

**PENGEMBANGAN REPRESENTASI STRUKTUR JARINGAN  
PEMBULUH BATANG MONOKOTIL DALAM BENTUK 3D  
DENGAN APLIKASI *BLENDER* DAN SUMBANGANNYA  
PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA**

**SKRIPSI**

Oleh

**Raka Pamungkas**

**NIM: 06091281924018**

**Program Studi Pendidikan Biologi**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
TAHUN 2023**

**PENGEMBANGAN REPRESENTASI STRUKTUR JARINGAN  
PEMBULUH BATANG MONOKOTIL DALAM BENTUK 3D  
DENGAN APLIKASI *BLENDER* DAN SUMBANGANNYA  
PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA**

**SKRIPSI**

oleh

**Raka Pamungkas**

**NIM : 06091281924018**

**Program Studi Pendidikan Biologi**

**Mengesahkan :**



**Mengetahui,  
Koordinator Program Studi**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Masagus'.

**Dr. Masagus Muhammad Tibrani, S.Pd., M.Si.  
NIP. 197904132003121001**

**Pembimbing**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ermayanti'.

**Dr. Ermayanti, S.Pd., M.Si.  
NIP. 197608032003122001**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Raka Pamungkas

NIM : 06091281924018

Program Studi : Pendidikan Biologi

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Pengembangan Representasi Struktur Jaringan Pembuluh Batang Monokotil dalam Bentuk 3D dengan Aplikasi *Blender* dan Sumbangannya pada Pembelajaran Biologi SMA” ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Palembang, 1 Juni 2023

Yang membuat pernyataan,



Raka Pamungkas

NIM. 06091281924018

## PRAKATA

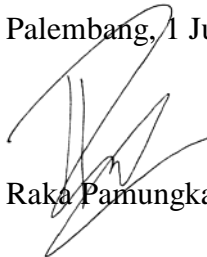
Skripsi dengan judul “Pengembangan Representasi Struktur Jaringan Pembuluh Batang Monokotil dalam Bentuk 3D dengan Aplikasi Blender dan Sumbangannya pada Pembelajaran Biologi SMA” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Data penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Hibah Kompetitif FKIP Unsri Tahun 2022, dengan judul : Implementasi Media Pembelajaran Struktur Jaringan Tumbuhan Berbasis Gambar Tiga Dimensi dengan Menggunakan *Software Paint-3D* untuk menurunkan beban Kognitif (*Cognitive Load*) Calon Guru Biologi pada Pembelajaran Secara Daring. Skripsi ini dipersembahkan kepada Bapak Idrus dan Ibu Orbandini. Dalam mewujudkan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama proses pengerjaan skripsi ini. Adapun pihak-pihak tersebut adalah :

1. Dr. Ermayanti, S.Pd., M.Si. sebagai pembimbing atas segala bimbingan yang telah diberikan selama proses penelitian berlangsung serta dalam penulisan skripsi ini.
2. Dr. Hartono, M.A. selaku Dekan FKIP Unsri; Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA; dan Dr. Masagus Muhammad Tibrani, S.Pd., M.Si. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Biologi yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini.
3. Dr. Rahmi Susanti, M.Si sebagai reviewer dan penguji yang telah memberikan sejumlah saran untuk perbaikan skripsi ini agar lebih baik.
4. Keluarga Besar Idrus yang telah memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan perkuliahan ini.

5. Laboran pada Laboratorium Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sriwijaya yaitu Budi Eko Wahyudi, S.Pd., M.Si.; Novran Kesuma, S.Pd.; dan Ferdi Diwalga, S.P. yang telah membantu proses penelitian dalam skripsi ini.
6. Seluruh mahasiswa Pendidikan Biologi Angkatan 2019 yang selalu memberikan semangat selama pengerjaan penulisan skripsi ini.
7. Sigit Handoko, Setia Budi, dan M. Poggy Saputra yang telah berjuang bersama-sama dan saling memotivasi satu sama lain dari awal sampai akhir perkuliahan.

Terima kasih banyak atas ilmu yang telah diberikan selama ini, semoga ilmu yang didapatkan bermanfaat baik bagi diri sendiri maupun orang lain serta menjadi ladang pahala bagi kita semua. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran bidang studi Pendidikan Biologi dan pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni.

Palembang, 1 Juni 2023



Raka Pamungkas

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI ..Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>i</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II .....</b>	<b>8</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Representasi .....	8
2.2 Jaringan Pembuluh .....	10
2.3 <i>Blender</i> .....	11
2.4 Sumbangan pada Pembelajaran Biologi SMA .....	12
<b>BAB III.....</b>	<b>14</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1 Tempat dan Waktu .....	14
3.2 Metode Penelitian.....	14
3.3 Definisi Operasional Penelitian.....	16
3.4 Prosedur Penelitian.....	16

