

**SKRIPSI**

**BIOTEKNOLOGI AKUAKULTUR DI KOTA MAKASSAR**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**MUTIARA RAMADHANI  
D051 17 1020**



**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2024**



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

“Bioteknologi Akuakultur Di Kota Makassar”

Disusun dan diajukan oleh

Mutiara Ramadhani

D051171020

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 02 Agustus 2024

Menyetujui

Pembimbing I



**Dr.Eng Dahniar, ST.,MT**

NIP. 19811212 201212 2 002

Pembimbing II



**Dr. Ir. Rahmi Amin Ishak, ST.,MT**

NIP. 19760314 200212 2 005

Mengetahui



**Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST.,MT.**

NIP. 19690612 199802 1 001



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini ;

Nama : Mutiara Ramadhani  
NIM : D051171020  
Program Studi : Arsitektur  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

(Bioteknologi Akuakultur di Kota Makassar)

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

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala risiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

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

Gowa, 09 Agustus 2024

Yang Menyatakan

A 10000 Indonesian postage stamp with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'METERAL TEMPEL', and 'BC6ALX325719845'.

Mutiara Ramadhani



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, ucapan puji syukur yang tak terhingga penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunianya yang telah dilimpahkan sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan diwaktu yang tepat sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Departemen Arsitektur Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan dari segi literatur maupun kemampuan yang dimiliki penulis dalam menyajikan gambar itu sendiri sehingga hasil yang ingin diinginkan tidak sesuai dengan kenyataan. Namun, penulis berharap masih dapat memenuhi persyaratan kurikulum yang menjadi peraturan pada Departemen Arsitektur Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis telah menyusun tugas akhir ini dengan melalui berbagai hambatan tetapi karena banyak dukungan dari berbagai pihak sehingga Tugas Akhir ini dapat tercapai sesuai dengan segala usaha yang Penulis telah maksimalkan. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, saya sebagai Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan tak terhingga kepada :

1. Terutama Kedua Orang Tua saya, Cinta Pertama dan Panutanku Bapak yang terhormat **Syamsu S.** serta Ibu yang terkasih **Pratiwi** yang tiada hentinya memberikan dukungan baik secara moral maupun materil, do'a-do'a yang dilangitkan yang tiada hentinya dipanjatkan dengan ikhlas dan sabar. Beliau memang tidak sempat merasakan bangku perkuliahan namun mereka senantiasa dan bersedia menemani Penulis dalam keadaan apapun, salah satunya meraih gelar sarjana. Gelar pertama ini Penulis persembahkan untuk kedua orang tua saya, semoga kalian sehat jasmani dan rohani, panjang umur dan bahagia ketika melihat Penulis dapat mewujudkan cita-cita kalian. Alhamdulillah. Serta, adik-adik saya, **Muh. Surya Al-Falah** dan **Indriani Arsyka Ramadhani** yang menjadi penghibur dan semangat di rumah bagi kedua orang tua kami wal hingga akhir penyelesaian studi Penulis.



2. Bapak **Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST., MT** selaku Ketua Departemen Teknik Arsitektur Universitas Hasanuddin yang senantiasa mengingatkan dan memberikan dukungan selama proses masa studi.
3. Ibu **Dr. Ir. Rahmi Amin Ishak, ST., MT** sebagai orang tua kedua saya, sebagai penasihat akademik selama proses studi. Terima kasih ibu sudah membimbing, mengarahkan, memberikan dukungan selama ini, mohon maaf jika selama ini Penulis telah menyusahkan ibu dari awal hingga akhir penyelesaian studi.
4. Ibu **Dr. Eng. Dahniar, ST., MT** dan Ibu **Dr. Ir. Rahmi Amin Ishak, ST., MT** selaku dosen pembimbing yang dengan sabar memberi dukungan, masukan dan arahan serta bersedia meluangkan waktunya selama masa penyusunan tugas akhir.
5. Ibu **Prof. Dr. Ir. Triyatni Martosenjoyo, M.Si** selaku dosen penguji I sekaligus Kepala Laboratorium Perancangan Departemen Arsitektur dan Bapak **Dr. Ir. Syarif Beddu, MT** selaku dosen penguji II yang senantiasa memberi kritik dan saran kepada penulis.
6. **Bapak dan Ibu Dosen** Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, terima kasih atas ilmu dan pengalaman berharga selama masa studi.
7. **Seluruh Staf** Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, terima kasih atas segala kesabarannya dalam mengurus administrasi dan memberikan bantuan kepada Penulis.
8. **Teman-teman Arsitektur 2017 FT-UH (SIMETRI 2017)** terima kasih karena sudah kebersamai selama 7 tahun terakhir ini dalam membentuk sebuah kenangan yang dapat menjadi sebuah *history* di masing-masing cerita kita. Sampai berjumpa di jenjang kehidupan selanjutnya.
9. Terkhusus kepada saudara saya **Putri Amini** terima kasih sudah berinisiatif mengajak Penulis untuk mengobrol dari awal pertemuan hingga menjadi sahabat di tanah perantauan ini hingga sekarang dan **Istiqomah Juddah** terima kasih sudah menjadi bagian dari cerita Penulis. Teruntuk kalian, terima kasih a sudah bersedia menaiki wahana *roller coaster* bersama Penulis dan in segala kerendahan hati Penulis meminta maaf jika ada salah kata baik



itu Penulis ucapkan secara sadar atau tidak yang membuat kalian tersinggung. Mari kita bertemu diwaktu yang tepat dan sukses di jalan masing-masing.

10. Serta **Ihwan Lukman, SM** terima kasih sudah datang kembali setelah 10 tahun tidak pernah berjumpa. Terima kasih sudah bersedia menjadi bagian dari perjalanan hidup Penulis, sudah sabar, memahami, mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah dan memberikan semangat kepada Penulis. Semoga setelah ini, anda selalu kebersamai Penulis sampai kapanpun dan akan datang lebih banyak lagi kabar bahagia untuk kita berdua.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu memberikan tenaga dan pemikiran demi kelancaran dan keberhasilan penyusunan skripsi ini.
12. Terakhir, *last but not least*. Diri saya sendiri, Mutiara Ramadhani terima kasih telah memilih hidup dan berusaha walau seringkali merasa tertinggal atas segala pencapaian “Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja lelahmu itu, lebarkan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau impikan, mungkin tidak akan selalu lancar. Tapi, gelombang-gelombang itu yang nanti bisa kau ceritakan”. Terima kasih telah kuat sampai detik ini yang mampu mengendalikan diri dari tekanan luar, yang mampu berdiri tegak ketika dihantam berbagai permasalahan yang ada. Berbahagialah dengan orang-orang sekitarmu, dimanapun kamu berada.

Melalui kata pengantar ini, penulis menyampaikan permohonan maaf apabila terdapat banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga dapat meningkatkan karyanya di masa yang akan datang.

Dengan ini, penulis mempersembahkan Tugas Akhir Skripsi Perancangan dengan penuh rasa terima kasih dan tulus serta memanjatkan do'a agar Allah SWT memberkahi tugas akhir ini sehingga dapat memberi manfaat bagi kita semua. Aamiin.

Gowa, 09 Agustus 2024

Penulis



## ABSTRAK

**MUTIARA RAMADHANI.** *Bioteknologi Akuakultur di Kota Makassar*  
(dibimbing oleh Dahniar dan Rahmi Amin Ishak)

Indonesia sebagai negara maritim dengan jumlah pulau 17.508 yang berada di antara Benua Asia dan Australia serta Samudera Hindia dan Pasifik dengan potensi besar salah satunya di bidang maritim. Poros Maritim merupakan sebuah konsep Kabinet Kerja Kementerian Koordinator Kemaritiman dan Sumberdaya di era pemerintatanganan Joko Widodo dengan tujuan agar dapat memberikan manfaat bagi rakyat melalui pembangunan ekonomi kelautan yang ramah lingkungan melalui sistem akuakultur. Berdasarkan FAO tahun 2020 menunjukkan potensi akuakultur meningkat di angka 13.300,8 ton, tingginya pencapaian tersebut tidak selaras dengan kondisi ekonomi masyarakat di wilayah pesisir dikarenakan adanya keterbatasan ilmu pengetahuan dan ekonomi sehingga merusak ekosistem dan sumberdaya perairan. Pada ekosistem perairan, mikroorganismenya mempunyai peranan yang sangat penting, khususnya pada lingkungan budidaya perikanan. Pemanfaatan mikroorganismenya memiliki kemampuan dalam menghasilkan enzim pencernaan dan mengubah limbah pertanian menjadi protein juga dapat dimanfaatkan untuk sebagai bahan pakan alternatif. Meningkatkan produktivitas budidaya perikanan di masyarakat luas melalui pemanfaatan bioteknologi secara intensif diharap dapat mengatasi berbagai permasalahan yang dihadapi.

Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mengatur bagaimana dan memanfaatkan sumber daya perairan dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan salah satunya adalah pengelolaan akuakultur. Untuk mewujudkan hal tersebut, perancangan Bioteknologi Akuakultur di Kota Makassar menggunakan metode desain hibrid dimana fungsi bioteknologi dan fungsi akuakultur akan digabungkan. Dengan menggunakan metode desain hibrid dalam perancangan ini, diharapkan dapat menjadi wadah khusus dalam penyelenggaraan kegiatan penelitian dan pengembangan di bidang perairan kedepannya, juga dapat memberikan dampak positif sekaligus menjadi identitas pada daerah tersebut.

Kata Kunci : Kebijakan, Maritim, Akuakultur, Bioteknologi, Ekosistem



## ABSTRACT

**MUTIARA RAMADHANI.** *Aquaculture Biotechnology in Makassar City*  
(supervised by Dahniar and Rahmi Amin Ishak)

Indonesia is a maritime country with 17,508 islands located between the continents of Asia and Australia as well as the Indian and Pacific Oceans with great potential, one of which is in the maritime sector. The Maritime axis is a concept of the Working Cabinet of the Coordinating Ministry for Maritime Affairs and Resources in the Joko Widodo government era with the aim of providing benefits to the people through the development of an environmentally friendly marine economy through an aquaculture system. According to FAO in 2020, the potential for aquaculture has increased at 13,300.8 tons. This high achievement is not in line with the economic conditions of communities in coastal areas due to limited knowledge and economics, thereby destroying ecosystems and aquatic resources. In aquatic ecosystems, microorganisms have a very important role, especially in aquaculture environments. The use of microorganisms which have the ability to produce digestive enzymes and convert agricultural waste into protein can also be used as an alternative feed ingredient. It is hoped that increasing the productivity of fisheries cultivation in the wider community through the intensive use of biotechnology can overcome the various problems faced.

Therefore, a system is needed that regulates how and utilizes aquatic resources while maintaining environmental sustainability, one of which is aquaculture management. To make this happen, the design of Aquaculture Biotechnology in Makassar City uses a hybrid design method where biotechnology functions and aquaculture functions will be combined. By using the hybrid design method in this design, it is hoped that it can become a special forum for carrying out research and development activities in the water sector in the future, and can also have a positive impact and become an identity for the area.

