < 15,8 \leq 10,67)$	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i (15,8 \leq 8)$	Sangat kurang

Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan =  $\frac{15,8}{20} \times 100\% = 79\%$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan baik.

#### Lampiran 4. Penilaian Guru Biologi terhadap Modul Pengayaan

##### a. Analisis Penilaian Aspek Kelengkapan Materi oleh 2 Guru Biologi

No.	Butir Aspek	Guru I	Guru II
1.	Penjabaran materi SK dan KD pada KTSP	4	4
2.	Isi materi dengan tujuan pembelajaran dan indikator	3	4
3.	Kedalaman materi dengan tingkat perkembangan siswa	4	3
4.	Konsep dijabarkan dengan benar	4	4
5.	Materi yang disajikan menambah pengetahuan bagi siswa	4	4
	Perolehan Skor	19	19
	Jumlah Perolehan Skor	38	

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{38}{2} = 19$$

Skor tertinggi ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor tertinggi =  $5 \times 5 = 25$   
 Skor terendah ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor terendah =  $5 \times 1 = 5$   
 $M_i = (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (25+5) = 15$   
 $SB_i = (1/3) (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (25-5) = 3,33$   
 Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i (19 > 19,99)$	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i (16,66 < 19 \leq 19,99)$	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i (13,34 < 19 \leq 16,66)$	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i (10,01 < 19 \leq 13,34)$	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i (19 \leq 10,01)$	Sangat kurang

Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan =  $\frac{19}{25} \times 100\% = 76\%$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan baik.

##### b. Analisis Penilaian Aspek Teknik Penyajian oleh 2 Guru Biologi

No.	Butir Aspek	Guru I	Guru II
1.	Materi tersaji secara sistematis	3	4
2.	Materi dijabarkan secara jelas	4	4

3.	Terdapat petunjuk penggunaan modul	4	4
4.	Terdapat butir-butir soal dalam modul	4	4
5.	Hubungan tingkat kesulitan soal dengan indikator	3	3
6.	Lembar umpan balik dapat memberi siswa untuk mengetahui persentase keberhasilan belajar	4	3
7.	Terdapat kunci jawaban dalam modul	4	3
	Perolehan Skor	26	25
	Jumlah Perolehan Skor	51	

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{51}{2} = 25,5$$

Skor tertinggi ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor tertinggi =  $7 \times 5 = 35$

Skor terendah ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor terendah =  $7 \times 1 = 7$

$M_i = (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (35+7) = 21$

$SB_i = (1/3) (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (35-7) = 4,67$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i (25,5 > 28)$	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i (23,3 < 25,5 \leq 28)$	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i (18,66 < 25,5 \leq 23,3)$	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i (14 < 25,5 \leq 18,66)$	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i (25,5 \leq 14)$	Sangat kurang

$$\text{Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan} = \frac{25,5}{35} \times 100\% = 72,86\%$$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan baik.

#### c. Analisis Penilaian Aspek Kesesuaian Bahasa oleh 2 Guru Biologi

No.	Butir Aspek	Guru I	Guru II
1.	Kesesuaian kata atau kalimat berdasarkan kaidah bahasa da EYD	4	3
2.	Bahasa yang digunakan komunikatif	4	4
3.	Penulisan kata atau istilah asing sudah tepat	4	4
4.	Terdapat penjelasan untuk kata atau istilah yang sulit dalam glosarium	4	4
	Perolehan Skor	16	15
	Jumlah Perolehan Skor	31	

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{31}{2} = 15,5$$

Skor tertinggi ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor tertinggi =  $4 \times 5 = 20$

Skor terendah ideal =  $\sum$  Butir kriteria x skor terendah =  $4 \times 1 = 4$

$M_i = (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (20+4) = 12$

$SB_i = (1/3) (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (20-4) = 2,67$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i (15,5 > 16)$	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i (13,33 < 15,5 \leq 16)$	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i (10,67 < 15,5 \leq 13,33)$	Cukup

4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i$ ( $8 < 15,5 \leq 10,67$ )	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i$ ( $17 \leq 8$ )	Sangat kurang

$$\text{Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan} = \frac{15,5}{20} \times 100\% = 77,5\%$$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan baik.

Lampiran 5. Penilaian Siswa Kelas XI Semester I yang Lulus KKM terhadap Modul Pengayaan

a. Analisis Aspek Kemudahan Pemahaman oleh 10 Siswa

No.	Butir Aspek	Siswa									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Materi dengan tema jaringan tumbuhan dan laju transpirasi yang disajikan dalam modul ini dapat saya pahami dengan mudah	4	4	5	5	4	4	4	3	4	5
2.	Gambar dan ilustrasi yang disajikan membuat saya tidak berpikir abstrak	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5
3.	Latihan soal atau pertanyaan-pertanyaan menuntun saya untuk memahami materi	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4
4.	Bahasa yang digunakan dalam modul ini memudahkan saya untuk memahami materi	4	4	4	5	4	5	5	4	5	3
5.	Glosarium membantu saya memahami istilah-istilah biologi yang ada	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
Perolehan Skor		21	22	23	25	22	23	23	20	21	22
Jumlah Perolehan Skor		222									

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{222}{10} = 22,2$$

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{Butir kriteria} \times \text{skor tertinggi} = 5 \times 5 = 25$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{Butir kriteria} \times \text{skor terendah} = 5 \times 1 = 5$$

$$M_i = (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (25+5) = 15$$

$$SB_i = (1/3) (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (25-5) = 3,33$$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i$ ( $22,2 > 19,99$ )	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i$ ( $16,67 < 22,2 \leq 19,99$ )	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i$ ( $13,33 < 22,2 \leq 16,67$ )	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i$ ( $10 < 22,2 \leq 13,33$ )	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i$ ( $22,2 \leq 10$ )	Sangat kurang

$$\text{Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan} = \frac{22,2}{25} \times 100\% = 88,8\%$$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan sangat baik.

b. Analisis Aspek Kemandirian Belajar oleh 10 Siswa

No.	Butir Aspek	Siswa									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Terdapat petunjuk penggunaan modul sehingga memudahkan saya untuk belajar modul	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4
2.	Modul ini memberikan kesempatan untuk belajar sesuai dengan kemampuan yang saya punya	5	4	4	5	4	5	4	4	4	5
3.	Saya tertarik mempelajari materi dengan tema jaringan tumbuhan dan laju transpirasi	4	4	4	5	4	4	5	4	3	5
4.	Dengan modul ini memudahkan saya untuk mengulangi materi yang belum saya pahami	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5
5.	Modul ini dapat saya gunakan untuk belajar di rumah	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5
	Perolehan Skor	22	22	21	25	20	22	23	20	21	24
	Jumlah Perolehan Skor	220									

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{220}{10} = 22$$

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{Butir kriteria} \times \text{skor tertinggi} = 5 \times 5 = 25$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{Butir kriteria} \times \text{skor terendah} = 5 \times 1 = 5$$

$$M_i = (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (25+5) = 15$$

$$SB_i = (1/3) (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (25-5) = 3,33$$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i$ ( $22 > 19,99$ )	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i$ ( $16,67 < 22 \leq 19,99$ )	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i$ ( $13,33 < 22 \leq 16,67$ )	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i$ ( $10 < 22 \leq 13,33$ )	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i$ ( $22 \leq 10$ )	Sangat kurang

$$\text{Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan} = \frac{22}{25} \times 100\% = 88\%$$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan sangat baik.

c. Analisis Aspek Penyajian oleh 10 Siswa

No.	Butir Aspek	Siswa									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Adanya kunci jawaban yang memudahkan saya mengevaluasi keberhasilan saya	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4
2.	Tulisan dalam modul ini terlihat jelas dan mudah dibaca	5	5	4	5	5	5	5	3	4	4

3.	Materi disajikan dengan bahasa sederhana dan komunikatif sehingga saya mudah memahami	4	4	4	5	4	4	5	4	4	3
4.	Penyajian gambar dan tabel disertai dengan identitas (nomor dan judul) yang jelas dan saya dapat memahami	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4
5.	Penyajian gambar disertai dengan penjelasan yang cukup dan mudah dipahami	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4
6.	Penyajian gambar disertai dengan penjelasan yang cukup dan mudah dipahami	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4
7.	Tampilan halaman judul menarik perhatian saya untuk mempelajari materi	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5
8.	Warna, teks dan gambar menarik sehingga saya merasa tertarik untuk membaca	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5
	Perolehan Skor	35	35	34	40	36	38	39	33	33	33
	Jumlah Perolehan Skor	356									

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{356}{10} = 35,6$$

$$\text{Skor tertinggi ideal} = \sum \text{Butir kriteria} \times \text{skor tertinggi} = 8 \times 5 = 40$$

$$\text{Skor terendah ideal} = \sum \text{Butir kriteria} \times \text{skor terendah} = 8 \times 1 = 8$$

$$M_i = (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/2 (40+8) = 24$$

$$SB_i = (1/3) (1/2) (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) = 1/6 (40-8) = 5,33$$

Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang Skor (i)	Kategori
1	$\bar{X} > M_i + 1,5 SB_i$ ( $35,6 > 31,99$ )	Sangat baik
2	$M_i + 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,5 SB_i$ ( $26,66 < 35,6 \leq 31,99$ )	Baik
3	$M_i - 0,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,5 SB_i$ ( $21,34 < 35,6 \leq 26,66$ )	Cukup
4	$M_i - 1,5 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,5 SB_i$ ( $16 < 35,6 \leq 21,34$ )	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,5 SB_i$ ( $35,6 \leq 16$ )	Sangat kurang

$$\text{Persentase Skor Aspek Kegiatan/Pendekatan} = \frac{35,6}{40} \times 100\% = 89\%$$

Berdasarkan rentang skor, maka aspek kelayakan isi dinyatakan sangat baik.



Lampiran 6. Kisi-kisi Soal Tes Formatif Modul Pengayaan

**Kisi-Kisi Soal Tes Formatif 1**

**Mata Pelajaran : Biologi**

**Kelas/Semester : XI/1**

**Bentuk Soal : Pilihan Ganda**

**Jumlah Soal : 15**

No.	Indikator	Jenjang Kemampuan			Jumlah
		C 1	C 2	C 3	
1.	Siswa mampu menjelaskan hubungan sebab-akibat saat stomata menutup		1		
2.	Siswa mampu menjelaskan sifat-sifat pada jaringan tumbuhan	2			
3.	Siswa mampu membedakan peranan trikomata di habitat yang berbeda			3	
4.	Siswa mampu menjelaskan fungsi dari stomata	4			
5.	Siswa mampu menghubungkan antara istilah dengan penjelasan dari jaringan tumbuhan		5		
5.	Siswa mampu menghitung jumlah stomata yang membuka			6	
6.	Siswa mampu mengkategorikan peranan masing-masing jaringan pada tumbuhan		7,9		
7.	Siswa mampu menyebutkan ciri-ciri jaringan epidermis	8			
8.	Siswa mampu menentukan jaringan pada tumbuhan apa saja yang terdapat pada daun dikotil		10		
9.	Siswa mampu menjelaskan fungsi dari bagian-bagian jaringan		11, 12, 13	14	

10.	Siswa mampu mengurutkan letak jaringan akar dari luar ke dalam				
11.	Siswa mampu menjelaskan peranan dari bagian-bagian stomata	15			
	<b>Jumlah</b>	4	8	3	15
	<b>Jumlah Persentase (%)</b>	26,7%	53,3%	20%	100%

**Kisi-Kisi Soal Tes Formatif 2****Mata Pelajaran : Biologi****Kelas/Semester : XI/1****Bentuk Soal : Pilihan Ganda****Jumlah Soal : 10**

No.	Indikator	Jenjang Kemampuan			Jumlah
		C 1	C 2	C 3	
1.	Siswa mampu menjelaskan hubungan antara faktor luar yang mempengaruhi seperti intensitas cahaya dengan laju transpirasi		1		
2.	Siswa mampu menjelaskan hubungan antara faktor dalam yang mempengaruhi seperti stomata dengan laju transpirasi	5	2,4		
3.	Siswa mampu menghitung laju transpirasi			3	
4.	Siswa mampu menjelaskan hubungan antara luas permukaan daun dengan laju transpirasi			7	
5.	Siswa mampu menghubungkan sebab-akibat dari faktor luar yaitu kelembaban udara terhadap transpirasi		6		
6.	Siswa mampu menjelaskan mekanisme stomata saat membuka		8		
7.	Siswa mampu menjelaskan hubungan antara lapisan lilin dengan laju transpirasi	10			
8.	Siswa mampu mengemukakan penyebab keadaan tumbuhan layu			9	
	<b>Jumlah</b>	2	5	3	10
	<b>Jumlah Persentase (%)</b>	20%	50%	30%	100%

## **LAMPIRAN IV**

1. Data Hasil Kandungan Pb dari Laboratorium BPTP Yogyakarta
2. Data Pemantauan Kualitas Udara Ambien Kota Yogyakarta
3. Data Perhitungan Satuan Mobil Penumpang (SMP) dari Dinas Penelitian
4. Data Perhitungan Kinerja Jalan Kota Yogyakarta dari Dinas Perhubungan
5. Surat Izin Penelitian
6. Surat Pernyataan Penilaian Modul Pengayaan

Lampiran 1. Data Hasil Kandungan Pb dari Laboratorium BPTP Yogyakarta

**BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN YOGYAKARTA  
LABORATORIUM BPTP YOGYAKARTA**

Alamat : Karang Sari, Wedomartani, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta  
Telpn : (0274) 4477053

**HASIL ANALISIS CONTOH TANAMAN**

Nomor SPK. : CE.I/03.12/36  
Nama Pemohon : Laili Sulhiyah  
Alamat Pemohon : UNY  
Asal Sampel : Yogyakarta  
Uraian Kondisi Sampel Uji : Utuh  
Jumlah Sampel Uji : 6 (Enam)  
Tanggal Penerimaan : 8 Maret 2012  
Tanggal Pengujian : 19 - 23 Maret 2012

Urut	Nomor		Pb Ekstrak $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$ -(ppm)-
	Pengirim	Laboratorium	
1	Glodokan I	TMN. 12. 95	6.4
2	Waru I	TMN. 12. 96	3.2
3	Ketapang I	TMN. 12. 97	3.2
4	Glodokan II	TMN. 12. 98	0.0
5	Waru II	TMN. 12. 99	3.2
6	Ketapang II	TMN. 12. 100	0.0

Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang dimaksud

Tidak dibenarkan  
menggunakan sebagian /  
seluruh isi hasil analisis ini,  
tanpa izin Laboratorium BPTP  
Yogyakarta dan atau pemilik  
hasil analisis.

Yogyakarta, 25 April 2012  
Deputy Manager Teknis,  
  
Widada, A. Md  
NIP. 19680712 199803 1 001  


## Lampiran 2. Data Pemantauan Kualitas Udara Ambien Kota Yogyakarta Tahun 2009

**Pemantauan Kualitas Udara Ambien Kota Yogyakarta Tahun 2009**

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Lokasi									
			Perempatan Galeria Mali	Jl. Laksa Adi S (batas kota)	Perempatan Sari Husada Jl. Kusumanegara	Pertigaan Koragede (Balai Arkeologi)	Perempatan Terminal Giwangan	Perempatan Wirobrajan	Perempatan Gedongtengen	Perempatan Pingit Jl. Magelang	Depan Hotel Garda Jl. Malioboro	Perempatan Kantor Pos Pusat
Suhu Siang	°C	-	29,3	31,3	27	32,53	30,88	30,4	28,05	31,81	29,59	29,8
Kelembaban Siang	% RH	-	62,3	57,67	65,1	53,6	59,03	41,83	73,4	52,12	57,8	62,9
Cuaca	-	-	cerah	cerah	cerah	cerah	cerah	cerah	hujan	cerah	cerah	cerah
Kecapatan Angin	km/jam	-	5,544	3,366	1,836	8,268	5,034	4,116	3,852	4,49	4,692	5,184
Kebisingan	dB (A)	65	71,4	73,93	70,8	82,6	67,83	72,6	70,16	76,86	69,4	70,75
Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	900	106,67	40,83	235,83	55	110,83	740	108,33	876,67	110,83	105,83
Nitrit (NO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	400	5,83	12,5	4,17	1,67	6,67	10,83	7,5	19,17	6,67	10
Ozon (O <sub>3</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	235	19,17	100,83	10,83	19,17	14,17	13,33	20	17,5	16,67	20
Karbon monoksida (CO)	µg/m <sup>3</sup>	30000	11595	3020	12805	4150	5182	10727	15078	11640	8112	6871
Total Suspended Particulate (TSP)	µg/m <sup>3</sup>	230	254,48	135,2	253,53	302	264	194,4	200,7	188,2	204,9	165,1
Timbal (Pb)	µg/m <sup>3</sup>	2	0,305	0,04	1,32	0,023	0,054	0,046	0,049	0,016	0,046	0,035

\*) Persyaratan Baku Mutu Udara Ambien sesuai dengan SK GUB DIY No. 153 tahun 2002

**Pemantauan Kualitas Udara Ambien Kota Yogyakarta Tahun 2010**

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Lokasi									
			Perempatan Jl. Jendral Sudirman	Jl. Laksa Adi S	Jl. Kusumanegara	Simpang 3 Kolagede	Terminal Giwangan	Simpang 4 Wirobrajan	Perempatan Gedongtengen	Jl. Magelang	Jl. Malioboro	Simpang 4 Kantor Pos Pusat
Suhu udara	°C	-	32	31	32	32,8	30,7	32,2	31,2	33,4	31,7	32,8
Kelembaban Udara	%	-	61	64	53	61	86	79	87	83	85	63
Cuaca	-	-	cerah	cerah	cerah	cerah	cerah-hujan	cerah-hujan	berawan	berawan	cerah-hujan	cerah
Kecapatan Angin	km/jam	-	6,48	4,68	7,2	7,92	11,2	3,24	2,52	2,52	1,08	4,32
Kebisingan	dB	65	73,8	75,6	73,5	70,9	74,3	76,1	77,2	75,9	73,5	74,1
Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	900	809	1503	712	733	249	235	275	280	288	272
Nitrogen dioksida (NO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	400	51,7	45	69,3	73,4	41,5	101	74,9	59	41,4	18,7
Oksidan (O <sub>3</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	235	68,9	452	136	77,1	131	115	49,2	36,1	31,2	30,03
Karbon monoksida (CO)	µg/m <sup>3</sup>	30000	76201	25070	26733	16016	67799	85916	29813	33482	157556	25560
Total Suspended Particulate (TSP)	µg/m <sup>3</sup>	230	125	163	183	174	118	241	293	195	101	127
Timbal (Pb)	µg/m <sup>3</sup>	2	0,247	0,349	0,351	0,265	0,232	0,24	0,211	0,232	0,227	0,198

\*) Persyaratan Baku Mutu Udara Ambien sesuai dengan SK GUB DIY No. 153 tahun 2002



**Pemantauan Kualitas Udara Ambien Kota Yogyakarta Tahun 2011**

Parameter	Satuan	Balai Murti	Lokasi Sampling									
			Pemempatan Galeria Mali	II. Lakda Adi Sucipto	Pemempatan A. Kusumanegara (SGM)	Pertigaan Kotagede	Terminal Giwangan	Pemempatan Wirobrajan	Pemempatan Gedongtengan	II. Magelang (Pngk)	II. Mulidono	Pemempatan Kantor Pos Pusat
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	900	0,306	0,332	0,347	0,154	0,158	0,165	0,347	0,366	0,329	0,36
NO <sub>2</sub>	ug/m <sup>3</sup>	400	0,176	0,048	0,176	0,232	0,443	0,411	0,281	0,202	0,232	0,153
O <sub>3</sub>	mg/m <sup>3</sup>	235	0,122	0,174	0,041	0,065	0,082	0,712	0,133	0,005	0,209	1,106
CO	mg/m <sup>3</sup>	30000	1043	988,8	825,2	1118,1	1275,2	1797	2630	1306,7	1671,2	1313,3
TSP	mg/m <sup>3</sup>	230	17,47	5,2	14,35	21,69	2,85	6,39	11,31	25	9,89	8,79
Pb	mg/m <sup>3</sup>	2	0,052	0,03	0,061	0,121	0,157	0,119	0,006	0,005	0,059	0,054
PM <sub>10</sub>	mg/m <sup>3</sup>	150	34,53	51,18	43,92	14,74	16,24	19,83	33,01	29,53	21,53	37,37
PM <sub>2.5</sub>	mg/m <sup>3</sup>	15	19,84	64,65	25,67	33	24,66	14,8	36,52	27,86	13,16	17,44

\*1) Perhitungan Balai Murti Udara Ambien sesuai dengan SK GUB DIY No. 123 tahun 2002

Lampiran 1: Perhitungan Satuan Mobil Penumpang (SMP) - Kamis

No	Nama ruas	Hari survei	jam 06.00 - 07.00	jam 07.00 - 08.00	jam 16.00 - 17.00	jam 17.00 - 18.00
42	J. Jenderal Sudirman	Kamis	4.257	4.711	4.470	4.555
67	J. Kyal Mojo Bt	Kamis	4.687	3.933	3.445	3.015
43	J. Jenderal S. R. Soeharto Bt	Kamis	4.312	4.275	5.438	4.451
16	J. DR. Cipto	Kamis	4.180	5.563	3.095	3.107
24	J. Unp - P. Satrio	Kamis	2.853	3.515	4.910	3.871
11	J. Satrio	Kamis	3.075	3.515	3.971	3.571
17	J. Dharma Satrio	Kamis	3.130	3.515	3.611	3.571
53	J. K. P. Satrio	Kamis	3.531	3.515	3.231	3.571
10	J. B. Satrio	Kamis	3.105	3.515	3.955	3.571
94	J. Pemuda Tanah Air	Kamis	2.976	2.562	3.002	3.180
121	J. Trikora	Kamis	2.813	2.581	3.174	2.849
63	J. Kusumanegara 3	Kamis	2.781	2.639	2.986	2.744
3	J. Abu Bakar Ab	Kamis	2.693	2.700	3.009	2.787
11	J. Brigjenl. Katamso Sh	Kamis	2.644	2.155	2.202	1.791
61	J. Kusumanegara 1	Kamis	2.531	2.425	2.336	2.607
4	J. Bantul	Kamis	2.453	1.977	2.671	2.310
18	J. dr. Soetomo	Kamis	2.403	2.015	2.260	1.992
73	J. Magelang	Kamis	2.392	2.257	2.440	2.261
66	J. Kyal Mojo	Kamis	2.368	2.238	2.050	1.951
79	J. Gejayan	Kamis	2.150	2.358	2.350	2.165
105	J. Sisingamangaraja	Kamis	2.288	1.906	2.108	1.724
48	J. Kapten Tendean	Kamis	2.279	900	1.162	1.004
50	J. Panangritih	Kamis	2.279	1.959	2.105	1.903
65	J. Kusumanegara 5	Kamis	2.177	1.833	1.489	1.373
57	J. Kolonel Sugiyono	Kamis	2.141	1.871	2.228	2.046
29	J. dr. Soetomo Ut	Kamis	2.004	1.580	1.679	1.445
75	J. Mataram	Kamis	1.933	1.755	2.301	2.049
71	J. L. Wana	Kamis	1.922	1.479	1.761	1.374
190	J. Sultan Agung Bt	Kamis	1.849	1.642	2.032	1.923
88	J. P. Mangrove	Kamis	1.849	1.739	1.977	1.855
68	J. Laksa Adi Satrio	Kamis	1.804	2.130	2.587	2.513
35	J. HOS. Cokroaminoto St	Kamis	1.788	1.218	1.549	1.341
31	J. Godean	Kamis	1.781	1.698	2.749	2.615
87	J. P. Diponegoro	Kamis	1.769	1.695	1.697	1.718
104	J. P. Diponegoro	Kamis	1.751	1.443	1.277	1.063
54	J. Kusumanegara 4	Kamis	1.748	1.387	1.738	1.425
92	J. Pasar Kembang	Kamis	1.743	1.556	2.269	2.045
54	J. KH. Ahmad Dahlan Bt	Kamis	1.711	1.823	2.214	1.809
3	J. AM. Sangaji	Kamis	1.706	1.562	1.686	1.624
7	J. Basoran	Kamis	1.674	1.381	1.533	1.390
119	J. Terban	Kamis	1.636	1.723	2.056	1.877
131	J. Wonorejo	Kamis	1.633	1.527	1.252	1.014
27	J. Gedongburing	Kamis	1.629	1.344	1.409	1.188
74	J. Magelang Ut	Kamis	1.618	1.547	1.786	1.733
60	J. Kasatrio	Kamis	1.600	1.657	2.683	3.157
85	J. Heksisigondo	Kamis	1.531	1.160	1.156	847
127	J. Wirobraja	Kamis	1.492	1.051	1.230	973
41	J. Ino	Kamis	1.491	1.263	1.463	1.190
56	J. Perintis Kemandirian	Kamis	1.488	1.183	1.170	1.108
118	J. Tentara Rakyat Mataram	Kamis	1.482	1.438	1.069	1.067
55	J. KH. Wahid Hasyim	Kamis	1.467	1.203	1.318	1.247
52	J. Kenari Tira	Kamis	1.467	1.077	1.356	1.053
19	J. Brigjenl. Katamso	Kamis	1.455	1.294	1.542	1.468
37	J. Inogaji	Kamis	1.433	933	1.410	1.195
109	J. Sultan Agung	Kamis	1.432	1.412	1.393	1.435
24	J. Gambiran	Kamis	1.425	1.216	1.537	1.000
80	J. Menteri Supena	Kamis	1.397	1.338	1.501	1.362
129	J. Veteran 2	Kamis	1.374	1.196	1.145	989
36	J. Iba Rusno	Kamis	1.373	941	1.251	744
15	J. Cendana	Kamis	1.363	1.320	1.331	1.171
51	J. Kenari	Kamis	1.348	1.068	1.003	855
101	J. Prof. DR. Herman Yohannes	Kamis	1.345	1.491	1.293	1.310
78	J. Mayor Suryatomo	Kamis	1.303	1.263	1.789	1.634