3.5	Teknik Pengumpulan Data .....	19
3.6	Teknik Analisis Data .....	19
<b>BAB IV</b>	.....	<b>22</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	.....	<b>22</b>
4.1	Hasil .....	22
4.1.1	Pengamatan Mikroskopis Jaringan Pembuluh Batang Monokotil .....	22
4.1.2	Tahapan Desain Representasi Gambar 3D Jaringan Pembuluh Batang Monokotil .....	24
4.1.2.1	<i>Modelling</i> (Pemodelan).....	24
4.1.2.2	<i>Texturing</i> (Pemberian Tekstur).....	29
4.1.2.3	<i>Animating</i> (Pembuatan Animasi).....	30
4.1.2.4	<i>Rendering</i> (Penerjemahan) .....	33
4.1.3	Hasil Representasi Gambar 3D Jaringan Pembuluh Batang Monokotil ...	34
4.1.3.1	Unsur Xilem.....	35
4.1.3.2	Floem .....	38
4.1.4	Hasil Validasi Produk Hasil Penelitian .....	40
4.1.5	Hasil Validasi Sumbangan Hasil Penelitian .....	41
4.2	Pembahasan.....	42
<b>BAB 5</b>	.....	<b>51</b>
<b>KESIMPULAN</b>	.....	<b>51</b>
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>52</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	.....	<b>61</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbedaan Xilem dan Floem .....	10
Tabel 2. Penilaian <i>Rating Scale</i> .....	20
Tabel 3. Tingkat Pencapaian .....	21
Tabel 4. Hasil Validasi Representasi Gambar 3D.....	40
Tabel 5. Hasil Validasi <i>Booklet</i> .....	41



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur jaringan pada batang monokotil.....	11
Gambar 2. Alur tahapan penelitian .....	15
Gambar 3. Struktur ikatan pembuluh batang jagung ( <i>Zea mays</i> ).....	23
Gambar 4. Representasi gambar 3D ikatan pembuluh batang monokotil.....	35
Gambar 5. Representasi gambar 3D trakea dalam berbagai sisi.....	36
Gambar 6. Representasi gambar 3D trakeid dalam berbagai sisi.....	36
Gambar 7. Representasi gambar 3D serat xilem dalam berbagai sisi. ....	37
Gambar 8. Representasi gambar 3D parenkim xilem dalam berbagai sisi. ....	37
Gambar 9. Representasi gambar 3D sel tapis dalam berbagai sisi.....	38
Gambar 8. Representasi gambar 3D sel pengiring dalam berbagai sisi. ....	39
Gambar 10. Representasi gambar 3D serat floem dalam berbagai sisi.....	39
Gambar 11. Representasi gambar 3D parenkim floem dalam berbagai sisi. ....	40

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan representasi gambar 3D struktur jaringan pembuluh batang monokotil yang dikembangkan menggunakan aplikasi *Blender*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Biologi FKIP UNSRI pada bulan November 2022 sampai dengan Maret 2023. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengembangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahapan pengembangan representasi gambar 3D struktur jaringan pembuluh batang monokotil memiliki beberapa langkah yaitu *Modelling* (Pemodelan), *Texturing* (Pemberian Tekstur), *Animating* (Pembuatan Animasi), dan *Rendering* (Penerjemahan). Hasil uji validitas representasi gambar 3D dan *booklet* memperoleh rata-rata nilai 91,67% dan 93,34% sehingga layak digunakan dalam pembelajaran biologi di SMA. Representasi gambar 3D disumbangkan pada pembelajaran biologi SMA dalam bentuk *booklet*. Sumbangan hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber belajar peserta didik SMA terutama kelas XI pada KD 3.3 tentang struktur sel pada jaringan tumbuhan dengan fungsi organ pada tumbuhan.

***Kata Kunci*** : *Representasi 3D, blender, jaringan pembuluh, batang monokotil*

## ABSTRACT

This study aims to produce a 3D image representation of the vascular tissue structure of monocot stems developed using the *Blender* application. The research was carried out at the Biology Education Laboratory of FKIP UNSRI from November 2022 to March 2023. The method used in this research is the development method. The results showed that the stages of developing a 3D image representation of the vascular tissue structure of monocot stems have several steps, namely Modeling, Texturing, Animating, and Rendering. The results of the validity test of 3D image representation and booklet obtained an average value of 91.67% and 93.34%, so they are suitable for use in biology learning in senior high school. 3D image representation contributed to senior high school biology learning in the form of a booklet. It is hoped that the contribution of the results of this research can be used as a learning resource for senior high school students, especially for 11<sup>th</sup> grade in Basic Competencies 3.3 about the structure of cells in plant tissues with the function of organs in plants.

**Keyword** : *3D Representation, Blender, Vascular tissue, Monocot stems*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Representasi adalah kegiatan menghadirkan atau menyajikan sesuatu; dapat berupa makhluk hidup, objek, atau peristiwa, dengan menggunakan tanda atau simbol. Dalam konteks media, bahasa, dan komunikasi, Hartley (2010) dalam Wibowo (2019) mengungkapkan representasi dapat berbentuk sebagai kata, gambar, sekuen, cerita dan lain-lain yang mampu mewakili ide, emosi, fakta dan lain sebagainya. Oleh karena itu, representasi juga dapat diartikan sebagai usaha seseorang untuk mewujudkan makna atau realitas dari sesuatu yang abstrak. Representasi adalah kemampuan menggambarkan, memahami, atau memprediksi suatu konsep, ide, objek, peristiwa, dan proses sehingga bermakna lebih jelas (Gilbert, 2005; Waldrip dkk., 2010; Ermayanti, 2017; Mukti dkk., 2022). Representasi diperlukan dalam semua bidang ilmu termasuk biologi. Hampir semua kajian dalam biologi memerlukan representasi, misalnya struktur anatomi tumbuhan. Menyimpulkan dari pernyataan Ermayanti (2017), representasi dalam anatomi tumbuhan adalah menyajikan struktur jaringan tumbuhan abstrak berupa gambar 2D atau 3D yang bermakna.

