

**YAYASAN LEMBAGA PENDIDIKAN ISLAM DAERAH RIAU
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
FAKULTAS TEKNIK**

MEDIA PEMBELAJARAN PENYERBUKAN DAN PEMBUAHAN PADA BUNGA
SEBAGAI REPRODUKSI TUMBUHAN MENGGUNAKAN *AUGMENTED REALITY*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu
Syarat Penyusunan Skripsi Pada Fakultas
Teknik Universitas Islam Riau Pekanbaru



YUNITA ASTRIA NINGSIH
173510789

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2022

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

Nama : Yunita Astria Ningsih
NPM : 173510789
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata Satu(S1)
Judul Skripsi : Media Pembeleajaran Penyerbukan dan Pembuahan
Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan
Menggunakan *Augmented Reality*

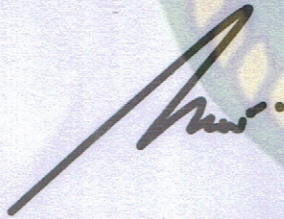
Format sistematika dan pembahasan materi pada masing-masing bab dan sub bab dalam skripsi ini telah dipelajari dan dinilai relatif telah memenuhi ketentuan-ketentuan dan kriteria - kriteria dalam metode penulisan ilmiah. Oleh karena itu, skripsi ini dinilai layak dapat disetujui untuk disidangkan dalam ujian komprehensif.

Pekanbaru, 08 Agustus 2022

Disahkan Oleh

Ketua Prodi Teknik Informatika

Dosen Pembimbing



Dr. Apri Siswanto., S.Kom., M.Kom



Ause Labellapansa, S.T., M.Cs., M.Kom

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI UJIAN SKRIPSI

Nama : Yunita Astria Ningsih
NPM : 173510789
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata Satu(S1)
Judul Skripsi : Media Pembelajaran Penyerbukan dan
Pembuahan Pada Bunga Sebagai
Reproduksi Tumbuhan Menggunakan
Augmented Reality

Skripsi ini secara keseluruhan dinilai telah memenuhi ketentuan-ketentuan dan kaidah-kaidah dalam penulisan penelitian ilmiah serta telah diuji dan dapat dipertahankan dihadapan tim penguji. Oleh karena itu, Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau menyatakan bahwa mahasiswa yang bersangkutan dinyatakan **Telah Lulus Mengikuti Ujian Komprehensif Pada Tanggal 28 Juli 2022** dan disetujui serta diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Bidang Ilmu **Teknik Informatika**.

Pekanbaru, 08 Agustus 2022

Tim Penguji

1. Dr. Arbi Haza Nasution,
B.IT., M.IT.

Sebagai Tim Penguji I

(.....)

2. Ana Yulianti, S.T., M.Kom

Sebagai Tim Penguji II

(.....)

Disahkan Oleh

Ketua Prodi Teknik Informatika

Dosen Pembimbing

Dr. Apri Siswanto., S.Kom., M.Kom

Ause Labellapansa, S.T., M.Cs., M.Kom

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang, Penulis ucapkan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Bunga Menggunakan *Augmetend Reality*” ini tepat pada waktunya.

Dalam penyusunan proposal skripsi ini, Penulis telah banyak mendapat hambatan dan halangan. Untuk itu, Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam pembuatan skripsi ini.

Terlepas dari semua itu, Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan baik dalam bentuk penyusunan maupun materinya. Kritik konstruktif dari pembaca sangat penulis harapkan untuk dapat menyempurnakan skripsi ini . Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang sebesar- besarnya.

Pekanbaru, Juli 2022

Penulis

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : YUNITA ASTRIA NINGSIH
Tempat/Tgl Lahir : Sragen, 15 September 1999
Alamat : Jalan karya bersama 1, Bukit raya

Adalah mahasiswa Universitas Islam Riau yang terdaftar pada:

Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Informatika
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata-1 (S1)

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis adalah benar dan asli hasil dari penelitian yang telah saya lakukan dengan judul **“MEDIA PEMBELAJARAN PENYERBUKAN DAN PEMBUAHAN PADA BUNGA SEBAGAI REPRODUKSI TUMBUHAN MENGGUNAKAN AUGMENTED REALITY”**

Apabila dikemudian hari ada yang merasa dirugikan dan atau menuntut karena penelitian ini menggunakan sebagian hasil tulisan atau karya orang lain tanpa mencantumkan nama penulis yang bersangkutan, atau terbukti karya ilmiah ini bukan karya saya sendiri atau **plagiat** hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, 08 Agustus 2022
Yang membuat pernyataan,



Yunita Astria Ningsih

MEDIA PEMBELAJARAN PENYERBUKAN DAN PEMBUAHAN PADA BUNGA SEBAGAI REPRODUKSI TUMBUHAN MENGUNAKAN *AUGMENTED REALITY*

Yunita Astria Ningsih
Fakultas Teknik
Teknik Informatika
Universitas Islam Riau
Email:yunitaningning0987@gmail.com

ABSTRAK

Penyerbukan merupakan peristiwa transfer serbuk sari dari kepala sari ke kepala putik, sedangkan pembuahan merupakan proses bertemunya sel kelamin jantan dan sel kelamin betina menjadi satu yang terjadi pada bunga sempurna dan bunga tidak sempurna. Proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga merupakan salah satu mata kuliah Teknologi Benih pada semester 5 jurusan Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Salah satu kendala dalam mempelajari materi genetika tanaman adalah mahasiswa tidak mengerti bagaimana proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga terjadi secara langsung. Pengembangan media pembelajaran yang menggunakan teknologi Augmented Reality dapat menjadi salah satu solusi tepat untuk menambah keefektifan dalam pembelajaran. Teknologi ini memungkinkan hal-hal abstrak yang tidak tampak, dapat disimulasikan secara 3D atau 2D secara real time dan terkesan nyata. Aplikasi dibuat dengan unity menggunakan display 3D dengan teknik markeless serta menggunakan library ARCore SDK. Berdasarkan pengujian pada jarak 10 cm sampai 200 cm animasi 3D dapat ditampilkan, serta animasi dapat ditampilkan diluar atau didalam ruangan dan bisa melakukan trancking lokasi dimana saja dengan syarat memiliki intensitas cahaya yang cukup diatas 0 lux. Berdasarkan hasil pengujian user didapatkan persentase akurasi sebesar 86,5% dengan responden sebanyak 10 orang, sehingga aplikasi ini dapat diimplementasikan sebagai media pembelajaran proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga.

Kata Kunci: Proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga, *Augmented Reality, Unity, ARCore SDK, Markeless*

LEARNING MEDIA POLLINATION AND FERTILIZATION IN FLOWERS AS PLANT REPRODUCTION USING AUGMENTED REALITY

Yunita Astria Ningsih
Fakultas Teknik
Teknik Informatika
Universitas Islam Riau
Email:yunitaningning0987@gmail.com

ABSTRACT

Pollination is the transfer of pollen from the anther to the stigma, while fertilization is the process of the meeting of male sex cells and female sex cells into one which occurs in perfect flowers and imperfect flowers. The process of pollination and fertilization in flowers is one of the Seed Technology courses in the 5rd semester of the Agrotechnology department at the Faculty of Agriculture, Islamic University of Riau. One of the obstacles in studying plant genetic material is that students do not understand how the process of pollination and fertilization in flowers occurs directly. The development of learning media using Augmented Reality technology can be one of the right solutions to increase effectiveness in learning. This technology allows abstract things that are not visible, can be simulated in 3D or 2D in real time and seem real. Applications are made with Unity using 3D displays with markerless techniques and using the ARCore SDK library. Based on testing at a distance of 10 cm to 200 cm 3D animation can be displayed, and animation can be displayed outside or inside the room and can do location tracking anywhere provided that it has sufficient light intensity above 0 lux. Based on the results of user testing, the percentage of accuracy is 86,5% with 10 respondents, so this application can be implemented as a learning medium for the process of pollination and fertilization in flowers.

Keywords: *The process of pollination and fertilization in flowers, Augmented Reality, Unity, ARCore SDK, Markerless*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan	4
1.6 Manfaat	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Studi Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Reproduksi Pada Tumbuhan	8
2.2.2 Media Pembelajaran	19
2.3 Dasar-Dasar Programming	25
2.3.1 Augmented Reality	25
2.3.2 Android	31
2.3.3 Tools Pengembang	35
2.3.4 Unified Modelling Language (UML)	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	42
3.1 Analisa Sistem yang Sedang Berjalan	42
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	43
3.2.1 Alat Penelitian	43
3.2.2 Bahan Penelitian	45
3.3 Perancangan Sistem	46
3.3.1 Tahap Perancangan Objek Animasi 3D	47
3.3.2 Tahap Perancangan User Interface	48
3.3.3 Desain Tampilan	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	68

4.1. Hasil Penelitian.....	68
4.1.1. Tampilan Halaman Awal Aplikasi.....	68
4.1.2 Tampilan Halaman Menu Utama	69
4.1.3 Tampilan Halaman Menu.....	70
4.1.4 Tampilan Halaman Profil.....	140
4.1.5 Tampilan Halaman Info.....	141
4.1.6 Tampilan Halaman Keluar.....	141
4.2. Pembahasan.....	142
4.2.1 Skenario Pengujian <i>Black box</i>.....	143
4.2.2 Pengujian Intesitas Cahaya	160
4.2.3 Pengujian Jarak.....	169
4.2.4 Pengujian Jenis Objek <i>Tracking</i>.....	175
4.3 Implementasi Sistem	179
BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN	183
DAFTAR PUSTAKA	185

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Contoh Bunga Sempurna.....	9
Tabel 2. 2 Contoh Bunga Tidak Sempurna.....	12
Tabel 2. 3 <i>Flowchart</i>	40
Tabel 3. 1 Spesifikasi Laptop Lenovo IdeaPad S340.....	43
Tabel 3. 2 Spesifikasi Samsung A32	44
Tabel 4. 1 Skenario Pengujian Black Box pada Halaman Utama Aplikasi	143
Tabel 4. 2 Skenario Pengujian Black Box pada Halaman Menu Aplikasi	144
Tabel 4. 3 Skenario Pengujian Black Box pada Halaman Menu.....	145
Tabel 4. 4 Skenario Pengujian Black Box Pada Halaman Profil/ Profile.....	148
Tabel 4. 5 Skenario Pengujian Black Box Pada Halaman Info/ Info	149
Tabel 4. 6 Skenario Pengujian Black Box Pada Scane Halaman Reproduksi Generatif/ Reproduction Generative	150
Tabel 4. 7 Skenario Pengujian Black Box Pada Halaman Penyerbukan dan Pembuahan ...	151
Tabel 4. 8 Skenario Pengujian Black Box Pada Halaman Pengertian/ Definition	153
Tabel 4. 9 Skenario Pengujian Black Box Pada Halaman Macam-macam Perantara Penyerbukan/ Miscellaneous Middleman Pollination	154
Tabel 4. 10 Skenario Pengujian Black Box Pada Halaman Macam-macam Penyerbukan/ Miscellaneous Pollination	155
Tabel 4. 11 Skenario Pengujian Black Box Pada Halaman Manfaat dan Tujuan / Benefits and Purpose.....	156
Tabel 4. 12 Skenario Pengujian Black Box Pada Scane Objek Animasi AR	157
Tabel 4. 13 Skenario Pengujian Black Box Pada Halaman Menu Keluar/ Exit	160

Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Aplikasi Terhadap Intensitas Cahaya.....	166
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Pada Jarak.....	174
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Pada Objek Tracking	178
Tabel 4. 17 Hasil Implementasi Sistem	179



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Cara Kerja Aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai reproduksi tumbuhan menggunakan Augmented Reality.....	47
Gambar 3. 2 Flowchart Tahap Perancangan Objek Animasi 3D.....	48
Gambar 3. 3 Flowchart Alur Perancangan Aplikasi Augmented Reality	50
Gambar 3. 4 Tampilan Halaman Utama Aplikasi	52
Gambar 3. 5 Desain Halaman Master	54
Gambar 3. 6 Tampilan Halaman Menu.....	55
Gambar 3. 7 Desain Tampilan Halaman Profil.....	56
Gambar 3. 8 Desain Tampilan Halaman Info	57
Gambar 3. 9 Desain Tampilan Halaman Reproduksi Generatif	58
Gambar 3. 10 Desain Tampilan Halaman Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga.....	59
Gambar 3. 11 Desain Halaman Contoh Bunga Sempurna dan Bunga Tidak Sempurna	60
Gambar 3. 12 Desain Tampilan Proses Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga.....	61
Gambar 3. 13 Desain Tampilan Halaman Macam-macam Perantara Penyerbukan	62
Gambar 3. 14 Desain Tampilan Halaman Macam-macam Penyerbukan	63
Gambar 3. 15 Desain Tampilan Halaman Objek AR	64
Gambar 3. 16 Flowchart Cara Kerja Aplikasi Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga ...	65
Gambar 3. 17 Cara Kerja Aplikasi Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga	66
Gambar 4. 1 Tampilan Halaman Awal Aplikasi	68
Gambar 4. 2 Tampilan Halaman Menu Utama Aplikasi	69
Gambar 4. 3 Tampilan Halaman Menu.....	70
Gambar 4. 4 Button Reproduksi Generatif	71

Gambar 4. 5 Tampilan Halaman Pengertian Reproduksi Generatif	72
Gambar 4. 6 Button Penyerbukan dan Pembuahan	72
Gambar 4. 7 Tampilan Halaman Pengertian Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga....	73
Gambar 4. 8 Button Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna	73
Gambar 4. 9 Tampilan Halaman Contoh Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna	74
Gambar 4. 10 Button Bunga Sempurna	75
Gambar 4. 11 Tampilan Halaman Nama Bunga Sempurna Dalam Bentuk Button	75
Gambar 4. 12 Button Bunga Alamanda	76
Gambar 4. 13 Halaman Objek AR Bunga Alamanda.....	77
Gambar 4. 14 Button Bunga Mawar	78
Gambar 4. 15 Halaman Objek AR Bunga Mawar	78
Gambar 4. 16 Button Bunga Tulip.....	79
Gambar 4. 17 Halaman Objek AR Bunga Tulip	80
Gambar 4. 18 Button Bunga Matahari	81
Gambar 4. 19 Halaman Objek AR Bunga Matahari	81
Gambar 4. 20 Button Bunga Kertas	82
Gambar 4. 21 Halaman Objek AR Bunga Kertas	83
Gambar 4. 22 Button Bunga Kembang Sepatu	84
Gambar 4. 23 Halaman Objek AR Bunga Kembang Sepatu.....	84
Gambar 4. 24 Button Bunga Strawberry.....	85
Gambar 4. 25 Halaman Objek AR Bunga Strawberry	86
Gambar 4. 26 Button Bunga Kopi	87
Gambar 4. 27 Halaman Objek AR Bunga Kopi.....	87

Gambar 4. 28	Button Bunga Angrek	88
Gambar 4. 29	Halaman Objek AR Bunga Angrek	89
Gambar 4. 30	Button Kembali	90
Gambar 4. 31	Button Bunga Tidak Sempurna	90
Gambar 4. 32	Tampilan Halaman Nama Bunga Tidak Sempurna Dalam Bentuk Button	91
Gambar 4. 33	Button Bunga Salak	92
Gambar 4. 34	Halaman Objek AR Bunga Salak Betina	92
Gambar 4. 35	Halaman Objek AR Bunga Salak Jantan	93
Gambar 4. 36	Button Bunga Vanili	94
Gambar 4. 37	Halaman Objek AR Bunga Vanili	94
Gambar 4. 38	Button Bunga Pepaya	95
Gambar 4. 39	Halaman Objek AR Bunga Pepaya	96
Gambar 4. 40	Button Bunga Kelapa	97
Gambar 4. 41	Halaman Objek AR Bunga Kelapa	97
Gambar 4. 42	Button Bunga Kamboja	98
Gambar 4. 43	Halaman Objek AR Bunga Kamboja	98
Gambar 4. 44	Button Bunga Jagung	99
Gambar 4. 45	Halaman Objek AR Bunga Jagung	100
Gambar 4. 46	Button Kembali	101
Gambar 4. 47	Button Proses Penyerbukan dan Pembuahan	101
Gambar 4. 48	Tampilan Halaman Proses Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna	102
Gambar 4. 49	Button Bunga Sempurna	104

Gambar 4. 50 Tampilan Halaman Proses Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sempurna	105
Gambar 4. 51 Button Tahap 1.....	105
Gambar 4. 52 Halaman Objek AR Tahap 1	106
Gambar 4. 53 Button Tahap 2.....	107
Gambar 4. 54 Halaman Objek AR Tahap 2	107
Gambar 4. 55 Button Tahap 3.....	108
Gambar 4. 56 Halaman Objek AR Tahap 3	109
Gambar 4. 57 Button Tahap 4.....	110
Gambar 4. 58 Halaman Objek AR Tahap 4	111
Gambar 4. 59 Button Tahap 5.....	111
Gambar 4. 60 Halaman Objek AR Tahap 5	112
Gambar 4. 61 Button Tahap 6.....	113
Gambar 4. 62 Halaman Objek AR Tahap 6	114
Gambar 4. 63 Button Kembali.....	114
Gambar 4. 64 Button Bunga Tidak Sempurna	114
Gambar 4. 65 Tampilan Halaman Proses Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Tidak Sempurna	115
Gambar 4. 66 Button Tahap 1.....	116
Gambar 4. 67 Halaman Objek AR Tahap 1	116
Gambar 4. 68 Button Tahap 2.....	117
Gambar 4. 69 Halaman Objek AR Tahap 2	118
Gambar 4. 70 Button Tahap 3.....	119

Gambar 4. 71 Halaman Objek AR Tahap 3	120
Gambar 4. 72 Button Tahap 4.....	121
Gambar 4. 73 Halaman Objek AR Tahap 4	122
Gambar 4. 74 Button Tahap 5.....	122
Gambar 4. 75 Halaman Objek AR Tahap 5	123
Gambar 4. 76 Button Tahap 6.....	124
Gambar 4. 77 Halaman Objek AR Tahap 6	124
Gambar 4. 78 Button Kembali.....	125
Gambar 4. 79 Button Macam-macam Perantara Penyerbukan.....	125
Gambar 4. 80 Tampilan Halaman Macam-macam Perantara Penyerbukan Yang Terjadi Pada Bunga.....	126
Gambar 4. 81 Button Penyerbukan Oleh Angin	127
Gambar 4. 82 Halaman Gambar Penyerbukan Oleh Angin Yang Terjadi Pada Bunga.....	128
Gambar 4. 83 Button Penyerbukan Oleh Hewan	128
Gambar 4. 84 Halaman Gambar Penyerbukan Oleh Hewan Yang Terjadi Pada Bunga	129
Gambar 4. 85 Button Penyerbukan Oleh Air	130
Gambar 4. 86 Halaman Gambar Penyerbukan Oleh Air Yang Terjadi Pada Bunga	130
Gambar 4. 87 Button Penyerbukan Oleh Manusia.....	131
Gambar 4. 88 Halaman Gambar Penyerbukan Oleh Manusia Yang Terjadi Pada Bunga..	132
Gambar 4. 89 Button Kembali.....	133
Gambar 4. 90 Button Macam-macam Perantara Penyerbukan.....	133
Gambar 4. 91 Tampilan Halaman Macam-macam Penyerbukan Yang Terjadi Pada Bunga	134

Gambar 4. 92 Button Penyerbukan Sendiri (autogami)	135
Gambar 4. 93 Halaman Gambar Penyerbukan Sendiri (autogami) Yang Terjadi Pada Bunga	136
Gambar 4. 94 Button Penyerbukan Tetangga (geitonogami)	136
Gambar 4. 95 Halaman Gambar Penyerbukan Tetangga (geitonogami) Yang Terjadi	137
Gambar 4. 96 Button Penyerbukan Silang (alogami).....	138
Gambar 4. 97 Halaman Gambar Penyerbukan Silang (alogami) Yang Terjadi Pada Bunga	139
Gambar 4. 98 Button Kembali	139
Gambar 4. 99 Button Kembali	139
Gambar 4. 100 Tampilan Halaman Profil	140
Gambar 4. 101 Tampilan Halaman Info	141
Gambar 4. 102 Tampilan Halaman Keluar	142
Gambar 4. 103 Pengujian Siang Hari Di Luar Ruangan dengan Cahaya Matahari	161
Gambar 4. 104 Pengujian Malam Hari Di Luar Ruangan Dengan Cahaya Lampu	162
Gambar 4. 105 Pengujian Malam Hari Di Luar Ruangan Tanpa Cahaya Lampu	163
Gambar 4. 106 Pengujian Dalam Ruangan Dengan Intensitas Cahaya Lampu 215 lux	164
Gambar 4. 107 Pengujian Dalam Ruangan Dengan Intensitas Cahaya Lampu 50 lux	165
Gambar 4. 108 Pengujian Dalam Ruangan Dengan Intensitas Cahaya Lampu 0 lux	166
Gambar 4. 109 Pengujian Jarak 10 cm	170
Gambar 4. 110 Pengujian Jarak 50 cm	171
Gambar 4. 111 Pengujian Jarak 100 cm	172
Gambar 4. 112 Pengujian Jarak 150 cm	173

Gambar 4. 113 Pengujian Jarak 200 cm174

Gambar 4. 114 Objek Kertas Putih Polos176

Gambar 4. 115 Objek Bertekstur177

Gambar 4. 116 Objek Tidak Rata178



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bunga pada tumbuhan merupakan makhluk hidup yang tidak mempunyai alat gerak aktif. Sehingga perlu adanya alat bantu dalam proses reproduksi untuk menghasilkan keturunan. Bunga (flos) adalah struktur reproduksi seksual pada tumbuhan berbunga. Organ reproduksi pada bunga (benang sari dan putik). Bunga berfungsi utama menghasilkan biji. Penyerbukan dan pembuahan berlangsung pada bunga. Setelah pembuahan, bunga akan berkembang menjadi buah. Proses penting dalam daur hidup suatu tumbuhan adalah penyerbukan dan pembuahan. Dua bagian penting dari bunga secara langsung dilibatkan pada reproduksi seksual dimana benang sari (*stamen*) dan putik (*pistil*). Benang sari terdiri dari kepala sari (*anther*) yang berisi serbuk sari (*pollen grains*) dan tangkai (*fillamen*). Lalu putik terdiri dari kepala putik (*stigma*), tangkai putik (*style*) dan bakal buah (*ovary*) dan stigma merupakan penerima *pollen* dan *pollen* akan berkecambah pada stigma lalu masuk ke tangkai putik dan akhirnya sampai ke *ovary*. Sedangkan *ovary* mempunyai satu atau lebih bakal biji (*ovule*).

Penyerbukan (*pollination*) merupakan peristiwa jatuhnya serbuk sari dari kepala sari (*anther*) ke kepala putik (*stigma*). Proses penyerbukan dimulai dari lepasnya serbuk sari dari kepala sari sampai serbuk sari mencapai kepala putik.

Dalam Al-Qur'an disebutkan bahwa "Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan

maka kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak dan dari mayang koma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun, delima yang serupa dan tidak serupa. Perhatikan buahnya pada waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pula) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman” (Q.S. Al-An’am (6): 99). “

Salah satu media yang digunakan dalam memanfaatkan teknologi pada proses pembelajaran dan Pendidikan. Dimana pada proses pembelajaran menggunakan produk atau aplikasi yang pemanfaatan proses dan produk teknologi informasi dan komunikasi (*information and communication technology/ICT*) (Herman D. Surjono, 2010).

Aplikasi *Augmented Reality* ini dapat digunakan dalam dunia Pendidikan untuk menyampaikan pengetahuan yang lebih menarik dalam materi perkuliahan tentang proses penyerbukan dan pembuahan bunga kembang sepatu untuk mahasiswa Fakultas Pertanian agar lebih mudah dalam memahami dan mengerti bagaimana setiap prosesnya terjadi secara nyata dalam bentuk 3D berbasis android. Selama penelitian penulis menemukan masalah yaitu karena selama pandemi (COVID 19) kuliah harus online dan tentunya belajar mengajar juga harus online, belum lagi mahasiswa banyak yang berada dikampung, yang mana jaringan merupakan kendala juga, dan jika ada materi ataupun video yang dikirim dosen melalui aplikasi googleclassroom mahasiswa harus membutuhkan kuota yang banyak, jadi penulis

memutuskan untuk menggunakan aplikasi *augmented reality*.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini berdasarkan latar belakang sebagai berikut:

1. Mahasiswa membutuhkan sarana belajar yang memadai diberbagai aspek, dikarenakan pandemi (COVID 19) jadi sistem belajar mengajar menggunakan *Augmentend Reality* sangat bagus untuk mahasiswa
2. Pembelajaran lewat video atau tutor dibutuhkan kuota yang banyak bagi mahasiswa
3. Terkendala dengan jaringan karena kebanyakan mahasiswa berada dikampung

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Aplikasi dibuat untuk perangkat mobile bersistem operasi android.
2. Aplikasi ditujukan untuk Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau jurusan Agroteknologi semester 5 dengan nama matakuliah Teknologi Benih.
3. Proses penyerbukan dan pembuahan terjadi pada Bunga kembang sepatu dan Bunga Jagung menggunakan *Markeles*.
4. Aplikasi dibuat untuk hp yang mempunyai spesifikasi dengan RAM minimal 6, karena aplikasi yang dibuat cukup berat, sehingga yang bisa memggunakannya hanya hp dengan minimal RAM 6.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membuat aplikasi *Augmented Reality* media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai reproduksi tumbuhan.
2. Bagaimana membuat aplikasi *Augmented Reality* media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai reproduksi tumbuhan agar nanti dapat digunakan sebagai media pembelajaran interaktif dan menarik bagi mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau dan dapat membantu menyampaikan informasi tentang penyerbukan dan pembuahan bunga.

1.5 Tujuan

Tujuan pelaksanaan penelitian ini yaitu untuk membuat aplikasi berbasis *Augmentend Reality*, yang dapat memberikan edukasi kepada mahasiswa dengan media yang berbeda agar meningkatkan minat mahasiswa dalam mempelajari proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga.

1.6 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah mempermudah Mahasiswa Fakultas Pertanian dalam memahami proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga dengan baik, serta untuk mengetahui ke efektifan pemanfaatan teknologi AR dalam media pembelajaran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Studi Pustaka

Youllia Indrawaty (2013) menjelaskan bahwasannya pada teknologi *Augmented Reality* (AR) yang dapat menggabungkan objek 3D ke dalam lingkungan nyata menggunakan media webcam. Tidak sama halnya seperti *Virtual Reality* yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, namun *Augmented Reality* hanya menambahkan atau melengkapi kenyataan. Objek mata yang digabungkan ke dalam lingkungan nyata berfungsi menampilkan informasi yang tidak dapat diterima manusia secara langsung. Hal ini membuat *Augmented Reality* berguna sebagai alat yang dapat membantu persepsi dan interaksi secara nyata bagi pengguna. Informasi yang ditampilkan oleh objek dimana dapat membantu pengguna melaksanakan kegiatan-kegiatan dalam dunia nyata.

Aplikasi mobile *Augmented Reality* dapat digunakan dalam bidang pariwisata yaitu sejarah gedung dan bangunan di Oslo. Aplikasi yang dibuat dapat menampilkan objek 3D serta sejarah dari Gedung yang ditangkap oleh kamera mobile. Dengan menggunakan SQLite sebagai database sehingga aplikasi ini dapat menampilkan lokasi longitude dan longitude dari bangunan yang ditunjuk. Pemanfaatan *Augmented Reality* dalam aplikasi ini terbukti dapat menarik perhatian tourism dalam memahami dan mempelajari sejarah Oslo. Namun desain aplikasi yang kurang interaktif maupun sulit dipahami dapat membuat pengguna sulit dalam pengoperasian (Chen et al,2014). Aplikasi lain yang juga memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* dimana digunakan

sebagai media promosi mobil. Dengan menggunakan Teknik marker pattern matching pada aplikasi ini yang menggunakan brosur mobil untuk menampilkan objek 3D dari mobil. Pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* sebagai media promosi dinilai juga dapat meningkatkan minat responden dalam penelitian dan juga pemakaian aplikasi ini pada smartphone pribadi (Fajar,2013).

Penerapan *Augmented Reality* pada perangkat mobile berbasis operasi android dan komputer yang telah diinstal pada aplikasi yang akan menampilkan bentuk 3D gedung jurusan sistem komputer fakultas Teknik di Universitas Diponegoro. Pada aplikasi ini penentuan jarak marker dengan kamera sangat diperhatikan agar bias menampilkan objek 3D yang sempurna. Namun pada aplikasi ini masih belum bisa menampilkan lokasi koordinat serta informasi secara realtime tentang Gedung jurusan sistem komputer fakultas Teknik di Universitas Diponegoro (Kurniawan et al,2014).

Beberapa penelitian sudah dilakukan sebelumnya dengan teknik *markerless*. Pertama penelitian yang dilakukan oleh Yoga Aprillion Saputra, (2014), dengan penelitian berjudul “Implementasi *Augmented Reality* (AR) Pada Fosil Purbakala di Museum Geologi Bandung”, penelitian bertujuan untuk menampilkan informasi secara *realtime* pada layar ponsel yang digunakan oleh pengunjung. Untuk metode pengenalan gambar menggunakan metode *Markerless Augmentend Reality* yang mana gambar diambil melalui kamera ponsel pengunjung. Dengan adanya metode *Markerless* informasi yang didapat dari beberapa bentuk tulang fosil yang tidak utuh akan ditampilkan dengan wujud yang sebenarnya atau mirip dengan yang asli, sehingga dinamakan 3 dimensi.

Untuk penggunaan teknologi *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran saat ini banyak diminati dan disukai oleh pengguna maupun developer. Teknologi *Augmented Reality* diterapkan sebagai sarana media pembelajaran yang dapat menarik dengan proses pembelajaran 3 dimensi yang menampilkan organ tubuh manusia secara 3 dimensi. Dengan adanya *Augmented Reality* untuk menampilkan bentuk 3 dimensi dari organ tubuh manusia, pengguna dengan mudah memvisualisasikan bentuk organ tubuh manusia secara 3 dimensi serta dapat mengetahui fungsi-fungsi organ tersebut dengan lebih detail dan nyata. Pada penggunaan aplikasi ini bisa bermanfaat jika diterapkan dalam proses pembelajaran di sekolah, yang cukup mempermudah guru dalam mempresentasikan materi organ tubuh manusia (Apri et al, 2013).

Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan beberapa penelitian yang memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* dimulai dari bidang Pendidikan, industri dan pariwisata. Dari beberapa penelitian diatas juga disebutkan konten-konten yang menjadi keunggulan dari aplikasi, serta beberapa metode yang digunakan untuk membangun aplikasi tersebut. Penelitian yang akan dilakukan oleh penulis adalah pembangunan aplikasi yang memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* dalam bidang Pendidikan.

2.2 Dasar Teori

Penelitian yang dilakukan tidak terlepas dari teori-teori yang sudah ada, dasar teori diperlukan untuk mengetahui sumber dari teori yang dikemukakan pada penelitian ini.

2.2.1 Reproduksi Pada Tumbuhan

A. Reproduksi Generatif

Merupakan gamet jantan dan gamet betina pada tumbuhan biji (*spermatophyta*), terdapat pada alat kelamin jantan penghasil serbuk sari yang akhirnya menghasilkan sel sperma dan alat kelamin yang mempunyai ovum. Pada proses perkembangbiakan tumbuhan biji terjadi dua peristiwa yaitu penyerbukan dan pembuahan (Universitas Lampung, 2015).

Penyerbukan pada tumbuhan biji terbuka (*gymnospermae*) adalah menempelnya serbuk sari ke mikrofil (liang bakal biji), sedangkan pada tumbuhan biji tertutup (*angiospermae*) adalah menempelnya serbuk sari ke kepala putik, *angiospermae* juga bisa disebut sebagai organ reproduksi bunga. Pembuahan adalah bersatunya inti sperma dengan inti ovarium pada tumbuhan *gymnospermae* ganda. Bunga memiliki peranan yang sangat penting dalam proses perkembangbiakan untuk menghasilkan benih baru (Universitas Lampung, 2015).

Menurut Dr. Tatang S. Suradinata (1998) secara umum bunga mempunyai lima bagian yang mana ada fungsi disetiap masing-masing bagiannya diantaranya sebagai berikut:

1. Tangkai Tangkai bunga berfungsi sebagai tempat penyanggah atau penopang kuat agar posisi bunga berada pada kondisi terbaiknya.
2. Kelopak bunga berfungsi sebagai media yang dapat menjaga dan menjadi penunjang kekuasaan mahkota bunga untuk melakukan gerakan berkembang atau berkuncup.

3. Mahkota bunga berfungsi sebagai pemikat atau pesona daya tarik untuk serangga agar datang dan seinggah lalu melakukan bantuan penyerbukan.
4. Benang sari (alat reproduksi jantan) berfungsi benang sari pada tumbuhan adalah melakukan pembuahan pada kepala putik.
5. Putik bunga (alat reproduksi betina) mempunyai dua bagian yaitu kepala putik dan tangkai putik dimana keduanya berfungsi menerima pembuahan dari benang sari jantan.

Macam-macam bunga berdasarkan kelengkapan alat perkembangbiakannya sebagai berikut:

1. Bunga Sempurna

Bunga yang memiliki benang sari dan putik sekaligus atau bunga berkelamin ganda.



2. Bunga Tidak Sempurna





Bunga yang memiliki benang sari atau putik saja. Jika memiliki benang sari disebut bunga jantan yang menghasilkan spermatozoid, sedangkan yang memiliki putik disebut bunga betina, menghasilkan sel telur.



Adapun contoh dari bunga sempurna terdapat pada tabel 2. 1 dan bunga tidak sempurna terdapat pada tabel 2. 2.

Tabel 2. 1 Contoh Bunga Sempurna

Jenis Bunga	Jenis Penyerbukan	Foto
-------------	-------------------	------





Mawar	Penyerbukan Silang (Alogami), penyerbukan dengan hewan (Zoidiogami)	 (Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)
Strawberry	Penyerbukan sendiri (Autogami), penyerbukan silang (Alogami), penyerbukan dengan angin (Anemogami), penyerbukan dengan hewan (Zoidiogami)	 (Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)
Kopi	Penyerbukan dengan angin (Anemogami), penyerbukan dengan hewan (Zoidiogami), penyerbukan dengan air (Hidrogami)	 (Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)


Tulip	Penyerbukan dengan angin (Anemogami), penyerbukan dengan hewan (Zoidiogami), penyerbukan bantuan manusia (Antropogami)	 <p>(Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)</p>
Anggrek	Penyerbukan dengan angin (Anemogami), penyerbukan dengan hewan (Zoidiogami)	 <p>(Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)</p>
Kembang sepatu	Penyerbukan sendiri (Autogami), penyerbukan dengan hewan (Zoidiogami)	 <p>(Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)</p>
Matahari	Penyerbukan dengan angin (Anemogami), penyerbukan dengan hewan (Zoidiogami),	 <p>(Sumber : Sastrodinoto Soenarjo,</p>

	penyerbukan dengan air (Hidrogami)	1992)
Alamanda	Penyerbukan dengan hewan (Zoidiogami), penyerbukan bantuan manusia (Antropogami)	 (Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)
Bougenvil (Kertas)	Penyerbukan dengan hewan (Zoidiogami), penyerbukan bantuan manusia (Antropogami)	 (Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)

Tabel 2. 2 Contoh Bunga Tidak Sempurna

Jenis Bunga	Jenis Penyerbukan	Foto
Salak	Penyerbukan bantuan manusia (Antropogami)	 (Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)

Vanili	Penyerbukan bantuan manusia (Antropogami)	 (Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)
Pepaya	Penyerbukan silang (Alogami), penyerbukan dengan angin (Anemogami), penyerbukan dengan hewan (Zoidiogami)	 (Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)
Kelapa	Penyerbukan Tetangga (Geitonogami), penyerbukan dengan angin (Anemogami)	 (Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)
Kamboja	penyerbukan dengan angin (Anemogami), penyerbukan dengan hewan (Zoidiogami), penyerbukan bantuan	 (Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)

	manusia (Antropogami)	
Jagung	Penyerbukan Tetangga (Geitonogami), penyerbukan dengan angin (Anemogami)	 (Sumber : Sastrodinoto Soenarjo, 1992)

B. Penyerbukan dan Pembuahan

Penyerbukan (*pollination*) adalah peristiwa menempelnya serbuk sari ke kepala putik. Penyerbukan disebut juga persarian. Kepala putik ada yang berbulu halus dan ada juga yang berlendir fungsinya agar serbuk sari mudah melekat pada kepala putik. Adapun macam-macam perantara penyerbukan sebagai berikut (Universitas Lampung, 2015):

1. Penyerbukan oleh Angin

Bunga yang disebabkan oleh angin mempunyai ciri-ciri bunganya tidak berwarna dan tidak mempunyai kelenjar madu. Serbuk sarinya berjumlah banyak dan ringan sehingga mudah diterbangkan angin. Kepala sari besar dan tangkai sari panjang serta bergoyang kalau ditiup angin. Putiknya terentang ke luar, panjang, dan berbulu. Contohnya bunga kelapa, rumput, dan jagung.

2. Penyerbukan oleh Hewan

Pada penyerbukan oleh hewan dimana sebagai perantara penyerbukan merupakan hewan serangga misalnya kupu-kupu dan lebah. Selain itu, hewan yang berperan dalam proses penyerbukan adalah siput, burung, dan kelelawar. Ciri-ciri bunga yang diserbukan oleh hewan adalah yang memiliki mahkota berwarna-warni sebagai daya tarik, berbau harum, dan mempunyai kelenjar madu.

3. Penyerbukan oleh Air

Penyerbukan oleh air terjadi pada tumbuhan yang bunganya terendam air, contohnya Hydrilla.

4. Penyerbukan oleh Manusia

Penyerbukan oleh manusia juga bisa dilakukan dengan pertolongan manusia, contohnya pada bunga salak dan bunga vanili. Bunga salak dan bunga vanili berkelamin tunggal mempermudah proses penyerbukan, bunga jantan yang penuh dengan serbuk dipetik, kemudian ditempelkan pada bunga betina yang sudah masak.

Dalam penyerbukan juga ada macam-macam penyerbukan sebagai berikut (Universitas Lampung, 2015):

1. Penyerbukan sendiri (autogami) merupakan peristiwa menempelnya serbuk sari dari suatu bunga pada kepala putik bunga itu sendiri. Penyerbukan ini tidak menghasilkan keturunan yang bervariasi. Contohnya bunga telang dan bunga turi.
2. Penyerbukan tetangga (geitonogami) merupakan peristiwa menempelnya serbuk sari dari suatu bunga pada kepala putik bunga pada kepala putik bunga lain yang

masih berada pada satu tumbuhan. Contohnya pada bunga jagung.

3. Penyerbukan silang (alogami) merupakan peristiwa menempelnya serbuk sari dari suatu bunga pada kepala putik bunga lain yang berada pada tumbuhan lain sejenis. Biasanya disebut dengan persilangan. Contohnya persilangan antara bunga merah dengan bunga putih dapat menghasilkan bunga merah, merah mudah, dan putih.

Pembuahan adalah peristiwa bersatunya inti sperma dengan ovum. Peristiwa yang terjadi dalam kandung lembaga dalam bakal biji. Proses pembuahan merupakan proses yang rumit. Serbuk sari pada tumbuhan biji tertutup yang menempel pada kepala putik tumbuh membentuk pembuluh serbuk sari tabung (tabung serbuk sari). Pembuluh serbuk yang tumbuh di dalam tangkai kepala putik, membentuk saluran yang menuju ke bakal buah yang mengandung bakal biji. Didalam pembuluh serbuk sari, terdapat dua inti generatif dan satu inti vegetatif disebut inti sperma pertama dan inti sperma kedua. Inti sperma pertama serta sperma kedua bergerak menuju bakal biji (Universitas Lampung, 2015).

C. Tujuan dan Manfaat Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga

Tujuan penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai berikut:

1. Memperbanyak tanaman (regenerasi spesies).
2. Untuk bereproduksi (menambah keturunan) dan juga untuk mempertahankan jenis dari regenerasinya.

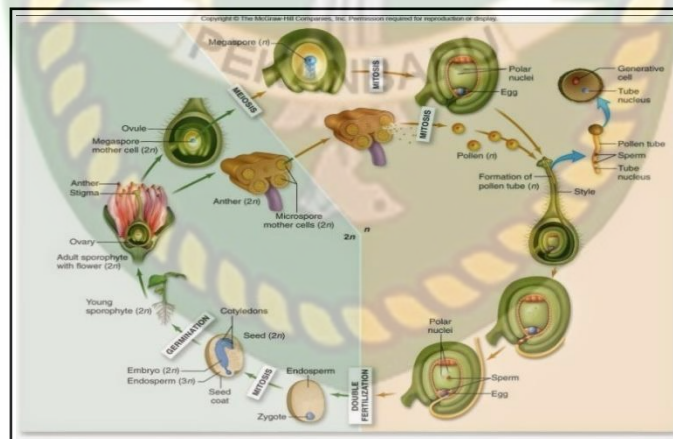
Manfaat penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai berikut:

1. Terbentuk organisme baru (regenerasi spesies tertentu).
2. Hasil pertanian meningkat.
3. Perbaikan pertumbuhan ekonomi.
4. Jumlah organisme meningkat.