Keywords : Policy, Maritime, Aquaculture, Biotechnology, Ecosystems



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan dan Sasaran Pembahasan .....	4
1.4 Batasan Masalah dan Lingkup Pembahasan .....	5
1.5 Manfaat Pembahasan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Tinjauan Bioteknologi.....	7
2.2 Tinjauan Akuakultur (Budidaya Perairan).....	12
2.3 Bidang Kajian Bioteknologi Akuakultur .....	22
2.4 Kebijakan Pemerintah Terhadap Bioteknologi Akuakultur .....	47
2.5 Studi Komparasi Bangunan Sejenis .....	49
<b>BAB III METODE PEMBAHASAN .....</b>	<b>60</b>
3.1 Jenis Pembahasan.....	60
3.2 Lokasi Proyek.....	60
3.3 Waktu Pengumpulan Data.....	60
3.4 Pengumpulan Data .....	60
Analisis Data .....	61
Sistematika Pembahasan .....	62



BAB IV BIOTEKNOLOGI AKUAKULTUR DI KOTA MAKASSAR .....	63
4.1 Konsep Tata Ruang Makro .....	63
4.2 Konsep Tata Ruang Mikro .....	73
BAB V KONSEP DASAR PERANCANGAN .....	126
5.1 Konsep Dasar Perancangan Makro .....	126
5.2 Konsep Dasar Perancangan Mikro .....	139
DAFTAR PUSTAKA .....	155



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Zona Kedalaman Air .....	27
Gambar 2. Sistem Hidroponik Aktif .....	29
Gambar 3. Sistem Hidroponik Pasif.....	30
Gambar 4. Perencanaan Grid Vertikal Laboratorium oleh Leslie Martin.....	37
Gambar 5. Greenhouse Tipe Tunnel .....	39
Gambar 6. Greenhouse Tipe Piiggy Black.....	40
Gambar 7. Greenhouse Tipe Campuran atau Multiplan .....	40
Gambar 8. <i>Alma Aquaculture Research Station</i> .....	49
Gambar 9. Kolam di Alma Aquaculture Research Station .....	50
Gambar 10. Bangunan European Marine Science Park.....	50
Gambar 11. Perspektif European Marine Science Park.....	51
Gambar 12. Blok Plan European Marine Science Park .....	52
Gambar 13. Kantor BRPBAP3 Maros .....	53
Gambar 14. Skema Kerangka Berpikir .....	62
Gambar 15. Peta Administrai Kota Makassar .....	63
Gambar 16. Rencana Tata Ruang Kota Makassar .....	68
Gambar 17. Alternatif 1 Kecamatan Tallo .....	62
Gambar 18. Alternatif 2 Kecamatan Biringkanaya.....	63
Gambar 19. Alternatif 3 Kecamatan Tamalate .....	64
Gambar 20. Alternatif Tapak Terpilih .....	66
Gambar 21. Alternatif 1 Kawasan Pantai Tanjung Layang .....	67
Gambar 22. Rona Awal Tapak Alternatif 1 .....	67
Gambar 23. Alternatif 2 Kawasan Pantai Bososwa .....	68
Gambar 24. Rona Awal Tapak Alternatif 2 .....	69
Gambar 25. Pendekatan Gubahan Bentuk .....	73
Gambar 26. Pola Kegiatan Pengelola.....	76
Gambar 27. Pola Kegiatan Peneliti .....	76
28. Pola Kegiatan Pengunjung .....	76
29. Pencapaian Frontal, Langsung dan Spiral .....	85
30. Konfigurasi Jalur .....	86



Gambar 31. Hubungan Jalur Ruang .....	87
Gambar 32. Sirkulasi Penghawaan Alami .....	109
Gambar 33. Pencahayaan Alami .....	111
Gambar 34. Sistem Pencahayaan Buatan .....	112
Gambar 35. Sistem Pengelohan Air Bersih.....	114
Gambar 36. Sistem Pengelohan Air Hujan .....	114
Gambar 37. Skema Sistem Pembuangan Limbah Cair .....	115
Gambar 38. Skema Sistem Pembuangan Limbah Padat .....	115
Gambar 39. Sistem Pembuangan Sampah .....	116
Gambar 40. Sistem Tata Suara.....	117
Gambar 41. Sistem Kerja Deteksi Nyala Api .....	118
Gambar 42. Instalasi Sprinkler.....	119
Gambar 43. Instalasi Hydrant Box .....	119
Gambar 44. Sistem CCTV .....	121
Gambar 45. Modul Laboratorium .....	123
Gambar 46. <i>Layout Double Corridor Economic Research Laboratory</i> .....	123
Gambar 47. <i>Layout Double Corridor Eneconomic Research Laboratory</i> .....	123
Gambar 48. <i>Layout Laboratorium Kimia</i> .....	124
Gambar 49. Rona Awal Tapak.....	126
Gambar 50. Ukuran dan Tata Wilayah .....	127
Gambar 51. Kondisi Vegetasi Tapak .....	127
Gambar 52. Analisis Kebisingan.....	128
Gambar 53. Analisis Pandangan ( <i>View</i> ).....	129
Gambar 54. Analisa Angin.....	130
Gambar 55. Analisis Matahari .....	131
Gambar 56. Analisis Aksesibilitas Tapak .....	132
Gambar 57. Zona Pembagian Tapak.....	132
Gambar 58. Tatanan Massa.....	133
Gambar 59. Sirkulasi dalam Tapak.....	134
50. Penentuan Jalur Pedestrian.....	134
51. Tranformasi dan Konsep Gubahan Bentuk .....	136
52. Tampak Bangunan.....	136



Gambar 63. Selubung Bangunan.....	137
Gambar 64. Konsep Elemen Keras ( <i>Hardscape</i> ).....	138
Gambar 65. Konsep Elemen Lunak ( <i>Softscape</i> ) .....	139
Gambar 66. Hubungan Ruang Kegiatan Penelitian .....	141
Gambar 67. Hubungan Ruang Kegiatan Pelestarian.....	142
Gambar 68. Hubungan Ruang Kegiatan Edukasi .....	142
Gambar 69. Hubungan Ruang Kegiatan Wisata .....	142
Gambar 70. Hubungan Ruang Kegiatan Administrasi.....	143
Gambar 71. Hubungan Ruang Kegiatan Penunjang .....	143
Gambar 72. Hubungan Ruang Kegiatan Servis .....	143
Gambar 73. Konsep Penggunaan Warna .....	144
Gambar 74. Tampak Samping dan Tampak Atas Kolam Pemijahan.....	146
Gambar 75. Tampak Samping dan Tampak Atas Kolam Penetasan .....	147
Gambar 76. Bak <i>Fiberglass</i> .....	147
Gambar 77. Konsep Sistem Struktur dan Material .....	148
Gambar 78. Pengolahan Air Laut.....	150
Gambar 79. Pengolahan Air Tawar.....	150
Gambar 80. Konsep Sistem Sirkulasi <i>Waterfall Harvesting</i> .....	151
Gambar 81. Konsep Penangkal Petir .....	152



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Wilayah Ekosistem Terumbu Karang di Indonesia .....	17
Tabel 2. Penyebaran Hutan Mangrove di Wilayah Indonesia.....	18
Tabel 3. Jumlah Produksi Rumput Laut di Wilayah Indonesia .....	19
Tabel 4. Jumlah Produksi Udang di Wilayah Indonesia .....	20
Tabel 5. Jumlah Produksi Ikan di Wilayah Indonesia.....	21
Tabel 6. Kecepatan Udara Greenhouse .....	39
Tabel 7. Debit Air yang dibutuhkan Bak Penampungan.....	43
Tabel 8. Hasil Studi Komparasi .....	56
Tabel 9. Luas Wilayah dan Persentase Terhadap Luas Wilayah Menurut Kecamatan di Kota Makassar.....	64
Tabel 10. Rata-rata Suhu Udara dan Kelembapan Udara di Kota Makassar Tahun 2023.....	65
Tabel 11. Rata-rata Tekanan Udara, Kecepatan Angin, Penyinaran Matahari, Jumlah Curah Hujan dan Hari Hujan .....	65
Tabel 12. Penentuan Fungsi Detail Pola Tata Ruang Kota (DTRK) Makassar Tahun 2015-2034 .....	70
Tabel 13. Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kota Makassar .....	54
Tabel 14. Jumlah Dosen dan Mahasiswa Perguruan Tinggi Menurut Program Studi di Kota Makassar Tahun 2022 .....	55
Tabel 15. Jumlah UMKM di Kota Makassar 2018 - 2022.....	57
Tabel 16. Jumlah Wisatawan Mancanegara dan Domestik Kota Makassar .....	58
Tabel 17. Perhitungan Jumlah Pengunjung.....	58
Tabel 18. Analisis Penentuan Lokasi .....	65
Tabel 19. Analisis Penentuan Tapak.....	69
Tabel 20. Pelaku Kegiatan dan Kebutuhan Ruang.....	77
Tabel 21. Pola Ruang Bioteknologi Akuakultur .....	81
Tabel 22. Konfigurasi Jalur.....	88
Hubungan Jalur Ruang.....	88
Besaran Ruang Kelompok Kegiatan Penelitian .....	89
Besaran Ruang Kelompok Kegiatan Edukasi .....	96
Besaran Ruang Kelompok Kegiatan Wisata.....	97



Tabel 27. Besaran Ruang Kelompok Kegiatan Administrasi .....	97
Tabel 28. Besaran Ruang Kelompok Kegiatan Penunjang .....	102
Tabel 29. Besaran Ruang Kelompok Kegiatan Servis .....	103
Tabel 30. Besaran Parkir Pengunjung .....	104
Tabel 31. Besaran Parkir Pengelola dan Peneliti .....	105
Tabel 32. Total Luas Kebutuhan Ruang .....	105
Tabel 33. Pengelompokkan Laboratorium Berdasarkan <i>Biosafety Level</i> .....	122



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Wilayah kedaulatan Indonesia yang terbentang dari barat di kota Sabang hingga paling timur di Merauke dengan garis pantai sepanjang 95.181 km dengan jumlah pulau 17.508 menjadikan negara Indonesia sebagai negara maritim dengan kepulauan terbesar setelah Kanada di dunia. Secara geografis, posisi Indonesia berada di antara Benua Asia dan Australia serta Samudera Hindia dan Pasifik dengan potensi besar di bidang ekonomi dan lingkungan, sosial budaya serta hukum dan keamanan. Berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) 2022, masyarakat belum merasakan peran signifikan dari potensi maritim yang dimiliki belum maksimal dan masih banyak campur tangan dari pihak asing. Dalam hal ini, peran pemerintah seharusnya menjaga, memelihara dan mengelolah kekayaan dan potensi maritim dengan memanfaatkan sumber daya manusia yang terampil.

Era pemerintahan Presiden Joko Widodo dengan visi pembangunan “Terwujudnya Indonesia yang Berdaulat, Mandiri dan Berkepribadian Berlandaskan Gotong Royong” diharapkan dapat mendorong Indonesia lebih produktif, kompetitif dan fleksibilitas dalam menghadapi tantangan global yang dinamis. Untuk mencapai visi tersebut, misi yang disampaikan oleh Joko Widodo selaras dengan Indonesia sebagai negara maritim. Lebih lanjut, Presiden Soekarno dalam pidatonya di *National Maritime Convention* tahun 1963 bahwa untuk menjadikan Indonesia sebagai bang yang besar, bangsa yang kuat, bangsa yang makmur, bangsa yang damai. Indonesia harus mampu menguasai laut.

Seiring berjalannya waktu, Kabinet Kerja yang dibentuk oleh Presiden Joko Widodo yang dimana membentuk Kementerian Koordinator Kemaritiman dan Sumberdaya dengan konsep “Poros Maritim” dengan tujuan untuk memberikan



bagi rakyat. Pembangunan poros maritim meliputi lima pilar, antara lain an budaya maritim, pengelolaan sumber daya kelautan, infrastruktur dan ritas maritim, diplomasi maritim dan keamanan maritim. Selain konsep

poros maritim di masa pemerintahannya, kemunculan prinsip ekonomi biru sebagai sistem pemanfaatan sumberdaya laut berwawasan lingkungan untuk mendukung pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan dan penghidupan serta konservasi laut. Hal ini sejalan dengan tujuan kebijakan pembangunan kelautan nasional dalam RPJPN 2005-2025 pada poin ketujuh yaitu mewujudkan Indonesia menjadi negara kepulauan yang mandiri, maju dan kuat melalui pembangunan ekonomi kelautan yang ramah lingkungan.

Seiring dengan kondisi tersebut, sebagai negara maritim kegiatan perikanan tidak terdengar asing lagi dimana Indonesia memiliki wilayah daratan yang didalamnya terdapat perairan daratan seperti sungai, waduk dan rawa yang dapat dimanfaatkan sebagai sistem akuakultur. Indonesia memiliki potensi akuakultur baik di laut maupun perairan daratan mengingat posisi Indonesia secara geografis. Berdasarkan *The Food and Agriculture Organization of The United Nations* (2020), Indonesia berada di urutan kedua dengan potensi akuakulturnya sebanyak 13.300, 8 ton yang bersaing dengan negara Tiongkok (China), India, Vietnam dan Peru. Potensi produksi akuakultur di Indonesia dengan beragam komoditas seperti ikan (lele, bandeng, nila, patin, mas, gurame, bawal, tuna), udang, cumi-cumi, rajungan, gurita serta rumput laut cenderung meningkat dengan stabil hingga mencapai 5,86 miliar meski sempat menurun akibat terdampak pandemik namun peningkatan angka tersebut terlalu kecil sehingga dibutuhkan adanya pengoptimalan terhadap potensi akuakultur di Indonesia. Rendahnya produksi tersebut disebabkan oleh sumber daya manusia yang belum menguasai penggunaan teknologi penangkapan dan pembudidayaan serta kegiatan pasca panen sehingga merusak ekosistem pesisir.