No	Nama rusa	Hari survei	jam 06.00 - 07.00	jam 07.00 - 08.00	jam 16.00 - 17.00	jam 17.00 - 18.00
83	Il. Manjari	Kamis	1.202	1.217	1.298	1.203
34	Il. HOS. Cokroaminoto	Kamis	1.200	1.085	1.348	1.099
26	Il. Suparn	Kamis	1.276	1.102	1.404	1.344
77	Il. Mayjend. Sutopo	Kamis	1.271	1.129	1.349	1.150
86	Il. Mogosari Kalen	Kamis	1.216	1.329	1.732	1.517
102	Il. Prof. DR. Sardjito	Kamis	1.208	1.214	1.333	1.081
103	Il. RE. Mardianata	Kamis	1.204	1.006	1.729	1.382
108	Il. Sugeng Jerosi	Kamis	1.196	1.069	1.341	1.471
113	Il. Suryopranoto	Kamis	1.166	979	1.290	1.191
21	Il. dr. Wahidin S Sit	Kamis	1.140	1.018	1.818	1.692
62	Il. Kusumaregana 2	Kamis	1.130	1.081	1.139	1.082
28	Il. Gedongkuning Sit	Kamis	1.118	842	861	794
70	Il. Letjenr. Suprpto	Kamis	1.105	901	1.767	985
82	Il. Mojo	Kamis	1.101	1.047	1.464	1.208
125	Il. Veteran	Kamis	1.097	909	945	739
114	Il. Tamansiswa	Kamis	1.094	1.038	1.209	1.126
8	Il. Bhayangkara	Kamis	1.081	1.022	1.392	1.252
76	Il. Mayjend. M.T. Haryono	Kamis	1.039	964	1.275	1.176
25	Il. Gambelan Sit	Kamis	1.007	884	1.022	791
89	Il. P. Senopati	Kamis	1.002	990	1.551	1.292
58	Il. Kolonel Sugiyono Brl	Kamis	998	1.059	1.032	881
50	Il. Kemasan	Kamis	961	852	936	657
12	Il. Bugisan	Kamis	960	904	942	836
56	Il. KI Penjawi	Kamis	929	862	850	722
59	Il. Kompol Bambang Suprpto	Kamis	854	738	981	787
32	Il. Gondokusil	Kamis	888	788	956	873
30	Il. Olagah Seri	Kamis	866	664	1.076	792
17	Il. Di Panjaitan	Kamis	866	581	936	929
22	Il. Gading	Kamis	856	682	751	727
106	Il. Solingmangaraja Sit	Kamis	833	578	792	730
123	Il. Tanjung	Kamis	823	763	684	591
129	Il. Weber Monginidi	Kamis	795	826	818	848
39	Il. Ipda Tut Harsono	Kamis	773	545	1.123	556
107	Il. Soropaten	Kamis	769	602	739	560
5	Il. Bantul Sit	Kamis	753	677	1.175	1.026
91	Il. Pangrehitis Sit	Kamis	753	677	1.175	1.026
44	Il. Jagan Lor	Kamis	752	673	942	860
79	Il. Melati Wetan	Kamis	746	620	826	715
93	Il. Pramuka	Kamis	725	479	611	542
40	Il. Ipda Tut Harsono Sit	Kamis	725	571	786	590
14	Il. C. Smanjuntak	Kamis	707	701	861	853
48	Il. Kalirang	Kamis	704	584	700	762
122	Il. Trisunggal	Kamis	677	524	707	523
46	Il. Juminahan	Kamis	672	550	821	753
130	Il. Wanodahar	Kamis	662	553	823	668
93	Il. Hayam Wuruk	Kamis	614	612	725	653
93	Il. Patangpuluh	Kamis	613	818	927	764
69	Il. Letjenr S. Parnian	Kamis	612	556	729	704
95	Il. Pamukli	Kamis	589	487	301	274
126	Il. Tigaigandu	Kamis	589	307	301	274
23	Il. Gajah Mada	Kamis	584	478	568	515
47	Il. Kadipaten	Kamis	544	448	446	463
112	Il. Suryadiligratan	Kamis	442	326	395	345
120	Il. Timoho	Kamis	428	376	522	421
97	Il. Perintis Kemerdekaan Brl	Kamis	424	389	564	568
13	Il. Bugisan Sit	Kamis	400	431	534	496
81	Il. Merukan	Kamis	391	306	401	321
28	Il. Imogiri Sit	Kamis	374	304	619	535
9	Il. Bintaran	Kamis	305	250	298	309
45	Il. Jogokaryan	Kamis	282	283	331	238
100	Il. Prapanca	Kamis	282	283	331	238
6	Il. Batikan	Kamis	258	205	157	132
1	Gedongan	Kamis	258	143	159	124
128	Il. Wiroshan Sit	Kamis	202	197	309	154

No	Nama ruas	Hari survei	Jam 06.00 - 07.00	Jam 07.00 - 08.00	Jam 16.00 - 17.00	Jam 17.00 - 18.00
84	Jl. Nagan	Kamis	191	159	162	174
134	Sayidan	Kamis	183	119	136	114
98	Jl. Polisi Istimewa	Kamis	124	92	115	66
72	Jl. Madumurti	Kamis	99	87	132	95
135	SMP Muh. 9	Kamis	88	41	49	37
115	Jl. Tegal Turi	Kamis	86	76	76	104
133	Pasar Glwangan	Kamis	86	76	76	104
132	Parkir Bl	Kamis	30	16	5	13
136	Tahunan	Kamis	3	3	5	4







No	Nama ruas	Hari survei	KAPASITAS	06.00 - 07.00	07.00 - 08.00	16.00 - 17.00	17.00 - 18.00
✓ 36	Jl. Imogiri Slt	Kamis	1.871	0,198	0,163	0,331	0,286
✓ 69	Jl. Magelang Ut	Kamis	5.460	0,296	0,283	0,327	0,319
✓ 9	Jl. Brigjend. Katamso	Kamis	4.722	0,308	0,274	0,327	0,311
✓ 4	Jl. Bantul Slt	Kamis	3.623	0,208	0,187	0,324	0,283
31	Jl. Hayam Wuruk	Kamis	2.269	0,288	0,283	0,319	0,288
23	Jl. Gambiran	Kamis	4.824	0,295	0,252	0,318	0,207
33	Jl. HOS. Cokroaminoto Slt	Kamis	4.907	0,364	0,260	0,316	0,273
101	Jl. Sultan Agung	Kamis	4.465	0,321	0,316	0,312	0,321
13	Jl. C. Simanjuntak	Kamis	2.862	0,247	0,245	0,301	0,301
43	Jl. Juminahan	Kamis	2.766	0,243	0,199	0,298	0,272
78	Jl. Monjali	Kamis	4.398	0,294	0,277	0,295	0,273
26	Jl. Gedongkuning	Kamis	5.033	0,324	0,267	0,292	0,236
104	Jl. Suryodiningrat	Kamis	1.359	0,325	0,240	0,291	0,254
75	Jl. Menteri Supeno	Kamis	5.708	0,245	0,229	0,263	0,239
71	Jl. Mayjend. M.T. Haryono	Kamis	4.919	0,211	0,196	0,259	0,239
57	Jl. Kusumanegara 2	Kamis	4.465	0,253	0,242	0,255	0,242
72	Jl. Mayjend. Sutoyo	Kamis	4.929	0,258	0,229	0,253	0,233
100	Jl. Sugeng Jeroni	Kamis	5.302	0,226	0,202	0,253	0,278
86	Jl. Parangtritis Slt	Kamis	4.674	0,161	0,145	0,251	0,220
42	Jl. Jogyakarta	Kamis	1.359	0,207	0,208	0,244	0,175
118	Jl. Veteran 2	Kamis	4.722	0,291	0,253	0,242	0,209
64	Jl. Letjend S. Pannan	Kamis	3.033	0,202	0,183	0,240	0,232
51	Jl. KH. Wahid Hasyim	Kamis	5.608	0,262	0,215	0,235	0,222
32	Jl. HOS. Cokroaminoto	Kamis	4.907	0,263	0,221	0,234	0,224
106	Jl. Tamansiswa	Kamis	5.272	0,207	0,195	0,229	0,214
45	Jl. Kapten Tendean	Kamis	5.241	0,435	0,176	0,222	0,192
80	Jl. Ngekligondo	Kamis	5.241	0,288	0,221	0,221	0,162
24	Jl. Gambiran Slt	Kamis	4.824	0,209	0,179	0,212	0,164
90	Jl. Perintis Kemerdekaan	Kamis	5.708	0,261	0,207	0,205	0,194
11	Jl. Bugisan	Kamis	4.661	0,206	0,194	0,202	0,179
116	Jl. Veteran	Kamis	4.680	0,234	0,194	0,202	0,158
117	Jl. Veteran	Kamis	4.722	0,232	0,192	0,200	0,157
53	Jl. Kolonel Sugiyono Brt	Kamis	5.189	0,192	0,202	0,199	0,170
22	Jl. Gajah Mada	Kamis	2.859	0,204	0,167	0,199	0,180
37	Jl. Ipda Tut Harsono	Kamis	5.708	0,135	0,096	0,197	0,097
76	Jl. Menukan	Kamis	2.235	0,175	0,137	0,180	0,143
44	Jl. Kadipaten	Kamis	2.508	0,217	0,179	0,178	0,185
74	Jl. Melati Wetan	Kamis	4.752	0,157	0,130	0,174	0,150
120	Jl. Wolter Monginsidi	Kamis	4.721	0,168	0,175	0,173	0,180
27	Jl. Gedongkuning Slt	Kamis	5.033	0,222	0,167	0,171	0,146
38	Jl. Ipda Tut Harsono Slt	Kamis	5.708	0,127	0,100	0,138	0,103
108	Jl. Tegalgendit	Kamis	2.235	0,263	0,178	0,135	0,122
12	Jl. Bugisan Slt	Kamis	4.661	0,086	0,088	0,115	0,106
91	Jl. Perintis Kemerdekaan Brt	Kamis	5.708	0,074	0,068	0,099	0,100
79	Jl. Nagan	Kamis	2.562	0,074	0,062	0,063	0,068
107	Jl. Tegal Turi	Kamis	2.111	0,041	0,036	0,036	0,049
5	Jl. Batikan	Kamis	-				
8	Jl. Bintaran	Kamis	-				
67	Jl. Madumurti	Kamis	-				
81	Jl. Nogosari Kulon	Kamis	-				
92	Jl. Pramuka	Kamis	-				
112	Jl. Timoho	Kamis	-				
119	Jl. Wirobrajan	Kamis	-				





KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
Karangmalang Yogyakarta 55281, Telp 586168, Pesawat 217, 218, 219

Nomor : 068 /UN.34.13/PG/2012  
Lamp :  
Hal : Permohonan ijin penelitian

Kepada Yth. GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
Cq. Kepala Biro Administrasi Pembangunan Sekretariat Daerah Provinsi DIY  
di Kompleks Kepatihan-Danurejan Yogyakarta-55213

Dengan hormat,  
Mohon dapat diijinkan bagi mahasiswa kami :

Nama : LAILI SULHIYAH  
NIM : 08304241031  
Prodi : Pendidikan Biologi  
Fakultas : MIPA Universitas Negeri Yogyakarta

Untuk melakukan kegiatan penelitian di Area Parkir Khusus Malioboro, Jalan Simanjuntak dan Jalan Cik Di Tiro guna memperoleh data yang diperlukan sehubungan dengan penyusunan Tugas Akhir Skripsi dengan judul 'Perbandingan Laju Transpirasi Tumbuhan Yang Terkena Polusi Udara Dengan Yang Tidak Terkena Polusi Udara Sebagai Sumber Belajar Biologi Untuk Penyusunan Modul SMA Kelas XI Semester I Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan'.

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 9 Januari 2012

Mahasiswa Dekan I.



Dr. SUYANTA

NIP. 196605081992031002

Tembusan Yth.:

1. Ketua Jurusan Pendidikan Biologi
2. Peneliti ybs.
3. Arsip.



**PEMERINTAH PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
SEKRETARIAT DAERAH**

Kompleks Kepelihan, Danurejan, Telp. (0274) 562811 - 562814 (Hunting)  
YOGYAKARTA 55213

**SURAT KETERANGAN / IJIN**

070/220/V/1/2012

Membaca Surat : Wakil Dekan I Fak. MIPA UNY  
Tanggal : 09 Januari 2012  
Nomor : 088/UN.34.13/PG/2012  
Perihal : Permohonan Ijin Penelitian

Mengingat : 1. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 2006, tentang Perizinan bagi Perguruan Tinggi Asing, Lembaga Penelitian dan Pengembangan Asing, Badan Usaha Asing dan Orang Asing dalam melakukan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan di Indonesia;  
2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 33 Tahun 2007, tentang Pedoman penyelenggaraan Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Departemen Dalam Negeri dan Pemerintah Daerah;  
3. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 37 Tahun 2008, tentang Rincian Tugas dan Fungsi Satuan Organisasi di Lingkungan Sekretariat Daerah dan Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah;  
4. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pendataan, Pengembangan, Pengkajian, dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta.

DIJUJUKAN untuk melakukan kegiatan survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan kepada:

Nama : LAILI SULHIYAH  
Alamat : Karangmalang Yogyakarta  
Judul : PERBANDINGAN LAJU TRANSPIRASI TUMBUHAN YANG TERKENA POLUSI UDARA DENGAN YANG TIDAK TERKENA POLUSI UDARA SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI UNTUK PENYUSUNAN MODUL SMA KELAS XI SEMESTER I MATERI STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN  
Lokasi : Area Parkir Khusus Malioboro, Jalan Simanjuntak, Jalan Cik Di Tiro Kota/Kab. KOTA YOGYAKARTA / Kab. Sleman  
Waktu : 11 Januari 2012 s/d 11 April 2012

**Dengan Ketentuan**

1. Menyerahkan surat keterangan/ijin survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan \*) dari Pemerintah Provinsi DIY kepada Bupati/Walikota melalui institusi yang berwenang mengeluarkan ijin dimaksud;
2. Menyerahkan soft copy hasil penelitiannya baik kepada Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Biro Administrasi Pembangunan Setda Provinsi DIY dalam compact disk (CD) maupun mengunggah (upload) melalui website [adbang.jogjaprov.go.id](http://adbang.jogjaprov.go.id) dan menunjukkan cetakan asli yang sudah disahkan dan ditubuhi cap institusi;
3. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib menaati ketentuan yang berlaku di lokasi kegiatan;
4. Ijin penelitian dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat ini kembali sebelum berakhir waktunya setelah mengajukan perpanjangan melalui website [adbang.jogjaprov.go.id](http://adbang.jogjaprov.go.id);
5. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Dikeluarkan di Yogyakarta

Pada tanggal 11 Januari 2012

A.n Sekretaris Daerah

Asisten Perekonomian dan Pembangunan  
Ub.

Biro Administrasi Pembangunan



**Tembusan :**

1. Yth. Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta (sebagai laporan);
2. Walikota Yogyakarta c.q Ka Dinas Perizinan
3. Bupati Sleman c.q Bappeda
4. Ka. Dinas Pendidikan, pemuda & OR Prov. DIY
5. Ka. Badan Lingkungan Hidup Prov. DIY
6. Dekan Fak. MIPA UNY
7. Yang bersangkutan



## PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA

## DINAS PERIZINAN

Jl. Kenari No. 56 Yogyakarta 55165 Telepon 514448, 515865, 515886, 562682

EMAIL : perizinan@jogja.go.id EMAIL INTRANET : perizinan@intra.jogja.go.id

## SURAT IZIN

NOMOR : 070/0074  
0257/34

- Dasar : Surat izin / Rekomendasi dari Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta  
Nomor : 070/220/W/1/2012 Tanggal : 11/01/2012
- Mengingat : 1. Peraturan Daerah Kota Yogyakarta Nomor 10 Tahun 2008 tentang Pembentukan, Susunan, Kedudukan dan Tugas Pokok Dinas Daerah  
2. Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 85 Tahun 2008 tentang Fungsi, Rincian Tugas Dinas Perizinan Kota Yogyakarta;  
3. Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 29 Tahun 2007 tentang Pemberian Izin Penelitian, Praktek Kerja Lapangan dan Kuliah Kerja Nyata di Wilayah Kota Yogyakarta;  
4. Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Perizinan pada Pemerintah Kota Yogyakarta;  
5. Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor: 38/I.2/2004 tentang Pemberian izin/Rekomendasi Penelitian/Pendataan/Survei/KKN/PKL di Daerah Istimewa Yogyakarta.

Dijinkan Kepada : Nama : LAILI SULHIYAH NO MHS / NIM : 08304241031  
Pekerjaan : Mahasiswa Fak. MIPA - UNY  
Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta  
Penanggungjawab : Asri Widowati, M.Pd.  
Keperluan : Melakukan Penelitian dengan judul Proposal : PERBANDINGAN LAJU TRANSPIRASI TUMBUHAN YANG TERKENA POLUSI UDARA DENGAN YANG TIDAK TERKENA POLUSI UDARA SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI UNTUK PENYUSUNAN MODUL SMA KELAS XI SEMESTER I MATERI STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN

Lokasi/Responden : Kota Yogyakarta  
Waktu : 11/01/2012 Sampai 11/04/2012  
Lampiran : Proposal dan Daftar Pertanyaan  
Dengan Ketentuan : 1. Wajib Memberi Laporan hasil Penelitian kepada Walikota Yogyakarta (Cc. Dinas Perizinan Kota Yogyakarta)  
2. Wajib Menjaga Tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan yang berlaku setempat  
3. Izin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan Pemerintah dan hanya diperlukan untuk keperluan ilmiah  
4. Surat izin ini sewaktu-waktu dapat dibatalkan apabila tidak dipenuhinya ketentuan-ketentuan tersebut diatas  
Kemudian diharap para Pejabat Pemerintah setempat dapat memberi bantuan seperlunya

Tanda tangan  
Pemegang Izin

LAILI SULHIYAH

Dikeluarkan di : Yogyakarta  
pada Tanggal : 12-1-2012  
An. Kepala Dinas Perizinan  
Sekretaris  
  
Drs. H. HARDONO  
NIP. 195804101985031013

## Tembusan Kepada :

- Yth. 1. Walikota Yogyakarta(sebagai laporan)  
2. Ka. Biro Administrasi Pembangunan Setda Prop. DIY  
3. Ka. BLH Kota Yogyakarta  
4. Ka. Dinas Perhubungan Kota Yogyakarta  
5. Camat Danurejan Kota Yogyakarta  
6. Camat Gondokusuman Kota Yogyakarta  
7. Ybs.





**PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN**  
**BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH**  
**( BAPPEDA )**

Alamat : Jl. Parasamya No. 1 Beran, Tridadi, Sleman 55511  
 Telp. & Fax. (0274) 868800. E-mail : bappeda@slemankab.go.id

**SURAT IJIN**

Nomor : 07.0 / Bappeda/ 0983 / 2012

**TENTANG  
 PENELITIAN**

**KEPALA BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH**

- Dasar** : Keputusan Bupati Sleman Nomor: 55 /Kep.KDH/A/2003 tentang Izin Kuliah Kerja Nyata, Praktek Kerja Lapangan dan Penelitian.
- Menunjuk** : Surat dari Sekretariat Daerah Pemerintah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor: 070/220/V/1/2012 Tanggal: 9 Januari 2012. Hal: Ijin Penelitian.

**MENGIZINKAN :**

- Kepada** :  
**Nama** : **LAILI SULHIYAH**  
**No. Mhs/NIM/NIP/NIK** : 08304241031  
**Program/ Tingkat** : S1  
**Instansi/ Perguruan Tinggi** : UNY  
**Alamat Instansi/ Perguruan Tinggi** : Karangmalang, Yogyakarta  
**Alamat Rumah** : Sawahan, Bonyokan, Jarincan RT 11 / RW 05 Klaten  
**No. Telp/ Hp** : 085743782591  
**Untuk** : Melakukan Penelitian dengan judul:  
**"PERBANDINGAN LAJU TRANSPIRASI TUMBUHAN YANG TERKENA POLUSI UDARA DENGAN YANG TIDAK TERKENA POLUSI UDARA SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI UNTUK PENYUSUNAN MODUL SMA KELAS XI SEMESTER I MATERI STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN"**
- Lokasi** : SMA Negeri 1 Minggir, Kab. Sleman  
**Waktu** : Selama 3 (tiga) bulan mulai tanggal: 11 Januari 2012 s/d 11 Mei 2012

**Dengan ketentuan sebagai berikut :**

1. *Wajib melapor diri kepada Pejabat Pemerintah setempat (Camat/ Kepala Desa) atau Kepala Instansi untuk mendapat petunjuk seperlunya.*
2. *Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan setempat yang berlaku.*
3. *Izin ini dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila tidak dipenuhi ketentuan-ketentuan di atas.*
4. *Wajib menyampaikan laporan hasil penelitian berupa 1 (satu) CD format PDF kepada Bupati diserahkan melalui Kepala Bappeda.*
5. *Izin tidak disalahgunakan untuk kepentingan-kepentingan di luar yang direkomendasikan.*

Demikian izin ini dikeluarkan untuk digunakan sebagaimana mestinya, diharapkan pejabat pemerintah/ non pemerintah setempat memberikan bantuan seperlunya.

Setelah selesai pelaksanaan penelitian Saudara wajib menyampaikan laporan kepada kami 1 (satu) bulan setelah berakhirnya penelitian,

**Tembusan Kepada Yth :**

1. Bupati Sleman (sebagai laporan)
2. Ka. Kantor Kesatuan Bangsa Kab. Sleman
3. Ka. Dinas Pendidikan, Pemuda & OR Kab. Sleman
4. Ka. Btd. Sosbud Bappeda Kab. Sleman
5. Camat Kec. Minggir
6. Ka. SMA Negeri 1 Minggir
7. Dekan Fak. MIPA - UNY
8. Bertinggal

Dikeluarkan di : Sleman  
 Pada Tanggal : 29 Maret 2012  
 A.n. Kepala BAPPEDA Kab. Sleman  
 Ka. Bidang Pengendalian & Evaluasi  
 u.b.  
 Ka. Sub Bid. Litbang

**SRI NURHIDAYAH, S.Si, MT**  
 Penata Tk. 1, III/d  
 NIP. 19670703 199603 2 002



PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN  
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAHRAGA  
**SMA NEGERI 1 MINGGIR**

Pakeran, Sendangmulyo, Minggir, Sleman, Yogyakarta 55562. Telepon. (0274) 7111264.

**SURAT KETERANGAN TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN**

**423.4 / 228**

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Sekolah Menengah Atas ( SMA ) Negeri 1 Minggir Sleman, Yogyakarta menerangkan bahwa :

Nama : **LAILI SULHIYAH**  
NIM : 08304241031  
Program Tingkat : S I  
Instansi / Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta  
Alamat Instansi : Karangmalang, Yogyakarta

Telah melaksanakan penelitian di SMA Negeri 1 Minggir Sleman, pada Tanggal 22 Mei 2012 dengan Judul :

**“ PERBANDINGAN LAJU TRANSPIRASI TUMBUHAN YANG TERPOLUSI UDARA DENGAN YANG TIDAK TERPOLUSI UDARA SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI UNTUK PENYUSUNAN MODUL SMA KELAS XI SEMESTER I MATERI STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN “**

Demikian untuk diketahui dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Minggir, 24 Mei 2012  
Kepala Sekolah  
  
Drs. Suharto  
NIP 19630406 198803 1 008



## **SURAT PERNYATAAN PENILAIAN MODUL**

**untuk *Peer Reviewer***

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hafidha Asri Akmalia

NIM : 08304241003

Tanggal : 10 Mei 2012

Menyatakan, bahwa saya telah memberikan penilaian dan masukan pada modul pengayaan materi "Jaringan Tumbuhan dan Laju Transpirasi" dalam skripsi yang berjudul "Perbandingan Laju Transpirasi Tumbuhan yang Terpolusi Udara dengan yang Kurang Terpolusi Udara sebagai Sumber Belajar Biologi Untuk Penyusunan Modul Jaringan Tumbuhan dan Laju Transpirasi bagi Siswa SMA Kelas XI Semester I" yang di susun oleh:

Nama : Laili Sulhiyah

NIM : 08304241031

Program Studi : Pendidikan Biologi

Fakultas : FMIPA

Harapan saya, masukan dan penilaian yang saya berikan dapat membantu untuk menyempurnakan Tugas Akhir Mahasiswa yang bersangkutan.