D. Tahapan Terjadinya Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga

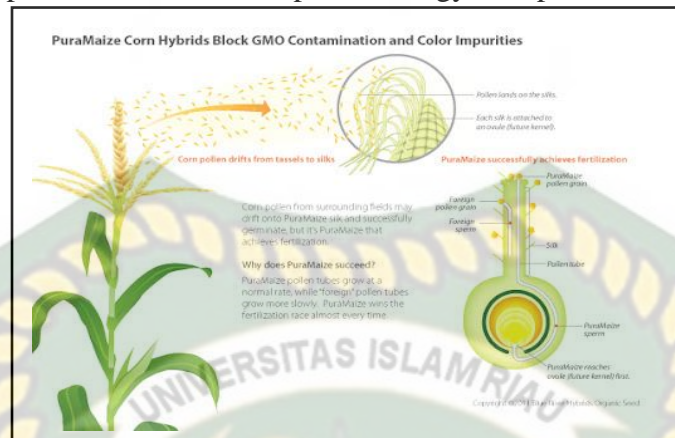
Penyerbukan adalah sebuah peristiwa alami jatuhnya serbuk sari lalu menempel pada kepala putik sehingga terjadinya proses penyerbukan sempurna pada bunga. Adapun proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga yang terjadi secara tidak sempurna atau bunga tidak sempurna (Universitas Lampung, 2015).

Berikut ilustrasi proses terjadinya penyerbukan dan pembuahan pada bunga sempurna terdapat pada gambar 2. 1 dan bunga tidak sempurna terdapat pada gambar 2. 2.



Gambar 2. 1 Ilustrasi Proses Terjadinya Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sempurna

(Sumber : <https://rumusrumus.com/perbedaan-gymnospermae-dan-angiospermae/>)



Gambar 2. 2 Ilustrasi Proses Terjadinya Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Tidak Sempurna

(Sumber : <http://www.blueriverorgseed.com/products/organic-corn-brands/puramaize/145>)

Proses terjadinya penyerbukan pada bunga (Universitas Lampung, 2015):

1. Pertama jatuhnya serbuk sari pada permukaan stigma (jatuh pada bagian kepala putik).
2. Lalu serbuk sari yang jatuh tadi dibawa oleh mikrocup yang mana setelah dibawa serbuk sari akan menghasilkan dua sperma yaitu inti vegetatif dan inti generatif.

Pembuahan yang terjadi pada embrio dari uterus bakal biji yang telah masak dimana sudah berisi delapan inti, yang telah disusun dalam tiga kelompok sebagai berikut:

- Kelompok pertama, terdiri atas 1 inti sel telur + 2 inti sinergid, yang terletak di embrio sekat ujung mikropile

- Kelompok kedua ialah terdiri dari dua inti polar, yang terletak di tengah-tengah kandung embrio
- Kelompok ketiga dimana yang terdiri dari tiga inti antipodal, yang terletak di ujung kandung embrio, yaitu jarak terjauh dari inti sel telur atau mikropile (dekat chalaza)

Proses terjadinya pembuahan pada bunga (Universitas Lampung, 2015):

1. Mikrocup yang membawa serbuk sari (dua sperma) akan dibawa menuju ke mikrofil betina dan akan merobek kedalam ovum dan akan melepas dua sel sperma tadi.
2. Lalu inti sperma kedua tadi telah dimasukkan ke dalam kandung embrio untuk pembuahan, inti generatif bergabung dengan inti sel telur dan menjadi zigot, sedangkan inti vegetatif bergabung dengan dua inti polar dan kemudian membangun jaringan endosperm.

Proses pembuahan akan berjalan lancar dimana serbuk sari dan telur inti yang sehat serta subur (fertile). Pollen harus memiliki kemampuan untuk tumbuh tinggi, sementara stigma harus memiliki medium yang baik untuk serbuk sari pertumbuhan selanjutnya. Dalam kandung embrio, hanya tiga buah inti saja yang mengambil bagian dalam proses pembuahan. Lima inti lainnya yang tidak dibuahi akan segera mati setelah proses pembuahan berakhir.

2.2.2 Media Pembelajaran

A. Pengertian Media Pembelajaran

Media berasal dari bahasa latin yang disebut *medius* dimana secara harfiah berarti 'tengah', 'perantara', atau 'pengantar'. Secara pengertian sendiri media dalam proses belajar mengajar cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, *photografis* dimana dapat menangkap, memproses dan menyusun kembali informasi visual. AECT (*Association of Education and Communication Technology*) memberi batasan tentang media pembelajaran sebagai bentuk dan saluran yang digunakan untuk menyampaikan informasi. Disamping itu media pembelajaran sebagai sistem penyampai atau pengantar yang sering diganti dengan kata mediator, dengan istilah mediator media pembelajaran menunjukkan fungsinya dimana media dapat mengatur hubungan yang efektif antara dua pihak utama dalam proses belajar, yaitu siswa dan isi pelajarannya. Ringkasnya, media merupakan alat yang dapat menyampaikan pesan-pesan pengajaran yang diberikan (Azhar Arsyad, 2010: 3).

Pada proses belajar mengajar mempunyai dua unsur dimana metode mengajar dan media pembelajaran memiliki aspek yang saling berkaitan. Pemilihan pada metode mengajar tertentu akan mempengaruhi proses media pembelajaran yang sesuai dengan yang diambil, meskipun masih ada beberapa aspek lain yang harus diperhatikan dalam memilih media dimana tujuan pembelajaran dan jenis tugas serta respon yang diharapkan oleh siswa dapat dikuasai setelah pembelajaran berlangsung, dan konteks pembelajaran termasuk karakteristik siswa tersebut. Jadi dapat dikatakan bahwa salah satu fungsi pada media pembelajaran ialah sebagai alat bantu mengajar dimana dapat mempengaruhi iklim kondisi dan lingkungan

belajar yang ditata untuk diciptakan oleh guru (Arsyad Ashar, 2005 : 15).

Media pembelajaran adalah segala sesuatu baik itu *hardware* (semua yang dapat didengar, dilihat atau diraba dengan pancaindera) maupun *software* (kandungan isi yang ingin disampaikan) yang dapat digunakan secara massal, kelompok besar/kecil ataupun perorangan dalam proses pembelajaran.

B. Ciri-Ciri Media Pembelajaran

Berdasarkan pendapat Arsyad Azhar (2005: 6-7) ciri-ciri umum yang terkandung dalam media yaitu:

- a. Media pendidikan memiliki pengertian fisik yang dewasa ini dikenal sebagai *hardware* (perangkat keras), yaitu suatu benda yang dapat dilihat, didengar, atau diraba dengan panca indera.
- b. Media pendidikan memiliki pengertian nonfisik yang dikenal sebagai *software* (perangkat lunak) yaitu kandungan pesan yang terdapat dalam perangkat keras yang merupakan isi yang ingin disampaikan kepada siswa atau mahasiswa.
- c. Penekanan media pendidikan terdapat pada visual dan audio.
- d. Media pendidikan memiliki pengertian alat bantu pada proses belajar baik di dalam maupun di luar kelas.
- e. Media pendidikan digunakan dalam rangka komunikasi dan interaksi guru dan siswa dalam proses pembelajaran.
- f. Media pendidikan dapat digunakan secara massal (misalnya radio, televisi), kelompok besar dan kelompok kecil (misalnya film, slide, video, OHP), atau perorangan (misalnya : modul, komputer, radio tape/kaset, video recorder).

- g. Sikap, perbuatan, organisasi, strategi, dan manajemen yang berhubungan dengan penerapan suatu ilmu.

Lebih lanjut Gerlach & Ely yang dikutip Arsyad Azhar (2005: 12), menjabarkan ada tiga ciri media pembelajaran yang merupakan petunjuk mengapa media dapat digunakan dan apa-apa saja yang dapat dilakukan oleh media dimana guru yang tidak mampu (atau kurang efisien) melakukannya.

1. Ciri Fiksatif (*Fixative Property*)

Pada ciri ini menggambarkan kemampuan media merekam, menyimpan, melestarikan dan merekonstruksi suatu peristiwa atau kejadian. Maka pada kejadian tertentu yang terjadi dapat disusun kembali dengan media seperti fotografi, video tape, audio tape, disket komputer dan film. Dengan menggunakan ciri fiksatif ini, media memungkinkan suatu rekaman kejadian yang terjadi pada satu waktu tertentu ditransportasikan tanpa mengenal waktu.

2. Ciri manipulatif (*Manipulative Property*)

Ciri manipulatif dimana objek dimungkinkan karena media memiliki ciri manipulatif. Kejadian yang proses waktunya sampai berhari-hari bisa diberikan kepada siswa dalam kurun waktu dua atau tiga menit dengan menggunakan teknik pengambilan gambar *time-lapse recording*.

3. Ciri distributif (*Distributive Property*)

Pada ciri distributif dari media memungkinkan suatu kejadian ditransportasikan melalui ruang secara bersamaan, sehingga kejadian tersebut diberikan kepada sejumlah siswa dengan stimulus pengalaman relatif yang sama mengenai

kejadian tersebut. Informasi direkam sekali dengan format media apa saja yang dapat diproduksi dan siap digunakan secara bersamaan pada kurun waktu berulang-ulang di suatu tempat. Konsistensi pada informasi yang telah direkam akan sama dengan yang aslinya.

C. Jenis Media Pembelajaran

Berbagai macam media pembelajaran dapat diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu: bentuk (visual), suara (audio), audio-visual dan multimedia. Berdasarkan adanya 4 jenis media tersebut Asyhar (2012:44) mengemukakan beberapa kelompok jenis media sebagai berikut:

1. Media visual, yakni media yang digunakan hanya mengandalkan indera penglihatan semata-mata dari peserta didik. Dengan kata lain pengalaman belajar yang dialami peserta didik sangat tergantung pada kemampuan penglihatannya.
2. Media audio, yakni media yang digunakan dalam proses pembelajaran dengan hanya melibatkan indera pendengaran peserta didik. Dengan kata lain pengalaman belajar yang akan didapatkan ialah dengan mengandalkan indera kemampuan pendengaran.
3. Media audio-visual merupakan jenis media yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran dengan melibatkan pendengaran dan penglihatan sekaligus dalam satu proses pembelajaran. Jadi pesan yang diberikan melalui media ini dapat berupa pesan verbal dan *nonverbal* yang mengandalkan baik penglihatan maupun pendengaran.

4. Media multimedia yakni media yang melibatkan beberapa jenis media dan peralatan secara integerasi dalam suatu proses atau kegiatan pembelajaran. Dimana pembelajaran multimedia yang melibatkan pada indera penglihatan dan pendengaran melalui media teks, visual diam, visual gerak serta media interaktif yang berbasis pada media komputer dan teknologi komunikasi.

D. Fungsi Media Pembelajaran

Peranan media pembelajaran merupakan bagian yang sangat menentukan efektivitas dan efisiensi pencapaian tujuan pembelajaran. Menurut McKown yang tertera pada bukunya yang berjudul “*Audio Visual Aids To Instruction*” menerangkan bahwasannya ada empat fungsi media sebagai berikut:

- Mengubah titik berat pendidikan formal, yang mana artinya dengan media pembelajaran yang tadinya abstrak menjadi kongkret, pembelajaran yang tadinya teoritis menjadi fungsional praktis.
 - Membangkitkan motivasi belajar, dalam hal ini media menjadi motivasi ekstrinsik bagi pebelajar, sebab penggunaan media pembelajaran menjadi lebih menarik dan memusatkan perhatian pebelajar.
 - Memberikan kejelasan, agar pengetahuan dan pengalaman pebelajar dapat lebih jelas dan mudah dimengerti maka media dapat memperjelas hal itu.
 - Memberikan stimulasi belajar, terutama rasa ingin tahu perlu dirangsang agar selalu timbul rasa keingintahuan yang harus dipenuhi melalui penyediaan media.
- Media juga memiliki fungsi secara efektif dalam pembelajaran yang

berlangsung tanpa adanya kehadiran guru. Media dalam bentuk “kemasan” untuk mencapai tujuan pembelajaran pada halsituasi seperti ini dimana tujuan yang telah ditetapkan pada petunjuk untuk mencapai tujuan tersebut telah diberikan, bahan-bahan telah disusun dengan rapih dan alat ukur untuk evaluasi juga telah disediakan. Pada media pembelajaran yang telah dijabarkan diatas dapat berwujud modul, paket belajar, kaset dan perangkat lunak komputer yang dapat dipakai oleh peserta didik atau peserta pelatihan. Dalam situasi seperti ini guru atau instruktur berfungsi sebagai fasilitator pembelajaran.

2.3 Dasar-Dasar Programming

2.3.1 *Augmented Reality*

A. Sejarah *Augmented Reality*

Pada sejarah *Augmented Reality* dimulai dari tahun 1957-1962, dimana seorang penemu yang bernama Morton Heilig seorang sinematografer yang menciptakan dan memapatenkan sebuah simulator yang disebut dengan Sensorama dengan *visual*, getaran dan bau. Pada tahun 1966 seorang penemu Ivan Sutherland menemukan head-mounted *display* yang disebutkan meruapakan jendela ke dunia *virtual*. Pada tahun 1975 seorang ilmuwan bernama Myron Krueger menemukan sebuah *Videoplance* yang memungkinkan pengguna untuk dapat berinteraksi dengan objek *virtual* pertama kalinya. Tahun 1989 seorang yang bernama Jaron Lanier memperkenalkan *Virtual Reality* dan menciptakan bisnis komersial pertama kali pada dunia maya, Tahun 1992 seorang ilmuwan mengembangkan *Augmented Reality* untuk melakukan perbaikan pada Pesawat Boeing. Pada tahun yang sama yaitu tahun 1992 seorang yang bernama

LB Rosenberg meningkatkan salah satu fungsi sistem yang ada pada AR dimana bisa disebut dengan *Virtual Fixtures* dapat digunakan di Angkatan Udara AS Armstrong Labs dan dengan menunjukkan manfaat alat yang telah dikembangkan untuk ditunjukkan kepada manusia lalu pada tahun yang sama seorang yang bernama Steven Feiner, Blair MacIntyre dan dorée Seligmann mengenalkan sebuah *Major Paper* untuk pertama kalinya dimana ini digunakan untuk perkembangan *PrototypeAR*.

Pada tahun 1999 seorang bernama Hirokazu Kato mengembangkan *ArToolkit* di HITLab dan didemonstrasikan di SIGGRAPH, pada tahun 2000 seorang bernama Bruce.H.Thomas yang mengembangkan ARQuake dimana ini sebuah *Mobile Game* AR yang ditunjukkan di *International Symposium on Wearable Computers*. Pada tahun 2008 *Wikitude AR Travel Guide* yang memperkenalkan *Android G1 Telephone* yang berteknologi AR dan tahun 2009 seorang bernama Saqoosha memperkenalkan FLARToolkit dimana ini merupakan perkembangan dari *ArToolkit*. Pada FLARToolkit memungkinkan kita untuk memasang teknologi AR pada sebuah website, karena output yang dihasilkan FLARToolkit berbentuk Flash. Pada tahun yang sama yaitu tahun 2009 seorang yang bernama Wikitude Drive meluncurkan sistem navigasi berteknologi AR pada *Platform Android*. Tahun 2010 seorang yang bernama Acrossair menggunakan teknologi AR pada I-Phone 3GS. Dibawah ini merupakan bidang-bidang yang pernah menggunakan teknologi *Augmented Reality* adalah:

- Kedokteran (Medical): Teknologi pencitraan sangat dibutuhkan di dunia kedokteran, seperti misalnya, untuk simulasi operasi, simulasi pembuatan vaksin virus, dll. Untuk itu, bidang kedokteran menerapkan Augmented Reality pada visualisasi penelitian mereka.
- Hiburan (Entertainment): Dunia hiburan membutuhkan Augmented Reality sebagai penunjang efek-efek yang akan dihasilkan oleh hiburan tersebut. Sebagai contoh, ketika seseorang wartawan cuaca memperkirakan ramalan cuaca, dia berdiri di depan layar hijau atau biru, kemudian dengan teknologi augmented reality, layar hijau atau biru tersebut berubah menjadi gambar animasi tentang cuaca tersebut, sehingga seolah-olah wartawan tersebut, masuk ke dalam animasi tersebut.
- Latihan Militer (Military Training): Militer telah menerapkan Augmented Reality pada latihan tempur mereka. Sebagai contoh, militer menggunakan Augmented Reality untuk membuat sebuah permainan perang, dimana prajurit akan masuk kedalam dunia game tersebut, dan seolah-olah seperti melakukan perang sesungguhnya.
- Engineering Design: Seorang engineering design membutuhkan Augmented Reality untuk menampilkan hasil design mereka secara nyata terhadap klien. Dengan Augmented Reality klien akan tahu, tentang spesifikasi yang lebih detail tentang desain mereka.

- Robotics dan Telerobotics: Dalam bidang robotika, seorang operator robot, menggunakan pengendali pencitraan visual dalam mengendalikan robot itu. Jadi, penerapan Augmented Reality dibutuhkan di dunia robot.
- Consumer Design: Virtual reality telah digunakan dalam mempromosikan produk. Sebagai contoh, seorang pengembang menggunakan brosur virtual untuk memberikan informasi yang lengkap secara 3D, sehingga pelanggan dapat mengetahui secara jelas, produk yang ditawarkan. (Anggriyadi,2012).

B. Pengertian *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) adalah sebuah teknologi yang menggabungkan benda maya 2D maupun 3D ke dalam lingkungan nyata lalu memproyeksikan benda maya tersebut dalam waktu nyata (Roedavan, 2014).

Augmented Reality (AR) atau dalam Bahasa Indonesia diterjemahkan menjadi Realitas Tambahan adalah sebuah teknik yang menggabungkan benda maya dua dimensi maupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkup nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata (Pamoedji, Maryuni, & Sanjaya, 2017).

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang berkembang dan sangat diminati saat ini, karena *Augmented Reality* (AR) bisa masuk ke dalam bermacam lingkungan aplikasi. *Augmented Reality* (AR) bisa diterapkan pada bidang pengetahuan, hiburan, kesehatan, dan banyak lainnya (Pramana, Brata, & Brata, 2018).

Pada penjelasan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa AR merupakan teknologi

yang menggabungkan benda maya dalam bentuk 3 dimensi kedalam lingkungan nyata bersifat interaktif yang dibuat melalui komputer.

Pada penelitian ini, peneliti akan mencoba menggunakan metode *Markeless* pada *Augmenetd Reality* (AR) untuk aplikasi penyerbukan dan pembuahan pada bunga. Adapun penjelasan tentang metode *markeless* sebagai berikut:

- *Markeless Augmented Reality*

Salah satu metode yang digunakan pada *Augmented Reality* yang sama saat ini berkembang adalah dengan menggunakan metode *Markeless Augmenetd Reality*, dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah marker untuk menampilkan elemen-elemen digital. Macam-macam teknik yang dapat digunakan dengan menggunakan *Markeless Tracking* pada AR yaitu sebagai berikut:

- a. *Face Tracking*

Face Tracking menggunakan teknik algoritma pada komputer yang dapat mengenali wajah manusia secara umum dengan cara mengenali posisi mata, hidung dan mulut. Kemudia akan mengabaikan objek-objek lain disekitarnya seperti pohon, rumah dan benda lainnya. Contoh *markeless tracking* untuk teknik *face tracking* dapat dilihat pada Gambar 2. 3.



Gambar 2. 3 Teknik *face tracking*

(Sumber : <https://api2017a05.wordpress.com/2017/12/04/augmented-reality-ar/>)

b. *3D object Tracking*

Teknik ini menggunakan benda nyata seperti mobil, meja, televisi, meja dan benda lainnya sebagai acuan untuk menampilkan obyek virtual. Contoh *markerless tracking* untuk teknik *3D object tracking* dapat dilihat pada Gambar 2. 4.



Gambar 2. 4 *3D Object Tracking*

(Sumber : <https://api2017a05.wordpress.com/2017/12/04/augmented-reality-ar/>)

2.3.2 Android

A. Sejarah Android

Awalnya android dibuat sebagai pendukung perangkat kamera digital supaya terhubung langsung dengan internet. Karena pangsa pasar tidak terlalu besar, maka selanjutnya android dikembangkan dalam perangkat mobile. Sementara pada saat itu keberadaan Symbian dan Windows Mobile adalah sebagai pemain utama. Pada tahun 2003 saat Andy Rubin, Rich Miner, Chris White dan Nick Sears mendirikan Android, Inc. Sebuah perusahaan besar di Palo Alto, California yang kemudian dipinang oleh Google pada tanggal 17 Agustus 2005. Di bawah naungan Google, android menghilang dan tidak melahirkan apapun sampai pertengahan tahun 2008. Hingga pada 22 Oktober 2008, HTC Dream diluncurkan sebagai ponsel seluler komersial pertama yang berbasis Android. Dua tahun setelahnya, ponsel pintar seri Nexus One diluncurkan oleh Google dengan bantuan HTC selama proses pembuatan. Hingga akhirnya melahirkan berbagai brand dari OEM yang berbeda seperti Asus, Samsung, LG dan lain sebagainya. Selanjutnya perangkat Android mulai berkembang pesat dan menenggelamkan para pesaingnya. Bersama dengan perubahan, perkembangan dan perbaikan fitur yang membuat performa android lebih optimal. Adapun versi sistem operasi android sebagai berikut:

- Android Astro 1.0 (Alpha)

Versi Android 1.0 ini dirilis pada 23 September 2008 dengan nama Alpha yang digunakan pada ponsel jenis HTC Dream.

- Android Bender 1.1 (Beta)

Pada versi 1.1 rilisan 9 Februari 2009, google play store meluncur dengan nama android market.

- Android Cupcake 1.5

Pada 27 April 2009, android versi 1.5 dengan nama cupcake dirilis secara komersil bersama fitur on-screen keyboard.

- Android Donut 1.6

Android merilis versi donut 1.6 pada 15 September 2009 dengan mendukung teknologi CDMA/EVDO, 802.1 x, VPNs.

- Android Éclair 2.0 – 2.1

Kemunculan Eclair 2.0 – 2.1 pada 26 Oktober 2009, menggeser fungsi peta konvensional dengan fitur navigasi Google maps.

- Android Froyo 2.2

Versi froyo atau *frozen yoghurt* rilis pada 20 Mei 2010 dengan berbagai fitur perbaikan pada sistem yang sudah ada.

- Android Gingerbread 2.3

Gingerbread 2.3 rilis pada 6 Desember 2010 dengan mengutamakan beberapa pembaharuan.

- Android Honeycomb 3.0/3.1

Android meluncurkan versi honeycomb 3.0/3.1 pada 22 Februari 2011 untuk penggunaan OS android pada tablet.

- Android Ice Cream Sandwich 4.0

Fitur yang ada pada versi tablet dimasukkan dalam Ice Cream Sandwich 4.0 yang diluncurkan pada 19 Oktober 2011.

- Android Jelly Bean 4.1/4.2/4.3

Google now yang berfungsi untuk *voice assistant* diperkenalkan bersama dengan peluncuran versi Jelly Bean 4.1 di tahun 2012. Sedangkan fitur *photo sphere*, *daydream* dan lain-lain ada di versi 4.2, yang mana semua versi dimutakhirkan pada versi 4.3.

- Android Kitkat 4.4

Key Lime Pie atau kitkat 4.4 yang rilis pada 31 Oktober 2013 hanya akan berjalan optimal pada perangkat dengan RAM minimal 512 MB.

- Android Lollipop 5.0

12 November 2014 adalah waktu peluncuran Lollipop 5.0 yang membuat perubahan pada desain *User Interface*.

- Android Marshmallow 6.0

Marshmallow 6.0 muncul bersama fitur canggih seperti search bar, sensor sidik jari dan sebagainya pada 5 Oktober 2015.

- Android Nougat 7.0

Nougat 7.0 membuat perubahan besar sejak muncul pada 23 Agustus 2016 dengan 63 emoji baru dan multi-window.

- Android Oreo 8.0

Oreo 8.0 hadir pada 21 Agustus 2017 dengan fitur-fitur yang *multitasking* serta penampilan UI yang lebih rapi.

- Android Pie 9.0

Pie 9.0 dirilis pada 6 Agustus 2018 dengan membawa smart reply, digital wellbeing, adaptive battery dan lain-lain.

- Android 10

Salah satu alasan versi ke 10 dinamakan **Android 10** dikarenakan tidak adanya nama makanan yang berawalan Q.

B. Pengertian Android

Menurut Nasruddin Safaath (Pemrograman aplikasi mobile smartphone dan tablet PC berbasis android 2012:1) android adalah sebuah sistem operasi pada handphone yang bersifat terbuka dan berbasis pada sistem operasi Linux. Android bisa digunakan oleh setiap orang yang ingin menggunakannya pada perangkat mereka. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri yang akan digunakan untuk bermacam peranti bergerak. Awalnya, Google Inc. Membeli Android Inc., pendatang baru yang membuat piranti lunak untuk ponsel. Kemudian untuk mengembangkan Android, dibentuklah Open Handset Alliance, konsorsium dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-Mobile, dan Nvidia.

Menurut Safaath dalam (Ariyanto, 2018), “Android adalah sebuah kumpulan

perangkat lunak untuk perangkat *mobile* yang mencakup sistem operasi, middleware dan aplikasi utama *mobile*”

Menurut li dalam (Ariyanto, 2018), “Android merupakan sebuah sistem operasi telepon seluler dan komputer tablet layar sentuh (*touch screen*) yang berbasis linux”. Namun seiring perkembangannya, android berubah menjadi *platform* yang begitu cepat dalam melakukan inovasi. Hal ini tidak lepas dari pengembangan utama dibelakangnya yaitu goole. *Google* lah yang mengakuisi android, yang kemudian membuatkan sebuah *platform*.

C. Android SDK (*Software Development Kit*)

Android SDK adalah tools bagi para programmer yang ingin mengembangkan aplikasi berbasis Android. Android SDK mencakup seperangkat alat pengembang yang kompherentasi. Android SDK terdiri dari *debugger*, *libraris*, *handset emulator*, dokumentasi, contoh kode, dan tutorial.

2.3.3 *Tools* Pengembang

A. Unity 3D

Unity merupakan teknologi yang dibangun pada tahun 2014 oleh David Helgason, Nicholas Francis dan Joachim Ante. Game egne dibangun atas kepedulian mereka terhadap indie *developer* yang tidak bias membeli game engine karena terlalu mahal. Fokus perusahaan ini adalah membuat sebuah perangkat lunak yang bisa digunakan oleh semua orang, khususnya untuk membangun sebuah *game*. Di tahun 2009, Unity diluncurkan secara gratis dan di bulan april 2012, Unity mencapai popularitas tertinggi dengan lebih dari 1 juta *developer* terdaftar di seluruh dunia. Unity dapat membuat

sebuah game 3D dengan mudah dan cepat. Secara *default*, Unity telah diatur untuk pembuatan *game* bergenre First Person Shooting (FPS), namun Unity juga bisa digunakan untuk membuat *game* bergenre *Role Playing Game* (RPG), dan *Real Time Strategy* (RTS). Selain itu Unity merupakan sebuah *engine multiplatform* yang memungkinkan game di-*publish* untuk berbagai *platform* seperti Windows, Mac, Android, iOS, PS3 dan juga Wii.

B. Blender

Blender adalah sebuah *software 3D suite* yang boleh dikata salah satu yang terlengkap diantara *software-software open source*. *Tool* yang disediakan sederhana, namun sudah mencakup seluruh kebutuhan untuk pembuatan film animasi. Untuk animasi *character* contohnya, Blender menyediakan fasilitas *bone* walau tidak secanggih *software-software* kelas komersial seperti 3D Studio Max. Blender adalah *software* yang siapa saja dapat merombak tampilan fungsinya. Ukuran paket *softwarentya* pun relatif kecil yakni sekitar 50 MB.

C. Visual Studio

Visual studio adalah kumpulan development tools dari Microsoft untuk membangun aplikasi enterprise dan kelengkapannya. Visual studio mempunyai lima tools primer yaitu Visual Basic, Visual C++, Visual Interdev, Visual Foxpro, dan Visual J++. Visual Studio tersedia dalam 2 edisi yaitu edisi professional dan enterprise.

Edisi enterprise mempunyai berbagai macam tools lain yang tidak dipunyai edisi professional yaitu SQL server developer edition, MTS (Microsoft Transaction Server), Visual Source Safe, Visual Component Manager, Visual Modeler, Visual Studio

Analyzer, T-SQL Remote Debugger, Visual APE (Application Performance Explorer), Visual Database Tools, SNA Server, dan dukungan untuk Resident RISC processor serta MSDN (Microsoft Developer Network).

D. ARCore SDK (Software Development Kit)

ARCore merupakan SDK untuk android dan iOS yang pertama rilis Maret 2018. Sebelum SDK ini dirilis, ada juga Tango pada tahun 2014 yang diharapkan akan se-booming GPS, mampu memetakan dunia berbekalkan sensor dan kamera motion-tracking. Namun hal itu tidak terjadi karna google berubah pikiran dikarnakan Apple merilis ARKit.

Google mengembangkan SDK AR dengan 2 cara yaitu building environment dan tracking. Maksud dari tracking disini adalah posisi perangkat mobile pengguna selagi bergerak. Lalu sistem akan menterjemahkan lingkungan disekitar pengguna agar tampak serealistis mungkin.

Pada dasarnya, teknologi motion tracking menggunakan kamera smartphone untuk mengetahui dan mengidentifikasi poin-poin ataupun titik-titik yang menarik kemudian melacak pergerakannya seiring waktu. Dengan mengkombinasikan pergerakan poin dan membaca sensor inersia, ditentukan dari posisi dan lokasi smartphone selagi pengguna bergerak dan berpindah tempat.

ARCore terbentuk menggunakan beberapa set API yang berbeda-beda, framework, dan tools lainnya. Beberapa API itu sudah bisa diterapkan menggunakan Android dan iOS tertentu. Adapun perangkat yang sudah didukung yakni Android versi 7.0 (Nougat) dan setelahnya.

2.3.4 *Unified Modelling Language (UML)*

Unified Modelling Language (UML) adalah sebuah “bahasa” yang telah menjadi standar industri untuk visualisasi, merancang dan mendokumentasikan sistem piranti lunak. UML menawarkan sebuah standar untuk merancang model sebuah sistem.



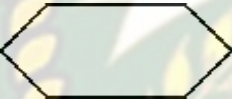



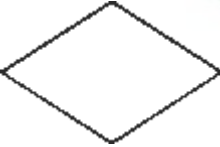

Menurut Martin Fowler (2005: 1), *Unified Modeling Language (UML)* adalah keluarga notasi grafis yang didukung oleh meta-model tunggal, yang membantu pendiskripsian dan desain sistem perangkat lunak, khususnya sistem yang dibangun menggunakan pemrograman berorientasi objek. Menurut Rosa (2014: 133) UML adalah salah satu standar bahasa yang banyak digunakan di dunia industri untuk mendefinisikan requirement, membuat analisis dan desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman berorientasi objek.


Dengan menggunakan UML kita dapat membuat model untuk semua jenis aplikasi piranti lunak, dimana aplikasi tersebut dapat berjalan pada piranti keras, sistem operasi dan jaringan apapun, serta ditulis dalam bahasa pemrograman apapun. Tetapi UML juga menggunakan *class* dan *operation* dan konsep dasarnya, maka lebih cocok untuk penulisan piranti lunak dalam bahasa-bahasa berorientasi objek seperti C++, Java atau VB.NET. Walaupun demikian, UML tetap digunakan untuk *modelling* aplikasi *procedural* dalam VB dan C.

Seperti bahasa-bahasa pemrograman lainnya, UML mendefenisikan notasi dan *syntax*/semantik. Notasi UML merupakan sekumpulan bentuk khusus untuk menggambarkan berbagai diagram piranti lunak. Setiap bentuk memiliki makna tertentu dan UML *syntax* mendefenisikan bagaimana bentuk-bentuk tersebut dapat dikombinasikan. Notasi UML terutama diturunkan dari 3 notasi yang telah ada sebelumnya yaitu: Grady Booch OOD (*Object-Oriented-Design*), James Rumbaugh OMT (*Object Modelling Technique*) dan Ivar Jacobson OOSE (*Object-Oriented Software Engineering*).

Dari beberapa pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa *Unified Modeling Language* (UML) adalah suatu notasi dengan bahasa standar yang digunakan untuk pengembangan berorientasi objek serta menentukan atau menggambarkan suatu sistem *software* yang terkait dengan objek. UML terdiri dari 13 jenis diagram, namun dalam merancang dan membangun aplikasi *Augmented Reality* untuk media pembelajaran tanaman transgenik ini, peneliti hanya akan menggunakan 3 macam diagram UML yaitu *flowchart* dan *use case diagram*. Tabel *flowchart* dapat dilihat pada tabel 2. 3

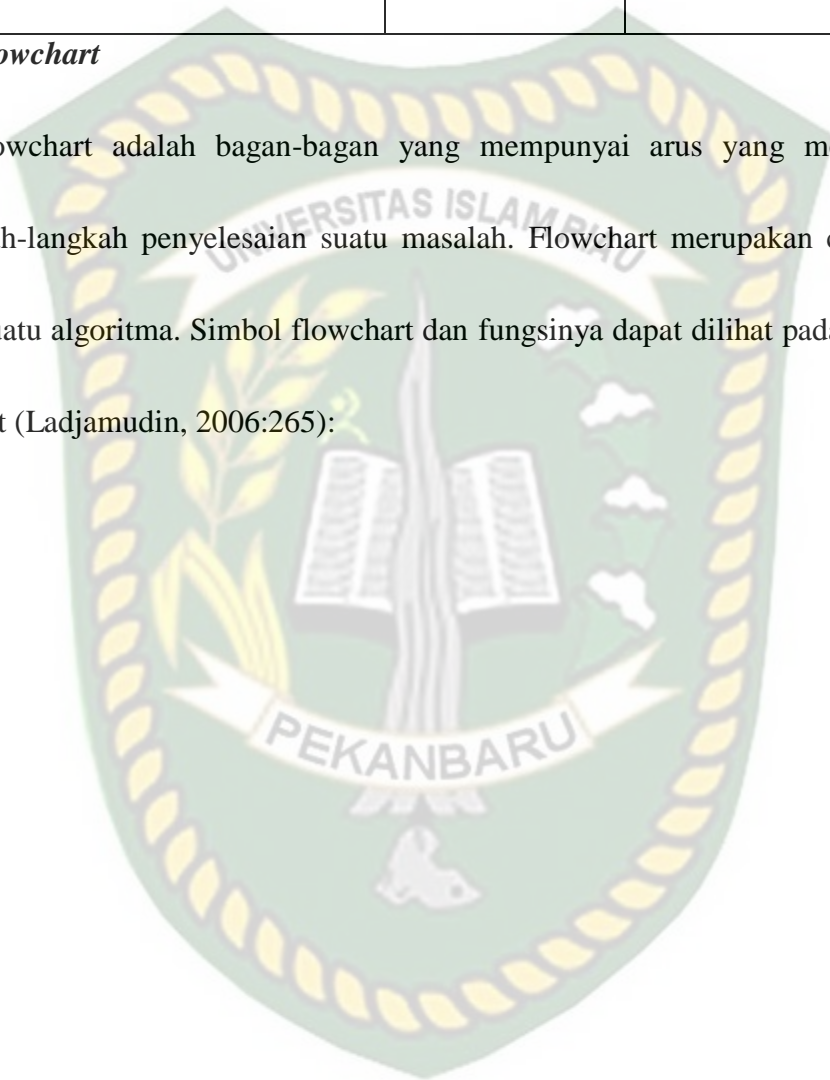
Tabel 2. 3 *Flowchart*

No	Simbol	Nama	Fungsi
1		Terminator	Permulaan / pengakhiran program
2		Flow Line	Arah aliran program
3		Preparation	Proses inisialisasi/pemberian nilai awal
4		Process	Proses pengolahan data
5		Input/Ouput Data	Proses input/output data,parameter, informasi
6		Predefined Process	Permulaan sub program / proses menjalankan sub program
7		Decision	Perbandingan pernyataan, penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah Selanjutnya
8		On Page Connector	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada satu halaman

9		Off page Connector	Penghubung bagian- bagian flowchart yang berada pada halaman berbeda
---	---	-----------------------	---

A. *Flowchart*

Flowchart adalah bagan-bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. Flowchart merupakan cara penyajian dari suatu algoritma. Simbol flowchart dan fungsinya dapat dilihat pada table sebagai berikut (Ladjamudin, 2006:265):



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Analisa Sistem yang Sedang Berjalan

Pada analisis masalah yang sedang berjalan ini, Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan masih dalam bentuk buku maupun *power point*.

Berdasarkan pengamatan peneliti saat melakukan observasi di Laboratorium Dasar Fakultas Pertanian (FAPERTA) Universitas Islam Riau (UIR), bahwa untuk pratikumnya ada, dan proses belajar untuk pratikum menggunakan bahan tanaman bunga dimana mahasiswa diminta untuk mengamati dan meneliti tanaman bunganya. Jadi mahasiswa hanya sekedar tahu bagaimana proses penyerbukan dan pembuahan terjadi pada bunga, tapi tidak tahu pasti bentuk bagian-bagian dalam bunga, sehingga membuat mahasiswa kurang memahami materi penyerbukan dan pembuahan pada bunga. Maka dari itu penulis membuat sebuah media pembelajaran yang dapat meningkatkan efektifitas belajar mahasiswa, yaitu dengan menerapkan teknologi *Augmented Reality* (AR) pada penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai reproduksi tumbuhan. Aplikasi ini berjalan pada sistem operasi Android dengan menggunakan teknik *markerless*, sehingga mahasiswa tidak perlu menggunakan buku panduan pembelajaran dalam proses belajar penyerbukan dan pembuahan pada bunga.

Perancangan sebuah aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai reproduksi tumbuhan menggunakan *Augmented Reality* diperlukan

untuk meningkatkan motivasi belajar mahasiswa, dengan adanya aplikasi tersebut mahasiswa dapat mengetahui dan memahami materi pelajaran tentang penyerbukan dan pembuahan pada bunga dengan berinteraksi langsung pada model objek animasi 3D, sehingga mahasiswa dapat mengetahui dan memahami tentang penyerbukan dan pembuahan pada bunga dengan mudah, dimana dan kapan saja, karena menjalankan aplikasi ini tidak menggunakan kuota internet.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Penelitian ini membutuhkan alat-alat penelitian sebagai pendukung proses pembuatan sistem dimana alat tersebut berupa perangkat keras *hardware* dan perangkat lunak *software*.

3.2.1.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam perancangan aplikasi adalah Laptop Lenovo S340 dengan spesifikasi dapat dilihat pada tabel 3. 1.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Laptop Lenovo IdeaPad S340

Type / Model	Lenovo IdeaPad S340
Processor	AMD Ryzen 3 3200U with Radeon Vega Mobile Gfx (4CPUs), ~2.6GHz
RAM	DDR4 8GB
Ruang Penyimpanan	512GB SSD
Ukuran Layar	14 inch LED backlight FULL HD

Kamera	HD WebCam
Audio	Dobly Audio Premium
Grafis	Radeon Vega 3 Mobile

Selain perangkat untuk merancang sistem, penelitian ini juga memerlukan perangkat untuk menguji sistem, perangkat yang digunakan untuk pengujian sistem dalam penelitian ini adalah *Smartphone* android Samsung A32, yang spesifikasinya dapat dilihat pada tabel 3. 2.

Tabel 3. 2 Spesifikasi Samsung A32

Type / Model	Samsung A32 4G
Processor	Media Tek Helio G80 (12nm)
RAM	8 GB
Memori Internal	128 GB
Sistem Operasi	Android 11
Kamera	Belakang Quad 64 MP + 8 MP + 5MP + 5 MP, Depan 20 MP
Layar	Super AMOLED 6.4 inci

3.2.1.2. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak atau *software* pendukung dalam pembangunan aplikasi *Augmented Reality* pada penelitian ini yaitu:

1. Sistem Operasi Windows 10
2. Aplikasi Unity 3D versi 2018, *software* utama untuk pengembangan aplikasi *Augmented Reality*

3. Aplikasi Blender, *software* untuk membuat objek 3 dimensi.
4. Library ARCore SDK, *software* yang diimport ke Unity 3D untuk *Augmented Reality* sebagai *image recognition*.
5. Visual Studio, *software* untuk *editing script* program dengan bahasa pemrograman C#
6. Draw.io, *software* membuat desain UML pada sistem
7. Java JDK 7, Java Development Kit merupakan komponen penting untuk membangun sebuah aplikasi Android.

Perancangan dan pembangunan aplikasi *Augmented Reality* tidak terbatas pada beberapa *software* diatas, melainkan juga dapat menggunakan *software-software* lainnya seperti ARToolkit, Library Kudan SDK, Vuforia SDK dll. Perancangan model objek animasi juga dapat menggunakan *software* lainnya seperti 3Dslash, 3DMax atau *software* sejenis lainnya.