Representasi visual dalam bentuk tiga dimensi (3D) diperlukan dalam ilmu biologi karena dapat menggambarkan sesuatu yang abstrak seperti struktur jaringan tumbuhan. Menurut Suprpto (2016), mahasiswa tidak dapat mengimajinasikan bentuk, fungsi, dan hubungan satu sama lain baik sel maupun jaringan tumbuhan secara utuh apabila tidak mempertimbangkan bentuk 3D. Pernyataan tersebut kemudian didukung oleh penelitian Ermayanti dkk., (2016) yang menyatakan siswa sudah dapat menghasilkan representasi 2D anatomi tumbuhan dari pengamatan mikroskopis, namun sayangnya mereka masih belum menguasai keterampilan mengkonstruksi representasi 2D ke 3D atau sebaliknya secara akurat. Hal yang sama

ditemukan pada KD 3.3 kelas XI Biologi SMA materi struktur sel pada jaringan tumbuhan dengan fungsi organ pada tumbuhan. Hasil observasi menunjukkan bahwa KD 3.3 pada buku Biologi SMA kelas XI menggunakan desain struktur jaringan tumbuhan dalam bentuk 2D saja. Mukti dkk. (2022) menyatakan bahwa walaupun ditampilkan gambar struktur jaringan tumbuhan dalam bentuk 3D namun hanya dapat dilihat dari satu sudut pandang saja. Untuk memahami struktur anatomi tumbuhan dengan benar, sangat diperlukan model 3D. Oleh karena itu, perlu dikembangkan suatu representasi dalam bentuk 3D dengan mengamati struktur jaringan tumbuhan.

Representasi 3D struktur jaringan tumbuhan terdiri dari tiga dimensi utama yaitu panjang, lebar, dan tinggi. Struktur jaringan tumbuhan tidak dapat dilihat secara langsung tiga dimensinya namun hanya dapat diamati dua dimensinya melalui sayatan melintang dan membujur. Menurut Wahyuni (2015) dalam Safitri (2019), sayatan melintang ataupun membujur mempermudah pengamatan struktur jaringan dan sel pada tumbuhan. Melalui pengamatan dua jenis sayatan tersebut, struktur jaringan tumbuhan yang sederhana seperti monokotil dapat diamati dengan lebih mudah. Dari hasil pengamatan dua jenis sayatan tersebut, akan didapatkan gambaran mengenai bentuk 3D dari struktur jaringan tumbuhan sehingga dapat direpresentasikan bentuk 3D nya menggunakan aplikasi desain grafis 3D. Hasil pengembangan representasi gambar 3D akan didokumentasikan dalam bentuk gambar yang menampilkan berbagai sisi struktur jaringan monokotil. Gambar yang didokumentasikan akan dijadikan isi dari *booklet* hasil representasi gambar 3D yang telah dikembangkan.

Monokotil atau tumbuhan berkeping satu merupakan jenis tumbuhan berbunga yang mempunyai satu daun lembaga sehingga bijinya tidak bisa membelah. Menurut Wetra (2018), tumbuhan monokotil memiliki habitus terna, semak, atau pohon. Dijelaskan lebih lanjut oleh Safitri dkk. (2018), tumbuhan monokotil memiliki ciri-ciri yaitu akarnya serabut; batangnya tidak berkambium; daunnya berbentuk pita panjang atau lebar dengan bentuk beraneka ragam; bagian-bagian bunganya berjumlah 3 atau kelipatannya; dan

letak berkas pengangkut pada batangnya tersebar. Perbedaan yang paling sering diketahui diantara tumbuhan monokotil dengan dikotil dalam anatomi tumbuhan adalah anatomi batang. Maryand (2018) menjelaskan bahwa anatomi batang monokotil memiliki ciri-ciri yaitu tidak bercabang-cabang, tidak ada kambium vascular, tidak punya jari-jari empelur, empelur di daerah korteks tidak dapat dibedakan, dan pembuluh angkut tersebar. Berdasarkan pernyataan sebelumnya, dapat diketahui bahwa batang monokotil memiliki anatomi yang sederhana dibandingkan batang dikotil. Menurut Umi (2014), pemahaman konsep sederhana diartikan sebagai kemampuan membangun makna dengan cara menafsirkan, mengklasifikasikan, dan membandingkan defnisi atau batasan dari sesuatu yang berciri-ciri khusus. Maka dari itu perlu ditanamkan pemahaman konsep sederhana anatomi tumbuhan melalui representasi gambar 3D struktur jaringan batang monokotil.

