

**PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN AKUAPONIK DI KOTA
MAKASSAR DENGAN PENDEKATAN GREEN BUILDING**

SKRIPSI PERANCANGAN

2022



OLEH :

ARMAN BUDI SANTOSO R.

D051171511

DEPARTEMEN ARSITEKTUR

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

“Pusat Penelitian Dan Pengembangan Akuaponik Di Kota Makassar dengan pendekatan Green Building”

Disusun dan diajukan oleh

Arman Budi Santoso R.
D051171511

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 22 September 2022

Menyetujui

Pembimbing I

Ir. H. Muhammad Syavir Latif, M.Si
NIP. 19590509 198702 1 001

Pembimbing II

Dr. Syahriana Syam, ST., MT
NIP. 19751124 200604 2 032

Mengetahui

Ketua Program Studi Arsitektur



Dr. H. Edward Syarif, MT.
NIP. 19690612 199802 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arman Budi Santoso R.

NIM : D051171511

Program Studi : Strata 1/ Teknik Arsitektur

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar Dengan Pendekatan Green Building

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 6 Oktober 2022

Yang menyatakan,



ARMAN BUDI SANTOSO R.

ABSTRAK

Budaya Pangan merupakan salah satu aspek fisiologi, dimana pemenuhannya tidak dapat ditanggguhkan karena manusia perlu makan untuk bertahan hidup. nurunnya aktivitas pertanian di Kota Makassar karena masalah kesuburan tanah akibat aktivitas industri, status kepemilikan lahan, dan tidak ada regenerasi petani, secara tidak langsung dapat menjadi hambatan penyelenggaraan pangan yang diamanatkan oleh Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012. Penyelenggaraan pangan dimaksudkan untuk meningkatkan kemandirian pangan di setiap wilayah, demi memenuhi tingkat kecukupan pangan masyarakat serta menyuarakan pertanian perkotaan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar memiliki fungsi utama untuk mewadahi kegiatan penelitian dalam bidang pertanian metode akuaponik melalui pengumpulan dan pengolahan data serta pengembangan hasil pertanian akuaponik metode vertiminaponik, wolkaponik dan sistem rakit apung yang dilakukan untuk nantinya akan disebarakan kepada masyarakat luas, Mengedukasi masyarakat tentang metode bercocok tanaman akuaponik guna mensosialisasikan dan mempromosikan urban farming yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan pangan kota dan menyediakan fasilitas berupa bahan, tempat pemasaran hasil budidaya dan produk hasil olahan untuk langsung diperjual belikan secara langsung. Pendekatan perancangan bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar menggunakan pendekatan *Green Building* yang merupakan konsep arsitektur yang meminimalisir dampak buruk terhadap lingkungan, alam dan manusia serta menghasilkan lingkungan hidup yang lebih baik dan sehat yang ditempuh dengan cara pemanfaatan sumber daya alam dan energi dengan efisien.

Kata Kunci : Akuaponik, *Green Building*, *Urban Farming*

ABSTRACT

Food culture is one of the physiological aspects, where the fulfillment cannot be seen because humans need to eat to survive. The decline in agricultural activities in Makassar City due to soil fertility problems due to industrial activities, land ownership status, and no regeneration of farmers, can indirectly become obstacles to food administration as mandated by Law No. 18 of 2012. Food delivery in each region, for the sake of meet the level of community food sufficiency and promote urban agriculture. The Aquaponics Research and Development Center in Makassar City has the main function to accommodate activities in the field of research aquaponic agriculture through data collection and processing as well as the development of aquaponic agricultural products using the vertiminaponics, wolkaponics and floating raft systems which will later be distributed to the wider community, Educate the public about aquaponic farming methods to socialize and promote urban farming which aims to improve the food welfare of the city and provide facilities in the form of materials, a place for marketing cultivated products and processed products to be traded directly. The building design approach of the Aquaponics Research and Development Center in Makassar City uses the Green Building approach which is an architectural concept that minimizes adverse impacts on the environment, nature and humans and produces a better and healthier living environment which is achieved by efficient use of natural resources and energy.

Keyword : Aquaponic, Green Building, Urban Farming

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirrabbi lalamin. Tak henti-hentinya penulis memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang berkat rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar Dengan Pendekatan Green Building**. Tak lupa pula shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang memberikan bimbingan, arahan dan petunjuk serta kerjasama, dimulai pada tahap awal pemilihan judul, proses pengumpulan data hingga proposal ini dapat terselesaikan dengan baik, untuk itu penulis ucapkan terima kasih kepada seluruh pihak-pihak yang terkait dan berharap agar proposal ini dapat bermanfaat bagi masyarakat luas.

Penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi dan juga sangat mengharapkan kritik serta saran dari para pembaca sebagai bahan pertimbangan dalam perbaikan yang lebih baik.

Makassar, 9 Desember 2021

Penulis,

Arman Budi Santoso R.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
1. Arsitektural.....	3
2. Non Arsitektural.....	3
C. Tujuan dan Sasaran Pembahasan	4
1. Tujuan Pembahasan.....	4
2. Sasaran pembahasan.....	4
D. Batasan Masalah dan Lingkup Pembahasan	4
1. Batasan Masalah.....	4
2. Lingkup pembahasan.....	5
BAB II	6
KAJIAN PUSTAKA	6
A. Tinjauan Objek	6
1. Pusat Penelitian dan Pengembangan	6
2. Akuaponik	6
3. Kota Makassar.....	6
4. <i>Green Building</i>	7
B. Kajian Pusat Penelitian	7
1. Defenisi Pusat Penelitian.....	7
2. Jenis-jenis Penelitian	7
3. Tujuan dan Peranan Penelitian	10
C. Kajian Akuaponik	12
1. Defenisi Akuaponik.....	12
2. Sistem Kerja Akuaponik	12
5. Jenis -jenis Metode Pertanian Akuaponik.....	16

6.	Pewadahan Metode Pertanian Akuaponik	21
D.	Tinjauan Bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar.....	21
1.	Fungsi Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar	21
2.	Pelaku dan Kegiatan Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar	22
3.	Kebutuhan Fasilitas Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar	26
4.	Persyaratan Bangunan Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar	33
E.	Kajian <i>Green Building</i>	37
1.	Defenisi <i>Green Building</i>	37
2.	Sejarah <i>Green Building</i>	39
3.	Prinsip-prinsip <i>Green Building</i>	40
4.	<i>Greenship</i>	42
5.	Standar Bangunan Ramah Lingkungan Pemerintahan RI.....	44
6.	Material Ramah Lingkungan	45
F.	Studi Bangunan Sejenis	48
1.	Balai Penelitian Tanaman Sayur (BALITSA)	48
2.	Balai Penelitian Tanaman Hias (BALITHI)	50
3.	Pasona Urban Farming	52
G.	Studi Banding Konsep Desain Sejenis	55
1.	Vancouver Convention Centre West	55
2.	City Concil House 2 (CH2)	59
3.	Wisma Dharmala.....	64
4.	Hasil Studi Pustaka.....	67
	Rangkuman Hasil Studi Bangunan Sejenis.....	67
	Rangkuman Bangunan Konsep Sejenis.....	68
BAB III	.....	72
METODE PEMBAHASAN	.....	72
A.	Jenis Pembahasan	72
B.	Sumber Data.....	72
1.	Data Primer	72
2.	Data sekunder.....	72

C. Waktu Pengumpulan Data	72
D. Metode Pengumpulan Data	72
1. Studi pustaka	72
2. Studi Komparasi	73
3. Survei Lapangan.....	73
E. Analisis Data	73
1. Analisis fungsi.....	74
2. Analisis aktivitas dan pelaku/pengguna.....	74
3. Analisis kebutuhan ruang	74
4. Analisis tapak	74
5. Analisis bentuk.....	74
6. Analisis sistem struktur	74
7. Analisis sistem utilitas	74
F. Kerangka Pikir	74
G. Sistematika Pembahasan	75
BAB IV.....	77
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN AKUAPONIK DI KOTA MAKASSAR.....	77
A. Konsep Tata Ruang Makro	77
1. Kondisi Fisik Kota Makassar	77
2. Kondisi Non Fisik Kota Makassar.....	80
3. Lokasi Perencanaan.....	86
B. Konsep Tata Ruang Mikro.....	104
1. Analisis Karakteristik Kegiatan	104
2. Struktur Organisasi Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar	105
3. Analisis Pelaku Kegiatan Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar.....	105
4. Analisis Pola Kegiatan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik ...	108
5. Analisis Konfigurasi Ruang	109
6. Analisis Kebutuhan Ruang	117
7. Analisis Hubungan Ruang Zona.....	125
8. Analisis Besaran Ruang.....	127
9. Analisis Sistem Struktur.....	136

10.	Analisis Sistem Sirkulasi Udara	142
11.	Analisis Sistem Pencahayaan	146
12.	Analisis Sistem Utilitas dan Perlengkapan Bangunan	149
BAB V	.....	155
KONSEP PERANCANGAN PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN AKUAPONIK DI KOTA MAKASSAR	.....	155
A. Konsep Dasar Perancangan Makro	.....	155
1.	Analisis Tapak.....	155
2.	Konsep Dasar Gubahan Bentuk dan Tata Massa	164
B. Konsep Dasar Perancangan Mikro	.....	166
1.	Konsep Kebutuhan Ruang.....	166
2.	Konsep Hubungan Ruang.....	170
3.	Konsep Tata Ruang Luar.....	171
4.	Konsep Tata Ruang Dalam.....	174
5.	Konsep Sistem Struktur dan Material.....	177
6.	Konsep Sistem Penghawaan.....	179
7.	Konsep Sistem Pencahayaan	179
8.	Konsep Sistem Kelistrikan	180
9.	Konsep Jaringan Air Bersih.....	181
10.	Konsep Pembuangan Air Kotor.....	181
11.	Konsep Sistem Pengolahan Sampah.....	182
12.	Konsep Sistem Pengaman Kebakaran	182
13.	Konsep Sistem Transportasi Bangunan	183
14.	Konsep Penangkal Petir.....	184
15.	Konsep Sistem Keamanan	184
DAFTAR PUSTAKA	.....	xii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Sistem kerja metode pertanian Akuaponik (sumber : Jurnal "Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming, 2016)	12
Gambar 2 Metode pertanian akuaponik dengan model vertiminaponik (sumber : www.dictio.id , diakses pada 13 Oktober 2020).....	17
Gambar 3 Metode pertanian akuaponik dengan gaya wolkaponik (sumber : www.kagama.id , diakses pada 13 Oktober 2020)	18
Gambar 4 Akuaponik sistem pasang surut (sumber : www.mamanabee.wordpress.com , diakses pada 15 Oktober 2020)	19
Gambar 5 Akuaponik sistem rakit apung (sumber : www.guyubtani.blogspot.com , diakses pada 15 Oktober 2020)	19
Gambar 6 Akuaponik sistem deep flow technique (sumber : www.teknofarm.net , diakses pada 15 Oktober 2020).....	20
Gambar 7 Akuaponik sistem Nutrient Film Technique (sumber : www.ilmubudidaya.com , diakses pada 15 Oktober 2020)	20
Gambar 8 Tipe Greenhouse piggy back (sumber : www.ralia972.blogspot.com , diakses pada 17 Oktober 2020).....	31
Gambar 9 Tipe Greenhouse tunnel (sumber : www.ralia972.blogspot.com , diakses pada 17 Oktober 2020)	31
Gambar 10 tipe Greenhouse multi span (sumber : www.ralia972.blogspot.com , diakses pada 17 Oktober 2020).....	32
Gambar 11 Auditorium (sumber : www.dewaperedamruangan.com , diakses pada 20 Oktober 2020)	32
Gambar 12 Perpustakaan buku dan elektronik (sumber : www.duniaperpustakaan.com , diakses pada 20 Oktober 2020)	33
Gambar 13 Balai Penelitian Tanaman Sayur (BALITSA) (sumber : www.hortikultura.litbang.pertanian.go.id , diakses pada 22 Oktober 2020).....	48
Gambar 14 Struktur Organisasi Balai Penelitian Tanaman dan Sayur (sumber : www.hortikultura.litbang.pertanian.go.id , diakses pada 22 Oktober 2020).....	49
Gambar 15 Balai Penelitian Tanaman Hias, Cianjur, Jawa Barat, (sumber : www.hortikultura.litbang.pertanian.go.id , diakses pada 22 Oktober 2020).....	50
Gambar 16 Struktur Organisasi Balai Penelitian Tanaman hias (Sumber : Laporan tahun 2015 balai penelitian dan pengembangan tanaman hias,2020)	51
Gambar 17 Pasona Urban Farming, Tokyo Jepang (Sumber : www.dezeen.com , diakses pada 15 agustus 2021).....	52
Gambar 18 Pengaplikasian tanaman sebagai sekat pada cafeteria Pasona Urban Farming, Tokyo Jepang (Sumber : www.dezeen.com , diakses pada 15 agustus 2021)	53
Gambar 19 Pengaplikasian void pada area meeting room yang ditumbuhi dengan tanaman sayur Pasona Urban Farming, Tokyo Jepang (Sumber : www.dezeen.com , diakses pada 15 agustus 2021)	54
Gambar 20 Area bercocok tanam dalam ruangan pada Pasona Urban Farming, Tokyo Jepang (Sumber : www.dezeen.com , diakses pada 15 agustus 2021).....	54
Gambar 21 Area bercocok tanam dalam ruangan pada Pasona Urban Farming, Tokyo Jepang (Sumber : www.dezeen.com , diakses pada 15 agustus 2021).....	54

Gambar 22 Denah Lantai dasar Pasona Urban Farming, Tokyo Jepang (Sumber : www.dezeen.com, diakses pada 15 agustus 2021)	55
Gambar 23 Vancouver Convention Centre West (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021).....	57
Gambar 24 Penggunaan material kaca dan langit-langit bergelombang pada interior Vancouver Convention Centre West (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)	57
Gambar 25 Konsep garden roof dan habitat terumbu karang buatan Vancouver Convention Centre West (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)	57
Gambar 26 Sistem pengelolaan air, pendingin, dan pemanas Vancouver Convention Centre West (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)	58
Gambar 27 Potongan Vancouver Convention Centre West (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)	58
Gambar 28 Denah dan siteplan Vancouver Convention Centre West (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)	58
Gambar 29 City Concil House 2 (CH2) (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)	62
Gambar 30 pengaplikasian kisi-kisi kayu pada City Concil House 2 (CH2) (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)	62
Gambar 31 Sistem penghawaan pada City Concil House 2 (CH2) (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)	63
Gambar 32 Potongan AA-BB City Concil House 2 (CH2) (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)	63
Gambar 33 pengaplikasian tanaman pada bangunan City Concil House 2 (CH2) (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)	63
Gambar 34 Bangunan Wisma Dharmala/Gedung Intiland Tower (Sumber : Google image, diakses pada 28 september, 2021)	65
Gambar 35 Pengaplikasian void dan vertical garden pada wisma dharmala (Sumber : Google image, diakses pada 28 september, 2021).....	66
Gambar 36 Denah wisma dharmala (Sumber : Google image, diakses pada 28 september, 2021).....	66
Gambar 37 Potongan bangunan wisma dharmala (Sumber : Google image, diakses pada 28 september, 2021)	66
Gambar 38 Peta Administrasi Kota Makassar (sumber : www.petatematikindo.wordpress.com, diakses pada 7 Maret 2021)	77
Gambar 39 Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Makassar (Sumber : www.syafraufgisqu.wordpress.com diakses pada 7maret 2021)	80
Gambar 40 Peta Kecamatan Tamalanrea (Sumber : www.syafraufgisqu.wordpress.com, diakses pada 25 juni 2021)	88
Gambar 41 Peta Kecamatan Panakukkang (Sumber : www.syafraufgisqu.wordpress.com, diakses pada 25 juni 2021)	89
Gambar 42 Alternatif Tapak 1 (Sumber : www.earth.google.com, dikases pada 22 juni 2021).....	93

Gambar 43 Alternatif tapak 2 (Sumber : www.earth.google.com , dikases pada 22 juni 2021).....	94
Gambar 44 Alternatif tapak 3 (Sumber : www.earth.google.com , dikases pada 22 juni 2021).....	95
Gambar 45 Struktur Organisasi Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik (Sumber : Analisis Penulis, 2021)	105
Gambar 46 Alur sirkulasi Peneliti (Sumber : Analisis Pribadi, 2021).....	108
Gambar 47 Alur sirkulasi Pengelola (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	108
Gambar 48 Alur sirkulasi Pengunjung (Sumber : Analisis Pribadi, 2021).....	108
Gambar 49 Alur sirkulasi Pengunjung (Sumber : Analisis Pribadi, 2021).....	108
Gambar 50 Contoh-contoh pola linear (Sumber : jurnal Kajian Efisiensi Desain Sirkulasi pada Fungsi Bangunan Mall dan Hotel BTC, 2021).....	109
Gambar 51 Contoh-contoh pola linear (Sumber : jurnal Kajian Efisiensi Desain Sirkulasi pada Fungsi Bangunan Mall dan Hotel BTC, 2021).....	110
Gambar 52 Contoh-contoh pola radial (Sumber : jurnal Kajian Efisiensi Desain Sirkulasi pada Fungsi Bangunan Mall dan Hotel BTC, 2021).....	110
Gambar 53 Pola Grid (Sumber : jurnal Kajian Efisiensi Desain Sirkulasi pada Fungsi Bangunan Mall dan Hotel BTC, 2021).....	110
Gambar 54 Contoh-contoh pola cluster (Sumber : jurnal Kajian Efisiensi Desain Sirkulasi pada Fungsi Bangunan Mall dan Hotel BTC, 2021).....	111
Gambar 55 Jenis-jenis pola sirkulasi (Sumber : jurnal Kajian Efisiensi Desain Sirkulasi pada Fungsi Bangunan Mall dan Hotel BTC, 2021).....	113
Gambar 56 Sirkulasi Melewati ruang (Sumber Jurnal :Kajian Efisiensi Desain Sirkulasi pada Fungsi Bangunan Mall dan Hotel BTC, 2021).....	114
Gambar 57 Sirkulasi Menemus Ruang (Sumber: Jurnal Kajian Efisiensi Desain Sirkulasi pada Fungsi Bangunan Mall dan Hotel BTC, 2021).....	114
Gambar 58 Sirkulasi Berakhir Dalam Ruang (Sumber : jurnal Kajian Efisiensi Desain Sirkulasi pada Fungsi Bangunan Mall dan Hotel BTC, 2021)	115
Gambar 59 Bentuk ruang sirkulasi, tertutup, terbuka pada satu sisi, terbuka pada kedua sisi (Sumber : jurnal Kajian Efisiensi Desain Sirkulasi pada Fungsi Bangunan Mall dan Hotel BTC, 2021).....	115
Gambar 60 Jenis-jenis pencapaian bangunan (Sumber : Jurnal "Keterampilan Belajar Jenis-Jenis Konstruksi Bangunan Melalui Pendekatan Otentik Learning", 2021).....	117
Gambar 61 Pola Hubungan Ruang Zona Penelitian (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	125
Gambar 62 Pola Hubungan Ruang Zona Administrasi (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	126
Gambar 63 Pola Hubungan Ruang Zona Penyuluhan (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	126
Gambar 64 Hubungan Ruang Zona Wisata (Sumber : Analisis Pribadi, 2021).....	127
Gambar 65 Pola Hubungan Ruang Zona Penunjang (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	127
Gambar 66 Cross entilation system (Sumber : www.arsitekturdanlingkungan.wg.ugm.ac.id , diakses 10 juni 2021)	143
Gambar 67 Ventilasi Pasif (Stuck Ventilation) (Sumber : www.simscale.com , diakses pada 11 juni 2021)	143