Secara geografis, Provinsi Sulawesi Selatan merupakan Kawasan Timur Indonesia (KTI) dengan potensi keanekaragaman hayati yang bernilai ekonomis tinggi. Sektor perikanan dan perairan merupakan harapan masyarakat karena perairan Sulawesi Selatan memiliki sejumlah potensi seperti sumberdaya hayati, sumberdaya non hayati dan jasa lingkungan. Menurut Badan Pusat Statistik, kontribusi sektor perikanan terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) di Sulawesi Selatan mencapai 9,89% dengan nilai mencapai 28,47 triliun hingga pada 2022. Selain itu, tingginya pencapaian di sektor perikanan tidak selaras



dengan kondisi ekonomi masyarakat saat ini khususnya di wilayah pesisir, mengakibatkan keterbatasan akses seperti maraknya *overfishing*, hasil tangkapan nelayan tradisional sangat terbatas karena minimnya alat tangkap jika dibandingkan dengan perusahaan penangkapan ikan lainnya. Karena tekanan ekonomi dan keterbatasan pengetahuan menyebabkan aspek ekologi dan keberlanjutan sumber daya, tidak jarang nelayan maupun perusahaan penangkap ikan menggunakan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan sehingga merusak ekosistem dan sumberdaya perairan

Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mengatur bagaimana dan memanfaatkan sumber daya perairan dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan salah satunya adalah pengelolaan akuakultur. Strategi pemerintah untuk pengelolaan akuakultur dengan pendekatan ekosistem (ADPE) dan *Ecosystem Approach to Aquaculture* (EAA) guna mendukung pembangunan perikanan yang berkelanjutan dengan cara mengintegrasikan manfaat ekologi, ekonomi dan sosial dalam mendukung ekonomi biru. Akuakultur merupakan salah satu sektor industri paling berpotensi di Indonesia dengan mempertimbangkan sumber daya alam serta kebijakan pemerintah, diharapkan sektor ini dapat mewadahi kegiatan akuakultur yang akan mendukung perkembangannya di kota Makassar melalui perencanaan dan perancangan sebuah Bioteknologi Akuakultur.

## 1.2 Rumusan Masalah

### 1.2.1 Non-Arsitektural

Berdasarkan penulisan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, adapun masalah non-arsitektural yang terkait perancangan Bioteknologi Akuakultur di Kota Makassar adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengembangan potensi akuakultur di kota Makassar ?
- b. Jenis kegiatan apa sajakah yang diwadahi dari perencanaan Bioteknologi kultur ?



## 1.2.2 Arsitektural

Berdasarkan penulisan latar belakang di atas, adapun masalah arsitektural yang dihadapi terkait perancangan Bioteknologi Akuakultur di Kota Makassar adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana menentukan lokasi, aksesibilitas serta sarana dan prasarana pada bangunan Bioteknologi Akuakultur di Kota Makassar ?
- b. Bagaimana pengaturan tata ruang untuk bangunan Bioteknologi Akuakultur yang sesuai dengan kebutuhan dan kegiatan pelaku bangunan sehingga tercipta suasana yang efisien dan nyaman ?
- c. Bagaimana menentukan sistem struktur dan material yang tepat pada bangunan Bioteknologi Akuakultur di Kota Makassar ?

## 1.3 Tujuan dan Sasaran Pembahasan

### 1.3.1 Tujuan

Adapun tujuan pembahasan yaitu untuk menghasilkan acuan perancangan bangunan dalam merancang bangunan Bioteknologi Akuakultur di Kota Makassar.

### 1.3.2 Sasaran Pembahasan

Adapun sasaran pembahasan yang ingin dicapai adalah menyusun kriteria perancangan yang berisi kriteria dan syarat perencanaan perancangan Bioteknologi Akuakultur di Kota Makassar yang meliputi aspek:

- a. Non Arsitektural
  - 1) Mengadakan tinjauan dan studi tentang Bioteknologi Akuakultur meliputi: definisi, klasifikasi, mekanisme pengelolaan dalam Bioteknologi.
  - 2) Mengadakan tinjauan tentang bangunan Bioteknologi meliputi: definisi, fungsi dan kegiatan yang diwadahi.



- c) Pola tata guna lahan dan lingkungan; dan
  - d) Gubahan bentuk
- 2) Mengadakan studi tentang tata fisik mikro meliputi:
- a) Pengelompokkan tata ruang;
  - b) Kebutuhan dan besaran ruang;
  - c) Pola organisasi ruang;
  - d) Sistem struktur dan utilitas; dan
  - e) Eksterior dan interior bangunan

## **1.4 Batasan Masalah dan Lingkup Pembahasan**

### **1.4.1 Batasan Masalah**

Batasan masalah dibuat untuk mempersempit ruang masalah yang diperoleh dari berbagai analisa. Pembahasan dibatasi pada perancangan yang berorientasi pada fungsi bangunan Bioteknologi Akuakultur di Kota Makassar sebagai sarana penelitian dan pengembangan keanekaragaman hayati biota air.

### **1.4.2 Lingkup Pembahasan**

Ruang lingkup dalam perancangan Bioteknologi Akuakultur di Kota Makassar antara lain :

- a. Mewadahi kegiatan penelitian dalam bidang perairan melalui pengumpulan dan pengolahan data serta pengembangan hasil perairan yang dilakukan untuk nantinya akan disebarluaskan.
- b. Mewadahi kegiatan penelitian dan konservasi secara langsung terhadap flora fauna biota air.
- c. Mengedukasi masyarakat tentang metode budidaya perairan guna meningkatkan kesejahteraan pangan yang semakin meningkat.
- d. Mewadahi kegiatan yang bersifat rekreatif seperti kunjungan untuk mengenal dan menikmati dalam ilmu perairan (flora fauna biota air) serta untuk sekedar menikmati as yang ditawarkan.



- e. Menyediakan fasilitas berupa bahan, tempat pemasaran hasil penelitian dan pengembangan akuakultur produk dari hasil pasca panen untuk diperjual belikan secara langsung.

### **1.5 Manfaat Pembahasan**

Penyusunan perencanaan dan perancangan Bioteknologi Akuakultur di Kota Makassar diharapkan dapat digunakan sebagai acuan penyelesaian masalah yang telah dibahas pada latar belakang. Selain itu, diharap dapat menjadi sebuah referensi mahasiswa maupun disiplin ilmu yang berkaitan dengan tema untuk bahan pembelajaran atau perencanaan proyek sejenisnya.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Bioteknologi

#### 2.1.1 Definisi Bioteknologi

Berdasarkan terminologinya, pengertian bioteknologi berasal dari “bio” memiliki pengertian agen hayati (*living things*) yang meliputi; organisme (bakteri, jamur, kapang), jaringan/sel (kultur sel tumbuhan atau hewan), dan atau komponen sub-selulernya (enzim), “tekno” memiliki pengertian teknik atau rekayasa (*engineering*) yaitu segala sesuatu yang berkaitan dengan rancang-bangun, misalnya untuk rancang bangun suatu bioreaktor. Cakupan teknik disini sangat luas antara lain; teknik industri dan kimia, sedangkan “logi” memiliki pengertian ilmu pengetahuan alam (sains) yang mencakup; biologi, kimia, fisika, matematika dsb. Ditinjau dari sudut pandang biologi (biosain), maka bioteknologi merupakan penerapan (*applied*); biologi molekuler, mikrobiologi, biokimia, dan genetika. Dengan demikian, bioteknologi merupakan penerapan berbagai bidang (disiplin) ilmu (*interdisipliner*). Oleh karena itu, tidak ada seorangpun yang dapat menguasai seluruh aspek bioteknologi (Nurchahyo, 2011).

Bioteknologi ialah menerapkan teknik dan prinsip ilmu pengetahuan organisme hidup secara biologi untuk menciptakan dan mengembangkan dengan menggunakan tanaman ataupun hewan sebagai objek untuk menghasilkan bahan dan jasa.

#### 2.1.2 Sejarah Bioteknologi

Dalam kurun waktu 20 tahun terakhir ini, bioteknologi telah mengalami perkembangan sangat pesat. Di beberapa negara maju, bioteknologi mendapatkan perhatian serius dan dikembangkan secara intensif dengan harapan dapat memberi solusi untuk mengatasi berbagai permasalahan yang dihadapi manusia pada saat ini yang akan datang yang menyangkut; kebutuhan pangan, obat-obatan, dan lain-lain, yang pada gilirannya semuanya bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup umat manusia. Sebagai ilustrasi, penemuan-penemuan baru



dibidang immunologi telah berhasil diproduksi *antibodi- monoclonal* (MAb) secara massal. Penemuan MAb dengan metode klonasi, memiliki kelebihan antara lain peka, khas dan akurat. Selain itu, MAb dapat pula digunakan untuk memberikan jasa pelayanan dalam berbagai hal seperti *opinion* suatu penyakit dengan akurat, pencegahan dan pengobatan penyakit. Kontribusi MAb telah dapat dirasakan manfaatnya khususnya dalam dunia riset seperti *enzymeimmunoassay*, *radioimmunoassay* dan *immunositokimia*.

Istilah bioteknologi untuk pertama kalinya dikemukakan oleh Karl Ereky, seorang insinyur Hongaria pada tahun 1917 untuk mendeskripsikan produksi babi dalam skala besar dengan menggunakan bit gula sebagai sumber pakannya. Perkembangan penerapan bioteknologi dalam segala bidang kehidupan akan semakin meningkat dengan didukung oleh penemuan- penemuan baru dan penerapan metode- metode baru. Kemajuan yang sangat menggembirakan dalam bioteknologi adalah penerapan rekayasa genetika dengan menyisipkan gen-gen tertentu yang dikehendaki kedalam sel yang telah dikultur dengan tujuan untuk memproduksi insulin dan/ atau beberapa hormon pertumbuhan dalam skala besar.

Demikian pula penggunaan antibodi monoklonal sangat meluas baik untuk penelitian maupun uji klinis termasuk *opinion* dan bahkan upaya mencapai target spesifik untuk pengobatan. Perencanaan strategis dalam bioteknologi seperti kompetensi menguasai bioteknologi dapat tercapai manakala pembinaan sumber daya manusia diorientasikan pada kompetensi meneliti dan menerapkan metode- metode mutakhir bioteknologi. Kemampuan menguasai dan mengaplikasikan metode- metode mutakhir bioteknologi antara lain kultur jaringan, rekayasa genetik, hibridoma, kloning, dan *Polymerase Chains response* (PCR) secara prospektif akan mampu menghasilkan produk- produk penemuan baru.

Aplikasi bioteknologi sesungguhnya telah berlangsung cukup lama, dalam peradapan manusia seperti upaya produksi antibiotik, fermentasi, alkohol, pangan dan teknologi pengolahan limbah; yang kesemuanya dapat dikelompokkan ke dalam

gi konvensional. Munculnya bioteknologi pada abad ke- 20 ini karena aplikasi yang dimaksud bioteknologi adalah bioteknologi ultramodern yang adalah rekayasa genetik dengan teknik word copying yang berkembang



berdasar penemuan struktur dan fungsi DNA oleh Watson dan Creck. Bioteknologi telah mencapai tingkat rekayasa yang lebih terarah sehingga hasilnya dapat dikendalikan. Teknik yang dikenal sebagai teknik DNA rekombinan, atau secara populer dikenal sebagai rekayasa genetika. Para ilmuwan dapat menyambung molekul- molekul DNA yang berbeda menjadi suatu molekul DNA rekombinan yang inti prosesnya adalah kloning gena.

### 2.1.3 Jenis-jenis Bioteknologi

Jenis-jenis bioteknologi terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut :

#### a. Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional biasanya dilakukan secara sederhana, tidak diproduksi dalam jumlah besar, tidak menggunakan prinsip-prinsip ilmiah dan hanya menggunakan mikroorganisme seperti jamur dan bakteri. Ciri khas yang tampak pada bioteknologi konvensional yaitu, adanya penggunaan makhluk hidup secara langsung dan belum tahu adanya penggunaan enzim. Contoh: tempe, oncom, tape, tuak, kecap.

#### b. Bioteknologi Modern

Bioteknologi modern biasanya dilakukan dengan peralatan canggih, diproduksi dalam jumlah besar, menggunakan prinsip-prinsip ilmiah, menggunakan mikroorganisme dan bagian dari mikroorganisme seperti tumbuhan dan hewan. Contoh: asam amino, penisilin, pengolahan limbah, pembasmi hama tanaman, pemisahan logam, obat. Bioteknologi modern adalah teknik manipulasi bahan genetic (DNA) secara *in vitro*, yaitu proses biologi yang berlangsung di luar sel atau organisme, misalnya dalam tabung percobaan. Oleh karena itu, bioteknologi modern juga dikenal dengan rekayasa genetika yaitu proses yang ditujukan untuk menghasilkan organism transgenik. Beberapa prinaip dasar dalam rekayasa genetika, yaitu:



#### 1) DNA Rekombinan

Perubahan susunan DNA diperoleh melalui teknik DNA kombinasi, yang melibatkan bakteri atau virus sebagai vektor (perantara).