Batang termasuk bagian tumbuhan yang berada di atas tanah sebagai tempat organ lain bertumpu dan tumbuh. Menurut Tjitrosomo dalam Maryand (2018), terdapat dua hal yang menjadi pembeda struktur batang monokotil dengan batang konifer dan dikotil yaitu jaringan pembuluhnya tersusun dalam berkas-berkas terpisah dan semua sel pada untaian prokambiumnya menjadi dewasa ke dalam xilem dan floem, Batang adalah bagian yang sangat penting dalam tumbuhan karena berperan sebagai jalur angkut air dan mineral. Dalam kegiatan pengangkutannya tersebut terdapat jaringan dengan fungsi spesifik yang menjalankan proses tersebut yaitu jaringan pembuluh. Aikmelisa dan Waluyo (2019) menyatakan bahwa xilem-floem adalah jaringan utama yang bersangkutan dengan pergerakan zat dalam tumbuhan. Berdasarkan fungsinya yang sangat penting maka perlu pemahaman konsep yang kuat juga. Menurut Arsyad (2016), penggunaan media membuat siswa memiliki penguasaan yang lebih mendalam mengenai konsep. Maka dari itu, diperlukan representasi gambar 3D struktur jaringan pembuluh batang monokotil agar penguasaan konsep lebih mendalam dan bertahan dalam jangka panjang.

Jaringan pembuluh adalah salah satu dari jaringan permanen yang merupakan diferensiasi dari jaringan meristem. Terdapat dua jenis jaringan

pembuluh yakni xilem (kayu) dan floem (tapis). Masing-masing jenis jaringan pembuluh ini memiliki fungsi yang berbeda-beda. Menurut Kurniawati dkk. (2015), xilem berperan mengangkut air dan mineral dalam tanah melalui akar sedangkan floem berperan mengangkut hasil fotosintesis ke seluruh organ tumbuhan. Selain itu, jaringan pembuluh pada tumbuhan monokotil dan dikotil letaknya berbeda. Berdasarkan Azuma (2007) dalam Safitri dkk. (2018), letak jaringan pembuluh pada tumbuhan monokotil tersebar sedangkan pada tumbuhan dikotil letaknya teratur. Jaringan pembuluh tidak bisa dilihat secara langsung namun dapat dilihat menggunakan mikroskop secara langsung atau membaca buku penunjang pembelajaran secara tidak langsung. Meskipun demikian, jaringan pembuluh hanya dapat dilihat dari satu sisi saja sehingga terkesan abstrak. Padahal jaringan pembuluh merupakan struktur yang kompleks dan berbentuk 3D. Maka dari itu diperlukan representasi struktur jaringan pembuluh batang monokotil dalam bentuk 3D yang dapat digerakkan ke berbagai sisi.

Representasi gambar 3D struktur jaringan pembuluh batang monokotil dapat membantu pemahaman konsep-konsep dasar dalam anatomi tumbuhan. Hal tersebut berkaitan dengan pernyataan Hidayah dkk. (2020) bahwa kemampuan representasi penting untuk dimiliki peserta didik termasuk pada pembelajaran biologi, hal ini dikarenakan terdapat banyak gambar-gambar pada pembelajaran biologi yang diharapkan mampu membantu peserta didik dalam mempermudah untuk memahami konsep-konsep biologi. Selanjutnya, Suprpto (2012) menunjukkan bahwa pembelajaran dengan media 3D menghasilkan pemahaman yang lebih baik tentang anatomi tumbuhan. Pada umumnya pendidik bidang biologi hanya mengetahui atau menggunakan representasi gambar 2D struktur jaringan pembuluh batang monokotil yang terdapat dalam buku, modul, atau *powerpoint*. Padahal terdapat kekurangan dari representasi gambar 2D yakni gambar tidak bisa diamati dari berbagai sisi. Hal yang sama juga ditemukan pada gambar 3D yang hanya ditampilkan hanya satu sisi saja sehingga siswa mengalami kesulitan untuk membayangkan sisi yang lainnya. Untuk mengatasi hal ini maka perlu

dikembangkan gambar 3D struktur jaringan pembuluh batang monokotil yang didesain dengan aplikasi seperti *Blender*.

*Blender* merupakan aplikasi desain grafis 3D gratis dan bersifat terbuka. Berdasarkan sifatnya yang terbuka (*open source*), *Blender* cocok digunakan oleh individu maupun kelompok baik komunitas maupun studio kecil yang menjalankan proyek 3D. Suratinoyo (2013) dalam Zebua dkk. (2020) mengungkapkan bahwa *Blender* mendukung berbagai alur kerja 3D seperti pemodelan; pemberian kerangka; pengomposisian; pelacakan gerak; penganimasian; penyimulasian; penerjemahan; pengeditan video; dan pembuatan video *game*. Kemudian Akbar dan Malik (2019) mengungkapkan keuntungan dari penggunaan aplikasi blender yaitu hasil karya tidak dikenakan royalti serta dapat dipublikasikan secara pribadi. Berdasarkan beberapa pernyataan tersebut dan uji coba aplikasi menunjukkan bahwa *Blender* merupakan salah satu opsi aplikasi desain 3D yang mampu membuat representasi gambar 3D struktur jaringan pembuluh batang monokotil.

Representasi gambar 3D struktur jaringan epidermis telah dikembangkan oleh Mukti dkk. (2022) namun untuk representasi gambar 3D struktur jaringan pembuluh batang monokotil yang dapat bergerak ke berbagai sisi belum ada sebelumnya bahkan tidak ada dalam buku penunjang pembelajaran. Selain itu, belum ada *booklet* hasil pembuatan gambar 3D struktur jaringan pembuluh monokotil menggunakan aplikasi *Blender*. Berdasarkan latar belakang masalah yang disebutkan, maka fokus penelitian ini adalah “Pengembangan Representasi Struktur Jaringan Pembuluh Batang Monokotil dalam Bentuk 3D dengan Aplikasi *Blender* dan Sumbangannya pada Pembelajaran Biologi SMA”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dijelaskan, didapatkan rumusan masalah yang diuraikan sebagai berikut.