Gambar 68 Sistem Penghawaan mekanis (Sumber : www.redaksicepat.com , diakses pada 11 juni 2021)	144
Gambar 69 Sistem AC Sentral pada gedung (Sumber : www.docplayer.info , diakses 10 juni 2021)	145
Gambar 70 Sistem AC Unit (Sumber : www.cvastro.com , diakses 11 juni 2021)	146
Gambar 71 Sistem Interfransi (Sumber : www.kajianpustaka.com diakses pada 11 juni 2021).....	147
Gambar 72 Jenis-jenis pencahayaan ruangan (sumber: www.arsimedia.com diakses pada 11 juni 2021).....	149
Gambar 73 Prinsip kerja dari tangki septik (Sumber : www.sumber.belajar.kemdikbud.go.id , diakses pada 11 juni 2021).....	151
Gambar 74 Skema Sistem Pengolahan sampah (Sumber : www.contohposter.com , diakses pada 11 juni 2021).....	151
Gambar 75 Skematik pendistribusian Listrik (Sumber : www.warriornux.com , diakses 11 juni 2021).....	152
Gambar 76 Sistem kerja CCTV (Sumber : www.rudysantrie.blogspot.com diakses pada 11 juni 2021	154
Gambar 77 Batas-batas Tapak (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	155
Gambar 78 Analisis Kebisingan Tapak Perencanaan (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	156
Gambar 79 Analisis Pemandangan Tapak Perencanaan (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	157
Gambar 80 Analisis Angin (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	158
Gambar 81 Analisis Matahari (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	159
Gambar 82 Analisis Akseibilitas (Sumber : Analisis Pribadi, 2021).....	160
Gambar 83 Penzoningan Tapak Perencanaan (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	162
Gambar 84 Analisis kontur tapak perencanaan (Sumber : Analisis pribadi, 2021)	163
Gambar 85 Konsep Gubahan Bentuk Fungsi Utama (Sumber : Analisis Pribadi, 2022)	164
Gambar 86 Konsep Gubahan Bentuk Greenhouse (Sumber : Analisis Pribadi, 2022).164	
Gambar 87 Analisis Tata Massa Tapak (Sumber : Analisis Pribadi, 2022)	165
Gambar 88 Hubungan Ruang Zona Penelitian (Sumber : Analisis pribadi, 2021).....	170
Gambar 89 Hubungan Ruang Zona Penyuluhan (Sumber : Analisis pribadi, 2021)	170
Gambar 90 Hubungan Ruang Zona Wisata (Sumber : Analisis pribadi, 2021).....	171
Gambar 91 Hubungan Ruang Zona Administrasi (Sumber : Analisis pribadi, 2021) ...	171
Gambar 92 Hubungan Ruang Zona Servis (Sumber : Analisis pribadi, 2021).....	171
Gambar 93 Konsep Elemen Lunak dan Keras Bangunan (Sumber : Analisis Penulis, 2021).....	173
Gambar 94 Konsep material plafon (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	175
Gambar 95 Konsep material Dinding (Sumber : Analisis Pribadi, 2021)	175
Gambar 96 Konsep material lantai (Sumber : Analisis Pribadi, 2021).....	176
Gambar 97 Ilustrasi interior greenhouse (sumber : www.archdaily.com , diakses pada 7 november 2021)	176
Gambar 98 Ilustrasi kolam akuaponik (sumber : www.renovablesverdes.com , diakses pada 7 november 2021).....	177

Gambar 99 Ilustrasi lay-out dan perabot ruang penyuluhan penanaman akuaponik (sumber : www.archdaily.com , diakses pada 7 november 2021).....	177
Gambar 100 Konsep Sistem Struktur Bangunan Utama (Sumber : Analisis Pribadi, 2022).....	178
Gambar 101 Konsep Sistem Struktur Greenhouse (Sumber : Analisis Pribadi, 2022)..	179
Gambar 102 Void dan penggunaan material kaca pada bangunan (Sumber : Analisis Pribadi, 2022).....	180
Gambar 103 Konsep Sistem Kelistrikan (Sumber : Analisis Pribadi, 2022)	180
Gambar 104 Sistem Air Bersih Kawasan (Sumber : Analisis Pribadi, 2022).....	181
Gambar 105 Skematik Pembuangan Air Kotor (Sumber : Analisis Pribadi, 2021).....	182
Gambar 106 Konsep Pengolahan Sampah (Sumber : Analisis Pribadi, 2022)	182
Gambar 107 Sistem pengaman kebakaran gedung (Sumber : Google image, diakses pada 30 september 2021).....	183
Gambar 108 Sistem Penangkal Petir Kawasan (Sumber : Analisis Pribadi, 2022)	184
Gambar 109 Sistem kerja CCTV (Sumber : www.rudysantrie.blogspot.com , diakses pada 11 juni 2021	185

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kecepatan udara Greenhouse	37
Tabel 2 Rekapitulasi Pemanfaatan Tanah Balai Penelitian Tanaman Sayur	49
Tabel 3 Rekapitulasi Gedung bangunan Balai Penelitian Tanaman Sayuran	50
Tabel 4 Rekapitulasi Bangunan Balai Penelitian dan pengembangan Tanaman Hias	51
Tabel 5 Rangkuman Hasil Studi Bangunan Sejenis	67
Tabel 6 Rangkuman Bangunan Konsep Desain Sejenis	68
Tabel 7 Luas Wilayah Kecamatan Kota Makassar	78
Tabel 8 Rata-rata Suhu Udara dan Kelembapan Udara pada 2019)	79
Tabel 9 Rata-rata Kecepatan Angin, Tekaumanan Udara, Curah Hujan, Jumlah Hari Hujan, dan Penyinaran Matahari	79
Tabel 10 Jumlah penduduk kota Makassar tahun 2020	81
Tabel 11 Jumlah Dosen dan Mahasiswa Perguruan Tinggi Menurut Program Studi di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2020	82
Tabel 12 Jumlah UMKM Sulawesi Selatan Tahun 2018-2021	84
Tabel 13 Perbandingan kecamatan Tamalanrea dan kecamatan panakukkang	89
Tabel 14 Analisis Penentuan Lokasi	90
Tabel 15 Analisis Penentuan Tapak	95
Tabel 16 Alternatif Tanaman Penutup Tanah (Ground Cover)	99
Tabel 17 Alternatif Tanaman Sebagai Esetika	100
Tabel 18 Alternatif Tanaman Pengarah	101
Tabel 19 Alternatif Tanaman Peneduh	102
Tabel 20 Alternatif Elemen Keras (hardscape)	103
Tabel 21 Analisis Pola Ruang Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik	111
Tabel 22 Analisis Pola Sirkulasi Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik	113
Tabel 23 Analisis Sirkulasi Penghubung Ruang Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik	116
Tabel 24 Analisis Pelaku Kegiatan dan Kebutuhan Ruang	117
Tabel 25 Analisis kebutuhan Ruang Zona Penelitian	129
Tabel 26 Kebutuhan Ruang Zona Penyuluhan	131
Tabel 27 Analisis Kebutuhan Ruang Zona Rekreasi	132
Tabel 28 Analisis Ruang Zona Administrasi	132
Tabel 29 Analisis Kebutuhan Ruang Zona Penunjang	134
Tabel 30 Analisis Kebutuhan Ruang Zona Servis	135
Tabel 31 Analisis Kebutuhan Parkiran	136
Tabel 32 Rekapitulasi Besaran Ruang	136
Tabel 33 Alternatif Sub-structure	137
Tabel 34 Alternatif Super Structure	139
Tabel 35 Alternatif Upper Structure	141
Tabel 36 Alur Konsep Gubahan Bentuk	Error! Bookmark not defined.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia adalah negara agraris dimana pertanian menjadi sektor yang paling berpengaruh dalam pertumbuhan ekonomi nasional. Faktor pentingnya sektor pertanian tidak terlepas dari apa yang menjadi kebutuhan dasar manusia, yaitu pangan. Menurut Maslow (1943) dalam teori hierarki kebutuhan dasar manusia, kebutuhan fisiologi merupakan kebutuhan dasar pertama yang harus terpenuhi. Pangan merupakan salah satu aspek fisiologi, dimana pemenuhannya tidak dapat ditanggihkan karena manusia perlu makan untuk bertahan hidup (Prihartanta, 2015, p. 5). Menurut data dari Badan Pusat Statistika Indonesia (BPSI) tahun 2017, terdapat sekitar 35 juta jiwa menggantungkan hidupnya dalam sektor pertanian. Jumlah ini melampaui sektor lain seperti perdagangan dan jasa kemasyarakatan, sosial, dan perorangan yang masing-masing hanya berkisar 20 juta jiwa (Islahuddin, 2017).

Sebanyak 65% dari total jumlah penduduk Indonesia diperkirakan akan tinggal di kota seperti yang tercantum dalam Visi Ekonomi Indonesia 2035 (Abdullah, Haris, & Boceng, 2019, p. 29). Peningkatan jumlah penduduk dapat berimbas pada masalah ketahanan pangan akibat adanya alih fungsi lahan pertanian untuk pemukiman dan industri. Perubahan fungsi lahan merupakan konsekuensi dari fenomena sosial dan ekonomi, yaitu pertumbuhan penduduk, keterbatasan sumber daya lahan, dan pertumbuhan ekonomi (Abdullah, Haris, & Boceng, 2019, p. 30). Kota Makassar merupakan salah satu kota yang tidak luput dari persoalan pertanian. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), saat ini Kota Makassar masih memiliki lahan pertanian seluas 2.636 Ha. Akan tetapi ada kecenderungan menurunnya aktivitas pertanian kota akibat menurunnya aktivitas pertanian perkotaan akibat perkembangan kota Makassar yang begitu cepat (Achmad, 2020, pp. 179-182).

Berkurangnya aktivitas pertanian tersebut secara tidak langsung dapat menurunkan kuantitas maupun kualitas pangan di Kawasan perkotaan, khususnya di Kota Makassar. Padahal, pada Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012, mengamanatkan tentang penyelenggaraan pangan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia secara adil, merata, dan berkelanjutan berdasarkan kedaulatan pangan, kemandirian pangan, dan ketahanan pangan nasional (Abdullah, Haris, & Boceng, 2019, p. 30). Tujuan dari adanya penyelenggaraan pangan adalah untuk meningkatkan kemandirian pangan di setiap wilayah, demi memenuhi tingkat kecukupan pangan masyarakat.

Usaha penyelenggaraan pangan yang saat ini berkembang adalah pertanian perkotaan (*urban farming*). Kegiatan ini diketahui dapat menciptakan keseimbangan lingkungan perkotaan dan mengurangi dampak sosial-ekonomi pembangunan kota. Pertanian perkotaan adalah aktifitas budidaya, pengolahan, pemasaran dan pendistribusian bahan pangan, produk kehutanan dan hortikultura yang terjadi di dalam dan sekitar perkotaan (Mujiburrahmad, Baihaqi, & Manyamsari, 2020).

Salah satu metode dari konsep *urban farming* adalah metode pertanian akuaponik. Akuaponik merupakan gabungan dari metode budidaya ikan (akuakultur) dan tanaman (hidroponik). Metode akuaponik mengadopsi sistem ekologi alamiah, dimana terdapat hubungan simbiosis mutualisme antara ikan dan tanaman yang tumbuh bersama. Kelebihan dari metode ini adalah dapat diterapkan di lahan sempit, tidak memerlukan media tanam, hemat air, tidak memerlukan pupuk, bebas kontaminan, dan hasil yang lebih berkualitas (Sastro, 2016). Dengan beberapa kelebihan tersebut, metode akuaponik sangat prospektif untuk dikembangkan di wilayah perkotaan yang tanahnya langka dan mahal, jauh dari sumber irigasi, dan kondisi tanah yang kurang subur akibat aktivitas industri seperti di Kota Makassar. Akar budaya agraris di masyarakat Kota Makassar dapat menjadi faktor pendukung masyarakat untuk menerima pengembangan pertanian perkotaan (Abdullah, Haris, & Boceng, 2019, p. 32).

Edukasi kepada masyarakat tentang metode pertanian akuaponik sangat diperlukan untuk membangun kegiatan urban farming di Kota Makassar. Oleh karena itu, diperlukan suatu wadah yang dapat memfasilitasi kegiatan tersebut, salah satunya adalah dengan pembangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik. Selain berfungsi sebagai pusat studi, kawasan tersebut dapat menjadi tempat rekreasi dan observasi, serta pameran hortikultura yang dapat mendukung dan menyuarakan pertanian perkotaan. Pendekatan perancangan bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar menggunakan pendekatan *Green Building* yang merupakan konsep arsitektur yang meminimalisir dampak buruk terhadap lingkungan, alam dan manusia serta menghasilkan lingkungan hidup yang lebih baik dan sehat yang ditempuh dengan cara pemanfaatan sumber daya alam dan energi dengan efisien.

B. Rumusan Masalah

1. Arsitektural
 - a. Bagaimana menentukan tapak yang sesuai untuk kegiatan pusat penelitian dan pengembangan akuaponik?
 - b. Bagaimana menentukan pola tata ruang untuk mewadahi seluruh kegiatan di pusat penelitian dan pengembangan akuaponik?
 - c. Bagaimana merencanakan bentuk bangunan dengan pendekatan *Green Building* ?
 - d. Bagaimana merancang fasilitas yang dapat mewadahi seluruh kegiatan di pusat penelitian dan pengembangan akuaponik?
2. Non Arsitektural
 - a. Jenis kegiatan apa yang dapat diwadahi dalam pusat penelitian dan pengembangan akuaponik?
 - b. Bagaimana pengaruh bangunan pusat penelitian dan pengembangan akuaponik terhadap lingkungan dan sebaliknya?

C. Tujuan dan Sasaran Pembahasan

1. Tujuan Pembahasan

Adapaun tujuan pembahasan yaitu untuk menghasilkan acuan perancangan bangunan dalam merancang Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar.

2. Sasaran pembahasan

Sasaran dari pembahasan ini adalah untuk menyusun kriteria perencanaan dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik yang meliputi aspek berikut:

a. Arsitektural

- 1) Menentukan kebutuhan, besaran, dan pengelompokan ruang
- 2) Menentukan konsep dan standar yang dibutuhkan untuk merancang bangunan
- 3) Menentukan tapak yang sesuai dan mendukung fungsi bangunan
- 4) Menentukan sistem struktur dan utilitas
- 5) Menentukan sarana dan prasarana yang tepat untuk mendukung fungsi bangunan

b. Non arsitektural

- 1) Mengidentifikasi karakteristik pengguna bangunan
- 2) Mengidentifikasi jenis kegiatan yang akan diwadahi
- 3) Mengoptimalkan potensi lingkungan yang ada

D. Batasan Masalah dan Lingkup Pembahasan

1. Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat untuk mempersempit ruang masalah yang didapatkan dari berbagai sumber dan Analisa. Pembahasan dibatasi pada perencanaan yang berdasar kepada fungsi bangunan *Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar di Makassar*.

2. Lingkup pembahasan

Adapun ruang lingkup pembahasan dalam perancangan *Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar* antara lain lebih menekankan pada fungsi bangunan sebagai sarana edukasi, riset, dan rekreasi.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Tinjauan Objek

Objek rancangan adalah perancangan Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar.

1. Pusat Penelitian dan Pengembangan

Menurut Kejaksaan Republik Indonesia (2021), Pusat Penelitian dan Pengembangan (PUSLITBANG) adalah pelaksanaan tugas dalam bidang penelitian, pengkajian, dan pengembangan kerjasama keilmuan dan kegiatan ilmiah lainnya, yang karena sifatnya tidak tercakup dalam suatu organisasi kejaksaan lain, tetapi bertanggung jawab langsung kepada Kejaksaan Agung. Pelaksanaan tugas sehari-hari dari PUSLITBANG terdiri dari :

- a. Bagian Tata Usaha.
- b. Bidang Penelitian.
- c. Bidang Pengkajian dan Pengembangan.
- d. Kelompok jabatan Fungsional.

2. Akuaponik

Menurut Windiana (2021), akuaponik merupakan metode budidaya tanaman dan ikan yang diletakkan dalam satu wadah (akuarium, kolam, ember dan lain sebagainya). Sistem akuaponik dapat memperbaharui nutrisi yang tersedia yang ikut serta bersama aliran air dalam alat tersebut dengan tujuan agar tanaman dan ikan dapat tumbuh dengan baik.

3. Kota Makassar

Menurut Pemerintah Provinsi Kota Makassar (2020), Makassar merupakan sebuah kota madya yang sekaligus ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan. Kota Makassar merupakan pusat perdagangan dan jasa, kegiatan industri, pemerintahan, pendidikan dan kesehatan

Sulawesi Selatan. Secara administrasi Kota Makassar yang memiliki luas 175,77 km² terbagi kedalam 14 kecamatan dan 143 kelurahan.