3.2.2 Bahan Penelitian

3.2.2.1 Teknik Pengumpulan Data

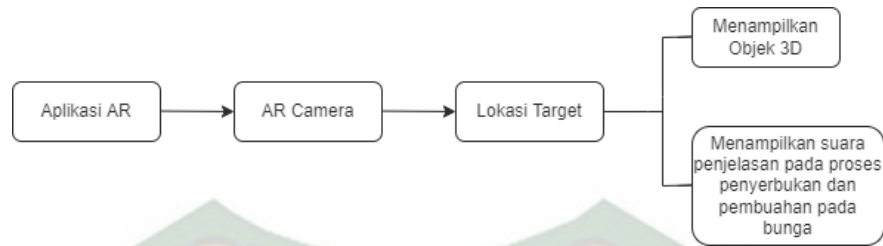
Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam perancangan aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai reproduksi tumbuhan menggunakan *Augmented Reality* dengan cara pengambilan data secara sekunder atau internet maupun buku tentang Biologi edisi kelima jilid II dikarang oleh JOHN W. KIMBALL, Prof. Dr Ir. H. Siti Soetarmi Tjitrosomo dan Prof. Dr. Nawangsari, buku tentang Morfologi Tumbuhan dikarang oleh Prof. Ir. Gembong

Tjitrosoepomo, buku tentang Teknik Pemuliaan Tanaman dikarang oleh Dr. Muhamad Syukur, SP., M.Si, Prof. Dr. Ir. Sriani Sujiprihati, MS dan Dr. Rahmi Yuniarti, Sp., M.Si, dan yang terakhir buku tentang Biologi edisi kelima jilid II dikarang oleh Neil A. Campbell, Jane B. Reece dan Lawrence G. Mitchell.

3.3 Perancangan Sistem

Sistem yang akan dibangun digambarkan secara detail melalui *flowchart*, dengan bantuan *flowchart* aliran data pada sistem akan tergambar secara jelas dan mudah untuk dipahami. Adapun aplikasi ini dapat menampilkan model animasi 3D dari proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga sepatu.

Aplikasi ini dibangun menggunakan teknik *markerless*, sehingga tidak memerlukan *marker* yang dicetak sejak awal pembuahan aplikasi, adapun *markerless* yang dimaksud adalah penandaan *marker* sebagai lokasi animasi 3D dilakukan pada saat aplikasi akan membuka halaman yang dipilih kemudian mengaktifkan kamera untuk melakukan *tracking markerless* terhadap lokasi yang akan ditampilkan, selanjutnya dengan menekan tombol tampilkan untuk menyetujui lokasi tersebut sebagai tempat untuk menampilkan animasi 3D yang telah dipilih. Berikut cara kerja aplikasi *markerless* pada aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai reproduksi tumbuhan menggunakan *Augmented Reality* pada gambar 3. 1.



Gambar 3. 1 Cara Kerja Aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai reproduksi tumbuhan menggunakan *Augmented Reality*

Aplikasi *Augmented Reality* yang akan dirancang hanya dapat digunakan pada *smartphone Android* dengan minimal versi 7.0 atau Nougat. Dalam merancang aplikasi *Augmented Reality*, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu, tahap perancangan objek animasi dan tahap perancangan aplikasi *Augmented Reality markerless*.

Berikut tahap-tahap dalam perancangan aplikasi *Augmented Reality markerless*

3.3.1 Tahap Perancangan Objek Animasi 3D

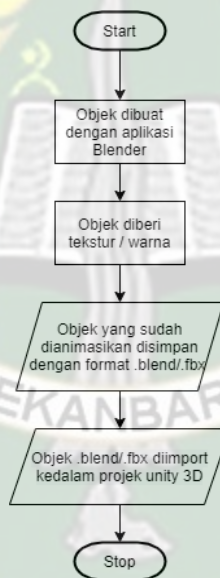
Dalam tahap perancangan objek animasi ini menggunakan aplikasi Blender. Ada beberapa hal yang akan dibuat yaitu pembuatan objek dan pemberian tekstir atau warna.

1. Membuat objek 3D sesuai dengan bentuk dari tahapan penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi dan jenis-jenis dari bunga. Objek animasi tidak dapat dibuat dengan unity 3D karena unity 3D tidak memiliki *tool* untuk membuat animasi dan objek animasi.
2. Objek animasi dibuat dengan aplikasi Blender.

3. Objek 3D yang sudah jadi diberi tekstur atau warna agar tampilan objek 3D lebih menarik.
4. Setelah pembuatan animasi 3D, selanjutnya animasi disimpan dalam format .blend dan .fbx supaya objek animasi dapat di import kedalam *software* unity 3D

Berikut *flowchart* perancangan animasi dan objek 3D dapat dilihat pada gambar

3. 2.



Gambar 3. 2 *Flowchart* Tahap Perancangan Objek Animasi 3D

3.3.2 Tahap Perancangan *User Interface*

Berikut tahapan perancangan *user interface* sebagai berikut:

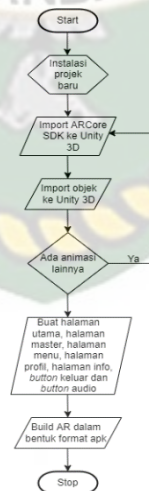
1. *Download* unity 3D dan lakukan instalasi sesuai intruksi instalasi.

2. *Download* library ARCore SDK yang nantinya akan digunakan dalam pembuatan aplikasi *Augmented Reality*.
3. Jalankan unity 3D yang telah di install lalu klik *icon new* pada unity setelah itu isi form yang tersedia pada aplikasi. Selanjutnya klik *create project*.
4. Setelah new scene dari unity 3D tampil, maka selanjutnya melakukan improt ARCore SDK yang telah di download sebelumnya. *Drag library* ARCore kebagian folder *Asset*.
5. *Import* model animasi 3D dan model harus dalam format .fbx atau .blend saat sebelum memindahkannya ke dalam folder *asset*.
6. Tempatkan model animasi ke dalam folder *markerless* di dalam folder Drivers. *Drag* animasi yang telah di *import* tadi ke dalam folder *markerless*.
7. Setelah model selesai di *import* dan dilakukan *setting* maka model animasi, seperti pembuatan halaman master yang terdiri dari *button* menu, *button* profil, *button* info dan *back*. Halaman menu terdiri dari *button* reproduksi tumbuhan, *button* penyerbukan dan pembuahan pada bunga, *button* contoh bunga sempurna dan tidak sempurna dan proses penyerbukan dan pembuahan. Dalam halaman reproduksi tumbuhan terdapat *button* yaitu *button* reproduksi vegetatif dan reproduksi generatif. Dalam halaman penyerbukan dan pembuahan pada bunga terdapat *button* yaitu *button* pengertian, *button* macam-macam perantara penyerbukan, *button* macam-macam penyerbukan dan manfaat dan tujuan. Dalam halaman contoh bunga sempurna dan tidak sempurna terdapat *button* yaitu *button* bunga sempurna dan bunga tidak sempurna, dalam halaman bunga

sempurna terdapat 9 *button* yaitu *button* bunga alamanda, bunga mawar, bunga tulip, bunga matahari, bunga *bougenvil* (kertas), bunga kembang sepatu, bunga strawberry, bunga kopi dan bunga anggrek, sedangkan untuk halaman bunga tidak sempurna terdapat 6 *button* yaitu *button* bunga vanili, bunga pepaya, bunga kelapa, bunga kamboja, bunga jagung dan bunga salak. Halaman profil terdiri dari *button* Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, *button* pembimbing dan mahasiswa. Halaman info terdiri dari *button* tentang aplikasi dan tentang penulis.

8. Setelah selesai, aplikasi *Augmented Reality* siap untuk di *build* dalam format .apk supaya dapat dijalankan pada OS Android.

Berikut ini *flowchart* perancangan aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan Menggunakan *Augmented Reality* pada gambar 3. 3.



Gambar 3. 3 *Flowchart* Alur Perancangan Aplikasi *Augmented Reality*

3.3.3 Desain Tampilan

Desain tampilan dari aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi tumbuhan menggunakan *Augmented Reality* berupa desain halaman utama aplikasi, desain halaman master, desain halaman menu, desain halaman profil, desain halaman info, desain halaman reproduksi generatif, desain halaman penyerbukan dan pembuahan, desain halaman contoh bunga sempurna dan tidak sempurna, desain halaman proses penyerbukan dan pembuahan, desain halaman macam-macam perantara penyerbukan, desain halaman macam-macam penyerbukan, dan desain halaman objek AR.

1. Desain Tampilan Halaman Utama Aplikasi

Pada halaman utama aplikasi akan menampilkan 3 *button*, yaitu *button indonesia*, *button english* dan *button mulai* atau *start*. Pada *button indonesia*, jika *user* mengklik *button indonesia*, maka *button mulai* akan tertulis *mulai*, lalu *user* bisa mengklik *button mulai*, maka tampilan aplikasi akan menggunakan bahasa indonesia beserta audio indonesia, jika pada halaman tersebut terdapat audio. Pada *button english* juga sama, jika *user* mengklik *button english*, maka *button mulai* akan berubah tulisannya menjadi *start*, lalu *user* bisa mengklik *button start*, maka tampilan aplikasi akan menggunakan bahasa inggris beserta audio inggris, jika halaman tersebut terdapat audio. Rancangan halaman utama aplikasi dapat dilihat pada gambar 3. 4.

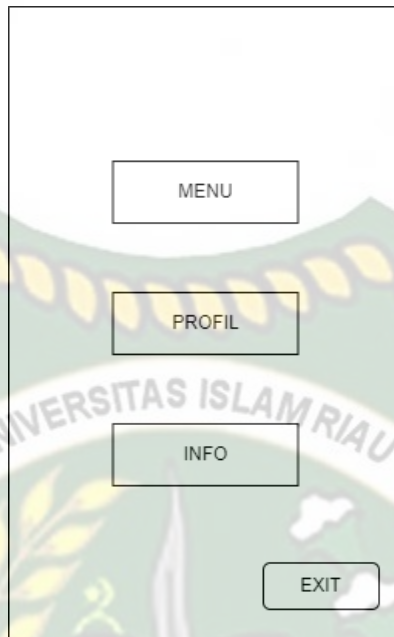


Gambar 3. 4 Tampilan Halaman Utama Aplikasi

2. Desain Tampilan Halaman Master Aplikasi

Pada halaman master aplikasi akan menampilkan 4 *button*, yaitu *button* menu, profil, info, dan keluar. *Button* menu yang terdiri dari 7 *button* yaitu *button* reproduksi generatif, *button* penyerbukan dan pembuahan pada bunga, *button* contoh bunga sempurna dan tidak sempurna, *button* proses penyerbukan dan pembuahan bunga, *button* contoh macam-macam penyerbukan dan *button* contoh macam-macam penyerbukan. Dalam *button* reproduksi generatif akan menampilkan pengertian dari reproduksi generatif beserta audio bahasa indonesia atau bahasa inggris. Dalam *button* penyerbukan dan pembuahan pada bunga terdapat 4 *button* yaitu *button* pengertian, *button* macam-macam perantara penyerbukan, *button* macam-macam penyerbukan dan *button* manfaat dan tujuan. Dalam *button* contoh bunga sempurna dan bunga tidak sempurna terdapat 2 *button* yaitu *button* bunga sempurna dan *button* bunga tidak

sempurna, didalam *button* bunga sempurna juga terdapat 9 *button* jenis bunga yaitu bunga alamanda, bunga mawar, bunga tulip, bunga matahari, bunga bougenvil (kertas), bunga anggrek, bunga kopi, bunga strawberry dan bunga kembang sepatu, didalam *button* bunga tidak sempurna juga terdapat 6 *button* jenis bunga yaitu bunga salak, bunga vanili, bunga pepaya, bunga kelapa, bunga kamboja dan bunga jagung. Dalam *button* proses penyerbukan dan pembuahan bunga terdapat 2 *button* yaitu *button* bunga sempurna dan *button* bunga tidak sempurna. Dalam *button* bunga sempurna terdapat 6 *button* yaitu *button* proses 1, *button* proses 2, *button* proses 3, *button* proses 4, *button* proses 5 dan *button* proses 6. Dalam *button* bunga tidak sempurna terdapat 6 *button* yaitu *button* proses 1, *button* proses 2, *button* proses 3, *button* proses 4, *button* proses 5 dan *button* proses 6. *Button* profil yang berisi keterangan dosen pembimbing dan mahasiswa. *Button* info yang berisi tentang aplikasi. Rancangan halaman master aplikasi dapat dilihat pada gambar 3. 5.

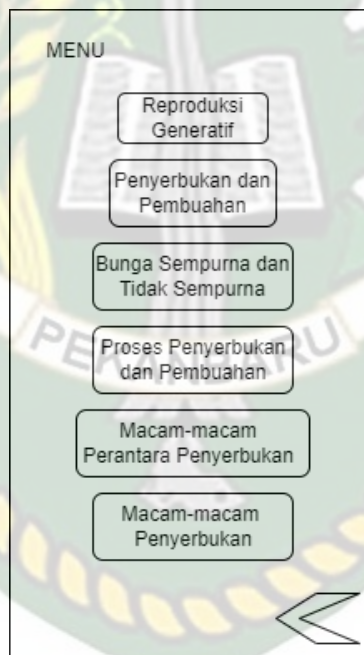


Gambar 3. 5 Desain Halaman Master

3. Desain Tampilan Halaman Menu

Pada halaman menu akan menampilkan 7 *button* yaitu reproduksi generatif, penyerbukan dan pembuahan pada bunga, contoh bunga sempurna dan tidak sempurna, proses penyerbukan pembuahan bunga, contoh macam-macam perantara penyerbukan, contoh macam-macam penyerbukan dan *back*. *Button* reproduksi generatif akan menampilkan penjelasan beserta audio penjelasan dalam bahasa indonesia atau bahasa inggris. *Button* penyerbukan dan pembuahan pada bunga akan menampilkan halaman yang berisi 5 *button* yaitu *button* pengertian, macam-macam perantara penyerbukan, macam-macam penyerbukan, manfaat dan tujuan dan *back*. *Button* contoh bunga sempurna dan bunga tidak sempurna akan menampilkan halaman *button* yang berisi 2

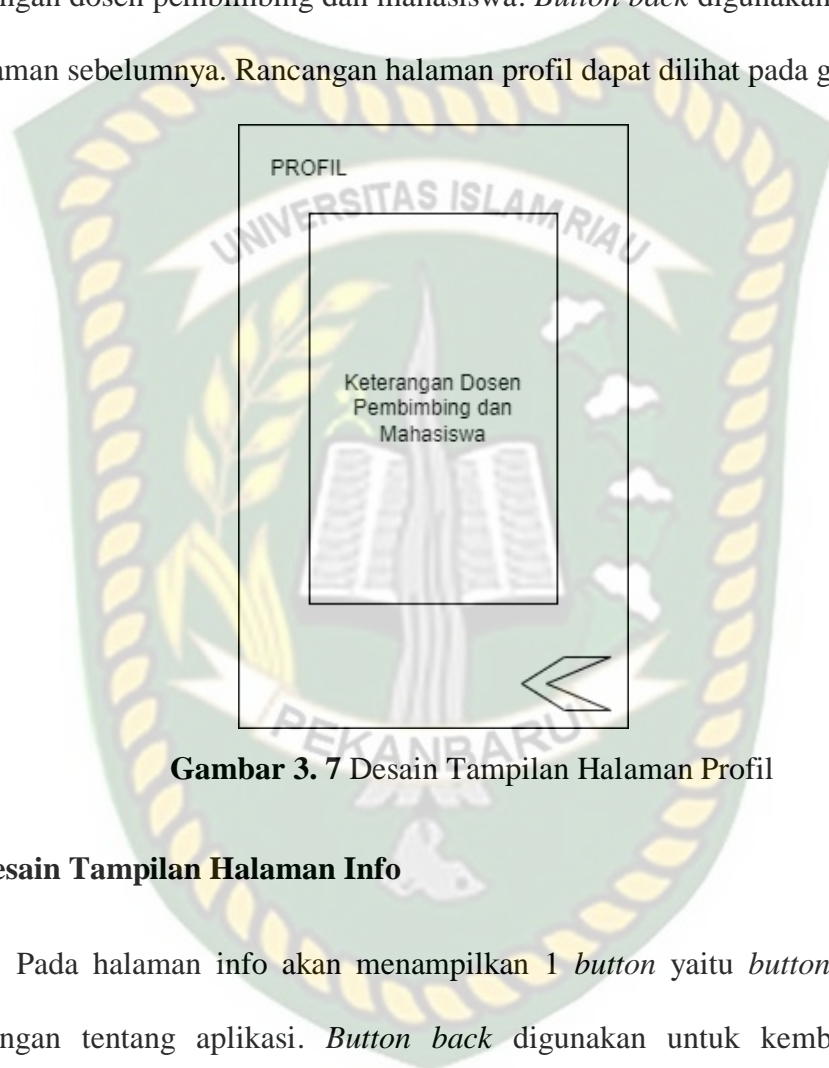
button yaitu *button* bunga sempurna dan bunga tidak sempurna. *Button* proses penyerbukan dan pembuahan bunga terdapat 2 *button* yaitu *button* bunga sempurna dan *button* bunga tidak sempurna. Dalam *button* bunga sempurna terdapat 6 *button* yaitu *button* proses 1, *button* proses 2, *button* proses 3, *button* proses 4, *button* proses 5 dan *button* proses 6. Dalam *button* bunga tidak sempurna terdapat 6 *button* yaitu *button* proses 1, *button* proses 2, *button* proses 3, *button* proses 4, *button* proses 5 dan *button* proses 6. *Button back* digunakan untuk kembali kehalaman sebelumnya. Rancangan halaman menu dapat dilihat pada gambar 3. 6.



Gambar 3. 6 Tampilan Halaman Menu

4. Desain Tampilan Halaman Profil

Pada halaman profil akan menampilkan 1 *button* yaitu *button back* beserta keterangan dosen pembimbing dan mahasiswa. *Button back* digunakan untuk kembali kehalaman sebelumnya. Rancangan halaman profil dapat dilihat pada gambar 3. 6.



Gambar 3. 7 Desain Tampilan Halaman Profil

5. Desain Tampilan Halaman Info

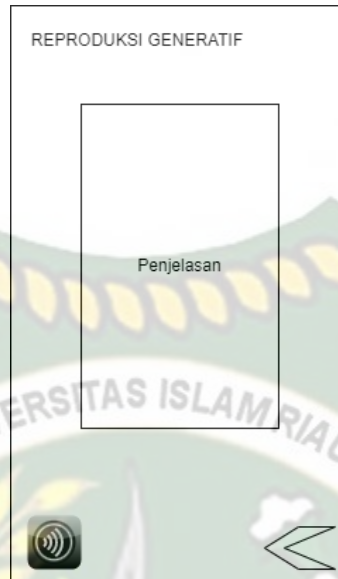
Pada halaman info akan menampilkan 1 *button* yaitu *button back* beserta keterangan tentang aplikasi. *Button back* digunakan untuk kembali kehalaman sebelumnya. Rancangan halam info dapat dilihat pada gambar 3. 7.



Gambar 3. 8 Desain Tampilan Halaman Info

6. Desain Tampilan Halaman Reproduksi Generatif

Pada halaman reproduksi generatif akan menampilkan 1 *button* yaitu *button back* beserta penjelasan mengenai reproduksi generatif dan audio dari penjelasan tersebut berupa bahasa indonesia atau bahasa inggris. *Button back* digunakan untuk kembali kehalaman sebelumnya. Rancangan halaman reproduksi generatif dapat dilihat pada gambar 3. 9.



Gambar 3. 9 Desain Tampilan Halaman Reproduksi Generatif

7. Desain Tampilan Halaman Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga

Pada halaman penyerbukan dan pembuahan pada bunga akan menampilkan 5 *button* yaitu pengertian, macam-macam perantara penyerbukan, macam-macam penyerbukan, manfaat dan tujuan dan *back*. *Button* pengertian menampilkan halaman tentang pengertian penyerbukan dan pembuahan. *Button* macam-macam perantara penyerbukan menampilkan halaman tentang macam-macam perantara penyerbukan. *Button* macam-macam penyerbukan menampilkan halaman tentang macam-macam penyerbukan. *Button* manfaat dan tujuan menampilkan halaman tentang manfaat dan tujuan dari penyerbukan dan pembuahan pada bunga. *Button back* yang digunakan untuk kembali kehalaman sebelumnya. Rancangan halaman penyerbukan dan pembuahan pada bunga dapat dilihat pada gambar 3. 10.



Gambar 3. 10 Desain Tampilan Halaman Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga

8. Desain Tampilan Halaman Contoh Bunga Sempurna dan Bunga Tidak Sempurna

Pada halaman contoh bunga sempurna dan bunga tidak sempurna akan menampilkan 3 *button* yaitu bunga sempurna, bunga tidak sempurna dan *back*. *Button* bunga sempurna akan menampilkan halaman yang berisi 10 *button* yaitu bunga alamanda, bunga mawar, bunga tulip, bunga matahari, bunga bougenvil (kertas), bunga kembang sepatu, bunga strawberry, bunga kopi, bunga anggrek dan *back*. *Button* bunga tidak sempurna akan menampilkan halaman yang berisi 7 *button* yaitu bunga salak, bunga vanili, bunga pepaya, bunga kelapa, bunga kamboja, bunga jagung dan *back*. *Button back* digunakan untuk kembali kehalaman sebelumnya. Rancangan halaman contoh bunga sempurna dan bunga tidak sempurna dapat dilihat pada gambar 3. 11.

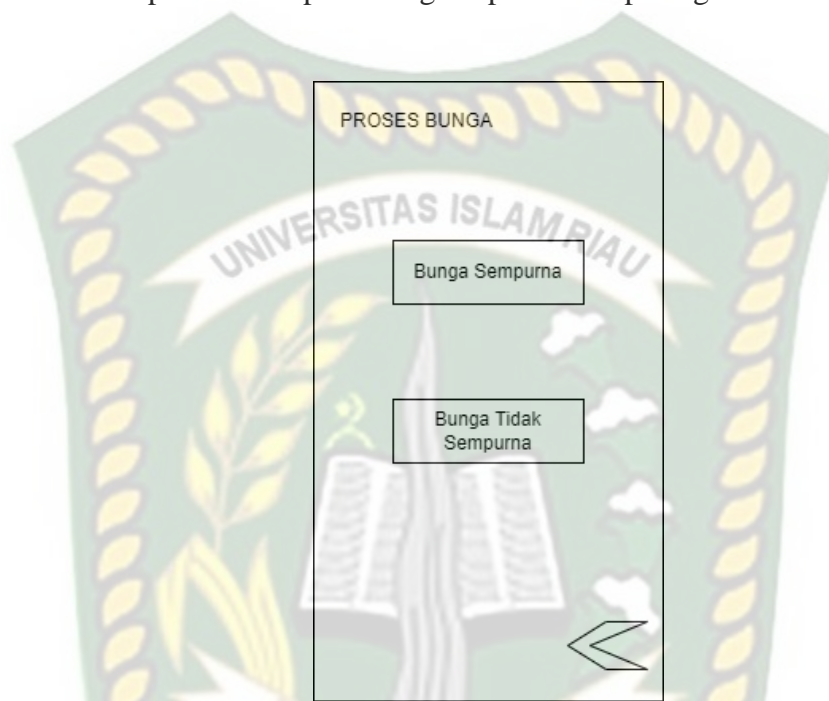


Gambar 3. 11 Desain Halaman Contoh Bunga Sempurna dan Bunga Tidak Sempurna

9. Desain Tampilan Halaman Proses Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga

Pada halaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga akan menampilkan 3 *button* yaitu bunga sempurna, bunga tidak sempurna dan *back*. *Button* bunga sempurna akan menampilkan 7 *button* yaitu proses 1, proses 2, proses 3, proses 4, proses 5, proses 6 dan *button back*. *Button* proses dari 1 sampai 6 akan menampilkan animasi 3D bergerak beserta audio bahasa indonesia atau bahasa inggris yang berisi penjelasan setiap prosesnya. *Button* bunga tidak sempurna akan menampilkan 7 *button* yaitu proses 1, proses 2, proses 3, proses 4, proses 5, proses 6 dan *button back*. *Button* proses dari 1 sampai 6 akan menampilkan animasi 3D bergerak beserta audio bahasa

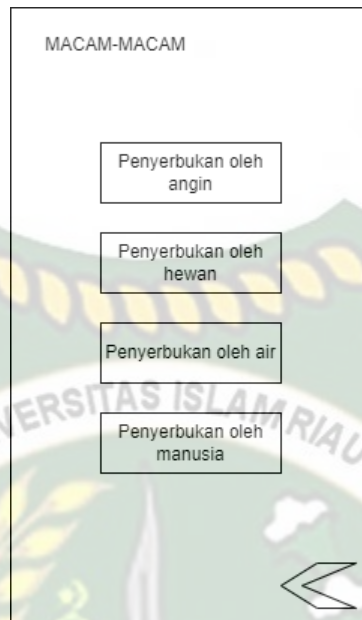
indonesia atau bahasa inggris yang berisi penjelasan setiap prosesnya. *Button back* digunakan untuk kembali kehalaman sebelumnya. Rancangan halaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga dapat dilihat pada gambar 3. 12.



Gambar 3. 12 Desain Tampilan Proses Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga

10. Desain Tampilan Halaman Macam-macam Perantara Penyerbukan

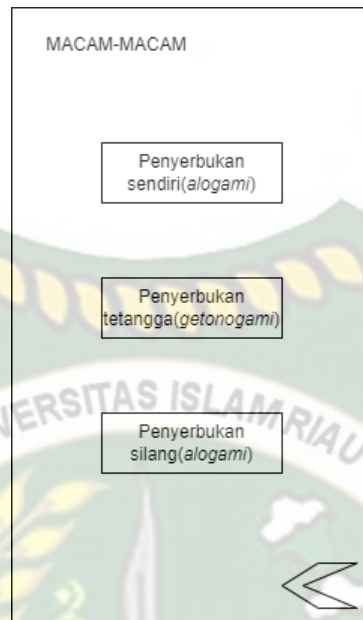
Pada halaman ini akan menampilkan 5 *button* yaitu *button* penyerbukan oleh angin, penyerbukan oleh hewan, penyerbukan oleh air, penyerbukan oleh manusia dan *back*. *Button* penyerbukan oleh hewan sampai penyerbukan oleh manusia akan menampilkan animasi 3D bergerak beserta audio bahasa indonesia atau bahasa inggris yang berisi penjelasan setiap penyerbukan itu sendiri. *Button back* digunakan untuk kembali kehalaman sebelumnya. Rancangan halaman macam-macam perantara penyerbukan dapat dilihat pada gambar 3. 13.



Gambar 3. 13 Desain Tampilan Halaman Macam-macam Perantara Penyerbukan

11. Desain Tampilan Halaman Macam-macam Penyerbukan

Pada halaman ini akan menampilkan 4 *button* yaitu *button* penyerbukan sendiri(*autogami*), penyerbukan tetangga(*geitonogami*), penyerbukan silang(*alogami*) dan *back*. *Button* penyerbukan sendiri(*autogami*) sampai penyerbukan silang(*alogami*) akan menampilkan animasi 3D bergerak beserta audio bahasa indonesia atau bahasa inggris yang berisi penjelasan setiap penyerbukan itu sendiri. *Button back* digunakan untuk kembali kehalaman sebelumnya. Rancangan halaman macam-macam penyerbukan dapat dilihat pada gambar 3. 14.



Gambar 3. 14 Desain Tampilan Halaman Macam-macam Penyerbukan

12. Desain Tampilan Halaman Objek AR

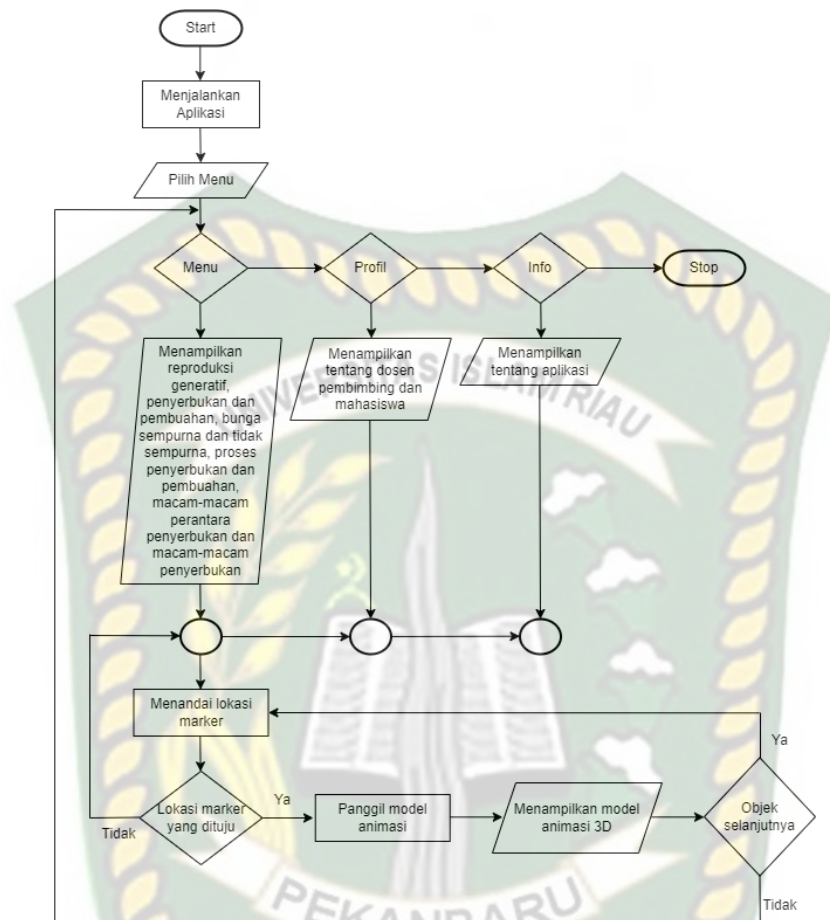
Pada halaman ini akan menampilkan objek animasi AR dan penjelasan mengenai objek AR. Terdapat 2 *button* yaitu *button* audio dan *back*. Setiap *button* kecuali *back* akan menampilkan halaman yang berisi animasi 3D. *Button* audio digunakan untuk menampilkan suara penjelasan keterangan. *Button back* digunakan untuk kembali kehalaman sebelumnya. Rancangan halaman bunga sempurna dapat dilihat pada gambar 3. 15.



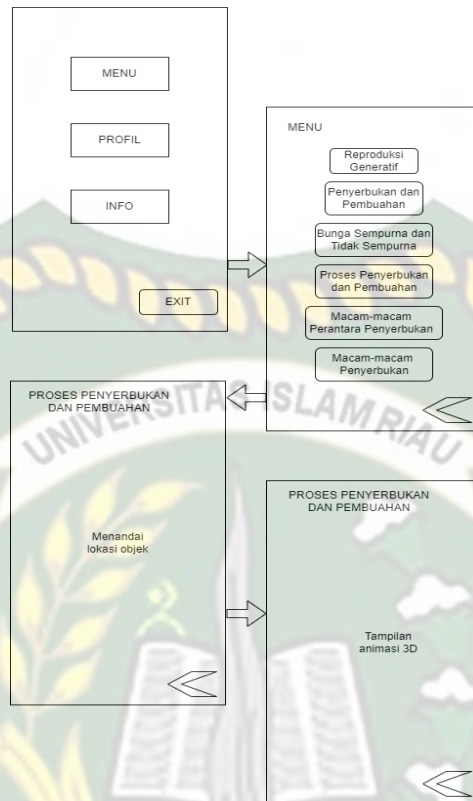
Gambar 3. 15 Desain Tampilan Halaman Objek AR

3.3.4 Cara Kerja Aplikasi

Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pematangan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan Menggunakan *Augmented Reality* ini menggunakan teknik *markerless*, dimana teknik *markerless* yang dimaksud adalah *marker* yang digunakan untuk menampilkan animasi 3D tidak didaftarkan sejak pembuatan aplikasi tersebut, melainkan aplikasi tersebut akan mencari dan menandai lokasi pada area kamera sebagai *marker* dan lokasi tersebut didaftarkan sebagai *marker* untuk menampilkan model animasi 3D. Gambaran cara kerja aplikasi dan *flowchart* aplikasi dapat dilihat pada gambar 3. 16 dan 3. 17.



Gambar 3. 16 Flowchart Cara Kerja Aplikasi Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga



Gambar 3. 17 Cara Kerja Aplikasi Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga

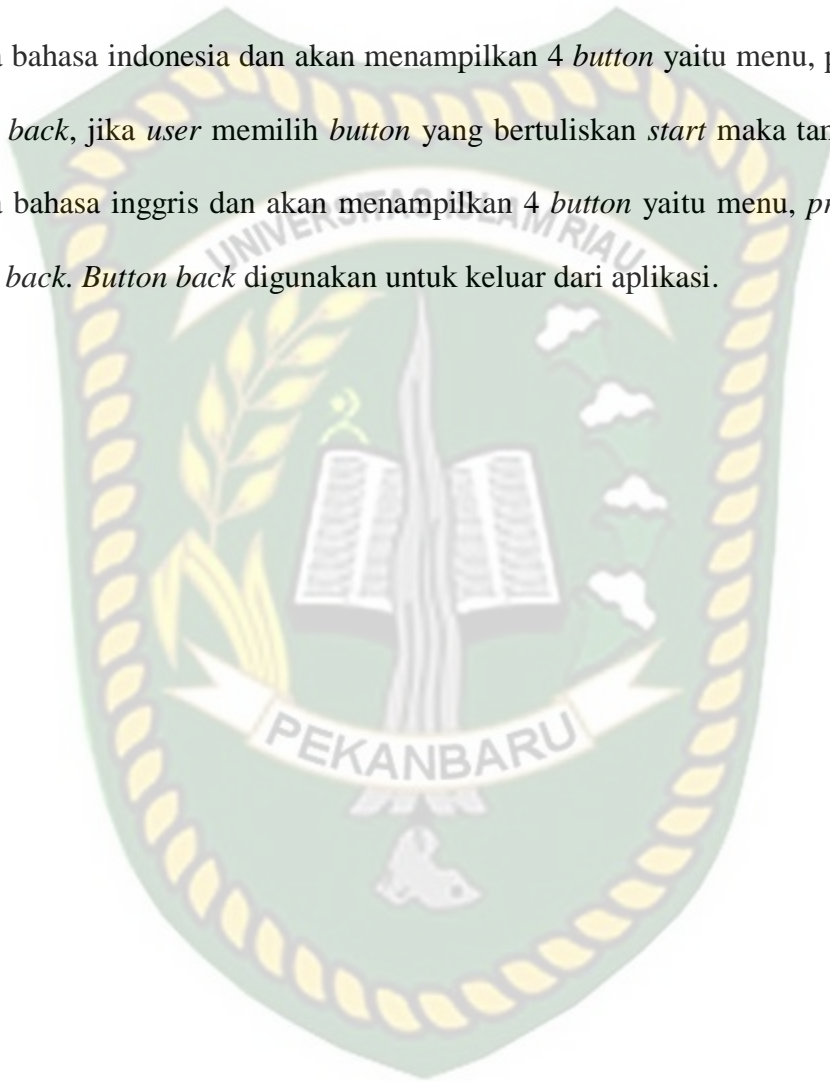
Pada gambar 3. 16 dan 3. 17 digambarkan bagaimana cara kerja Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan Menggunakan *Augmented Reality*, *user* akan dihadapkan pada halaman utama yang terdapat pada *button* indonesia, *engslieh* dan mulai atau *start*.

Pertama, jika *user* memilih *button* indonesia maka *user* harus mengklik *button* mulai, maka tampilan aplikasi berupa bahasa indonesia dan akan menampilkan 4 *button* yaitu menu, profil, info dan *button back*. *Button back* digunakan untuk keluar dari aplikasi.

Kedua, jika *user* memilih *button engslieh* maka *user* harus mengklik *button start*,

maka tampilan aplikasi berupa bahasa inggris dan akan menampilkan 4 *button* yaitu menu, *profile*, info dan *button back*. *Button back* digunakan untuk keluar dari aplikasi.

Ketiga, jika *user* memilih *button* yang bertuliskan mulai maka tampilan aplikasi berupa bahasa indonesia dan akan menampilkan 4 *button* yaitu menu, profil, info dan *button back*, jika *user* memilih *button* yang bertuliskan *start* maka tampilan aplikasi berupa bahasa inggris dan akan menampilkan 4 *button* yaitu menu, *profile*, info dan *button back*. *Button back* digunakan untuk keluar dari aplikasi.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian merupakan sub bab yang kan membahas *interface* dari keseluruhan aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai reproduksi tumbuhan menggunakan *Augmented Reality*.

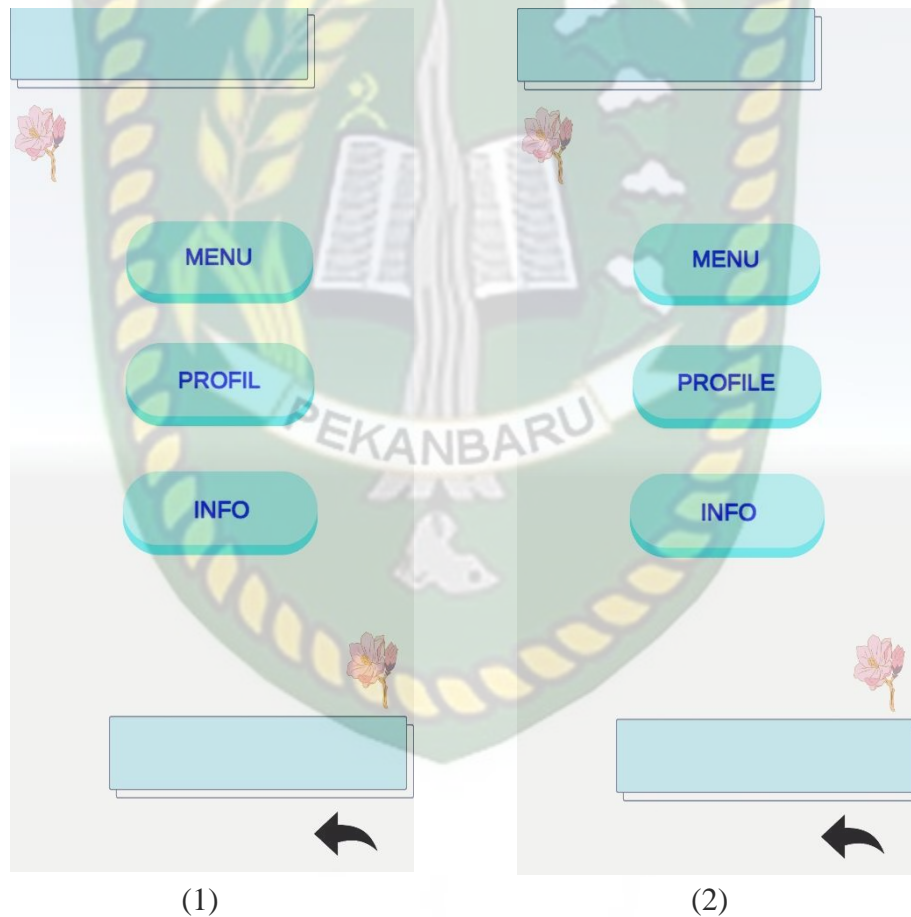
4.1.1. Tampilan Halaman Awal Aplikasi



Gambar 4. 1 Tampilan Halaman Awal Aplikasi

Gambar 4. 1 merupakan tampilan halaman awal saat aplikasi dijalankan. Terdapat *button* 2 bahasa yaitu bahasa Indonesia dan Inggris, jadi user dapat menggunakan sesuai kebutuhan. Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Selain itu terdapat *button* Mulai untuk menuju kehalaman menu utama pada aplikasi yang dapat dilihat pada gambar 4. 2.

4.1.2 Tampilan Halaman Menu Utama

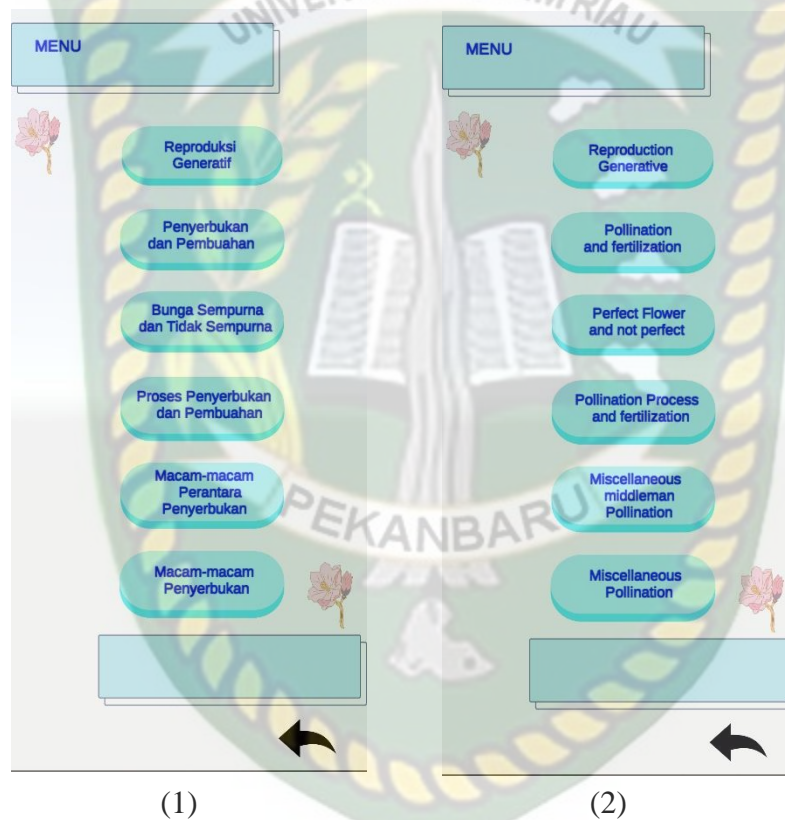


Gambar 4. 2 Tampilan Halaman Menu Utama Aplikasi

Gambar 4. 2 merupakan tampilan halaman menu utama aplikasi setelah *user*

klik *button* Mulai yang ada pada halaman awal aplikasi. Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Pada halaman ini terdapat 4 *button* yaitu *button* Menu, *button* Profil, *button* Info, dan yang terakhir *button* Keluar.