1. Bagaimana tahapan pengembangan representasi gambar 3D struktur jaringan pembuluh batang monokotil dengan aplikasi *Blender*?



2. Bagaimana kelayakan representasi gambar 3D struktur jaringan pembuluh batang monokotil yang dikembangkan dengan aplikasi *Blender*?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan penelitian ini yaitu struktur jaringan tumbuhan yang direpresentasikan adalah struktur jaringan pembuluh batang monokotil. Representasi dalam bentuk gambar 3D dibuat berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis ataupun kajian literatur. Pengamatan mikroskopis struktur jaringan pembuluh batang menggunakan awetan preparat jaringan pembuluh batang tanaman jagung (*Zea mays*).

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui tahapan pengembangan representasi gambar 3D struktur jaringan pembuluh batang monokotil dengan aplikasi *Blender*.
2. Untuk mengetahui kelayakan representasi gambar 3D struktur jaringan pembuluh batang monokotil yang dikembangkan dengan aplikasi *Blender*.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut.

1. Bagi Pendidik  
Sebagai sumber informasi serta panduan bagi pendidik mengenai penggunaan representasi dalam bentuk gambar 3D yang berkaitan dengan pembelajaran struktur dan fungsi jaringan tumbuhan.
2. Bagi Peserta Didik  
Diharapkan mampu meningkatkan pemahaman peserta didik terkait struktur, fungsi, dan hubungan satu sama lain dalam jaringan tumbuhan serta dapat meningkatkan semangat belajar terkait anatomi tumbuhan

3. Bagi Peneliti

Dapat menambah pengalaman dalam pembuatan representasi gambar 3D yang digunakan sebagai bekal untuk menjadi pendidik di masa mendatang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aikmelisa, R., & Waluyo, B. (2019). Keragaman Berkas Pembuluh Xilem Floem dalam Hubungannya dengan Komponen Hasil dan Hasil pada Galur-Galur Jarak Kepyar (*Ricinus communis* L.) Colchicine Treatment 5. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(5), 904–911. <https://doi.org/https://doi.org/10.21776/1131>
- Akbar, S., & Malik, M. N. (2019). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Blender 3D Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik Di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)* [Univeristas Negeri Makassar]. <http://eprints.unm.ac.id/id/eprint/13290>
- Arsyad, A. (2016). *Media Pembelajaran*. Raja Grafindo Persada.
- Astawa, I. B. M., Sarmita, I. M., & Nugraha, A. S. A. (2019). Spatial Thinking Skill Guru Geografi di Provinsi Bali. *Jurnal Widya Laksana*, 8(2), 181–189. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jwl.v8i2.19162>
- Azizah, N. N., Niam, F., & Prastowo, A. Y. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Booklet Pada Materi Benda di Sekitar untuk Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa Kelas 3 SDN Wonorejo 02 Kabupaten Blitar. *Patria Educational Journal (PEJ)*, 2(1), 60–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.28926/pej.v1i2>.
- Bhatti, Z., Abro, A., Gillal, A. R., & Karbasi, M. (2017). Be-Educated : Multimedia Learning through 3D Animation. *International Journal of Computer Science and Emerging Technologies*, 1(December).
- BlueRidgeKitties. (2010). *Corn Stem c.s.* Flickr.
- Brodersen, C. R., & Roddy, A. B. (2015). New frontiers in the three-dimensional visualization of plant structure and function. *American Journal of Botany*, 103(2), 184–188. <https://doi.org/https://doi.org/10.3732/ajb.1500532>
- De Schepper, V., De Swaef, T., Bauweraerts, I., & Steppe, K. (2013). Phloem transport: a review of mechanisms and controls. *Journal of Experimental Botany*, 64(16), 4839–4850. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert302>

- Dwijoseputro. (1983). *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia.
- Ermayanti. (2017a). *Pengembangan Program Perkuliahan Anatomi Tumbuhan Berbasis Framing Pada Sistem Jaringan Tumbuhan untuk Memfasilitasi Spatial Working Memory Calon Guru Biologi* [Universitas Pendidikan Indonesia]. <http://repository.upi.edu/28291/>
- Ermayanti, Anwar, Y., & Zein, D. (2018). Profile of Biology Prospective teacher's representation on Plant Anatomy Learning. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, 1006(012043), 1–6.
- Ermayanti, E. (2017b). Analisis Kemampuan Representasi Gambar 3D Mahasiswa Calon Guru Biologi pada Mata Kuliah Anatomi Tumbuhan. *Seminar Nasional IPA*, 1(1), 603–609. <http://conference.unsri.ac.id/index.php/semnasipa/index>
- Ermayanti, E., Rustaman, N. Y., & Rahmat, A. (2017a). Spatial Thinking In Frame-Based Learning of Plant Anatomi and its Relation to Logical Thinking. In *Ideas for 21st Century Education* (1st Editio, pp. 223–227). Taylor & Francis Group.
- Ermayanti, E., Rustaman, N. Y., & Rahmat, A. (2016). Profil Spatial Thinking Awal Mahasiswa Calon Guru Biologi pada Mata Kuliah Anatomi Tumbuhan. *Reorientasi Bioteknologi Dan Pembelajarannya Untuk Menyiapkan Generasi Indonesia Emas Berlandaskan Entrepreneurship*, 73–78. <http://prosiding.upgris.ac.id/index.php/snse/snse/paper/view/972/921>
- Ermayanti, Rustaman, N. Y., & Rahmat, A. (2017b). Types of Reasoning in Framing Based Plant Anatomy and It Relation to Spatial Thinking. *Journal of Physics: Conference Series*, 812(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012055>
- Ermayanti, Susanti, R., Santoso, L. M., Huzaifah, Bella, G. C., & Mukhti, S. P. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Struktur Jaringan Tumbuhan Berbasis Gambar Tiga Dimensi dengan Menggunakan Software Paint-3D untuk Menurunkan Beban Kognitif (Cognitive Load) Calon Guru Biologi Pada Pembelajaran Secara Daring. In *Laporan Hibah Kompetitif*. FKIP Universitas Sriwijaya.