Yogyakarta, 10 Mei 2012

*Peer Reviewer*



Hafidha Asri Akmalia

NIM. 08304241003



## **SURAT PERNYATAAN PENILAIAN MODUL**

**untuk *Peer Reviewer***

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sinta Herahmawati

NIM : 08304241032

Tanggal : 10 Mei 2012

Menyatakan, bahwa saya telah memberikan penilaian dan masukan pada modul pengayaan materi "Jaringan Tumbuhan dan Laju Transpirasi" dalam skripsi yang berjudul "Perbandingan Laju Transpirasi Tumbuhan yang Terpolusi Udara dengan yang Kurang Terpolusi Udara sebagai Sumber Belajar Biologi Untuk Penyusunan Modul Jaringan Tumbuhan dan Laju Transpirasi bagi Siswa SMA Kelas XI Semester I" yang di susun oleh:

Nama : Laili Sulhiyah

NIM : 08304241031

Program Studi : Pendidikan Biologi

Fakultas : FMIPA

Harapan saya, masukan dan penilaian yang saya berikan dapat membantu untuk menyempurnakan Tugas Akhir Mahasiswa yang bersangkutan.

Yogyakarta, 10 Mei 2012

*Peer Reviewer*



Sinta Herahmawati

NIM. 08304241032

Lembar Masukan atau Tinjauan Instrumen Penyusunan Modul

No.	Halaman	Bagian dari Isi Modul	Masukan/Tinjauan
1		Pengantar	Di dalam pengantar materi selain epidermis dikurangi karna hanya sbg pengantar jaringan epidermis di perkaya. dan itu bftl nya pengayaan bukan mengulang materi / Revisi!
2		Registasi Belajar 1 pr tujuan pembelajaran	Macam: jangan tumbukan sdh di pelajaran karna tidak di cantumkan lagi, dan bftl nya modul pengayaan tujuan pengayaan test penguasaan yg ditambahkan!
3	LKS	LKS	Tabel hasil pengamatan di in. Baka dan gambar itu di kunci jawaban LKS

Demikian angket penilaian ini saya isi dengan sebaik-baiknya dan sejujur-jujurnya.

4. Siswa diharapkan menyimpulkan sendiri di hasil pengamatannya.

Sleman, 20 Mei 2012

Guru



(Dwi Perli S.Pd)

NIP. 196408191988032006



**Komentar dan Saran:**

Modul ini sudah disusun dengan bahasa yang mudah dipahami dan gambar - gambar pendukung yang jelas.

Adanya glosarium sangat bermanfaat karena dapat membantu dalam memahami istilah - istilah biologi yang belum saya ketahui.

Adanya kunci jawaban juga sangat bermanfaat karena dapat digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan saya dalam mengerjakan soal latihan.

Saran : istilah - istilah dalam glosarium perlu diperbanyak supaya dapat menambah pengetahuan tentang istilah - istilah biologi.

Demikian angket penilaian ini saya isi dengan sebaik-baiknya dan sejujur-jujurnya.

Sleman, 15 Mei 2012

Siswa

  
( Fitri Nur Ami )



**Komentar dan Saran:**

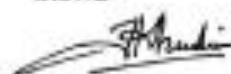
Modul yang mudah saya pahami, dapat menginspirasi belajar.  
Ketika saya membaca isi dari modul ini saya lebih tertarik dan antusias  
belajar, membaca, dan memahami isi buku lebih tinggi dibandingkan saat  
membaca modul-modul atau buku (Biologi) yang ada di sekolah.  
Isi modul ringkas ~~dan~~ <sup>dan</sup> jelas.

Isi modul sesuai dengan porsi dan kemampuan berpikir saya secara  
pribadi. Namun alangkah baiknya bila isi modul dan sistematika penyajian,  
tiap di samakan atau ditambah variasi-variasi, ~~dan~~ <sup>kreasi</sup> ~~lainnya~~ <sup>lainnya</sup> dan  
tidak meninggalkan dasar pokok isi <sup>Modul</sup> ~~buku~~. Agar ~~ku~~ Modul yang akan  
dibuat selanjutnya bisa diterima secara umum dan luas baik  
Guru maupun Siswa. Terima kasih. Good luck :)

Demikian angket penilaian ini saya isi dengan sebaik-baiknya dan sejujur-jujurnya.

Sleman, 15 Mei 2012

Siswa



(JATI KHAIRUDIN...)



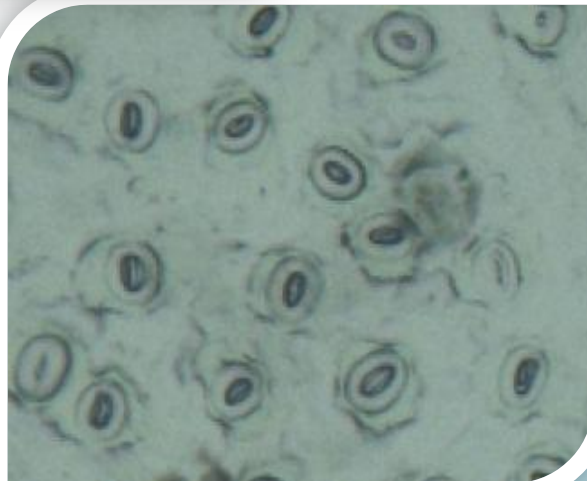
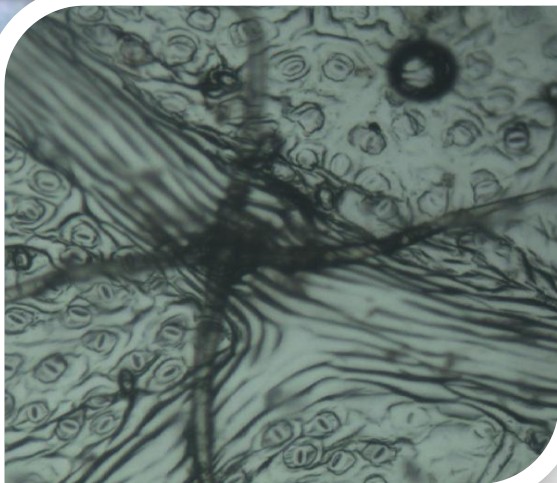
# **LAMPIRAN V**

Modul Pengayaan Jaringan Tumbuhan dan Laju Transpirasi



MODUL PENGAYAAN UNTUK SISWA SMA  
KELAS XI/SEMESTER 1

JARINGAN TUMBUHAN &  
LAJU TRANSPIRASI



*Penyusun:*

**LAILI SULHIYAH**  
08304241031

*Dosen Pembimbing:*

1. **Agri**  
**Widowati,**  
**M.Pd**
2. **Ratnawati,**  
**M.Sc**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah swt. berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun berhasil menyelesaikan Modul Pengayaan tentang “Jaringan Tumbuhan dan Laju Transpirasi”. Modul pengayaan ini disajikan untuk bahan ajar Biologi SMA Kelas XI Semester I. Oleh karena itu, struktur dan isi modul ini dibuat secara sederhana untuk memudahkan siswa dalam mempelajarinya. Modul pengayaan ini berisi tentang pengertian dari jaringan pada tumbuhan, derivat epidermis, laju transpirasi tumbuhan, faktor-faktor yang mempengaruhi dan mendukung laju transpirasi di tempat yang terpolusi udara dan kurang terpolusi udara terhadap tumbuhan ketapang, waru dan glodogan.

Modul pengayaan biologi ini disusun berdasarkan Kurikulum KTSP. Kurikulum Biologi pada jenjang pendidikan SMA harus mempertimbangkan keragaman potensi dan karakteristik lingkungan dalam pengembangannya, termasuk penerapannya dalam pelaksanaan pembelajaran. Namun pada kenyataannya masih banyak keragaman potensi dan karakteristik lingkungan yang belum dioptimalkan pemanfaatannya. Sehingga penyusun merancang modul dengan mengacu pada keragaman potensi dan lingkungan. Melalui modul ini diharapkan semua siswa tidak hanya mempelajari materi dan menguasai modul ini, tetapi juga dapat menerapkan sikap, ilmu dan keterampilannya dalam kehidupan sehari-hari guna pengembangan diri.

Penyusun tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yaitu Ibu Asri Widowati, M.Pd dan Ibu Ratnawati, M.Sc yang telah membimbing dalam pembuatan modul ini, serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan modul. Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan modul ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penyusun sangat mengharapkan saran (masukan), tanggapan dan kritik dari penilai untuk kemajuan dan kelayakan modul pengayaan ini. Semoga dengan penyusunan modul ini dapat membantu dalam pembelajaran siswa baik secara individual maupun kelompok.

Yogyakarta, Mei 2012  
Penyusun



## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Kata Pengantar .....	ii
Daftar Isi .....	iii
Daftar Gambar .....	v
Daftar Tabel .....	vi
Peta Konsep .....	vii
Pendahuluan .....	viii
Kompetensi	
A. Kelas .....	x
B. Semester .....	x
C. Standar Kompetensi .....	x
D. Kompetensi Dasar .....	x
E. Tujuan .....	x
F. Indikator .....	x
Petunjuk Penggunaan Modul Bagi Siswa .....	xi
Petunjuk Penggunaan Modul Bagi Guru .....	xii
Kegiatan Belajar 1	
A. Tujuan Pembelajaran .....	1
B. Pengantar .....	2
C. Uraian Materi	
a. Struktur dan Fungsi Jaringan .....	3
1. Jaringan Meristem (Jaringan Muda) .....	4
2. Jaringan Dewasa .....	5
2.1 Jaringan Dasar (Parenkim) .....	5
2.2 Jaringan Penguat/Penunjang	
2.2.1 Kolenkim .....	8
2.2.2 Sklerenkim .....	10
2.3 Jaringan Pengangkut	
2.2.1 Xilem .....	11
2.2.2 Floem .....	12
2.4 Jaringan Pelindung (Epidermis) .....	13
2.5 Jaringan Gabus (Periderm) .....	14
b. Derivat Epidermis.....	15
1. Stomata .....	16
2. Trikomata .....	19
D. Tugas Siswa	
a. Tugas Individu Siswa .....	15
b. Lembar Kegiatan Siswa 1 .....	22
c. Tugas Kelompok .....	26
E. Rangkuman .....	27
F. Tes Formatif I .....	28
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	33



Kegiatan Belajar II

A. Tujuan Pembelajaran .....	34
B. Pengantar .....	35
C. Uraian Materi	
a. Transpirasi .....	36
b. Laju Transpirasi .....	37
c. Faktor-faktor yang mempengaruhi .....	38
d. Pengukuran Laju Transpirasi .....	41
D. Tugas Siswa	
a. Tugas Individu Siswa .....	47
b. Lembar Kegiatan Siswa 2 .....	44
E. Rangkuman .....	48
F. Tes Formatif II .....	49
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	52
Glosarium .....	53
Kunci Jawaban .....	56
Daftar Pustaka .....	59





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Macam-macam Daun .....	2
Gambar 2. Jaringan Meristem pada Ujung Batang <i>Sambucus</i> sp.....	4
Gambar 3. Sel-sel Parenkim .....	6
Gambar 4. Contoh Penggolongan Parenkim .....	7
Gambar 5. Sel-sel Kolenkim .....	7
Gambar 6. Kolenkim pada macam-macam tumbuhan.....	8
Gambar 7. Jaringan Sklerenkim .....	9
Gambar 8. Komponen Xilem .....	10
Gambar 9. Komponen Floem .....	11
Gambar 10. Penampang Melintang Jaringan Epidermis .....	12
Gambar 11. Jaringan Gabus .....	13
Gambar 12. Stomata Glodogan ( <i>Polyalthia longifolia</i> Sonn.) .....	14
Gambar 13. Trikomata Waru ( <i>Hibiscus tiliaceus</i> L.) .....	15
Gambar 14. A. Stomata Glodogan ( <i>Polyalthia longifolia</i> Sonn.) .....	16
B. Bagian Stomata .....	16
Gambar 15. Tipe-tipe Stomata .....	17
Gambar 16. Bentuk Trikomata Waru ( <i>Hibiscus tiliaceus</i> L.) .....	20
Gambar 17. Bentuk-bentuk Trikoma .....	21
Gambar 18. Tumbuhan Layu .....	34
Gambar 19. Pengukuran Laju Transpirasi dengan Kertas Kobalt Klorida .....	39
Gambar 20. Potometer .....	40



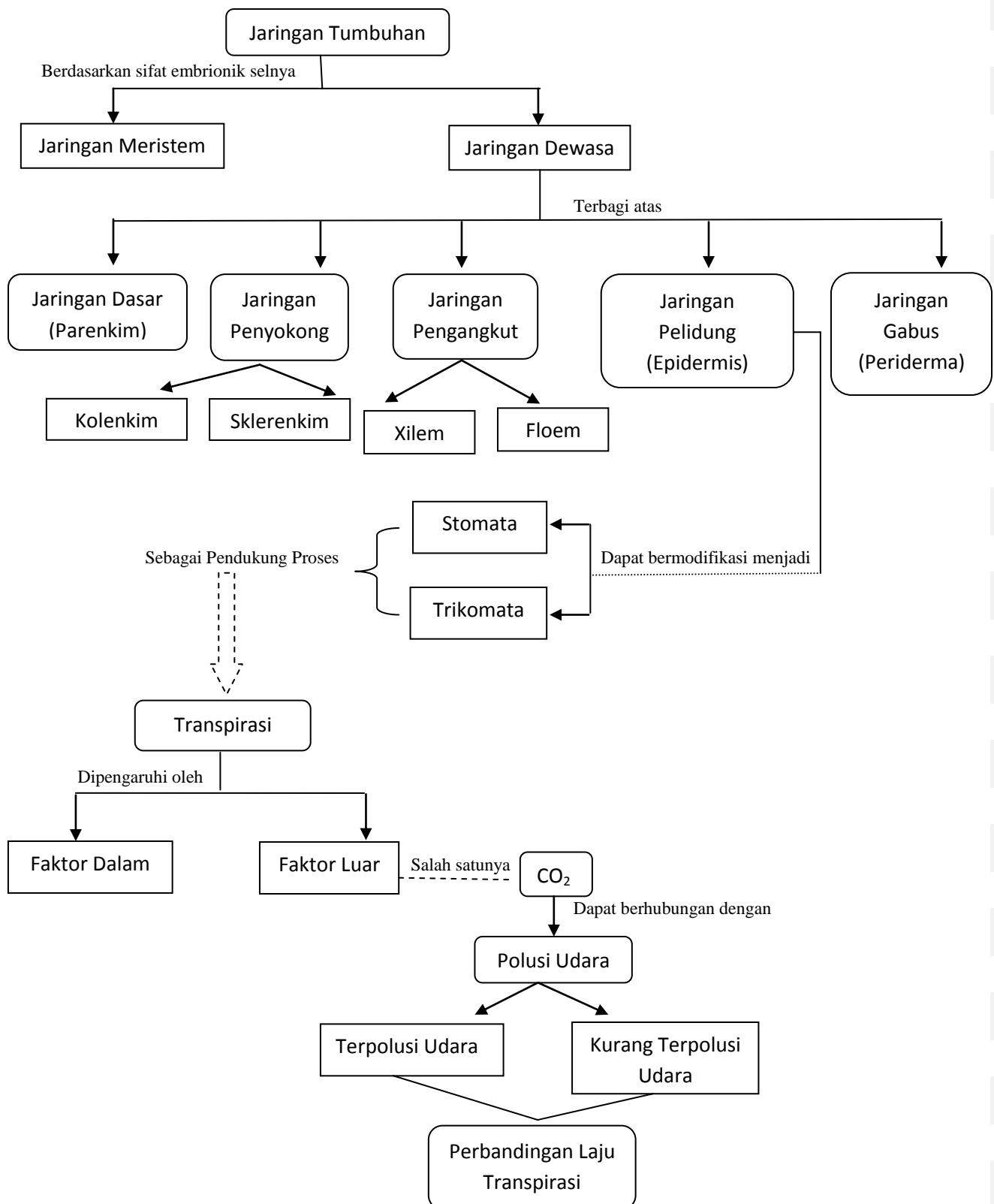
## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Pengamatan Stomata dan Trikomata yang Terpolusi .....	23
Tabel 2. Hasil Pengamatan Stomata dan Trikomata yang Kurang Terpolusi .....	24
Tabel 3. Hasil Pengamatan Laju Transpirasi .....	43



## PETA KONSEP

### "LAJU TRANSPIRASI TUMBUHAN"





## PENDAHULUAN

Pada pembelajaran SMA Kelas XI Semester I terdapat materi tentang "Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan", dimana sebagian besar pelaksanaan pembelajaran hanya membahas tentang struktur dari jaringan saja dan sedikit tentang fungsi jaringan dalam tumbuhan. Dalam pembahasan struktur dan fungsi jaringan tumbuhan tersebut kurang mendalam, sehingga modul ini akan membahas struktur dan fungsi jaringan secara mendalam pada tumbuhan, termasuk proses "Laju Transpirasi Tumbuhan". Proses transpirasi merupakan pengeluaran air oleh tumbuhan dalam bentuk uap air, yang dapat diukur menggunakan alat "*Potometer*", dengan alat tersebut maka dapat diketahui berapa laju transpirasi pada tumbuhan, dengan satuan  $\text{g m}^{-2} \text{jam}^{-1}$  atau  $\text{ug cm}^{-2} \text{detik}^{-1}$ . Sedangkan **laju transpirasi** ialah banyaknya uap air yang diuapkan per luas permukaan daun per satuan waktu. Transpirasi penting bagi tumbuhan, karena berperan dalam membantu meningkatkan laju angkutan air dan garam mineral dan mengatur turgor optimum di dalam sel. Oleh karena itu, untuk mengetahui hasil laju transpirasi, maka dibutuhkan objek dan tempat yang berbeda untuk membandingkan berapa banyak laju transpirasi yang dialami tiap spesies. Adapun tempatnya di kota yang terpolusi udara dengan di pegunungan. Oleh karena itu diperlukan objek yang beragam juga, yaitu daun ketapang (*Terminalia catappa* L.), waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) dan glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn). Masing-masing tumbuhan tersebut diteliti laju transpirasinya, jumlah stomata, ada-tidaknya trikومات, ketebalan daun, struktur anatomi, serta luas permukaan pada daun tersebut. Karena pencemaran udara mempengaruhi pertumbuhan tanaman, pertumbuhan akar, dan pertumbuhan daun.

Untuk mengetahui laju transpirasi tiap spesies, maka siswa harus mengetahui terlebih dahulu bagaimana struktur anatomi tumbuhan. Anatomi tumbuhan sebagai suatu disiplin ilmu yang terinci, merupakan salah satu bagian ilmu tumbuhan yang paling tua. Keuntungan disiplin ilmu yang tua ini adalah banyaknya aspek dasar anatomi yang telah ditemukan, ditafsirkan serta diterangkan. Salah satu sasaran anatomi ialah untuk memahami fungsi struktur. Oleh karena itu hal pertama yang harus diketahui dalam meneliti tumbuhan ialah dilihat dahulu struktur anatomi dari tumbuhan tersebut, karena sebagai salah satu pendukung penting dalam melakukan penelitian tumbuhan. Pada saat mengamati susunan anatomi tumbuhan terdapat



beberapa sel dan jaringan yang menyusun tumbuhan tersebut. Terdapat berbagai macam jaringan, seperti jaringan epidermis, periderm, parenkim, kolenkim, sklerenkim, xilem, floem; dimana masing-masing jaringan tersebut memiliki fungsi dan struktur berbeda.

Dengan disusunnya modul pengayaan materi tentang “Jaringan Tumbuhan dan Laju Transpirasi” dapat digunakan dalam membantu belajar siswa SMA Kelas XI Semester I. Siswa akan mempelajari tentang beberapa pembahasan mengenai laju transpirasi tumbuhan pada daun ketapang (*Terminalia catappa* L.), waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) dan glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.); faktor-faktor pendukung proses laju transpirasi pada daun yang terpolusi udara diambil dari di Jalan C. Simanjuntak dan Jalan Cik Ditiro dan pada daun yang tidak terkena polusi udara yaitu di Jalan Kaliurang Km. 17, Pakemteg, Pakembinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta diharapkan agar siswa dapat belajar secara individual dari materi tersebut atau secara kelompok dalam memecahkan persoalan dalam latihan soal, serta mengetahui pentingnya tumbuhan yang ditanam di pinggir jalan sebagai penghijauan. Untuk itu tujuan yang diharapkan agar siswa lebih memperhatikan kondisi sekitarnya, seperti melakukan penanaman pohon sebagai penghijauan agar meminimalisir terjadinya pencemaran oleh polusi udara dan terawat dari polusi udara.





## KOMPETENSI

Modul pengayaan yang mengacu pada materi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan ini lebih memfokuskan agar siswa lebih mengetahui tentang derivat epidermis serta laju transpirasi pada tumbuhan. Modul ini disusun berdasarkan kurikulum KTSP yang mengacu pada SK dan KD yang ada di dalamnya, dan diperuntukkan bagi siswa:

Kelas : XI

Semester : I

Standar Kompetensi : 2. Memahami keterkaitan antara struktur fungsi jaringan tumbuhan dan hewan, serta penerapannya dalam konteks Salingtemas

Kompetensi Dasar : 2.1 Mengidentifikasi struktur jaringan tumbuhan dan mengaitkannya dengan fungsinya, menjelaskan sifat totipotensi sebagai dasar kultur jaringan

Indikator : a. Mengidentifikasi jaringan pada tumbuhan  
b. Membedakan struktur dan fungsi derivat epidermis  
c. Mengukur laju transpirasi tumbuhan

Tujuan : a. Melalui kegiatan pengamatan, siswa dapat mengidentifikasi macam-macam jaringan pada tumbuhan  
b. Melalui kegiatan pengamatan, siswa dapat membedakan struktur dan fungsi dari derivat epidermis  
c. Melalui kegiatan pengamatan, siswa dapat menghitung jumlah stomata dan trikomata pada tumbuhan  
d. Melalui kegiatan pengamatan, siswa dapat mengukur laju transpirasi pada masing-masing tumbuhan  
e. Melalui kegiatan pengamatan, siswa dapat mengkategorikan faktor dalam dan faktor luar yang mempengaruhi transpirasi



**Petunjuk Penggunaan Modul Pengayaan untuk Siswa**

1. Keberhasilan belajar dengan modul tergantung dari kedisiplinan dan ketekunan dalam memahami dan mematuhi langkah-langkah belajarnya
2. Belajar dengan modul ini dilakukan secara mandiri dan kelompok dalam jam pelajaran
3. Dalam modul ini tidak semua materi dijelaskan secara rinci dan bukan merupakan satu-satunya sumber belajar sehingga siswa boleh mencari sumber-sumber lain dalam memahami materi pelajaran.
4. Modul ini terdiri dari dua kegiatan belajar, yaitu:
  - a. Struktur dan Fungsi Jaringan dan Derivat Epidermis
  - b. Pengukuran Laju Transpirasi
5. Langkah-langkah berikut perlu diketahui dan diikuti untuk belajar dengan modul ini, yaitu:
  - a. Pahami peta konsep yang terdapat pada modul ini
  - b. Baca, pelajari dan pahami teori dan konsep dari uraian materi yang terdapat dalam modul ini.
  - c. Bila dalam mempelajari modul ini mengalami kesulitan, diskusikan dengan teman-teman yang lain. Apabila belum terpecahkan juga bisa ditanyakan kepada guru.
  - d. Apabila dalam mempelajari uraian materi ditemukan kata-kata sulit yang belum kamu pahami, carilah kata-kata sulit tersebut di glosarium.
  - e. Kerjakan kegiatan siswa baik secara individu maupun berkelompok untuk lebih memahami materi yang disampaikan .
  - f. Setelah merasa memahami materi yang terdapat dalam modul, kerjakan tes formatif yang terdapat dalam modul ini.
  - g. Cocokkan jawaban latihanmu dengan kunci jawaban yang telah tersedia.
  - h. Apabila hasil Tes Formatif 1  $\geq 75\%$ , maka lanjutkanlah Kegiatan Belajar 2 selanjutnya, jika hasil  $< 75\%$  maka harus mengulang Kegiatan Belajar 1, terutama pada bagian yang belum paham.



### **Petunjuk Penggunaan Modul Pengayaan untuk Guru**

Modul Pengayaan dengan tema “Jaringan Tumbuhan dan Laju Transpirasi” disusun sebagai bahan belajar mandiri bagi siswa SMA Kelas XI Semester I. Modul ini terdiri dari dua kegiatan belajar yang membahas tentang Struktur dan Fungsi Jaringan dan Derivat Epidermis, serta Pengukuran Laju Transpirasi Tumbuhan. Keberhasilan belajar siswa menggunakan modul ini dapat dibantu oleh guru yang berperan sebagai fasilitator. Hal-hal yang perlu dilakukan oleh guru adalah:

1. Menjelaskan Tujuan Pembelajaran yang akan dicapai dan deskripsi singkat mengenai modul “Laju Transpirasi Tumbuhan”.
2. Memberikan motivasi kepada siswa agar disiplin dan tekun dalam mempelajari modul ini, serta meminta siswa agar mematuhi setiap langkah-langkah belajar dalam modul ini.
3. Membantu dan membimbing siswa jika mengalami kesulitan selama mempelajari materi dalam modul ini.
4. Mengorganisasikan siswa dalam kegiatan kelompok untuk melaksanakan aktivitas pengamatan dalam modul ini.
5. Membimbing siswa dalam melakukan aktivitas pengamatan.
6. Mengingatkan siswa untuk tidak membuka kunci jawaban sebelum selesai mengerjakan soal latihan, tes formatif agar dapat diukur pemahaman masing-masing siswa terhadap materi dalam modul.
7. Membimbing siswa untuk mencocokkan jawaban latihan, tes formatif yang telah dikerjakan dengan kunci jawaban yang telah tersedia.
8. Membimbing siswa yang nilai Tes Formatif nya  $\leq 75\%$ , agar nilai Tes Formatifnya dapat mencapai  $< 75\%$ , sehingga dapat melanjutkan pada Kegiatan Belajar 2.