4.1.3 Tampilan Halaman Menu



Gambar 4. 3 Tampilan Halaman Menu

Gambar 4. 3 merupakan tampilan halaman menu pada aplikasi setelah klik *button* Menu pada halaman menu utama aplikasi. Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Pada halaman ini terdapat 7

button yaitu *button* Reproduksi Generatif, *button* Penyerbukan dan Pembuahan, *button* Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna, *button* Proses Penyerbukan dan Pembuahan, *button* Macam-macam Perantara Penyerbukan, *button* Macam-macam Penyerbukan, dan yang terakhir *button* keluar.

1. Button Reproduksi Generatif



Gambar 4. 4 Button Reproduksi Generatif

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Button pada gambar 4. 4 digunakan untuk menampilkan halaman pengertian dari reproduksi generatif yang dapat dilihat pada gambar 4. 5.



Gambar 4. 5 Tampilan Halaman Pengertian Reproduksi Generatif

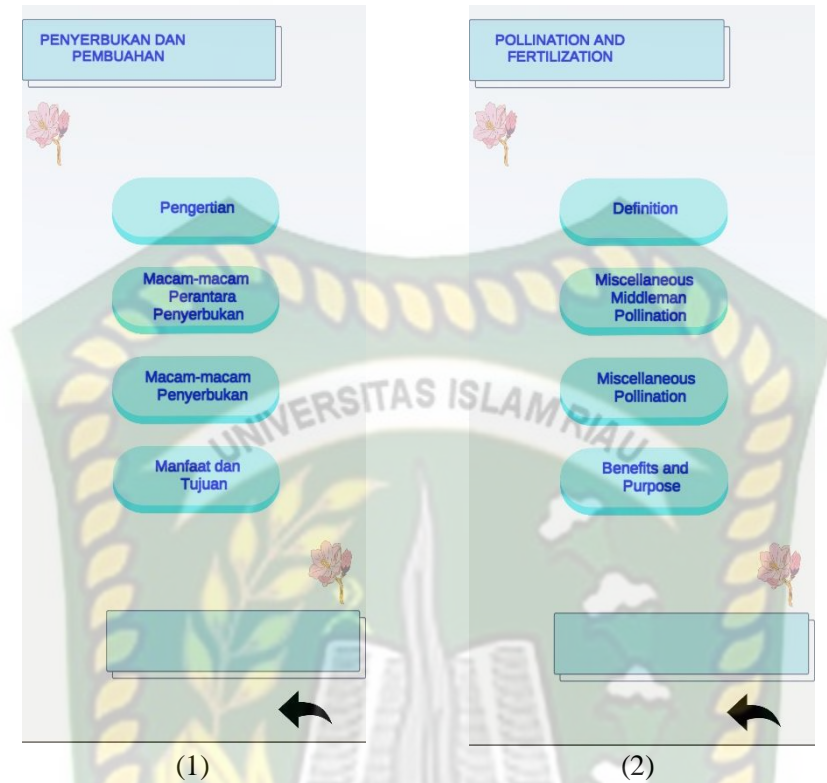
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pengertian reproduksi generatif pada gambar 4. 5 berisi tentang penjelasan singkat apa itu reproduksi generatif pada tumbuhan. (tanya sama ibu ause pakai suara atau tidak).

2. *Button* Penyerbukan dan Pembuahan



Gambar 4. 6 *Button* Penyerbukan dan Pembuahan

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 6 digunakan untuk menampilkan pengertian dari Penyerbukan dan Pembuahan yang terjadi pada bunga dapat dilihat pada gambar 4. 7.



Gambar 4. 7 Tampilan Halaman Pengertian Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga

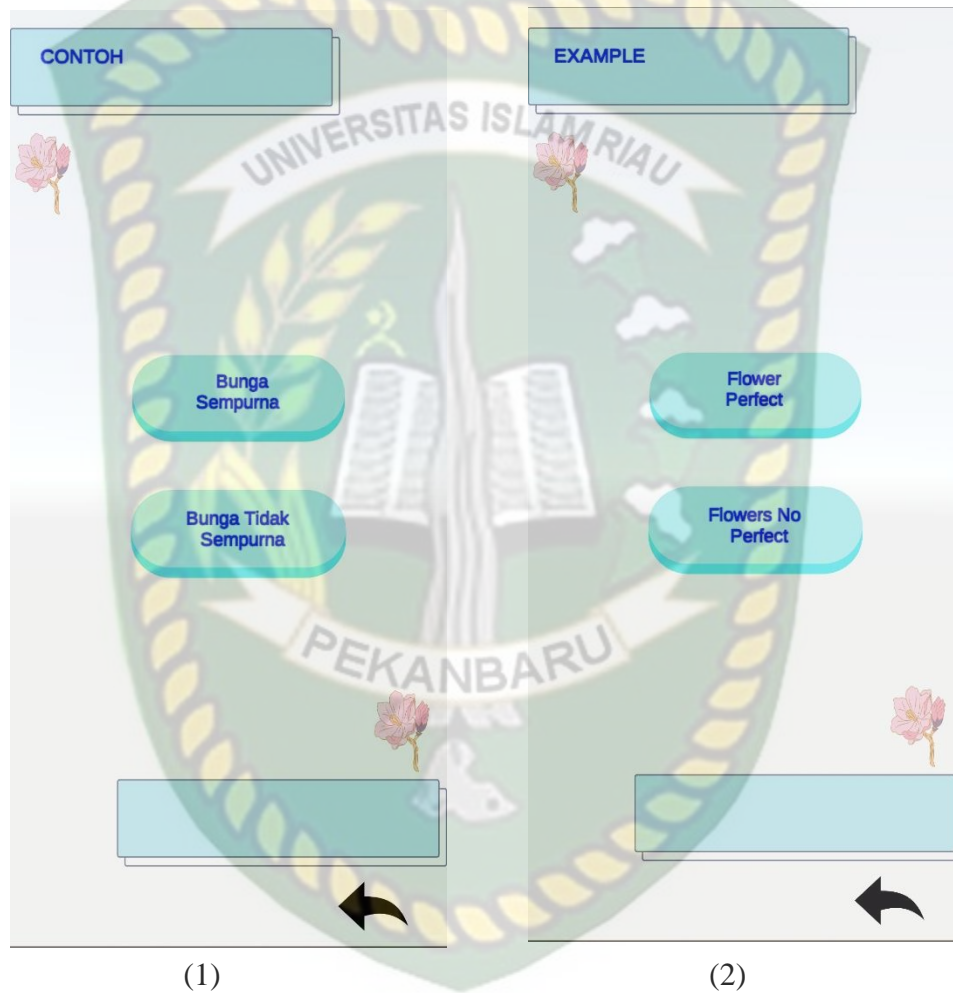
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pengertian penyerbukan dan pembuahan pada bunga pada gambar 4. 7 berisi tentang penjelasan singkat apa itu penyerbukan dan pembuahan pada bunga. (tanya sama ibu ause pakai suara atau tidak).

3. *Button* Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna



Gambar 4. 8 *Button* Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 8 digunakan untuk menampilkan halaman contoh bunga sempurna dan tidak sempurna.

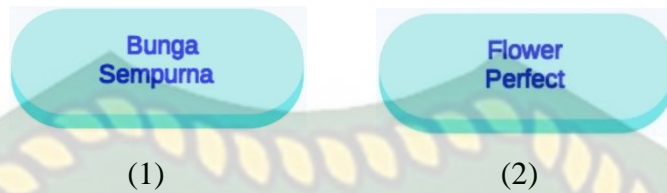


Gambar 4. 9 Tampilan Halaman Contoh Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman Contoh Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna pada gambar 4. 9 berisi 3 *button* yaitu *button* Bunga Sempurna, *button* Bunga Tidak Sempurna, dan

yang terakhir *button* Kembali.

3.1 *Button* Bunga Sempurna



Gambar 4. 10 *Button* Bunga Sempurna

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 10 digunakan untuk menampilkan halaman nama bunga sempurna dalam bentuk *button*.



Gambar 4. 11 Tampilan Halaman Nama Bunga Sempurna Dalam Bentuk *Button*

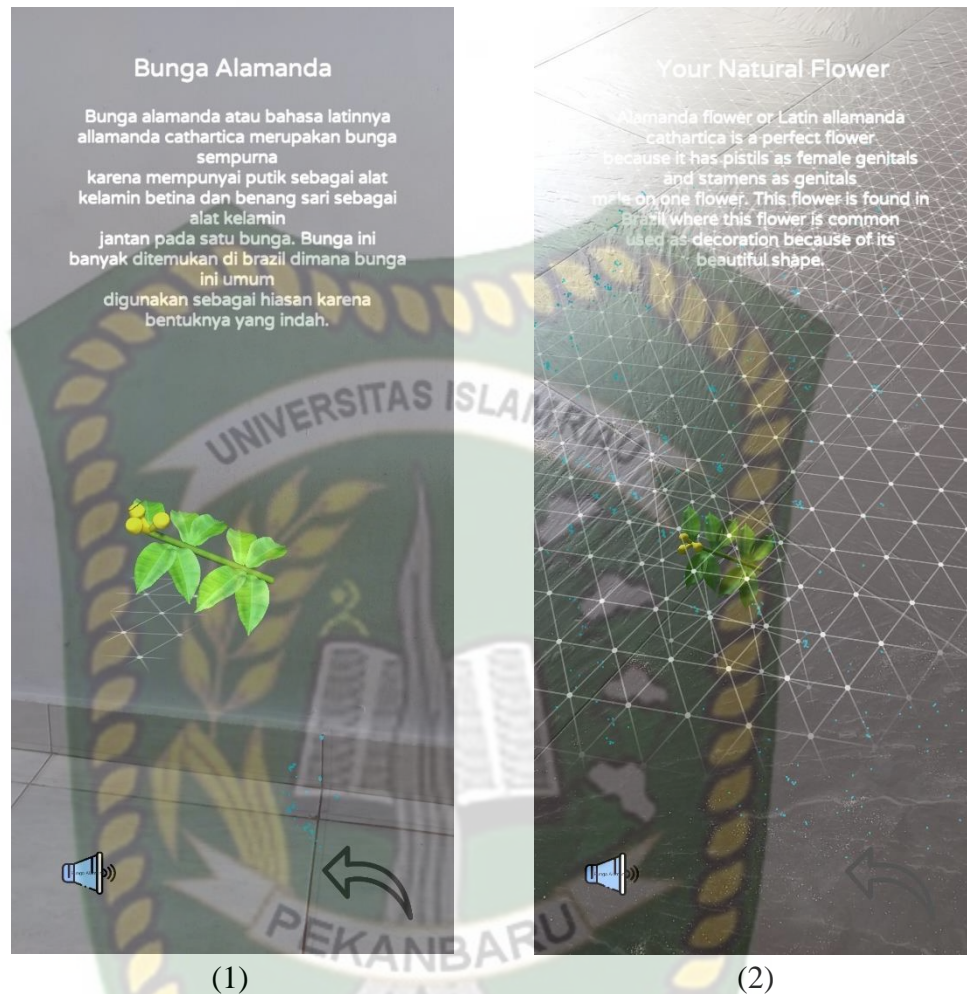
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman Nama Bunga Sempurna Dalam Bentuk *Button* pada gambar 4. 11 berisi 10 *button* yaitu *button* Bunga Alamanda, *button* Mawar, *button* Bunga Tulip, *button* Bunga Matahari, *button* Bunga Kertas, *button* Bunga Kembang Sepatu, *button* Bunga Strawberry, *button* Bunga Kopi, *button* Bunga Anggrek dan yang terakhir *button* Kembali.

3.1.1 Button Bunga Alamanda



Gambar 4. 12 Button Bunga Alamanda

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Button pada gambar 4. 12 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga alamanda.



(1)

(2)

Gambar 4. 13 Halaman Objek AR Bunga Alamanda

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 13 objek AR bunga alamanda dapat di *scale*, di drag, dan di rotation. Pada halaman ini terdapat 2 button yaitu button suara keterangan, button Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga sempurna dalam bentuk button.

3.1.2 Button Bunga Mawar

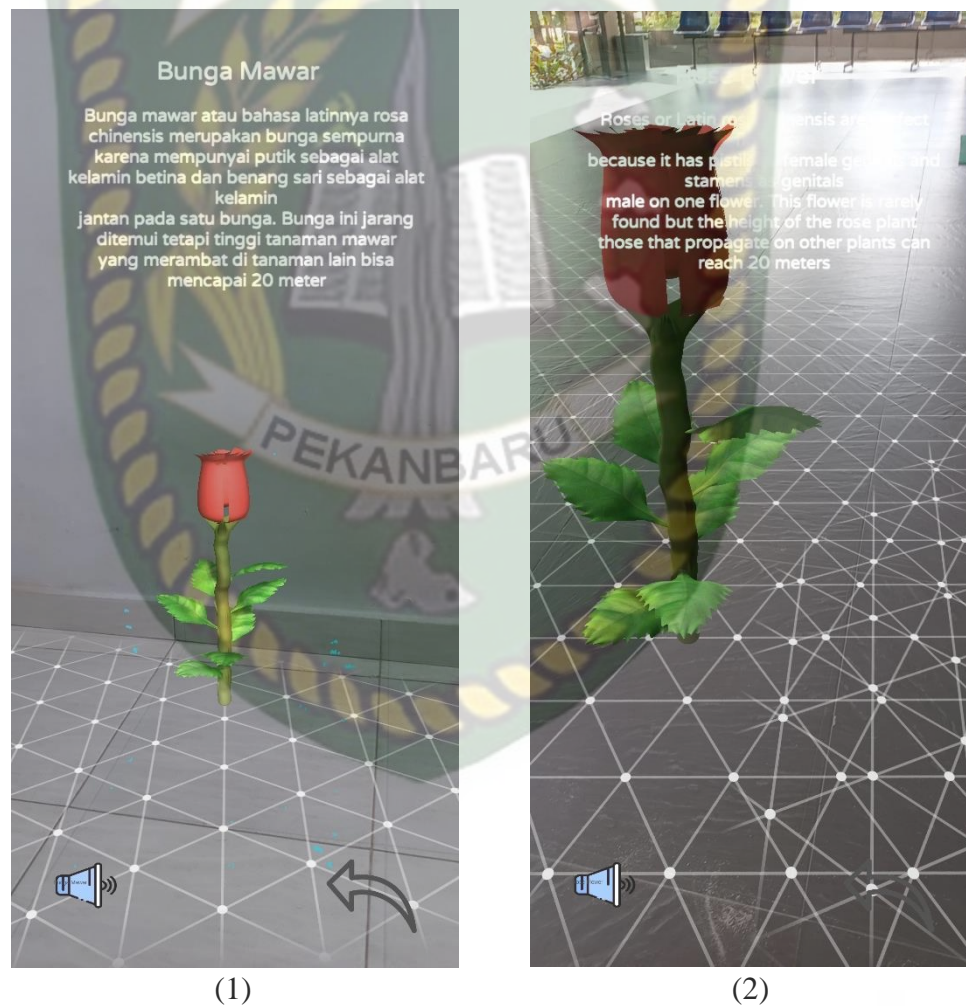


(1)

(2)

Gambar 4. 14 Button Bunga Mawar

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Button pada gambar 4. 14 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga mawar.



(1)

(2)

Gambar 4. 15 Halaman Objek AR Bunga Mawar

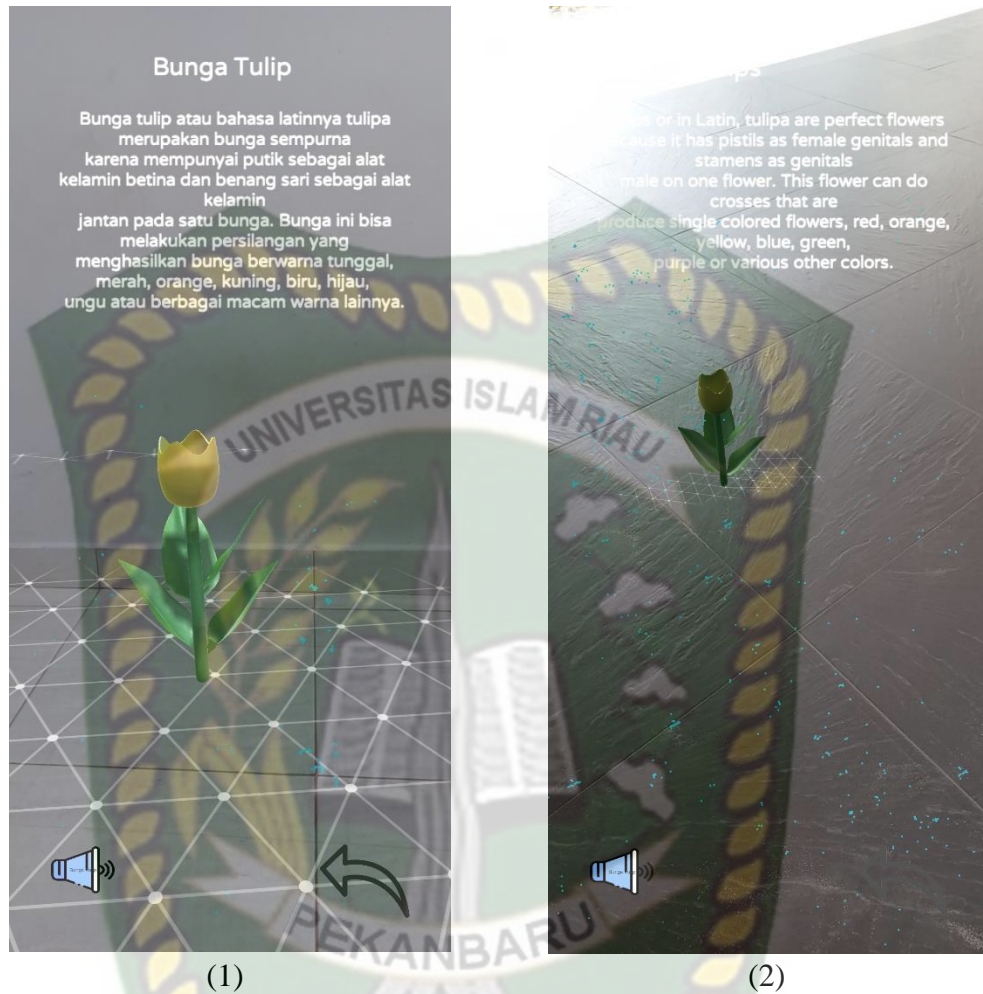
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 15 objek AR bunga mawar dapat di *scale*, di drag, dan di rotation. Pada halaman ini terdapat 2 button yaitu button suara keterangan, button Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga sempurna dalam bentuk button.

3.1.3 Button Bunga Tulip



Gambar 4. 16 Button Bunga Tulip

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Button pada gambar 4. 16 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga tulip.



Gambar 4. 17 Halaman Objek AR Bunga Tulip

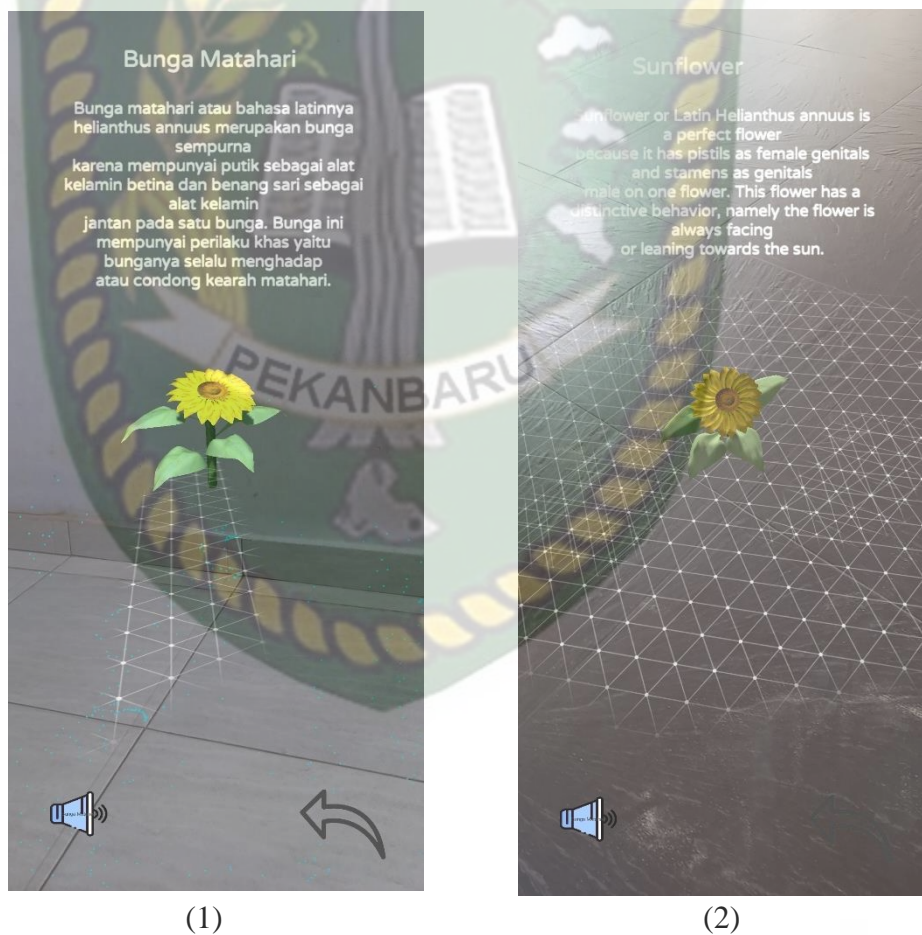
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 17 objek AR bunga tulip dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 button yaitu button suara keterangan, button Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga sempurna dalam bentuk button.

3.1.4 Button Bunga Matahari



Gambar 4. 18 Button Bunga Matahari

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 18 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga matahari.



Gambar 4. 19 Halaman Objek AR Bunga Matahari

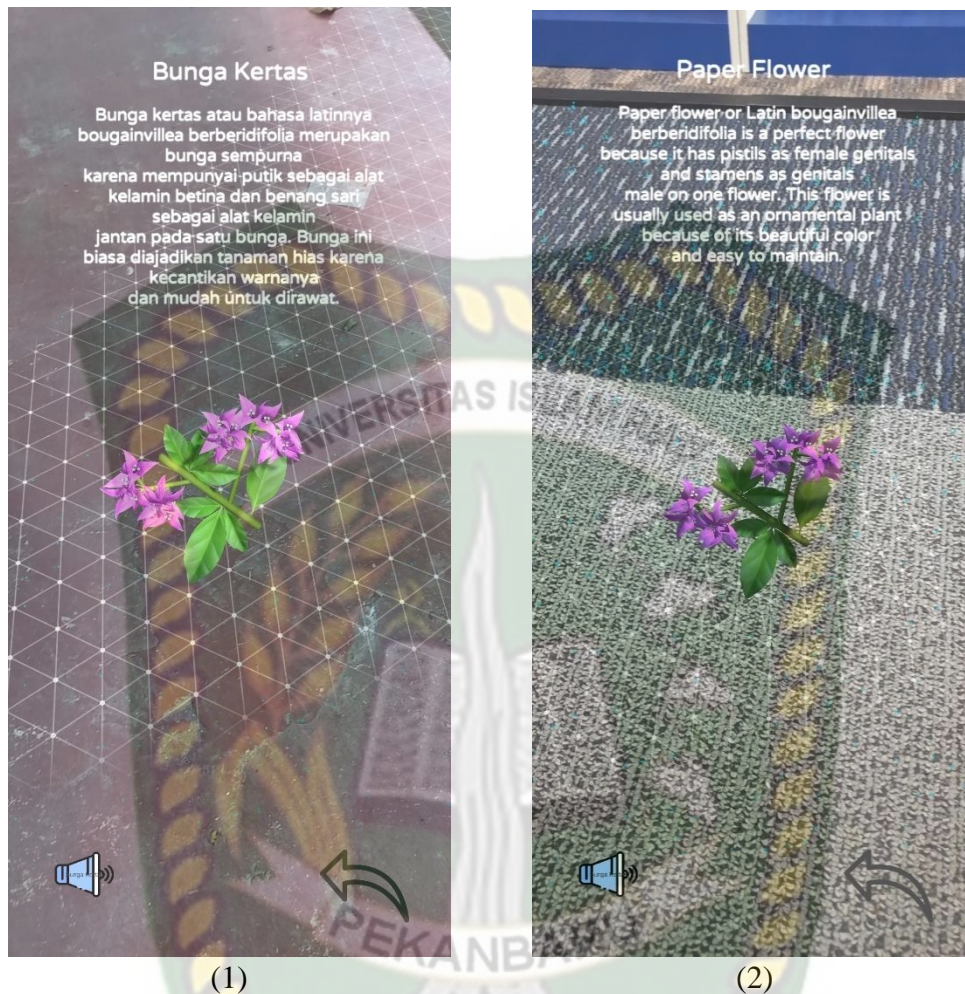
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 19 objek AR bunga matahari dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga sempurna dalam bentuk *button*.

3.1.5 *Button* Bunga Kertas



Gambar 4. 20 *Button* Bunga Kertas

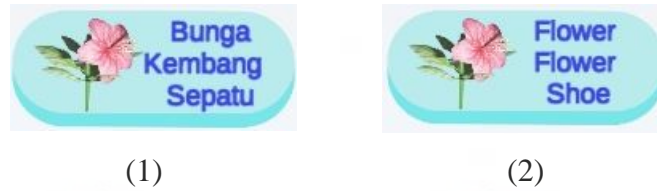
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 20 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga kertas.



Gambar 4. 21 Halaman Objek AR Bunga Kertas

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 21 objek AR bunga kertas dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga sempurna dalam bentuk *button*.

3.1.6 *Button* Bunga Kembang Sepatu



(1)

(2)

Gambar 4. 22 *Button* Bunga Kembang Sepatu

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 22 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga kembang sepatu.



(1)

(2)

Gambar 4. 23 Halaman Objek AR Bunga Kembang Sepatu

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan

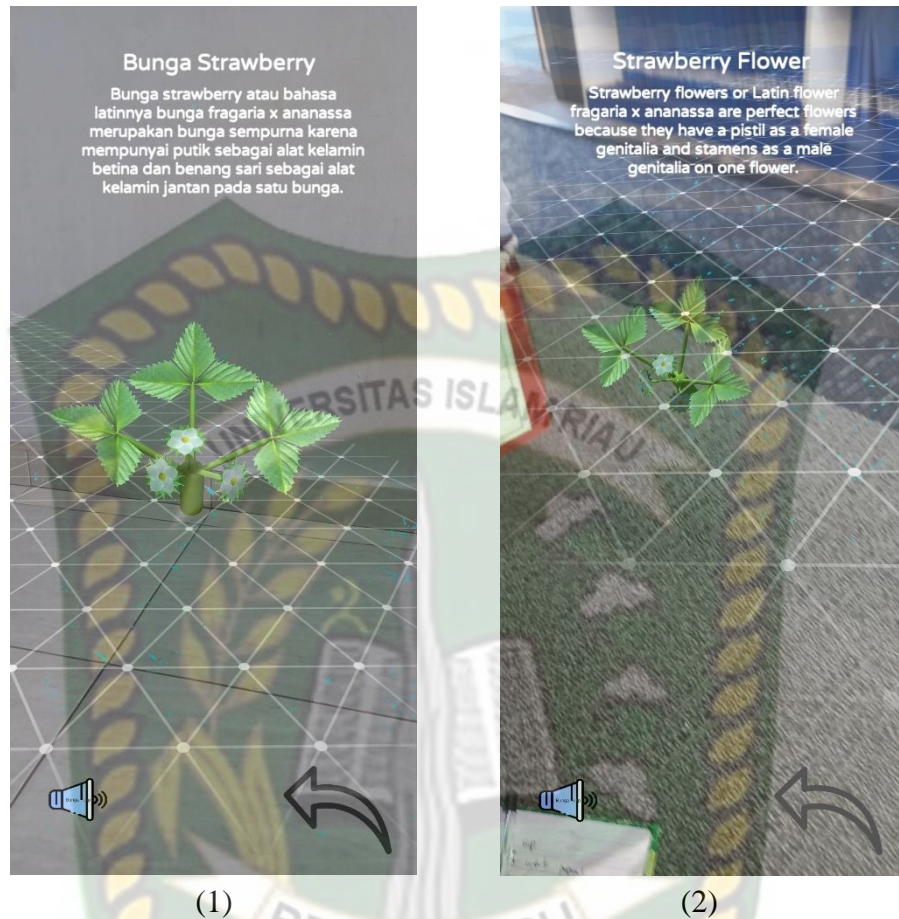
Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 23 objek AR bunga kembang sepatu dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga sempurna dalam bentuk *button*.

3.1.7 *Button* Bunga Strawberry



Gambar 4. 24 *Button* Bunga Strawberry

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 24 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga strawberry.



Gambar 4. 25 Halaman Objek AR Bunga Strawberry

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 25 objek AR bunga strawberry dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga sempurna dalam bentuk *button*.

3.1.8 *Button* Bunga Kopi

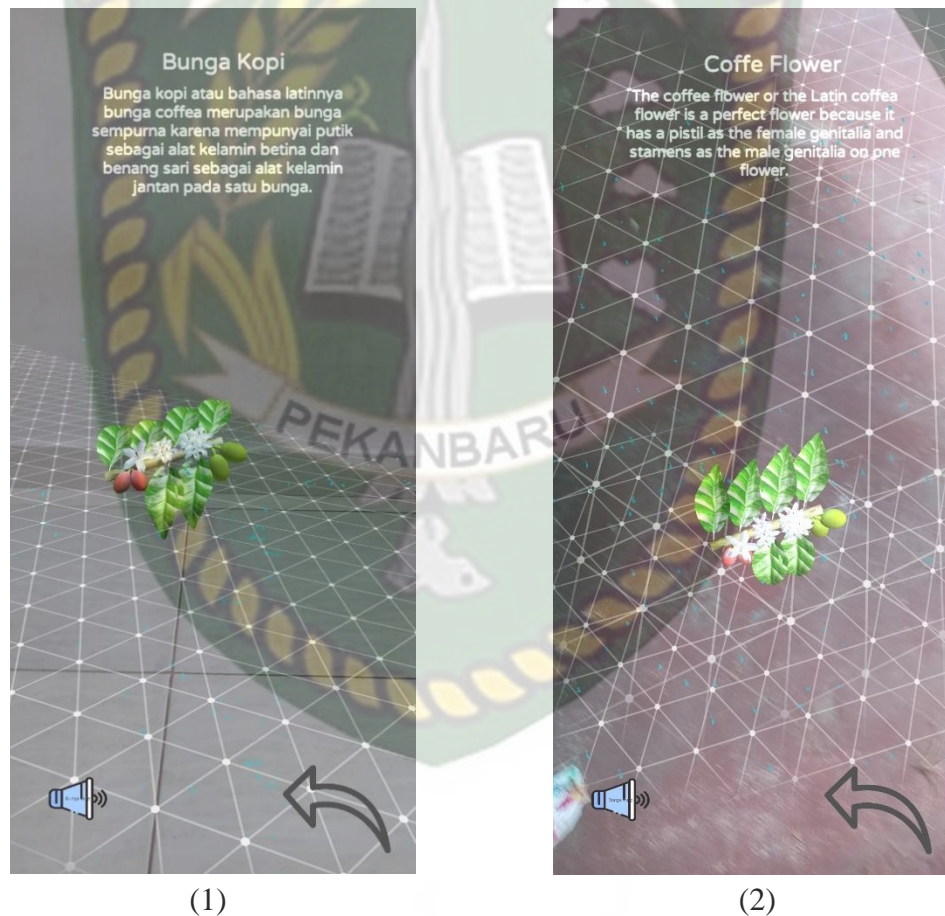


(1)

(2)

Gambar 4. 26 *Button* Bunga Kopi

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 26 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga kopi.



(1)

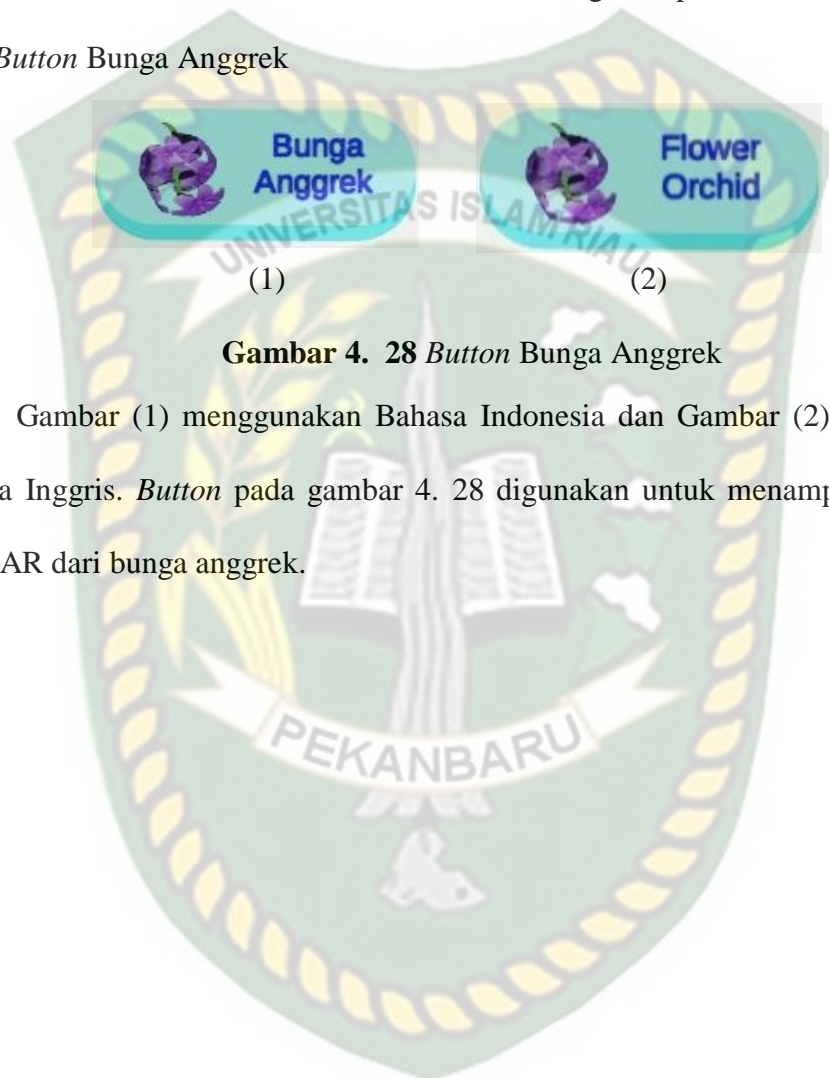
(2)

Gambar 4. 27 Halaman Objek AR Bunga Kopi

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan

Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 27 objek AR bunga kopi dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga sempurna dalam bentuk *button*.

3.1.9 *Button* Bunga Anggrek



Gambar 4. 28 *Button* Bunga Angrek

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 28 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga angrek.



Gambar 4. 29 Halaman Objek AR Bunga Angrek

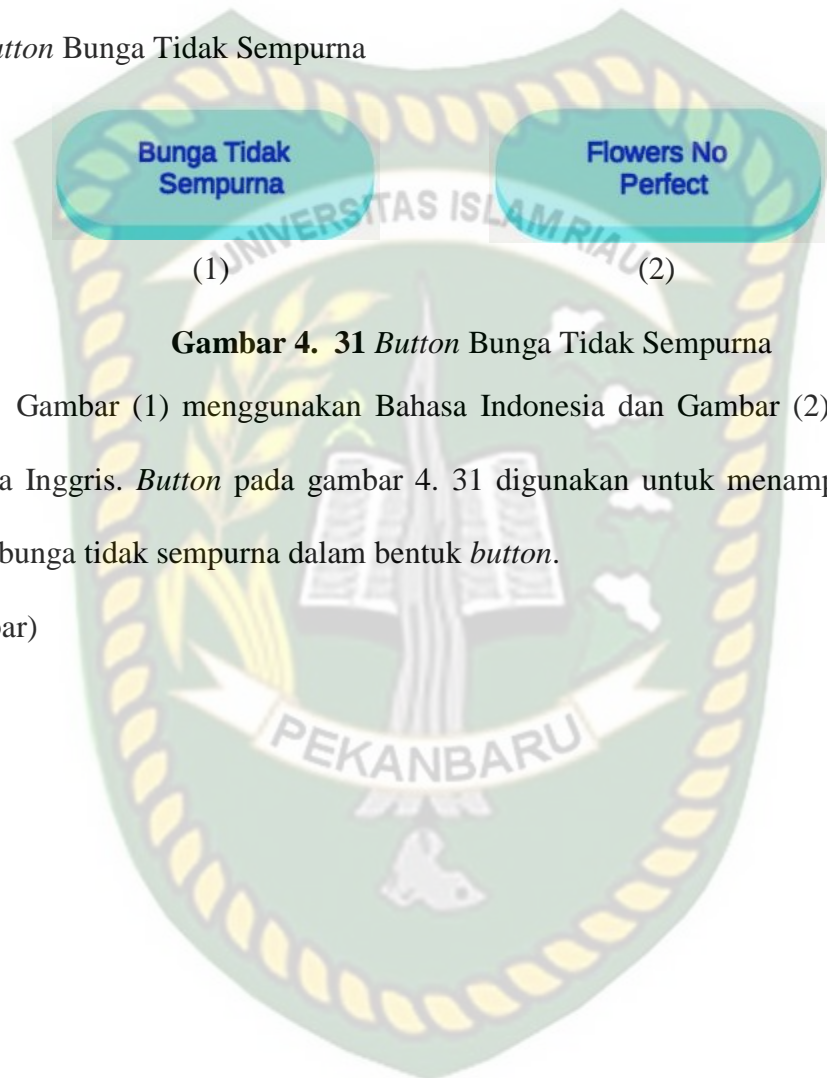
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 29 objek AR bunga angrek dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga sempurna dalam bentuk *button*.

3.1.10 *Button* Kembali



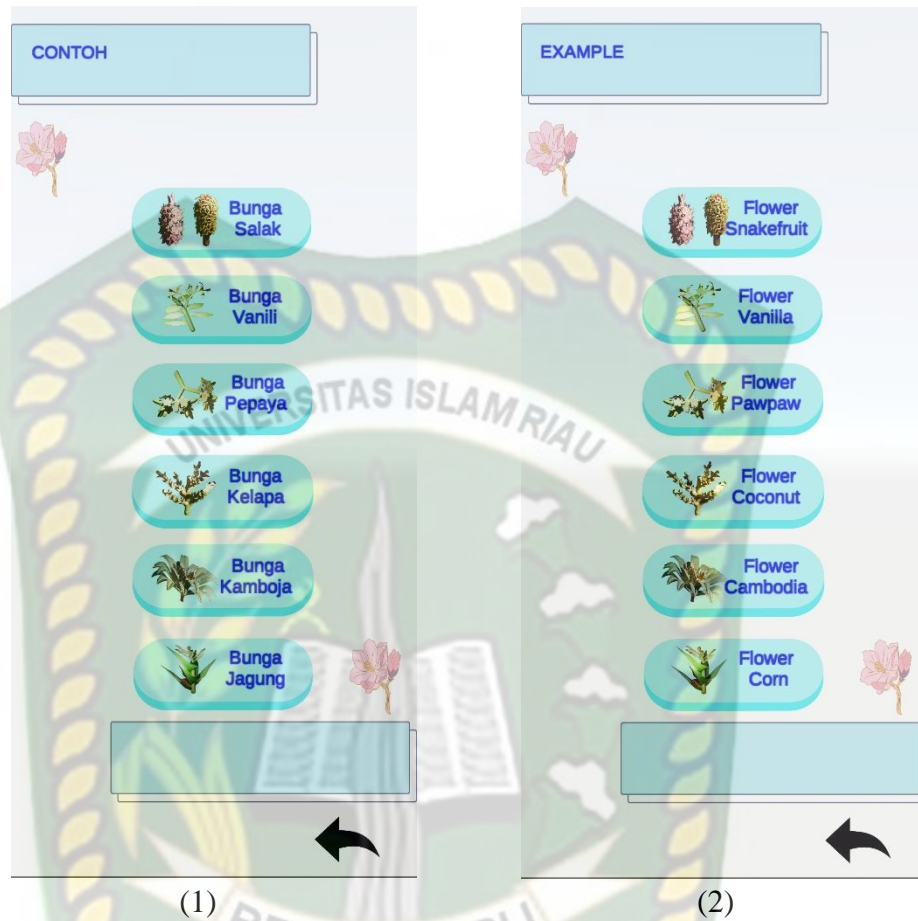
Gambar 4. 30 *Button* Kembali

Button pada gambar 4. 30 digunakan untuk Kembali kehalaman sebelumnya pada aplikasi.