4. *Green Building*

Green Building Menurut *US Environmental Protection Agency* /US EPA (1970) adalah sebuah konsep pembangunan yang berfokus pada struktur dan penggunaan proses yang memperhatikan lingkungan serta hemat sumber daya sepanjang siklus hidup bangunan tersebut, dimulai dari penentuan lokasi sampai konstruksi, pengoperasian, perawatan, renovasi dan peruntuhan. Konsep tersebut memperluas dan melengkapi perancangan bangunan dalam segi ekonomi, utilitas, durabilitas dan kenyamanan.

Dari penjabaran diatas, Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar adalah suatu wadah yang memiliki tugas utama dalam penelitian, pengembangan dan pengkajian mengenai metode pertanian Akuaponik yang di dirikan di ibu kota Sulawesi Selatan dengan perencanaan bangunan yang mereduksi dampak buruk bagi lingkungan dan memperhatikan kenyamanan penghuninya.

B. Kajian Pusat Penelitian

1. Defenisi Pusat Penelitian

Menurut Morgan (1999) Pusat Penelitian merupakan sebuah wadah yang bertujuan untuk memfasilitasi bagi para peneliti dalam melakukan penelitian dan pengembangan terkait suatu objek tertentu. Hasil penelitian harus dilakukan dan dilaporkan agar argumen yang tengah diteliti dapat diperiksa. Riset harus diseminasikan atau disosialisasikan kedalam bentuk jurnal, presentasi, dan sebagainya dengan deskripsi yang detail mengenai metode yang diaplikasikan.

2. Jenis-jenis Penelitian

Menurut Yusuf (2011) terdapat berbagai macam tujuan dari penelitian sebagai berikut :

a. Berdasarkan Tujuannya

1) Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*)

Merupakan jenis penelitian yang umumnya sering digunakan dalam dunia pendidikan. Secara umum diartikan sebagai cara ilmiah guna memperoleh data sehingga dapat dipergunakan untuk menghasilkan, mengembangkan dan memvalidasi suatu produk.

Penelitian pengembangan digunakan sebagai hal mendasar untuk bangunan/konstruksi model dan teori. Penelitian merujuk kepada tahap penyelesaian masalah dan menemukan fakta dengan terorganisir, sedangkan pengembangan merujuk kepada sebuah usaha peningkatan kemampuan teoritis, konseptual dan moral sesuai dengan kebutuhan yang ditempuh dengan cara latihan dan pendidikan.

2) Penelitian Tindakan (*Action Research*)

Adalah jenis penelitian yang dilakukan untuk segera dipergunakan guna menindaklanjuti masalah yang ada.

3) Penelitian Dasar (*Basic research*)

Penelitian dasar atau yang juga disebut dengan penelitian murni (*pure research*) merupakan penelitian yang dimaksudkan sebagai pengembangan suatu ilmu pengetahuan serta diarahkan pada pengembangan teori-teori yang ada atau penemuan teori baru.

4) Penelitian terapan (*Applied Research*)

Merupakan penelitian yang berkaitan dengan aplikasi teori guna menemukan solusi atau suatu masalah yang secara langsung dihadapi oleh masyarakat, organisasi maupun industri/bisnis.

5) Penelitian Evaluasi (*Evaluation Research*)

Adalah jenis penelitian yang diharapkan dapat memberikan masukan dan mendukung pengambilan keputusan tentang nilai relative dari dua atau lebih alternative tindakan yang disediakan.

b. Penelitian Berdasarkan Metode

1) Penelitian Survey

Penelitian dengan metode survey bertujuan menguji beberapa hipotesis mengenai variabel sosiologis dan psikologis dari sampel yang didapatkan dari populasi tertentu, teknik pengumpulan data dengan pengamatan (wawancara atau kusioner) dan hasil penelitian cenderung digeneralisasikan.

2) Penelitian *Ex Post Facto*

Adalah suatu penelitian yang bertujuan untuk meneliti peristiwa yang telah terjadi dan kemudian mengurut kebelakang guna mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya kejadian tersebut.

3) Penelitian Sejarah (*Historical Research*)

Adalah penelitian yang berhubungan dengan analisis logis terhadap kejadian-kejadian yang berlangsung pada masa lampau.

4) Penelitian eksperimen (*Experiment Research*)

Metode penelitian eksperimen adalah metode penelitian kuantitatif yang digunakan guna mengetahui pengaruh variabel tertentu terhadap variabel lainnya dalam kondisi yang terkendali secara ketat dan pada umumnya kegiatan tersebut dilakukan di laboratorium.

5) Penelitian Kualitatif (*Naturalistic Research*)

Penelitian jenis ini digunakan untuk meneliti pada objek alamiah, dimana peneliti merupakan instrument kunci.

6) Penelitian kebijakan (*Policy Research*)

Adalah suatu penelitian terhadap permasalahan sosial mendasar, sehingga penemuan dapat direkomendasikan kepada

pembuat keputusan untuk bertindak dalam menyelesaikan masalah.

7) Penelitian Studi Kasus dan Lapangan (*Case and Study*)

Adalah penelitian dengan karakteristik masalah yang berhubungan dengan latar belakang dan kondisi masa sekarang dari subjek yang diteliti serta kaitannya dengan lingkungan. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk memberikan gambaran lengkap mengenai objek tertentu.

Berdasarkan penjelasan diatas, Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar menggunakan kombinasi 2 jenis penelitian, yaitu penelitian pengembangan (research dan development) dan penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan kegiatan utama pada pusat penelitian ini, yang kemudian nantinya dikembangkan. Hasil dari penelitian pengembangan dari metode pertanian akuaponik tersebut nantinya akan disebarluaskan ke masyarakat umum melalui kegiatan seminar dan pelatihan.

3. Tujuan dan Peranan Penelitian

Menurut Nasir (1998) penelitian memiliki tujuan untuk menyelidiki suatu keadaan, alasan, dan sebab-akibat pada suatu keadaan tertentu. Keadaan yang dimaksudkan tersebut dapat dikontrol dengan beberapa percobaan/eksperimen maupun berdasarkan observasi tanpa tindakan pengontrolan. Tujuan secara umum penelitian dapat dilihat sebagai berikut :

a. Tujuan Eksploratif

Adalah penelitian yang ditempuh dengan tujuan menemukan hal baru pada sebuah bidang tertentu.

b. Tujuan verifikatif

Adalah penelitian yang dimaksudkan dengan tujuan menguji kebenaran akan suatu hal dalam bidang ilmu tertentu.

c. Develompmental

Adalah penelitian yang digunakan untuk mengembangkan suatu hal yang telah ada dalam bidang tertentu.

d. Dapat digunakan sebagai acuan pada penulisan tugas ilmiah seperti skripsi, tesis dan disertasi.

Kemudian Nazir (1988) menambahkan bahwa penelitian memiliki peranan penting dalam hal menciptakan fondasi terhadap tindak serta pengambilan keputusan dalam semua aspek pembangunan. Jika penelitian dan pengujian fakta-fakta tidak pernah diadakan, maka data yang digunakan dalam perencanaan pembangunan akan menjadi tidak terpercaya akeakuratannya. Setiap negara maju didunia menggelontorkan dana dan tenaga khusus dalam bidang penelitian. secara umum peranan penelitian dapat dilihat sebagai berikut :

- a. Sebagai sebuah pemecah masalah, meningkatkan kemampuan untuk menginterpretasikan berbagai fenomena dari suatu masalah yang kompleks dan saling berkaitan satu dengan yang lainnya.
- b. Memberikan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan dalam bidang yg diajukan, meningkatkan kemampuan untuk menguraikan atau memberi gambaran berbagai fenomena dari masalah tersebut.
- c. Menambah wawasan tentang ilmu baru.

Berdasarkan penjelasan diatas dapat diketahui bahwa tujuan Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar adalah untuk menyelidiki suatu keadaan, alasan dan sebab akibat menyangkut metode akuaponik, yang dapat ditempuh dengan cara penelitian, eksperimen ataupun observasi, yang nantinya diharapkan dapat menjadi pemecah masalah atas bidang Akuaponik sehingga dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan.

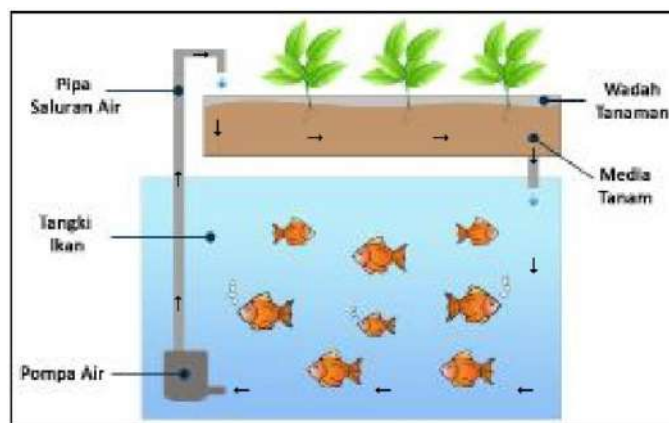
C. Kajian Akuaponik

1. Defenisi Akuaponik

Menurut Rokhmah (2014) teknologi akuaponik adalah gabungan dari metode pertanian akuakultur dan hidroponik yang disatukan dalam satu sistem guna mengoptimalkan fungsi air dan ruang sebagai media pengembangbiakan.

2. Sistem Kerja Akuaponik

Sistem kerja akuaponik sangat sederhana. Air beserta kotoran dari tanaman disalurkan menuju ke tumbuhan, air sisa budidaya ikan ini mengandung banyak nutrisi yang sangat dibutuhkan tanaman. Tanaman Akan menyerap nutrisi yang berasal dari kotoran ikan tadi, sedangkan tanaman akan mengembalikan air pada budidaya ikan dengan tambahan oksigen yang melimpah melalui saringan pada media tanam. (Sastro, Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming, 2016)



Gambar 1 Sistem kerja metode pertanian Akuaponik (sumber : Jurnal "Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming, 2016)

Akuaponik terdiri dari dua bagian utama. Bagian utama tersebut merupakan bagian dari akuatik (air) untuk media pemeliharaan dan pengembangan ikan sedangkan pada bagian hidroponik untuk media tumbuh tanaman (Sastro, Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming, 2016).

Dalam budidaya hewan air, limbah yang menumpuk didalam air dapat bersifat racun bagi ikan, karena mengandung kotoran dan sisa-sisa makanan ikan, namun bagi tanaman air merupakan hal yang sangat bermanfaat bagi tanaman karena mengandung nutrisi yang menjadi sumber hara yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Hewan yang dapat dipelihara pada bagian akuatik ini adalah ikan. Ikan memperoleh makanan dari pakan ikan buatan dan plankton (baik itu zooplankton maupun phytoplankton) yang tumbuh di kolam budidaya ikan. Hasil dari proses metabolisme makanan ikan akan menghasilkan sampah organik berupa feses dan urine (Sastro, Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming, 2016, p. 23).

Nitrat atau yang umumnya disebut sebagai sumber hara makro akan dimanfaatkan oleh tanaman bagi pertumbuhannya. Tanaman akan menyumbangkan oksigen (O_2) sehingga air (H_2O) memiliki kualitas yang lebih baik untuk organisme yang hidup pada tangkai kultur, baik ikan maupun bakteri pengurai. Proses tersebut akan berjalan secara terus menerus didalam sistem akuaponik (Sastro, Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming, 2016, pp. 20-21).

Meskipun terdiri atas 2 bagian, namun sistem akuaponik masih terdiri atas beberapa komponen dan sub sistem. Beberapa komponen atau sub sistem tersebut memiliki peranan yang sangat penting dan saling bersinergi satu dengan yang lainnya dan juga bertanggung jawab atas penghilangan limbah padat, penyuplai basa untuk menetralkan keasaman, dan pengatur kandung oksigen air (Sastro, Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming, 2016).

3. Jenis Sayur dan Ikan Budidaya Akuaponik

Menurut Mark Sungkar dalam bukunya “Akuaponik Ala Mark Sungkar” terdapat beberapa jenis sayuran dan ikan yang dibudidayakan dengan metode akuaponik, yang dijelaskan dalam tabel berikut :

Tabel 1 Jenis Sayuran dan Ikan Budidaya Akuaponik

Jenis Sayuran				
No	Nama Sayuran	Suhu Ideal (°C)	Sinar Matahari (Jam/hari)	Masa Panen (Hari)
1	Kangkung	25-30	10	14-21
2	Cabai	24-27	10-12	17-90
3	Sawi Hijau	15-32	10-13	30-60
4	Tomat	20-27	12-14	60-100
5	Bayam	16-20	15	20-30
6	Selada	15-20	14-16	60-90
7	Seledri	15-25	4-5	7-14
Jenis Ikan				
No	Nama Ikan	Suhu Ideal (°C)	Jumlah Ikan / m ²	Masa Panen (Bulan)
1	Nila	25-30	200-400 ekor	4-6
2	Mujair	20-25	200-400 ekor	5
3	Lele	26-30	200-400 ekor	2-3

Sumber : Analisis Pribadim 2021

4. Syarat Tumbuh Tanaman

Menurut Alviani Puput dalam bukunya “Bertanam hidroponik untuk pemula terdapat 4 faktor penting dalam tumbuh kembang Tanaman sebagai berikut :

a. Unsur Hara

Unsur hara merupakan hal utama dalam sistem hidroponik, dikarenakan unsur hara dapat mempengaruhi tumbuh kembang tanaman. Standar unsur hara yang baik berda dikisaran Ph 5.5-7.5. Kisaran 6.5 merupakan kebutuhan terbaik bagi tanaman. Setiap tanaman memiliki perbedaan unsur hara tergantung pada tingkat pertumbuhannya.

b. Media Tanam

Media tanam yang baik menjaga unsur hara, kelembaban, dan drainase terjaga dengan baik. Media tumbuh harus dapat memasok air, zat hara, dan oksigen serta tidak mengandung zat *toxic* bagi tanaman.

c. Cahaya

Rata-rata tanaman dengan sistem hidroponik membutuhkan jam cahaya matahari antara 8-10 jam perhari sama halnya dengan tanaman yang ditumbuhkan di media tanah. Cahaya matahari berperan dalam proses fotosintesis yang berguna dalam proses tumbuh dan produksi tanaman. Penggunaan pencahayaan buatan seperti *high pressure sodium lamp* juga dapat dimanfaatkan pada area yang minim cahaya matahari maupun pada malam hari.

d. Air

Air merupakan salah satu hal penting dalam pertanian akuaponik. Air merupakan perantara sumber nutrisi bagi tanaman. Air pada metode hidroponik tidak boleh bercampur dengan air hujan karena dapat membawa bakteri yang merugikan tanaman. Air haruslah melalui tahap filtrasi dengan menggunakan *reverse osmosis* (OS) yang merupakan penyedia air kedua terbaik untuk sistem hidroponik karena mengandung sekitar 15-60 EC.

e. Suhu

Suhu terbaik bagi tumbuh kembang tanaman berkisar antara 15-27°C dengan tingkat kelembapan 50%. Kadar suhu yang tinggi maupun rendah dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi tidak normal dan kurang produktif

f. pH level

Media tanam dengan pH yang baik akan tumbuh dengan optimal. Kadar pH yang rendah dari standar optimal dapat menyebabkan nutrisi yang terlarut menjadi tidak diambil oleh tanaman. Standar kadar pH dapat berbeda-beda tergantung dari jenis tanaman. Standar pH ideal bagi tanaman berkisar antara 5,8-6,8.

g. Nutrisi

Guna tumbuh kembang yang baik tanaman pada umumnya membutuhkan unsur hara yang kompleks. Unsur hara pada media tanah dibagi menjadi 2 yaitu makro dan mikro. Pada media tanam

hidroponik air merupakan sumber nutrisi pengganti tanah. Dianjurkan untuk mengganti air dalam reservoir setiap 7-10 hari guna pertumbuhan yang optimal.

Berdasarkan tabel dan penjelasan diatas tanaman akan diletakkan dalam bangunan *greenhouse* yang terbagi dua, yaitu *greenhouse* penelitian dan wisata dengan material kaca tembus pandang agar matahari dapat menembus ruang dengan optimal. Tanaman dibagi mejadi 3 berdasar pada standar lama pencahayaan matahari sebagai berikut :

1. *Hight Sunlight*

Tanaman dengan intensitas cahaya matahari 15-16 jam/hari yaitu kangkung dan cabai diletakan pada area tertinggi yang terkena langsung dan mudah dijangkau cahaya matahari.

2. *Medium Sunlight*

Tanaman yg memerlukan intensitas cahaya matahari dengan lama penyinaran 13-14 jam/hari yakni sawi hijau dan tomat diletakkan pada bagian bawah arena tanaman *high sunlight* dan sebagian dicampur dengan tanaman *low sunlight*.

3. *Low Sunlight*

Tanaman dengan intensitas cahaya matahari antara 10-12 jam/hari yakni selada bayam diletakkan pada area paling bawah yang tidak terkena langsung cahaya matahari.

5. Jenis -jenis Metode Pertanian Akuaponik

Menurut Yudi Sastro (2016) dalam jurnal “Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming, akuaponik terbagi atas dua metode, yaitu sebagai berikut :

h. Vertiminaponik

Vertimaponik adalah penggabungan antara sistem budidaya sayur dengan metode vertikultur dan hidroponik. Vertikultur terdiri dari 2 sistem utama, yaitu hidroponik (untuk budidaya sayuran) dan subsistem akuakultur (budidaya ikan). Kedua sistem ini saling

berintegrasi dan mempengaruhi satu sama lain. Tanaman sayuran yang berada di sistem atas memperoleh zat-zat yang dibutuhkan untuk tumbuh dari subsistem bawah, begitupun dengan subsistem juga memerlukan air yang telah diserap dan disaring oleh tanaman sayur untuk dikembalikan menjadi air yang lebih bersih bagi budidaya ikan.

Dalam budidaya tanaman yang menggunakan sistem vertiminaponik tanaman tidak perlu menggunakan pupuk organik sama sekali, Oleh karena itu vertimaponik dikatakan sebagai metode pertanian yang ramah lingkungan dan terbebas dari penggunaan zat kimia dari peptisida.