## KEGIATAN BELAJAR I “JARINGAN TUMBUHAN”

### Tujuan Pembelajaran:

1. Siswa mampu mengidentifikasi macam-macam jaringan tumbuhan
2. Siswa mampu membedakan struktur dan fungsi dari derivat epidermis
3. Siswa mampu menghitung jumlah stomata dan trikomata pada tumbuhan



### KATA KUNCI

- Jaringan
- Meristem (Jaringan Muda)
- Parenkim
- Kolenkim
- Sklerenkim
- Epidermis
- Xylem
- Floem
- Jaringan Gabus
- Derifat Epidermis
- Stomata
- Trikomata



## PENGANTAR



A.

B.

Keterangan:

- A. *Terminalia catappa* L. (Ketapang)
- B. *Hibiscus tiliatiliaceus* L. (Waru)

Gambar 1. Macam-macam Daun (Sumber:dokumen penelitian)

Setelah kalian mengamati kedua daun pada Gambar 1, maka apa yang dirasakan ketika kita meraba permukaan atas maupun bawah daun tersebut ? Bagaimana perbedaan tekstur permukaan antara kedua daun tersebut ? Pernahkah kalian berpikir bagaimana suatu daun memiliki tekstur permukaan yang berbeda-beda dan tersusun oleh apa sajakah daun itu ? Serta disebabkan oleh apakah hal tersebut dan mengapa hal tersebut bisa terjadi ? Coba kemukakan pendapat kalian !

Jawaban Siswa :





Setelah kita meraba permukaan atas maupun bawah pada daun, maka akan terasa berbeda-beda antara satu daun dengan daun yang lainnya, misalnya terasa licin, kasar, ataupun kasar berambut. Suatu daun tersebut tersusun atas jaringan yang menyusunnya. Untuk mengetahui macam jaringan apa saja dan bagaimana fungsinya bagi daun tersebut, maka pelajailah Kegiatan Belajar 1 berikut ini:

## URAIAN MATERI

Tubuh tumbuhan terdiri atas berbagai jaringan, dimana setiap jaringan terdiri atas kumpulan sel-sel yang mempunyai asal, struktur dan fungsi yang sama dan terikat oleh bahan antarsel membentuk satu kesatuan disebut jaringan. Selanjutnya beberapa jaringan akan bergabung membentuk organ tubuh atau alat tubuh. Tentunya dalam pelajaran Kelas X kemarin kalian sudah mempelajari tentang tingkatan organisasi kehidupan makhluk hidup yang dimulai dari sel sampai bioma. Pada materi kali ini akan difokuskan pembahasan tentang jaringan pada tumbuhan terutama bagian epidermis.

### A. Struktur dan Fungsi Jaringan

Berdasarkan sifatnya ada dua macam jaringan yang menyusun tubuh tumbuhan, yaitu **jaringan muda** dan **jaringan dewasa**. Jaringan muda mempunyai sifat aktif membelah, sehingga mempunyai fungsi menambah panjang akar maupun batang, karena biasanya terdapat pada bagian ujung. Pertumbuhan yang diawali oleh jaringan yang letaknya di bagian ujung dikenal sebagai **pertumbuhan primer**, dan semua jaringan yang terbentuk disebut **jaringan primer**. Semua sel yang menyusun tubuh tumbuhan dewasa berasal dari kegiatan sel-sel jaringan muda. Pada proses pencapaian dewasa sel-sel terbentuk tidak hanya bertambah volumenya, tetapi strukturnya lebih termodifikasi untuk memenuhi fungsi fisiologis tertentu pada tumbuhan dewasa. Modifikasi untuk memiliki fungsi yang khusus tersebut dinamakan **diferensiasi**, dan merupakan tahap pematangan sel. Adapun



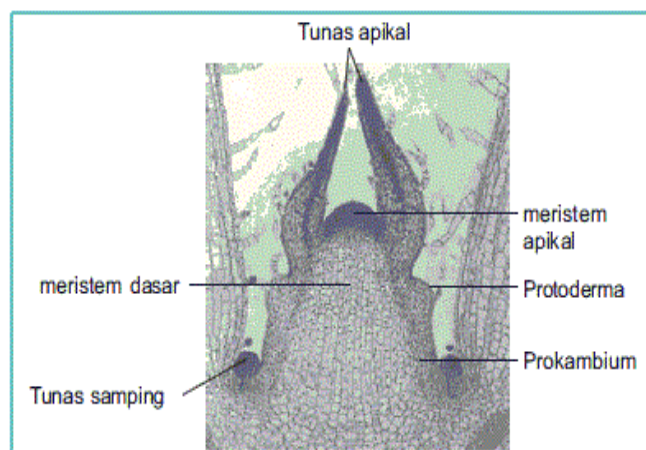
uraian singkat tentang pembagian jaringan berdasarkan sifatnya, adalah sebagai berikut:

a. Jaringan Meristem (Jaringan Muda)

Meristem ialah jaringan muda yang sel penyusunnya bersifat **embrional**, artinya mampu membelah diri secara terus-menerus untuk menambah jumlah sel tubuh. Ciri-ciri sel meristem ialah ber dinding tipis, relatif kaya protoplasma, umumnya memiliki vakuola (rongga sel) yang kecil, intinya besar, plastida belum matang serta isi selnya tidak mengandung kristal dan cadangan makanan, berbentuk bulat, poligonal, atau lonjong.

Menurut tempatnya dalam tumbuhan dibagi menjadi: **a). meristem apikal**, yang terdapat pada ujung batang dan ujung akar; **b). meristem interkalar**, yang terdapat di antara jaringan dewasa, misalnya di pangkal ruas batang rumput-rumputan; **c). meristem lateral**, yang terdapat sejajar dengan keliling organ tempat jaringan ini ditemukan, misalnya kambium pembuluh dan kambium gabus.

Menurut asalnya dibedakan menjadi: **a). meristem primer**, dimana berkembang langsung dari sel embrionik dan merupakan kesinambungan kegiatan embrio di tempat itu; **b). meristem sekunder** merupakan meristem yang berkembang dari jaringan yang telah mengalami diferensiasi, contoh: kambium gabus yang berkembang dari sel parenkim atau kolenkim yang telah diferensiasi. Untuk lebih jelas mengenai jaringan meristem, maka perhatikanlah Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Jaringan Meristem pada ujung batang *Sambucus* sp. (Sumber: Muhammad Alfiansyah, 2012)



Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa meristem seperti kambium pembuluh serta felogen (kambium gabus) adalah jaringan homogen dan di dalamnya tidak ada tahapan, karena bersifat embrionik yang terdapat pada sel yang tetap mempertahankan kemampuan untuk membelah. Namun sebenarnya masih dapat terjadi di jaringan lain, namun dalam jumlah terbatas. Sebaliknya, dalam meristem primer ada beberapa daerah yang terdapat tahapan diferensiasi. Dalam meristem apikal terdapat **promeristem** dari daerah meristematik di bawahnya, dimana tempat sel mengalami diferensiasi sampai taraf tertentu. **Promeristem** terdiri dari pemula apikal beserta sel turunannya yang masih berdekatan dengan pemula. Daerah meristematik di bawahnya, yang selnya telah separuh terdiferensiasi, terdiri dari tiga meristem, yaitu: **protoderm** yang menghasilkan epidermis; **prokambium** yang membentuk jaringan pembuluh primer; dan **meristem dasar** yang membentuk jaringan dasar tumbuhan seperti parenkim dan sklerenkim korteks.

#### INFO :

Pada taraf sel, diferensiasi diartikan sebagai perkembangan turunan meristem ke dalam unsur berbagai sistem jaringan tubuh tumbuhan dewasa. Diferensiasi mencakup keseluruhan sifat proses yang saling berkaitan, yaitu proses kimia, fisiologi dan morfologi, yang mengakibatkan spesialisasi sel. Karena taraf dan macam spesialisasi beragam dalam sel yang berbeda, maka diferensiasi sel akhirnya menghasilkan keanekaragaman histologis yang khas bagi tumbuhan.

#### b. Jaringan Dewasa

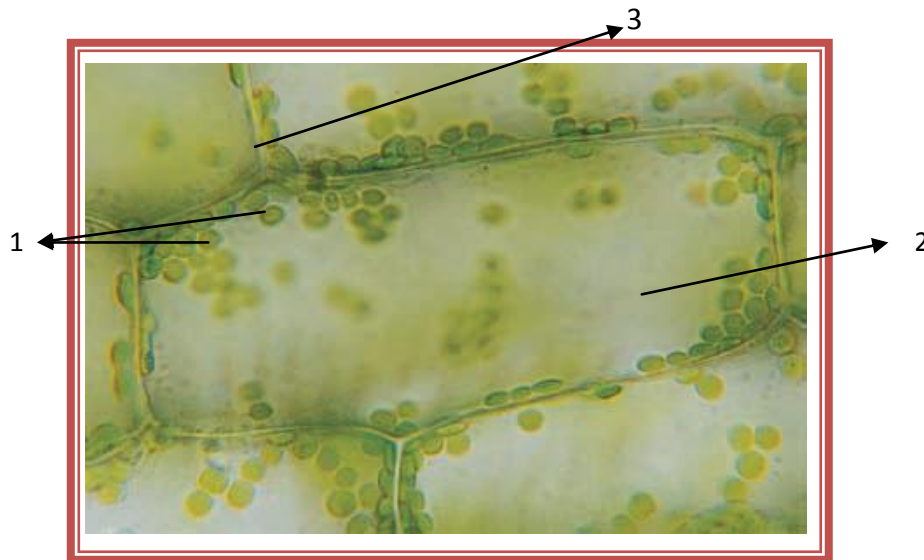
Sel-sel yang menyusun jaringan dewasa merupakan pertumbuhan dan perkembangan sel-sel meristem. Jaringan dewasa ialah jaringan yang terbentuk dari diferensiasi (perubahan bentuk sel yang disesuaikan dengan fungsinya) dan spesialisasi (pengkhususan sel untuk mendukung suatu fungsi tertentu) sel-sel hasil pembelahan jaringan meristem. Berdasarkan struktur dan fungsinya dibagi menjadi:

##### 1. Jaringan Dasar (Parenkim)

Jaringan parenkim terdapat pada semua bagian organ tumbuhan dan terbentuk dari meristem dasar sehingga disebut dengan jaringan dasar.



Parenkim merupakan bagian utama sistem jaringan dasar dan terdapat pada berbagai organ, seperti pada korteks dan empulur batang, korteks akar, serta jaringan dasar pada tangkai daun dan mesofil daun. Banyak sel parenkim bersegi banyak dan garis tengahnya dalam berbagai arah bidang hampir sama. Perhatikan Gambar 3 di bawah ini:



Keterangan: 1. Kloroplas    3. Dinding Sel  
2. Vakuola

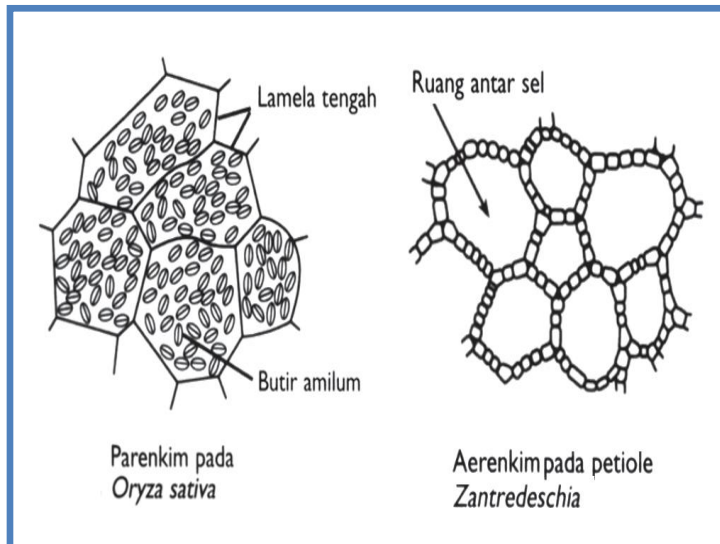
Gambar 3. Sel-sel Parenkim (Sumber: Solomon, 2008:704)

Berdasarkan Gambar 3 dengan perbesaran  $100\mu\text{m}$  mengenai jaringan parenkim terlihat bahwa bagian-bagian pada jaringan parenkim tersebut terdapat kloroplas, vakuola (rongga sel), dinding sel. Sel parenkim yang panjang terdapat sel palisade (pagar/tiang) pada daun; yang berbentuk benang terdapat pada batang tumbuhan yang memiliki ruang antar sel yang mencolok besarnya. Jaringan ini terdapat mulai dari sebelah dalam epidermis hingga empulur. Ruang antarsel dilapisi oleh senyawa yang berasal dari lamela (jaringan berbentuk helaian tipis) tengah.

Parenkim merupakan sel yang hidup, dinding sel tipis, bentuk sel bermacam-macam ada yang bulat seperti tiang, seperti bunga karang, seperti bintang (aktinenkim). Selain berfungsi sebagai jaringan dasar, juga berfungsi sebagai penghasil dan penyimpan cadangan makanan. Penggolongan parenkim berdasarkan fungsinya ialah parenkim asimilasi, parenkim udara (aerenkim),



parenkim penimbun, parenkim air dan parenkim pengangkut. Perhatikan contoh penggolongan parenkim pada Gambar 4 berikut ini:



#### Tahukah Anda ?

Banyak sel parenkim yang berisi tanin, dan sel seperti itu letaknya tersebar atau merupakan sistem sel yang sinambung. Garam mineral dapat pula ditemukan dalam sel parenkim berbentuk kristal yang bermacam-macam. Sel yang memiliki isi yang berbeda dari sel sekelilingnya sering disebut *idioblas*. Sel idioblas mengandung berbagai senyawa seperti enzim yang disebut mirosin, zat berminyak, zat bersifat lendir, dan zat serupa harsa (getah).

Gambar 4. Contoh Penggolongan Parenkim

(Sumber: Endang Sri Lestari, 2009: 42)

Berdasarkan penggolongan parenkim pada Gambar 4, maka dapat dijelaskan peranannya sebagai berikut :

- Parenkim asimilasi**, terdapat pada bagian tubuh tumbuhan yang berwarna hijau. Pada daun ada 2 bentuk parenkim asimilasi, yaitu berbentuk seperti tiang yang disebut jaringan tiang dan berbentuk seperti bunga karang yang disebut jaringan bunga karang. Pada *Pinus* sp. yang daunnya mereduksi seperti jarum, parenkim asimilasi dindingnya melipat ke arah dalam disebut parenkim lipatan.
- Parenkim udara (aerenkim)**, terdapat pada alat pengapung, misalnya pada daun *Canna* sp., pada batang *Juncus* (tanaman Igusa). Biasanya sel-selnya bercabang membentuk jari-jari atau berbentuk bintang. Sel parenkim berfungsi untuk menyimpan udara.
- Parenkim penimbun**, sel-sel parenkim berisi cadangan makanan terdapat pada endosperm (penyimpan cadangan makanan), umbi, dan lain-lain.
- Parenkim air**, sel-sel parenkim penuh dengan air, untuk mempertahankan diri terhadap kekeringan.



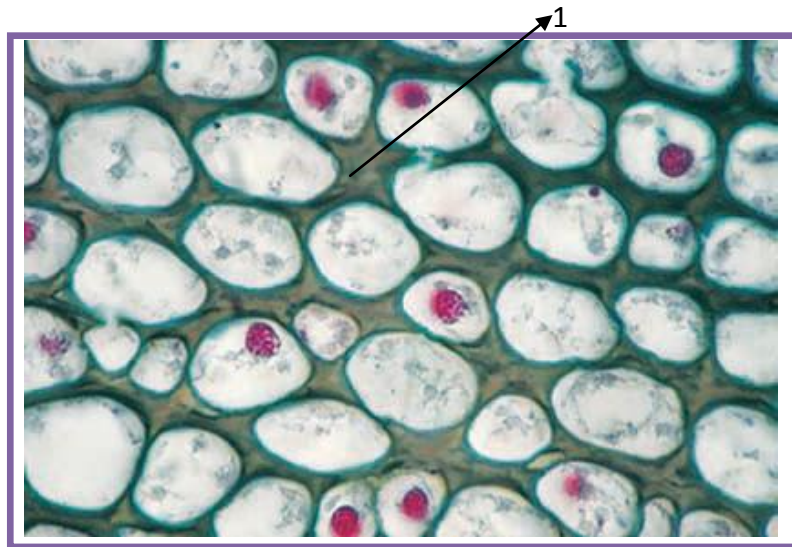


- e. **Parenkim pengangkut**, terdapat pada jaringan pengangkutan. Pada jaringan ini dinding parenkim dapat mengalami penebalan sekunder.

## 2. Jaringan Penguat atau Penunjang

### a. Kolenkim

Perhatikanlah Gambar 5 berikut ini dan tersusun dari apa saja Kolenkim itu !



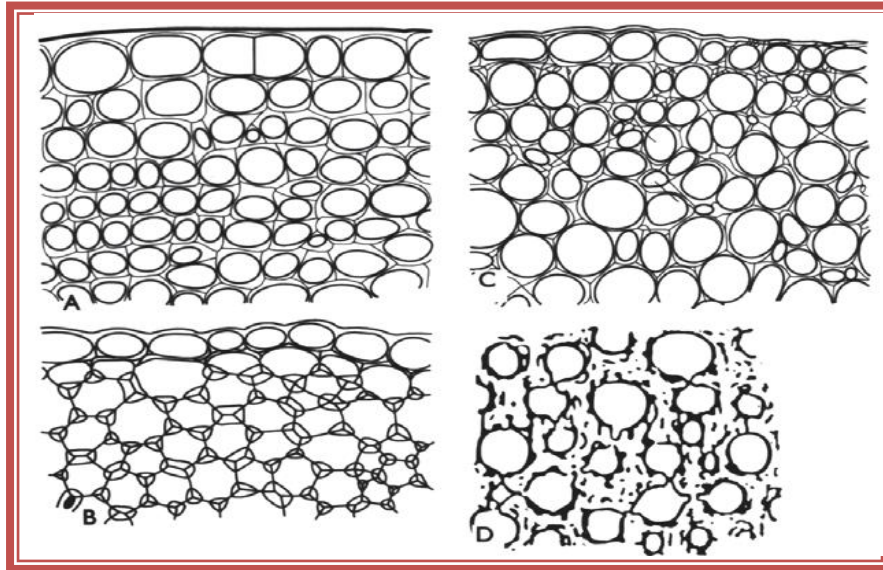
Keterangan : 1. Dinding sel primer yang menebal di sudut

Gambar 5. Sel-sel Kolenkim (Sumber: Solomon, 2008:704)

Kolenkim umumnya terletak di dekat permukaan dan di bawah epidermis pada batang, tangkai daun, tangkai bunga dan ibu tulang daun. Jaringan ini memberikan kekuatan yang bersifat sementara. Kolenkim terbentuk oleh sejumlah sel memanjang yang menyerupai sel prokambium dan berkembang dalam stadium awal promeristem. Berdasarkan Gambar 5 dengan perbesaran 50 $\mu$ m tersebut, terdapat dinding sel kolenkim yang merupakan contoh dinding primer yang sangat tebal, sebab penebalan terjadi pada saat sel masih tumbuh membesar. Dengan perkataan lain, dinding sel meluas dan sekaligus menebal pula. Dinding sel kolenkim mengandung selulosa, pektin dan hemiselulosa. Fungsi kolenkim ialah sebagai penyokong pada bagian tumbuhan muda yang sedang tumbuh dan pada tumbuhan herba. Ukuran dan bentuk sel kolenkim beragam, dapat berupa prisma pendek atau panjang seperti serat dengan ujung



meruncing. Menurut penebalan dindingnya dibagi menjadi kolenkim sudut, kolenkim papan, kolenkim lakuna (tubular, berbentuk seperti tabung), dan kolenkim cincin.



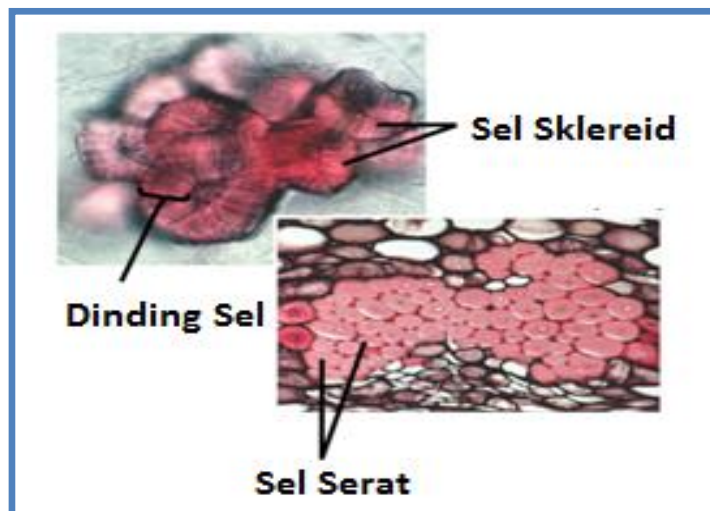
Keterangan:

- A. Tipe lempeng (lameler) pada batang *Sambucus* sp (Sangitan)
- B. Tipe Sudut (anguler) pada *Cucurbita* sp (Labu)
- C. Tipe tubular pada *Lactuca* sp (Selada)
- D. Tipe cincin pada ibu tangkai daun *Nerium oleander* (Olender)

Gambar 6. Kolenkim pada Macam-macam Tumbuhan (Sumber: Endang Sri Lestari, 2009: 45)

#### 6. Sklerenkim

Untuk mengetahui jaringan penyokong selain kolenkim, maka cermatilah Gambar 7 berikut ini:



Gambar 7. Penampang Melintang Jaringan Sklerenkim (Sumber: Campbell, 2008: 744)



Berdasarkan Gambar 7 di atas, tampak bagian sklerenkim dengan dindingnya sangat tebal, biasanya sangat kuat dan mengandung lignin. Jaringan ini memberikan kekuatan yang bersifat permanen pada tumbuhan. Sklerenkim terdapat pada bagian tumbuhan dewasa. Sel sklerenkim menunjukkan variasi bentuk, struktur, asal dan perkembangan. Biasanya sklerenkim dibagi menjadi serat dan sklereid seperti tampak pada Gambar 7. Serat sklerenkim adalah sel panjang, sedangkan sklereid adalah sel pendek. Namun, pembagian ini kadang-kadang kurang tepat karena ada serat yang pendek dan sklereid yang panjang. Sklereid dibentuk dari sel parenkim yang dindingnya menjadi tebal, sedangkan sel serat sklerenkim berkembang dari sel meristematik, jadi telah ditentukan sejak asalnya. Fungsi sklerenkim ialah menguatkan bagian tumbuhan yang sudah dewasa. Juga melindungi bagian-bagian lunak yang lebih dalam, seperti pada tempurung kelapa, kulit biji jarak, buah kenari.

### **3. Jaringan Pengangkut**

Jaringan pengangkut merupakan sistem pengangkutan yang sangat penting pada tumbuhan, karena bertugas melaksanakan fungsi transpor atau pengangkutan air dan makanan bagi pertumbuhan. Xilem dan floem merupakan jaringan kompleks, selalu berdampingan dan bersama-sama menyusun pembuluh atau sistem pengangkutan.



a. *Xilem*

Cermatilah Gambar 8 berikut ini dan terdiri dari apa saja komponen xilem !



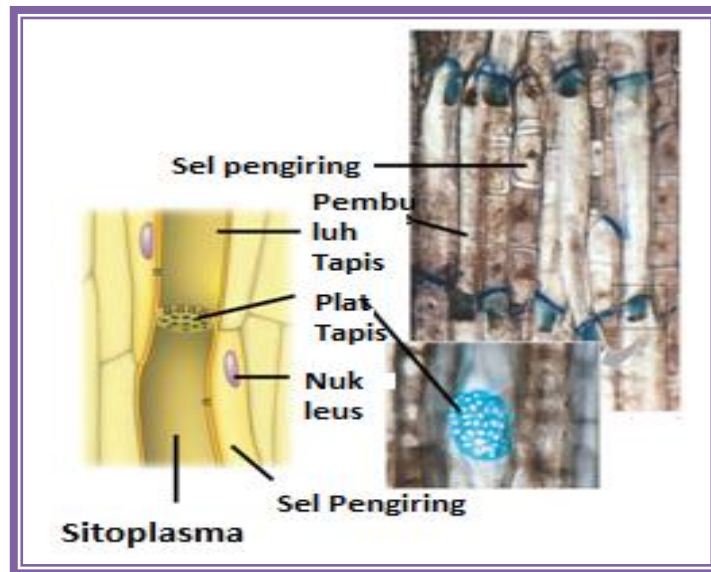
Gambar 8. Komponen Xilem (Sumber: Eviyanti Nurjanah, 2011)

Xilem terdiri dari beberapa tipe sel berbeda, dapat bersifat hidup atau mati yang dindingnya mengalami penebalan dari zat kayu. Berdasarkan Gambar 8, maka karakteristik xilem adalah adanya trakeid dan trakea (pembuluh), yang berfungsi mengangkut air, sebagai penguat karena dindingnya mengalami penebalan. Selain itu, xilem terdiri atas serat dan sel-sel parenkim yang bersifat hidup. Fungsi utama xilem ialah untuk mengangkut air dan garam-garam mineral tanah. Pada pertumbuhan primer, xilem merupakan diferensiasi dari prokambium. Prokambium terdiri dari sel-sel meristematik, kaya akan sitoplasma, selnya memanjang ke arah longitudinal organ. Elemen pertama dari xilem primer adalah **protoxilem**, dan xilem yang dibentuk setelah protoxilem disebut **metaxilem**. Ada 2 macam serat xilem, yaitu serat trakeida dan serat libriform. Serat trakeida mempunyai noktah terlindungi, dengan ruang noktah kecil atau tidak nyata dengan mulut dalam yang sempit.