3.2 *Button* Bunga Tidak Sempurna**Gambar 4. 31** *Button* Bunga Tidak Sempurna

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 31 digunakan untuk menampilkan halaman nama bunga tidak sempurna dalam bentuk *button*.

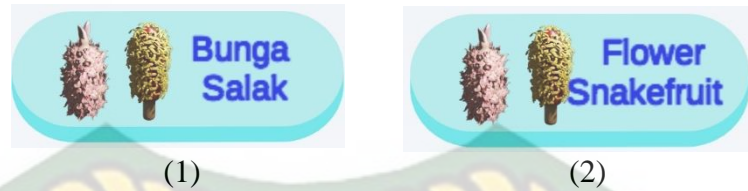
(gambar)



Gambar 4. 32 Tampilan Halaman Nama Bunga Tidak Sempurna Dalam Bentuk *Button*

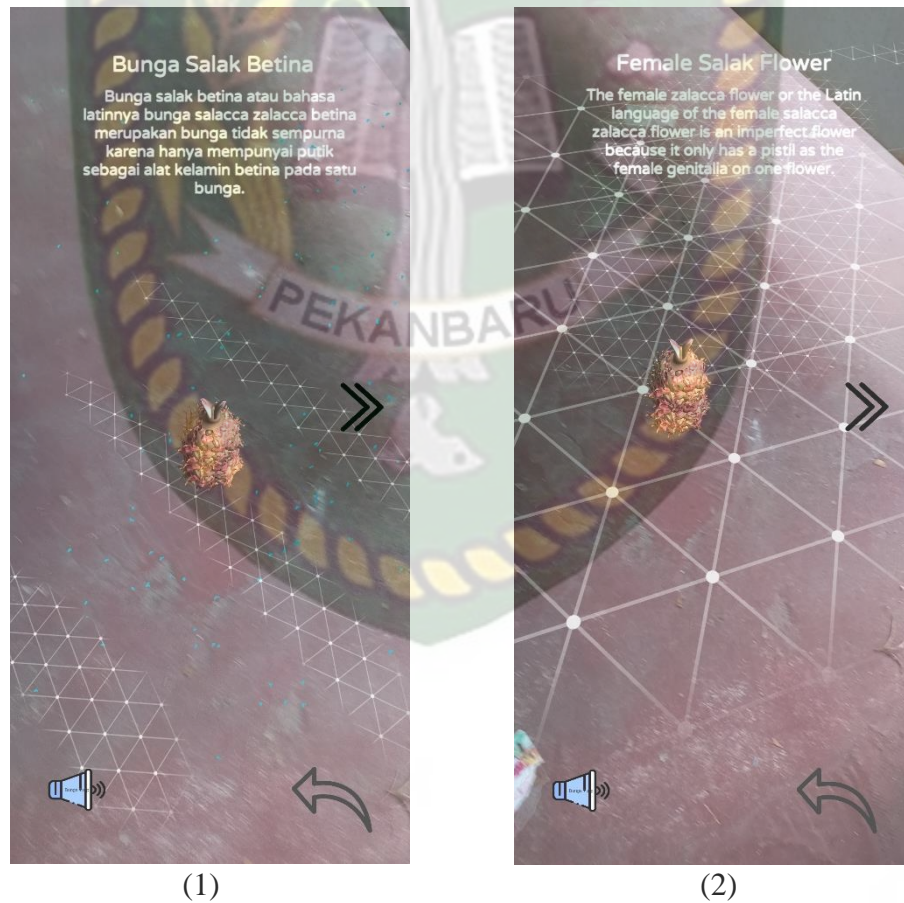
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman Nama Bunga Tidak Sempurna Dalam Bentuk *Button* pada gambar 4. 32 berisi 7 *button* yaitu *button* Bunga Salak, *button* Vanili, *button* Bunga Pepaya, *button* Bunga Kelapa, *button* Bunga Kamboja, *button* Bunga Jagung dan yang terakhir *button* Kembali.

3.2.1 *Button* Bunga Salak

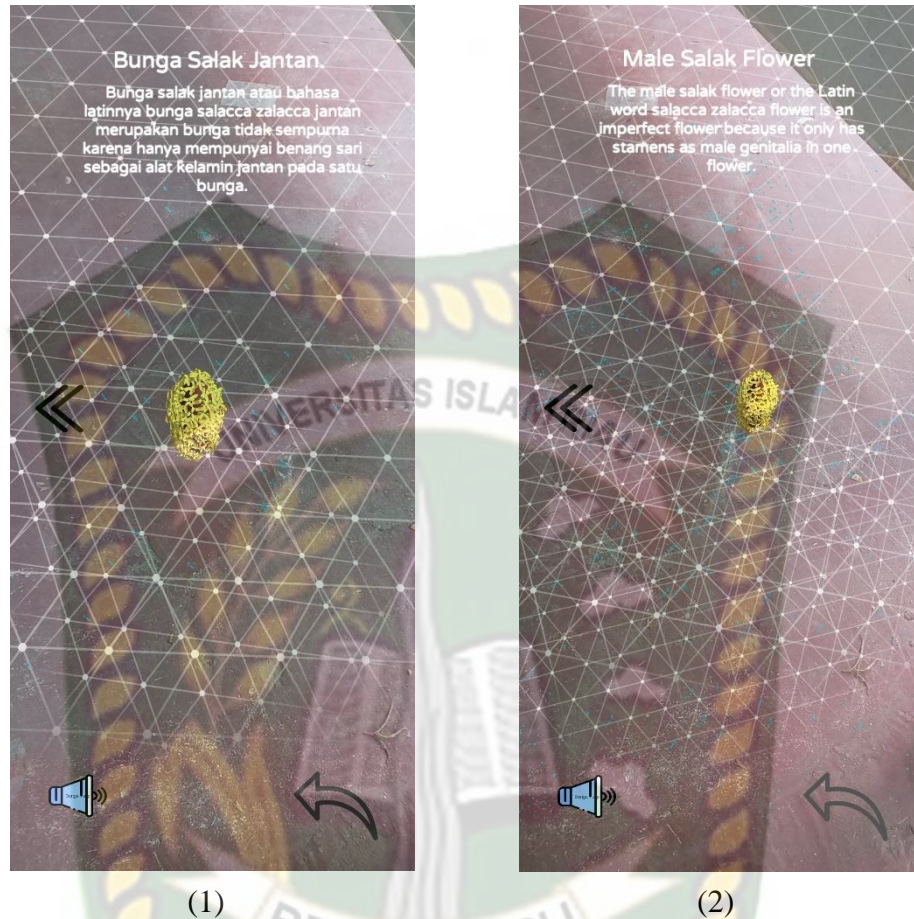


Gambar 4. 33 *Button* Bunga Salak

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 33 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga salak, pada bunga salak untuk bunga jantan dan bunga betina tidak terdapat pada satu bunga, melainkan bunga salak betina dan bunga salak jantan.



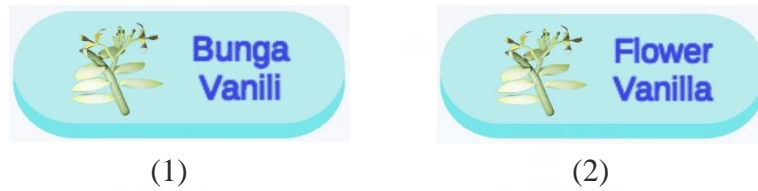
Gambar 4. 34 Halaman Objek AR Bunga Salak Betina



Gambar 4. 35 Halaman Objek AR Bunga Salak Jantan

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 34 objek AR bunga salak betina dan halaman pada gambar 4. 35 objek AR bunga salak jantan dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga tidak sempurna dalam bentuk *button*.

3.2.2 *Button* Bunga Vanili

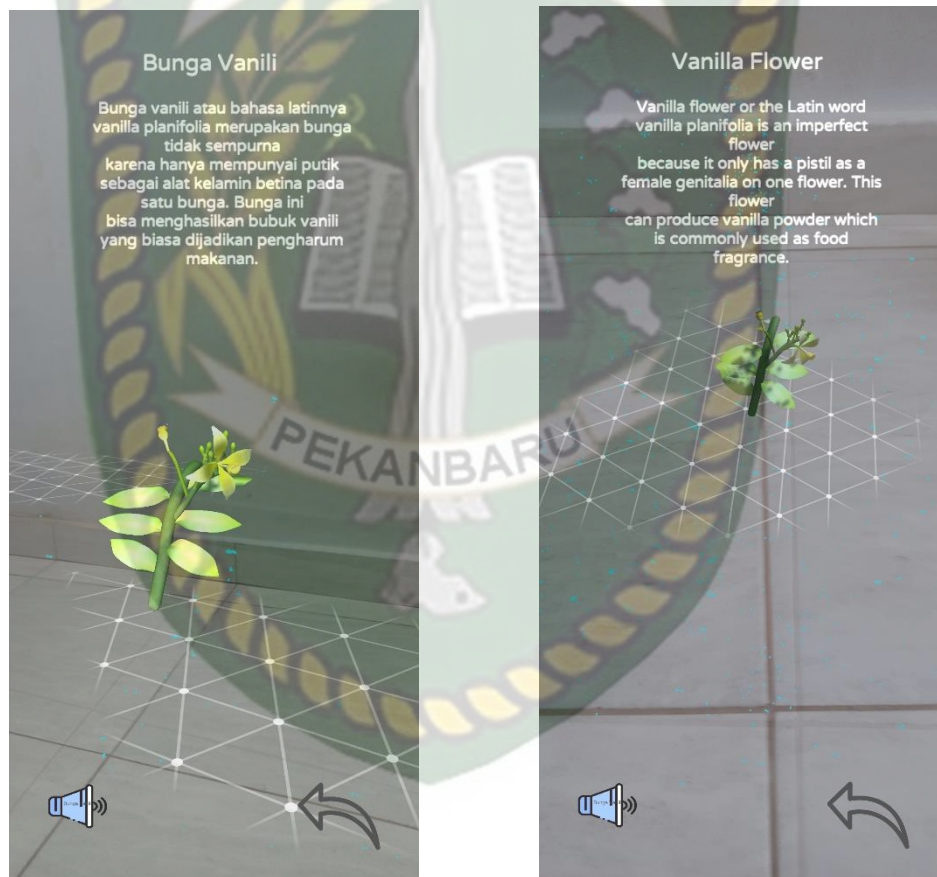


(1)

(2)

Gambar 4. 36 *Button* Bunga Vanili

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 36 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga vanili.



(1)

(2)

Gambar 4. 37 Halaman Objek AR Bunga Vanili

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan

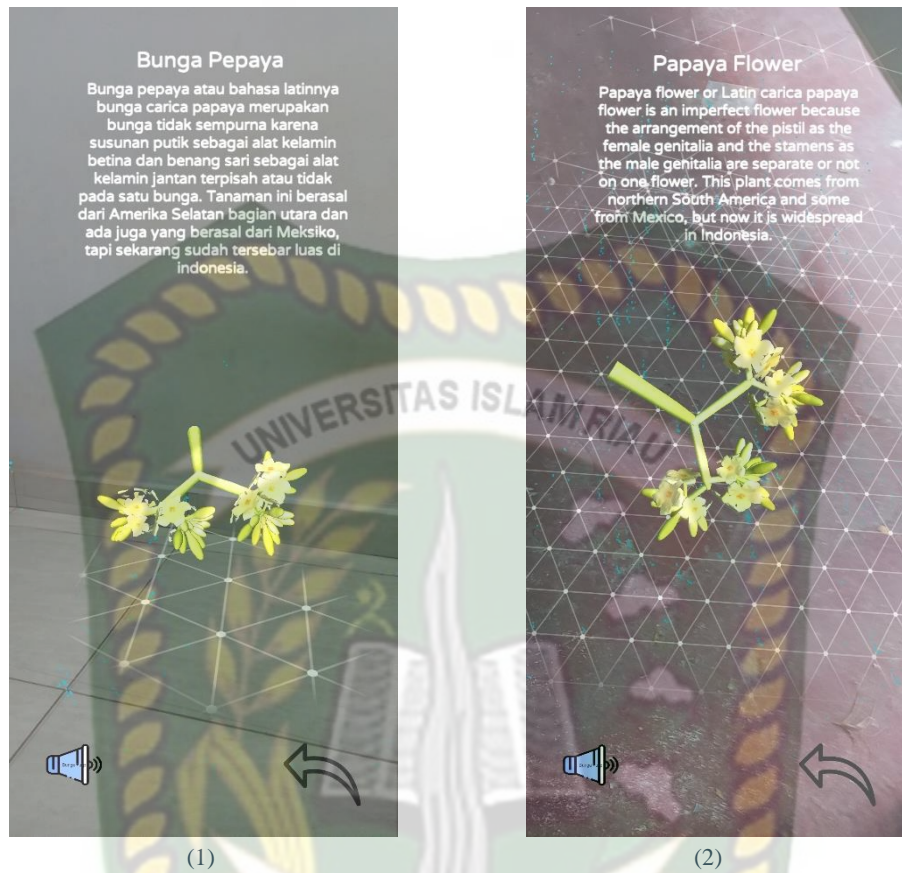
Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 37 objek AR bunga vanili dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga tidak sempurna dalam bentuk *button*.

3.2.3 *Button* Bunga Pepaya



Gambar 4. 38 *Button* Bunga Pepaya

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 38 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga pepaya.



Gambar 4. 39 Halaman Objek AR Bunga Pepaya

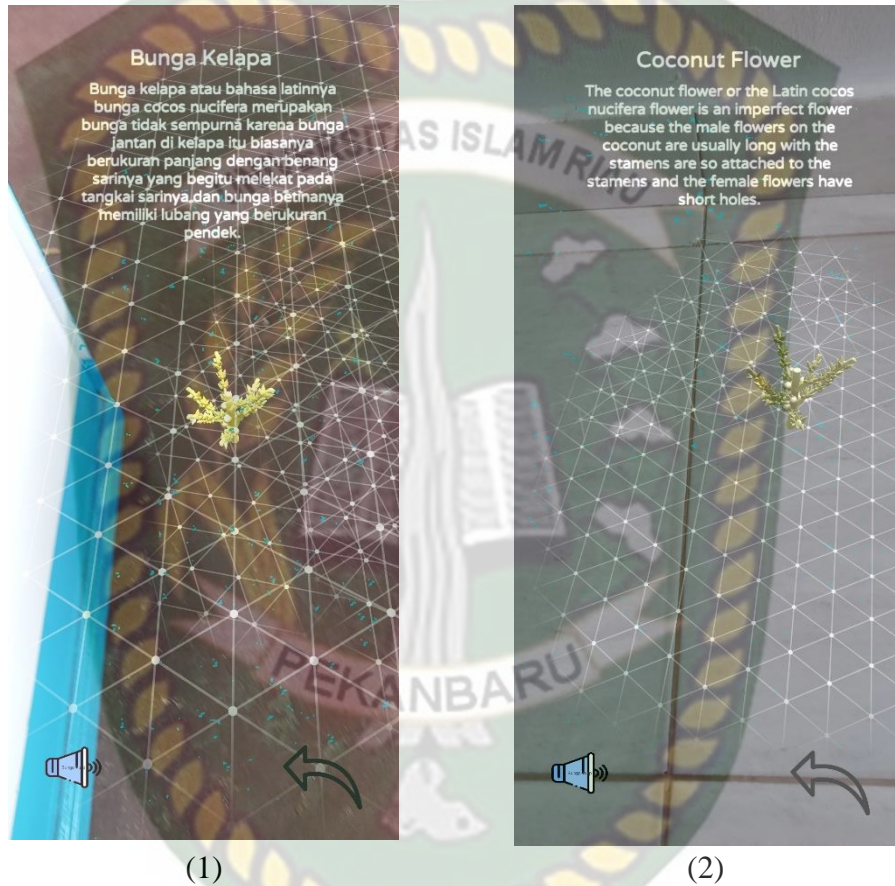
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 39 objek AR bunga pepaya dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga tidak sempurna dalam bentuk *button*.

3.2.4 Button Bunga Kelapa



Gambar 4. 40 *Button* Bunga Kelapa

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 40 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga kelapa.



Gambar 4. 41 Halaman Objek AR Bunga Kelapa

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 41 objek AR bunga kelapa dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga tidak sempurna dalam bentuk *button*.

3.2.5 *Button* Bunga Kamboja

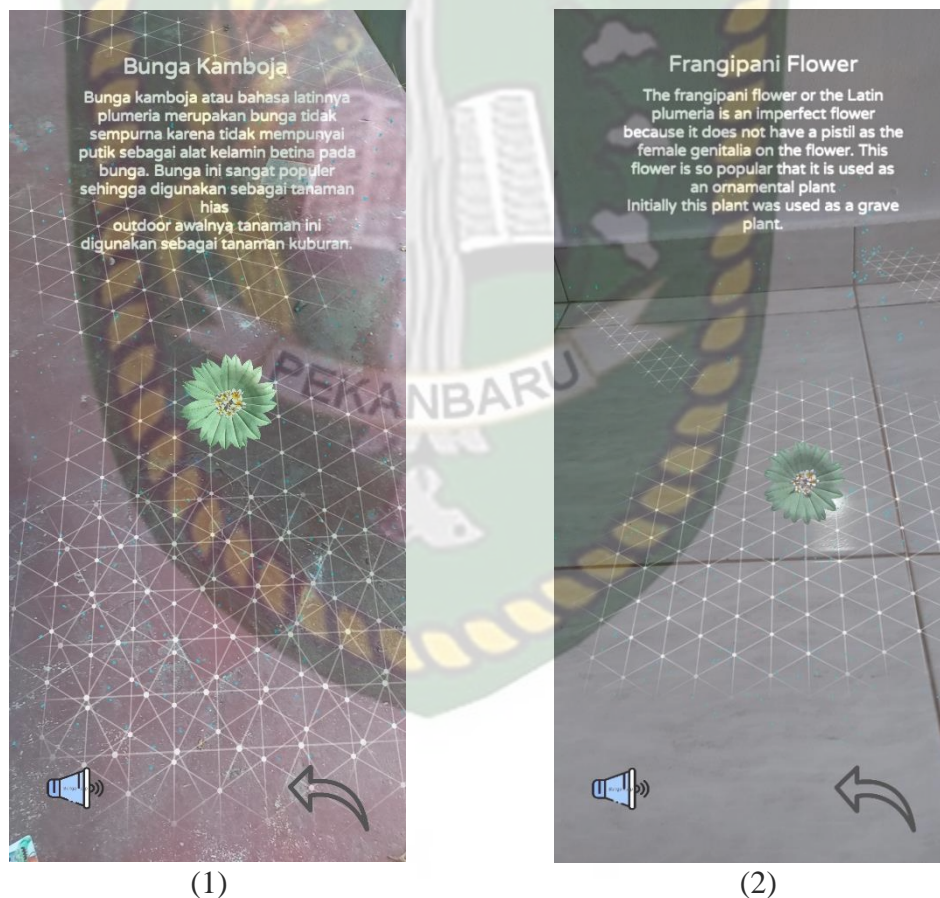


(1)

(2)

Gambar 4. 42 *Button* Bunga Kamboja

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 42 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga kamboja.



(1)

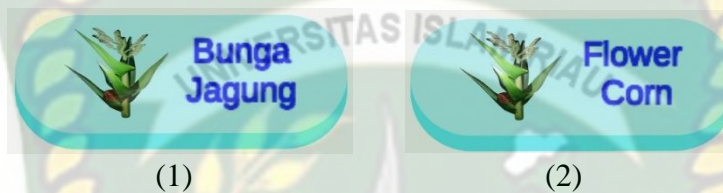
(2)

Gambar 4. 43 Halaman Objek AR Bunga Kamboja

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan

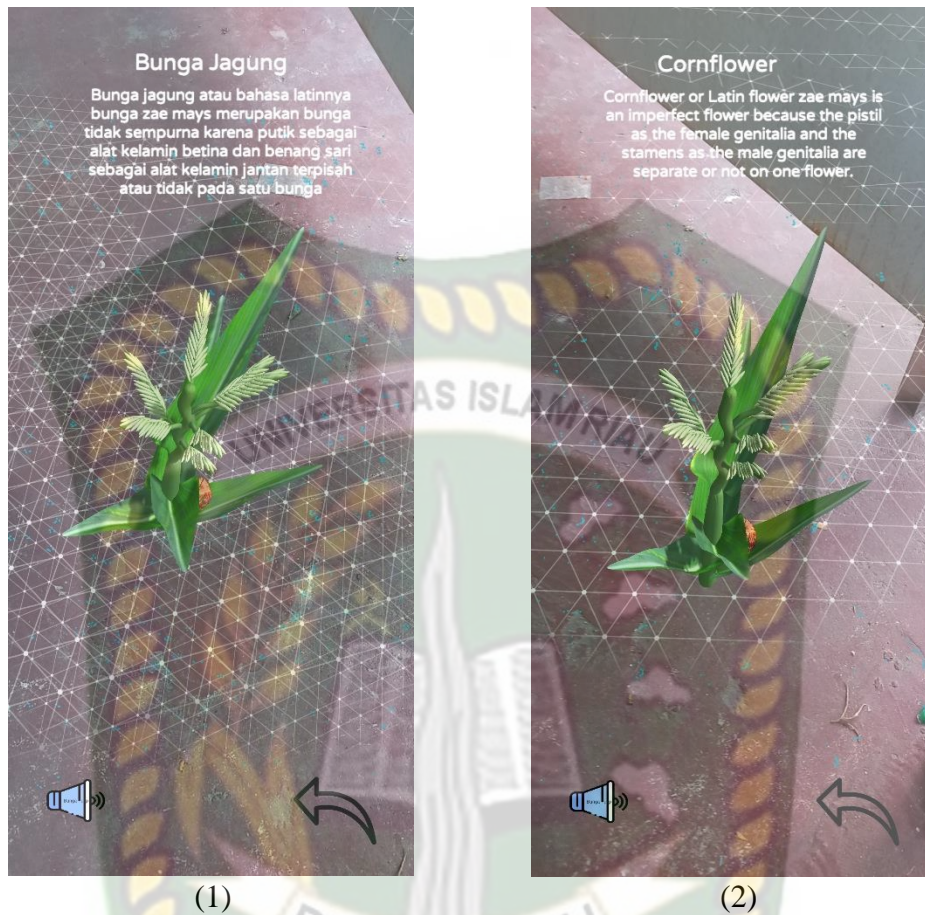
Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 43 objek AR bunga kamboja dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga tidak sempurna dalam bentuk *button*.

3.2.6 *Button* Bunga Jagung



Gambar 4. 44 *Button* Bunga Jagung

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 44 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari bunga jagung.



Gambar 4. 45 Halaman Objek AR Bunga Jagung

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 45 objek AR bunga jagung dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman nama bunga tidak sempurna dalam bentuk *button*.

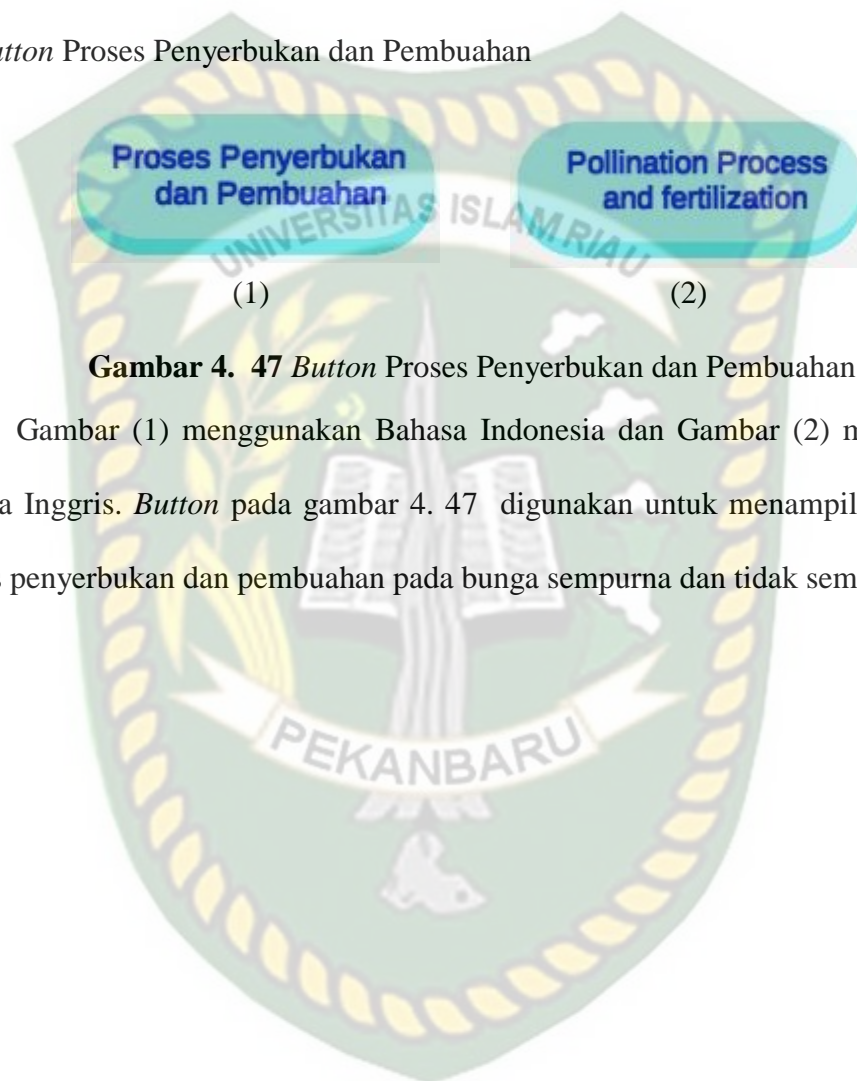
3.2.7 *Button* Kembali



Gambar 4. 46 *Button* Kembali

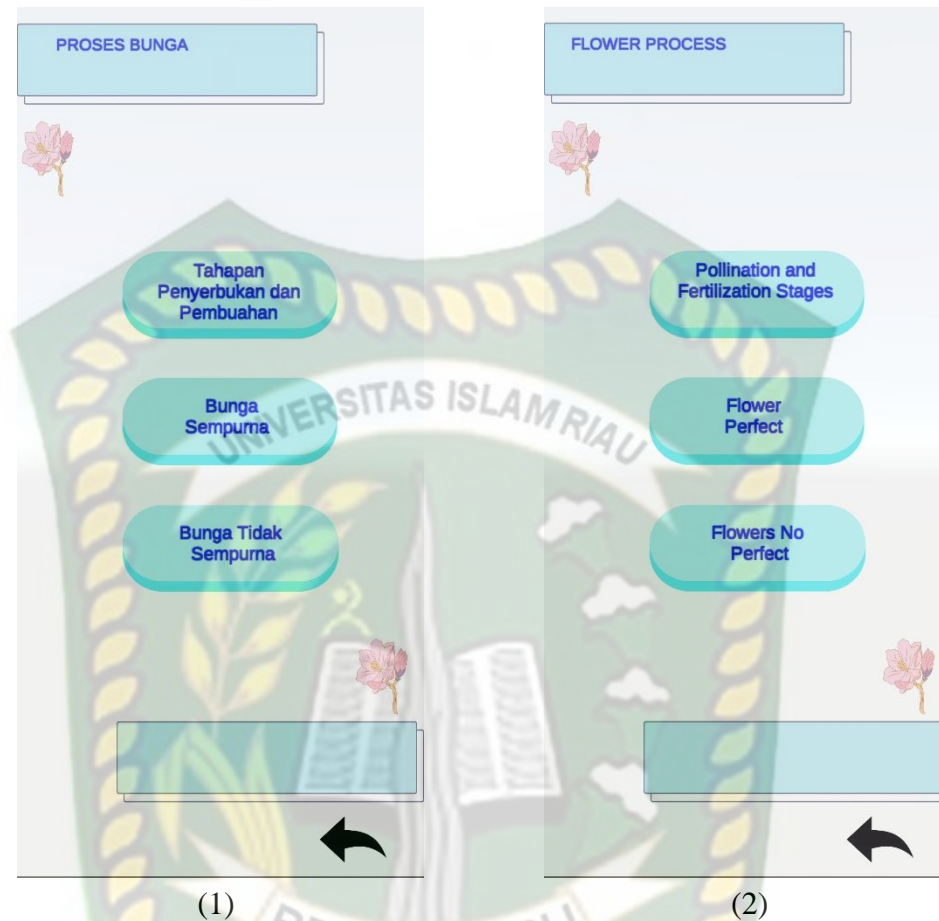
Button pada gambar 4. 46 digunakan untuk Kembali kehalaman sebelumnya pada aplikasi.

4. *Button* Proses Penyerbukan dan Pembuahan



Gambar 4. 47 *Button* Proses Penyerbukan dan Pembuahan

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 47 digunakan untuk menampilkan halaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga sempurna dan tidak sempurna.



Gambar 4. 48 Tampilan Halaman Proses Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 48 berisi 4 *button* yaitu *button* Tahapan Penyerbukan dan Pembuahan, *button* Bunga Sempurna, *button* Bunga Tidak Sempurna, dan yang terakhir *button* Kembali.

4.1 *Button* Tahapan Penyerbukan dan Pembuahan

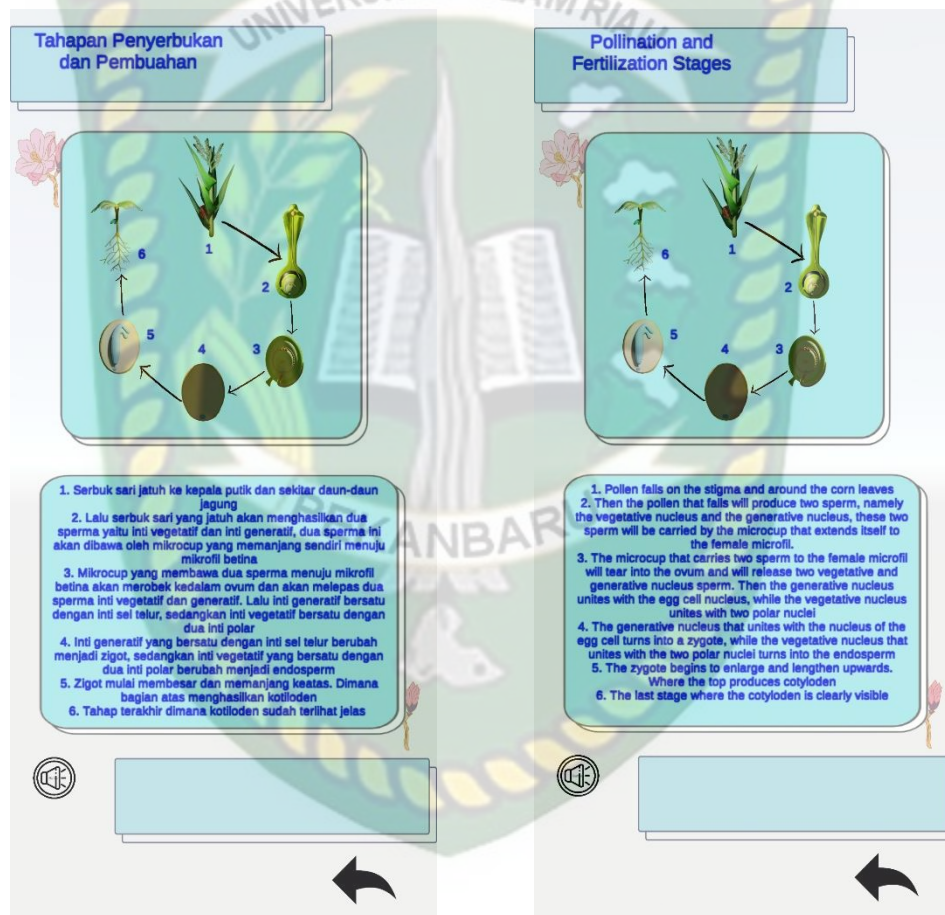


(1)

(2)

Gambar 4. 49 *Button* Tahapan Penyerbukan dan Pembuahan

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris pada gambar 4. 49 digunakan untuk menampilkan halaman penjelasan setiap tahapan penyerbukan dan pembuahan pada bunga sempurna dan bunga tidak sempurna.



(1)

(2)

Gambar 4. 50 Tampilan Halaman Tahapan Penyerbukan dan Pembuahan

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gmabar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 50 berisi 2 *button* yaitu *button* suara

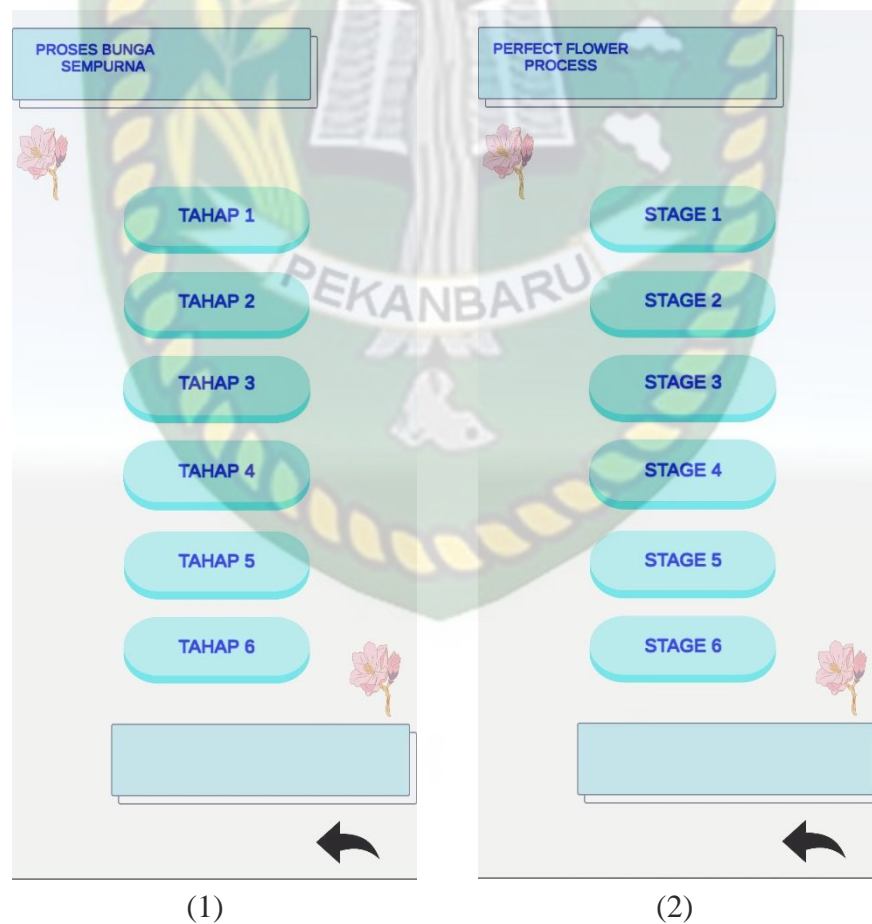
keterangan dan *button* Kembali.

4.2 *Button* Bunga Sempurna



Gambar 4. 51 *Button* Bunga Sempurna

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 51 digunakan untuk menampilkan halaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga sempurna.



Gambar 4. 52 Tampilan Halaman Proses Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sempurna

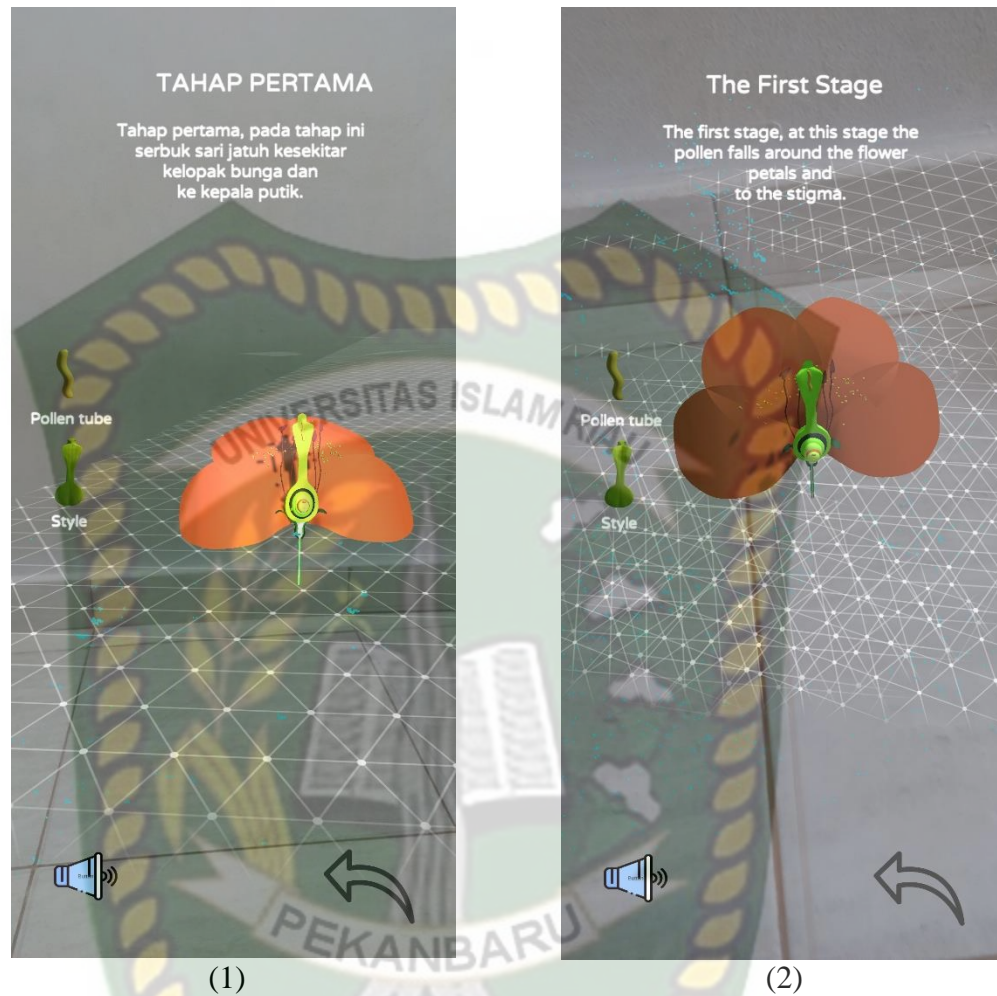
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 52 berisi 7 *button* yaitu *button* Tahap 1, *button* Tahap 2, *button* Tahap 3, *button* Tahap 4, *button* Tahap 5, *button* Tahap 6 dan yang terakhir *button* Kembali

4.2.1 *Button* Tahap 1



Gambar 4. 53 *Button* Tahap 1

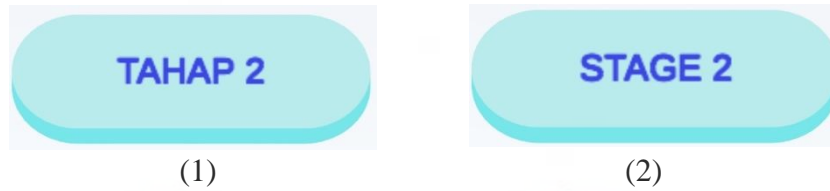
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 53 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari tahap 1.