Gambar 2 Metode pertanian akuaponik dengan model vertiminaponik (sumber : www.dictio.id, diakses pada 13 Oktober 2020)

i. Wolkaponik

Wolkaponik adalah salahsatu sistem budidaya yang sangat sesuai pada lahan yang terbatas, hal ini karena wolkaponik merupakan sistem budidaya akuakultur, *wall gardening* dan hidroponik. Metode penanaman pada sistem wolkaponik dilakukan secara vertikal, sedangkan untuk wadah pemeliharaan ikan diletakkan dibagian bawah. Disamping sisi keindahannya, pertanian wolkaponik juga memperindah lingkungan karena dilakukan dengan sistem *vertical garden*. Sama dengan vertiminaponik, dalam metode ini juga dapat dilakukan tanpa menggunakan pupuk kimia petisida

atau semacamnya, hanya memanfaatkan kotoran hasil metabolisme ikan untuk pertumbuhan tanaman.

Wolkaponik dapat diaplikasikan pada pekarangan rumah yang tidak terlalu luas, Desain Wolkaponik yang tidak banyak memakan tempat dapat menjadi salahsatu solusi pertanian perkotaan.

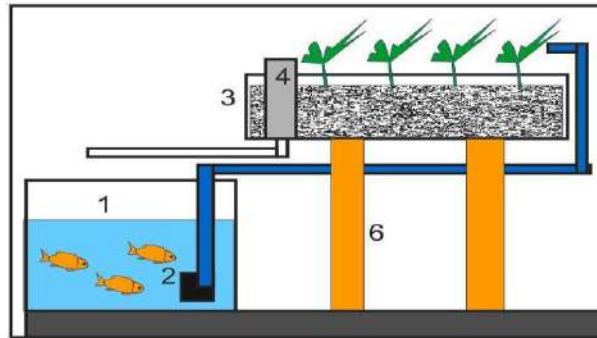


Gambar 3 Metode pertanian akuaponik dengan gaya wolkaponik (sumber : www.kagama.id, diakses pada 13 Oktober 2020)

Sedangkan menurut Nofiandi Riawan (2016) dalam bukunya yang berjudul “Membuat Instalasi Akuaponik Portabel 1 m² Hingga Memanen”, terdapat 3 jenis sistem akuaponik, sebagai berikut :

a. Sistem Pasang Surut

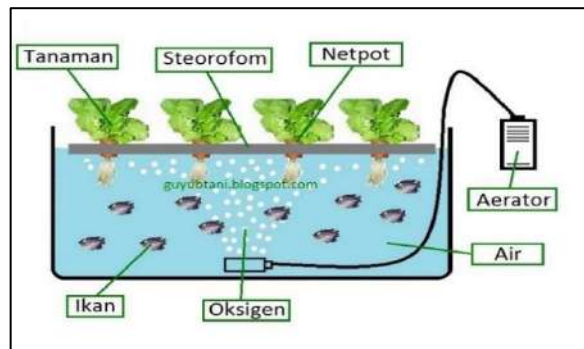
Cara kerja pada metode ini yaitu pompa yang berada di kolam ikan akan menarik dan mengisi wadah tanam yang berisi akar tanaman. Auto sifon akan menurunkan kembali air ke wadah budidaya ikan. Jumlah volume air dan ketinggian diatur oleh auto sifon. Akar tanaman akan menyerap air yang mengandung sumber hara selama air memenuhi wadah tanam dan selanjutnya akar akan bernafas selama air surut. Prosesnya dapat dilihat pada gambar dibawah berikut



Gambar 4 Akuaponik sistem pasang surut (sumber : www.mamanabee.wordpress.com, diakses pada 15 Oktober 2020)

b. Sistem Rakit Apung

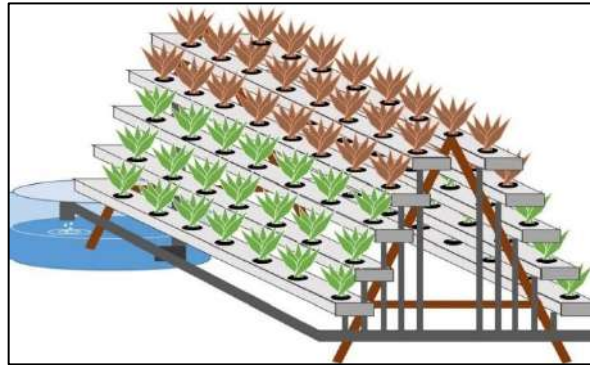
Pada sistem ini tanaman ditempatkan dan tumbuh pada wadah *Styrofoam* atau pipa PVC yang sudah dilubangi sebelumnya. Posisi *Styrofoam* menggantung sehingga terdapat sedikit jarak antara akar tanaman dengan permukaan air pada budidaya ikan, prosesnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5 Akuaponik sistem rakit apung (sumber : www.guyubtani.blogspot.com , diakses pada 15 Oktober 2020)

c. Sistem *Deep Flow Technique (DFT)*

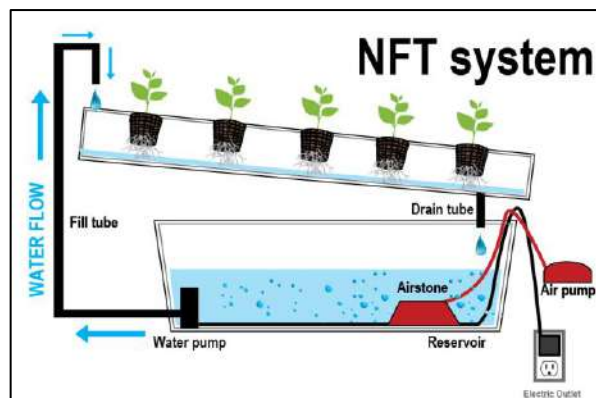
Pada metode ini, air dipompa menuju wadah tanam dan menggengangi akar tanaman setebal 3-5cm. Wadah tenaman pada umumnya menggunakan talang atau *gully* dengan kemiringan tertentu dan akar mengalir kembali menuju ke kolam. Akar akan menyerab nutrisi berupa sumber hara secara terus-menerus. Prosesnya dapat dilihat pada gamambar berikut.



Gambar 6 Akuaponik sistem deep flow technique (sumber : www.teknofarm.net, diakses pada 15 Oktober 2020)

d. Sistem *Nutrient Film Technique (NFT)*

Prinsipnya hampir mirip dengan metode DFT, tetapi aliran air yang melewati wadah dan akar tanaman hanya memiliki ketebalan 2-3 mm. Gambaran metodenya sebagai berikut.



Gambar 7 Akuaponik sistem Nutrient Film Technique (sumber : www.ilmubudidaya.com, diakses pada 15 Oktober 2020)

Berdasarkan penjelasan diatas, pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar, metode pertanian akuaponik menggunakan semua jenis metode pertanian, akan tetapi dengan sebagian besar menggunakan metode vertiminaponik, wolkaponik dan rakit apung, dikarenakan ketiga metode tersebut memiliki pemasangannya yang mudah dan terjangkau, sedangkan untuk sistem pasang surut, *Deep Flow Technique (DFT)*, dan *Nutrient Film Technique (NFT)* digunakan sebagai model prototipe dengan beberapa

unit saja dikarenakan instalasi yang susah dan biaya cenderung lebih tinggi diluar dari ketiga metode sebelumnya.

6. Pewadahan Metode Pertanian Akuaponik

Sayuran yang akan ditanam dengan metode akuaponik sebagian besar adalah bayam, kangkung, sawi dan seledri sesuai dengan potensi dalam hal ekonomi Makassar, selebihnya adalah cabai, tomat dan selada. Metode rakit apung diterapkan pada area *greenhouse* penelitian dengan pertimbangan efisiensi energi listrik dan perawatan. Sedangkan pada area *greenhouse* wisata diterapkan semua jenis metode pertanian, yang akan disusun bertingkat. yaitu pada tingkat pertama akan ditanami vertiminaponik, jenis sayuran wolkaponik, sistem pasang surut, *deep flow technique (DFT)* dan *nutrient film technique (NFT)* kecuali wolkaponik yang berbentuk vertikal diletakkan pada area selasar wisata yang teduh guna menarik perhatian pengunjung. Wolkaponik ditanami dengan sawi hijau dan tomat yang termasuk kedalam *middle sunlight*.

Pengaplikasian metode pertanian akuaponik

Pada kawasan pusat penelitian dan pengembangan akuaponik terdapat dua zona untuk penanaman akuaponik, pada area *greenhouse* penelitian ditanami metode vertiminaponik dengan jenis tanaman selada, Sedangkan pada area *greenhouse* wisata yang dikhususkan untuk kegiatan pelatihan dan komersil digunakan metode wolkaponik agar memberikan kesan

D. Tinjauan Bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar

1. Fungsi Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar
 - a. Mewadahi kegiatan penelitian dalam bidang pertanian metode akuaponik melalui pengumpulan dan pengolahan data serta pengembangan hasil pertanian akuaponik metode vertiminaponik,

wolkaponik dan sistem rakit apung yang dilakukan untuk nantinya akan disebarakan kepada masyarakat luas.

- b. Mengedukasi masyarakat tentang metode bercocok tanaman akuaponik guna mensosialisasikan dan mempromosikan *urban farming* yang bertujuan untuk meningkatkan kesejateraan pangan kota.
- c. Menyediakan fasilitas berupa bahan, tempat pemasaran hasil budidaya dan produk hasil olahan untuk langsung diperjual belikan secara langsung.

Dari penjelasan fungsi Pusat penelitian dan Pengembangan Akuaponik diatas, maka diperoleh beberapa kebutuhan ruang dan lahan yang dibutuhkan untuk pewardahan kegiatan, diantaranya labolatorium, *greenhouse*, sebagai sarana untuk melaksanakan kegiatan penelitian, Auditorium sebagai ruang penyuluhan dan edukasi bagi petani maupun masyarakat umum serta rapat pertemuan. Unit produksi sebagai hasil penelitian.

2. Pelaku dan Kegiatan Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar

a. Unsur Pelaku Kegiatan

1) Peneliti

Peneliti adalah orang yang yang melakukan penelitian labolatorium pusat dan memanfaatkan sarana dan prasarana yang disediakan. Berikut adalah jenis-jenis peneliti :

a) Asisten peneliti muda dan asisten peneliti madya:

Membantu merencanakan kegiatan penelitian, melakukan kegiatan penelitian sendiri dibawah bimbingan dan menerbitkan dan menyebarkan hasil penelitian.

b) Ajun Peneliti Muda dan Ajun Peneliti Madya

Merumuskan dan merencanakan kegiatan penelitian dengan bimbingan, melakukan penelitian dan menerbitkan daan

c) Peneliti muda dan peneliti madya

Merumuskan dan membuat rencana kegiatan, melakukan kegiatan penelitian, menerbitkan dan menyebarluaskan hasil dari penelitian, membimbing dan mengawasi penjabat peneliti dibawahnya pada pelaksanaan kegiatan penelitian dan membantu merumuskan arah untuk kebijakan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEKS).

d) Ahli Peneliti Muda, Ahli peneliti madya dan ahli peneliti utama

Merumuskan dan membuat rencana kegiatan penelitian, melakukan kegiatan penelitian, menerbitkan dan menyebarluaskan hasil penelitian, mengarahkan, membimbing, dan mengawasi pejabat penelitian dibawahnya dalam melaksanakan kegiatan penelitian, merumuskan arah untuk kebijakan pengembangan IPTKES, dan memupuk perkembangan kehidupan ilmiah pada taraf nasional maupun internasional.

e) Pejabat peneliti

Pejabat peneliti mempunyai kebebasan dan tanggung jawab dalam melahirkan pikiran dan menyatakan pendapat ilmiah dengan sikap bertanggung jawab dan dapat memperoleh serta memanfaatkan dan mengolah data informasi, menerbitkan dan menyebar luaskan hasil penelitian, menggunakan fasilitas dan sarana prasarana, sepanjang tidak bertentangan dengan peraturan perundang-undnagan yang berlaku.

2) Pengelola Pusat penelitian dan pengembangan (non-peneliti)

Pengelola pusat penelitian dan pengembangan merupakan orang yang bekerja pada labolatorium maupun pada labolatorium penelitian yang bersangkutan, memiliki tugas dan

tanggung jawab akan berjalannya kegiatan dalam pusat penelitian tersebut. Pengelola tersebut diantaranya kepala Pusat, Kepala Bagian Tata Usaha, Kepala bidang penyelenggara dan Sarana beserta Staff kepegawaian lainnya.

3) Pengunjung

Pengunjung merupakan orang yang memanfaatkan sarana dan prasarana. Pengunjung dalam hal ini meliputi pihak-pihak terkait yang menjalin kerjasama dan masyarakat sekitar maupun luar daerah yang memiliki minat terhadap metode pertanian akuaponik. Berikut adalah prediksi pengunjung Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik di Kota Makassar :

a) Pendidikan

Prediksi pendidikan yang merujuk kepada pelajar dari jenjang pendidikan SMA sampai ke tingkat perguruan tinggi, guru, dosen dan peneliti.

b) Instansi dan/atau Lembaga Pemerintah

Merujuk kepada kepemilikan dan pengelolaan Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik.

c) Lembaga swasta

Merujuk kepada kerjasama bilateral dengan perusahaan swasta terhadap output Pusat penelitian dan Pengembangan Akuaponik seperti industri kreatif, industri pangan dan sebagainya.

b. Jenis Kegiatan

1) Penelitian

Penelitian merupakan kegiatan utama dalam Pusat Penelitian ini. Penelitian berfokus pada metode pertanian akuaponik menggunakan metode eksperimen yang dilakukan didalam laboratorium dan *greenhouse*, dan kemudian hasil penelitian dikembangkan guna menjadi produk yang berguna dan

bermanfaat. Pelaku dalam kegiatan ini adalah seluruh kalangan peneliti.

2) Penyuluhan

Hasil dari eksperimen dan pengembangan penelitian terkait dengan produk dan metode akuaponik kemudian disebarluaskan kepada masyarakat umum. Edukasi dilakukan dengan umumnya melakukan kegiatan formal seperti seminar, pelatihan, diklat dan bimbingan yang berkaitan tentang penelitian dan hasil temuan terbaru yang di informasikan. Pelaku dalam kegiatan penelitian meliputi seluruh peneliti, pengelola, dan pengunjung.

3) Wisata

Kegiatan edukasi wisata seperti kunjungan untuk mengenal lebih dalam ilmu pertanian dan kegiatan pelatihan khususnya metode pertanian akuaponik serta untuk sekedar menikmati fasilitas yang ditawarkan. Pelaku dalam kegiatan ini adalah pengunjung dan pengelola.

4) Administrasi

Kegiatan administrasi dalam hal ini adalah kegiatan yang dilakukan oleh pihak pengelola beserta seluruh staffnya, kegiatan-kegiatan yang direncanakan, kegiatan teknis, diselenggarakan dan dievaluasi oleh kelompok kegiatan ini, dan terkait langsung dengan masyarakat umum. Pengelola kegiatan tersebut diantaranya kepala Pusat, Kepala Bagian Tata Usaha, Kepala bidang penyelenggara dan Sarana beserta Staff kepegawaian lainnya.

5) Penunjang

Kegiatan penunjang dalam hal ini merupakan kegiatan yang menunjang berjalannya kegiatan-kegiatan utama dan bersifat umumnya bersifat pelengkap. Kegiatan ini melibatkan masyarakat umum yang ingin menikmati berbagai fasilitas yang

disediakan dan juga pihak penyelenggara tentunya. Pelaku dalam kegiatan penyelenggara ini adalah pengelola dan pengunjung.

3. Kebutuhan Fasilitas Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar

a. Laboratorium Kultur Jaringan

Pertumbuhan eksplan dalam kultur jaringan diusahakan dalam lingkungan yang aseptik dan terkontrol dengan baik. Laboratorium yang efektif merupakan salahsatu unsur penting yang ikut menentukan keberhasilan suatu pekerjaan, baik untuk penelitian maupun untuk produksi. Laboratorium pada umumnya dibangun di daerah yang udaranya bersih, tidak terdapat banyak debu dan polusi. Bangunan laboratorium kultur jaringan sebaiknya mempunyai pembagian ruangan yang ditata sebaik mungkin sehingga tiap kegiatan terpisah satu dengan yang lainnya, tetapi mudah saling berhubungan dan mudah dicapai.

Pembagian ruangan laboratorium kultur jaringan berdasarkan kegiatan-kegiatannya adalah sebagai berikut :

1) Ruang persiapan

Ruangan ini difungsikan untuk mempersiapkan media kultur dan bahan tanaman yang dipergunakan sebagai tempat mencuci peralatan laboratorium dan tempat untuk menyimpan peralatan gelas. Sesuai dengan fungsinya, maka diruangan ini terdiri dari :

- a) Hot plate dengan magnetic stirrer
- b) Oven
- c) Pengukur pH, dapat berupa pH meter, atau kertas pH indicator
- d) Autoklaf
- e) Kompor gas
- f) Tempat cuci

g) Labu takar, gelas piala, erlenmeyer, pengaduk gelas, spatula, petridish, pipet, botol kultur, pisau scapel.

2) Ruang Transfer/Tanam

Ruang transfer adalah ruang dimana pekerjaan aseptik dilakukan. Ruangan ini mewadahi kegiatan isolasi tanaman, sterilisasi dan penanaman eksplan dalam media. Ruangan ini sebaiknya terbebas dari debu dan hewan-hewan kecil seperti serangga, serta terpisah dan tersekat dengan ruangan lain. Penggunaan AC sangat dianjurkan dalam ruangan ini. Ruangan transfer dilengkapi dengan peralatan sebagai berikut :

- 1) Laminar air flow cabinet, bisa juga enkas
- 2) Alat-alat diseksi; pisau bedah/scapel, pinset, spatula, dan gunting.
- 3) Hand sprayer yang berisi alkohol 70 %
- 4) Lampu Bunsen

3) Ruang Kultur/Inkubasi

Merupakan ruang yang paling besar disbanding dengan yang lainnya. Ruangan ini harus dijaga kebersihannya dan sebisa mungkin dihindari terjadinya aktifitas keluar masuknya orang-orang yang tidak berkepentingan. Ruangan ini berisi rak-rak kultur yang berfungsi sebagai wadah penampungan botol-botol kultur yang berfungsi untuk menampung botol-botol kultur yang berisi tanaman. Rak ini juga dilengkapi dengan lampu-lampu sebagai sumber cahaya untuk tanaman kultur. Selain rak kultur, ruang kultur juga harus dilengkapi dengan AC, pengukur suhu dan kelembapan, serta timer yang digunakan untuk menghidupkan dan mematikan lampu secara otomatis.