## 6. Floem

Jaringan pengangkut yang kedua ialah floem. Untuk mengetahui komponen floem, maka perhatikanlah Gambar 9 berikut:



Gambar 9. Komponen Floem Secara Longitudinal (Sumber: Eviyanti Nurjanah, 2011)

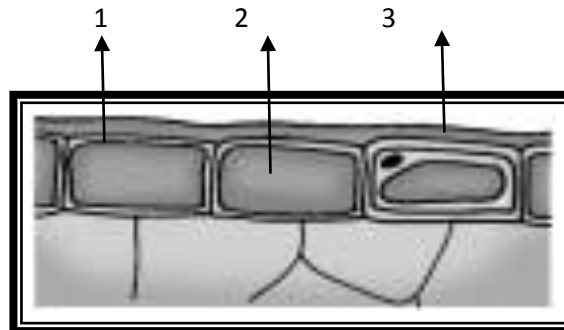
Berdasarkan Gambar 9, terlihat bahwa floem tersusun atas buluh tapisan, sel pengiring, parenkim, serat, sklereid dimana merupakan jaringan pengangkut hasil fotosintesis yang biasanya berasosiasi dengan xilem dalam sistem jaringan pembuluh. Fungsi utama dari floem ialah untuk mengangkut air dan zat hasil asimilasi dari daun ke seluruh bagian tumbuhan. Floem primer, seperti xilem primer berasal dari prokambium. Floem primer terdiri dari protofloem dan metafloem. Floem juga dibedakan menjadi floem primer dan floem sekunder.





#### 4. Jaringan Epidermis

Perhatikanlah Gambar 10 di bawah ini dan cermatilah dimana letak jaringan epidermis pada tumbuhan:



Keterangan: 1. Dinding sel      2. Sel epidermis      3. Kutikula

Gambar 10. Penampang Melintang Jaringan Epidermis (Sumber: Eva Latifah Hanum, 2009:35)

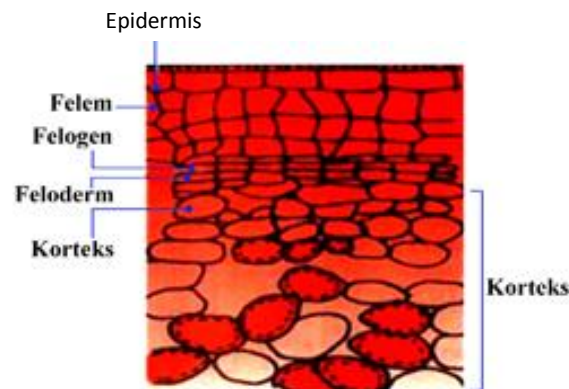
Berdasarkan Gambar 10, maka dapat dilihat bahwa epidermis merupakan lapisan sel terluar pada daun, bagian bunga, buah dan biji, serta batang dan akar yang belum mengalami pertumbuhan sekunder (dimana batang dan akarnya dapat bertambah diamatarnya melalui proses pertumbuhan sekunder). Setelah mengalami pertumbuhan sekunder jaringan epidermis tidak ada lagi. Bagi tumbuhan yang tidak mengalami pertumbuhan sekunder, epidermis tetap ada selama tumbuhan tersebut itu hidup. Secara fungsional sel-sel epidermis tidak seragam, dan terdapat berbagai tipe rambut, sel-sel penutup stomata dan sel-sel lain yang khusus.

Epidermis biasanya terdiri dari satu lapisan sel yang berbentuk pipih dan tersusun rapat dan lapisan ini berbeda dengan jaringan dasar ada di sebelah dalamnya. Pada epidermis tidak terdapat ruang antarsel. Kalau epidermis lebih dari satu lapisan sel, lapisan yang ada di bawah epidermis berasal dari meristem dasar, dan lapisan ini dinamakan hipodermis. Berdasarkan ontogeninya (tahap-tahap pertumbuhan embrio), epidermis berasal dari jaringan meristematik yaitu jaringan dari protoderm.



### 5. Jaringan Gabus (Periderma)

Jaringan dewasa (permanen) kedua ialah jaringan gabus. Jaringan gabus merupakan jaringan pelindung yang dibentuk untuk menggantikan epidermis batang dan akar yang telah menebal akibat pertumbuhan sekunder. Jaringan ini tampak jelas pada tumbuhan dikotil dan Gymnospermae. Perhatikanlah komponen penyusunnya apa saja pada Gambar 11 berikut ini:



Gambar 11. Jaringan Gabus (Sumber: Anonim, 2010)

Berdasarkan Gambar 11, struktur jaringan gabus terdiri atas felogen (kambium gabus) yang akan membentuk felem (gabus) ke arah luar dan feloderma ke arah dalam. Fungsi jaringan gabus ialah untuk melindungi jaringan lain yang terdapat di sebelah dalam agar tidak terlalu banyak kehilangan air. Letak jaringan gabus rapat antara satu dengan yang lainnya. Ruang antarselnya tidak ada, sehingga sukar ditembus air dan gas. Dengan adanya celah-celah atau pori-pori pada lapisan gabus yang disebut lentisel, maka kesulitan itu dapat ditanggulangi karena air dan gas-gas bisa menerobos dan melaluinya.



**Tahukah Anda ?**

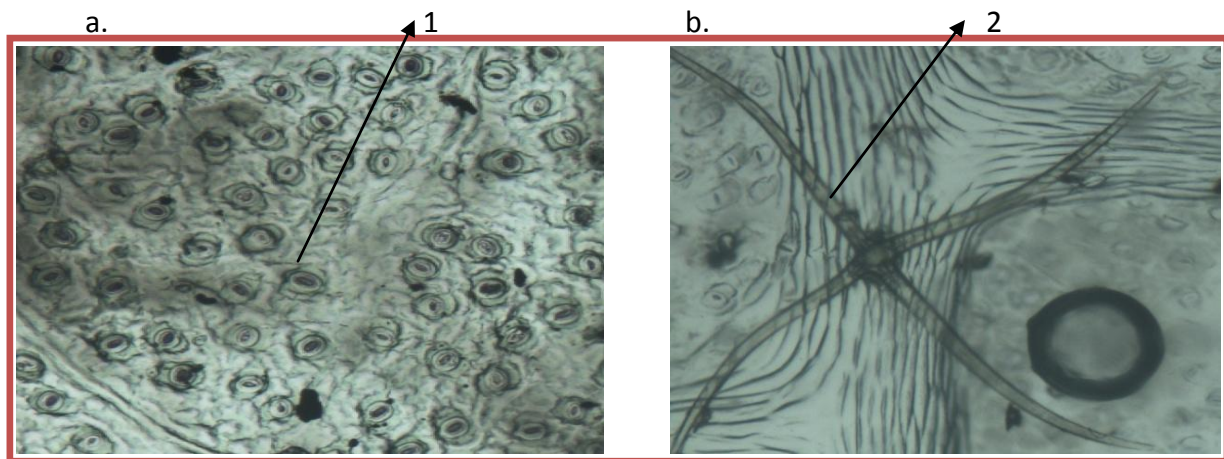
Pencemaran menyebabkan perubahan pada tingkatan biokimia sel kemudian diikuti oleh perubahan fisiologi pada tingkat individu hingga tingkat komunitas tanaman. Pencemaran udara mempengaruhi pertumbuhan tanaman, pertumbuhan akar, dan pertumbuhan daun.

**Tugas Individu:**

Carilah melalui internet (misalnya: <http://e-learning.um.ac.id/>) atau referensi tentang ciri-ciri, bentuk, struktur, dan fungsi dari masing-masing jaringan pada dua tumbuhan berbeda yang ada di lingkungan sekitar !

**B. Derivat Epidermis**

Perhatikan gambar berikut ini:



Keterangan:

- a. Gambar 12. Stomata Glodokan (*Polyalthia longifolia* Sonn.) di Jalan Cik Ditiro
  - b. Gambar 13. Trikona Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) di Jalan C. Simanjuntak
- (Sumber: dokumen penelitian)

Setelah kalian memahami konsep tentang macam-macam jaringan pada tumbuhan, maka berdasarkan Gambar 12 dan 13, maka menurut kalian apa peranan dari kedua struktur tersebut pada tumbuhan ?

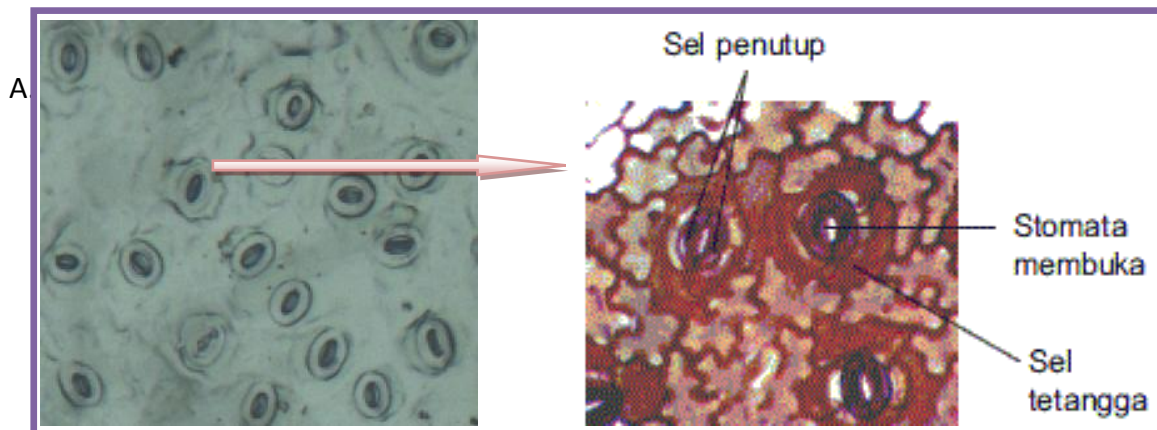


Jaringan epidermis juga mampu melakukan diferensiasi epidermis. Sel-sel initial epidermis sebagian dapat berkembang menjadi alat-alat tambahan lain yang sering disebut derivat epidermis, seperti stomata, trikoma, dan sel kipas. Tetapi pada pembahasan ini akan lebih memfokuskan tentang stomata dan trikomata.

#### a. Stomata

Stoma (jamak: stomata) merupakan celah dalam epidermis yang dibatasi oleh dua sel epidermis yang khusus, yaitu **sel penutup** seperti yang terlihat pada Gambar 14. Dengan mengetahui bentuknya, sel penutup mengatur pelebaran dan penyempitan celah. Sel yang mengelilingi stoma dapat berbentuk sama atau berbeda dengan sel epidermis lainnya. Sel yang berbeda bentuk itu dinamakan **sel tetangga**, yang kadang-kadang berbeda juga isinya. Pada dasarnya stomata akan membuka apabila turgor (tekanan sel) sel penutup tinggi dan akan menutup apabila turgor sel penutupnya menjadi rendah. Pengaruh turgor terhadap membuka dan menutupnya stomata ini dimungkinkan oleh struktur stomata yang khas.

Banyak faktor mempengaruhi pembukaan stomata, dan semua teori yang dimaksudkan untuk menjelaskan tingkah laku sel penjaga. Stomata pada umumnya membuka saat matahari terbit dan menutup saat gelap, sehingga memungkinkan masuknya  $\text{CO}_2$  yang diperlukan untuk fotosintesis pada siang hari. Umumnya proses pembukaan memerlukan waktu sekitar 1 jam, dan penutupan berlangsung secara bertahap sepanjang sore. Stomata menutup lebih cepat jika tumbuhan ditempatkan di tempat gelap secara tiba-tiba.

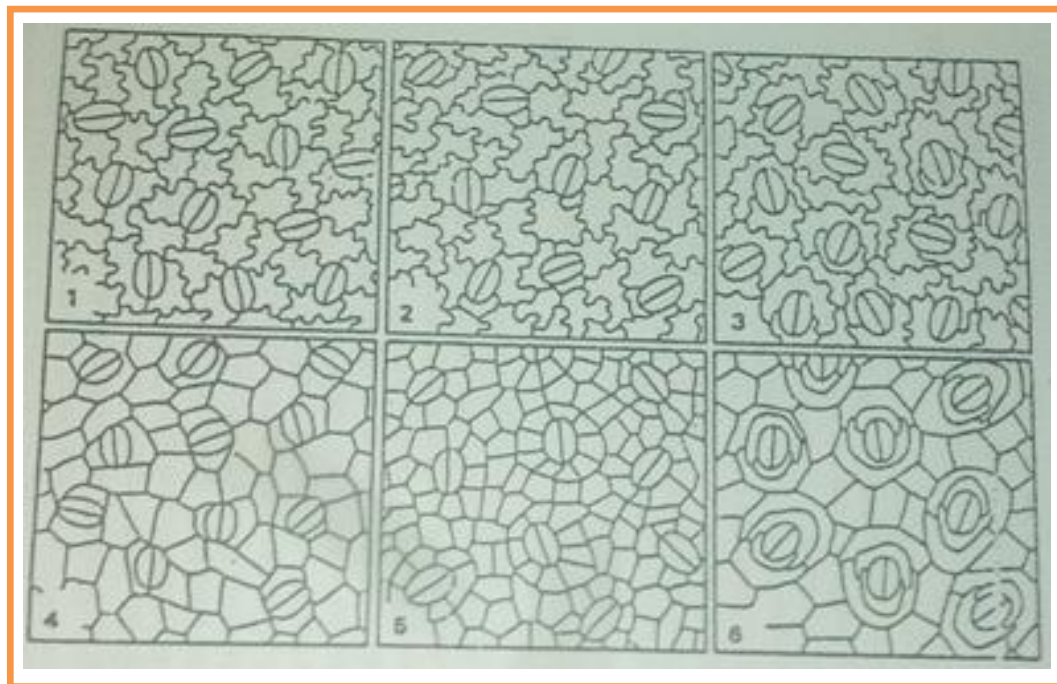


Gambar 14. A. Stomata Glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.) (Sumber: Dokumen Penelitian) & B. Bagian Stomata (Sumber: Muhammad Alfiansyah, 2011)



Stomata terdapat pada semua bagian tumbuhan, tetapi paling banyak ditemukan pada daun. Jumlah stomata beragam pada daun tumbuhan yang sama dan juga pada daerah daun yang sama. Stomata ditemukan di kedua permukaan daun atau pada satu muka saja, tetapi biasanya pada permukaan bawah yang lebih banyak ditemukan. Stomata berasal dari sel-sel protoderm yang terdapat pada meristem apikal ujung batang (pucuk). Fungsi stomata adalah sebagai tempat terjadinya respirasi (pertukaran gas) dan juga transpirasi (proses penguapan air).

Pada dikotil ada beberapa tipe stomata. Pembagian tipe-tipe ini didasarkan atas susunan sel yang ada di dekat stomata. Untuk mengetahui tipe-tipe stomata maka perhatikan Gambar 15 berikut:



Keterangan: 1. Anomositik      2. Anisositik      3. Diasitik      4. Parasitik  
5. Aktinositik      6. Siklositik

Gambar 15. Tipe-tipe Stomata (Sumber: Nurfaisyah, 2012)





Berdasarkan Gambar 15 tentang tipe-tipe stomata, maka di bawah ini akan dijelaskan masing-masing dari tipe-tipe stomata, sebagai berikut:

**1. Anomositik (Irregular Celled)**

Jumlah sel tetangga yang mengelilingi sel penutup tidak tertentu, dan sel tetangga tidak dapat dibedakan dengan sel epidermis lainnya. Disebut juga sebagai jenis *Ranunculaceae*. Jenis ini pada umumnya terdapat pada *Ranunculaceae*, *Capparidaceae*, *Cucurbitaceae*, *Malvaceae*.

**2. Anisositik (Unequal Celled)**

Biasanya jumlah sel tetangga 3, satu sel lebih kecil dari 2 lainnya. Disebut juga sebagai jenis *Cruciferae*. Sel penutup dikelilingi tiga buah sel tetangga yang tidak sama besar. Jenis ini pada umumnya terdapat pada *Cruciferae*, *Nicotiana*, *Solanum*.

**3. Diasitik (Cross Celled)**

Dua sel tetangga mengelilingi sel penutup, dan letaknya tegak lurus terhadap poros panjang sel penutup. Disebut juga sebagai jenis *Caryophyllaceae*. Jenis ini umumnya terdapat pada *Caryophyllaceae*, *Acanthaceae*.

**4. Parasitik (Parallel Celled)**

Poros panjang sel penutup sejajar dengan sel tetangga. Disebut juga sebagai jenis *Rubiaceae*. Setiap sel penutup diiringi sebuah sel tetangga atau lebih dengan sumbu panjang sel tetangga sejajar sumbu sel penutup serta celah. Jenis ini umumnya terdapat pada *Rubiaceae*, *Magnoliaceae*, tetapi kebanyakan spesies *Convolvulaceae*, *Mimosaceae*.

**5. Aktinositik**

Jumlah sel tetangga 4 atau lebih, sel-selnya memanjang ke arah radial terhadap sel penutup.

**6. Siklositik**

Jumlah sel tetangga 4 atau lebih, sel-selnya tersusun melingkar seperti cincin.

Pada beberapa tumbuhan, sel pengawal dikelilingi oleh sel epidermis biasa, pada tumbuhan lain sel pengawal itu didampangi atau dikelilingi oleh sel tetangga, yang berbeda bentuknya dengan sel epidermis lain. Jumlah stomata



berkisar antara beberapa ribu per  $\text{cm}^2$  permukaan daun pada beberapa jenis tumbuhan dan lebih daripada 100.000 per  $\text{cm}^2$  pada tumbuhan lain.

## 6. *Trikoma (Rambut)*

Trikoma (jamak: trikomata) merupakan tonjolan epidermis ke arah luar. Trikoma dapat bersifat kelenjar atau bukan kelenjar. Yang bukan kelenjar dapat berupa rambut sisik, papila, atau rambut. Rambut atau bulu dipakai untuk penyerapan pada akar. Trikoma terdapat pada bagian permukaan tubuh tumbuhan, atau pada biji misalnya pada *Gossypium* sp. Bentuk dan fungsi trikoma bermacam-macam, dapat terdiri atas satu sel atau banyak sel.

### 1. *Trikoma non glandular (rambut-rambut biasa) yang tidak menghasilkan sekret.*

Biasanya sangat sederhana, dapat terdiri atas satu sel atau banyak sel. Trikomata tipe ini masih digolong-golongkan lagi, yaitu:

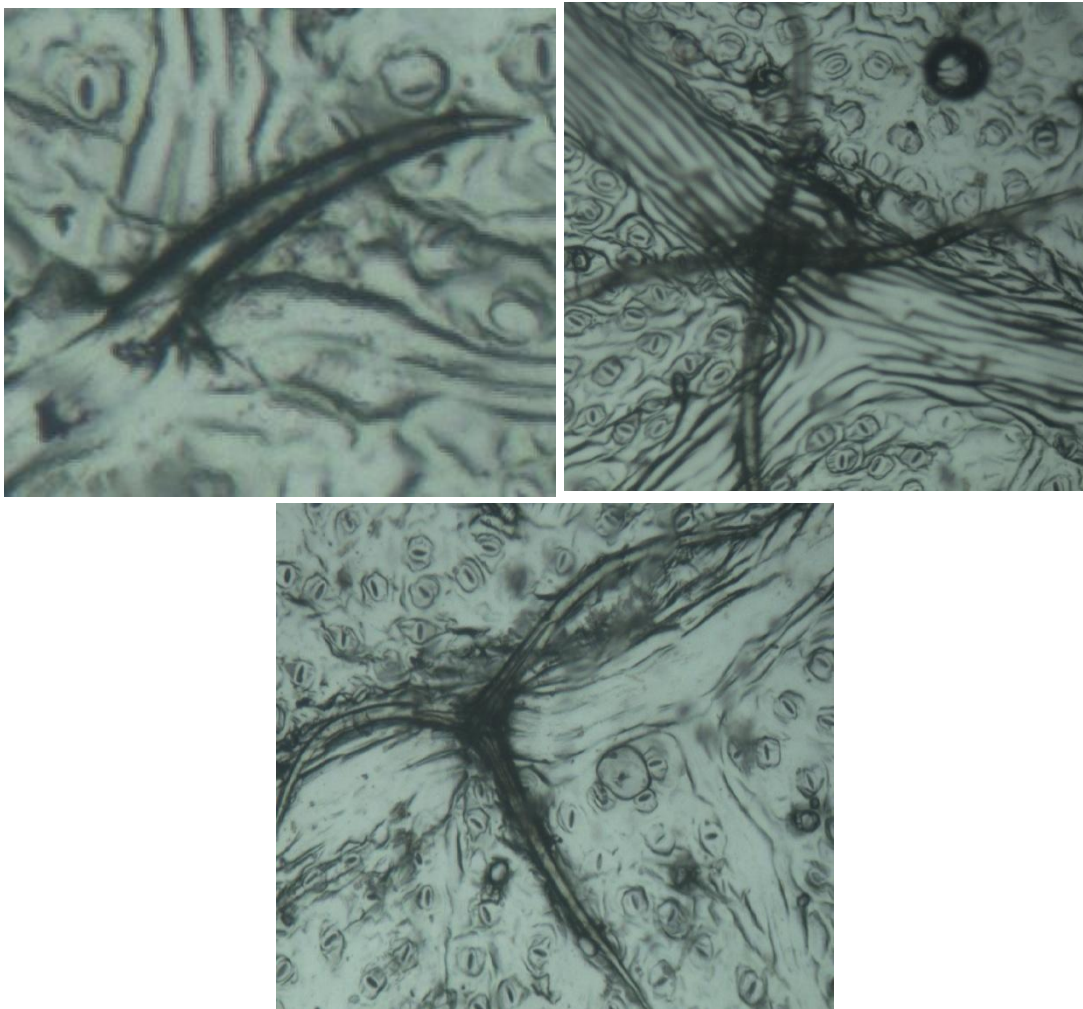
- Terdiri atas satu sel, merupakan tonjolan kecil, disebut papila. Merupakan sel yang panjang, bercabang atau tidak bercabang, atau dinding dengan penebalan seperti duri.
- Terdiri atas banyak sel. Ada yang terdiri atas kepala, kaki, dan badan trikoma. Dapat berbentuk sisik, dengan atau tanpa kaki, bercabang, berbentuk seperti bintang, bercabang, berbentuk seperti bintang, bercabang seperti pohon, merupakan deretan sel yang panjang. Jumlah deretan sel satu atau beberapa lapis sel (multiserat).

### 2. *Trikoma glandular (kelenjar)*

Trikoma glandular mengeluarkan berbagai sekret antara lain: larutan garam, larutan gula (nektar), terpentin dan gom. Trikoma tipe ini dapat terdiri atas satu sel atau banyak sel. Terdapat atas satu sel, merupakan tonjolan kecil, disebut papila, atau dapat berupa sel yang panjang. Tipe yang kedua, terdiri atas kepala dan kaki. Jumlah sel kepala dan sel tangkai bervariasi dari satu sampai banyak.