Gambar 4. 54 Halaman Objek AR Tahap 1

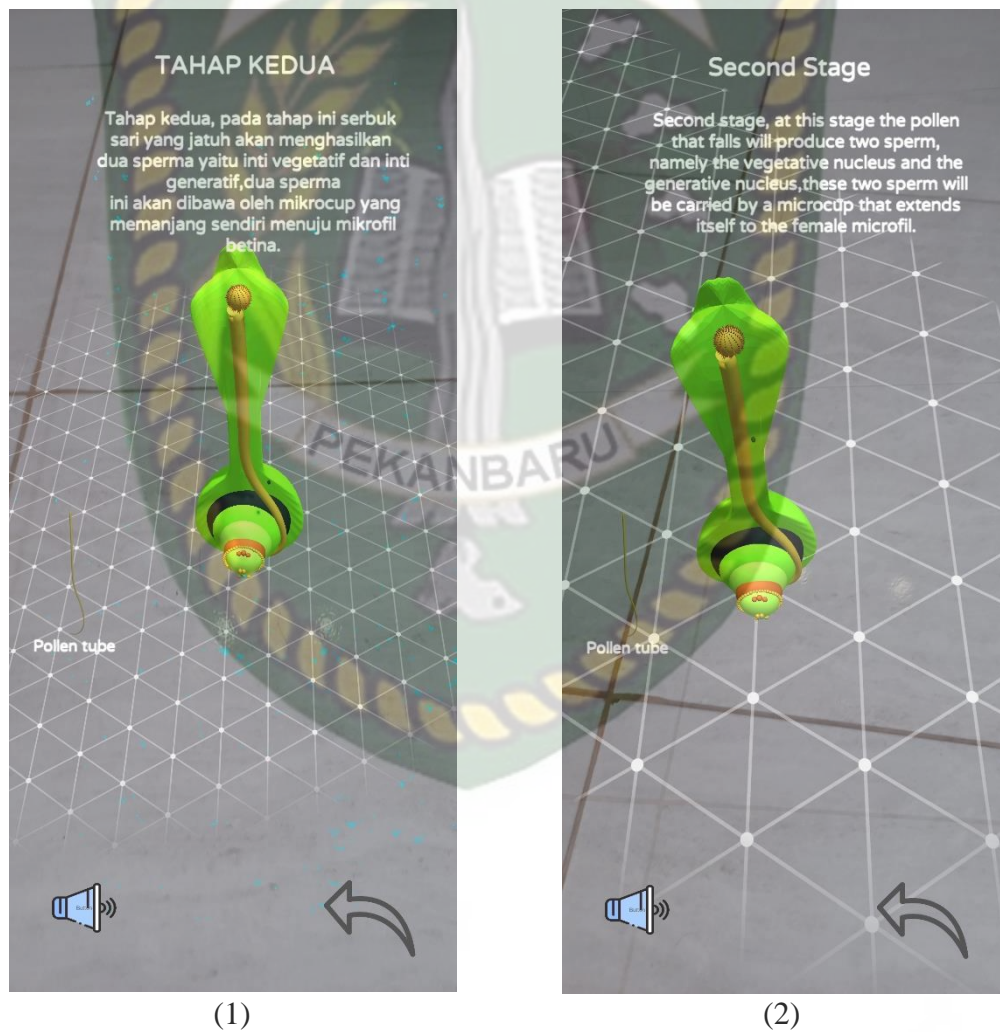
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 54 objek AR tahap 1 dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga sempurna.

4.2.2 *Button* Tahap 2



Gambar 4. 55 *Button* Tahap 2

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 55 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari tahap 2.



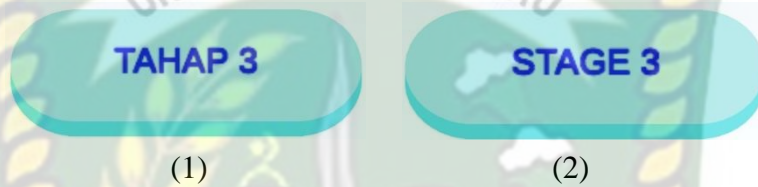
(1)

(2)

Gambar 4. 56 Halaman Objek AR Tahap 2

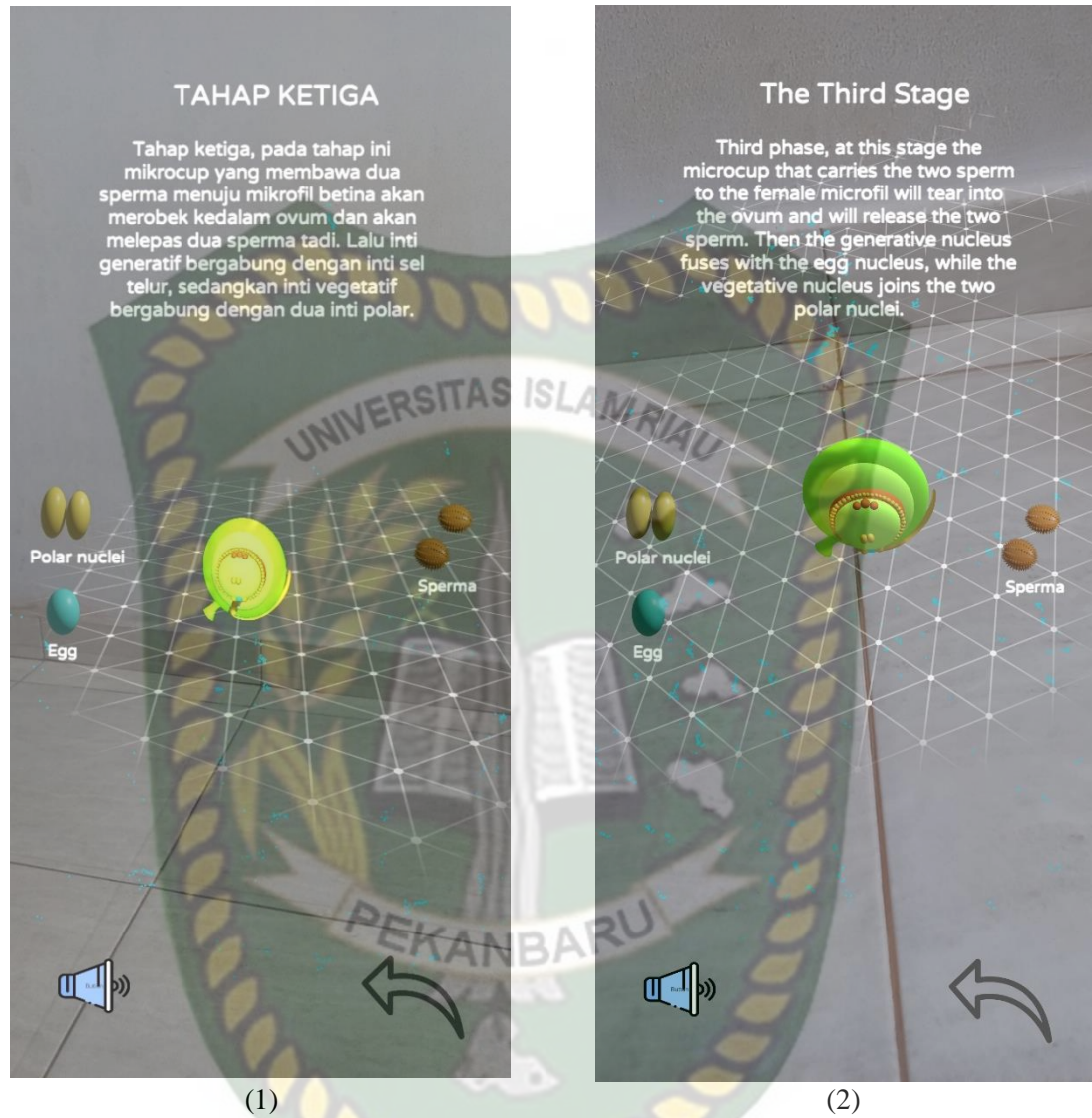
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 56 objek AR tahap 2 dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga sempurna.

4.2.3 *Button* Tahap 3



Gambar 4. 57 *Button* Tahap 3

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 57 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari tahap 3.



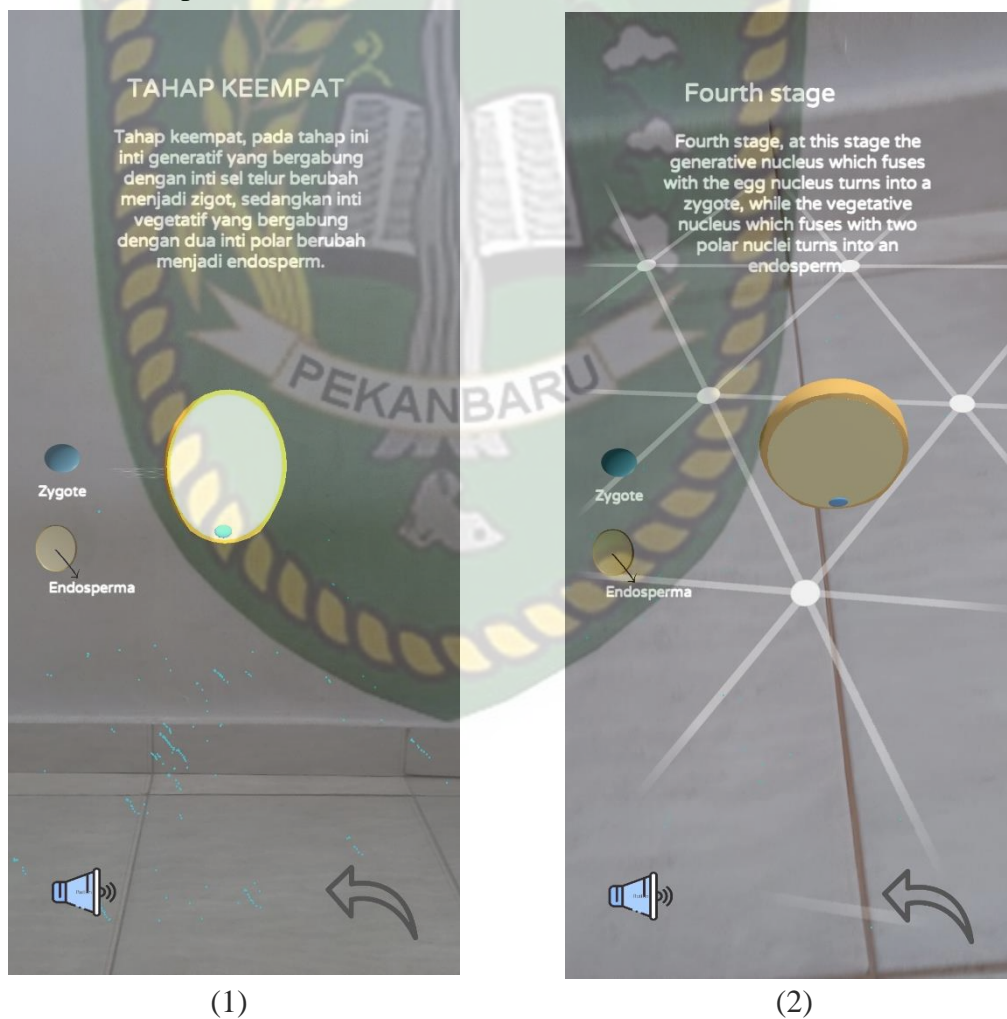
Gambar 4. 58 Halaman Objek AR Tahap 3

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 58 objek AR tahap 3 dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga sempurna.

4.2.4 *Button* Tahap 4

Gambar 4. 59 *Button* Tahap 4

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 59 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari tahap 4.



(1)

(2)

Gambar 4. 60 Halaman Objek AR Tahap 4

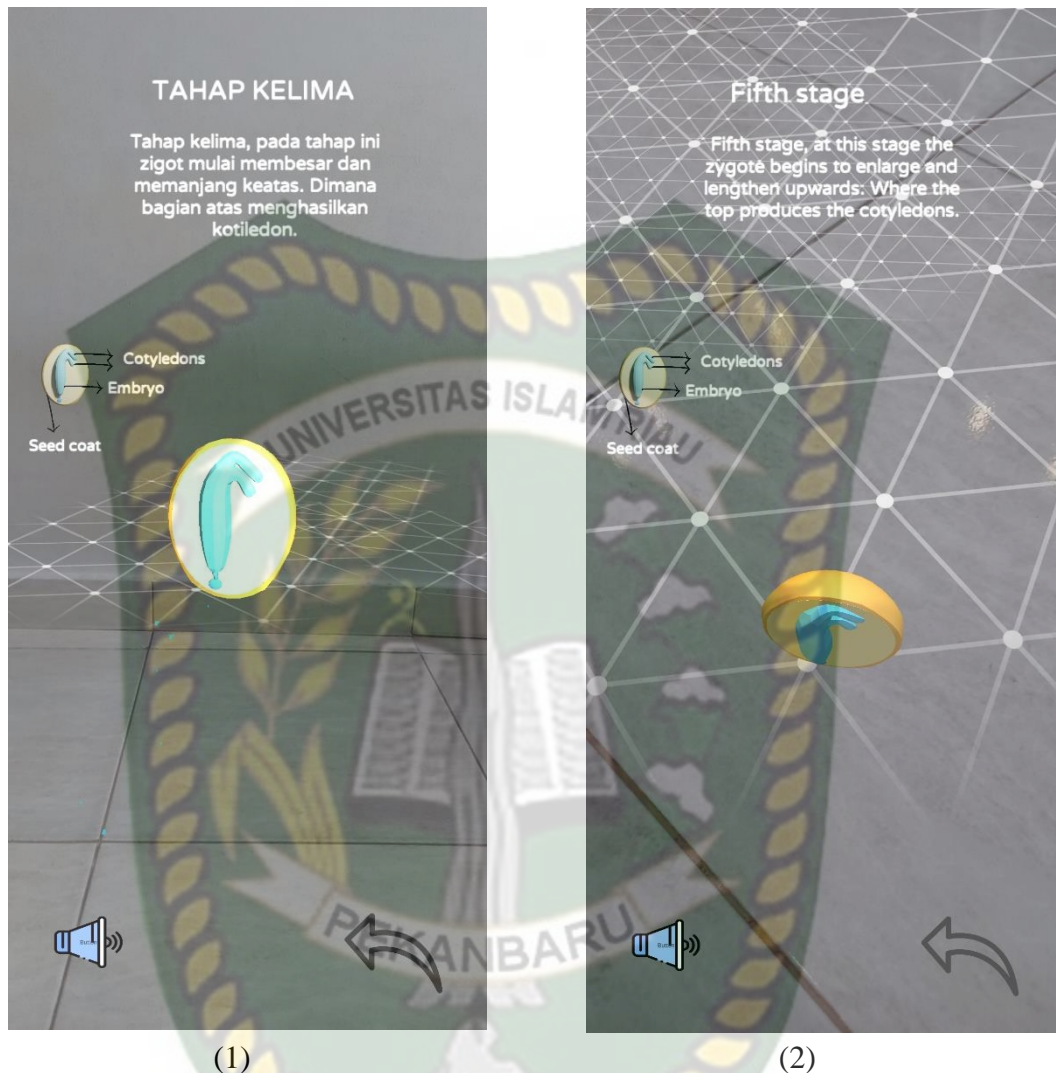
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 60 objek AR tahap 4 dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga sempurna.

4.2.5 *Button* Tahap 5



Gambar 4. 61 *Button* Tahap 5

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 61 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari tahap 5.



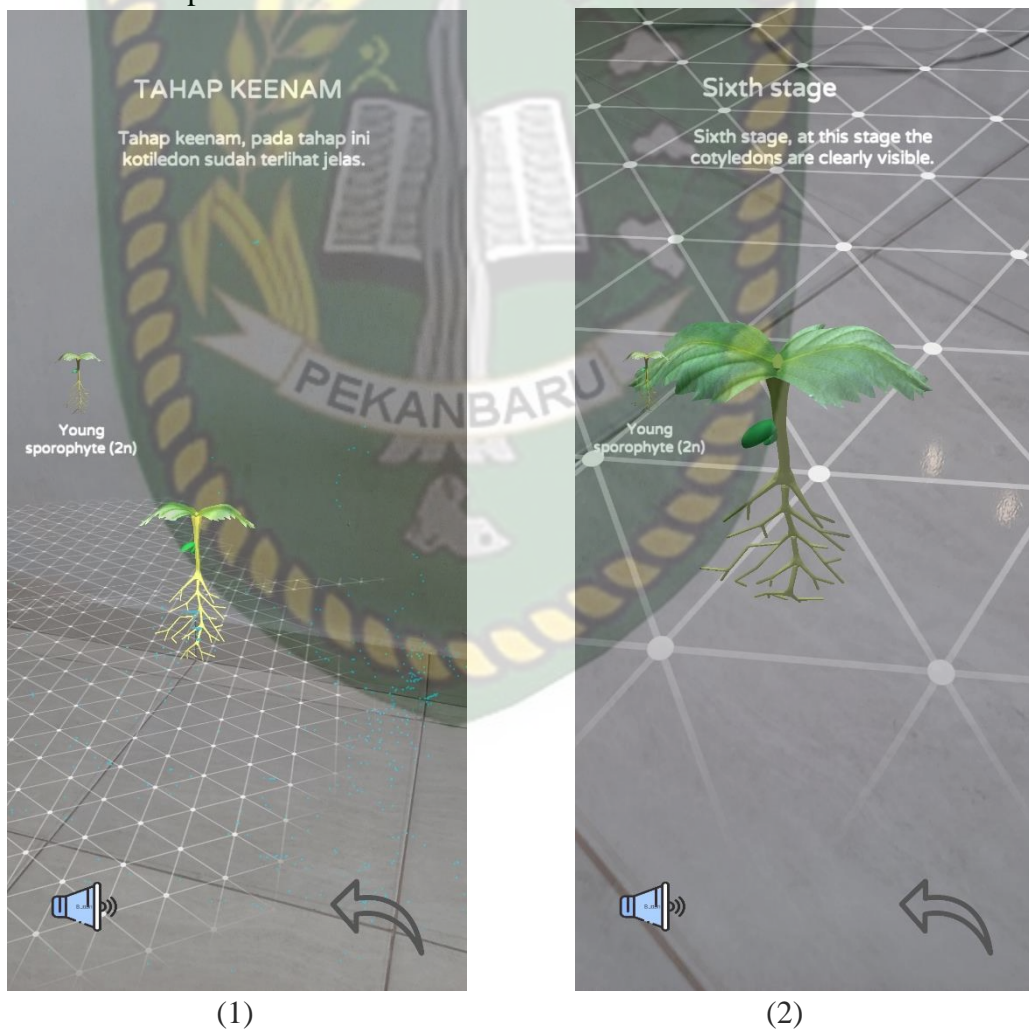
Gambar 4. 62 Halaman Objek AR Tahap 5

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 62 objek AR tahap 5 dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga sempurna.

4.2.6 *Button* Tahap 6

Gambar 4. 63 *Button* Tahap 6

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 63 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari tahap 6.



Gambar 4. 64 Halaman Objek AR Tahap 6

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 64 objek AR tahap 6 dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga sempurna.

4.2.7 *Button* Kembali



Gambar 4. 65 *Button* Kembali

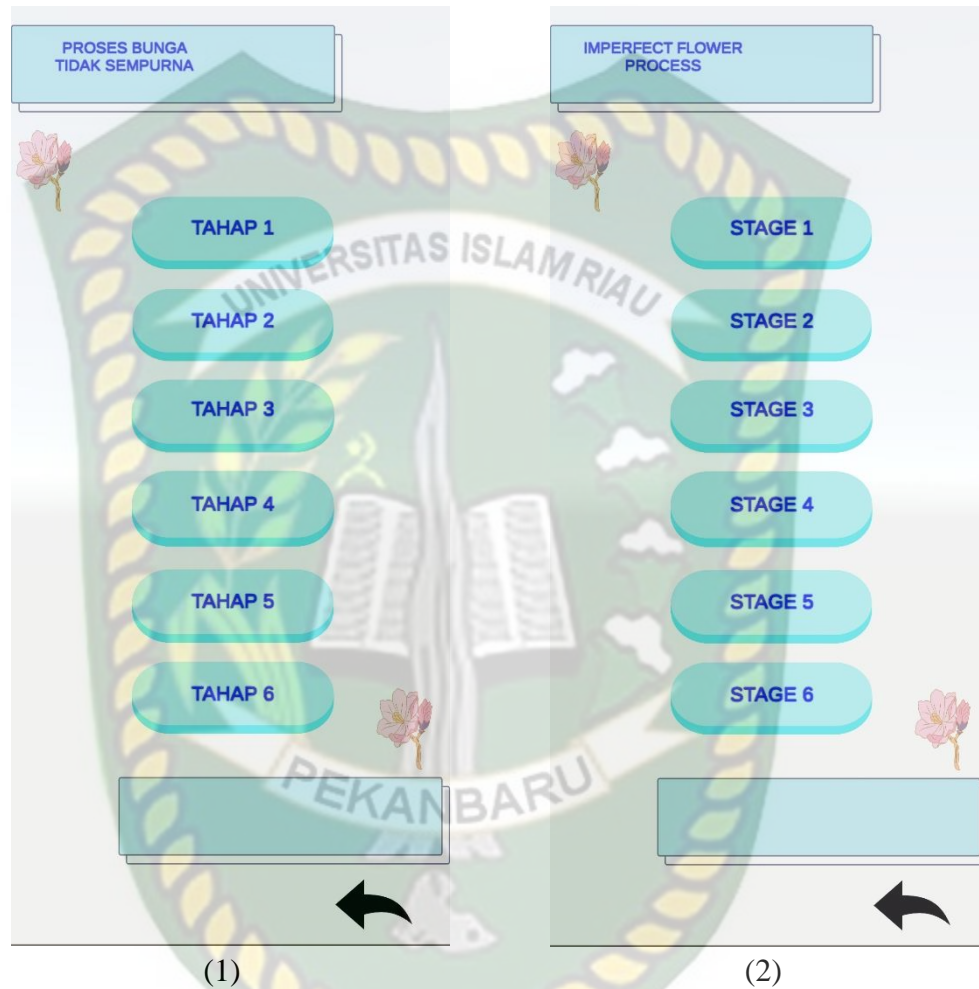
Button pada gambar 4. 65 digunakan untuk Kembali kehalaman sebelumnya pada aplikasi.

4.3 *Button* Bunga Tidak Sempurna



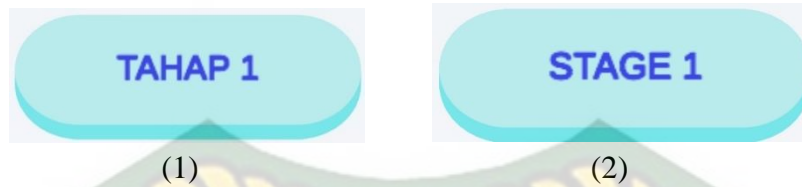
Gambar 4. 66 *Button* Bunga Tidak Sempurna

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 66 digunakan untuk menampilkan halaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga tidak sempurna.



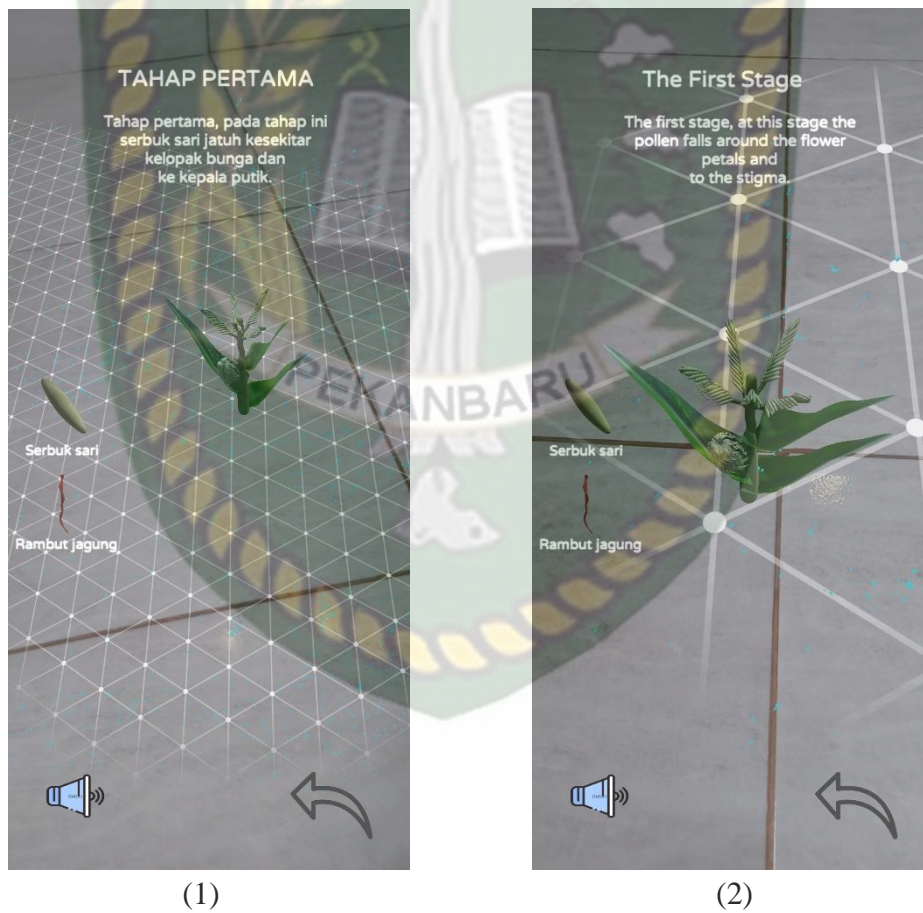
Gambar 4. 67 Tampilan Halaman Proses Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Tidak Sempurna

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 67 berisi 7 *button* yaitu *button* Tahap 1, *button* Tahap 2, *button* Tahap 3, *button* Tahap 4, *button* Tahap 5, *button* Tahap 6 dan yang terakhir *button* Kembali

4.3.1 *Button* Tahap 1

Gambar 4. 68 *Button* Tahap 1

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 68 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari tahap 1.



Gambar 4. 69 Halaman Objek AR Tahap 1

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan

Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 69 objek AR tahap 1 dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga sempurna.

4.3.2 *Button* Tahap 2

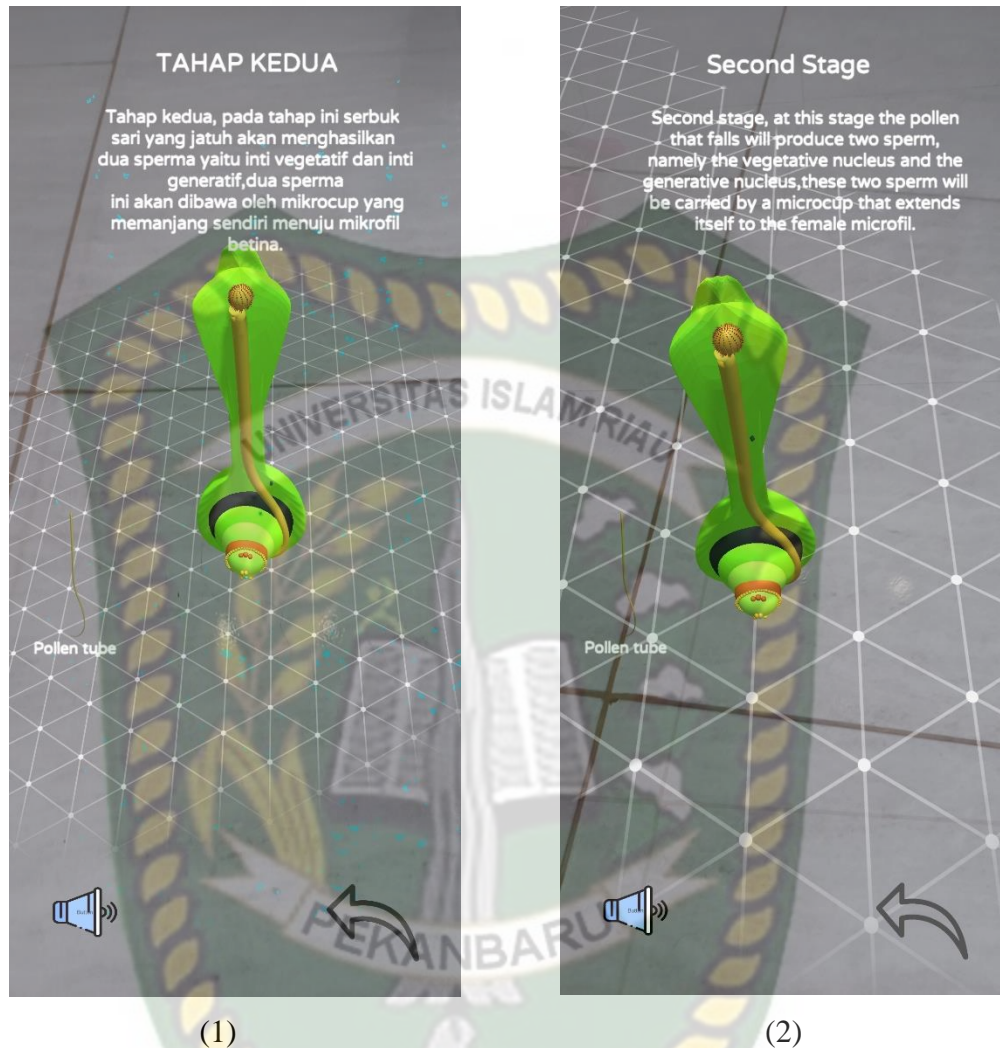


(1)

(2)

Gambar 4. 70 *Button* Tahap 2

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 70 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari tahap 2.



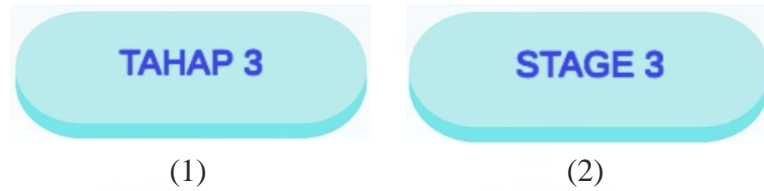
(1)

(2)

Gambar 4. 71 Halaman Objek AR Tahap 2

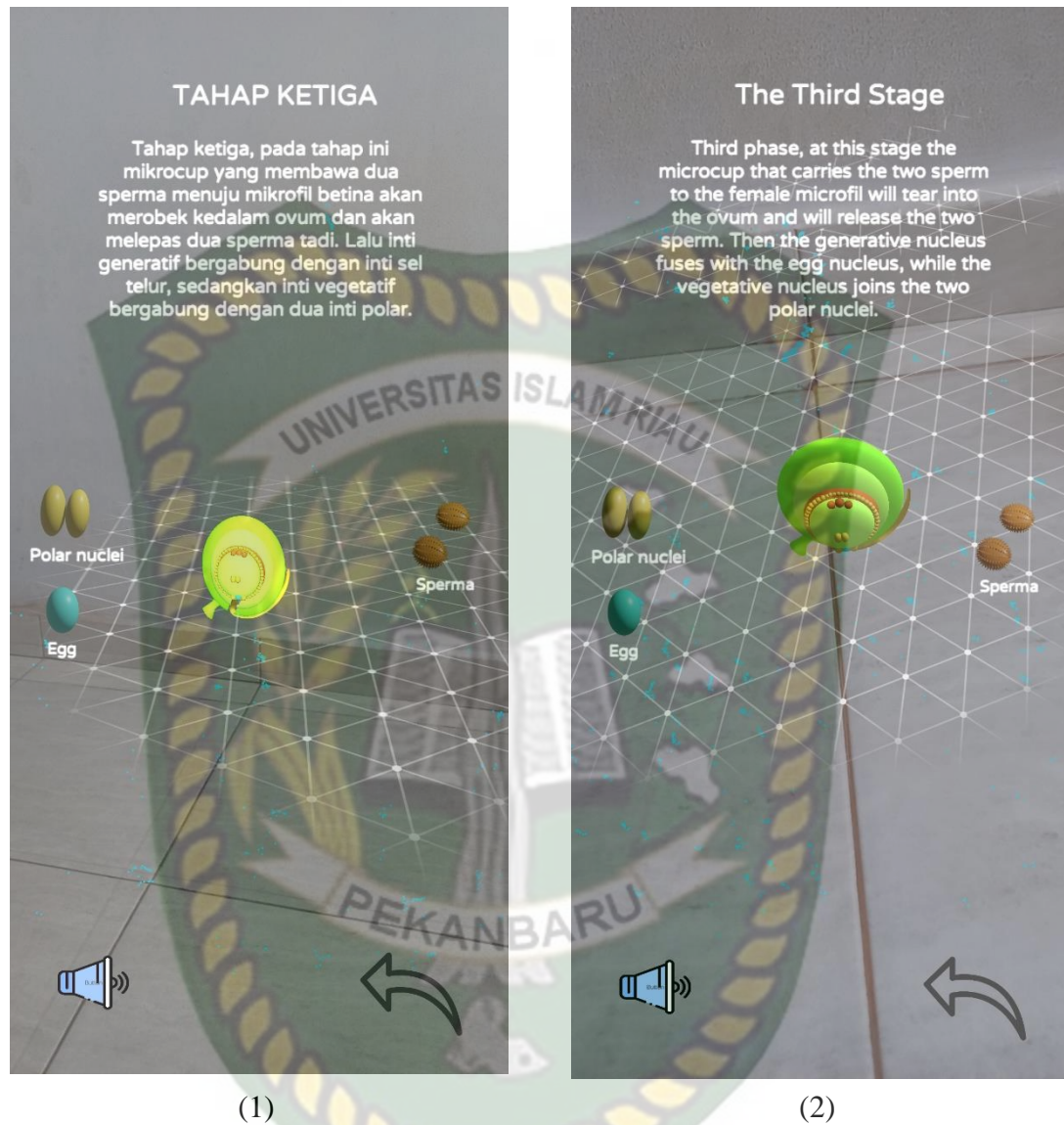
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 71 objek AR tahap 2 dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga tidak sempurna.

4.3.3 *Button* Tahap 3



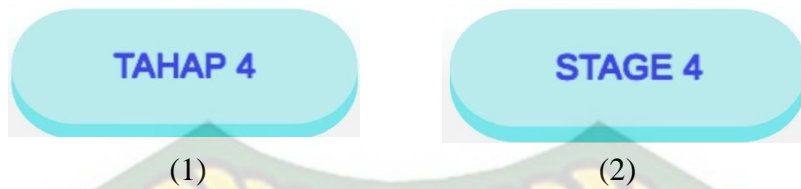
Gambar 4. 72 *Button* Tahap 3

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 72 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari tahap 3.



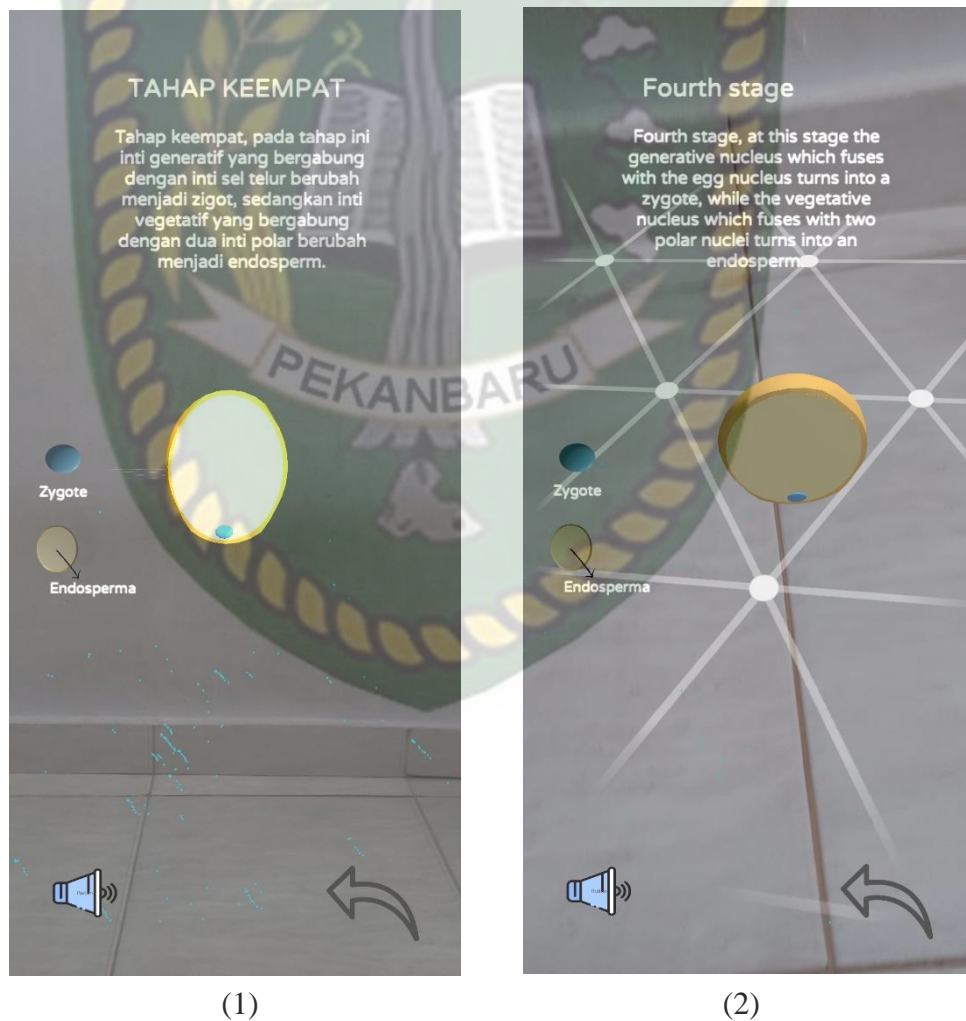
Gambar 4. 73 Halaman Objek AR Tahap 3

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 73 objek AR tahap 3 dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga tidak sempurna.

4.3.4 *Button* Tahap 4

Gambar 4. 74 *Button* Tahap 4

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 74 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari tahap 4.



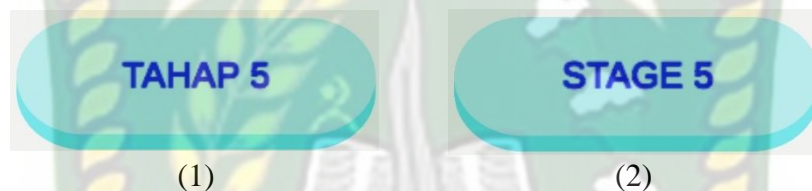
(1)

(2)

Gambar 4. 75 Halaman Objek AR Tahap 4

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 75 objek AR tahap 4 dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga tidak sempurna.

4.3.5 *Button* Tahap 5



Gambar 4. 76 *Button* Tahap 5

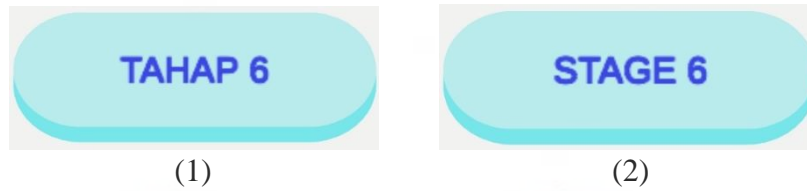
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 76 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari tahap 5.



Gambar 4. 77 Halaman Objek AR Tahap 5

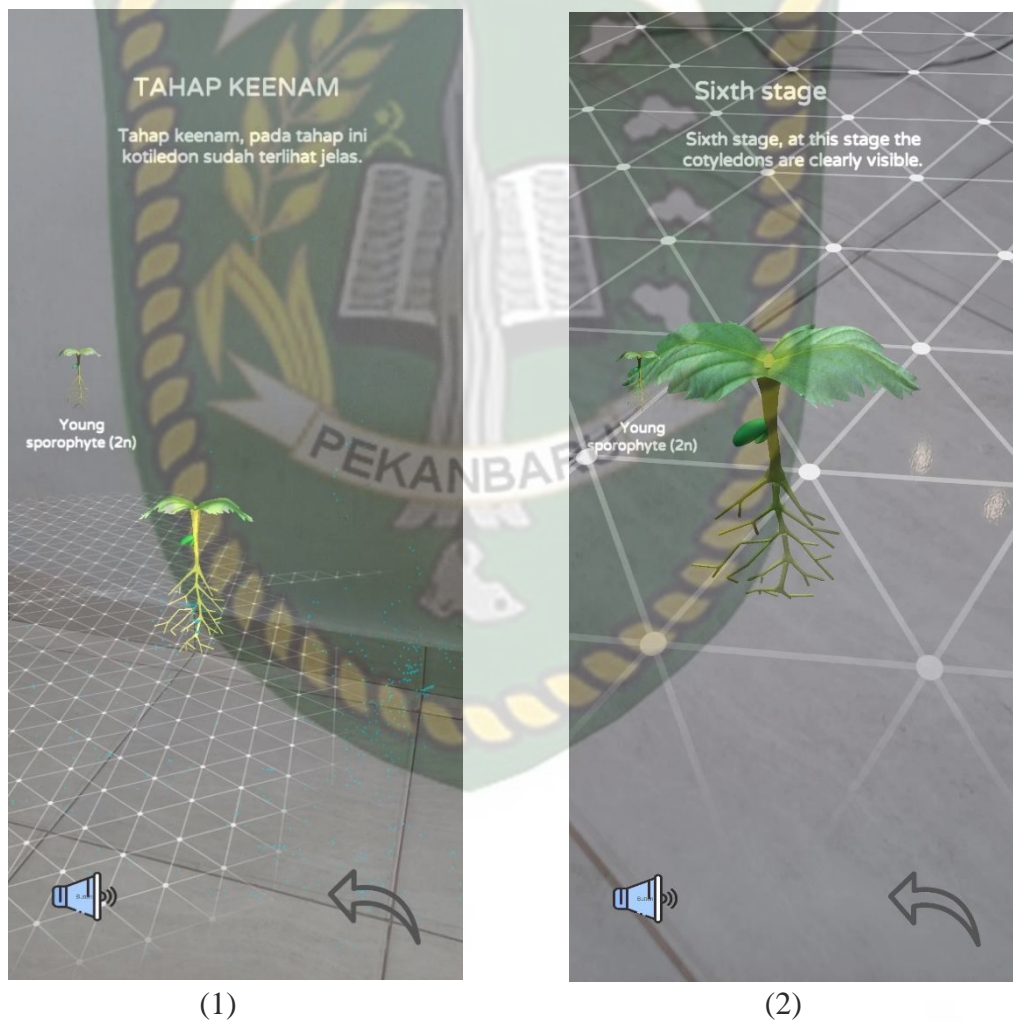
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 77 objek AR tahap 5 dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga tidak sempurna.