Proses DNA rekombinan melalui tiga tahapan yaitu mengisolasi DNA, memotong dan menyambung DNA (transplantasi gen/DNA), dan memasukkan DNA ke dalam sel hidup.

## 2) Fusi Protoplasma

Fusi protoplasma adalah penggabungan dua sel dari jaringan yang sama (organisme berbeda) dalam suatu medan listrik. Fusi protoplasma pada tumbuhan melalui tahap-tahap antara lain menyiapkan protoplasma dari sel-sel yang masih muda karena dinding sel tipis serta protoplasma yang banyak dan utuh, mengisolasi protoplasma sel dengan cara menghilangkan dinding selnya dengan menggunakan enzim kemudian dilakukan penyaringan dan sentrifugasi berkali-kali, protoplasma yang didapat kemudian diuji viabilitasnya (aktivitas hidupnya) dengan cara melihat aktivitas organel, misalnya melihat aktivitas fotosintesisnya.

## 3) Kultur Jaringan

Teori yang melandasi teknik kultur jaringan ini adalah teori Totipotensi, yaitu kemampuan untuk tumbuh menjadi individu baru bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai. Tahap-tahap kultur jaringan dalam membentuk embrio dari sel somatik serupa pada tahap perkembangan zigot menjadi embrio.

### 2.1.4 Cabang Ilmu Bioteknologi Berdasarkan Warna

Ada beberapa jenis atau cabang ilmu bioteknologi yang diantaranya diasosiasikan dengan warna yaitu:

#### a. Bioteknologi Merah (*Red Biotechnology*)

Bioteknologi merah merupakan cabang ilmu bioteknologi yang mempelajari pemanfaatan bioteknologi dalam bidang medis. Ruang lingkupnya meliputi pengobatan, mulai dari tahap preventif, diagnosis, dan pengobatan.

nya, manfaat bioteknologi yang dihasilkan adalah obat dan vaksin, untaian sel induk untuk pengobatan regeneratif, serta terapi gen untuk



mengobati penyakit genetik dengan cara mengganti gen yang tidak normal dengan gen yang normal.

b. Bioteknologi Putih (*White Biotechnology*)

Bioteknologi putih merupakan pemanfaatan bioteknologi yang dilakukan dalam bidang industri. Manfaat bioteknologi dari bioteknologi putih antara lain pengembangan dan produksi senyawa baru serta pembuatan sumber energi yang terbarukan. Dengan memanfaatkan mikroorganisme, seperti bakteri atau ragi akan memudahkan proses dan pengolahan limbah industri.

c. Bioteknologi Hijau (*Green Biotechnology*)

Bioteknologi hijau biasa digunakan dalam bidang pertanian atau Peternakan. Dalam bidang pertanian, manfaat bioteknologi antarlain menghasilkan tanaman yang tahan hama, bahan makanan yang mengandung gizi tinggi, dan menghasilkan tanaman yang bermanfaat. Sementara itu, dalam bidang peternakan, manfaat bioteknologi diaplikasikan pada hewan, seperti sapi, kambing, atau ayam yang difungsikan sebagai *bioreactor* sebagai penghasil antibodi protein yang dapat membantu sel tubuh melawan senyawa asing.

d. Bioteknologi Biru (*Blue Biotechnology*)

Bioteknologi biru biasa disebut bioteknologi perairan yang mengendalikan segala proses yang terjadi di lingkungan perairan. Bioteknologi ini dimanfaatkan untuk menumbuhkan ikan bersirip atau kerang-kerangan sebagai sumber makanan. Perkembangan bioteknologi biru ini memanfaatkan rekayasa genetika untuk menghasilkan tiram yang tahan penyakit. Selain itu, menghasilkan vaksin untuk melawan virus yang menyerang salmon dan ikan lainnya.

### 2.1.5 Peran, Tugas dan Fungsi

Bioteknologi mempunyai fungsi untuk mengkaji dan mengembangkan ivitas ilmu pengetahuan secara sistematis dan objektif, memiliki tugas



- a. Membantu pemerintah untuk megembangkan IPTEKS mengenai objek yang akan diteliti.
- b. Melaksanakan penelitian dan penyiapan kebijakan.
- c. Memanfaatkan serta mengamankan sumber-sumber penelitian dan pengembangan untuk kesejahteraan bangsa dan negara.
- d. Menyebarluaskan hasil-hasil penelitian dan pengembangan kepada masyarakat.
- e. Mengevaluasi dan penyusunan laporan hasil penelitian dan pengembangan

Untuk melaksanakan tugas tersebut, maka suatu Bioteknologi harus memiliki fungsi:

- a. Melaksanakan kerjasama penelitian dan pengembangan IPTEKS mengenai objek yang aka diteliti dengan lembaga/instansi yang terkait di bidang nasional maupun internasional.
- b. Memberikan pelayanan jasa dalam bentuk penyelenggaraan pendidikan dari pelatihan untuk tenaga ahli maupun masyarakat sekitar.
- c. Mempersiapkan program penelitian dan pengembangan objek.
- d. Ikut serta mengembangkan organisasi dan kelembagaan yang terkait dengan penelitian dan pengembangan suatu objek agar terwujud sistem terpadu, serasi, efektif, dan efisien sehingga mampu memberikan pelayanan dan dorongan berbagai kegiatan ekonomi di dalam maupun luar negeri.

## 2.2 Tinjauan Akuakultur (Budidaya Perairan)

### 2.2.1 Definisi Akuakultur

Akuakultur berasal dari bahasa Inggris *aquaculture* (*aqua* yaitu perairan, *culture* yaitu budidaya) sehingga dapat didefinisikan menjadi upaya-upaya manusia untuk meningkatkan produktivitas perairan melalui kegiatan budidaya. Kegiatan budidaya yang dimaksud adalah kegiatan pemeliharaan untuk memperbanyak (reproduksi), menumbuhkan (*growth*), serta meningkatkan mutu biota akuatik diperoleh keuntungan (Effendi, 2004).



Budidaya perairan (akuakultur) adalah kegiatan untuk memproduksi biota (organisme) akuatik dilingkungan terkontrol dalam rangka mendapat keuntungan (profit) sehingga disebut juga akuabisnis.

## 2.2.2 Ruang Lingkup Akuakultur

### a. Ruang Lingkup Budidaya Berdasarkan Kegiatan

Budidaya perairan merupakan sistem produksi yang mencakup input produksi (prasarana dan sarana produksi), proses produksi (sejak persiapan hingga pemanenan) dan output produksi (penanganan pasca panen dan pemasaran). Orientasi dari kegiatan budidaya pada aspek ini adalah mendapatkan keuntungan sehingga dikenal sebagai kegiatan bisnis akuakultur (akuabisnis). Sistem bisnis akuakultur tersebut mencakup:

- 1) Sarana budidaya antara lain pengadaan induk, benih/ benur, pakan, pupuk, obat-obatan, peralatan budidaya, tenaga kerja dan lain-lain.
- 2) Prasarana budidaya antara lain pemilihan lokasi (jarak lokasi budidaya dari pengadaan bahan budidaya tenaga kerja dan pemasaran), fasilitas pendukung budidaya dan lain-lain.
- 3) Proses produksi terdiri dari kegiatan persiapan wadah budidaya, penebaran benih, pemberian pakan, pengelolaan lingkungan budidaya, pengelolaan kesehatan ikan, pemantauan ikan hingga pemanenan.
- 4) Penanganan pascapanen dan pemasaran yakni kegiatan mempertahankan dan meningkatkan mutu produk, distribusi produk dan pelayanan terhadap konsumen.
- 5) Pendukung kegiatan budidaya antara lain jaminan hukum dan kebijakan pemerintah, pembiayaan/modal, birokrasi, penelitian dan pengembangan kualitas komoditas budidaya perairan.

### b. Ruang Lingkup Budidaya Perairan Berdasarkan Spasial

Secara spasial, kegiatan budidaya perairan bisa berlangsung di darat dan di laut, mulai dari pegunungan, perbukitan dataran tinggi, dataran rendah, pantai, muara sungai, teluk, selat, perairan dangkal, terumbu karang, hingga laut lepas/ laut dalam. Kegiatan budidaya perairan tersebut



dilakukan dengan persyaratan adanya sumberdaya air yang memadai baik kuantitasnya maupun kualitasnya.

c. Ruang Lingkup Budidaya Perairan Berdasarkan Sumber Air di Permukaan Bumi

Berdasarkan sumber air, kegiatan budidaya perairan dipengaruhi oleh salinitas atau kandungan garam sehingga dikenal budidaya perairan di air tawar (*freshwater culture*), budidaya air payau (*brackishwater culture*) dan budidaya air laut (*mariculture*). Komoditas yang dipelihara dalam budidaya perairan adalah spesies yang berasal dari habitat tersebut atau sudah beradaptasi dengan media budidaya.

d. Ruang Lingkup Budidaya Perairan Berdasarkan Zonasi Darat dan Laut

Berdasarkan zonasi darat-laut, kegiatan budidaya perairan terdiri dari *inland aquaculture* dan *marine aquaculture (mariculture)*. *Inland aquaculture* adalah kegiatan budidaya perairan yang dilakukan di darat dengan menggunakan sumber air tawar atau air payau. Sedangkan *marine aquaculture* adalah kegiatan budidaya perairan yang dilakukan di laut.

e. Ruang Lingkup Budidaya Perairan Berdasarkan Posisi Wadah Budidaya Perairan

Posisi wadah pemeliharaan telah membagi kegiatan budidaya perairan berdasarkan perairan (*water-base aquaculture*) dan berdasarkan daratan (*land-base aquaculture*).

Dalam *water-base aquaculture*, unit-unit budidaya ditempatkan di badan perairan (sungai, saluran irigasi, danau, waduk dan laut) sehingga merupakan suatu sistem yang terbuka (*open system*). Di dalam sistem ini, interaksi antara ikan unit budidaya dengan lingkungan perairan tersebut berlangsung hampir tanpa pembatasan. Contohnya adalah karamba, jaring apung, rakit apung, jaring tancap, kombongan, kandang (contoh: metode *open culture* pada budidaya rumput laut), sekat (contoh: metode enclosure budidaya kepiting), rakit, dan tambang (contoh: metode *longline* pada budidaya rumput laut). Sedangkan *land-base aquaculture*, dimana unit-unit



budidaya berlokasi di daratan dengan pengambilan sumber air dari perairan di dekatnya sehingga ada pembatasan antara unit budidaya dengan perairan minimal oleh pematang sehingga *land-base aquaculture* merupakan sistem tertutup (*closed system*), contohnya adalah kolam air tenang, kolam air deras, sawah dan tambak.

### 2.2.3 Tujuan Akuakultur

#### a. Produksi Makanan Daging Ikan

Daging ikan merupakan sumber protein hewani dan makanan sehat yang sangat dibutuhkan manusia, selain produk-produk peternakan seperti daging sapi, ayam, dan telur. Kebutuhan ikan dipenuhi melalui kegiatan penangkapan dan budidaya perairan. Produk perikanan tangkap umumnya berupa ikan segar, beku dan olahan (pengeringan, pengasinan, *fillet*, pengalengan, penepungan dan sebagainya).