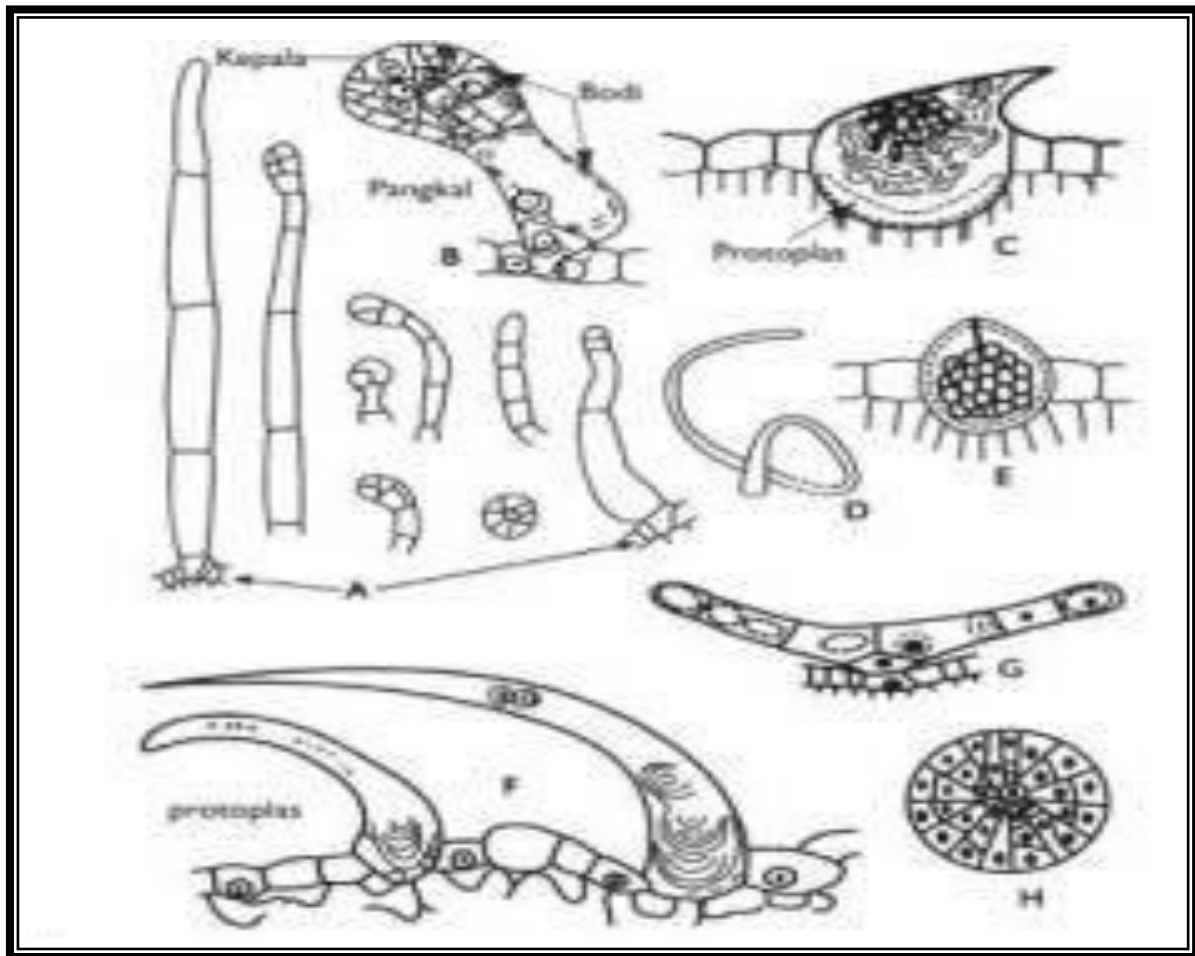


Trikomata mempunyai fungsi bermacam-macam, antara lain: sebagai pelindung terhadap gangguan dari luar, atau untuk mengurangi penguapan. Pada akar gunanya untuk menyerap air dan garam-garam dari dalam tanah. Rambut dapat berguna untuk mengeluarkan zat perekat, misalnya pada kepala putik, dan dengan demikian membantu penyerbukan. Dipakai untuk membantu penyebaran biji, misalnya biji kapas, pada dasar bunga untuk mengeluarkan madu.



Gambar 16. Bentuk Trikoma Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) (Sumber: Dokumen Penelitian)

Pada Gambar 16 merupakan contoh dari bentuk trikoma hasil penelitian pada daun waru (*Hibiscus tiliaceus* L.), maka sebutkan bentuk dari ketiganya dan bandingkan dengan bentuk-bentuk trikoma yang dimiliki oleh tumbuhan lainnya pada Gambar 17.



Keterangan:

A Trikoma glanduler pada epidermis daun tembakau (*Nicotiana tabacum*)

B Trikoma glanduler pada tembakau

C Trikoma glanduler pada *Humulus* sp

D Trikoma glanduler panjang yang melipat

E Trikoma pendek yang mengandung sistolit pada *Boehmeria*

F Trikoma dengan sistolit pada *Cannabis* sp

G dan H Trikoma pada *Humulus* sp dilihat dari samping dan atas

Gambar 17. Bentuk-bentuk Trikoma (Issirep Sumardi dan Agus Pudjoarinto, 1994: 46)



Lembar Kegiatan Siswa 1

**Penghitungan Jumlah Stomata dan Trikomata**

Untuk lebih memahami bagaimana bentuk dan struktur dari stomata dan trikomata, maka secara individu perhatikanlah langkah-langkah dari pengamatan stomata pada tumbuhan yang berbeda habitat berikut ini:

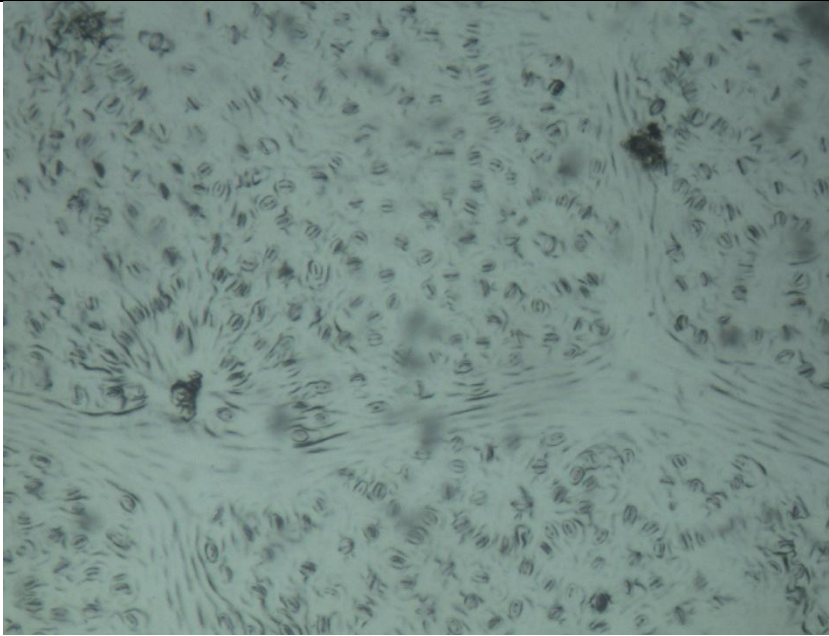
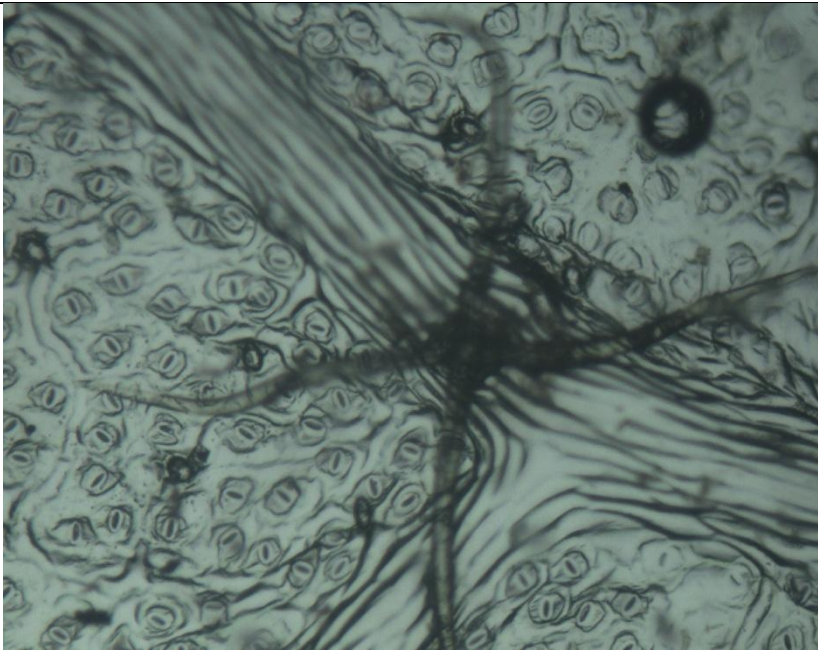
- a. Alat
  1. Mikroskop cahaya
  2. Gelas objek
  3. Counter
- b. Bahan
  1. Lem alteco
  2. Kertas transparansi
  3. Daun ketapang (*Terminalia catappa* L.)
  4. Daun glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.)
  5. Daun waru (*Hibiscus tiliaceus* L.)
- c. Prosedur Kerja
  1. Pilih daun ketapang, waru dan glodogan yang terpolusi udara maupun yang kurang terpolusi masing-masing satu untuk dihitung jumlah stomatanya.
  2. Potong kertas transparansi dengan ukuran menyesuaikan pada bagian daun yang akan ditempel (2cm x 2cm).
  3. Olesi kertas transparansi dengan lem alteco, lalu tempel pada daun
  4. Jika sudah kering, maka segera dibuka dan diamati dengan mikroskop cahaya.
  5. Ambil gambar stomata yang teramati.
  6. Catat data tentang jumlah stomata yang teramati.
- d. Hasil Pengamatan

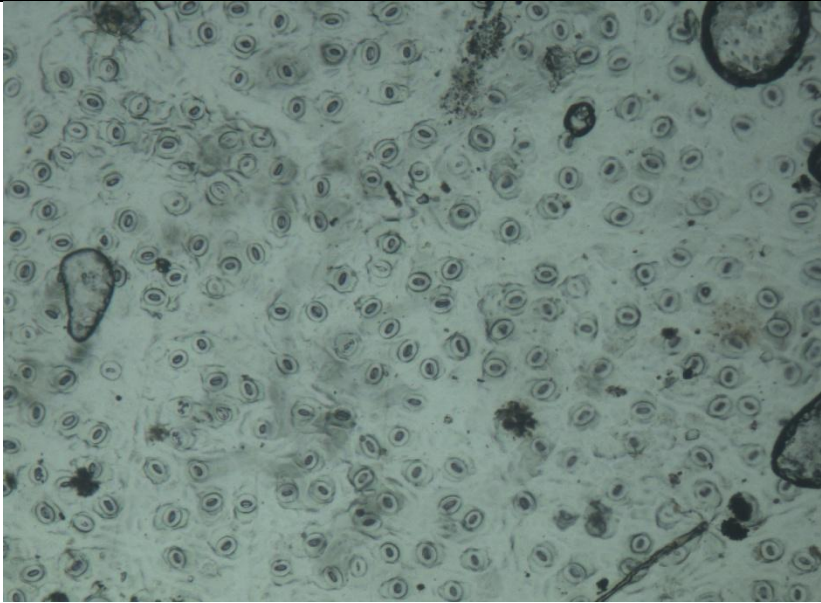
Berdasarkan pengamatan yang sudah dilakukan, maka hitunglah jumlah stomata dan keberadaan trikomata dari data berikut ini:



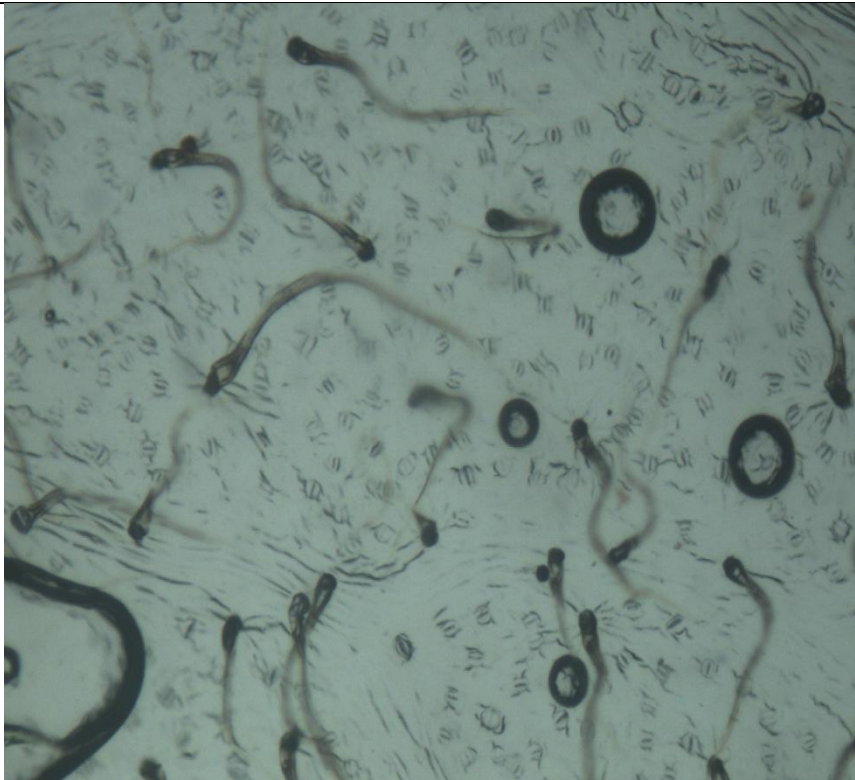


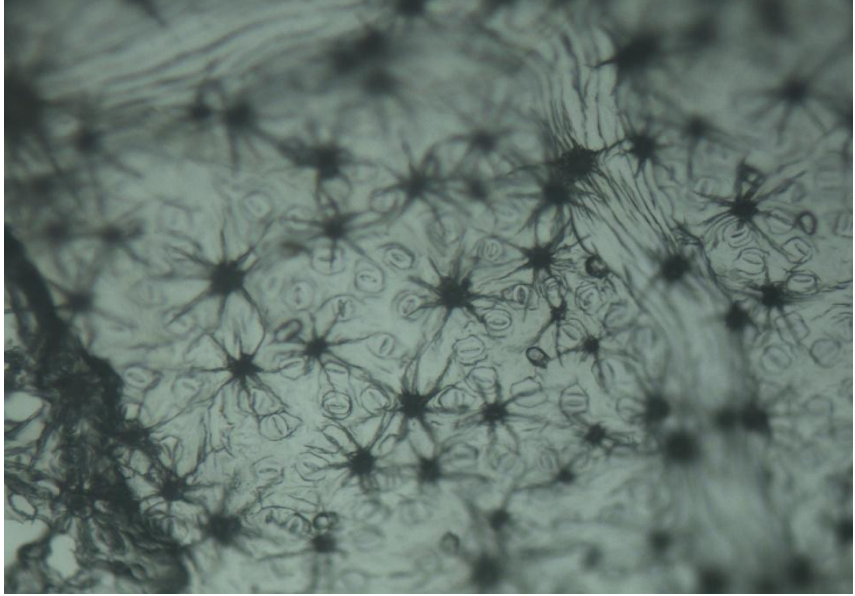
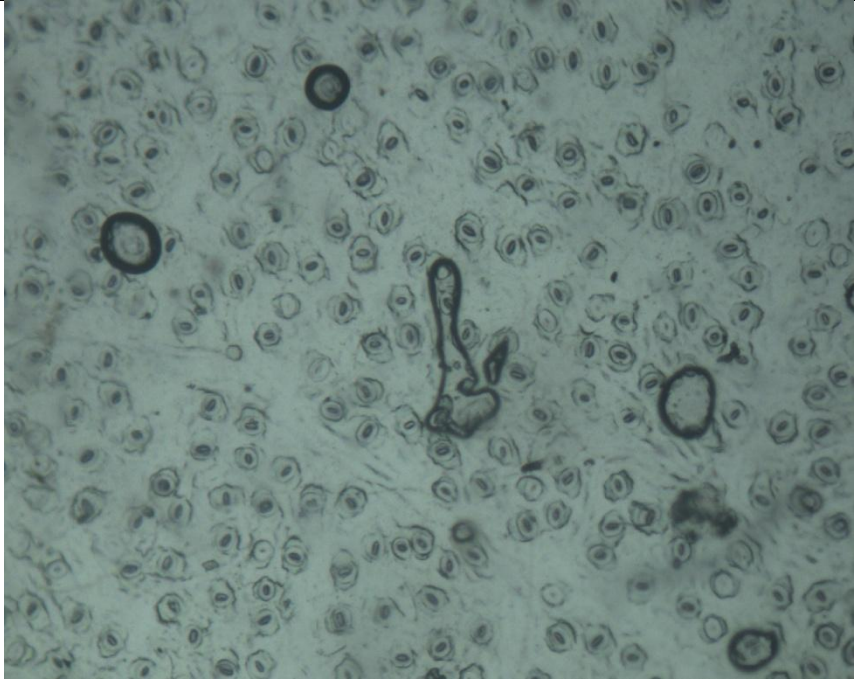
Tabel 1. Hasil Pengamatan di tempat yang terpolusi udara

No	Tumbuhan	Gambar	Jumlah
1.	Ketapang ( <i>Terminalia catappa</i> L.)  Perbesaran 40x		
2.	Waru ( <i>Hibiscus tiliaceus</i> L.)  Perbesaran : 40x		

3.	Glodogan ( <i>Polyalthia longifolia</i> Sonn.)  Perbesaran : 40x		
----	---	--	--

Tabel 2. Hasil Pengamatan di tempat yang kurang terpolusi udara

No.	Tumbuhan	Gambar	Jumlah
1.	Ketapang ( <i>Terminalia catappa</i> L.)  Perbesaran: 40x		

2.	<p>Watu</p> <p>(<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.)</p> <p>Perbesaran: 40x</p>		
3.	<p>Glodogan</p> <p>(<i>Polyalthia longifolia</i> Sonn.)</p> <p>Perbesaran: 40x</p>		

e. Diskusi :

- Hitunglah jumlah stomata pada gambar-gambar tersebut, serta temukan ada tidaknya trikomata dan apa bentuknya ?
- Bandingkan pada kedua habitat jumlah stomata dan trikomata dari daun teramati, dan mengapa demikian ?
- Sebutkan dimana saja letak stomata dan trikomata pada tumbuhan !





- d). Setelah melakukan pengamatan tersebut, maka interpretasikan kesimpulan sesuai fakta yang teramati, sehingga hubungan struktur fungsinya jelas !

**Tugas Kelompok !**

Coba carilah 5 daun yang berbeda seperti langkah-langkah di atas dan amatilah stomata serta trikomatanya. Hitunglah jumlah stomata dan ada atau tidaknya trikomata, serta bagaimana bentuk trikomatanya pada daun tersebut!

**Catatan:**

Perbesaran 40x setelah dikalibrasi tersebut dengan syarat perbesaran yang digunakan pada lensa objektif dan mikrometer objektif sama, serta alat yang digunakan untuk mengukur dan mengambil gambarnya juga sama.

**Info Penelitian**

No.	Tumbuhan	Tempat	Pb Ekstrak $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ (ppm)	Laju Transpirasi ( $\text{ml/m}^2 \cdot \text{dt}$ )
1.	Glodogan I	Jalan Cik Di Tiro	6.4	0,00146
2.	Waru I	Jalan C. Simanjuntak	3.2	0,00216
3.	Ketapang I	Jalan C. Simanjuntak	3.2	0,0058
4.	Glodogan II	Pakem Sleman	0.0	0,00193
5.	Waru II	Pakem Sleman	3.2	0,00656
6.	Ketapang II	Pakem Sleman	0.0	0,00193

Berdasarkan hasil penelitian, tumbuhan glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.) memiliki kandungan Pb paling tinggi walaupun struktur daunnya kecil dan tipis. Hal tersebut didukung dengan jumlah stomata yang banyak, karena glodogan memiliki akar yang dapat bertahan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh getaran kendaraan, mudah tumbuh di daerah panas dan tahan terhadap angin sehingga cocok digunakan sebagai tumbuhan peneduh jalan yang dapat menyerap unsur pencemaran yang berasal dari asap kendaraan bermotor khususnya Pb.



### Rangkuman

- ⓐ Jaringan ialah sekumpulan sel-sel yang mempunyai asal, fungsi serta struktur yang sama.
- ⓐ Berdasarkan sifatnya, ada dua macam jaringan yang menyusun tubuh tumbuhan, yaitu jaringan muda dan jaringan dewasa.
- ⓐ Jaringan muda (meristem) mempunyai sifat membelah, sehingga mempunyai fungsi menambah panjang akar maupun batang, karena biasanya terdapat pada bagian ujung.
- ⓐ Jaringan dewasa ialah jaringan yang terbentuk dari diferensiasi dan spesialisasi sel-sel hasil pembelahan jaringan meristem.
- ⓐ Berdasarkan struktur dan fungsinya, jaringan dewasa dibedakan menjadi 5 kelompok, yaitu:
  - a. Jaringan dasar (parenkim)
  - b. Jaringan penguat/penyokong, dibagi menjadi dua macam, yaitu:
    - a). Kolenkim, memberikan kekuatan yang bersifat sementara dan
    - b). Sklerenkim, memberikan kekuatan yang bersifat permanen
  - c. Jaringan pelindung (epidermis)
  - d. Jaringan pengangkut (xilem dan floem)
  - e. Jaringan gabus (periderma)
- ⓐ Sel-sel initial epidermis sebagian dapat berkembang menjadi alat-alat tambahan lain yang sering disebut derivat epidermis, seperti stomata, trikومات, dan sel kipas.





## TES FORMATIF I

Pilihlah salah satu jawaban menurut kalian yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf di depan jawaban tersebut !

1. Perhatikan pernyataan di bawah ini:

Sebab

Pengeluaran  $K^+$  dari sel penjaga yang menyebabkan kehilangan air secara osmotik

Akibat

Stomata membuka saat matahari terbit

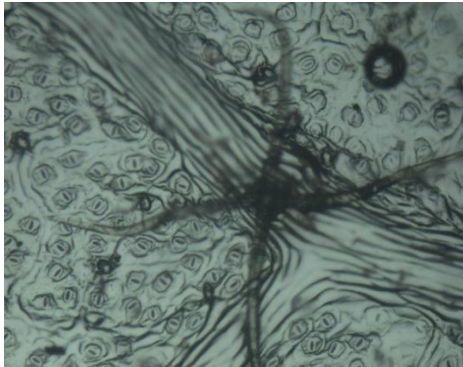
Berdasarkan pernyataan di atas, maka jawaban yang tepat adalah ... .

- A. pernyataan sebab dan akibat benar dan berhubungan
  - B. pernyataan sebab dan akibat benar tetapi tidak berhubungan
  - C. pernyataan sebab dan akibat salah dan berhubungan
  - D. pernyataan sebab benar dan akibat salah dan berhubungan
  - E. pernyataan sebab salah dan akibat benar dan tidak berhubungan
2. Sifat jaringan yang menunjang bersatunya potongan batang pada waktu proses penyambungan adalah... .
- A. sel-sel parenkim berubah sifat menjadi meristem
  - B. sel-sel parenkim sebagai tempat cadangan makanan
  - C. sel-sel kolenkim mengandung serat untuk menyatukan batang
  - D. sel-sel sklerenkim sebagai penguat batang
  - E. sel-sel sklerenkim sebagai pelindung bagian lunak yang lebih dalam

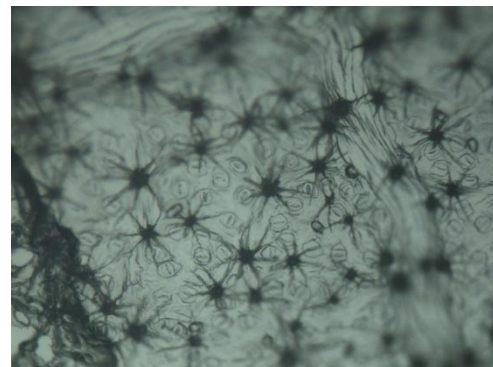


3. Perhatikan gambar trikomata di bawah ini:

A.



B.



Gambar A menunjukkan modifikasi epidermis *Hibiscus tiliaceus* L. (waru) di tempat terpolusi udara, sedangkan Gambar B di tempat yang kurang terpolusi. Pernyataan yang tepat untuk menunjukkan adanya hubungan struktur dan fungsi adalah ... .

- A. trikomata pada Gambar B memiliki fungsi untuk mempercepat penguapan
  - B. trikoma pada Gambar A berfungsi untuk mengurangi penguapan
  - C. trikomata pada Gambar B berfungsi untuk mengurangi penguapan
  - D. trikomata pada Gambar A berfungsi untuk melindungi gangguan dari luar
  - E. trikomata pada Gambar A dan B berfungsi untuk mempercepat penguapan
4. Cermati pernyataan berikut, manakah yang tepat menyatakan tentang stomata adalah... .
- 1. Peran turgor terhadap membuka dan menutupnya stomata
  - 2. Sel tetangga mengatur pelebaran dan penyempitan celah
  - 3. Sel penutup mengelilingi stomata
  - 4. Stomata berasal dari sel-sel protoderm

Berdasarkan pernyataan di atas jawaban yang tepat ialah ... .

- A. 1 dan 4
- B. 1 dan 2
- C. 2 dan 3
- D. 2 dan 4
- E. 1 dan 3

5. Perhatikan tabel di bawah ini:

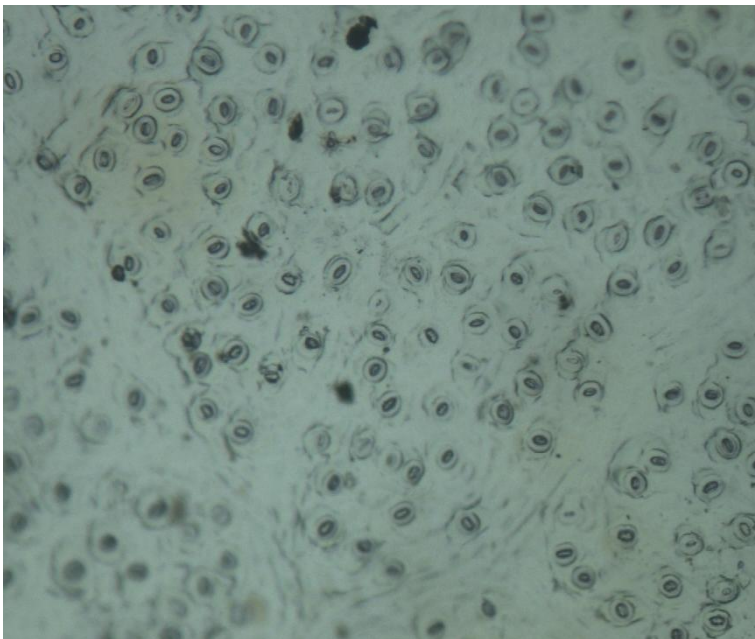
Istilah	Penjelasan
1. Hipodermis	a. Jaringan yang sel penyusunnya bersifat embrional
2. Kutikula	b. Lapisan terluar pada daun
3. Sklerenkim	c. Lapisan di bawah epidermis yang berasal dari meristem dasar

4. Lisigen	d. Kambium gabus yang merupakan suatu lapisan sel meristematis
5. Trakeid	e. Pembentukan ruang antar sel saat dinding primer dibentuk di antara dua sel anak yang baru

Berdasarkan penjelasan di atas, maka pernyataan yang benar dan cocok adalah ... .