4) Ruang stok/media jadi

Ruangan ini memiliki fungsi untuk menyimpan media tanam yang sudah *autoklaf*. Ruangan stok sebaiknya pada suhu

yang dingin dan gelap, serta kebersihannya terjamin. Media tanam akan diinkubasi pada ruang ini selama 3 hari sebelum digunakan, Hal ini untuk mengetahui kondisi media tanam apakah steril atau terkontaminasi jamur atau bakteri.. Apabila media terkontaminasi, sebaiknya mengambil tindakan untuk segera dikeluarkan dan diautoklaf selama 1 jam pada tekanan 0.14 Mpa.

5) Ruang Timbang/bahan kimia

Ruangan ini berisi untuk menyimpan stok bahan-bahan kimia, timbangan analitik, magnetic stirrer dan lemari es. Semua kegiatan penimbangan bahan kimia dan pembuatan larutan stok dilakukan pada ruangan ini. Sedangkan pada laboratorium sederhana, ruang kultur dan ruang stok media dapat digabung menjadi cukup satu ruangan. Sedangkan ruang persiapan dapat digabung dengan ruangan bahan kimia. Dari dua ruangan ini, ruang tanam dan kultur harus memiliki AC. Untuk daerah yang bersuhu dingin tanpa memakai AC tidak akan masalah.

a. Laboratorium Bioteknologi

Laboratorium ini mewadahi kegiatan mengenai penelitian ilmu penyakit tanaman, ilmu hama tumbuhan, Pestisida dan Teknik aplikasi, teknologi senyawa alam dan hayati, pengelolaan hama penyakit terpadu, mikrobiologi pertanian, bioteknologi perlindungan tanaman, entomologi, patologi tumbuhan, dan epidermologi penyakit tumbuhan. Laboratorium ini di dipergunakan dalam pengembangan ilmu dibidang hama dan penyakit, serta pengembangan pestisida dengan metode bioteknologi menggunakan peralatan yang canggih. Alat-alat yang digunakan dalam laboratorium Bioteknologi adalah :

- 1) Mikroskop Majemuk
- 2) Autoclave
- 3) Laminar air flow

- 4) Colony counter
- 5) Haemocytometer
- 6) Water distiller
- 7) Rotamixer
- 8) Oven
- 9) Shaker
- 10) Hot plate

b. Laboratorium Agronomi dan Horikultura

Laboratorium ini mewadahi kegiatan penelitian dibidang dasar-dasar agronomi, fisiologi tumbuhan, mekanisme pertanian, ekologi tanaman, teknologi benih, pemulihan tanaman, teknologi budidaya tanaman, teknologi pasca panen, fisiologi tanaman industri, pengembangan produksi tanaman horikultura.

c. Laboratorium Benih

Laboratorium yang mewadahi kegiatan penelitian uji kemurnian fisik, uji kadar air dalam benih, uji daya kecambah, uji varietas lain dengan cara visual.

Alat-alat yang dibutuhkan dalam laboratorium benih adalah sebagai berikut :

- 1) Homogenizer
- 2) Centrifugal devider
- 3) Electric centrifugal devider
- 4) Timbangan
- 5) Meja sortasi dan magnifier lamp
- 6) Soil devider
- 7) Oven
- 8) Aquaboy
- 9) Grinder
- 10) Analytic balance
- 11) Germinator
- 12) Alat pres

- 13) Cool storage
- 14) Seed counter
- 15) Alat pengering benih
- 16) Analytic balance

d. *Greenhouse*

Wardani (2017) mendefinisikan *greenhouse* sebagai sebuah bangunan yang terbuat dari bahan plastik maupun kaca tebal yang berfungsi menyelimuti permukaan bangunan dimulai dari dinding hingga atap yang juga dibekali dengan peralatan pengontrol kelembapan, distribusi dan pupuk. *Greenhouse* adalah wadah tanaman seperti sayur-sayuran dan buah-buahan serta tanaman pangan dibudidayakan dengan pengendalian iklim guna memberi perlindungan tanaman budidaya dari suhu yang tidak sesuai. Debu, hama, intensitas cahaya, suhu dan kelembapan agar panen menjadi maksimal. Penggunaan *greenhouse* pada sistem budidaya tanaman adalah salahsatu cara untuk memberikan lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman. *Greenhouse* dikembangkan pertama kali dan umum digunakan di kawasan yang beriklim subtropika. Berdasarkan bentuknya bangunan *greenhouse* memiliki 3 macam jenis sebagai berikut :

1) Piggy Back

Penggunaan *greenhouse* jenis piggy back lebih umum diterapkan di daerah yang memiliki keadaan iklim tropis dan dioptimalkan dengan banyak bukaan pada area atap yang bertujuan untuk memperlancar pergantian udara dan mempertahankan suhu serta kelembapan pada udara. Tipe ini sering disebut tropical Greenhouse. Namun tidak disarankan untuk membangun Greenhouse tipe ini, pada daerah yang mempunyai tiupan angin yang kencang.



Gambar 8 Tipe Greenhouse piggy back (sumber : www.ralia972.blogspot.com, diakses pada 17 Oktober 2020)

2) Tunnel

Tipe ini jika dilihat dari tampak depan seperti lorong setengah lingkaran. Kelebihannya adalah memiliki struktur sangat kuat. Atapnya yang berbentuk melengkung kebawah merupakan bentuk yang sangat tepat dalam menghadapi terpaan angin. Sedangkan struktur busur dengan kedua kaki terpendam ketanah memegang bangunan lebih kuat. Kelemahan pada greenhouse tipe ini terletak pada minimnya sistem ventilasi, jika di terapkan pada iklim tropis, maka harus ditambahkan alat berupa *exhaust fan* untuk menghisap udara panas dari luar agar suhu di *greenhouse* optimal untuk pertumbuhan tanaman.



Gambar 9 Tipe Greenhouse tunnel (sumber : www.ralia972.blogspot.com, diakses pada 17 Oktober 2020)

3) Campuran (Multi Span)

Greenhouse tipe ini adalah tipe campuran antara tipe tunnel dan tipe *pinggy back*. Oleh karena itu, maka tipe

greenhouse ini memiliki kelebihan pada struktur yang kuat dan memiliki ventilasi yang maksimal baik dalam sirkulasi udara maupun pada suhu yang optimal untuk tumbuh tanaman.



Gambar 10 tipe Greenhouse multi span (sumber : www.ralia972.blogspot.com, diakses pada 17 Oktober 2020)

e. Auditorium

Menurut KBBI (2020) Auditorium merupakan bangunan atau ruangan besar yang digunakan untuk mengadakan pertemuan umum, pertunjukan, dsb. Auditorium mewadahi kegiatan untuk penyuluhan, seminar dan kegiatan edukasi lainnya, selain itu difungsikan juga sebagai tempat melaksanakan rapat maupun pertemuan.



Gambar 11 Auditorium (sumber : www.dewaperedamruangan.com, diakses pada 20 Oktober 2020)

f. Perpustakaan

Perpustakaan merupakan suatu tempat terjadinya kegiatan perhimpunan, pengelolaan dan penyebarluasan berbagai macam informasi dimulai dari yang ebsifat tercetak hingga yang terekam

dalam berbagai media seperti buku, majalah, surat kabar, film dan kaset. Tape recorder, video, komputer dan lain-lain. (Yusuf & Suhedar, 2007). Dalam artian tradisional, perpustakaan adalah sebuah koleksi buku majalah. Walaupun dapat diartikan sebagai koleksi pribadi perorangan, namun perpustakaan lebih umum dikenal sebagai sebuah koleksi besar yang dibiayai dan dioperasikan oleh sebuah kota atau institusi, dan dimanfaatkan oleh masyarakat yang rata-rata tidak tidak mampu membeli sekian banyak buku atas biaya sendiri. Perpustakaan yang ada pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik ini digunakan sebagai ruang baca dan juga pusat informasi.



Gambar 12 Perpustakaan buku dan elektronik (sumber : www.duniaperpustakaan.com, diakses pada 20 Oktober 2020)

4. Persyaratan Bangunan Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar
 - a. Tipe Bangunan penelitian

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Divisi Arsitektur Yayasan Nuffield (1961), bahwa secara umum tipe bangunan penelitian dibagi atas dua, yaitu:

- 1) Bangunan penelitian non fisik; diperuntukkan pada kegiatan berupa penelitian murni, pendidikan, ilmu dasar terapan, kegiatan rutin seperti industri, rumah sakit, serta bisnis.

- 2) Bangunan penelitian fisik; diperuntukkan pada kegiatan penelitian ruang dan dimensi, seperti pengembangan sistem dan teknologi.
- b. Syarat umum bangunan penelitian fisik maupun non fisik yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:
- 1) Fleksibilitas dan Kapabilitas; ketersediaan ruang sesuai dengan jenis kegiatan dan alat penelitian yang digunakan.
 - 2) Efektifitas dan Efisiensi; ketersediaan ruang mampu mengoptimalkan hasil
 - 3) usaha penelitian, memberikan kemudahan, serta penghematan (energi)
 - 4) Keamanan dan Keselamatan; aspek ini mempengaruhi psikologis para pelaku kegiatan di dalam bangunan. Faktor perencanaan bangunan yang efektif untuk menghindari dan mengatasi kecelakaan kerja merupakan prinsip dasar untuk memberikan rasa aman kepada pelaku kegiatan.
 - 5) Kenyamanan; berhubungan dengan aspek psikologis yang menuntut penciptaan lingkungan kerja yang nyaman melalui pemanfaatan pencahayaan dan penghawaan.
 - 6) Alat dan Perlengkapan; jenis, besaran, dan dimensi ruang disesuaikan dengan kualitas dan kuantitas alat, maupun perlengkapan kegiatan yang dibutuhkan.
- c. Standar Bangunan Greenhouse
- Menurut SNI 7604-2010 yang diadopsi dari *Philippine Agriculture Engineering Standard Paes 415-2001*, menjelaskan beberapa standar *greenhouse* sebagai berikut :
- 1) Syarat Lokasi
 - a) Rumah tanaman harus ditempatkan di lahan terbuka yang cukup cahaya matahari

- b) Rumah tanaman sebaiknya ditempatkan dengan bedengan atau meja tanam arah Utara-Selatan untuk mengurangi pencahayaan olah bangunan tanaman itu sendiri
 - c) Rumah tanaman yang di gabung dengan rumah tanaman lainnya sebaiknya di bangun arah Utara- Selatan agar penyinarannya merata sepanjang hari
 - d) Lokasi Rumah tanaman harus memiliki drainase yang bagus
 - e) Harus tersedia air irigasi
 - f) Terlindung dari angin berlebihan
 - g) Bedengan atau meja tanam sebaiknya mempunyai lebar hingga 1,8 m apabila digunakan untuk jalan masuk dari dua sisi, dan sebaiknya memiliki lebar maksimum 0.90 m apabila hanya dapat di capai dari satu sisi
 - h) Celah sirkulasi udara kira-kira 160 mm harus dibiarkan antara sisi dinding dan bedengan atau meja tanam
- 2) Syarat Struktur greenhouse
- a) Tinggi Rumah Tanaman
 - 1) Tinggi tepian atap untuk tipe segitiga (gable) minimum 1.7 m dengan tinggi atap segitiga minimum 2.4 m
 - 2) Tinggi tepian atap dan atap bubungan (roof pitch) akan menentukan tinggi bangunan bagian tengah. Tinggi bangunan harus sama dengan tinggi tepian atap di tambah $\frac{1}{4}$ lebar bangunan
 - 3) Tinggi talang air 2.8 m – 3 m untuk rumah dengan banyak atap (multi span) guna memberi keleluasaan mesin bebas bergerak
 - 4) Tinggi rumah dalam area jalan harus minimum 2 m
 - 5) Untuk tanaman dengan tinggi 2 m maka tinggi tepian atap harus 2.10 m

b) Pondasi

- 6) Pondasi harus dirancang kuat menahan beban ke atas, penggulingan, dan penurunan beban ke bawah
- 7) Untuk greenhouse permanen pondasi harus terbuat dari bahan yang awet dan kuat, dan harus diperlebar dengan kedalaman minimum 0.45 m
- 8) Pondasi permanen harus disiapkan untuk material berupa kaca dan plastik berat
- 9) Rumah tanaman yang di tutup dengan polyethylene biasanya tidak memerlukan pondasi yang kuat. Tetapi tiang untuk mendukung harus ditempatkan di pijakan pada kaki beton.
- 10) Untuk dinding, tinggi tiang samping dan pilar sebaiknya 0.30-3 m
- 11) Untuk rumah tanaman terbuat dari kayu maka dinding beton yang diperkuat pada bagian bawah dengan tinggi 0.4 harus dipersiapkan sebagai pendukung bangunan

c) Rangka dan Penutup

- 1) Rangka harus mampu menahan beban jeruji pembawa hingga 25 kg/m²
- 2) Rangka harus mampu menahan tiupan angin maksimum 250 km/jam
- 3) Material rangka dapat menggunakan baja, kayu, aluminium
- 4) Penutup harus cukup terang untuk meneruskan cahaya secara optimal, bersifat awet dan ekonomis, menahan beban berat dari tiupan angin hingga 150 km/jam dan harus dipasang secara erat/pas.

d) Material Penutup

- 1) Kaca : dapat meneruskan cahaya paling bagus

- 2) Plastik polyethylene : melindungi atap dengan bagus dari hujan, harga murah, dan memerlukan sedikit komponen structural.
 - 3) Serat kaca (fiberglass) : bersifat awet, kaku, dan tersedia dalam berbagai tingkat penerusan cahaya
 - 4) Plastik gelombang lembaran : perlindungan yang baik dari hujan, penerusan cahaya yang lebih bagus, plastik jenis ini memiliki harga, biaya perawatan, dan pemasangan tinggi
 - 5) Kasa (screen) : kasa biasa digunakan untuk peneduhan, perlindungan dari dahan/ranting yang jatuh, tapi tidak bisa melindungi dari hujan. Kasa memiliki harga, biaya pemasangan, biaya perawatan yang rendah.
- e) Temperatur dan Kelembapan relative udara *Greenhouse*

Tabel 2 Kecepatan udara Greenhouse

Kecepatan udara (m/s)	Pengaruh
0.1-0.25	Memudahkan pengambilan CO ₂
0.5	Pengambilan CO ₂ menurun
0.1	Menghalangi penngambilan CO ₂ (pertumbuhan)
4.5	Menyebabkan kerusakan fisik pada tanaman

Sumber : Jurnal "Bangunan Pertanian Syarat Mutu Rumah Tanaman "Greenhouse" 2020

E. Kajian *Green Building*

1. Defenisi *Green Building*

Menurut Green Building Council Indonesia/GBCI (2010), green building adalah bangunan yang sejak dimulai tahap perencanaan, pembangunan, pengoperasian sampai pada tahap pemeliharannya mempertimbangkan aspek-aspek dalam perlindungan, penghematan,

dan pengurangan penggunaan sumber daya alam, menjaga mutu dan kualitas udara ruangan, dan memperhatikan kesehatan pengguna bangunan yang semuanya berdasar pada kaidah pembangunan yang berkesinambungan.

Terdapat tolokukur penilaian khusus agar bangunan dapat dikatakan sebagai bangunan hijau. Kriteria penilaian bangunan hijau setiap negara berbeda-beda disesuaikan dengan keadaan negaranya, tapi secara garis besar penilaian tersebut menyangkut : *sustainable site, water efficiency, energy and atmosphere, material and resources, indoor environmental quality, innovation and design process, waste, ecology, health and wellbeing, transport mode and project management*. Rincian kriteria tersebut pada dasarnya merupakan hasil uraian dari metrik internasional sustainability yaitu ekonomi, sosial dan lingkungan yang juga dikesebut sebagai *the tripple bottom line*.

Green Building menurut Sudarwani (2012) mengacu pada struktur dan menggunakan proses yang bertanggungjawab terhadap lingkungan dan sumber daya yang efisien diegala siklus hidup bangunan dimulai dari penentuan tapak hingga ketahap desain, konstruksi, pengoperasian, pemeliharaan, renovasi pembongkaran. Praktik ini memperluas dan melengkapi desain bangunan klasik, keprihatinan ekonomi, daya tahan utilitas, dan kenyamanan pengguna, pernyataan tersebut sejalan dengan pendapat Effendy (2021) mengatakan bahwa Tujuan dari konsep *Green Building* adalah guna untuk mereduksi konsumsi energi fosil yang dapat diimplementasikan pada desain orientasi bangunan, pemilihan bahan konstruksi bangunan, pemanfaatan cahaya dan penghawaan alami.

Green building adalah konsep yang berdasar pada “bangunan berkelanjutan” dan memiliki syarat tertentu, yakni lokasi, sistem perencanaan dan desain, renovasi dan pengoperasian, dan menganut prinsip hemat energi, serta harus memberikan dampak positif bagi lingkungan, ekonomi dan sosial.

2. Sejarah *Green Building*

Green Building disuarakan oleh US Green Building Council (USGBC) pada tahun 1993. Green building memiliki tujuan untuk mengubah bangunan industri menjadi bentuk aktivitas yang lebih ramah lingkungan. Pada pertengahan tahun 1990-an, USGBC bekerja sama dengan Departemen Energi Amerika Serikat mengembangkan sebuah sistem penilaian dan evaluasi terhadap hal-hal yang terkait dengan Green Building. Sistem pertama disebut dengan Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), untuk konstruksi baru dan renovasi skala besar, dikemudian atau diuji yang dimulai pada tahun 1998. Pada 1 tahun berikutnya terdapat 50 proyek Amerika Serikat. Versi 2.0 dari LEED diterbitkan pada bulan maret 2000, versi tersebut merupakan hasil pembaharuan dan revisi. Telah terjadi perluasan pada versi 2.0, yang mana pada versi terbaru ini telah terjadi banyak perubahan yang besar. Pada tanggal 27 April 2009 tepat 8 tahun setelah versi kedua kembali diterbitkan LEED versi 3.0.