- Ermayanti, Susanti, R., Santoso, L. M., Huzaifah, Deluciana, C. N., & Alviani, A. G. (2022). *Implementasi Media Pembelajaran Struktur Jaringan Tumbuhan Berbasis Gambar Tiga Dimensi dengan Menggunakan Software Paint-3D untuk Menurunkan Beban Kognitif (Cognitive Load) Calon Guru Biologi Pada Pembelajaran Secara Daring*. FKIP Universitas Sriwijaya.
- Fiantika, F. R. (2017). Representation Elements of Spatial Thinking. *Journal of Physics Conference Series*, 824(1), 1–4. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/824/1/012056>
- Furuta, K. M., Hellmann, E., & Helariutta, Y. (2014). Molecular control of cell specification and cell differentiation during procambial development. In *Annual Review of Plant Biology* (Vol. 65). <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050213-040306>
- Gilbert, J. K. (2005). Visualization in Science Education. In *Visualization in Science Education*. Springer Dordrecht. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2>
- Gorshkov, O., Chernova, T., Mokshina, N., Gogoleva, N., Suslov, D., Tkachenko, A., & Gorshkova, T. (2019). Intrusive growth of phloem fibers in flax stem: Integrated analysis of miRNA and mRNA expression profiles. *Plants*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/plants8020047>
- Hacke, U. G., & Sperry, J. S. (2001). Functional and ecological xylem anatomy. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 4(2). <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00017>
- Hidayah, N., Haka, N. B., Puspita, L., & Kesumawardani, A. D. (2020). Hubungan Antara Representasi Gambar Dan Kemampuan Observasi Pada Pelaksanaan Praktikum Anatomi Tumbuhan. *SIMBIOSA*, 9(1), 68–76. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33373/sim-bio.v9i1.2425>
- Hidayat, E. B. (1995). *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Penerbit ITB.
- Hoffler, T. N. (2010). Spatial ability: its influence on learning with visualization a meta-analytic review. *Educational Psychology Review*, 22(3), 245–269. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/s10648-010-9126-7>
- Holden, D. (2011). *Subdivision Modelling*.

<https://theorangeduck.com/page/subdivision-modelling#:~:text=Subdivision modelling is a technique,industries that employ digital artists.>

- Iru, C. P. S. (2015). *Perbandingan Ciri Mikroskopis Jaringan Trakea pada Berbagai Varietas Batang Bunga Mawar melalui Metode Preparat Maserasi dan SEM (Dikembangkan menjadi Media Buku Saku Siswa Biologi Kelas XI SMA)* [University of Muhammadiyah Malang]. <https://eprints.umm.ac.id/20850/>
- Jamaris, M. (2014). *Kesulitan Belajar Prespekif, Asesmen, dan Penanggulangannya*. Ghalia Indonesia.
- Kamilah, H. M. (2019). *Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning (Dl) terhadap Keterampilan Generik Sains dan Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan (Studi Eksperimen di Kelas XI SMA Negeri 1 Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya Tahun Aj* [Universitas Siliwangi]. <http://repositori.unsil.ac.id/32/>
- Kartini, K. (2009). Peranan Representasi Dalam Pembelajaran Matematika. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 361–372. <https://eprints.uny.ac.id/7036/>
- Kurniawan, D., Hanum, C., & Siregar, L. A. M. (2017). Morfofisiologi Akar melalui Interval Penyiraman, Pemberian Mikoriza dan Modifikasi Media Tanam pada Pembibitan Kakao. *Jurnal Pertanian Tropik*, 4(3), 209–218. <https://talenta.usu.ac.id/jpt/article/download/3095/2329/9321>
- Kurniawati, F., Zaenab, S., & Wahyuni, S. (2015). Analisis Perbandingan Bentuk Jaringan Pembuluh Trakea Pada Preparat Maserasi Berbagai Genus Piper Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(2), 148–157. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/jpbi.v1i2.3326>
- Kusumaningrum, R. (2017). Peranan Xilem Dan Floem Dalam Pertumbuhan Dan Perkembangan Tumbuhan. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Biologi*, 123–130. <http://seminar.uny.ac.id/sembiouny2017/prosiding/peranan-xilem-dan-floem-dalam-pertumbuhan-dan-perkembangan-tumbuhan>
- Maryand, R. T. (2018). *Pengembangan Modul Anatomi Batang Monokotil*