#### b. Perbaikan *Stock* Ikan di Alam

*Stock* ikan di alam baik di laut maupun perairan umum cenderung semakin berkurang. Pengurangan stok ikan di alam disebabkan oleh tingginya laju penangkapan dan kematian dibandingkan dengan rendahnya laju perkembangbiakan dan pertumbuhan. Laju penangkapan ikan meningkat disebabkan oleh tuntutan pemenuhan kebutuhan manusia yang meningkat sejalan dengan pertumbuhan populasi penduduk dunia. Laju kematian di alam juga meningkat sejalan dengan semakin memburuknya kualitas lingkungan. Memasuki abad ke-21, paradigma pembangunan perikanan tangkap dunia telah beralih, dari paradigma lama (penangkapan) ke paradigma baru yang lebih menekankan aspek pemanfaatan sumber daya hayati secara lestari dan berkelanjutan. Dalam paradigma baru tersebut, yang dinyatakan dalam *Code of Conduct for Responsible Fisheries* (CCRF) atau kode tindak perikanan yang bertanggungjawab yang diprakasai oleh organisasi Pangan Sedunia yakni FAO, disebutkan perlunya upaya-upaya peningkatan stok ikan di alam (*stock enhancement*) melalui kegiatan *restocking*. Sudah saatnya pada perairan laut yang mengalami *overfishing*



dan perairan umum yang mengalami degradasi sumber daya ikan diberlakukan program *restocking*.

c. Produksi Ikan untuk Rekreasi

Dewasa ini, kebutuhan manusia dalam hal rekreasi meningkat, terutama pada masyarakat perkotaan. Kegiatan rekreasi tersebut diantaranya adalah memancing (seperti: *leisure fishing*, *sport fishing*) dan atraksi ikan dalam akuarium besar seperti di Taman Akuarium Air Tawar, Taman Mini Indonesia Indah, dan *Sea World*.

d. Produksi Ikan Umpan

Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) merupakan contoh akuakultur untuk dijadikan umpan hidup dalam kegiatan penangkapan tuna. Bandeng dipilih sebagai umpan hidup karena warna tubuhnya keperak-perakkan sehingga menarik perhatian tuna. Oleh karena itu, akhir-akhir ini permintaan bandeng hidup sebagai umpan meningkat tajam sejalan dengan perkembangan usaha penangkapan tuna.

e. Produksi Ikan Hias

Kegiatan budidaya perairan juga ditujukan untuk menghasilkan ikan hias (*ornamental fish*). Ikan hias diproduksi karena memiliki warna dan bentuk tubuh serta tingkah laku yang unik dan menarik sehingga memiliki nilai ekonomis. Nilai ekonomi ikan hias juga dipengaruhi oleh tingkat kesulitan pengembangbiakan (*breeding*) ikan ini.

f. Daur Ulang Bahan Organik

Beberapa ikan budidaya perairan dapat memanfaatkan bahan organik, baik secara langsung maupun tidak langsung. Seperti ikan tilapia digunakan untuk mengurangi sedimen organik yang terdapat di waduk. Ikan tilapia tersebut mempunyai kemampuan mengonsumsi bahan organik dan mengonversinya menjadi protein daging ikan yang bernilai.

g. Produksi Bahan Industri



Beberapa produk budidaya perairan kini telah menjadi bahan baku industri penting seperti industri pakan, obat-obatan atau farmasi, kosmetika, tekstil dan bahan kimia lainnya seperti industri cat, keramik, pasta gigi dan sebagainya. Rumput laut, patin, nila, dan *fitoplankton chlorella* merupakan contoh komoditas budidaya perairan yang telah menjadi bahan baku suatu industri. Penyediaan benih ikan, komoditas budidaya saat ini masih dilakukan oleh masyarakat dengan cara mengambil benih atau bibit dari alam dan sebagian lagi telah dikembangkan dengan cara melakukan proses pemijahan atau pembibitan biota air di dalam wadah budidaya.

#### 2.2.4 Kondisi dan Potensi Sumberdaya Perairan

##### a. Kondisi Perairan Indonesia

##### 1. Terumbu Karang

Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan, terumbu karang adalah sekumpulan hewan karang yang bersimbiosis dengan sejenis tumbuhan alga yang disebut zooxanthellae. Populasi terumbu karang merupakan salah satu ekosistem penting di daerah pesisir perairan dan memberikan perlindungan bagi hewan. Namun seiring dengan meningkatnya lapisan ozon di bumi juga mengakibatkan suhu permukaan laut meningkat dan pengasaman laut bisa menghilangkan hampir semua terumbu karang. Selain itu, kerusakan ekosistem terumbu karang juga diakibatkan oleh perilaku manusia seperti menggunakan teknik tangkapan yang tidak sesuai dengan aturan pemerintah.

Tabel 1. Wilayah Ekosistem Terumbu Karang di Indonesia

No.	Pulau	Luas (ha)
1.	Bali	7.742
2.	Jawa	65.671
3.	Kalimantan	117.426
4.	Papua	262.378



5.	Nusa Tenggara	289.562
6.	Maluku	432.471
<b>No.</b>	<b>Pulau</b>	<b>Luas (ha)</b>
7.	Sumatera	460.731
8.	Sulawesi	894.077
<b>Total</b>		<b>2.530.058</b>

Sumber: Badan Pusat Statistik (2021)

Berdasarkan data diatas, menunjukkan bahwa wilayah ekosistem terumbu karang tersebar di Pulau Sulawesi seluas 894.077 ha. Menurut Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), ekosistem terumbu karang ini diketahui dihuni oleh lebih dari 93.000 spesies.

## 2. Bakau atau Mangrove

Mangrove merupakan kelompok tumbuhan yang habitat hidupnya berada di air payau dan air laut. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), luas ekosistem mangrove di Indonesia mencapai 3.628.913 juta ha atau sekitar 20,37% dari total luas dunia.

Tabel 2. Penyebaran Hutan Mangrove di Wilayah Indonesia

No.	Pulau	Luas (ha)
1.	Papua	1.629.975
2.	Sumatra	892.835
3.	Kalimantan	630.913
4.	Maluku	208.239
5.	Jawa	119.237
6.	Sulawesi	115.560
7.	Nusa Tenggara	30.260
8.	Bali	1.894

Sumber: Badan Pusat Statistik (2021)



Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), menunjukkan bahwa penyebaran hutan mangrove di Pulau Sulawesi lebih sedikit jika dibandingkan dengan pulau lainnya yang luasnya hanya sekitar 115.560 ha.

### 3. Rumput Laut

Rumput laut merupakan tanaman yang tidak memiliki daun, batang dan akar sejati dan termasuk salah satu kelompok tumbuhan laut yang memiliki sifat yang tidak bisa dibedakan sehingga keseluruhan bagian dari rumput laut disebut talus. Perairan Indonesia yang ditumbuhi oleh sebanyak 555 jenis rumput laut dari sekitar 8000 jenis yang ada di dunia dan menjadi salah satu produsen utama rumput laut dunia.

Tabel 3. Jumlah Produksi Rumput Laut di Wilayah Indonesia

No.	Provinsi	Jumlah Produksi (ton)
1.	Sulawesi Selatan	1.630.000
2.	Nusa Tenggara Timur	1.030.000
3.	Kalimantan Utara	441.100
4.	Sulawesi Tengah	419.900
5.	Nusa Tenggara Barat	402.600

Sumber: Badan Pusat Statistik (2020)

Data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa provinsi Sulawesi Selatan sebagai wilayah yang paling banyak memproduksi rumput laut di Indonesia. Pada tahun 2021, di wilayah Sulawesi Selatan terjadi adanya volume ekspor hasil perikanan dibandingkan tahun pada tahun 2020. Peningkatan volume ekspor hasil perikanan salah satunya rumput laut sebesar 15,6% atau



sekitar 145.021 ton yang di ekspor ke negara China, Vietnam dan Korea Selatan.

#### 4. Udang

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) menjelaskan produksi budidaya udang di Indonesia mencapai 911.200 ribu ton pada tahun 2020. Udang merupakan salah satu makanan tinggi protein dan paling banyak digemari oleh banyak orang.

Tabel 4. Jumlah Produksi Udang di Wilayah Indonesia

No.	Provinsi	Jumlah Produksi (ton)
1.	Jawa Barat	157.400 ribu
2.	Nusa Tenggara Barat	143.170 ribu
3.	Jawa Timur	125.400 ribu
4.	Lampung	69.950 ribu
5.	Sulawesi Selatan	56.940 ribu
6.	Sumatera Selatan	56.570 ribu
7.	Sulawesi Tenggara	44.920 ribu
8.	Sumatera Utara	43.670 ribu
9.	Jawa Tengah	36.030 ribu
10.	Kalimantan Timur	32.730 ribu
<b>Total</b>		<b>911.200 ribu</b>

Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan (2020)

Data yang diperoleh dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), dari jumlah tersebut, Sulawesi Selatan menghasilkan 56.570 ribu ton produksi budidaya udang dan hasil produksi tersebut di ekspor ke beberapa negara seperti Jepang, China dan Swiss. Produksi udang



mengalami peningkatan volume ekspor sebesar 8.068 ton pada tahun 2021, dibanding tahun 2020 hanya 6.822 ton.

## 5. Ikan

Ikan termasuk hewan yang memiliki tulang belakang (vertebrata) berdarah dingin dan mempunyai insang. Jenis hewan ini merupakan penghuni laut yang paling banyak yaitu sekitar 42,6% atau sekitar 5000 jenis yang diidentifikasi, mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi baik dalam bentuk, ukuran, warna dan sebagian besar hidup di daerah terumbu karang (Suhardjono, 1999).

Tabel 5. Jumlah Produksi Ikan di Wilayah Indonesia

No.	Provinsi	Jumlah Produksi (ton)
1.	Maluku	547.463
2.	Jawa Timur	534.401
3.	Sulawesi Selatan	376.127
4.	Maluku Utara	361.501
5.	Sumatera Utara	354.463
<b>Total</b>		<b>2.173.955</b>

Sumber: Badan Pusat Statistik (2021)

Berdasarkan tabel diatas yang menunjukkan hasil produksi perikanan tangkap di wilayah perairan Indonesia serta sebagai produsen ikan terbesar kedua setelah China. Beberapa provinsi di wilayah Indonesia, salah satunya Sulawesi Selatan yang memproduksi hasil tangkapnya yang mencapai 376.127 ribu ton seperti yang diketahui wilayah tersebut hampir dikelilingi oleh perairan.



potensi Flora Fauna Perairan Sulawesi Selatan

Flora Endemik Pesisir dan Perairan Sulawesi Selatan

Mangrove (*rhizophora*) sebagai tumbuhan yang dilindungi di sekitar wilayah pesisir dan perairan menjadi salah satu tempat yang menjaga perbatasan antara darat dan perairan. Selain itu, jika area hutan mangrove berkurang maka akan mengganggu keseimbangan ekosistem.

## 2) Fauna Endemik Perairan Sulawesi Selatan

Sulawesi Selatan memiliki beberapa hewan yang dilindungi yang tersebar di wilayah perairan, antara lain Kima (*tridacna*), Keong (*pila ampullaceal*), Ikan Beseng-beseng (*marosatherina ladigesi*), Ikan Medaka (*oryzias latipes*), Terumbu Karang (*acropora cervicornis*), Kuda Laut (*hippocampus*), Ikan Napoleon (*cheilinus undulates*), Dugong (*dugong*), Lumba-lumba (*delphinidae*), Penyu (*chelonioidea*), Teripang (*holothuroidea*), Hiu (*selachimorpha*), Lola (*trochus niloticus*), Bambu Laut (*isis hippuris*), Hiu Paus (*rhincodon typus*), dan Udang (*harlequin caridina woltereckae*).

Berdasarkan data yang diperoleh, perairan yang terdiri dari keanekaragaman hayati yang melimpah baik flora maupun fauna belum dapat dimanfaatkan dan dikembangkan secara maksimal.

## 2.3 Bidang Kajian Bioteknologi Akuakultur

### 2.3.1 Bidang Penelitian Biota Air

Wilayah perairan memiliki sejumlah potensi dan kekayaan yang dapat dikembangkan dan diteliti. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, pemanfaatan biota air bagi peningkatan kesejahteraan semakin tinggi. Bidang penelitian yang akan dilakukan di dalam bioteknologi akuakultur nantinya sebagai berikut :

- a. Keanekaragaman sumberdaya hayati air, dinamika populasi dan migrasi biota air.



ratan dan keseimbangan ekosistem untuk hayati perairan yang terdiri dari potensi sumber daya perairan, pengembangan indeks potensi wilayah r.

c. Bioprospeksi bioa air yang terdiri dari pembenihan dan budidaya biota air,

Untuk itu, bidang penelitian ini dibagi mengenai kelompok organisme air antara lain :

a. Tumbuhan Air

1) Pengertian Tumbuhan Air

Tanaman juga dibutuhkan untuk mengubah karbondioksida dalam ruangan menjadi oksigen melalui fotosintesis. Fotosintesis adalah reaksi penting pada tumbuhan yang berfungsi mengubah cahaya matahari menjadi energi kimia yang disimpan dalam senyawa organik. Untuk itu, dibutuhkannya tanaman untuk menghasilkan oksigen yang cukup namun tetap dibantu dengan cahaya matahari dengan kadar cahaya tertentu berdasarkan jenis tanaman.