Sejak tahun awal dicetuskannya pada 1990 USGBC mengalami pertumbuhan yang sangat pesat, yang mana pada tahun-tahun awal hanya berhasil merekrut 100 anggota, pada tahun 2007 jumlah anggotanya mengalami penambahan sebanyak 7700 badan hukum, institusi, organisasi pemerintah dan Lembaga (tidak termasuk anggota individual). Menyusul pada tahun 2004 negara Kanada mendirikan Green Building Council (CaGBC), yang hingga saat ini telah memiliki lebih dari 1300 anggota dengan berbagai cabang yang tersebar di beberapa provinsi. CaGBC menggunakan system evaluasi LEED tetapi dengan melalui tahap penyesuaian dengan negara Kanada. Tercatat 225 proyek mendaftarkan diri untuk mendapat sertifikasi standar LEED di tahun 2007. Pertumbuhan Green Building di Kanada sangat cepat, dengan fokus khusus pada poin efisiensi energi dan kualitas udara dalam ruangan yang sesuai dengan Kanada bagian utara dan iklim yang lebih dingin.

3. Prinsip-prinsip *Green Building*

Green Building Concil Indonesia (GBCI) merupakan Lembaga mandiri (non government) dan nirlana (non-profit) yang memiliki komitmen untuk mengedukasi masyarakat dalam menerapkan praktik terbaik lingkungan dan memfasilitasi transportasi industri bangunan global berkelanjutan. Lembaga ini didirikan pada tahun 2009 dan diadakan dengan kerjasama antara pemangku kepentingan, meliputi pemerintah, kalangan industri sektor pendidikan dan penelitian. Lembaga *Green Building Concil Indonesia (GBCI)* telah terdaftar pada Lembaga Bangunan Hijau Dunia (World Green Building Council/WGBC). Salahsatu program *Green Building Concil Indonesia (GBCI)* adalah untuk menyelenggarakan kegiatan sertifikasi *green building* di Indonesia yang berdasar pada perangkat penilaian Indonesia yang disebut *GreenShip*. Terdapat 6 prinsip dasar yang menjadi penilaian pada *Green Building Concil Indonesia (GBCI)* sebagai Green Building sebagai berikut :

a. Tepat Guna lahan

Pembangunan lahan yang efisien dan tidak menggunakan seluruh lahan yang tersedia untuk dibangun, melainkan disediakan 30% dari total keseluruhan lahan untuk daerah resapan.

b. Sumber dan Siklus Material

Material bangunan menggunakan bahan lokal guna mengurangi biaya transportasi. Menggunakan material yang sudah mendapat *green specification* yang telah terdaftar dalam *life cycle analysis*, seperti energi yang dihasilkan, ketahanan material, minimalisasi limbah, penggunaan kayu yang bersertifikat, dan material dengan kemampuan daur ulang yang baik.

c. Efisiensi dan Konservasi Energi

Manajemen sirkulasi bangunan yang baik guna menekan penggunaan AC dalam ruangan dan mengpotimalkan cahaya matahari sebagai sumber penerangan alami pada siang hari. Green

building juga umumnya menggunakan tenaga surya dan turbin angin sebagai penghasil listrik alternatif.

d. Konservasi Air

Menyediakan Sewerage Treatment Plant (STP) guna mendaur ulang air limbah rumah tangga agar dapat digunakan kembali untuk toilet, menyiram tanaman dan lainnya. Green building juga menggunakan peralatan penghemat air seperti shower dengan tekanan rendah, kran otomatis (self-closing atau spray tubs) dan tanki toilet yang low-flush toilet yang dapat mengatur pemakaian air dalam bangunan sehemat mungkin.

e. Kesehatan dan Kenyamanan Ruang

Penggunaan material dan produk-produk non-toxic yang meningkatkan kualitas udara ruangan dan mengurangi tingkat penyakit asma, alergi, dan *sick building syndrome*. Green Building umumnya menggunakan material yang bebas dari emisi dan tahan terhadap kelembapan guna mencegah tumbuhnya spora dan mikroba pada bangunan. Menggunakan sistem ventilasi yang efektif guna meningkatkan kualitas udara yang masuk kedalam bangunan dan bahan-bahan pengontrol kelembapan yang membuat bangunan dapat bernafas dengan leluasa.

f. Manajemen Limbah dan Lingkungan

Green building yang baik juga harus memiliki manajemen lingkungan dan pengolahan limbah secara lokal. Beberapa kriteria desain antara lain penggunaan material kayu.

Bangunan dengan pengaplikasian proses-proses ramah lingkungan, penggunaan sumber daya dengan efisien, selama daur hidup bangunan yang dimulai sejak perencanaan, pembangunan, operasional pemeliharaan dan renovasi bahkan pembongkaran tentu memiliki manfaat. Berikut adalah manfaat pembangunan dengan metode *Green Building* :

- a. Manfaat Lingkungan :
 - 1) Meningkatkan dan melindungi keberagaman ekosistem.
 - 2) Memperbaiki kualitas udara.
 - 3) Mereduksi limbah.
 - 4) Konservasi sumber daya alam.
- b. Manfaat Ekonomi :
 - 1) Menekan biaya operasional.
 - 2) Menciptakan dan memperluas pasar bagi produk dan jasa hijau.
 - 3) Meningkatkan produktivitas pengguna bangunan.
 - 4) Mengoptimalkan kinerja daur hidup ekonomi.
- c. Manfaat Sosial :
 - 1) Meningkatkan kesehatan dan kenyamanan pengguna bangunan.
 - 2) Meningkatkan estetika bangunan.
 - 3) Menekan masalah dengan infrastruktur lokal.

Berdasarkan uraian diatas, konsep Green Building yang diterapkan pada objek rancangan sesuai dengan standar prinsip Green Bulding Council Indonesia (GBCI) meliputi pemanfaatan material berkelanjutan, keterkaitan dengan ekologi lokal, konservasi energi, efisiensi dalam penggunaan air, penanganan limbah, pemakaian kembali/renovasi bangunan, serta kesehatan dan kenyamanan pengguna bangunan.

4. *Greenship*

Greenship merupakan bagian dari penilaian yang dijadikan tolokukur dalam penerapan konsep *Green Building*. *Greenship* juga dijadikan sebagai standar sesuai dengan sumber *Green Building Concil Indonesia (GBCI)*. Poin-poin yang terdapat pada penialaian tersebut akan menjadi dasar pertimbangan keberhasilan suatu bangunan untuk mendapat predikat bangunan hijau. *Greenship* terbagi menjadi lima bagian sebagai berikut :

a. *Greenship new Building.*

Pengaplikasian *green building* pada bangunan baru umumnya terkait mengenai desain dan perencanaan bangunan. Adapun jenis proyek yang dapat dikategorikan sebagai bangunan baru *greenship* sebagai berikut :

- 1) Gedung baru pada lahan kosong.
- 2) Kegiatan renovasi dengan minimal 90% bobot pekerjaan mekanikal elektrikal atau pekerjaan struktur pada lahan terbanguni.
- 3) Gedung yang lokasinya berada pada lokais terpadu. Penilaiannya dimulai sejak tahap desain hingga pelaksanaan konstruksi selesai.

b. *Greenship Existing Building.*

Digunakan pada gedung yang telah beroperasi minimal satu tahun setelah gedung tersebut ditempati. Penerapan *green building* pada gedung yang telah terbangun umumnya terkait dengan manajemen operasional dan pemeliharaan gedung.

c. *Greenship Interior Space.*

Interior “*green*” memungkinkan kita untuk bernafas, memberikan pemandangan keluar bangunan, dan pencahayaan alami membuat kita lebih sehat dan produktif. Penilaiannya termasuk aktivitas *fit out*, kebijakan pihak manajemen, serta pengelolaan pihak manajemen setelah aktivitas didalam ruangan tersebut mulai beroperasi.

d. *Greenship Homes*

Penilaiannya umumnya terkait dengan manajemen operasional dan pemeliharaan gedung. Rumah ramah lingkungan merupakan rumah yang efisien dalam penggunaan lahan, energi, air dan sumberdaya serta sehat dan aman bagi penghuni rumah. Keberlanjutan dari rumah ramah lingkungan harus disertai dengan perilaku ramah lingkungan oleh penghuninya. Jenis kriteria rumah

yang dapat dilakukan penilaian meliputi rumah tunggal dan desain rumah baru.

e. *Greenship Neighborhood*

Merupakan perangkat penilaian yang membantu mewujudkan kawasan berkelanjutan dan ramah bagi penggunanya, dengan lingkup lebih luas dari skala bangunan, melihat interaksi antara bangunan, alam dan manusia. Penilaian ini dapat digunakan sebagai tolokukur perumahan, daerah pusat bisnis dan kawasan industri skala kecil maupun besar.

Berdasarkan uraian diatas, perancangan Pusat Penelitian dan Pengembangan Akuaponik menerapkan penilaian kriteria yang berdasar pada *Greenship New Building*. Kriteria ini memiliki tolokukur sebagai dasar nilai keberhasilan dalam pembangunan yang akan dirancang. Alasan pemilihan kriteria ini, dikarenakan tapak merupakan lahan kosong yang belum memiliki bangunan.

5. Standar Bangunan Ramah Lingkungan Pemerintahan RI

Pada Peraturan Menteri LH No. 8 tahun 2010, bangunan dapat dimasukkan kedalam kategori bangunan ramah lingkungan apabila memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a. Menggunakan material bangunan yang ramah lingkungan.
- b. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana untuk konservasi sumber daya air dalam bangunan gedung.
- c. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana konservasi dan diversifikasi energi.
- d. Menggunakan bahan yang bukan bahan perusak ozon dalam bangunan gedung
- e. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana pengelolaan air limbah domestik pada bangunan gedung.
- f. Terdapat fasilitas pemilahan sampah.
- g. Memperhatikan aspek kesehatan bagi penghuni bangunan.

- h. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana pengelolaan tapak berkelanjutan.
- i. Terdapat fasilitas, sarana, dan prasarana untuk mengantisipasi bencana.

Sedangkan Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 8 Tahun 2010 mengenai syarat dan sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan Bab 1 Pasal 1, bangunan ramah lingkungan (green building) adalah suatu bangunan yang menerapkan prinsip lingkungan dalam perancangan, pembangunan, pengoperasian, dan pengelolaannya dan aspek penting penanganan dampak perubahan iklim. Prinsip lingkungan yang dimaksud merupakan prinsip yang mengutamakan dan memperhatikan unsur pelestarian fungsi lingkungan.

6. Material Ramah Lingkungan

Green material menurut Agung Prabowo (2018) adalah tidak hanya sampai pada material ramah lingkungan, melainkan juga berkaitan sisi produk tersebut, yaitu material yang pada saat diaplikasikan dan dibuang tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan. Lebih dari itu *green material* memiliki makna lebih besar selain hanya dari segi produk materialnya saja, *green material* harus ditinjau dari aspek sumber material berasal, tahap produksi, distribusi hingga sampai pada tahap pemasangan, serta dapat membantu penghematan energi, meningkatkan kesehatan serta kenyamanan dan perawatan bangunan.

Green Building dapat diartikan sebagai sebuah bangunan yang menghadirkan solusi keharmonisan hunian dan lingkungan, pengaplikasian material alami yang tidak memiliki dampak terhadap lingkungan, penggunaan sumber daya berkelanjutan, dan mengoptimalkan biaya pemeliharaan bangunan (Shina, 2009). Berikut adalah manfaat dari penggunaan material yang ramah lingkungan menurut Shina (2009) :

- a. Produk yang dibuat dengan isi sampah limbah, daur ulang, atau sampah kering

Alangkah baiknya menggunakan kembali sebuah produk dibandingkan dengan memproduksi yang baru. Contoh bahan daur ulang pasca industri diantaranya adalah batu bata, *millwork*, *farming* kayu, perlengkapan pipa air (*plumbing fixed*), dan hasil proses semen berupa partikel debu semen (*fly ash*) yang didaur ulang sebagai skrap beton

- b. Produk yang menghemat sumber daya alam

Merupakan produk yang menghabiskan lebih sedikit penggunaan bahan dibanding dengan produk serupa, produk yang memiliki daya tahan lama dan karena tidak memerlukan pengganti. Contohnya adalah produk yang terbuat dari kayu bersertifikat FSC, produk yang cepat diperbaharui seperti *clip dry wall* yang memungkinkan penghapusan kancing sudut, jendela *fiberglass* dan material batu kali dikarenakan memiliki daya tahan dan perawatan yang mudah.

- c. Produk yang menghindari Emisi beracun

Produk alami atau minim olahan juga dapat dikategorikan sebagai *Green* apabila konsumsi dayanya rendah dan dalam proses pembuatannya hanya melepaskan zat kimiawi dalam skala rendah. Contohnya produk kayu, pertanian atau tanaman non-pertanian dan produk mineral seperti batu alam atau produk sampingan, misalnya lampu neon dengan tingkat merkuri rendah, PVC dan material penghambat api yang dilapisi dengan (*brominated fire retardants*), mendaur ulang air bekas pakai didalam gedung guna mengurangi pembuangan air limbah.

- d. Produk yang hemat energi atau air

Komponen dari bangunan yang dapat mereduksi pemanasan global dan mengurangi berat beban structural, misalnya *Insulated panels (SIPs)*, *Autoclaved Blok Aerated Concrete (AAC)* dan jendela

yang terbuat dari bahan performa tinggi. Selain dari itu, dapat juga menggunakan peralatan gedung seperti pemanas air tenaga surya, sistem *fotovoltaik*, dan kincir angin merupakan contoh produk tidak bergantung pada bahan bakar fosil. Beberapa produk seperti sistem penangkap air hujan, toilet hijau dan pancuran yang berfungsi sebagai elemen penghemat air.

e. Produk yang berkontribusi pada lingkungan yang sehat

Produk yang tidak menghasilkan polutan signifikan pada bangunan merupakan salahsatu kontribusi terhadap lingkungan, seperti cat dengan kandungan *Volatile organic Compound (VOC)* rendah, atau perekat dan produk dengan tingkat emisi rendah (seperti *non formaldehida* yang terdapat pada produk kayu). Produk lain seperti material insulasi (pencegah panas) yang rendah akan polutan juga dapat digunakan dalam ruangan. Ada pula saringan udara yang bertujuan untuk menangkal masuknya udara kotor maupun serat insulasi kedalam sistem saluran udara. Penggunaan sistem *track-off* yang diletakkan pada pintu masuk dengan tujuan guna membantu menyingkirkan polutan. Menggunakan produk penangkal polutan dalam ruangan seperti produk ventilasi tertentu, penyaring, peralatan mitigasi radon. Selain itu ada produk detector karbon monoksida (CO) untuk mendeteksi kandungan CO dalam ruangan. Produk hijau memungkinkan kita untuk membawa cahaya matahari kedalam sebuah bangunan, termasuk *skylight tubular*, *skylight* komersial khusus, dan sistem pencahayaan *fiber optic*, dan panel langit-langit reflektif.

F. Studi Bangunan Sejenis

1. Balai Penelitian Tanaman Sayur (BALITSA)



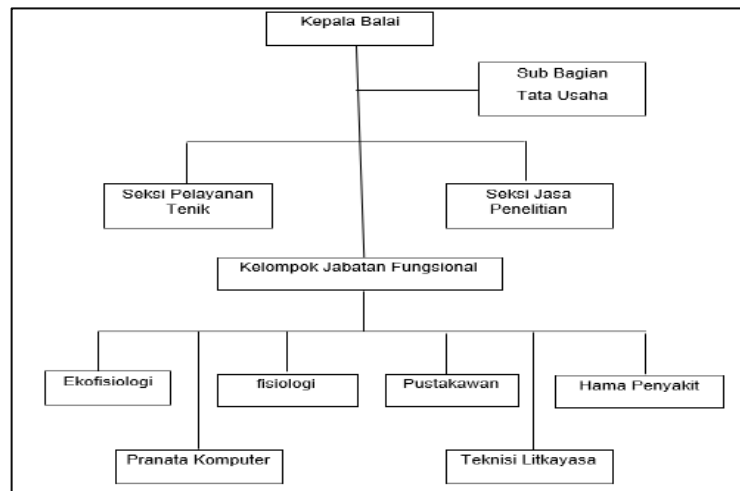
Gambar 13 Balai Penelitian Tanaman Sayur (BALITSA) (sumber : www.hortikultura.litbang.pertanian.go.id, diakses pada 22 Oktober 2020)

a. Fungsi

Balai Penelitian Tanaman Sayuran (BALITSA) merupakan Unit Pelaksana Teknis Badan Litbang Pertanian yang bertanggung jawab langsung kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Berdasarkan SK. Menteri No. 14/Kpts/OT.210/1/2002, Balitsa mempunyai tugas melaksanakan penelitian tanaman sayuran dengan fungsi:

- 1) Melaksanakan penelitian genetika, pemulihan, perbenihan dan pemanfaatan plasma nutfah tanaman sayuran.
- 2) Melaksanakan penelitian morfologi, fisiologi, ekologi, entomologi dan fitopatologi tanaman sayuran.
- 3) Melaksanakan penelitian komponen teknologi sistem dan usaha agribisnis tanaman sayuran.
- 4) Memberikan pelayanan teknik kegiatan penelitian tanaman sayuran.
- 5) Penyiapan kerja sama, informasi dan dokumentasi serta penyebarluasan dan pendayagunaan hasil penelitian tanaman sayuran.
- 6) Pelaksana urusan tata usaha dan rumah tangga.

b. Struktur Organisasi



Gambar 14 Struktur Organisasi Balai Penelitian Tanaman dan Sayur (sumber : www.hortikultura.litbang.pertanian.go.id, diakses pada 22 Oktober 2020)

c. Sarana dan Prasarana

Penatausahaan sarana prasarana berarti keseluruhan proses pengendalian orang dan barang (baik yang berwujud tahan lama maupun barang pakai habis) melalui sistem penataan mulai dari perencanaan, penganggaran, pengadaan, penerimaan/penyiapan, pendistribusian (pemakaian), pemeliharaan, penghapusan/pelelangan, pengawasan, pelaporan dan evaluasi. Definisi diatas mengandung tujuan meningkatkan efisiensi dan daya guna serta menambah umur (*life time*) barang inventaris. Adrimistrasi dan pengelolaan yang baik dan mantap diharapkan dapat menghemat pengeluaran anggaran. Sebagai gambaran dari keragaan sarana prasarana Balai Penelitian Tanaman Sayuran, berikut disajikan dalam bentuk tabel :

Tabel 3 Rekapitulasi Pemanfaatan Tanah Balai Penelitian Tanaman Sayur

No	Pemanfaatan	Luas (m ²)
1	Bagunan rumah Negara golongan III	22.345
2	Bagunan kantor pemerintah	169.927
3	Kebun Percobaan	213.110