- Berkayu Sebagai Alternatif Bahan Ajar Di Universitas Islam Riau Tahun Ajaran 2017/2018* [Universitas Islam Riau]. <https://repository.uir.ac.id/4541/>
- Moraes, D. H. M. de, Mesquita, M., Graciano-Ribeiro, D., Araújo, D. S. de, Battisti, R., Flores, R. A., Melo, H. C. de, & Casaroli, D. (2022). The effect of xylem vessel diameter on potential hydraulic conductivity in different rice stem longitudinal positions. *Flora*, 295(152147), 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.flora.2022.152147>
- Mukti, S. P., Ermayanti, E., & Susanti, R. (2022). Representasi 3D Jaringan Epidermis dan Stomata Daun Beberapa Jenis Tumbuhan Suku Apocynaceae serta Sumbangannya pada Pembelajaran Biologi SMA. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 5(1), 170–181. <https://doi.org/https://doi.org/10.31539/bioedusains.v5i1.3732>
- Mulyani, S. (2006). *Anatomi Tumbuhan*. Kanisius.
- Mulyanie, E., & Romdani, A. (2018). Pohon Aren sebagai Tanaman Fungsi Konservasi. *JURNAL GEOGRAFI Media Pengembangan Ilmu Dan Profesi Kegeografian*, 14(2), 11–17. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JG/article/download/11514/6813>
- Nadia, Supriatno, B., & Anggraeni, S. (2020). Analisis dan Rekonstruksi Komponen Penyusun Lembar Kerja Peserta Didik Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biolog*, 6(2), 187–199. <https://doi.org/https://doi.org/10.22437/bio.v6i2.9439>
- Nugroho, L. H., Purnomo, & Sumardi, I. (2012). *Struktur dan perkembangan tumbuhan*. Penebar Swadaya.
- Nurfadlilah. (2010). *Peningkatan Hasil Belajar Biologi Siswa melalui Penggunaan Media Flashcard pada Konsep Struktur Tubuh Tumbuhan Siswa Kelas VIII MTSN Tinambung Polman* [UIN Alauddin Makassar]. [http://repositori.uin-alauddin.ac.id/4788/1/NURFADILA\\_opt.pdf](http://repositori.uin-alauddin.ac.id/4788/1/NURFADILA_opt.pdf)
- Özsoy-Güneş, Z., Güneş, İ., Derelioğlu, Y., & Kırbaşlar, F. G. (2015). The Reflection of Critical Thinking Dispositions on Operational Chemistry and Physics Problems Solving of Engineering Faculty Students. *Procedia* -

- Social and Behavioral Sciences*, 174.  
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.688>
- Pahlevi, G. C., Haris, A., & Martawijaya, M. A. (2018). Identifikasi Kemampuan Berpikir Divergen Pada Peserta Didik Sma Negeri 10 Makassar. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, 14(2), 9–14.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.35580/jspf.v14i2.10801>
- Prasetyanto, A. A. B. (2014). *Analisis dan Perancangan 3D Modelling Karakter dan Background Game The Hero of Majapahit menggunakan Metode Subdivision Modelling & Digital Sculpting* [Universitas AMIKOM Yogyakarta]. <https://eprints.amikom.ac.id/id/eprint/13074/>
- Punjungsari, T. N., & Ulfa, F. (2022). Jaringan Pengangkut Tanaman Pepaya (Carica Papaya L.) yang Tumbuh pada Tanah Tinggi Alumunium. *Jurnal Viabel Pertanian*, 16(1), 74–81.  
<https://ejournal.unisbablitar.ac.id/index.php/viabel/article/download/2206/1261/>
- Putri, R. S. (2019). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android pada Materi Sistem Koloid di SMA Negeri 2 Banda Aceh* [Universitas Islam Negeri Ar-Raniry]. <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/10021/>
- Putro, S. C., & Desynatria, W. (2016). Interaksi antara Faktor Inisiatif dengan Faktor Penerapan Model Konstruktivistik Pengaruhnya terhadap Hasil Belajar Teknologi pada Siswa SMK. *Tekno*, 26(September).
- Safitri, I. R. (2019). *Efektivitas Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus) sebagai Pewarna Alami Preparat Section Jaringan Batang Tumbuhan Kenanga (Cananga odorata (Lamk.) Hook) (Dimanfaatkan sebagai Sumber Belajar Biologi)* [Universitas Muhammadiyah Malang]. <https://eprints.umm.ac.id/55988/>
- Safitri, J., Meilina, P., & Ambo, S. N. (2018). Implementasi Augmented Reality Sebagai Pembelajaran Pertumbuhan Tanaman Dikotil Dan Monokotil Untuk Sekolah Dasar. *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informatika Dan Komputer*, 9(1), 32–38.
- Saputra, R. P. S. (2019). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Video*