Tumbuhan beradaptasi seperti halnya dengan manusia, tumbuhan beradaptasi dengan lingkungannya disebut dengan adaptasi morfologi. Adaptasi morfologi adalah penyesuaian diri bentuk tubuh atau alat tubuh sehingga sesuai dengan lingkungannya. Walaupun dapat beradaptasi, tumbuhan bersifat stasioner atau tidak dapat berpindah atas kehendak sendiri. Berdasarkan morfologi tubuhnya, tumbuhan dibagi menjadi beberapa macam antara lain :

- a) Tumbuhan Xerofit yaitu adaptasi tumbuhan yang hidup di daerah kering.
- b) Tumbuhan Higrofit yaitu adaptasi tumbuhan yang hidup di daerah lembab.
- c) Tumbuhan Hidrofit yaitu adaptasi tumbuhan yang hidup di perairan.

Tumbuhan air atau tumbuhan hidrofit (*Aquatic Plants*) adalah tumbuhan yang telah disesuaikan untuk tinggal di air atau pada lingkungan perairan. Tumbuhan air merupakan produsen utama bagi hewan-hewan yang ada disekitarnya.

Adapun beberapa faktor yang mendorong tanaman hidrofit mengalami adaptasi khusus terhadap habitatnya yaitu kelebihan air dan



medium kurang menunjang terhadap pertumbuhan tanaman. Tumbuhan hidrofit melakukan beberapa adaptasi khusus yaitu :

a) Reduksi jaringan pelindung (epidermis)

Epidermis beralih fungsi bukan sebagai pelindung tetapi berfungsi untuk penyerapan gas dan nutrient langsung karena dinding selulosa dan kutikulanya tipis. Tidak memiliki stomata, pertukaran gas langsung melalui dinding sel.

b) Reduksi jaringan penguat (*skerenkim*)

Memiliki sedikit atau bahkan tidak memiliki jaringan skerenkim. Air memberi kekuatan dan leindung tumbuhan dari kerusakan.

c) Reduksi jaringan pengangkut (*xylem* dan *floem*)

Xilem memperlihatkan pereduksian yang paling besar dan floem yang yang berkembang cukup baik.

d) Reduksi jaringan penyerap

Sistem akar kurang berkembang dan bulu akar serta tudung akar tidak ada.

e) Parekim udara (aerenkim)

Terdapat pengembangan ruang-ruang udara yang special (aerenkim) yang terletak pada daun dan batang hidrofit dan menyediakan atmosfir internal bagi tumbuhan, memberikan pelampung bagi tumbuhan untuk mengapung, menyimpan, udara oksigen dan karbondioksida.

2) Klasifikasi Tumbuhan Air

a) Berdasarkan hubungannya dengan lingkungan air dan udara, tumbuhan hidrofit dapat dibagi menjadi 3 kelompok antara lain :

- i) Tumbuhan hidrofit yang tumbuh di bawah permukaan air (*submerged hydrophytes*), tumbuhan yang berada dan hidup di bawah permukaan air tanpa berhubungan langsung dengan atmosfer



seperti *hydrilla sp.*, *myriophyllum sp.*, *potomegeton sp.* dan sebagainya.

- ii) Tumbuhan hidrofita yang tumbuh terapung (*floating hydrophytes*), tumbuhan yang terapung di permukaan air atau sedikit di bawah permukaan air dan tumbuhnya berhubungan langsung dengan air dan lingkungan atmosfer, akar tumbuhan tidak terbenam atau mengakar di tanah seperti *eichornia crassipes*.
  - iii) Tumbuhan hidrofita yang bersifat amfibi (*amphibious hydrophytes*), tumbuhan yang beradaptasi pada lingkungan akuatik dan lingkungan terestis. Jenis tumbuhan ini tumbuh di perairan dangkal atau perairan yang berlumpur. Bagian tumbuhan yang terdapat di permukaan air (udara) terkadang menonjolkan sifat tumbuhan mesofit atau xerofit, sedangkan bagian yang terendam air atau tenggelam menampilkan ciri-ciri tumbuhan hidrofita sejati seperti *marseilla crenata*. Tumbuhan yang batangnya di permukaan tanah tetapi akarnya terbenam di dalam rawa atau tanah seperti *scirpus grossus*.
- b) Berdasarkan cara hidupnya tumbuhan yang hidup di perairan dikelompokkan menjadi :
- i) Tumbuhan yang daunnya muncul di atas permukaan air, batang di dalam air dan akar di dalam tanah. Tumbuhan jenis ini memiliki dapat menyediakan oksigen bagi organisme di udara melalui daunnya hingga dapat menjadi tempat berkembang biak ikan-ikan.
  - ii) Tumbuhan yang daunnya muncul di atas permukaan air, batang dan akarnya melayang di dalam air. Tumbuhan jenis ini memberikan oksigen di udara karena daunnya yang tumbuh di atas permukaan air. Akar-akarnya yang melayang di dalam air dapat menyerap nutrisi dan unsur hara yang terdapat dalam air, selain itu beberapa jenis tumbuhan ini akarnya dapat menyerap logam seperti besi untuk menetralkan perairan.
  - iii) Tumbuhan yang daunnya muncul di atas permukaan air, tidak memiliki batang dan akarnya melayang di dalam air. Tumbuhan



jenis ini dapat menyerap senyawa toksik terlarut dalam saluran air masuk (irigasi) dan saluran air keluar (drainase) seperti Fe dan  $SO_4$  sehingga memiliki toleran terhadap kelarutan besi yang tinggi seperti tanaman gelam *melaleuca sp.* dan eceng gondok.

- iv) Tumbuhan yang seluruh tubuhnya melayang dalam air. Tumbuhan jenis air ini aktivitas seluruh hidupnya berada di dalam air sehingga daunnya dapat menyediakan oksigen bagi perairan yang dapat dimanfaatkan oleh organisme atau hewan air lainnya.
- v) Tumbuhan yang daunnya muncul di atas perairan dan akarnya di dalam tanah. Tumbuhan air jenis ini dapat menyediakan oksigen bagi air yang dapat dimanfaatkan oleh organisme atau hewan air seperti ikan karena daunnya tumbuh di atas dasar perairan. Selain itu, daunnya dapat menjadi makanan bagi ikan herbivora.

Pada umumnya tumbuhan yang dapat hidup di air dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain :

- i) Tumbuhan oksigen

Tumbuhan ini umumnya terbenam di air. fungsinya sebagai tumbuhan hias di akuarium seperti *hydrilla sp.*

- ii) Tumbuhan air dalam

Tumbuhan ini memiliki akar dan batang yang hidup di air sedangkan daunnya di permukaan air, misalnya teratai.

- iii) Tumbuhan tepi (*marginal plant*)

Tumbuhan ini memiliki akar yang hidup di air sedangkan batang, daun dan bunganya di permukaan air seperti lotus (*nelumbo sp.*), rumput papayungan (*cyperus papyrus*), *echinodorus palaefolius*, ekor kuda (*equisetum hyemale*), kana air (*thala dealbata*) dan ekor kucing (*typha latifolia*).

- iv) Tumbuhan air mengapung (*floating plant*)

Tumbuhan air ini memiliki akar yang hidup di air dalam keadaan mengapung misalnya selada air (*pistia stratiotes*).



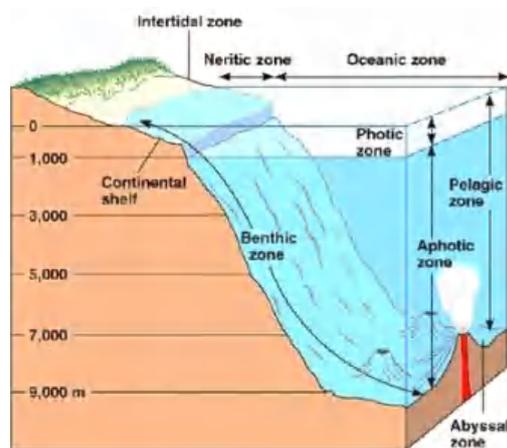
### 3) Pemanfaatan Tumbuhan Air

Berikut beberapa manfaat tumbuhan air antara lain :

- a) Sebagai tempat berkembang biak bagi hewan-hewan air
- b) Sebagai sumber makanan bagi mahluk hidup di dalam air
- c) Sebagai bahan olahan makanan dan obat-obatan tradisional atau herbal
- d) Penggunaan tumbuhan air sebagai bahan kerajinan seperti eceng gondok dapat dijadikan kerajinan tas, sepatu dan tumbuhan *papyrus* sebagai bahan pembuat kertas dan tikar.
- e) Penggunaan tumbuhan air dalam menghilangkan logam berat akibat pencemaran limbah pada perairan
- f) Sebagai tanaman hias di kolam ataupun di akuarium

### 4) Habitat Tumbuhan Air

Tumbuhan air hidup dan berkembang di perairan air laut, tawar dan payau. Pada umumnya, tumbuhan air tumbuh sesuai dengan habitatnya di kedalaman perairan.



Gambar 1. Zona Kedalaman Air

Sumber : Google.com

Berdasarkan kedalaman perairan, berikut beberapa zonasi perairan antara lain :

- Zona Litoral



Daerah perairan yang dangkal sehingga penetrasi cahaya dapat mencapai hingga ke dasar perairan. Vegetasinya berupa rerumputan air atau tumbuhan yang tidak berkayu atau lentur namun hidupnya selalu di dalam air. organisme utama terdiri dari produser yang meliputi tumbuhan yang akarnya di dalam air, daunnya mengambang di permukaan air atau tumbuhan yang hidup dalam air. Sedangkan untuk konsumennya berupa larva serangga air, moluska, ikan, zooplankton dan sebagainya.

b) Zona Limnetik

Daerah perairan terbuka hingga pada kedalaman penetrasi cahaya yang efektif untuk proses fotosintesis. Organisme utama terdiri dari produser yang meliputi fitplankton dan tumbuhan air yang mengapung bebas. Sedangkan konsumennya meliputi zooplankton dan beberapa jenis ikan.

c) Zona Profundal

Daerah dasar perairan yang dalam tidak dapat dicapai oleh penetrasi cahaya efektif. Organisme utama terdiri dari konsumen jenis cacing darah dan kerang-kerang kecil.

d) Zona Sublitoral

Daerah peralihan anantara zona litoral dan zona profundal.

e) Zona Bentik

Daerah dasar perair yang terdapat bentos dan sisa organisme mati.

5) Jenis Tanaman Metode Budidaya Hidroponik

Hidroponik adalah metode penanaman yang menggunakan media air dan nutrisi. Berikut beberapa jenis metode yang diterapkan dalam budidaya hidroponik sebagai berikut

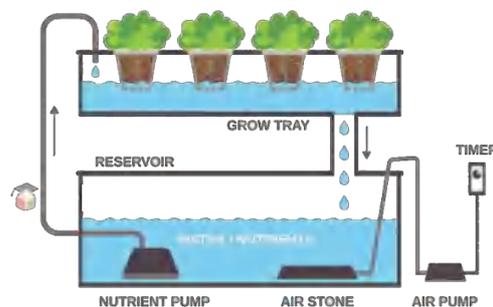


Hidroponik kultur agregat merupakan metode menanam menggunakan kerikil, pasir, arang, sekam padi dan bahan lainnya yang telah disterilkan.

- b) Hidroponik kultur air merupakan metode budidaya pada sebuah media dengan meletakkan larutan hara mikro serta makro di bagian dasar sehingga akar tanaman dapat menyerap juga menyentuh larutan penuh nutrisi.
- c) Hidroponik *nutrient film technique* merupakan metode menanam di selokan yang sempit dan panjang dengan menggunakan lempengan logam tipis dan anti karat. Unsur-unsur yang terdapat dalam metode ini antara lain :
- i) Media tanam yakni media yang kelembapan dan unsur haranya terjaga
  - ii) Air yaitu unsur paling penting dalam metode hidroponik karena kualitas hasilnya tergantung dari kualitas air
  - iii) Unsur hara merupakan nutrisi yang diberikan secara teratur pada tanaman hidroponik
  - iv) Oksigen merupakan unsur yang dibutuhkan oleh tanaman dikarenakan jika unsur ini tidak tersedia maka dapat menyebabkan tanaman mudah layu.