Sumber : www.hortikultura.litbang.pertanian.go.id, 2020

Tabel 4 Rekapitulasi Gedung bangunan Balai Penelitian Tanaman Sayuran

No	Jenis bangunan	Jumlah (unit)	Luas (m ²)
1	Gedung kantor permanen	6	1924
2	Gudang tertutup permanen	1	80
3	Bengkel	1	143
4	Gedung laboratorium permanen	2	1723
5	Oceanarium/observatorium permanen	7	1620
6	Oceanarium/observatorium semi permanen	4	598
7	Gedung pertemuan permanen	1	300
8	Perkantoran/Koperasi permanen	1	108
9	Pos jaga permanen	5	92
10	Gedung garasi/Pool permanen	1	157
11	Mess/Wisma permanen	6	1015
12	Asrama permanen	3	684

Sumber : www.hortikultura.litbang.pertanian.go.id, 2020

2. Balai Penelitian Tanaman Hias (BALITHI)



Gambar 15 Balai Penelitian Tanaman Hias, Cianjur, Jawa Barat, (sumber : www.hortikultura.litbang.pertanian.go.id, diakses pada 22 Oktober 2020)

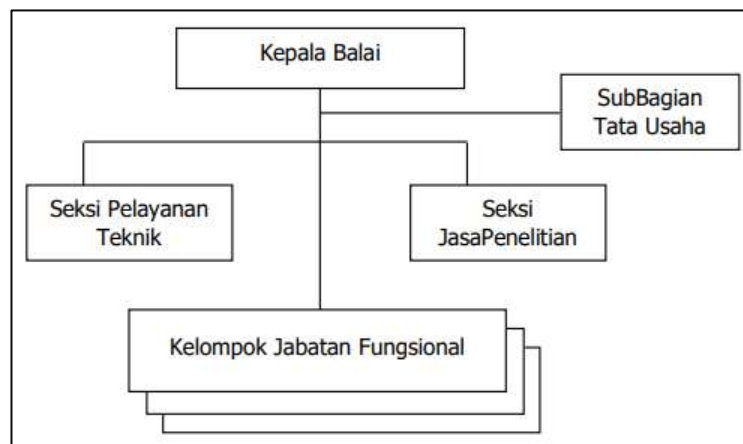
a. Fungsi

Sesuai dengan SK Mentan No. 63/Kpts/OT.210/1/2002 tentang Organisasi dan Tata Kerja, dalam melaksanakan tugas penelitian tanaman hias, Balithi menyelenggarakan fungsi sebagai berikut:

- 1) Pelaksanaan penelitian genetika, pemuliaan, perbenihan dan pemanfaatan plasma nutfah tanaman hias;

- 2) Pelaksanaan penelitian morfologi, fisiologi, ekologi, entomologi dan fitopatologi tanaman hias;
- 3) Pelaksanaan penelitian komponen teknologi sistem dan usaha agribisnis tanaman hias;
- 4) Pemberian pelayanan teknik kegiatan penelitian tanaman hias;
- 5) Penyiapan kerja sama, informasi dan dokumentasi serta penyebarluasan dan pendayagunaan hasil penelitian tanaman hias;
- 6) Pelaksanaan urusan tata usaha dan rumah tangga.

b. Struktur organisasi



Gambar 16 Struktur Organisasi Balai Penelitian Tanaman hias (Sumber : Laporan tahun 2015 balai penelitian dan pengembangan tanaman hias,2020)

c. Bangunan

Tabel 5 Rekapitulasi Bangunan Balai Penelitian dan pengembangan Tanaman Hias

No.	Jenis Bangunan	Jumlah (Unit)	Luas (m ²)
1	Gedung Kantor (Balai, TU, Yantek, Juslit)	4	696
2	Gedung Kantor Peneliti	3	597
3	Gedung Kantor Teknisi	2	124
4	Gedung Kantor Kebun	3	453
5	Gedung Laboratorium	11	1.726

6	Gedung kantor UPBS	1	96
7	Aula/Ruang Pertemuan	2	275
8	Ruang Perpustakaan (Kantor TU 1) dan Kantor TU 2	2	93
9	Rumah Kaca	13	1.843
10	Rumah Tamu/Guest House	2	305
11	Gudang	5	550
12	Pos Jaga	4	50
13	Kantor Koperasi	1	24
14	Bengkel	2	60
15	Kantin	1	24
16	Garasi	2	270

Sumber : Laporan tahun 2015 balai penelitian dan pengembangan tanaman hias,2020

3. Pasona Urban Farming



Gambar 17 Pasona Urban Farming, Tokyo Jepang (Sumber : www.dezeen.com, diakses pada 15 agustus 2021)

a. Fungsi

Gedung perkantoran Pasona HQ merupakan perusahaan rekrutmen Jepang milik Pasona Grup yang terletak di pusat kota Tokyo, Jepang dengan jumlah 9 lantai dengan usia lebih dari 50 tahun. Luas keseluruhan bangunan 19.974 m² atau 1,9 hektar dengan

3.995 m² yang dialokasikan sebagai ruang hijau yang menampung lebih dari 200 spesies tanaman, buah-buahan, sayuran dan padi.

Bangunan ini memiliki fasad hijau berlapis ganda dimana bunga dan pohon jeruk ditanam dibalkon kecil.

b. Sarana Prasarana

Gedung Pasona HQ mencakup area kantor, auditorium, kafetaria, taman atap dan fasilitas pertanian perkotaan. Pada area kafetaria terdapat sayur-sayuran dan buah-buahan yang terdapat pada dinding dan antara meja pengunjung yang dapat menjadi partisi sekaligus dapat dipanen, disiapkan dan disajikan untuk dihidangkan.



Gambar 18 Pengaplikasian tanaman sebagai sekat pada cafetaria Pasona Urban Farming, Tokyo Jepang (Sumber : www.dezeen.com, diakses pada 15 agustus 2021)

Pada area ruang kantor terdapat void berlapis kaca yang dirambati oleh pohon tomat, sebagai pembatas ruang ditanami pohon lemon dan markisa, daun salad ditanam dalam ruang seminar dan tauge ditanam di area bawah bangku.



Gambar 19 Pengaplikasian void pada area meeting room yang ditumbuhi dengan tanaman sayur Pasona Urban Farming, Tokyo Jepang (Sumber : www.dezeen.com, diakses pada 15 agustus 2021)

Terdapat ruang bercocok tanam padi yang dapat dipanen oleh karyawan dan masyarakat umum. Tanaman padi tumbuh dengan bantuan cahaya lampu yang menggantikan cahaya matahari.



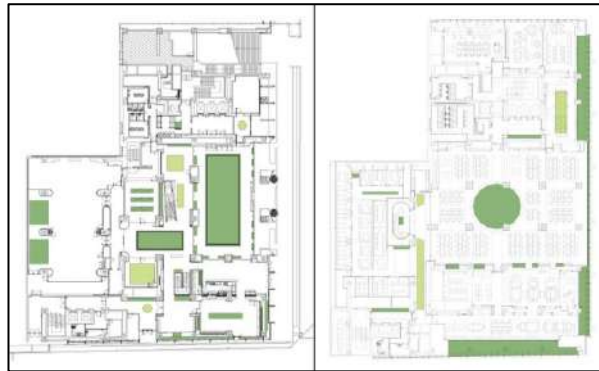
Gambar 20 Area bercocok tanam dalam ruangan pada Pasona Urban Farming, Tokyo Jepang (Sumber : www.dezeen.com, diakses pada 15 agustus 2021)



Gambar 21 Area bercocok tanam dalam ruangan pada Pasona Urban Farming, Tokyo Jepang (Sumber : www.dezeen.com, diakses pada 15 agustus 2021)

c. Denah

Pada lobi utama terdapat fasilitas sawah dan ladang brokoli. Tanaman dilengkapi dengan *metal halide*, *HEFL*, *fluorescent* dan lampu LED serta sistem irigasi otomatis.



Gambar 22 Denah Lantai dasar Pasona Urban Farming, Tokyo Jepang (Sumber : www.dezeen.com, diakses pada 15 agustus 2021)

G. Studi Banding Konsep Desain Sejenis

1. Vancouver Convention Centre West

Terletak di tepi pantai Vancouver dengan pemandangan pegunungan, laut dan tanaman yang spektakuler. Vancouver Convention Centre West dirancang untuk menyatukan ekologi alam, budaya lokal yang dinamis dan lingkungan binaan, menonjolkan ketertarikan mereka melalui arsitektur. Bangunan ini difungsikan sebagai pusat penyiaran dan media internasional untuk olimpiade musim dingin dan paralimpiade XXI.

Vancouver Convention Centre West merupakan bangunan pusat konferensi pertama yang mendapat platinum oleh LEED, hal tersebut dikarenakan strategi desainnya yang menghasilkan bangunan yang berkelanjutan, berikut adalah langkah yang dilakukan Vancouver Convention Centre West guna mengurangi dampak buruk pada lingkungan :

Menggunakan roof garden seluas 6 hektar yang merupakan terbesar di Kanada. Dengan sekitar 400.000 tanaman dan rerumputan asli serta

240.000 lebah, atap hijau bertindak sebagai isolator untuk memediasi suhu udara luar, berkontribusi pada pemanfaatan air hujan bangunan, dan terintegrasi dengan ekosistem landsekap tepi laut. Madu yang dihasilkan oleh lebah digunakan di dapur pusat.

Strategi desain yang mencapai pengurangan 73% dalam konsumsi air minum dengan flush volume rendah dan perlengkapan aliran dan nol penggunaan air minum untuk irigasi karena pabrik pengolahan air limbah di lokasi yang mengelola 100% greywater dan blackwater.

Sistem pompa panas air laut yang memanfaatkan suhu konstan air laut yang berdekatan untuk menghasilkan pendingin gedung selama berbulan-bulan hangat dan pemanasan untuk gedung di bulan-bulan dingin.

Membuat habitat bawah laut atau terumbu karang buatan yang merupakan bagian dari fondasi pusat menyediakan habitat baru bari teritip, remis, rumput laut, bintang laut, kepiting dan berbagai spesies laut lainnya.

Lebih dari 130.000 kaki persegi jalan/jalur sepeda dan ruang publik baru yang menghubungkan seluruh situs, memperluas sistem taman tepi laut Vancouver, meningkatkan akses public ke tepi perairan dan alun-alun publik baru, ruang festival dan area pertemuan formal.

Lapisan kulit kaca structural ultra-bening di semua sisi, sinar matahari yang luas dan pemandangan membentuk hubungan yang ekstrovert dan ramah masyarakat dengan kehidupan kota dan tepi laut dan memaksimalkan penggunaan cahaya alami di ruang publik gedung.

Lantai bercahaya yang digunakan bagian besar ruang program, menciptakan sirkulasi udara yang unggul tanpa energi yang signifikan, Area prefungsi mendapatkan manfaat dari sistem diffuser udara canggih, yang terjalin dalam pola pusara udara di atas anggota langit-langit. Fasad barat bangunan juga mencakup jendela dan pintu yang

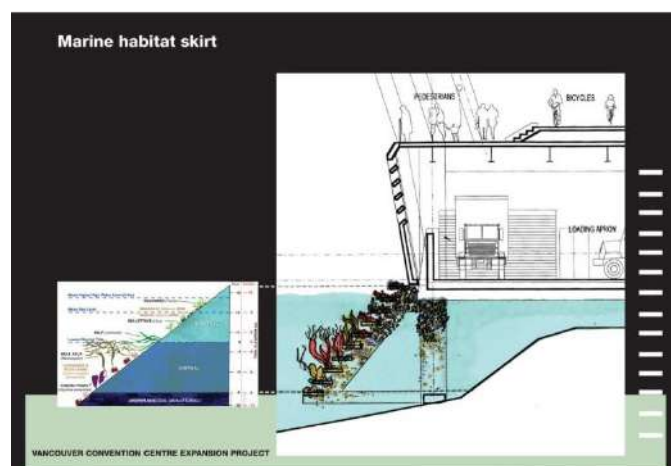
dapat dioperasikan dengan peredam di soffit atap, memungkinkan ventilasi alami dalam kondisi yang sesuai.



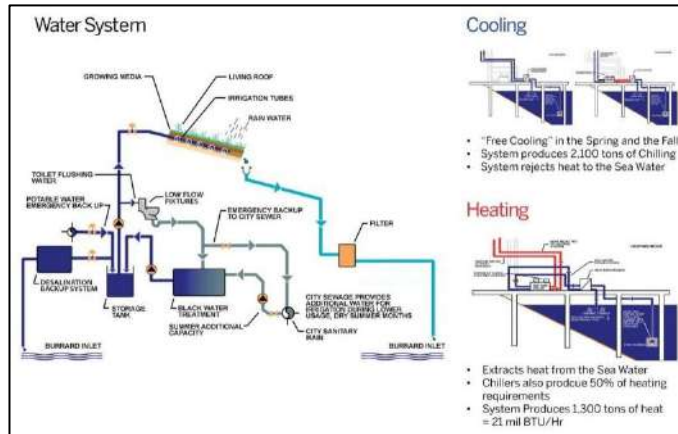
Gambar 23 Vancouver Convention Centre West (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)



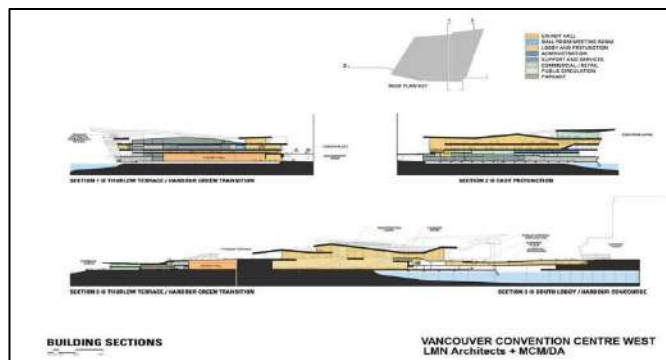
Gambar 24 Penggunaan material kaca dan langit-langit bergelombang pada interior Vancouver Convention Centre West (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)



Gambar 25 Konsep garden roof dan habitat terumbu karang buatan Vancouver Convention Centre West (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)



Gambar 26 Sistem pengolahan air, pendingin, dan pemanas Vancouver Convention Centre West (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)



Gambar 27 Potongan Vancouver Convention Centre West (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)



Gambar 28 Denah dan siteplan Vancouver Convention Centre West (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)

2. City Concil House 2 (CH2)

City Concil House 2 (CH2) berfungsi sebagai gedung perkantoran yang terletak di kota Melbourne, Australia. Bangunan didesain agar memiliki hubungan interaktif antara kota dan alam dimana semua pihak saling bergantung satu sama lain. Alam digunakan sebagai inspirasi untuk fasad dengan iklim sedang. Bangunan ini merupakan gedung perkantoran komersil pertama di Australia yang memenuhi dan melampaui sistem peringkat bintang enam yang dikelola oleh *Green Building Council of Australia* (GBCA). Sama pentingnya dengan fitur lingkungannya adalah menyediakan 100% udara segar untuk semua penghuni dengan satu pergantian udara lengkap setiap setengah jam. berikut adalah-langkah yang dilakukan City Concil House 2 (CH2) guna mengurangi dampak buruk pada lingkungan :

Tumpukan ventilasi diterapkan pada fasad utara dan selatan bangunan. Tumpukan ini digunakan untuk menyalurkan udara. Tumpukan utara menerima banyak sinar matahari sehingga diberi warna hitam agar menyerap panas yang pada gilirannya mendorong udara hangat dari gedung untuk keluar dari tumpukan. Tumpukan selatan digunakan untuk menyalurkan udara dingin melalui ventilasi. Tumpukan ini juga menawarkan naungan untuk jendela koridor.

Plafon terbuat dari beton pracetak, dengan bentuk bergelombang guna mengoptimalkan luas permukaan yang memungkinkan peningkatan kapasitas massa termal. Massa termal di beton disiram di malam hari melalui pembersihan malam, menyerap kesejukan dari udara malam dan membiarkan menyerap panas dari ruang luar ruang pada siang hari. Dengan desain bergelombang udara panas dikumpulkan pada ketinggian dilangit-langit, kemudian disalurkan keluar gedung dan masuk ke cerobong ventilasi. Pendinginan radiasi juga merupakan strategi yang digunakan dengan mengalirkan air dingin melalui balok

dan panel langit-langit. Panel dingin mendinginkan udara hangat yang naik yang kemudian turun, menciptakan arus konveksi alami.

Pencahayaan alami merupakan sebuah tantangan bagi bangunan ini dikarenakan orientasi dan letak bangunan yang berdempetan dengan bangunan di sekelilingnya, oleh karena itu desain jendela dan saluran udara dibuat bersinergi. Rak cahaya untuk memantulkan cahaya pada area kantor, langit-langit berkubah untuk memungkinkan penetrasi cahaya lebih lanjut, naungan di fasad utara, barat, dan timur dan akhirnya kisi-kisi kayu untuk mengontrol penetrasi cahaya dari matahari barat sore. Menempatkan jendela pada titik tertinggi kurva meningkatkan teknik ini. Fasad menghadap ke timur menggunakan sistem logam berlubang untuk naungan yang juga berfungsi seperti cerobong termal. Panas naik menarik udara melalui bagian timur bangunan yang memungkinkan untuk berventilasi secara alami. Fasad menghadap ke utara terdiri dari teralis baja dan balkon yang mendukung taman vertikal setinggi setinggi sembilan lantai.

Fasad menghadap ke barat ditutupi dengan sistem kisi-kisi kayu yang ebrporos untuk mengoptimalkan penetrasi cahaya alami dan pemandangan. Kisi-kisi ini melindungi fasad dari terik matahari barat. Kisi-kisi membuka dan menutup tergantung pada jumlah cahaya matahari yang mengenai fasad barat. Kisi-kisi terbuat dari kayu daur ulang yang tidak diolah dan digerakkan oleh sistem hidrolik yang dikendalikan oleh computer. Bangunan ini juga menggunakan pencahayaan buatan untuk memberikan jumlah cahaya yang cukup ketika cahaya alami tidak tersedia. Lampu ini menggunakan lumener T5 berenergi rendah yang mencapai kepadatan daya pencahayaan kurang dari 2,5 watt/m² per 100 lux.