- A. 4-d                      C. 2-b                      E. 5-e  
B. 1-c                      D. 3-a

6. Cermati gambar stomata *Polyalthia longifolia* Sonn. berikut ini:



Hitunglah rasio stomata yang membuka dari gambar di samping dengan rumus:

$$\text{Rasio stomata membuka} = \frac{\sum \text{stomata membuka} \times 100\%}{\text{Total } \sum \text{stomata}}$$

adalah ... .

- A. 45,8                      D. 35,3  
B. 50,5                      E. 34,4  
C. 55,7

7. Hubungan struktur-fungsi yang kurang tepat di bawah ini adalah ...

- A. epidermis – proteksi  
B. kolenkim – penyokong  
C. parenkima – tempat cadangan makanan  
D. sklerenkima – meristematis  
E. xilem – transportasi

8. Perhatikan beberapa ciri jaringan tumbuhan berikut ini:

1. Sel-selnya rapat dan tidak memiliki ruang antar sel
2. Dindingnya mengalami penebalan selulosa dan pektin
3. Umumnya tidak memiliki klorofil, kecuali pada epidermis tumbuhan paku



4. Sel-selnya merupakan jaringan hidup yang berukuran besar dan tipis serta umumnya berbentuk segi enam
5. Memiliki ruang antarsel yang banyak sehingga letaknya tidak rapat
- Ciri-ciri jaringan epidermis ialah ... .
- A. 1 dan 3    C. 2 dan 3    E. 4 dan 5  
B. 1 dan 2    D. 3 dan 4
9. Pada batang tumbuhan dikotil terdapat jaringan - jaringan berikut :
1. kortek                      3. empulur                      5. perisikel  
2. endodermis              4. kambium
- Pada pertumbuhan sekunder, bagian yang akan tumbuh menjadi jaringan pembuluh pada akar adalah nomor ...
- A. 1                      C. 3                      E. 5  
B. 2                      D. 4
10. Berikut adalah macam jaringan pada tumbuhan:
- 1). Epidermis                      4). Spons (Jaringan bunga karang)  
2). Sklerenkim                      5). Mesofil  
3). Stomata
- Jaringan yang hanya terdapat pada daun dikotil adalah ... .
- A. 1, 2, dan 3                      D. 1, 4, dan 5  
B. 1, 3, dan 4                      E. 2, 3, dan 5  
C. 1, 3, dan 5
11. Jaringan pada tumbuhan yang melakukan aktivitas peredaran glukosa ke seluruh sel-sel tumbuhan adalah ...
- A. parenkim  
B. floem  
C. xilem  
D. sklerenkim  
E. kolenkim



12. Berikut ini adalah nama-nama bagian dari struktur mikroskopis daun :

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| 1. jaringan palisade     | 4. berkas pengangkut   |
| 2. sel kipas             | 5. stele               |
| 3. jaringan bunga karang | 6. sel penutup stomata |

Bagian yang dapat melangsungkan proses fotosintesis karena sel-selnya mengandung kloroplas adalah .....

- A. 1, 2 dan 3
- B. 2, 4 dan 5
- C. 1, 3 dan 6
- D. 3, 4 dan 6
- E. 2, 3 dan 4

13. Adanya lingkaran tahun pada pohon disebabkan oleh . . .

- A. aktivitas felogen pada kortek
- B. kelanjutan aktivitas dari tunas
- C. pembelahan aktif sel-sel xilem yang hidup
- D. penambahan lignin pada xilem sekunder
- E. adanya jaringan meristem di antara jaringan pembuluh

14. Suatu organ tersusun oleh jaringan sebagai berikut :

- |              |               |                   |
|--------------|---------------|-------------------|
| 1. epidermis | 3. endodermis | 5. silinder pusat |
| 2. korteks   | 4. perisikel  |                   |

Susunan jaringan berturut –turut dari luar ke dalam adalah .....

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| A. 1-2-3-4-5 | C. 1-2-4-3-5 | E. 1-4-2-3-5 |
| B. 1-4-3-2-5 | D. 1-3-2-4-5 |              |

15. Bagian stomata yang biasanya berkembang dari sel protoderm yang berbatasan dengan sel induk stomata, tetapi dapat juga berkembang dari sel asal induk stomata adalah ... .

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| A. sel penutup  | D. sel epidermis |
| B. sel tetangga | E. ruang stomata |
| C. porus        |                  |





### UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Cocokkanlah hasil jawaban kalian dengan kunci jawaban yang telah tersedia. Hitunglah hasil jawaban kalian yang benar dan gunakanlah rumus berikut ini untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap seluruh isi materi dalam kegiatan belajar 1.

Rumus:

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban benar}}{\text{jumlah soal}} \times 100\%$$

Kriteria Pencapaian:

- 91% - 100% = Baik Sekali
- 81% - 90% = Baik
- 70% - 80% = Cukup
- <70% = Kurang

Jika tingkat penguasaan mencapai 75% ke atas, kalian telah berhasil menguasai materi yang ada di dalam modul dan siap melanjutkan ke kegiatan belajar selanjutnya. Tetapi bila tingkat penguasaan < 75%, kalian harus mengulang pemahaman kalian terhadap materi yang ada di dalam Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum kalian kuasai.



## KEGIATAN 2

### “LAJU TRANSPIRASI”

#### Tujuan Pembelajaran:

1. Siswa mampu mengukur laju transpirasi pada tumbuhan.
2. Siswa mampu mengategorikan faktor luar dan faktor dalam yang mempengaruhi laju transpirasi.



- ⌚ Transpirasi
- ⌚ Laju Transpirasi
- ⌚ Faktor Dalam
- ⌚ Faktor Luar

**KATA KUNCI**



## PENGANTAR



Gambar 18 . Tumbuhan layu (Sumber: Dokumen Penelitian)

Dalam aktivitasnya, tumbuhan selalu melakukan absorpsi air dari lingkungannya. Namun demikian tumbuhan juga melakukan pelepasan air berupa uap melalui seluruh permukaan tubuh tumbuhan, khususnya melalui stomata.

✓ Apa yang kalian pikirkan setelah melihat Gambar 18 ? Mengapa demikian ?

Jawaban :

✓ Bagaimana peristiwa seperti pada tumbuhan itu dapat terjadi ?

Jawaban :



## URAIAN MATERI

Dalam mekanisme pemasukan dan pelepasan ini terjadi dalam mekanisme kontrol keseimbangan cairan tubuh tumbuhan. Apabila absorpsi air dan pelepasan air tidak seimbang maka tumbuhan akan terganggu, terlalu banyak yang dilepaskan akan menyebabkan kelayuan apabila tidak dapat diimbangi dengan pemasukan melalui proses absorpsinya.

### A. TRANSPIRASI

Dalam aktivitas hidupnya, sejumlah besar air dikeluarkan oleh tumbuhan dalam bentuk uap air ke atmosfer. Pengeluaran air oleh tumbuhan dalam bentuk uap ini, prosesnya disebut **transpirasi**. Banyaknya air yang ditranspirasikan oleh tumbuhan merupakan kejadian yang khas, meskipun perbedaan terjadi antara satu spesies dengan spesies lainnya. Transpirasi dilakukan oleh tumbuhan melalui stomata, kutikula, dan lentisel. Organ tumbuhan yang paling utama dalam proses transpirasi adalah daun, karena pada daun jumlah stomata paling banyak. Transpirasi penting bagi tumbuhan, karena berperan dalam membantu meningkatkan laju angkutan air dan garam mineral, mengatur suhu tubuh dengan cara melepaskan kelebihan panas dari tubuh, dan mengatur turgor optimum di dalam sel.

Mekanisme transpirasi akan mudah dipahami jika mengenal struktur anatomi daun tumbuhan seperti yang sudah dijelaskan pada Kegiatan 1. Transpirasi dimulai dengan penguapan air oleh sel-sel mesofil ke rongga antar sel yang ada dalam daun. Dalam hal ini rongga antar sel jaringan bunga karang merupakan rongga yang besar, sehingga dapat menampung uap air dalam jumlah banyak. Penguapan air ke rongga antar sel akan terus berlangsung selama rongga antar sel belum jenuh dengan uap air.

Kehilangan air oleh transpirasi dapat berlangsung dari setiap bagian tumbuhan yang berhubungan dengan atmosfer. Namun demikian sebagian besar berlangsung melalui daun lewat stomata. Karena sifat kutikula yang *impermeabel* terhadap air, transpirasi yang berlangsung melalui kutikula relatif sangat kecil.



### Tahukah Anda

Transpirasi menjadi dasar untuk memahami penyerapan  $\text{CO}_2$ , dan molekul air berdifusi 1,6 kali lebih cepat dari molekul  $\text{CO}_2$  (karena bobot molekulnya lebih kecil), dan bahwa atmosfer dalam keadaan normal mengandung uap air 10-100 kali lebih banyak daripada  $\text{CO}_2$  (pada  $25^\circ\text{C}$ ,  $\text{H}_2\text{O}=3,2\text{-}32 \text{ mmol mol}^{-1}$ ;  $\text{CO}_2=0,351 \text{ mmol mol}^{-1}$ ). Dengan demikian, molekul  $\text{H}_2\text{O}$  yang berdifusi keluar dari stomata mempengaruhi masuknya molekul  $\text{CO}_2$ .

## B. LAJU TRANSPIRASI

Laju transpirasi ialah banyaknya uap air yang diuapkan per luas permukaan daun per satuan waktu. Satuan yang paling banyak digunakan yaitu  $\text{g m}^{-2} \text{ jam}^{-1}$  atau  $\text{ug cm}^{-2} \text{ detik}^{-1}$ . Laju transpirasi pohon secara individual dapat dinyatakan dalam satuan gram uap air per detik per batang. Untuk menyatakan transpirasi daun sebaiknya dinyatakan dalam **aliran transpirasi (*Transpirational flux*)** yang berarti banyaknya uap air yang diuapkan per luas permukaan daun per satuan waktu. Dalam penelitian di lapangan laju transpirasi biasanya dinyatakan dalam satuan luas areal seperti dalam  $\text{liter ha}^{-1} \text{ hari}^{-1}$ . Sedikit dugaan bahwa air mengandung jaringan adalah pengukuran transpirasi, tetapi kriteria tersebut tidak digunakan untuk daun dalam waktu satu jam, mungkin transpirasi dalam jumlah berlebihan dari jumlah alami sejumlah yang ada dan belum menunjukkan sedikit atau tidak ada perubahan dalam persentase dari air dari jumlah total yang ada.

Dalam setiap daun, tahanan yang diberikan ruang antarsel kepada difusi bebas gas adalah konstan karena tahapan ini ditentukan oleh anatomi daun, meskipun umumnya diperkirakan rendah. Asal stomata terbuka, tahanan total sepanjang jalur uap air juga menjadi rendah. Tetapi jika stomata tertutup, tahanan





akan sangat tinggi sehingga transpirasi praktis berhenti meskipun udara di luar kering. Bila stomata terbuka dan karena itu tahanan minimal, laju transpirasi dipengaruhi oleh sembarang faktor yang mempengaruhi ketajaman gradiasi difusi antara ruang antarsel dan atmosfer.

Pada umumnya tumbuhan mampu hidup tanpa transpirasi, namun bila dilakukan juga, tampaknya transpirasi memberikan manfaat, barangkali sambil mengangkut mineral mempertahankan turgiditas optimum. Adanya pengangkutan mineral yang diserap ke dalam akar bergerak ke atas tumbuhan dengan cara yang khas dalam arus transpirasi, yaitu aliran air melalui xilem akibat transpirasi. Tapi aliran transpirasi bukanlah satu-satunya jalur bagi pergerakan ini, sebab mineral juga bergerak ke atas dalam batang pada musim semi, sebelum dedaunan muncul. Alasan lain mengapa beberapa tumbuhan tidak tumbuh dengan baik bila transpirasi sangat kurang adalah karena sel berfungsi paling baik dalam keadaan sedikit air. Mungkin ada turgiditas atau potensial air optimum bagi sel, sehingga di atas dan di bawah tingkat ini berbagai fungsi tertentu akan kurang efisien.

### **C. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI**

Sebenarnya seluruh bagian tumbuhan mengadakan transpirasi, akan tetapi biasanya hanyalah transpirasi daun yang dibicarakan, karena hilangnya molekul-molekul air dari tubuh tumbuhan itu sebagian besar adalah lewat daun. Hal ini disebabkan karena luasnya permukaan daun dan daun-daun itu lebih terkena udara daripada bagian-bagian lain dari suatu tumbuhan. Transpirasi terpengaruh oleh banyak faktor, baik faktor-faktor dalam maupun faktor luar.

#### **a). Faktor dalam yang mempengaruhi laju transpirasi:**

1. Struktur dan ukuran daun yang meliputi: besar-kecilnya daun, tebal-tipisnya daun, berlapis lilin atau ada tidaknya permukaan daun, banyak-sedikitnya bulu pada permukaan daun mempengaruhi laju transpirasi.
2. Banyak-sedikitnya jumlah stomata pada tiap satuan luas permukaan daun tergantung pada jenis tumbuhan serta faktor lingkungan saat daun sedang tumbuh mempengaruhi laju transpirasi.



3. Lubang stomata yang tidak bundar, melainkan oval itu ada kaitannya dengan intensitas pengeluaran air. Juga yang letaknya satu sama lain diperantai oleh suatu jarak tertentu itu pun mempengaruhi intensitas penguapan. Bahwa penguapan air yang tidak ditutup sama sekali lebih lambat daripada air yang diatas permukaannya diberi selaput yang berlubang-lubang halus. Di dalam batas-batas tertentu, maka semakin banyak porinya makin cepat penguapan. Jika lubang-lubang itu terlalu berdekatan, maka penguapan melalui lubang yang satu malah terhambat oleh penguapan dari lubang yang berdekatan. Sehingga dapat diketahui bahwa bentuk stomata yang oval lebih memudahkan mengeluarkan air daripada bentuk yang bundar.

b). **Faktor-faktor luar yang mempengaruhi laju transpirasi ialah:**

**1. Sinar matahari**

Sinar matahari menyebabkan membukanya stomata dan gelap menyebabkan menutupnya stomata. Jadi banyak sinar menyebabkan mempergiat transpirasi, karena sinar mengandung panas (infra merah). maka banyak sinar berarti menambah panas, sehingga temperatur naik.

**2. Temperatur**

Kenaikan temperatur menambah tekanan uap di dalam daun, menambah tekanan uap di luar daun akan tetapi di luar daun ruangnya tidak terbatas.

**3. Kebasahan udara**

Pada hari cerah tekanan uap di dalam daun jauh lebih tinggi dari tekanan uap di luar daun atau ruang di dalam daun jauh lebih banyak uap air daripada uap air di luar daun. Jadi molekul air berdifusi dari konsentrasi tinggi (dalam daun) ke konsentrasi rendah (luar daun). Jika udara berawan, kebasahan udara antara bumi dan awan bedanya sangat tinggi. Dengan perbedaan kebasahan udara di dalam dan di luar daun juga jauh berbeda, hal ini menyebabkan lancarnya difusi uap air dari dalam daun ke luar daun. Jadi, udara basah menghambat transpirasi, sedang udara kering memperlancar transpirasi.



#### 4. Angin

Angin membawa pindah uap air yang tertimbun dekat stomata. Dengan demikian maka uap yang masih ada di dalam daun mendapat kesempatan berdifusi keluar.

#### 5. Keadaan air di dalam tanah

Air tanah adalah satu-satunya sumber pokok, tempat akar mendapatkan air yang dibutuhkan. Absorpsi lewat daun juga ada, tetapi tidak seberapa bila dibandingkan dengan akar.



*Pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Pada kebanyakan pencemaran udara, menyebabkan kerusakan dan perubahan fisiologi tanaman kemudian diekspresikan dalam gangguan pertumbuhan. Walaupun tidak bagi tanaman untuk menjadi resisten terhadap gas-gas polutan pada segala konsentrasi yang*



*Dalam satu daun dengan suplai air yang berlimpah, laju kehilangan air oleh transpirasi stomata pada keadaan udara jenuh tergantung atas ketahanan terhadap difusi dari molekul air oleh alur antara ruang udara daun dan udara (resistensi difusi daun).*



#### D. PENGUKURAN LAJU TRANSPIRASI

Dalam pengukuran laju transpirasi tidaklah terlalu mudah dilakukan. Kesulitan utamanya adalah karena semua cara pengukuran transpirasi mengharuskan penempatan suatu tumbuhan dalam berbagai kondisi yang mempengaruhi laju transpirasi. Ada empat cara untuk mengukur laju transpirasi dimana masing-masing mempunyai berbagai kesalahan yang merupakan sifat cara tersebut, yaitu:

##### a. Kertas Kobalt Klorida

Perhatikan Gambar 19 tentang pengukuran laju transpirasi daun dengan kertas kobalt klorida:



Gambar 19. Pengukuran Laju Transpirasi Daun dengan Kobalt Klorida (Anonim)

Berdasarkan Gambar 19, bahwa pengukuran tersebut adalah pengukuran uap air yang hilang ke udara yang diganti dengan pengukuran uap air yang hilang ke dalam kertas kobalt klorida kering. Kertas ini berwarna biru cerah bila kering tetapi menjadi biru pudat dan kemudian berubah menjadi merah jambu bila menyerap air. Sehelai kecil kertas biru cerah ditempelkan pada permukaan daun dan ditutup dengan sebuah gelas preparat. Pada bagian bawah daun pada posisi yang sama ditempelkan lagi sebuah gelas preparat lain kemudian kedua gelas preparat tersebut dijepit. Waktu yang diperlukan untuk mengubah warna kertas dari biru cerah menjadi biru muda yang telah



dibakukan merupakan ukuran laju kehilangan air dari bagian daun yang ditutup kertas.

**b. Potometer**

Perhatikan Gambar 20 berikut ini:



Gambar 20. Potometer (Sumber: dokumen penelitian)

Berdasarkan Gambar 20, maka dapat diketahui bahwa potometer digunakan untuk mengukur pengambilan air oleh sebuah potongan pucuk, dengan asumsi bahwa bila air tersedia dengan bebas untuk tumbuhan, jumlah air yang diambil sama dengan jumlah air yang dikeluarkan oleh transpirasi.

**c. Pengumpulan Uap Air yang Ditranspirasi**

Cara ini mengharuskan tumbuhan atau bagian tumbuhan dikurung dalam sebuah bejana tembus cahaya sehingga uap air yang ditranspirasi dapat dipisahkan. Bila digunakan tumbuhan dalam pot hendaknya diusahakan agar tidak terjadi evaporasi dari permukaan pot dan tanah. Aliran udara disedot secara seimbang melalui bejana tersebut dan dilewatkan ke dalam tabung-tabung U yang sebelumnya sudah ditimbang dan berisi penyerap air. Setelah beberapa waktu tabung-tabung U ditimbang kembali. Dibuat pula sebuah eksperimen kontrol tanpa tumbuhan dan ke dalam alat-alat itu dialirkan udara dengan volume sama, untuk menentukan kandungan air dalam aliran udara.





#### d. Penimbangan Langsung

Pengukuran transpirasi yang paling memuaskan diperoleh dari tumbuhan yang tumbuh dalam pot yang telah diatur sedemikian sehingga evaporasi dari pot dan permukaan tanah dapat dicegah. Kehilangan air dari tumbuhan ini dapat ditaksir untuk jangka waktu tertentu dengan penimbangan langsung.

Laju transpirasi yang ditentukan dengan salah satu cara tersebut, dinyatakan sebagai jumlah air yang hilang per satuan tumbuhan per satuan waktu, tetapi satuan sebenarnya yang dipilih bergantung pada maksud pengukuran.

Cara lain yang digunakan dalam pengukuran laju transpirasi ialah di dalam pot. Hal tersebut mencegah pengeringan tanah terlalu banyak selama eksperimen yang panjang, dan laju transpirasi dapat dihitung dengan menentukan berapa banyak air yang harus ditambahkan ke dalam pot sampai berat semula dicapai kembali.

#### INFO HASIL PENELITIAN

Keterangan	Terpolusi Udara			Kurang Terpolusi Udara		
	Ketapang	Waru	Glodogan	Ketapang	Waru	Glodogan
Luas Daun (m <sup>2</sup> )	0,02	0,02	0,07	0,04	0,03	0,05
Stomata	86	77	154	88	50	142
Laju Transpirasi (ml/m <sup>2</sup> /dt)	0,00580	0,00216	0,00146	0,00179	0,00656	0,00193

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka adanya jumlah stomata dan luas permukaan daun tidak berbanding lurus terhadap hasil laju transpirasi yang dihasilkan. Seperti pada tumbuhan ketapang (*Terminalia catappa* L.) yang terpolusi udara, walaupun jumlah stomatanya sedikit maka laju transpirasi yang dihasilkan banyak. Hal ini didukung karena cetakan epidermis yang tidak terlalu bagus sehingga stomata tampak begitu jelas; serta terdapatnya sedikit trikomata di pertulangan daun, adapun salah satu dari fungsi trikomata ialah sebagai pelindung terhadap gangguan luar. Hasil tersebut berbanding dengan ketapang di tempat yang kurang terpolusi. Dengan hasil stomata yang cukup banyak dan luas permukaan daun yang banyak pula maka seharusnya menghasilkan laju transpirasi yang banyak, namun dalam pengukuran ini laju transpirasinya sedikit. Adapun dengan hasil yang demikian juga didukung dengan adanya trikomata yang cukup banyak juga, sehingga berfungsi untuk mengurangi penguapan air yang menyebabkan laju transpirasinya sedikit.



## Lembar Kegiatan Siswa 2

Agar siswa mengetahui bagaimana mekanisme untuk melakukan pengukuran laju transpirasi, serta faktor-faktor luar apa saja yang mempengaruhinya, maka siswa secara kelompok akan melakukan percobaan tersebut pada tumbuhan, yaitu sebagai berikut:

### a. Pengukuran Pengaruh Kondisi Lingkungan Abiotik terhadap Laju Transpirasi

a). Alat :

1. Termometer
2. Luxmeter
3. Higrometer
4. Anemometer

b). Bahan :

1. Daun ketapang (*Terminalia catappa* L.)
2. Daun glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.)
3. Daun waru (*Hibiscus tiliaceus* L.)

c). Cara Kerja :

1. Ukur temperatur di lingkungan sekitar ketiga tumbuhan (waru, ketapang dan glodogan) menggunakan termometer, dengan satuan °C.
2. Ukur intensitas cahaya di lingkungan sekitar ketiga tumbuhan (waru, ketapang dan glodogan) menggunakan luxmeter, dengan menempatkan sensornya ke arah cahaya matahari dan mencatat berapa candela yang dihasilkan. Jika pengukuran masih dengan kode A, maka dikalikan 1, jika pengukuran pada kode B dikalikan 10, dan jika mencapai kode C maka hasil yang tertera di monitornya dikalikan 100; dengan satuan candela.
3. Ukur kelembaban udara di lingkungan sekitar ketiga tumbuhan (waru, ketapang dan glodogan) menggunakan higrometer, dengan satuan %.
4. Ukur kecepatan angin di lingkungan sekitar ketiga tumbuhan (waru, ketapang dan glodogan) menggunakan anemometer, dengan melihat angka yang tertera pada monitor saat baling-baling yang ada pada alat tersebut bergerak.



**b. Pengukuran Laju Transpirasi**

a). Alat :

1. Potometer
2. Stop Watch
3. Gunting
4. Mistar
5. Spidol

b). Bahan :

1. Air
2. Vaseline
3. Ranting dan daun ketapang (*Terminalia catappa* L.)
4. Ranting dan daun glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.)
5. Ranting dan daun waru (*Hibiscus tiliaceus* L.)

c). Cara Kerja :

1. Siapkan masing-masing dua buah ranting atau daun dari tumbuhan waru, ketapang dan glodogan.
2. Pilih ukuran ranting atau daun yang sama dengan ukuran pipa karet pada potometer.
3. Masukkan ranting daun ke dalam pipa karet potometer yang sudah diisi air dan tutup mulut pipa kaca utama dengan karet penyumbat dengan rapat.
4. Jika pipa berskala masih bocor, maka berikan vaselin di setiap karet penyumbat agar udara tidak mudah masuk.
5. Beri tanda posisi awal dari air pada pipa berskala dengan spidol.
6. Tempatkan percobaan pada tempat yang terkena cahaya.
7. Ukur hasil percobaan dengan melihat skala pada potometer menggunakan mistar.
8. Catat waktu yang diperlukan saat laju transpirasi menggunakan stopwatch.
9. Bandingkan hasil laju transpirasi ketiga tumbuhan tersebut.
10. Lakukan pengulangan minimal 2 kali jika agar data valid.