4.3.6 *Button* Tahap 6



Gambar 4. 78 *Button* Tahap 6

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 78 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari tahap 6.



Gambar 4. 79 Halaman Objek AR Tahap 6

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 79 objek AR tahap 6 dapat di *scale*, di *drag*, dan di *rotation*. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman proses penyerbukan dan pembuahan pada bunga tidak sempurna.

4.3.7 *Button* Kembali



Gambar 4. 80 *Button* Kembali

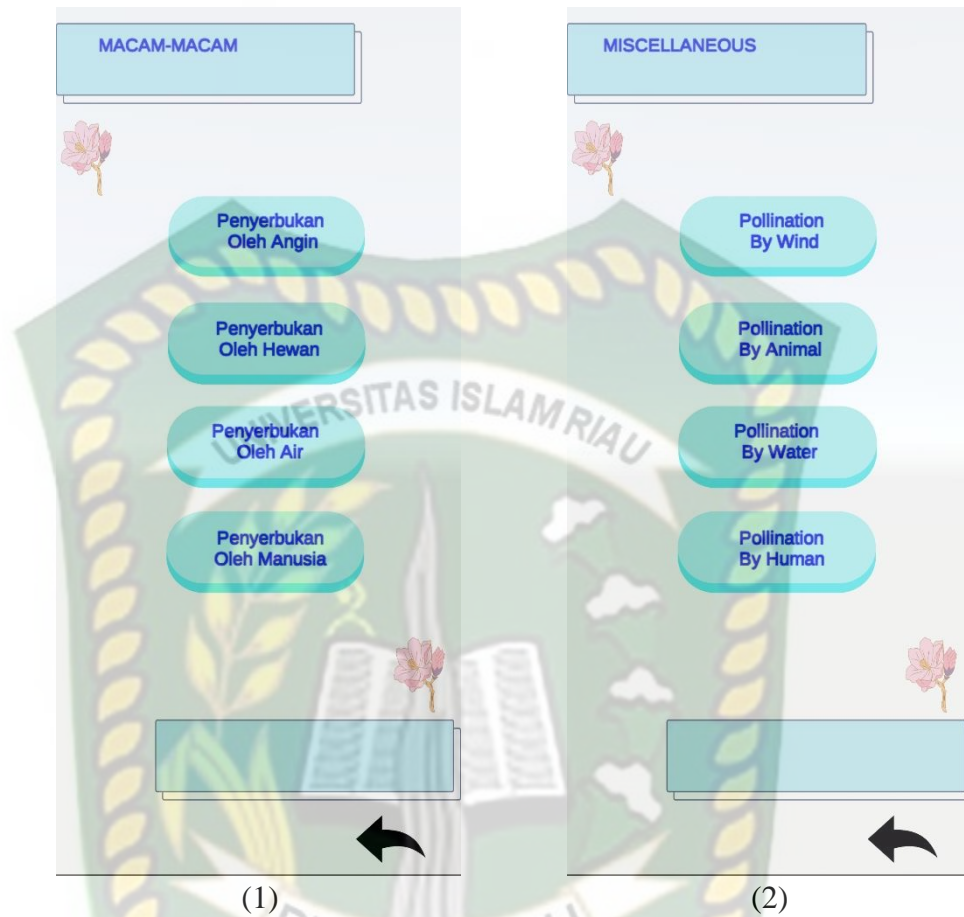
Button pada gambar 4. 80 digunakan untuk Kembali kehalaman sebelumnya pada aplikasi.

5. *Button* Macam-macam Perantara Penyerbukan



Gambar 4. 81 *Button* Macam-macam Perantara Penyerbukan

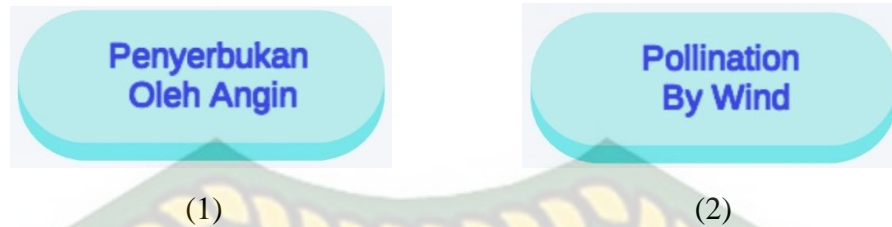
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 81 digunakan untuk menampilkan halaman macam-macam perantara penyerbukan yang terjadi pada bunga.



Gambar 4. 82 Tampilan Halaman Macam-macam Perantara Penyerbukan Yang Terjadi Pada Bunga

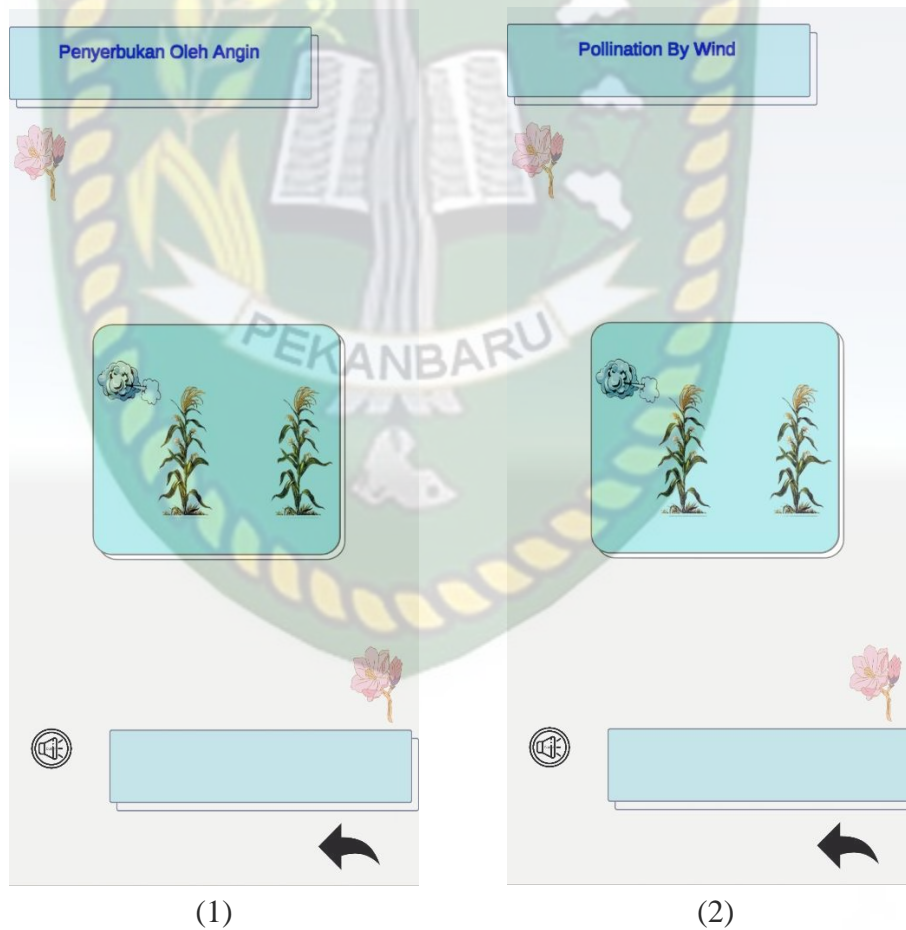
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 82 berisi 5 *button* yaitu *button* Penyerbukan Oleh Angin, *button* Penyerbukan Oleh Hewan, *button* Penyerbukan Oleh Air, *button* Penyerbukan Oleh Manusia dan yang terakhir *button* Kembali.

a. *Button* Penyerbukan Oleh Angin



Gambar 4. 83 *Button* Penyerbukan Oleh Angin

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 83 digunakan untuk menampilkan halaman gambar dari penyerbukan oleh angin yang terjadi pada bunga.



Gambar 4. 84 Halaman Gambar Penyerbukan Oleh Angin Yang Terjadi Pada Bunga

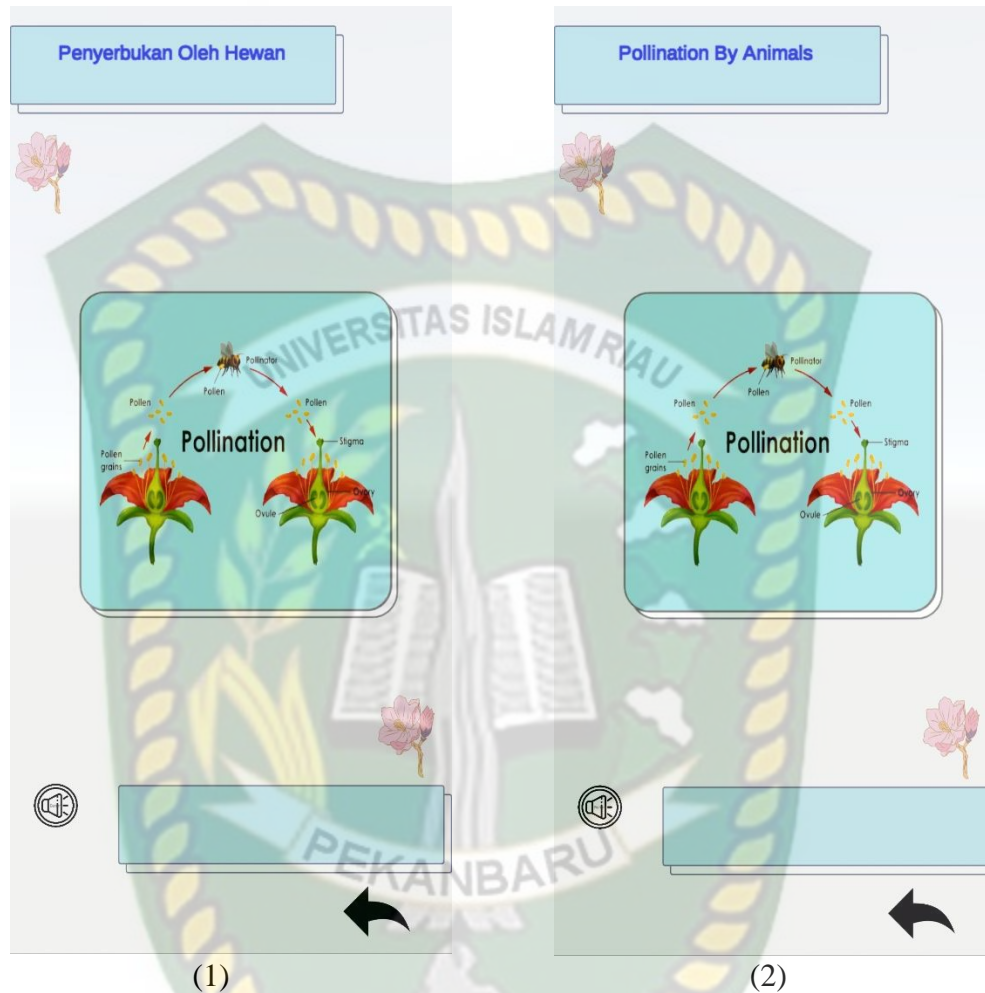
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 84 gambar penyerbukan oleh angin. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman macam-macam perantara penyerbukan.

5.2 *Button* Penyerbukan Oleh Hewan



Gambar 4. 85 *Button* Penyerbukan Oleh Hewan

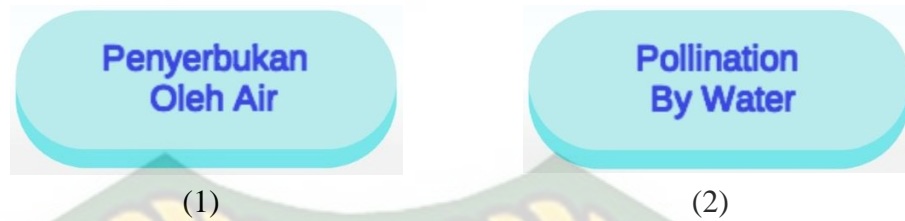
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 85 digunakan untuk menampilkan halaman gambar penyerbukan oleh hewan yang terjadi pada bunga.



Gambar 4. 86 Halaman Gambar Penyerbukan Oleh Hewan Yang Terjadi Pada Bunga

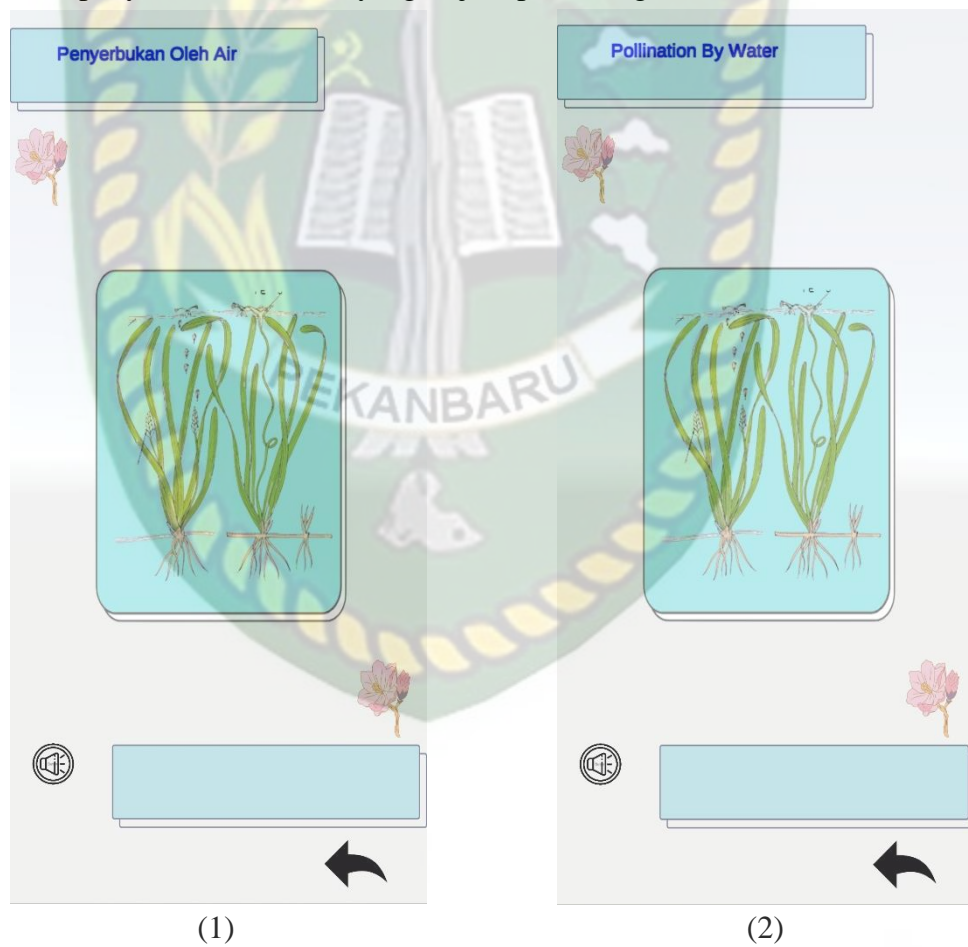
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 86 gambar penyerbukan oleh hewan. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman macam-macam perantara penyerbukan.

5.3 *Button* Penyerbukan Oleh Air



Gambar 4. 87 *Button* Penyerbukan Oleh Air

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 87 digunakan untuk menampilkan halaman gambar dari penyerbukan oleh air yang terjadi pada bunga.



Gambar 4. 88 Halaman Gambar Penyerbukan Oleh Air Yang Terjadi Pada Bunga

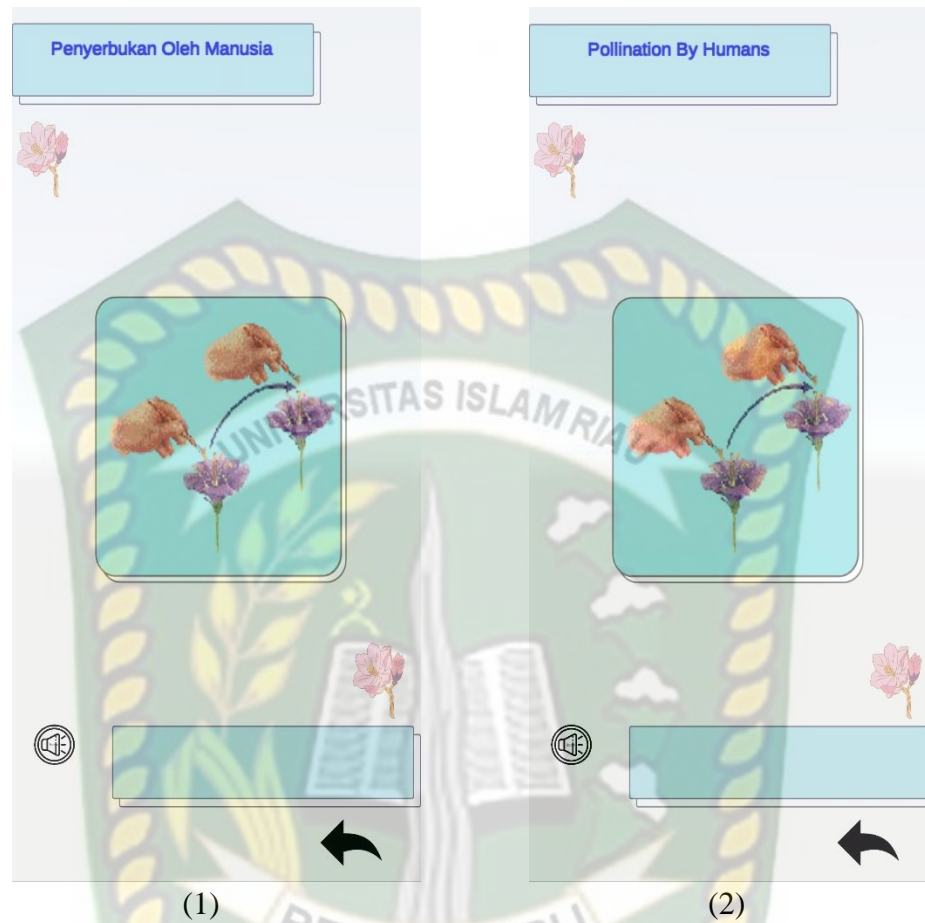
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 88 gambar penyerbukan oleh air. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman macam-macam perantara penyerbukan.

5.4 *Button* Penyerbukan Oleh Manusia



Gambar 4. 89 *Button* Penyerbukan Oleh Manusia

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 89 digunakan untuk menampilkan halaman gambar dari penyerbukan oleh manusia yang terjadi pada bunga.



Gambar 4. 90 Halaman Gambar Penyerbukan Oleh Manusia Yang Terjadi Pada Bunga

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 90 gambar penyerbukan oleh manusia. Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman macam-macam perantara penyerbukan.

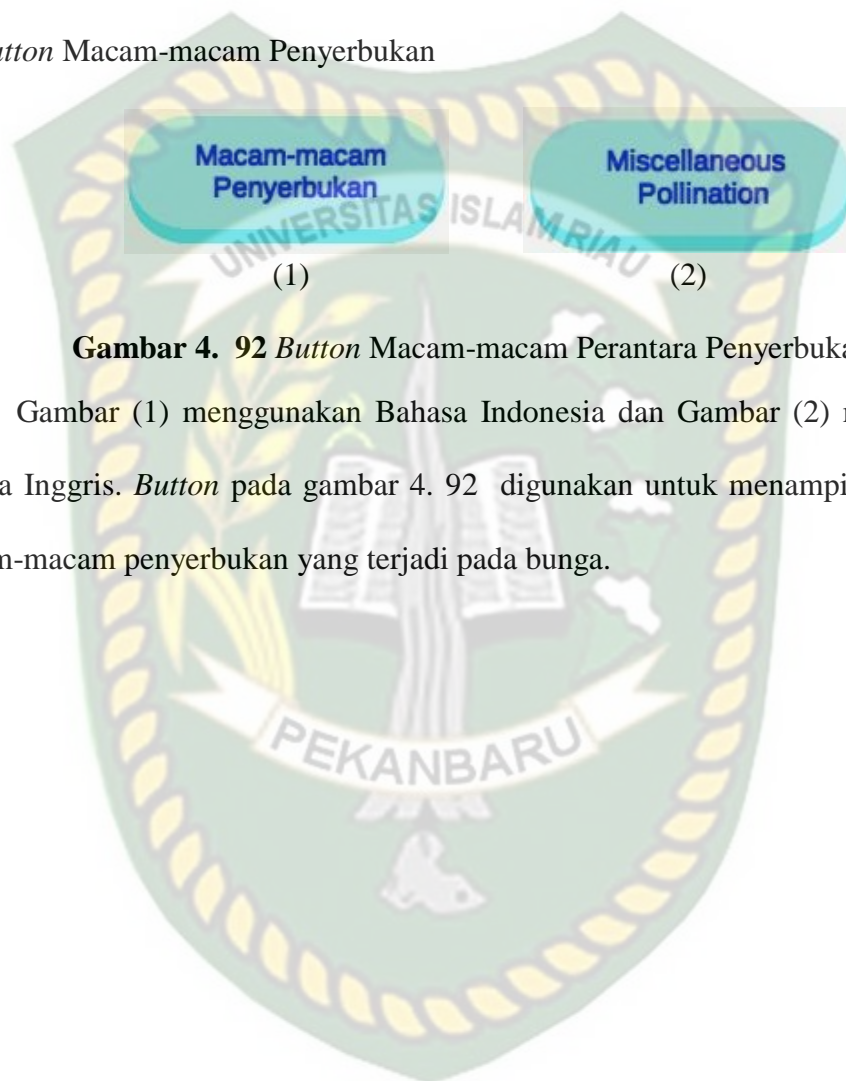
5.5 *Button* Kembali



Gambar 4. 91 *Button* Kembali

Button pada gambar 4. 91 digunakan untuk Kembali kehalaman sebelumnya pada aplikasi.

6. *Button* Macam-macam Penyerbukan



Gambar 4. 92 *Button* Macam-macam Perantara Penyerbukan

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 92 digunakan untuk menampilkan halaman macam-macam penyerbukan yang terjadi pada bunga.



Gambar 4. 93 Tampilan Halaman Macam-macam Penyerbukan Yang Terjadi Pada Bunga

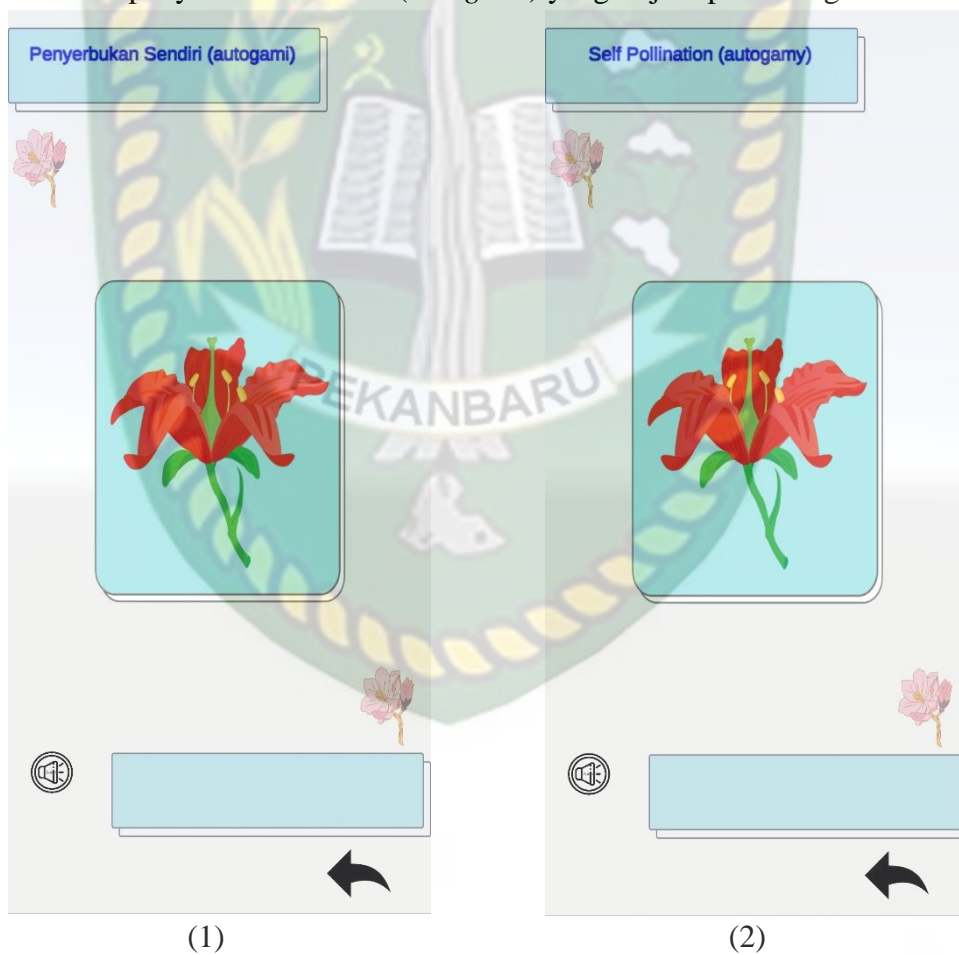
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 93 berisi 4 *button* yaitu *button* Penyerbukan Sendiri (*autogami*), *button* Penyerbukan Tetangga (*geitonogami*), *button* Penyerbukan Silang (*alogami*) dan yang terakhir *button* Kembali.

6.1 *Button* Penyerbukan Sendiri (*autogami*)



Gambar 4. 94 *Button* Penyerbukan Sendiri (*autogami*)

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 94 digunakan untuk menampilkan halaman objek AR dari penyerbukan sendiri (*autogami*) yang terjadi pada bunga.



Gambar 4. 95 Halaman Gambar Penyerbukan Sendiri (autogami) Yang Terjadi Pada Bunga

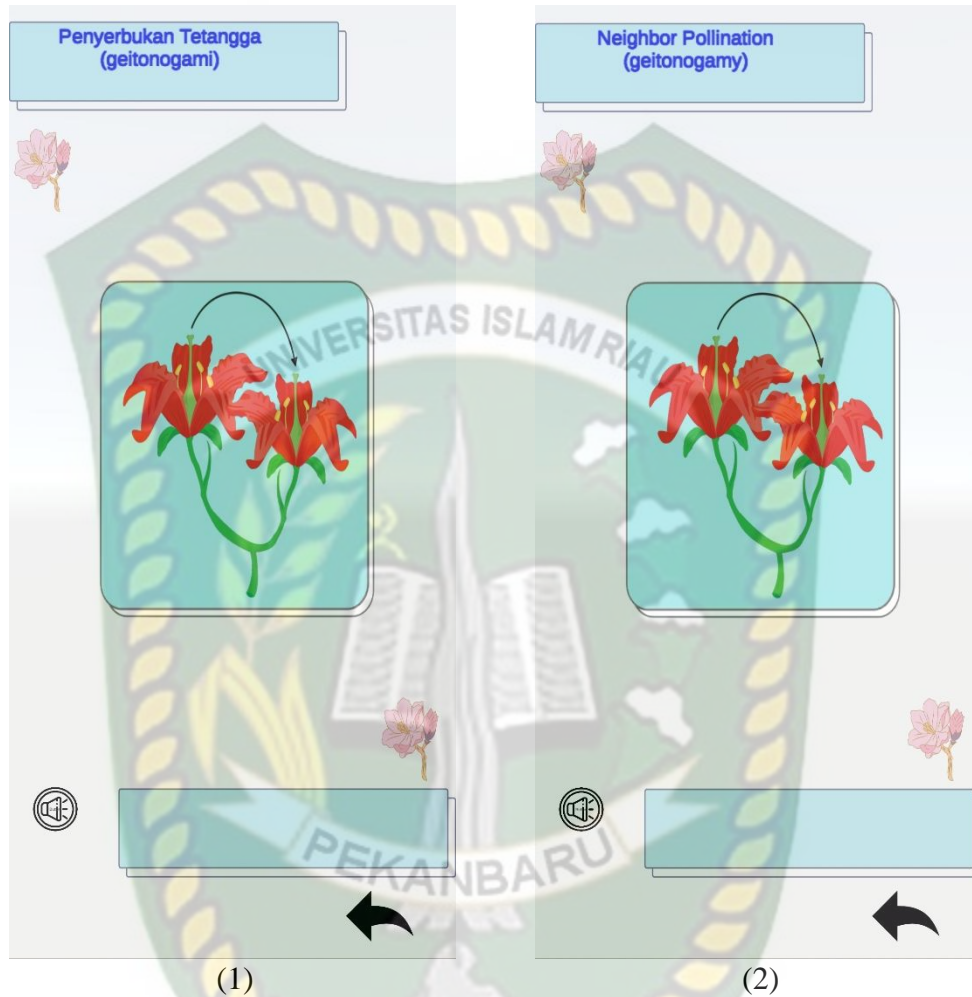
Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 95 gambar penyerbukan sendiri (*autogami*). Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman macam-macam penyerbukan.

6.2 *Button* Penyerbukan Tetangga (*geitonogami*)



Gambar 4. 96 *Button* Penyerbukan Tetangga (*geitonogami*)

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 96 digunakan untuk menampilkan halaman gambar dari penyerbukan tetangga (*geitonogami*) yang terjadi pada bunga.



Gambar 4. 97 Halaman Gambar Penyerbukan Tetangga (geitonogami) Yang Terjadi
 Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 97 gambar penyerbukan tetangga (geitonogami). Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman macam-macam penyerbukan.

6.3 *Button* Penyerbukan Silang (*alogami*)



Gambar 4. 98 *Button* Penyerbukan Silang (*alogami*)

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. *Button* pada gambar 4. 98 digunakan untuk menampilkan halaman gambar dari penyerbukan silang (*alogami*) yang terjadi pada bunga.



(1)

(2)

Gambar 4. 99 Halaman Gambar Penyerbukan Silang (alogami) Yang Terjadi Pada Bunga

Gambar (1) menggunakan Bahasa Indonesia dan Gambar (2) menggunakan Bahasa Inggris. Halaman pada gambar 4. 99 gambar penyerbukan silang (*alogami*). Pada halaman ini terdapat 2 *button* yaitu *button* suara keterangan, *button* Kembali untuk Kembali kehalaman macam-macam penyerbukan.

6.4 *Button* Kembali



Gambar 4. 100 *Button* Kembali

Button pada gambar 4. 100 digunakan untuk Kembali kehalaman sebelumnya pada aplikasi.

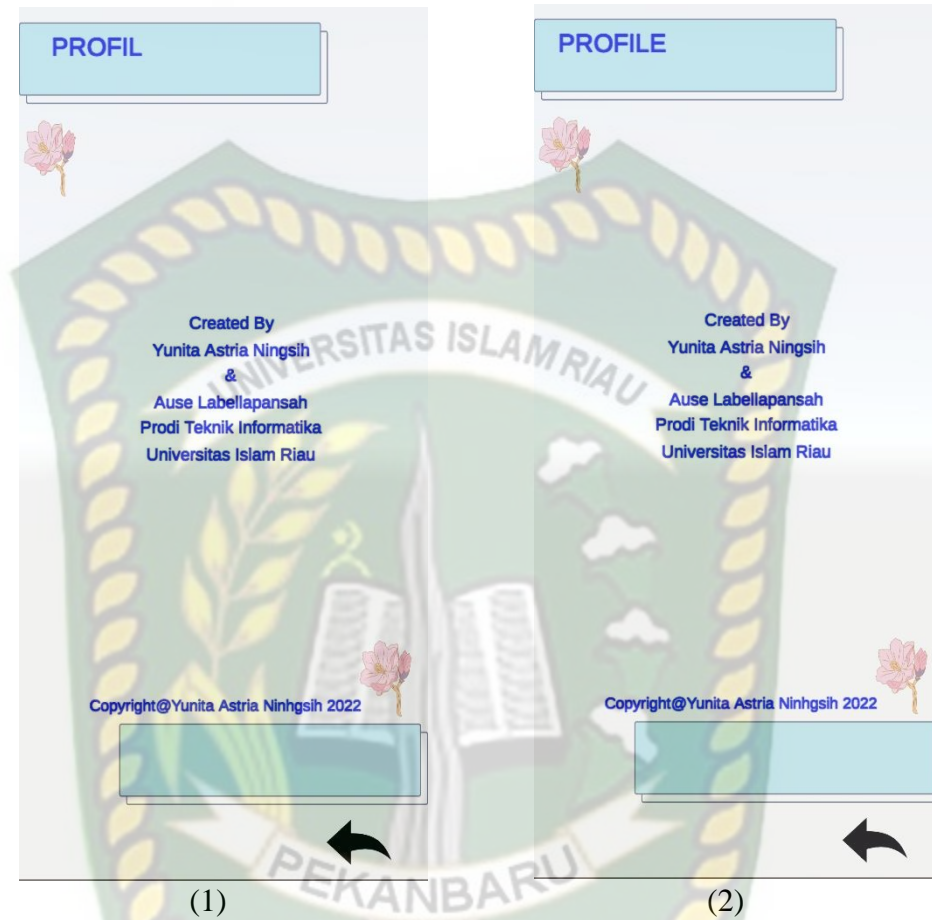
7. *Button* Kembali



Gambar 4. 101 *Button* Kembali

Button pada gambar 4. 101 digunakan untuk Kembali kehalaman sebelumnya pada aplikasi.

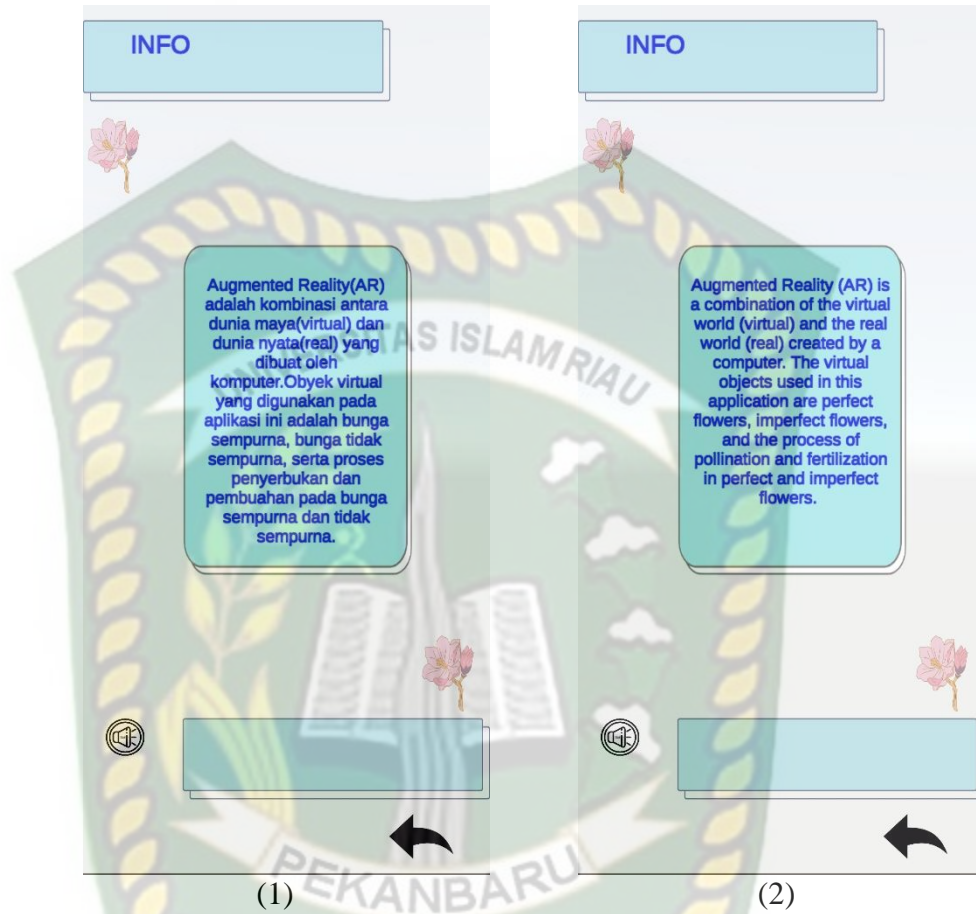
4.1.4 Tampilan Halaman Profil



Gambar 4. 102 Tampilan Halaman Profil

Gambar 4. 102 merupakan tampilan halaman profil pada aplikasi setelah klik *button* Profil yang berisi keterangan dosen pembimbing dan mahasiswa. Pada halaman ini terdapat 1 *button* yaitu *button* kembali untuk Kembali kehalaman menu utama aplikasi.

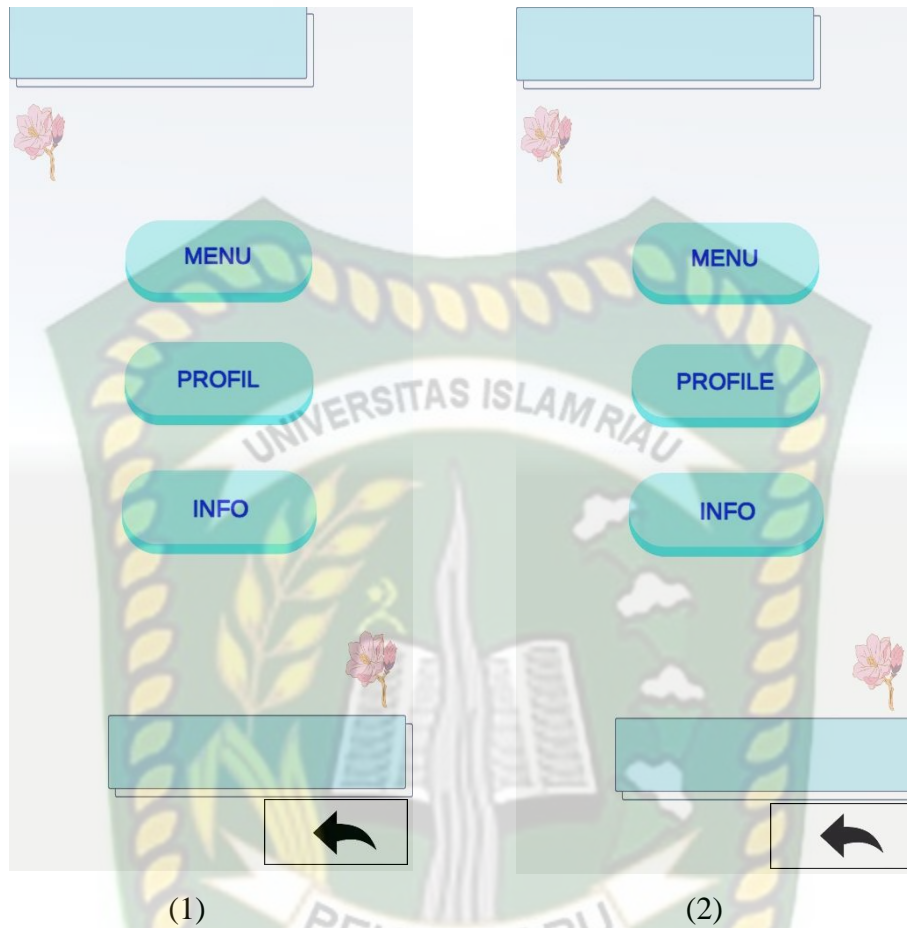
4.1.5 Tampilan Halaman Info



Gambar 4. 103 Tampilan Halaman Info

Gambar 4. 103 merupakan tampilan halaman info pada aplikasi setelah klik *button* Info yang berisi tentang aplikasi. Pada halaman ini terdapat 1 *button* yaitu *button* kembali untuk Kembali kehalaman menu utama aplikasi.

4.1.6 Tampilan Halaman Keluar



Gambar 4. 104 Tampilan Halaman Keluar

Gambar 4. 104 menampilkan halaman button keluar dari halaman menu utama aplikasi, apabila *button* di klik maka proses berjalannya aplikasi akan berhenti dan keluar dari aplikasi yang sedang berjalan.

4.2. Pembahasan

Pada sub bab ini akan membahas hasil pengujian dari aplikasi yang telah dikembangkan, dengan tujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari aplikasi ini. Beberapa pengujian yang telah dilakukan meliputi pengujian *button*, intensitas cahaya, sudut pandang, jarak, lokasi, pendeteksian *markerless*, *Black box* dan

end user.

4.2.1 Skenario Pengujian *Black box*

Pengujian *black box* pada aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi tumbuhan dilakukan untuk menguji setiap fungsi *button* yang ada pada aplikasi, untuk mengetahui apakah *button* pada aplikasi sesuai dengan hasil output yang diharapkan. Pengujian *black box* pada aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi tumbuhan menggunakan teknologi *augmented reality* berbasis android dapat dilihat sebagai berikut:

1. Pengujian *Black box* Pada Scane Halaman Utama Aplikasi

Pada halaman utama terdapat 3 *button* yang akan menampilkan setiap halaman menu dari *button* yang dipilih. Berikut hasil pengujian *button* dan menu yang dapat dilihat pada tabel 4. 1.