Menara pancuran digunakan pada fasad selatan. Menara ini menarik udara luar dari atas permukaan jalan dan mendinginkan udara dengan penguapan untuk membentuk pancuran air. Udara dingin kemudian

disuplai ke ruang ritel dan air dingin digunakan untuk mendinginkan air yang berasal dari panel air dingin. Menara terbuat dari tabung kain ringan dengan diameter 1,4 meter, penggunaannya menunjukkan penurunan suhu 4 hingga 13 derajat celcius dari puncak Menara menuju bagian bawah menara.

Desainer juga menghadirkan *roof garden*, yang berfungsi sebagai ruang istirahat dan rekreasi bagi staf, fasad utara menggabungkan kotak penanaman yang terletak di timur dan barat setiap balkon utara. Perhatian utama saat merancang bangunan ini adalah *Indoor Environment Quality* (kualitas udara dalam ruangan) dengan langkah tersebut diharapkan dapat menyebabkan lebih sedikit hari sakit penghuni, lebih sedikit sakit kepala, dan kesejahteraan lebih baik saat staff sedang bekerja. Strategi yang digunakan untuk meningkatkan *Indoor Environment Quality* (kualitas udara dalam ruangan) termasuk lingkungan kerja yang dirancang dengan baik, udara segar, cahaya alami, tanaman hijau, dan penggunaan bahan yang memancarkan *Volatile Organic Compound* (senyawa organik volatil) dalam jumlah rendah. Strategi ini hanya meningkatkan tempat kerja, tetapi juga dapat menghemat uang kota berdasarkan peningkatan produktivitas.

Ventilasi perpindahan digunakan sebagai ventilasi utama di CH2. Keuntungan menggunakan sistem tersebut termasuk peningkatan efektifitas biaya dalam operasi, peningkatan kualitas udara di dalam zona yang diduduki, efisiensi operasional yang lebih besar, kemampuan untuk menyembunyikan, ketenangan, dan akhir fleksibilitas. Kebutuhan udara di CH2 adalah 22,5 liter/detik/orang. Ini jauh lebih tinggi dibandingkan standar Australia 10 liter/detik/orang. Tingkat pergantian yang lebih tinggi dipilih karena penelitian telah menunjukkan bahwa kebutuhan udara segar yang rendah dapat secara langsung dikaitkan dengan produktivitas dan penyakit yang rendah termasuk pilek dan flu.

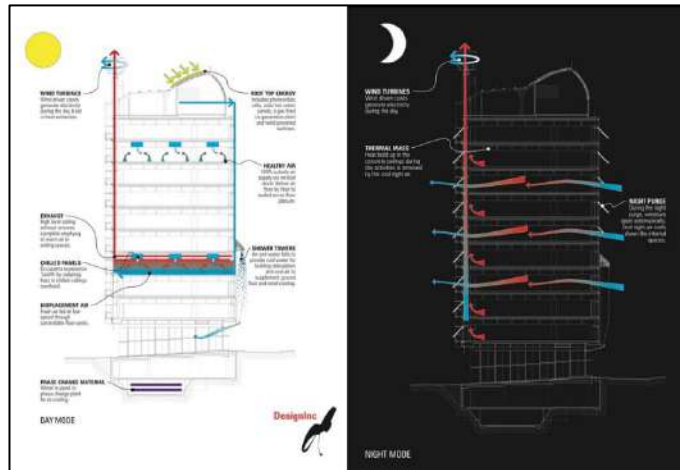
Cahaya alami dioptimalkan dengan desain CH2 dengan menciptakan langit-langit bergelombang, penggunaan rak lampu, jendela besar pada bagian dasar bangunan dan jendela kecil pada bagian atas, penggunaan warna untuk menonjolkan cahaya alami, konsep area berjendela dimiliki oleh semua individu yang tidak dimiliki. Interior bangunan juga dihiasi dengan berbagai kehidupan tanaman dengan tujuan estetika serta penelitian menunjukkan bahwa tanaman dapat mengurangi jumlah *Volatile Organic Compound* (senyawa organik volatil) di udara. Selain mengendalikannya dengan tanaman perencanaan CH2 memiliki bahan untuk meminimalkan polutan dalam ruangan. Cat, karpet, perekat dan sealant rendah *Volatile Organic Compound* (senyawa organik volatil), dan produk kayu komposit formaldehida rendah emisi semuanya digunakan di interior bangunan.



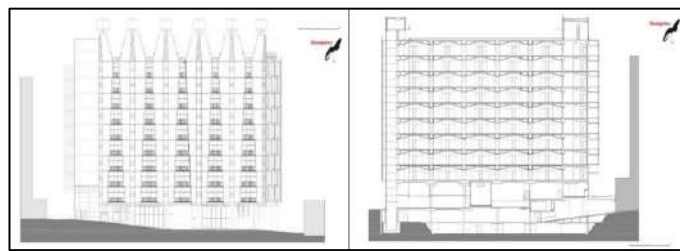
Gambar 29 City Concil House 2 (CH2) (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)



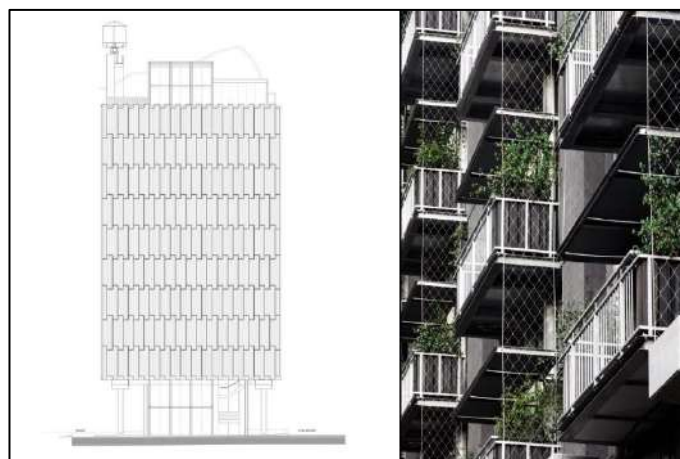
Gambar 30 pengaplikasian kisi-kisi kayu pada City Concil House 2 (CH2) (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)



Gambar 31 Sistem penghawaan pada City Council House 2 (CH2) (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)



Gambar 32 Potongan AA-BB City Council House 2 (CH2) (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)



Gambar 33 pengaplikasian tanaman pada bangunan City Council House 2 (CH2) (Sumber : www.archdaily.com, diakses pada 8 September 2021)

Berdasarkan hasil studi komparasi dengan melihat dari *bangunan One Angle Square, Vancouver Convention Centre West, dan City Council House 2 (CH2)* dengan konsep desain sejenis yaitu Green Building, maka dapat dijadikan acuan dalam merancang sebuah Kawasan *Pusat Penelitian*

dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar dengan prinsip-prinsip Green building yang berdasar pada manajemen lahan yang baik dengan tidak membangun semua luas lahan tetapi memberikan ruang untuk zona hijau, mengaplikasikan material yang ramah lingkungan, dan tidak membahayakan pengguna bangunan, manajemen penggunaan energi, seperti peletakan ventilasi dan bukaan yang baik agar pergerakan angin leluasa dan cahaya alami dapat menerangi bangunan tanpa mencederai fungsi bangunan. Manajemen penggunaan air seperti penggunaan keran air bertekanan rendah, membuat tempat penadah air hujan, dan mendaur ulang kembali air hasil penggunaan serta memiliki sistem pengolahan limbah yang baik agar tidak mencemari lingkungan.

3. Wisma Dharmala

Wisma Dharmala merupakan bangunan yang dirancang oleh arsitek asal Amerika Serikat Paul Rudolph yang didirikan pada tahun 1982. Bangunan tersebut dijuluki “Health of Future” yang merupakan bangunan yang memiliki kepedulian terhadap kesehatan mental dan fisik penggunanya. Berikut adalah langkah-langkah yang ditempuh oleh Wisma Dharmala agar menjadi bangunan yang ramah terhadap penghuni dan lingkungan :

Bangunan dirancang meningkat secara bertahap berbentuk kerucut terbalik memungkinkan cahaya matahari menyinari ruangangan halaman tengah. Sedangkan teras dirancang dengan bentuk setengah atap agar sinar ultraviolet matahari yang berlebih tidak langsung masuk kedalam bangunan, melainkan tetap berada didalam bangunan, sehingga sinar matahari memberikan penerangan ruangan alami tanpa masuknya panas yang berlebih.

Terdapat void besar ditengah-tengah ruangan sehingga aliran udara leluasa masuk kesegala penjuru yang menjadikan suasana sejuk dalam ruangan. Pada saat perencanaan awal bangunan bahkan ini tidak menggunakan pendingin ruangan, namun seiring berjalannya waktu pemanasan global semakin parah sehingga akhirnya ditambahkan

pendingin ruangan, namun pada area koridor masih terasa sejuk dikarenakan udara alami yang berhembus. Desain teras yang Panjang keluar dapat berfungsi sebagai penangkap angin yang datang kearah bangunan, tidak sampai disitu bangunan juga memiliki banyak balkon dan trotoar tingkat terbuka yang mengelilingi atrium guna sirkulasi udara yang sejuk dan menghadirkan kesan teduh.

Penghawaan dan pencahayaan alami yang baik juga dapat menekan penggunaan listrik pada Wisma Dharmala karena tidak memerlukan penggunaan cahaya lampu berlebih pada saat siang hari dan pendingin ruangan pada keseluruhan bangunan.

Saluran air diletakkan di beberapa tingkat teras dan balkon Bersama dengan kotak hijau their dan air mancur

Dengan atap yang didesain menyerupai bidang miring dan ditambahkan dengan tanaman rambat berguna untuk menangkal air hujan karena bangunan ini diracancang sedemikian rupa agar memberikan kesan sejuk.

Material bangunan terbilang ramah lingkungan yaitu dengan beton bertulang dan baja. Material dinding keseluruhannya dilapisi dengan keramik putih yang dimaksudkan selain agar melindungi beton dari jamur akibat cuaca lembab, juga karena keramik putih tidak membahayakan bagi kesehatan.

Sarana air bersih tersedia pada setiap lantainya dan dilengkapi juga dengan pembuangan air limbah.



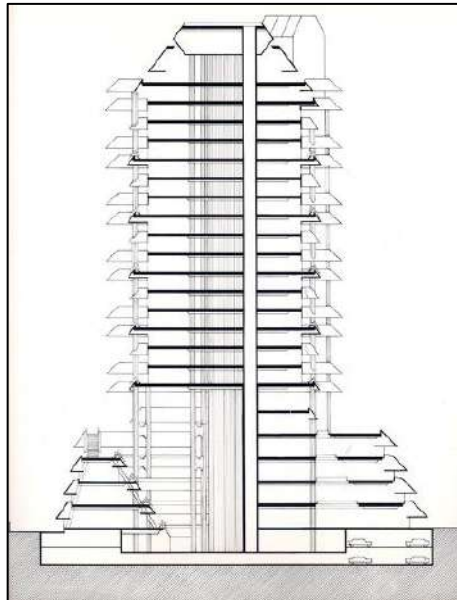
Gambar 34 Bangunan Wisma Dharmala/Gedung Intiland Tower (Sumber : Google image, diakses pada 28 september, 2021)



Gambar 35 Pengaplikasian void dan vertical garden pada wisma dharmala (Sumber : Google image, diakses pada 28 september, 2021)



Gambar 36 Denah wisma dharmala (Sumber : Google image, diakses pada 28 september, 2021)



Gambar 37 Potongan bangunan wisma dharmala (Sumber : Google image, diakses pada 28 september, 2021)

4. Hasil Studi Pustaka

Tabel 6 Rangkuman Hasil Studi Bangunan Sejenis

Rangkuman Hasil Studi Bangunan Sejenis			
Pembanding	Balai Penelitian Tanaman Sayur (BALITSA)	Balai Penelitian Tanaman Hias (BALITHI)	Pasona Urban farming
Lokasi	Lembang, Bandung, Provinsi Jawa Barat	Pancet, Cianjur, Provinsi Jawa Barat	Tokyo, Jepang
Luas Lahan	± 40 Hektar	± 10,6 Hektar	± 1,9 Hektar
Jenis Budidaya Horikultura	Sayuran meliputi tomat, ketimun, jagung, bayam, terong, timun jepang, kentang, kol, kubis, kacang panjang, bawang dan wortel.	Bunga hias meliputi krisan, mawar, anyelir, anthurium, anggrek, lily, <i>Dracaena</i> , <i>alpinia</i> , <i>costus</i> , <i>tapeinochillus</i> , <i>zingiberaceae</i> , gladiol, melati dan sedap malam.	<ul style="list-style-type: none"> • Sayuran meliputi tomat, daun salad, dan brokoli • buah meliputi lemon, markisa • padi
Fasilitas Utama	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorium • Greenhouse • Gedung serbaguna/aula • Gedung koperasi • Gedung bengkel • Kebun percobaan • Kantor administrasi • Wisma tamu • Villa • Asrama 	<ul style="list-style-type: none"> • Kantor Administrasi • Gedung penelitian • Gedung teknisi • Gedung kantor kebun • Laboratorium • Ruang pertemuan/aula • Perpustakaan • <i>Greenhouse</i> • Kantor koperasi • Gedung bengkel • <i>Guest House</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruangan kantor • Auditorium • Fasilitas pertanian perkotaan

Fasilitas Penunjang	<ul style="list-style-type: none"> • Gudang peralatan • Toilet umum • Cafe • Masjid • Tempat duduk • Rumah makan 	<ul style="list-style-type: none"> • Kantin • Masjid • Gudang • Pos jaga 	<ul style="list-style-type: none"> • Toilet • Cafeteria
Utilitas Kawasan	<ul style="list-style-type: none"> • Sumber air bersih • Sumber air kotor • Saluran elektrik • Penanggulangan kebakaran • Distribusi Sampah 	<ul style="list-style-type: none"> • Sumber air bersih • Sumber air kotor • Saluran elektrik • Penanggulangan kebakaran • Distribusi Sampah 	<ul style="list-style-type: none"> • Sumber air bersih • Sumber air kotor • Saluran elektrik • Penanggulangan kebakaran • Distribusi Sampah

Sumber : Analisis Pribadi, 2021

Tabel 7 Rangkuman Bangunan Konsep Desain Sejenis

Rangkuman Bangunan Konsep Sejenis			
Pembanding	Vancouver Convention Centre West	City Concil House 2 (CH2)	Wisma Dharmala
Lokasi	Vancouver, Canada	Melbourne, Australia	Jl. Jenderal Sudirman, Jakarta
Luas Lahan	±1,25 Hektar	±4,33 Hektar	±4,52 Hektar
Konsep <i>Green Building</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan <i>roof garden</i> yang bertindak sebagai isolator untuk memediasi suhu udar luar 	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan material Plafon terbuat dari beton pracetak, dengan bentuk bergelombang guna 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengolahan sistem pencahayaan dan • Penambahan area hijau pada setiap

yang Diterapkan	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan <i>flush</i> bertekanan rendah dan pengolahan kembali <i>greywater</i> dan <i>blackwater</i> sebagai air minum. • Sistem pompa panas air laut sebagai pemanas gedung saat musim dingin. • Menggunakan pondasi bangunan sebagai habitat terumbu karang buatan. • Menyediakan jalur sepeda dan ruang publik • Menggunakan material dinding berupa jendela kaca dan bukaan yang lebar agar cahaya alami dan sirkulasi terjaga dengan baik. 	<p>mengoptimalkan luas permukaan yang memungkinkan peningkatan kapasitas massa termal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan roof garden yang berfungsi sebagai ruang istirahat dan rekreasi staff • Peletakan tanaman hijau dalam ruangan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas udara • Penggunaan material alami berupa kayu komposit sebagai second skin untuk menghalau cahaya matahari berlebih. • Penggunaan material ramah lingkungan seperti cat, karpet, perekat dan sealant yang rendah emisi. • Pengaplikasian vertikal garden. 	<p>lantai membuat kualitas udara menjadi lebih baik dan sejuk</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memiliki sistem pengolahan limbah dalam bangunan. • Penggunaan material yang ramah lingkungan dan tidak membahayakan kesehatan penghuni bangunan.
Arsitek	LMN architect, Musson Cattell Mackey Partnership dan DA Architect & Planner	Mick Pearce	Paul Rudolph

Sumber : Analisis Pribadi, 2021

Berdasarkan hasil studi komparasi dengan melihat dari bangunan Balai Penelitian Tanaman Sayur (BALITSA), Balai Penelitian dan Pengembangan Tanaman Hias (BALITHI), dan Pasona Urban Farming dengan fasilitas sejenis, dapat disimpulkan hal-hal yang dapat diadaptasi dan diterapkan serta dijadikan tolokukur dalam perancangan Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar. Berikut adalah poin-poin yang diterapkan :

maka dapat dijadikan acuan dalam merancang sebuah Kawasan Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar dalam mewadahi kegiatan penelitian, dan pengembangan potensi-potensi metode pertanian akuaponik yang dapat dimanfaatkan dan dioptimalkan keberadaannya untuk meningkatkan sumber daya lokal, mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi pusat wisata yang dapat menyejukkan mata.

- a. Berdasar pada studi literatur luar negeri bahwa cahaya matahari bukanlah sumber cahaya utama tumbuhan, seperti pengaplikasian teknologi sinar UV dapat digunakan untuk menumbuhkan tanaman dalam ruangan.
- b. Sebagai upaya untuk menarik minat masyarakat akan metode pertanian akuaponik, diluar kegiatan utama sebagai tempat penelitian, perencanaan menghadirkan wadah yang dapat dapat menunjang kegiatan penyuluhan dan wisata seperti bangunan penyuluhan, *greenhouse* rekreasi, restoran dan tempat *workshop* akuaponik.

Berdasarkan hasil studi komparasi dengan melihat dari Studi Bangunan Konsep Desain Sejenis, Dapat disimpulkan hal-hal yang dapat diadaptasi dan diterapkan serta dijadikan tolokukur dalam

perancangan Pusat Penelitian dan pengembangan Akuaponik di Kota Makassar. Berikut adalah poin-poin yang diterapkan :

- a. Bangunan dengan pengaplikasian konsep *green building* dapat menekan penggunaan biaya operasional, seperti penggunaan panel surya, penambahan *roof garden*, sistem *rain harvest*, penggunaan keran dengan flush rendah, mendaur ulang kembali *grey water* dan *black water*.
- b. Bangunan dengan pengaplikasian konsep *green building* diharap menjadi prototipe terhadap bangunan-bangunan di kota Makassar sebagai gebrakan baru untuk mengurangi masalah-masalah lingkungan.