Menurut (Rokhmah, 2014) bahwa gabungan dari metode pertanian akuakultur dengan hidroponik disebut dengan teknologi yang disatukan dalam sistem guna pengoptimalan fungsi air dan ruang sebagai media pengembangbiakan. Berikut beberapa sistem kerja dalam metode berhidroponik sebagai berikut.

a) Sistem Hidroponik Aktif



Gambar 2. Sistem Hidroponik Aktif

Sumber : Google.com



Larutan dibuat bergerak bersirkulasi dengan menggunakan pompa. Contohnya DPT (*Deep Flow Technique*), NFT (*Nutrient Film Technique*), *water culture* dan aeroponik. Larutan yang bersirkulasi, larutan menghasilkan oksigen yang terlarut dengan sendirinya.

b) Sistem Hidroponik Pasif



Gambar 3. Sistem Hidroponik Pasif

Sumber : Google.com

Sistem ini bergantung pada gaya kapilaritas dari media tumbuh seperti *wicks system* (sumbu) dan *floating hydroponic* (rakit apung).

b. Hewan Air

1) Pengertian Hewan Air

Hewan yang habitatnya di air dan biasa disebut dengan hewan akuatik. Istilah hewan akuatik mencakup semua hewan yang sebagian besar hidupnya di air seperti ikan, amfibi, mamalia laut, krustasea, reptil, moluska, burung air, serangga air bahkan hewan seperti bintang laut dan terumbu karang.

2) Habitat Hewan Air

Bioteknologi Akuakultur sebagai tempat penelitian dan pengembangan di sektor perairan, ada baiknya jika dapat menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya.

a) Biota Air Laut Hidup

Biota laut adalah semua makhluk hidup yang ada di laut baik hewan hingga tumbuhan ataupun jenis karang-karang. Secara umum, biota laut dibagi menjadi tiga kelompok besar yaitu plankton, nekton dan bentos. Berikut beberapa biota laut hidup berdasarkan kedalaman laut.



i) *Photic Zone* (0 - 200 m)

*Photic zone* merupakan daerah permukaan laut yang dimana sinar matahari dapat menembus hingga kedalaman 200 m. Jenis biota laut yang hidup di *photic zone* yaitu ikan pelagis, ganggang, terumbu karang dan rumput laut, kura-kura, lumba-lumba dan hiu. Jenis ikan pelagis ini beraktivitas secara berkelompok dan berpindah-pindah berbagai kebutuhan hidupnya.

- 1) Ikan pelagis kecil memiliki ukuran hampir mencapai 90 cm. Jenis ikan ini hidup di permukaan air dan hidup secara bergerombol yang padat dan berupaya mengikuti makanannya. Ikan pelagis kecil diantaranya selar, teri, lemuru, kembung, layang, tongkol dan tembang.
- 2) Ikan pelagis besar hidup pada laut lepas dengan melakukan migrasi sepanjang tahunnya. Jenis ikan pelagis besar ini menyebar di perairan yang relatif lebih dalam dengan salinitas air yang tinggi. Ikan pelagis besar diantaranya tuna, ikan pedang, marlin, cakalang dan tenggiri.

ii) *Dysphotic Zone* ( 200 m - 1000 m)

Zona laut *dysphotic* merupakan daerah yang mendapatkan sinar matahari dibanding *photic zone*. Zona ini seringjuga disebut dengan zona *mesopelagic*. Suhu di area *dysphotic zone* antara 4°C-5°C. Jenis biota laut yang hidup di zona ini diantaranya ubur-ubur, gurita, paus, ikan lentera, ikan rattalk dan *viperfish*. Beberapa biota laut yang hidup di zona ini dapat mengeluarkan cahayanya sendiri.

iii) *Aphotic Zone* (1000 m - 4000 m)

Zona laut *aphotic* merupakan daerah dengan kedalaman air yang sama sekali tidak mendapat sinar matahari. Jenis biota laut yang hidup di zona ini antara lain *angler fish*, ikan tripod, teripang dan cumi-cumi.

iv) *The Abyssal* (4000 m - 6000 m)

Zona ini merupakan daerah ekosistem terdalam dari air laut serta dengan suhu sekitar 32°F dan sinar matahari sama sekali tidak



dapat menembus kedalaman zona ini. Jenis biota laut yang hidup di zona ini yaitu ikan demersal dan melangsungkan hidupnya di dasar laut. Yang termasuk jenis ikan demersal diantaranya ikan kerapu bebek, kepar pati, kuniran, ikan kapas-kapas dan ikan remang.

- 1) Ikan demersal bentik, ikan yang hidup di dasar laut dikarenakan dapat mengapung dan keberlangsungan hidup jenis ikan demersal bentin ini dengan cara berkamuflase dengan bebatuan dasar laut atau bergerak bebas untuk menipu mangsanya.
- 2) Ikan demersal bentopelagis, ikan yang hidup di permukaan dasar laut dengan mengonsumsi zooplankton.

#### b) Ikan Komersial

Jenis ikan komersial merupakan ikan yang sebagian atau keseluruhan hidupnya di habitat terumbu karang. Jenis ikan ini juga hidup bermigrasi untuk memberlangsungkan hidupnya dengan kondisi yang sesuai. Ikan komersial diantaranya ikan kuwe, kakap, kerapu, baronang, kakatua, ikan kulit pasir dan ikan tenggiri.

#### c) Ikan Pari

Ciri morfologi ikan pari dengan bertulang rawan dan ekor yang seperti cambuk. Ikan pari menyebar di perairan pantai dan terkadang terbawa ke daerah pasang surut, biasanya ikan ini ditemukan di perairan laut tropis. Selain itu, ikan pari juga dapat bermigrasi dari perairan laut ke perairan tawar. Jenis ikan pari yang berkembangbiak di perairan Indonesia diantaranya pari burung, pari kelapa, pari kembang, pari kampret, pari totol dan pari kekeh.

#### d) Biota Air Tawar Hidup

Ekosistem air tawar yang memiliki kadar pH berada pada kisaran 6 dan tingkat salinitas cenderung rendah yang kurang dari 1%. Pada ekosistem air tawar adanya sinar matahari juga dipengaruhi oleh tingkat kedalaman air. Ekosistem air tawar dibagi menjadi ekosistem air tawar



lotik dan lentik. Air tawar lotik merupakan perairan yang mengalir dari hulu ke hilir, sedangkan air tawar lentik merupakan ekosistem yang tidak berarus dan cenderung tenang menggenang.

Ekosistem air tawar juga menjadi tempat tinggal hewan dan tumbuhan. Jenis hewan yang hidup diperairan air tawar diantaranya ikan lele, gurame, ikan patin, nila. Sedangkan jenis tumbuhan air tawar diantaranya eceng gondok, lidi air, kapu-kapu dan alga hijau atau biru.

Berdasarkan uraian diatas, Bioteknologi Akuakultur sebagai tempat penelitian dan pengembangan serta melestarikan biota air dari tumbuhan hingga hewan yang hidup di perairan, sebelumnya harus mengetahui cara hidup objek, klasifikasi objek hingga tingkah laku objeknya agar objek dapat menyesuaikan diri dengan ekosistem terbaru.

### 2.3.2 Fasilitas Bioteknologi Akuakultur

#### a. Laboratorium

##### 1) Pengertian Laboratorium

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, laboratorium adalah tempat atau kamar untuk mengadakan percobaan. Berdasarkan Peraturan Menteri tentang Penguatan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 3 Tahun 2010 menjelaskan bahwa laboratorium adalah suatu unit penunjang akademik pada suatu lembaga pendidikan yang berbentuk ruangan tertutup atau terbuka, tetap atau bergerak, diselenggarakan secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi, dan/atau produksi skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan metode ilmiah yang telah ditetapkan, dalam lingkungan dunia nyata melakukan kegiatan pengajaran, penelitian, dan/atau pengabdian kepada masyarakat.

a) Tipe laboratorium berdasarkan Permenpan No. 3 Tahun 2010, terbagi dalam 4 kategori yaitu :

##### i) Laboratorium Tipe I



Laboratorium ilmu dasar yang terdapat di sekolah pada jenjang pendidikan menengah atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I dan II serta bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum untuk melayani kegiatan pendidikan swasta.

ii) Laboratorium Tipe II

Laboratorium ilmu dasar yang terdapat di perguruan tinggi tingkat persiapan (semester I, II) atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I dan II serta bahan yang dikelola untuk melayani kegiatan pendidikan mahasiswa

iii) Laboratorium Tipe III

Laboratorium bidang keilmuan terdapat di jurusan atau program studi, atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I, II, dan III serta bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum dan khusus untuk melayani kegiatan pendidikan dan penelitian mahasiswa dan dosen.

iv) Laboratorium Tipe IV

Laboratorium terpadu yang terdapat di pusat studi fakultas atau universitas atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I, II, dan III, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum dan khusus untuk melayani kegiatan penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat, mahasiswa dan dosen.



- 1) Laboratorium dalam *Time Saver Standarts for Interior Design and Space Planning* terbagi dalam 4 kelas, antara lain :

- i) Kelas A, dirancang dengan kapasitas maksimum untuk menunjang program-program yang ada, seperti biologi, kimia dan beberapa aspek ilmu fisika.
  - ii) Kelas B, dirancang dengan kapasitas terbatas untuk aktivitas dalam bidang ilmu sosial, psikiatri, kesehatan masyarakat, epidemiologi dan tidak bisa digunakan untuk penelitian yang melibatkan bidang kimia dan biologi tanpa adanya sistem seperti pemanas ruangan, AC, ventilasi, pipa dan sistem kelistrikan yang baik.
  - iii) Kelas C, dirancang untuk penelitian kecil yang tidak memerlukan sistem utilitas yang rumit dan konstruksi yang tidak mudah terbakar.
  - iv) Kelas D, dirancang dengan penelitian dengan fungsi khusus yang memerlukan kondisi tertentu sesuai dengan kebutuhan penelitian.
- c) Laboratorium dalam bidang ilmiah, pada umumnya terbagi atas :
- i) Laboratorium Kimia digunakan untuk melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan analisis kimia kualitatif dan kimia kuantitatif.
  - ii) Laboratorium Fisika untuk melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan analisa fisik suatu produk seperti uji kebocoran dan uji kekentalan.
  - iii) Laboratorium Mikrobiologi untuk melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan analisa mikrobiologi seperti uji bakteri gram positif dan negatif dan uji bakteri patogen.
- d) Laboratorium berdasarkan tempatnya dibedakan menjadi :
- i) Laboratorium terbuka yaitu laboratorium yang penelitiannya dilakukan di area terbuka seperti di sungai, laut, kebun, sawah dan lain sebagainya.
  - ii) Laboratorium tertutup yaitu laboratorium yang penelitiannya dilakukan di area tertutup seperti laboratorium sekolah, laboratorium di rumah kaca dan laboratorium rumah sakit.
- e) Laboratorium berdasarkan keadaannya dibedakan menjadi :



- i) Laboratorium kering (*Dry Laboratory*), laboratorium ini tidak harus dalam keadaan kering dan steril agar objek yang diteliti tidak terkontaminasi dari faktor-faktor lain yang dapat merusak penelitian. Contohnya pada laboratorium propagasi dengan kultur jaringan.
- ii) Laboratorium basah (*Wet Laboratory*), laboratorium ini biasanya disebut dengan laboratorium kotor. Contohnya pada laboratorium morfologi tumbuhan yang dijadikan tempat penyimpanan tumbuhan dari luar dan biasanya tumbuhan tersebut masih berlumuran tanah.

## 2) Tahapan Penelitian dan Pengembangan

### a) Tahap Perencanaan

#### i) Mengidentifikasi masalah atau mencari masalah

Masalah yang diidentifikasi adalah masalah yang paling relevan dan menarik untuk diteliti

#### ii) Merumuskan masalah

Dalam tahap ini, masalah yang diteliti perlu dirumuskan dengan batasan-batasan masalah atau ruang lingkup masalah yang diteliti

#### iii) Mengadakan studi pendahuluan

Tahap ini bertujuan mengumpulkan informasi-informasi yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti. Studi pendahuluan dapat dilakukan dengan studi dokumenter, kepustakaan dan studi lapangan.