Tabel 4. 1 Skenario Pengujian *Black Box* pada Halaman Utama Aplikasi

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Mulai/Start	Klik <i>Button</i> Mulai/ Start	Masuk keaplikasi media pembelajaran penyerbukan	Menampilkan halaman- halaman menu pada aplikasi	Berhasil

		dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi tumbuhan		
<i>Button</i> Indonesia	Klik <i>Button</i> Indonesia	Menerjemahkan aplikasi kebahasa Indonesia	Menampilkan aplikasi dalam bahasa Indonesia	Berhasil
<i>Button</i> Inggris	Klik <i>Button</i> Inggris	Menerjemahkan aplikasi kebahasa Inggris	Menampilkan aplikasi dalam bahasa Inggris	Berhasil

2. Pengujian *Black Box* Pada *Scane* Halaman Menu Utama

Pada menu utama aplikasi terdapat *button* yang akan menampilkan setiap halaman dari *button* yang dipilih. Halaman menu merupakan *scane* dari aplikasi yang akan menampilkan *scane* sesuai pilihan *button* yang telah ditekan. Berikut hasil pengujian *button* dan menu yang dapat dilihat pada tabel 4. 2.

Tabel 4. 2 Skenario Pengujian *Black Box* pada Halaman Menu Aplikasi

Skenario Uji	Tindakan	Fungsi Sistem	Hasil yang	Hasil
--------------	----------	---------------	------------	-------

	Pengujian		Diharapkan	Pengujian
<i>Button Menu/ Menu</i>	Klik <i>Button Menu/ Menu</i>	Masuk kemenu/ <i>menu</i>	Menampilkan halaman menu/ <i>menu</i>	Berhasil
<i>Button Profil/ Profile</i>	Klik <i>Button Profil/ Profile</i>	Masuk kemenu profil/ <i>profile</i>	Menampilkan halaman profil/ <i>profile</i>	Berhasil
<i>Button Info/ Info</i>	Klik <i>Button Info/ Info</i>	Masuk kemenu info/ <i>info</i>	Menampilkan halaman info/ <i>info</i>	Berhasil
<i>Button Keluar/ Exit</i>	Klik <i>Button Keluar/ Exit</i>	Keluar dari halaman menu utama aplikasi	Keluar dari aplikasi yang dijalankan	Berhasil

3. Pengujian *Black Box* Pada *Scane* Halaman Menu

Pada halaman menu terdapat *button* yang akan menampilkan setiap halaman menu dari *button* yang di pilih. Halaman menu merupakan *scane* dari aplikasi yang akan menampilkan *scane* sesuai pilihan *button* yang telah di klik. Berikut hasil pengujian *button* dan menu yang dapat dilihat pada tabel 4. 3.

Tabel 4. 3 Skenario Pengujian *Black Box* pada Halaman Menu

Skenario Uji	Tindakan	Fungsi Sistem	Hasil yang	Hasil
--------------	----------	---------------	------------	-------

	Pengujian		Diharapkan	Pengujian
<i>Button</i> Reproduksi Generatif/ <i>Reproduction</i> <i>Generative</i>	Klik <i>Button</i> Reproduksi Generatif/ <i>Reproduction</i> <i>Generative</i>	Masuk kemenu Reproduksi Generatif/ <i>Reproduction</i> <i>Generative</i>	Menampilkan halaman menu Reproduksi Generatif/ <i>Reproduction</i> <i>Generative</i>	Berhasil
<i>Button</i> Penyerbukan dan Pembuahan/ <i>Pollination</i> and <i>Fertilization</i>	Klik <i>Button</i> Penyerbukan dan Pembuahan/ <i>Pollination</i> and <i>Fertilization</i>	Masuk kemenu Penyerbukan dan Pembuahan/ <i>Pollination</i> and <i>Fertilization</i>	Menampilkan halaman menu Penyerbukan dan Pembuahan/ <i>Pollination</i> and <i>Fertilization</i>	Berhasil
<i>Button</i> Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna/ <i>Perfect Flower</i> and Not	Klik <i>Button</i> Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna/ <i>Perfect Flower</i>	Masuk kemenu Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna/ <i>Perfect Flower</i>	Menampilkan halaman menu Bunga Sempurna dan Tidak Sempurna/	Berhasil

<i>Perfect</i>	<i>and Not Perfect</i>	<i>and Not Perfect</i>	<i>Perfect Flower and Not Perfect</i>	
<i>Button Proses Penyerbukan dan Pembuahan/ Pollination Process and Fertilization</i>	<i>Klik Button Proses Penyerbukan dan Pembuahan/ Pollination Process and Fertilization</i>	<i>Masuk kemenu Proses Penyerbukan dan Pembuahan/ Pollination Process and Fertilization</i>	<i>Menampilkan halaman menu Proses Penyerbukan dan Pembuahan/ Pollination Process and Fertilization</i>	<i>Berhasil</i>
<i>Button Macam- macam Perantara Penyerbukan/ Miscellaneous middleman Pollination</i>	<i>Klik Button Macam- macam Perantara Penyerbukan/ Miscellaneous middleman Pollination</i>	<i>Masuk kemenu Macam- macam Perantara Penyerbukan/ Miscellaneous middleman Pollination</i>	<i>Menampilkan halaman menu Macam- macam Perantara Penyerbukan/ Miscellaneous middleman Pollination</i>	<i>Berhasil</i>

<i>Button</i>	Klik <i>Button</i>	Masuk kemenu	Menampilkan	Berhasil
Macam- macam	Macam- macam	Macam- macam	halaman menu	
Penyerbukan/ <i>Miscellaneous</i> <i>Pollination</i>	Penyerbukan/ <i>Miscellaneous</i> <i>Pollination</i>	Penyerbukan/ <i>Miscellaneous</i> <i>Pollination</i>	Macam- macam Penyerbukan/ <i>Miscellaneous</i> <i>Pollination</i>	

4. Pengujian *Black Box* Pada Scane Halaman Profil/*Profile*

Menu ini akan tampil setelah *user* menekan *button* Profil/ *Profile* yang terdapat pada halaman menu utama aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi tumbuhan. Berikut hasil pengujian *button* dan fitur yang ada pada menu dapat dilihat pada tabel 4. 4.

Tabel 4. 4 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Profil/ Profile

Skenario Uji	Tidakn Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Klik <i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Untuk kembali kehalaman Menu Utama/ <i>Main Menu</i> dan keluar dari	Kembali ke halaman Menu Utama/ <i>Main</i> <i>Menu</i>	Berhasil

		halaman Profil/ <i>Profile</i> aplikasi		
--	--	---	--	--

5. Pengujian *Black Box* Pada Scane Halaman Info/*Info*

Menu ini akan tampil setelah *user* menekan *button* Info/ *Info* yang terdapat pada halaman menu utama aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi tumbuhan. Berikut hasil pengujian *button* dan fitur yang ada pada menu dapat dilihat pada tabel 4. 5.

Tabel 4. 5 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Info/ Info

Skenario Uji	Tidak Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Klik <i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Untuk kembali kehalaman Menu Utama/ <i>Main Menu</i> dan keluar dari halaman Info/ <i>Info</i> aplikasi	Kembali ke halaman Menu Utama/ <i>Main</i> <i>Menu</i>	Berhasil

6. Skenario Pengujian *Black Box* Pada Scane Halaman Reproduksi Generatif/ *Reproduction Generative*

Menu ini akan tampil setelah user menekan button reproduksi generatif yang terdapat pada halaman menu aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi generatif. Berikut hasil pengujian button yang ada pada menu dapat dilihat pada tabel 4. 6.

Tabel 4. 6 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Scane Halaman Reproduksi Generatif/ *Reproduction Generative*

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button Kembali/ Back</i>	Klik <i>Button Kembali/ Back</i>	Untuk kembali kehalaman Menu/ <i>Menu</i> dan keluar dari halaman Reproduksi Generatif/ <i>Reproduction Generative</i> aplikasi	Kembali ke halaman Menu / <i>Menu</i>	Berhasil

7. Skenario Pengujian *Black Box* Pada Scane Halaman Penyerbukan dan Pembuahan/ *Pollination and Fertilization*

Menu ini akan tampil setelah *user* menekan *button* penyerbukan dan pembuahan yang

terdapat pada halaman menu aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi generatif. Berikut hasil pengujian *button* yang ada pada menu dapat dilihat pada tabel 4. 7.

Tabel 4. 7 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Penyerbukan dan Pembuahan

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Pengertian/ <i>Definition</i>	Klik <i>Button</i> Pengertian/ <i>Definition</i>	Masuk kemenu Pengertian/ <i>Definition</i>	Menampilkan halaman menu Pengertian/ <i>Definition</i>	Berhasil
<i>Button</i> Macam- macam Perantara Penyerbukan/ <i>Miscellaneous</i> <i>Middleman</i> <i>Pollination</i>	Klik <i>Button</i> Macam- macam Perantara Penyerbukan/ <i>Miscellaneous</i> <i>Middleman</i> <i>Pollination</i>	Masuk kemenu Macam- macam Perantara Penyerbukan/ <i>Miscellaneous</i> <i>Middleman</i> <i>Pollination</i>	Menampilkan halaman menu Macam- macam Perantara Penyerbukan/ <i>Miscellaneous</i> <i>Middleman</i> <i>Pollination</i>	Berhasil
<i>Button</i> Macam-	Klik <i>Button</i> Macam-	Masuk kemenu Macam-	Menampilkan halaman menu	Berhasil

<p>macam</p> <p>Penyerbukan/ <i>Miscellaneous</i> <i>Pollination</i></p>	<p>macam</p> <p>Penyerbukan/ <i>Miscellaneous</i> <i>Pollination</i></p>	<p>macam</p> <p>Penyerbukan/ <i>Miscellaneous</i> <i>Pollination</i></p>	<p>Macam- macam</p> <p>Penyerbukan/ <i>Miscellaneous</i> <i>Pollination</i></p>	
<p><i>Button</i></p> <p>Manfaat dan Tujuan/ <i>Benefits and</i> <i>Purpose</i></p>	<p>Klik <i>Button</i></p> <p>Manfaat dan Tujuan/ <i>Benefits and</i> <i>Purpose</i></p>	<p>Masuk kemenu</p> <p>Manfaat dan Tujuan/ <i>Benefits and</i> <i>Purpose</i></p>	<p>Menampilkan halaman menu</p> <p>Manfaat dan Tujuan/ <i>Benefits and</i> <i>Purpose</i></p>	<p>Berhasil</p>
<p><i>Button</i></p> <p>Kembali/ <i>Back</i></p>	<p>Klik <i>Button</i></p> <p>Kembali/ <i>Back</i></p>	<p>Untuk kembali kehalaman</p> <p>Menu/ <i>Menu</i> dan keluar dari halaman</p> <p>Penyerbukan dan Pembuahan/</p>	<p>Kembali kehalaman menu / <i>Menu</i></p>	<p>Berhasil</p>

8. Skenario Pengujian *Black Box* Pada *Scane* Halaman Pengertian/ *Definition*

Menu ini akan tampil setelah *user* menekan *button* pengertian yang terdapat pada halaman penyerbukan dan pembuahan aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi generatif. Berikut hasil pengujian *button* yang ada pada menu dapat dilihat pada tabel 4. 8.

Tabel 4. 8 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Pengertian/ *Definition*

Skenario Uji	Tidakn Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Klik <i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Untuk kembali kehalaman Penyerbukan dan Pembuahan/ <i>Pollination and Fertilization</i> dan keluar dari halaman Pengertian/ <i>Definition</i> aplikasi	Kembali ke halaman Penyerbukan dan Pembuahan / <i>Pollination and Fertilization</i>	Berhasil

9. Skenario Pengujian *Black Box* Pada *Scane* Halaman Macam-macam Perantara Penyerbukan/ *Miscellaneous Middleman Pollination*

Menu ini akan tampil setelah *user* menekan *button* macam-macam perantara penyerbukan yang terdapat pada halaman penyerbukan dan pembuahan aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi generatif. Berikut hasil pengujian *button* yang ada pada menu dapat dilihat pada tabel 4. 9.

Tabel 4. 9 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Macam-macam Perantara Penyerbukan/ *Miscellaneous Middleman Pollination*

Skenario Uji	Tidakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Klik <i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Untuk kembali kehalaman Penyerbukan dan Pembuahan/ <i>Pollination and Fertilization</i> dan keluar dari halaman Macam-macam Perantara Penyerbukan/ <i>Miscellaneous Middleman Pollination</i>	Kembali ke halaman Penyerbukan dan Pembuahan / <i>Pollination and Fertilization</i>	Berhasil

		aplikasi		
--	--	----------	--	--

10. Skenario Pengujian *Black Box* Pada *Scane* Halaman Macam-macam Penyerbukan/
Miscellaneous Pollination

Menu ini akan tampil setelah *user* menekan *button* macam-macam penyerbukan yang terdapat pada halaman penyerbukan dan pembuahan aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi generatif. Berikut hasil pengujian *button* yang ada pada menu dapat dilihat pada tabel 4. 10.

Tabel 4. 10 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Macam-macam Penyerbukan/*Miscellaneous Pollination*

Skenario Uji	Tidakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Klik <i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Untuk kembali kehalaman Penyerbukan dan Pembuahan/ <i>Pollination and Fertilization</i> dan keluar dari halaman Macam-macam Penyerbukan/ <i>Miscellaneous Pollination</i>	Kembali ke halaman Penyerbukan dan Pembuahan / <i>Pollination and Fertilization</i>	Berhasil

		aplikasi		
--	--	----------	--	--

11. Skenario Pengujian *Black Box* Pada *Scane* Halaman Manfaat dan Tujuan / *Benefits and Purpose*

Menu ini akan tampil setelah *user* menekan *button* manfaat dan tujuan yang terdapat pada halaman penyerbukan dan pembuahan aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi generatif. Berikut hasil pengujian *button* yang ada pada menu dapat dilihat pada tabel 4. 11.

Tabel 4. 11 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Manfaat dan Tujuan / *Benefits and Purpose*

Skenario Uji	Tidakn Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Klik <i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Untuk kembali kehalaman Penyerbukan dan Pembuahan/ <i>Pollination and Fertilization</i> dan keluar dari halaman Manfaat dan Tujuan / <i>Benefits and Purpose</i>	Kembali ke halaman Penyerbukan dan Pembuahan / <i>Pollination and Fertilization</i>	Berhasil

		aplikasi		
--	--	----------	--	--

12. Skenario Pengujian *Black Box* Pada *Scane* Objek Animasi AR

Scane ini akan tampil setelah *user* menekan setiap *button* pada bunga sempurna dan tidak sempurna, proses penyerbukan dan pembuahan, macam-macam perantara penyerbukan dan macam-macam penyerbukan pada aplikasi. *Scane* ini berfungsi untuk menampilkan objek 3 dimensi *augmented reality*. Berikut hasil pengujian *button* dan fitur yang ada pada *scane* dapat dilihat pada tabel 4. 12.

Tabel 4. 12 Skenario Pengujian *Black Box* Pada *Scane* Objek Animasi AR

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Klik <i>Button</i> Kembali/ <i>Back</i>	Untuk kembali ke halaman bunga sempurna dan tidak sempurna, proses penyerbukan dan pembuahan, macam-macam perantara	Kembali ke halaman bunga sempurna dan tidak sempurna, proses penyerbukan dan pembuahan, macam-macam perantara	Berhasil

		perantara penyerbukan dan macam- macam macam penyerbukan pada aplikasi	penyerbukan dan macam- macam penyerbukan pada aplikasi	
<i>Button audio on/ off</i>	Klik <i>Button audio on/ off</i>	Untuk menghidupkan dan mematikan <i>audio text</i> keterangan pada halaman bunga sempurna dan tidak sempurna, proses penyerbukan dan pembuahan, macam-macam perantara	Menghidupkan dan mematikan <i>audio text</i> keterangan pada halaman bunga sempurna dan tidak sempurna, proses penyerbukan dan pembuahan, macam-macam perantara penyerbukan dan macam-	Berhasil

		penyerbukan dan macam-macam penyerbukan pada aplikasi	macam penyerbukan pada aplikasi	
Fitur <i>Zoom In/Out</i> Objek Animasi 3D	<i>Touch Zoom In/ Out</i>	Untuk memperbesar dan memperkecil ukuran objek animasi 3D yang ditampilkan pada aplikasi	Memperbesar dan memperkecil ukuran objek animasi 3D yang ditampilkan pada aplikasi	Berhasil
Fitur Rotasi/ <i>Rotate</i> Objek Animasi 3D	<i>Touch Rotate</i>	Untuk memberikan rotasi pada objek animasi yang ditampilkan	Memberikan rotasi pada objek animasi 3D yang ditampilkan	Berhasil

13. Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Menu Keluar/ *Exit*

Menu ini akan tampil setelah *user* menekan *button* keluar/ *exit* yang terdapat pada halaman menu utama/ *main menu* aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai alat reproduksi tumbuhan. Berikut hasil pengujian *button* yang ada pada menu dapat dilihat pada tabel 4. 13.

Tabel 4. 13 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Menu Keluar/ *Exit*

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Keluar/ <i>Exit</i>	Klik <i>Button</i> Keluar/ <i>Exit</i>	Untuk Keluar atau <i>Exit</i> dari aplikasi	Keluar atau <i>Exit</i> dari aplikasi	Berhasil

4.2.2 Pengujian Intesitas Cahaya

Pengujian intesitas cahaya dilakukan didalam dan diluar ruangan dengan intensitas cahaya yang berbeda-beda, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan Menggunakan *Augmented Reality* dapat dilakukan tracking dan menampilkan model animasi pada sumber cahaya yang berbeda-beda.

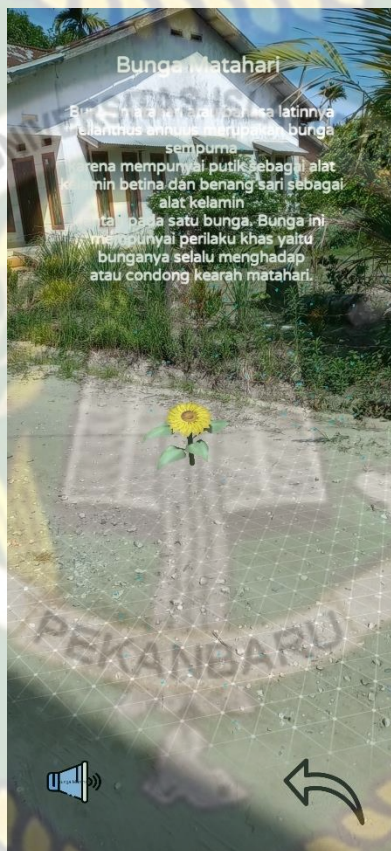
1. Pengujian Aplikasi Diluar Ruangan

Pada pengujian aplikasi diluar ruangan dilakukan saat siang hari dan saat malam hari dengan intensitas cahaya yang berbeda-beda.

a. Pengujian Siang Hari Di Luar Ruangan dengan Cahaya Matahari

Pengujian dilakukan dibawah cajaya matahari dengan intensitas cahaya terukur yaitu (350 lux) didapatkan hasil yang sangat baik dalam rentan waktu tunggu (1 detik).

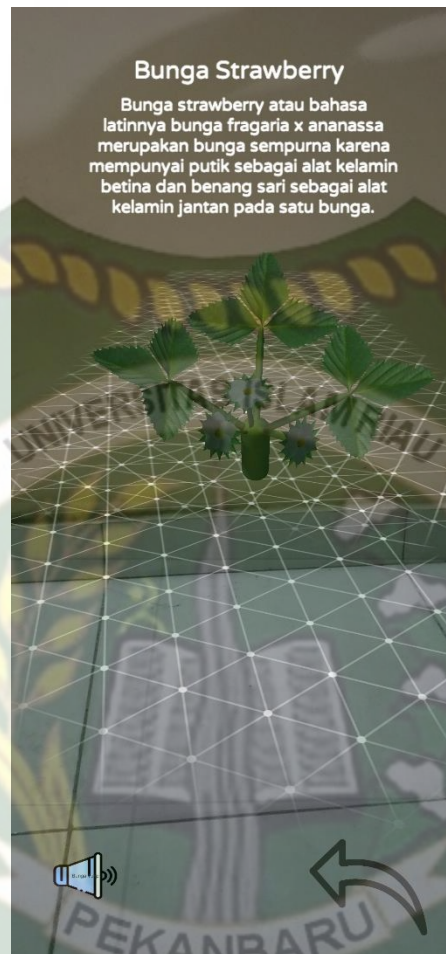
Gambar hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4. 105.



Gambar 4. 105 Pengujian Siang Hari Di Luar Ruangan dengan Cahaya Matahari

b. Pengujian Malam Hari Di Luar Ruangan Dengan Cahaya Lampu

Pengujian kedua dilakukan pada malam hari diluar ruangan dengan cahaya lampu sebagai sumber cahaya. Intensitas cahaya (30 lux). Hasil yang didapat baik, objek animasi 3 dimensi tampil dalam rentan waktu tunggu (1-5 detik). Hasil dapat diilihat pada gambar 4. 106.



Gambar 4. 106 Pengujian Malam Hari Di Luar Ruangan Dengan Cahaya Lampu

c. Pengujian Malam Hari Di Luar Ruangan Tanpa Cahaya Lampu

Pengujian ketiga dilakukan pada malam hari diluar ruangan tanpa cahaya lampu sebagai sumber cahaya. Intensitas cahaya (0 lux). Pada saat melakukan pengujian *tracking markerless* objek animasi 3D tidak muncul dikarenakan tidak ada cahaya yang diperoleh oleh aplikasi. Hasil dapat dilihat pada gambar 4. 107.



Gambar 4. 107 Pengujian Malam Hari Di Luar Ruang Tanpa Cahaya Lampu

2. Pengujian Aplikasi Didalam Ruang

Pengujian yang dilakukan didalam ruangan memanfaatkan cahaya lampu dan dilakukan beberapa kali dengan cara yang berbeda dengan intensitas cahaya yang berbeda.

a. Pengujian Dalam Ruang Dengan Intensitas Cahaya Lampu (215 lux)

Pengujian pertama dilakukan dengan cahaya lampu didalam ruangan tertutup dan hanya memanfaatkan cahaya lampu dengan intensitas cahaya 215 lux. Hasil yang

didapat sangat baik, objek animasi 3 dimensi tampil dalam rentan waktu tunggu (1 detik). Hasil dapat dilihat pada gambar 4. 108.



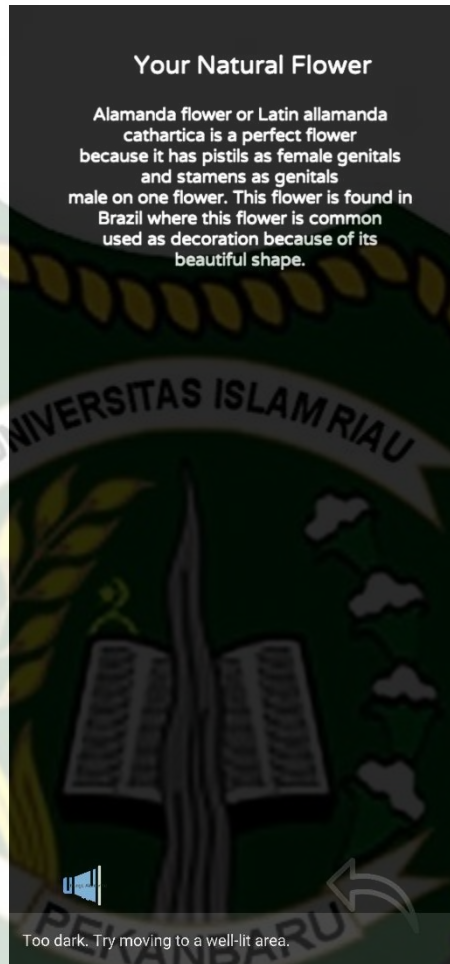
Gambar 4. 108 Pengujian Dalam Ruangn Dengan Intensitas Cahaya Lampu 215 lux

b. Pengujian Dalam Ruangn Dengan Intensitas Cahaya Lampu (50 lux)

Pengujian kedua dilakukan dengan cahaya lampu didalam ruangn tertutup dan hanya memanfaatkan cahaya lampu dengan intensitas cahaya 50 lux. Hasil yang didapat sangat baik, objek animasi 3 dimensi tampil dalam rentan waktu tunggu (1-5 detik). Hasil dapat dilihat pada gambar 4. 109.



- Gambar 4. 109** Pengujian Dalam Ruangn Dengan Intensitas Cahaya Lampu 50 lux
- c. Pengujian Dalam Ruangn Dengan Intensitas Cahaya Lampu 0 lux Pengujian ketiga dilakukan tanpa cahaya lampu didalam ruangan tertutup dan hanya memanfaatkan cahaya lampu dengan intensitas cahaya 0 lux. Hasil yang didapat tidak baik, objek animasi 3 dimensi tidak tampil karena tidak ada cahaya yang didapat untuk menampilkan objek. Hasil dapat dilihat pada gambar 4. 110.



Gambar 4. 110 Pengujian Dalam Ruangan Dengan Intensitas Cahaya Lampu 0 lux
Kesimpulan dari pengujian terhadap intensitas cahaya dapat dilihat pada tabel 4. 14.

Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Aplikasi Terhadap Intensitas Cahaya

Skenario	Kasus	Kondisi	Intensitas	Waktu	Hasil yang	Hasil
Pengujian Pencahayaann	Pengujian Luar Ruangan	Siang Hari	Cahaya 350 lux	Tunggu 1 detik	Didapat Model animasi tampil	Pengujian Berhasil

					karena aplikasi berhasil melakukan penandaan lokasi Model animasi tampil karena aplikasi berhasil melakukan penandaan lokasi Model animasi tampil	Berhasil
		Malam Hari	30 lux	1-5 detik	karena aplikasi berhasil melakukan penandaan lokasi Model animasi tidak tampil karena aplikasi	Tidak Berhasil
		Malam Hari	0 lux	-		

					tidak berhasil melakukan penandaan lokasi	
	Dalam Ruangan	Cahaya Lampu	215 lux	1 detik	Model animasi tampil karena aplikasi berhasil melakukan penandaan lokasi	Berhasil
		Cahaya Lampu Redup	50 lux	1-5 detik	Model animasi tampil karena aplikasi berhasil melakukan	Berhasil

					penandaan lokasi Model animasi tidak tampil karena aplikasi tidak berhasil melakukan penandaan lokasi	Tidak Berhasil
		Tanpa Cahaya Lampu	0 lux	-		

Berdasarkan hasil pengujian intensitas cahaya pada tabel 4. 14 maka dapat disimpulkan bahwa Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan tidak dapat melakukan penandaan lokasi atau *tracking markerless* jika intensitas cahaya bernilai 0 lux. Dengan kata lain metode *markerless* yang ada pada ARCore SDK memerlukan pencahayaan yang baik untuk melakukan tracking terhadap lokasi.

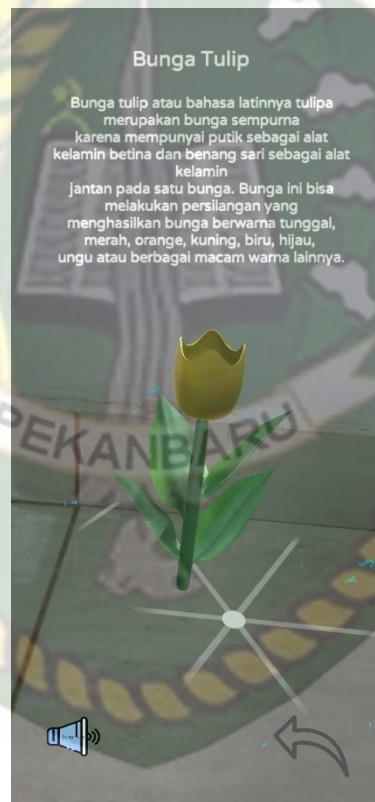
4.2.3 Pengujian Jarak

Pengujian jarak dan sudut pandang dilakukan untuk mengetahui jarak dan sudut

pandang dari metode *markerless* ARCore SDK apakah dapat menampilkan objek animasi 3 dimensi pada aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan.

1. Pengujian Jarak 10 cm

Pengujian pertama dilakukan pada jarak 10 cm. Pengujian yang dilakukan sangat baik objek animasi 3 dimensi berhasil ditampilkan. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4. 111.



Gambar 4. 111 Pengujian Jarak 10 cm

2. Pengujian Jarak 50 cm

Pengujian kedia dilakukan pada jarak 50 cm. Pengujian yang dilakukan sangat baik objek animasi 3 dimensi berhasil ditampilkan. Hasil pengujian dapat dilihat pada

gambar 4. 112.



Gambar 4. 112 Pengujian Jarak 50 cm

3. Pengujian Jarak 100 cm

Pengujian ketiga dilakukan pada jarak 100 cm. Pengujian yang dilakukan sangat baik, objek animasi 3 dimensi berhasil ditampilkan. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4. 113.



Gambar 4. 113 Pengujian Jarak 100 cm

4. Pengujian Jarak 150 cm

Pengujian keempat dilakukan pada jarak 150 cm. Pengujian yang dilakukan sangat baik, objek animasi 3 dimensi berhasil ditampilkan. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4. 114.



Gambar 4. 114 Pengujian Jarak 150 cm

5. Pengujian Jarak 200 cm

Pengujian keempat dilakukan pada jarak 200 cm. Pengujian yang dilakukan sangat baik, objek animasi 3 dimensi berhasil ditampilkan. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4. 115.



Gambar 4. 115 Pengujian Jarak 200 cm

Kesimpulan dari pengujian terhadap jarak dapat dilihat pada tabel 4. 15.

Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Pada Jarak

Skenario	Tindakan Jarak	Hasil yang	Hasil Pengujian
Pengujian	10 cm	Didapat	Berhasil
Jarak	50 cm	Model 3 dimensi Tampil Model 3 dimensi	Berhasil

	100 cm	Tampil Model 3 dimensi	Berhasil
	150 cm	Tampil Model 3 dimensi	Berhasil
	200 cm	Tampil Model 3 dimensi Tampil	Berhasil

Berdasarkan hasil data pengujian pada tabel 4. 15 dapat disimpulkan bahwa dengan letak *markerless* seberapa dekat dan jauhnya jarak yang akan ambil untuk menampilkan objek animasi 3 dimensi pada Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan tidak ada masalah, karena objek 3 dimensi tetap akan tampil dengan baik walaupun dengan jarak yang jauh. Dengan menggunakan *markerless* dari *library ARCore SDK*.

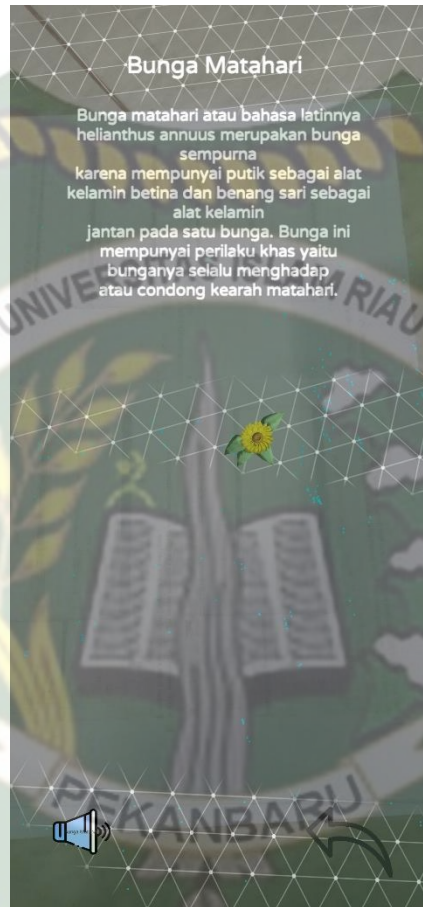
4.2.4 Pengujian Jenis Objek *Tracking*

Pengujian jenis objek *tracking* dilakukan untuk mengetahui objek atau tempat terbaik dalam melakukan penandaan lokasi oleh *library ARCore SDK* dengan teknik *markerless*. Berikut pengujian ini dilakukan dengan 4 jenis objek sebagai berikut :

1. Objek Kertas Putih Polos

Pengujian pertama dilakukan diatas kertas putih polos tanpa corak atau tekstur, dengan tujuan untuk mengetahui apakah metode *markerless* dapat menampilkan model

animasi 3 dimensi. Gambar hasil pengujian objek *tracking* dengan kertas putih polos dapat dilihat pada gambar 4. 116.



Gambar 4. 116 Objek Kertas Putih Polos

2. Objek Bertekstur

Pengujian kedua ini dilakukan menggunakan objek bertekstur, dengan tujuan untuk mengetahui apakah metode *markerless* dapat menampilkan model animasi 3 dimensi.

Gambar hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4. 117.



Gambar 4. 117 Objek Bertekstur

3. Objek Tidak Rata

Pengujian ketiga ini dilakukan menggunakan objek tidak rata, dengan tujuan untuk mengetahui apakah metode *markerless* dapat menampilkan model animasi 3 dimensi.

Gambar hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4. 118.



Gambar 4. 118 Objek Tidak Rata

Dari hasil pengujian terhadap jenis objek tidak rata dapat diketahui bahwa objek 3 dimensi dapat tampil dengan baik. Kesimpulan dari keseluruhan hasil pengujian jenis objek *tracking* dapat dilihat pada tabel 4. 16.

Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Pada Objek Tracking

Skenario Uji	Tindakan	Hasil yang	Hasil Pengujian
Uji Objek <i>Tracking</i>	Pengujian	Didapat	Berhasil
<i>Markerless</i>	Objek Kertas Putih	Model 3 dimensi	
	Polos	Tampil	Berhasil
	Objek Bertekstur	Model 3 dimensi	

	Objek Tidak Rata	Tampil Model 3 dimensi Tampil	Berhasil
--	------------------	-------------------------------------	----------

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap objek *tracking* dapat disimpulkan bahwa *library* ARCore SDK dengan metode *markerless* dapat digunakan pada semua bidang objek *tracking*. Maka dapat dikatakan bahwa Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan dapat digunakan diseluruh objek *tracking* seperti yang tertera pada tabel 4. 16 dengan syarat terdapat cahaya yang mencukupi pada objek *tracking* tersebut.

4.3 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan memberikan kuisisioner kepada 20 orang dengan tujuan untuk mengetahui tanggapan dari pengguna tentang Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan Menggunakan *Augmented Reality*. Hasil implementasi dengan memberikan kuisisioner kepada 20 orang dapat dilihat pada tabel 4. 17.

Tabel 4. 17 Hasil Implementasi Sistem

No	Pertanyaan	Jumlah Persentase Responden			
		Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
1	Ketetapan fungsi	5	5	0	0

	tombol dengan tujuan menu yang diinginkan				
2	Tampilan animasi model objek 3 dimensi	4	6	0	0
3	Kesesuaian keterangan penjelasan dengan model animasi 3 dimensi	3	7	0	0
4	Kesesuaian kecepatan animasi model 3 dimensi dengan alur penjelasan	4	6	0	0
5	Penyampaian informasi yang diberikan oleh aplikasi media pembelajaran penyerbukan dan pembuahan pada	7	3	0	0

	bunga sebagai reproduksi tumbuhan menggunakan <i>Augmented Reality</i>				
	Total	23	27	0	0

Secara keseluruhan hasil kuisioner dapat dihitung menggunakan rumus Skala Likert untuk mendapatkan hasil persentase dari setiap jawaban kuisioner, masing-masing persentase tersebut adalah sebagai berikut :

1. Bobot atau skor likert:
 - a. Sangat Baik : 4 Poin
 - b. Baik : 3 Poin
 - c. Kurang Baik : 2 Poin
 - d. Tidak Baik : 1 Poin
2. Total skor likert dapat dilihat dari perhitungan dibawah ini:
 - a. Sangat Baik : $23 \times 4 = 92$
 - b. Baik : $27 \times 3 = 81$
 - c. Kurang Baik : $0 \times 2 = 0$
 - d. Tidak Baik : $0 \times 1 = 0$

Total Skor = 173

3. Menghitung skor maksimum dan minimum:

- a. Skor maksimum = $50 \times 4 = 200$
 - b. Skor minimum = $50 \times 1 = 50$
4. Menghitung Indeks skor likert:
- a. Indeks (%) = $(\text{Total Skor}/\text{Total Maksimum}) \times 100$
 - b. Indeks (%) = $(172/200) \times 100 = 86,5$
5. Interval Penilaian skor likert:
- a. Indeks 0% - 24,99% = Tidak Baik
 - b. Indeks 25% - 49,99% = Kurang Baik
 - c. Indeks 50% - 74,99% = Baik
 - d. Indeks 75% - 100% = Sangat Baik

Karena nilai indeks yang didapatkan dari perhitungan adalah 86,5 %, maka dapat disimpulkan bahwa responden “Sangat Setuju” dengan Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuaian Pada Bunga Sebagai Reproduksi Menggunakan *Augmented Reality* yang dibuat untuk membantu proses belajar mengajar tentang materi penyerbukan dan pembuaian pada bunga sebagai reproduksi tumbuhan di Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian dan pembuatan Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan Menggunakan *Augmented Reality* telah berhasil dilaksanakan dan telah dilakukan serangkaian pengujian untuk menguji dari aplikasi tersebut dan didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan Menggunakan *Augmented Reality* dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk penyerbukan dan pembuahan pada bunga.
2. Pada jarak 10 cm sampai 200 cm aplikasi masih dapat menampilkan animasi 3D, selain itu aplikasi dapat digunakan untuk menampilkan animasi 3D diluar maupun didalam ruangan dan dapat melakukan *tracking* lokasi dimana saja dengan syarat memiliki intensitas cahaya yang cukup diatas 0 lux intensitas cahaya.
3. Pada Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan Menggunakan *Augmented Reality* dibuat menggunakan aplikasi Blender dan Unity. Tahapan pertama perlu membuat objek animasi 3D menggunakan aplikasi Blender, setelah itu objek animasi 3D di jadikan fbx lalu di drag atau dimasukkan ke Unity.

4. Pada Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan Menggunakan *Augmented Reality* telah dilakukan pengujian user tujuannya untuk mengetahui kelayakan Aplikasi yang telah dibuat, sehingga mendapatkan 10 kuesioner dengan presentase 86,5%. Sehingga Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan Menggunakan *Augmented Reality* layak untuk dijadikan sebagai Media Pembelajaran pada Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau.
5. Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan Menggunakan *Augmented Reality* yang dibuat untuk dapat membantu proses belajar mengajar tentang penyerbukan dan pembuahan pada bunga sebagai reproduksi tumbuhan di Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau.

5.2 Saran

Aplikasi Media Pembelajaran Penyerbukan dan Pembuahan Pada Bunga Sebagai Reproduksi Tumbuhan Menggunakan *Augmented Reality* masih memerlukan pengembangan yang lebih baik maka untuk pengembangan selanjutnya bisa menambahkan beberapa pengembangan yaitu menambahkan detail keterangan proses dari setiap contoh bunga sempurna dan bunga tidak sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Burhanudin., 2017."Pengembangan Media Pembelajaran *Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran Dasar Elektronika Di Smk Hamong Putera 2 Pakem".Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Campbell, A, Neil.1989. *Biologi Edisi Kelima Jilid II*. Jakarta: Erlangga
- Chen, W.2014.*Historical Oslo on a Handheld Device-a Mobile Augmented Reality Application*.Norway: University of Bergen
- Gunawan, Ibnu. 2001. *Kajian Penggunaan Ms Visual Studio 6.0a Enterprise Edition untuk Pengembangan Aplikasi Enterprise Information System*, Surabaya: Universitas Kristen Perta
- Khallis Khalissandy.,2018."Implementasi *Augmented Reality*(AR) Sebagai Media Pengenal Alat Musik Khas Sumatera Barat Berbasis Android". Skripsi.Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Kimball, W, John. *Biologi Edisi Kelima Jilid 1*. Erlangga: Institut Pertanian Bogor
- Martono,K, T., dan Kridalukmana,R.2014. *Mobile Augmented Reality Jurusan Sistem Komputer Universitas Diponegoro Berbasis Android (MARSISKOM)*. Diponegoro: Universitas Diponegoro
- Nugroho,F,W. 2013.*Markerless Augmented Reality sebagai Media Promosi dengan Platform Andorid*. Semarang: Universitas Dian Nuswantoro
- Santoso,A .,Noviandi,E.,2013. *Aplikasi Pembelajaran Organ Tubuh Berbasis Augmented Reality*. STMIKGI MDP
- Sastrodinoto, Soenarjo.1992. *BIOLOGI UMUM I*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Suradinata, Tatang.1998. *Struktur Tumbuhan*. Bandung : Angkasa

Syukur, Muhammad.2012. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Jakarta: Penebar Swadaya

Tjitrosoepomo, Gembong.2005. *Morfologi Tumbuhan*.Yogyakarta: Gajah Mada University Press

Universitas Lampung. Vol 1.2015. *Reproduksi Tumbuhan*.

Yulianti, A., Andika, B. P ., & Labellapansa, A. (2019). Aplikasi Cerita Rakyat Batu Belah Batu Bertangkup Di Provinsi Riau Dengan *Augmented Reality*. *IEE*, 60-64