**c. Pengukuran Luas Permukaan Daun**

a). Alat :

1. Timbangan digital
2. Alat tulis

b). Bahan :

1. Kertas kalkir
2. Daun ketapang (*Terminalia catappa* L.)
3. Daun glodogan (*Polyalthia longifolia* Sonn.)
4. Daun waru (*Hibiscus tiliaceus* L.)

c). Cara Kerja :

1. Gambar setiap pola daun waru, ketapang dan glodogan pada kertas kalkir dan gunting sesuai pola masing-masing daun.
2. Timbang berat kertas kalkir secara utuh dengan timbangan digital.
3. Timbang potongan pola masing-masing daun dengan timbangan digital.
4. Hitung luas permukaan masing-masing daun dengan rumus:

$$\text{Luas daun (m}^2\text{)} = \frac{W_t}{W_i} \times Li \text{ (cm}^2\text{)}$$

Keterangan:

Wt = berat kertas dari masing-masing sampel daun (g)

Wi = berat kertas yang dijadikan standar (g)

Li = luas kertas yang dijadikan standar (cm<sup>2</sup>)



d). Tabel 3. Hasil Pengamatan Laju Transpirasi

Tumbuhan	Pengulang an	Intensitas Cahaya (Candela)	Kelembap an Udara (%)	Tempera tur (°C)	Kecepatan Angin (m/s)	Volume (ml)	Waktu (detik)
Ketapang	I						
	II						
Glodogan	I						
	II						
Waru	I						
	II						

e). Diskusi:

1. Bagaimanakah hubungan antara luas permukaan daun dengan laju transpirasi ?
2. Hitunglah laju transpirasi masing-masing daun tersebut dengan satuan  $\text{ml/m}^2/\text{dtk}$  (volume/luas daun/waktu). Bandingkan hasil dari pengukuran ketiga daun tersebut, sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan !

**Tugas Individu Siswa:**

Berdasarkan data hasil pengamatan yang telah dilaksanakan, untuk masing-masing siswa buatlah menjadi sebuah portofolio dengan format resmi suatu laporan penelitian dan dikumpulkan !





## RANGKUMAN

- ~ Transpirasi ialah pengeluaran air oleh tumbuhan dalam bentuk uap.
- ~ Laju transpirasi adalah banyaknya uap air yang diuapkan per luas permukaan daun per satuan waktu.
- ~ Satuan yang paling banyak digunakan yaitu  $\text{g m}^{-2} \text{jam}^{-1}$  atau  $\text{ug cm}^{-2} \text{detik}^{-1}$ .
- ~ Faktor dalam laju transpirasi, yaitu: besar-kecilnya daun, tebal-tipisnya daun, berlapisnya lilin atau ada tidaknya permukaan daun, banyak-sedikitnya bulu pada permukaan daun, banyak-sedikitnya stoma, bentuk dan lokasi stomata.
- ~ Faktor luar laju transpirasi ialah: sinar matahari, temperatur, kelembapan udara, angin, serta keadaan air di dalam tanah.
- ~ Pengukuran laju transpirasi dapat menggunakan: kertas Kobalt Klorid, potometer, pengumpulan uap air yang ditranspirasi, dan penimbangan langsung.



## TES FORMATIF II

Pilihlah salah satu jawaban menurut kalian yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf di depan jawaban tersebut !

1. Pada penghitungan laju transpirasi, jika intensitas cahaya meningkat maka laju transpirasi tumbuhan juga menjadi meningkat. Hal ini dikarenakan ... .
  - A. cahaya berpengaruh langsung terhadap transpirasi
  - B. cahaya mengakibatkan stomata terbuka
  - C. cahaya tidak berpengaruh dengan kecepatan laju transpirasi
  - D. cahaya memperlambat pengangkutan air yang diangkut oleh xilem
  - E. cahaya mempercepat stomata menutup
2. Pernyataan yang benar di bawah ini ialah ... .
  - A. penutupan stomata mempercepat laju transpirasi
  - B. pembukaan stomata menurunkan laju transpirasi
  - C. penutupan stomata akan mengurangi laju transpirasi
  - D. pengurangan tekanan turgor menyebabkan pembukaan stomata
  - E. peningkatan tekanan turgor terjadi jika penyerapan air tidak seimbang dengan laju transpirasi
3. Pada hasil pengamatan terdapat data sebagai berikut:  
Volume penguapan air = 0,025 ml  
Luas permukaan daun = 0,03 m<sup>2</sup>  
Waktu yang diperlukan = 1200 dtk  
Laju transpirasi dari *Terminalia catappa* L. adalah ... .
  - A. 0,00069 ml m<sup>-2</sup> dtk<sup>-1</sup>
  - B. 0,00028 ml m<sup>-2</sup> dtk<sup>-1</sup>
  - C. 0,00083 ml m<sup>-2</sup> dtk<sup>-1</sup>
  - D. 0,00035 ml m<sup>-2</sup> dtk<sup>-1</sup>
  - E. 0,00031 ml m<sup>-2</sup> dtk<sup>-1</sup>
4. Transpirasi melibatkan difusi uap air dari ruang-ruang antar sel ke udara melalui stomata. Laju transpirasi tergantung pada ... .
  - A. persamaan konsentrasi antara uap air di dalam dan di luar daun
  - B. tahanan jalur yang dilalui terhadap molekul-molekul uap air yang berdifusi
  - C. tahanan jalur yang dilalui terhadap molekul-molekul uap air yang osmosis
  - D. tingginya tahanan total sepanjang jalur uap air
  - E. rendahnya tahanan, jika stomata tertutup maka transpirasi akan cepat



5. Pada pengukuran laju transpirasi tumbuhan dengan potometer, maka kelebihan dari penggunaan alat tersebut adalah ... .
- A. menyebabkan stomata di bawah permukaan menutup dalam beberapa menit
  - B. mempengaruhi laju transpirasi dengan aliran udara
  - C. mencegah evaporasi dalam pot dan permukaan tanah
  - D. menggambarkan pengaruh kondisi luar terhadap transpirasi
  - E. mengusahakan terjadinya evaporasi dari permukaan pot dan permukaan tanah

6. Perhatikan pernyataan sebab-akibat berikut ini:

Sebab

Perbedaan kelembapan udara di dalam dan di luar daun , hal ini menyebabkan lancarnya difusi uap air dari dalam daun ke luar daun

Akibat

Udara basah memperlancar transpirasi, sedang udara kering menghambat transpirasi

Berdasarkan pernyataan tersebut, maka hasil yang tepat ialah ... .

- A. sebab dan akibat benar dan berhubungan
  - B. sebab dan akibat benar tetapi tidak berhubungan
  - C. sebab benar dan akibat salah dan berhubungan
  - D. sebab benar dan akibat salah tetapi tidak berhubungan
  - E. sebab dan akibat salah dan berhubungan
7. Cermati tabel perhitungan luas permukaan daun terhadap laju transpirasi:

No.	Luas Permukaan Daun ( $m^2$ )	Laju Transpirasi ( $ml\ m^{-2}\ dtk^{-1}$ )
1.	0,03	0,00069
2.	0,04	0,00083
3.	0,02	0,00055

Berdasarkan data di atas, dapat diambil kesimpulan ... .

- A. semakin besar luas permukaan daun, maka laju transpirasi semakin besar
  - B. semakin besar luas permukaan daun, maka laju transpirasi semakin kecil
  - C. semakin kecil luas permukaan daun, maka laju transpirasi semakin besar
  - D. jawaban A dan C benar
  - E. semua jawaban benar
8. Stomata membuka ketika sel penjaga ... .
- A. mengindera adanya peningkatan  $CO_2$  di ruangan udara daun
  - B. menjadi lebih turgid karena  $K^+$  diikuti masuknya air secara osmotik
  - C. membuka karena adanya penurunan tekanan turgor
  - D. menutup pori-pori daun sehingga mencegah pengambilan air
  - E. mengakumulasi air melalui transpor aktif



9. Produktivitas suatu tanaman menurun ketika daun mulai layu, hal ini terjadi terutama akibat ...
  - A. klorofil daun yang layu itu mengalami dekomposisi
  - B. sel mesofil yang lembek tidak mampu melakukan fotosintesis
  - C. fotolisis, tahapan pemecahan air pada fotosintesis, tidak dapat terjadi ketika defisiensi air
  - D. stomata menutup untuk mencegah  $\text{CO}_2$  berdifusi ke dalam daun
  - E. akumulasi  $\text{CO}_2$  dalam daun yang menghambat enzim untuk melakukan fotosintesis
  
10. Jika terdapat lapisan lilin di permukaan daun, maka perkiraan yang akan terjadi pada laju transpirasi adalah ...
  - A. laju transpirasi akan sedikit
  - B. laju transpirasi akan banyak
  - C. laju transpirasi semakin cepat
  - D. jawaban B dan C benar
  - E. semua jawaban benar



### UMPAN BALIK/TINDAK LANJUT SISWA

Cocokkanlah hasil jawaban kalian dengan kunci jawaban yang telah tersedia. Hitunglah hasil jawaban kalian yang benar dan gunakanlah rumus berikut ini untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap seluruh isi materi dalam Kegiatan Belajar 1.

Rumus:

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban benar}}{\text{jumlah soal}} \times 100\%$$

Kriteria Pencapaian:

- 91% - 100% = Baik Sekali
- 81% - 90% = Baik
- 70% - 80% = Cukup
- <70% = Kurang

Jika tingkat penguasaan mencapai 75% ke atas, kalian telah berhasil menguasai materi yang ada di dalam modul dan siap melanjutkan ke kegiatan belajar selanjutnya. Tetapi bila tingkat penguasaan < 75%, kalian harus mengulang pemahaman kalian terhadap materi yang ada di dalam Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum kalian kuasai.





## GLOSARIUM

- @ Diferensiasi : perubahan bentuk sel yang disesuaikan dengan fungsinya.
- @ Difusi : perembesan zat lewat membran yang permeabel terhadapnya. Dari daerah yang konsentrasi zat tinggi ke daerah yang konsentrasinya rendah.
- @ Empulur : bagian pusat batang yang mengandung sel-sel parenkim yang besar dan dengan letak jarang.
- @ Evaporasi : proses pertukaran molekul air (likuid) di permukaan menjadi molekul uap air (gas) di atmosfer melalui kekuatan panas (heat energy).
- @ Felem : jaringan gabus penghasil lapisan gabus pada kulit pohon yang sudah tua.
- @ Feloderma : suatu parenkim gabus yang dapat dikatakan hampir homogen dengan parenkim korteks yang terbentuk ke arah dalam.
- @ Felogen : kambium gabus yang merupakan suatu lapisan sel meristematis.
- @ Gom : getah yang diperoleh dari dua jenis pohon akasia, berupa kristal bening yang mudah larut dalam air, larutannya bersifat asam, yang digunakan sebagai perekat (lem).
- @ Kambium : lapisan sel yang terdiri dari beberapa lapis, bersifat meristematis, dan mampu bermitosis terus.
- @ Korteks : kulit pada tumbuhan terletak di antara lapisan stele yang mengandung jaringan pembuluh dan epidermis.
- @ Kutikula : selaput tipis sebelah luar epidermis, digetahkan oleh sel-sel epidermis.
- @ Lentisel : kumpulan sel yang longgar di kulit tumbuhan yang sudah tua dan epidermisnya sudah rusak atau mengelupas.



- @ Mesofil : daging daun, banyak mengandung kloroplas dan untuk melakukan fotosintesis, berfungsi untuk memasukkan gas pernapasan ( $\text{CO}_2$ ) dari udara lewat stomata.
- @ Noktah : bagian dinding sel tumbuhan yang sangat tipis, terdiri dari dinding primer saja, dan berguna untuk transpor zat antara sel bersebalahan.
- @ Palisade : jaringan pagar, deretan sel daging daun berbentuk batang, berada pada lapis atas daging daun.
- @ Parenkim asimilasi : parenkim yang bertugas dalam pengambilan bahan anorganik di alam untuk di olah tubuh menjadi bahan yang bermolekul lebih kompleks.
- @ Pektin : senyawa asam galakturonat (polisakarida) yang mudah larut dalam air dan banyak terkandung dalam dinding sel dan bahan interseluler tumbuhan, terutama pada buah.
- @ Plastida : organel utama yang ditemukan pada tumbuhan dan alga, berfungsi untuk fotosintesis.
- @ Prokambium : meristem yang akan membentuk jaringan pembuluh primer. Jaringan ini memiliki beberapa fungsi dan dapat dibedakan menjadi 2 sesuai dengan fungsinya, yaitu : makanan yang terbentuk hasil fotosintesis dialirkan dalam floem; sedangkan air dan garam-garam mineral dialirkan dalam xilem.
- @ Promeristem : jaringan meristem yang ada pada saat tumbuhan masih dalam tingkat embrio.
- @ Protoderm : lapisan paling luar sel. Bagian ini akan berkembang membentuk jaringan primer epidermis.
- @ Protoplasma : elemen utama sebuah sel yang terdiri dari berbagai bahan meliputi air, garam-garam, mineral, dan minyak senyawa organik (diantaranya: karbohidrat, protein dan lipid).



- @ Sel-sel initial (sel permulaan) : sel-sel meristem membelah terus untuk menghasilkan sel-sel baru, beberapa hasil pembelahan akan tetap berada dalam jaringan meristem.
- @ Sel kipas (buliformis) : derivat dari jaringan epidermis yang mempunyai struktur sel yang berdinding tipis dengan vakuola yang besar dan ukuran sel lebih besar dibandingkan sel-sel epidermis, mengandung banyak air dan tanpa/hampir tidak mengandung kloroplas. Dindingnya terdiri dari bahan-bahan selulosa dan pektin, dinding paling luar mengandung kutin dan diselubungi kutikula, berfungsi dalam proses pembukaan gulungan daun dalam tunas dan untuk mengurangi penguapan yang berlebihan.
- @ Selulosa : zat kayu, suatu senyawa polisakarida, terdiri atas unsur C, H, dan O, dan untuk melindungi dinding sel tumbuhan.
- @ Sekret : senyawa-senyawa seperti lendir, getah minyak dan lemak yang dikeluarkan oleh jaringan sekretori tumbuhan.
- @ Serat Libriiform : serat floem dan biasanya lebih panjang dan lebih tebal dindingnya dibanding sel trakeid, dindingnya sangat tebal dan jumlah noktahnya sedikit.
- @ Spesialisasi : pengkhususan sel untuk mendukung suatu fungsi tertentu.
- @ Tekanan turgor : tekanan air pada dinding sel yang disebabkan oleh masuknya air ke dalam sel sehingga menimbulkan tekanan pada dinding sel.
- @ Trakea : pembuluh yang sangat panjang, berasal dari beberapa sel yang berderet memanjang dan batas antarsel (dinding ujung sel) melebur.
- @ Trakeid : sel pengangkut air yang primitif dari tumbuhan berpembuluh.



KUNCI JAWABAN

**Soal Latihan Kegiatan 1:**

a). Jumlah stomata pada satu bidang pandang, serta ada atau tidaknya trikomata :

1. Di tempat yang terpolusi udara, yaitu:

- 1) Daun ketapang; stomata = 148 dan tidak terdapat trikomata
- 2) Daun waru; stomata = 77 dan terdapat satu trikoma berbentuk bintang
- 3) Daun glodogan; stomata = 202 dan tidak terdapat trikoma

2. Di tempat yang tidak terpolusi udara, yaitu:

- 1) Daun ketapang; stomata = 141 dan trikoma = 18
- 2) Daun waru, stomata = 44 dan terdapat banyak trikoma
- 3) Daun glodogan; stomata = 190 dan tidak terdapat trikoma

b). Perbandingan kedua habitat berbeda antara jumlah stomata dan trikomatanya ialah:

Berdasarkan pengamatan tersebut, maka jumlah stomata paling banyak terdapat di tempat yang terpolusi udara, sedangkan jumlah trikoma dijumpai paling banyak di tempat yang tidak terpolusi udara. Hal tersebut menggambarkan bahwa tumbuhan ketapang, waru, dan glodogan yang di tempat yang terpolusi udara memiliki struktur anatomi yang rapat, sehingga masing-masing dari derivat epidermis mampu menjalankan fungsinya.

c). Letak stomata dan trikoma pada tumbuhan :

- Stomata : terdapat hampir pada semua bagian permukaan tumbuhan, tetapi jumlah terbanyak ditemukan pada daun dan batang yang muda. Pada bagian daun stomata terdapat baik pada permukaan atas maupun bawah, atau biasanya pada permukaan bawah saja. Stomata dapat juga ditemukan pada mahkota bunga, putik, tangkai sari, daun buah dan biji tetapi biasanya stomata tersebut tidak berfungsi.
- Trikomata : terdapat pada bagian permukaan tubuh tumbuhan, epidermis daun, ibu tulang daun, pangkal daun, batang, biji, rambut akar.



d). Berdasarkan pengamatan tentang penghitungan jumlah stomata dan trikomata, maka dapat diambil kesimpulan bahwa dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa jumlah stomata tumbuhan waru, glodogan, dan ketapang yang di tempat terpolusi lebih banyak dari jumlah stomata yang kurang terpolusi, hal tersebut menyatakan bahwa stomata mampu menjalankan fungsinya sebagai derivat epidermis yang berperan dalam proses transpirasi maupun respirasi sehingga dalam pengamatan ini tumbuhan waru, ketapang, dan glodogan di tempat yang kurang terpolusi udara, stomata kurang berfungsi dengan baik. Sedangkan jumlah trikoma berbentuk bintang pada tumbuhan waru lebih banyak di tempat yang kurang terpolusi udara hal tersebut yang nantinya akan mampu mengurangi penguapan air pada tumbuhan.

#### Tes Formatif Kegiatan Belajar 1:

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. B | 6. E  | 11. B |
| 2. A | 7. D  | 12. C |
| 3. C | 8. A  | 13. E |
| 4. A | 9. B  | 14. A |
| 5. B | 10. B | 15. B |

Perhitungan Tes Formatif 1 No. 6

$$\begin{aligned}\text{Rasio Stomata Membuka} &= \frac{\sum \text{Stomata Membuka}}{\text{Total } \sum \text{Stomata (Membuka \& Menutup)}} \times 100\% \\ &= \frac{19}{55} \times 100\% = 34,54 \%\end{aligned}$$

#### Soal Latihan Kegiatan 2 :

1. Jawaban sesuai dengan pengamatan siswa terhadap pengukuran luas permukaan daun pada tumbuhan waru, glodogan, dan ketapang. Jika pada hasil pengamatan, luas permukaan daun yang dihasilkan banyak, maka laju transpirasi yang dihasilkan juga akan semakin cepat dimana juga akan dikaitkan dengan faktor dalam yang mempengaruhi laju transpirasi seperti





stomata, trikomata, ketebalan daun. Begitu juga sebaliknya dengan hasil luas permukaan daun jika hasilnya sedikit yang mengakibatkan laju transpirasinya lambat. Jika luas permukaan daun besar tetapi laju transpirasinya malah lambat, hal tersebut juga harus dilihat terlebih dahulu bagaimana hasil dari faktor luar dan faktor dalam yang mempengaruhinya karena faktor tersebut sangat mempengaruhi besar kecilnya laju transpirasi yang dihasilkan.

2. Jawaban sesuai dengan data penelitian dari hasil yang telah diukur siswa. Jika hasil dari laju transpirasi banyak, maka hal tersebut juga didukung dengan faktor internal dan faktor luar yang mempengaruhi laju transpirasi sesuai peranan dari masing-masing fungsinya.

### Tes Formatif Kegiatan 2 :

- |      |       |
|------|-------|
| 1. B | 6. C  |
| 2. C | 7. A  |
| 3. A | 8. B  |
| 4. B | 9. D  |
| 5. D | 10. A |

### Perhitungan Tes Formatif 2 No. 3

$$\begin{aligned}\text{Laju Transpirasi (ml m}^2 \text{ dtk}^{-1}) &= \text{volume} / \text{luas daun} / \text{waktu} \\ &= 0,025 / 0,03 / 1200 \\ &= 0,00069 \text{ ml m}^2 \text{ dtk}^{-1}\end{aligned}$$

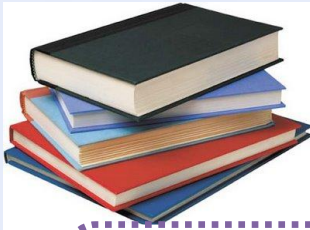


## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. *Jaringan Pada Tumbuhan*, diakses:  
<http://edukasi.net/index.php?mod=script&cmd=Bahan%20Belajar/Materi%20Pokok/vi&id=92&uniq=1365>, pada Minggu, 25 Maret 2012, pukul: 23.14.
- Anonim. tth. *Jaringan Pengangkut atau Jaringan Pembuluh*, diakses:  
[http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR. PEND. BIOLOGI/196607161991011-AMPRASTO/bahan\\_kuliah/e-learningantum/Jaringan\\_Pengangkut\\_%288%29.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR. PEND. BIOLOGI/196607161991011-AMPRASTO/bahan_kuliah/e-learningantum/Jaringan_Pengangkut_%288%29.pdf), pada Jum'at, 30 Maret 2012, pukul: 06.31.
- Anonim. 2011. *Biologi*, diakses: [http://biologi.lkp.web.id/wp-content/uploads/2011/11/clip\\_image0061.gif](http://biologi.lkp.web.id/wp-content/uploads/2011/11/clip_image0061.gif), pada: Selasa, 17 April 2012, pukul: 12.02.
- Anonim. tth. *Kertas Kobalt Klorida*, diakses:  
<http://utahscience.oremir.alpine.k12.ut.us/sciber06/7th/Cells/html>, pada: Rabu, 18 April 2012, pukul: 14.44.
- Eviyanti Nurjanah. 2011. *Jaringan Tumbuhan*, diakses: <http://eviyantinurjanah-biologiselamanya.blogspot.com/2011/10/rpp-jaringan-tumbuhan.html>, pada: Selasa, 17 April 2012, pukul: 12.18.
- Muhammad Alfiansyah. 2011. *Jaringan Pada Tumbuhan Bagian 1*, diakses:  
<http://www.sentra-edukasi.com/2011/06/jaringan-pada-tumbuhan-bagian-1.html>, pada Selasa, 10 April 2012, pukul: 06.41.
- Muhammad Alfiansyah. 2012. *Jaringan Pada Tumbuhan Bagian 2*, diakses:  
<http://www.sentra-edukasi.com/2011/06/jaringan-pada-tumbuhan-bagian-2.html>, pada Jum'at, 30 Maret 2012, pukul: 05.32.
- Nana Jumhana. tth. *Modul 5. Berbagai Fungsi pada Tumbuhan*, diakses:  
[http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR. PEND. LUAR BIASA/195905081984031-NANA\\_JUMHANA/modul\\_lengkap/modul\\_5\\_terbaru.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR. PEND. LUAR BIASA/195905081984031-NANA_JUMHANA/modul_lengkap/modul_5_terbaru.pdf), pada Jum'at, 30 Maret 2012, pukul: 05.57.
- Nurfaisyah. 2012. *Tipe-tipe Stomata*, diakses dari: <http://nurfaisyah.web.id/wp-content/uploads/2012/01/tipe-tipe-stomata.jpg>, pada: Jum'at, 30 Maret 2012, pukul: 06.00.



- Tesri Maideliza, dkk. 2007. *Kajian Struktur dan Kariotipe Gadung (Dioscorea bulbifera L.) Di Sumatera Barat*, diakses: [http://journal.ui.ac.id/upload/artikel/06\\_Tesri-M\\_KAJIAN%20STRUKTUR%20DAN%20KARIOTIPE%20GADUNG.PDF](http://journal.ui.ac.id/upload/artikel/06_Tesri-M_KAJIAN%20STRUKTUR%20DAN%20KARIOTIPE%20GADUNG.PDF), pada Rabu, 28 Maret 2012, pukul: 07.54.
- Campbell, Neil A., dkk. 2008. *Biology Eight Edition*. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Dardjat Sasmitamihardja & Siregar A. 1996. *Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Depdiknas.
- Endang Sri Lestari dan Idun Kistinnah. 2009. *Biologi Makhluk Hidup dan Lingkungannya Untuk SMA/MA Kelas XI BSE*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Estiti B. Hidayat. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung: ITB.
- Fitter A.H & R.K.M.Hay. 1981. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Issirep Sumardi dan Agus Pudjoarinto. 1994. *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Istamar Syamsuri, dkk. 2007. *Biologi 2A untuk SMA Kelas XI Semester 1*. Jakarta: Erlangga.
- Loveless A.R, 1983. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik I*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Salisbury dan W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung: ITB.
- Slamet Prawirohartono dan Sri Hidayati. 2007. *Sains Biologi 2 SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Solomon P. Eldra, dkk. 2008. *Biology Eighth Edition*. USA: The Thomson Corporation.
- Suyitno. 2007. *Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan Dasar*. Yogyakarta: Jurdik Biologi FMIPA UNY.
- Wildan Yatim. 2007. *Kamus Biologi*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.



*Jangan pernah meragukan keberhasilan  
sekelompok kecil orang yang bertekad mengubah dunia  
karena hanya kelompok seperti itulah yang pernah berhasil  
melakukannya  
(Margaret Mead)*

Selamat Belajar,  
Semoga Berhasil !