- Animasi Penggunaan Total Station Untuk Pengukuran Stake Out Gedung* [Universitas Negeri Yogyakarta]. <https://eprints.uny.ac.id/64683/>
- Saputri, V. Y., Sholichah, R. N., Solichah, L., & Najah, Muhammad Ainun Su'udi, M. (2020). Translokasi asimilat pada Anggrek Akar. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(1), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.56064/jps.v22i1.553>
- Septianawati, D. (2019). KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA SMP SE-KOTA PONTIANAK. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 17(1). <https://doi.org/10.31571/edukasi.v17i1.1078>
- Serk, H., Gorzsás, A., Tuominen, H., & Pesquet, E. (2015). Cooperative lignification of xylem tracheary elements. *Plant Signaling and Behavior*, 10(4). <https://doi.org/10.1080/15592324.2014.1003753>
- Setiawan, D. (2018). Evaluasi 3D Texturing Process Pada Bentuk Dinding Bangunan Bersejarah Candi Cetho. *DoubleClick: Journal of Computer and Information Technology*, 2(1). <https://doi.org/10.25273/doubleclick.v2i1.2496>
- Simamora, V. B. (2019). *Pembuatan Aplikasi Kriptografi Video (MP4) menggunakan Algoritma RC4* [Universitas Pembangunan Panca Budi]. <https://jurnal.pancabudi.ac.id/index.php/fastek/article/view/2261/2073>
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sukirman, S. (2017). PERANCANGAN ANIMASI TIGA DIMENSI MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK BLENDER DI CABANG MUHAMMADIYAH KARTASURA. *Warta LPM*, 20(2). <https://doi.org/10.23917/warta.v20i2.4395>
- Suprpto, P. K. (2012). *Pengembangan Program Perkuliahan Anatomi Tumbuhan Berbasis Visuospasial melalui Representasi Mikroskopis Sistem Jaringan Tumbuhan untuk Meningkatkan Penalaran dan Penguasaan Konsep Calon Guru Biologi* [Universitas Pendidikan Indonesia]. <http://repository.upi.edu/8563/>
- Suprpto, P. K. (2016). Implementasi Pembelajaran Visuo spasial (3D) untuk Mengembangkan Kemampuan Kognitif Calon Guru Biologi pada Konsep

- Anatomi Tumbuhan. *Bioedusiana*, 1(1), 19–28.  
<https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/bioed/article/view/74>
- Supriyadi. (2018). Media Pembelajaran Proses Rendering Objek 3D Berbasis Multimedia. *Jurnal Teknik Komputer*, IV(2).
- Suwarnisi, N. M., Sariyasa, & Suparta, I. N. (2022). Pengembangan Video Pembelajaran Interaktif Bermuatan Masalah Autentik Untuk Meningkatkan Minat Dan Prestasi Belajar Matematika Siswa Kelas VIII SMP Negeri 1 Ubud. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(1), 743–751. <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4345>
- Syakirin, M. B. (2007). Mekanisme Pompa Natrium Kalium (Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>) Pada Osmoregulasi Ikan Bertulang Sejati (Teleost). *Jurnal Pena Akuatika*, 1(1), 24–33.  
<https://jurnal.unikal.ac.id/index.php/akuatika/article/download/233/217>
- Toto, & Yulisma, L. (2017). Analisis Aplikasi Konsep Gaya dalam Fisika yang Berkaitan dengan Bidang Biologi. *JPPPF - Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(1), 63–72.  
<https://doi.org/http://doi.org/10.21009/1>
- Umi, H. (2014). *Peningkatan Pemahaman Konsep Sederhana melalui Percobaan Sains pada Anak Kelompok B3 TK ABA 02 Cilacap Jawa Tengah* [Universitas Negeri Yogyakarta]. <https://eprints.uny.ac.id/13477/>
- Vaughan, W. (2011). *E-Book Digital Modelling*. New Riders.
- Vitharana, P. (2015). Student misconceptions about plant transport – a Sri Lankan example. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(3), 275–288. <https://doi.org/10.30935/scimath/9437>
- Waeo, V., Lumenta, A. S. M., & A. Sugiarto, B. A. (2016). Implementasi Gerakan Manusia Pada Animasi 3D Dengan Menggunakan Menggunakan Metode Pose to pose. *Jurnal Teknik Informatika*, 9(1).  
<https://doi.org/10.35793/jti.9.1.2016.14641>
- Wahyuni, R. D., & Kamaliyah, S. N. (2009). Studi tentang pola produksi alfalfa tropis (*Medicago sativa* L. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 19(1), 20–27.  
<https://jiip.ub.ac.id/index.php/jiip/article/view/107/113>

- Waldrip, B., Prain, V., & Carolan, J. (2010). Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science. *Research in Science Education*, 40(1), 65–80. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9157-6>
- Wetra, M. (2018). *Jumlah dan Distribusi Stomata Pada Daun Beberapa Species Tanaman Monokotil Di Lubuk Minturun Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tangah* [STKIP PGRI Sumatera Barat]. <http://repo.stkip-pgri-sumbar.ac.id/id/eprint/6276/>
- Wibowo, G. (2019). Representasi Perempuan dalam Film Siti. *Nyimak (Journal of Communication)*, 3(1). <https://doi.org/10.31000/nyimak.v3i1.1219>
- Yahia, E., & Carrillo-Lopez, A. (2018). *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables* (1st ed.). Woodhead Publishing.
- Zebua, T., Nadeak, B., & Sinaga, S. B. (2020). Pengenalan Dasar Aplikasi Blender 3D dalam Pembuatan Animasi 3D. *Jurnal ABDIMAS Budi Darma*, 1(1).