#### iv) Merumuskan hipotesis

Hipotesis merupakan dugaan sementara yang akan dibuktikan kebenarannya melalui penelitian di lapangan

#### v) Menentukan sampel penelitian

#### vi) Menyusun rencana penelitian

### b) Tahap Pelaksanaan Penelitian



i) Tahap pengumpulan data

Data yang dikumpulkan melalui kegiatan penelitian dijadikan dalam menguji hipotesis yang diajukan

ii) Analisis data

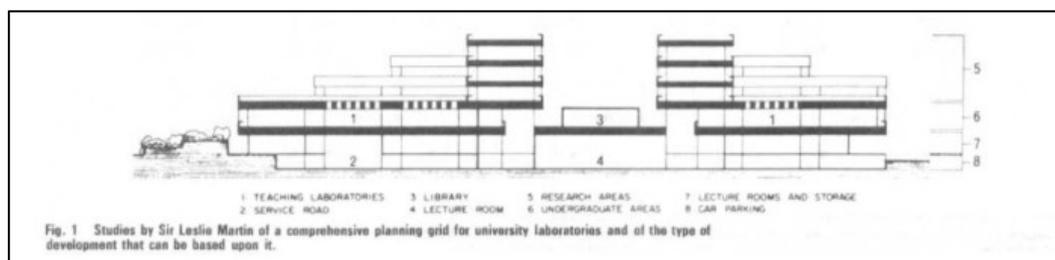
Pengolahan data atau analisis ini dilakukan setelah data terkumpul semua yang kemudian dianalisis dan dihipotesis yang diuji kebenarannya melalui analisis tersebut

c) Tahap Laporan Penelitian

Laporan penelitian dapat berupa laporan ilmiah, tesis dan lain sebagainya

### 3) Desain Bangunan Laboratorium

Dalam buku *Time Standarts for Interior Design and Space Planning*, desain bangunan laboratorium mewajibkan adanya sistem pemanasan, ventilasi, pendingin ruangan dan tata letak pendistribusian utilitas. Jika faktor ini dirancang dengan baik maka bangunan laboratorium lebih efisien.



Gambar 4. Perencanaan Grid Vertikal Laboratorium oleh Leslie Martin

Sumber : *Time Saver Standarts for Building Types*

Keterangan :



: Teaching Laboratories

: Area Servis

: Perpustakaan

- 4 : Ruang Perkuliahan
- 5 : Area Penelitian
- 6 : Area Perkuliahan
- 7 : Ruang Dosen dan Gudang Penyimpanan
- 8 : Parkir

## b. Perwadahan Budidaya Tanaman Hidroponik

### 1) Greenhouse

*Greenhouse* dapat diartikan sebagai suatu bangunan untuk menanam tanaman, dengan struktur atap dan dinding buram yang mengontrol lingkungan agar tanaman di dalamnya dapat tumbuh secara maksimal. Menurut SNI No. 7604 Tahun 2010 yang mengacu pada teori *greenhouse* pada *Philippine Agricultural Engineering Standart* menjelaskan beberapa standar pada pembuatan *greenhouse* sebagai berikut :

- a) Luas *greenhouse* minimal 100 m<sup>2</sup>
- b) Kerangka konstruksi harus cukup kuat untuk mengantisipasi angin kencang
- c) Arah bangunan diletakkan memanjang menghadap utara dan selatan agar cahaya sinar matahari dapat masuk ke dalam *greenhouse* secara maksimal
- d) Minimnya pencemaran udara di sekitar lokasi seperti pabrik yang menghasilkan asap, tempat pembuangan limbah/sampah atau peternakan
- e) Lokasi pembuatan *greenhouse* harus memperhatikan kepadatan bangunan agar tidak memengaruhi sirkulasi udara dan intensitas cahaya sinar matahari yang masuk ke dalam *greenhouse*. Cahaya yang masuk berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan pada proses fotosintesis.

Tersedianya sumber air bersih yang bebas dari cemaran dari bahan kimia atau limbah

Temperatur dan kelembapan relatif udara pada *greenhose*



Tabel 6. Kecepatan Udara Greenhouse

Kecepatan Udara (m/s)	Pengaruh
0,1 – 0,25	Memudahkan pengambilan CO <sub>2</sub>
0,5	Pengambilan CO <sub>2</sub> menurun
0,1	Menghalangi pengambilan CO <sub>2</sub> (pertumbuhan)
4,5	Menyebabkan kerusakan fisik pada tanaman

Sumber : Bangunan Pertanian Syarat Mutu Rumah Tanaman “Greenhouse” (2023)

## 2) Tipe Greenhouse Hidroponik

Budidaya tanaman hidroponik dapat dilakukan di mana saja menggunakan *greenhouse* hidroponik. *Greenhouse* dapat meningkatkan produktivitas hasil pertanian dengan mengatur intensitas sinar matahari terhadap tanaman, pengairan, kelembapan dan suhu udara. Bahan *greenhouse* hidroponik yang digunakan bisa dari kaca, plastik atau paranet. Menurut bentuk dan desainnya, tipe *greenhouse* hidroponik dibagi 3 jenis, antara lain :

### a) Tipe Tunnel



Gambar 5. Greenhouse Tipe Tunnel

Sumber : google.com



Tipe tunnel ini seperti bentuk terowongan yang setengah lingkaran. Secara struktur tipe tunnel ini lebih kuat karena atapnya berupa lengkungan yang menghadap ke bawah dan lebih tahan terhadap

angin. Adapun kekurangannya yang terletak pada sistem ventilasinya, apabila di daerah tropis harus dilengkapi alat *cooling system* atau *exhaust fan* agar sistem udah lebih mudah diatur.

b) Tipe *Piggy Black*



Gambar 6. Greenhouse Tipe *Piggy Black*

Sumber : google.com

Tipe ini sering disebut dengan *typical greenhouse* dan sangat cocok digunakan di daerah tropis. Sistem ventilasi udaranya jauh lebih lengkap dengan struktur bukaan dalam jumlah yang lumayan banyak. Tetapi, jika ada terpaan angin struktur bangunannya kurang kuat. Jadi tipe *piggy black* lebih aman ditempatkan di daerah yang hembusan anginnya tidak terlalu kuat.

c) Tipe Campuran atau Multiplan



Gambar 7. Greenhouse Tipe Campuran atau Multiplan

Sumber : Google.com



Tipe ini perpaduan antara tipe *tunnel* dan tipe *piggy black* dengan cara pembuatan yang lebih hemat meski membutuhkan waktu yang lebih lama.

### c. Kolam

#### 1) Pengertian Kolam

Kolam merupakan hal penting dalam usaha pembudidayaan dan pembenihan ikan. Berlangsungnya kegiatan budidaya, tata letak bangunan dan peralatan harus disesuaikan dengan fungsinya.

##### a) Kolam Pembenihan

Kolam pemijahan digunakan untuk pemijahan induk. Pada sistem pemijahan buatan diperlukan fasilitas pemijahan (*hatching house*) yang terdapat sarana dan peralatan *stripping*, *treatment* induk, penampungan telur, penetasan telur, *treatment* larva, pakan larva, laboratorium yang berhubungan dengan pemijahan seperti analisis kualitas air, penyakit, dan tempat pengepakan larva. Kolam pemijahan dapat berukuran antara 50-100 m<sup>2</sup>, berbentuk empat persegi panjang dengan kedalaman 0,5-1,2 m.

##### b) Kolam Penetasan

Bentuk kolam penetasan hampir sama dengan kolam pemijahan. Pada saat digunakan untuk kolam penetasan, kolam penetasan dilengkapi dengan pipa-pipa penyalur air ke seluruh bagian kolam sehingga semua telur dapat terairi.

##### c) Kolam Pendederan

Kolam pendederan digunakan untuk memelihara benih berumur 4-5 hari sampai dengan 3-4 minggu. Kolam pendederan ini terbagi menjadi kolam pendederan I, II dan III yang dimana prinsipnya bentuk dan ukurannya sama tetapi tergantung ukuran dan jumlah ikan yang dipelihara dalam kolam.

##### d) Kolam Penampungan Benih



Kolam ini harus memperhatikan syarat biologis jenis biota yang akan dipelihara. Pada kolam ini, kualitas air harus diperhatikan kandungan oksigen minimal 3 ppm, air harus mengalir dan selalu berganti dengan debit 10-15 lt/detik.

e) Kolam Pemeliharaan Calon Induk/Induk

Kolam induk terbagi atas kolam induk betina dan kolam induk jantan. Jumlah kolam induk atau luasan keseluruhan kolam induk ditentukan oleh banyaknya induk yang dipelihara dan intensitas pengelolaan budidaya.

2) Konstruksi Kolam

Dalam teknik pembudidayaan ada beberapa wadah yang digunakan diantaranya bak beton, *fiberglass*, bak kayu plastik atau akuarium dan keramba jaring apung.

a) Bak

Penggunaan bak beton, *fiberglass* atau bak kayu plastik sebagai material konstruksi media budidaya. Keunggulan konstruksi ini tidak terlalu membutuhkan lahan yang cukup luas dan efektif untuk membudidayakan ikan.

b) Akuarium

Desain akuarium beragam seperti persegi panjang, persegi, trapesium, elips, segi enam hingga segi delapan. Faktor utama dalam konstruksi akuarium adalah ketebalan kacanya. Penggunaan tebal tipisnya kaca akuarium tergantung dari ukurannya.

c) Keramba Jaring Apung

Kolam budidaya ikan jenis keramba jaring apung memiliki dua kerangka konstruksi yakni kerangka dan kantong jaring. Fungsi konstruksi kerangka adalah untuk memasang kantong jaring dan sebagai tempat untuk memberi pakan dan panen ikan, sedangkan kantong jaring fungsinya untuk memelihara ikan. Akan tetapi, peletakan keramba



jaring apung harus memerhatikan kondisi lingkungan sekitarnya demi keberlangsungan proses budidaya.

### 3) Standar Debit Air

Debit air yang masuk ke kolam diperhitungkan pada keadaan kolam yang relatif tidak berpori dan penguapan normal. Jumlah kebutuhan air juga tergantung dengan luas kolam dan teknisi pengairannya.

Tabel 7. Debit Air yang dibutuhkan Bak Penampungan

Jenis Kolam/ Bak	Debit air rata-rata dalam 1000 m <sup>2</sup> /lt/detik	BBI Lokal		BBI Sentral	
		Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah (lt/detik)	Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah (lt/detik)
Kolam Induk	1,5	1.400	2,1	32.000	4,8
Kolam Pemijahan	10	200	2	300	3
Kolam Pendederan	1,5	13.000	19,5	23.500	35,25
Kolam Calon Induk/ Induk	1,5	400	0,6	8.000	12
Jenis Kolam/ Bak	Debit air rata-rata dalam 1000 m <sup>2</sup> /lt/detik	BBI Lokal		BBI Sentral	
		Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah (lt/detik)	Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah (lt/detik)
Kolam Pembenuhan	20	75	1,5	127	2,54

Sumber : Sri Wardiningsih, 2010

### 2.3.3 Perawatan Biota Air

Dalam membuat suatu ekosistem pada kolam harus memerhatikan beberapa elemen baik pengadaannya maupun perawatannya agar ekosistem dapat terbentuk dan berlangsung. Berikut ini beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perawatan biota air.

#### Kondisi Air Laut

Kualitas air mengacu pada jumlah polutan yang ada di dalam air. Air yang akan digunakan harus diolah atau disaring terlebih dahulu



dengan karbon dan dibersihkan dengan klorin agar air tidak menjadi racun bagi ikan (Effendi H. , 2003). Adapun persyaratan kualitas air adalah :

- 1) Rendah kadar amonia dan nitrit
- 2) Bersih secara kimiawi
- 3) Memiliki pH dan temperatur yang sesuai
- 4) Rendah kadar cemaran organik dan stabil

Dalam kolam, ikan hidup dengan kotorannya sendiri sehingga filter harus digunakan agar ikan tetap hidup. Selain itu, kualitas air laut yang harus disesuaikan dengan habitat aslinya ialah sebagai berikut :

#### 1) Salinitas

Salinitas merupakan konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut, dimana salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas maka akan semakin besar pula tekanan osmotiknya. Rata-rata salinitas air laut adalah 35 per mil atau 35 bagian garam dari 1.000 bagian air laut. Sementara, gravitasi khusus berkisar antara 10.240 pada suhu 24°C. Jika air di dalam kolam salinitas air laut tinggi, maka dapat ditambahkan air tawar hingga dapat mencapai salinitas 35 per mil. Alat yang digunakan untuk pengukuran ialah salinometer.

#### 2) Temperatur

Temperatur yang dimaksud ialah panas relatif yang dihasilkan oleh air yang ada didalamnya. Kenaikan suhu pada air laut sering terjadi diakibatkan penyinaran yang tinggi hingga mencapai suhu di atas 30°C. Terjadinya kenaikan suhu dapat ditangani dengan pemakaian chiller atau pendingin yang dilengkapi dengan thermostat.

#### 3) Cahaya

Dalam kondisi lingkungan alami perairan, secara gradasi cahaya yang masuk ke dalam laut semakin ke dalam semakin berkurang. Di daerah opis, intensitas cahayanya sebesar 5.500 kelvin, secara umum diwakili



oleh warna putih. Cahaya yang diperlukan untuk penerangan agar ikan dapat melihat dengan jelas.

#### 4) Kandungan Oksigen

Pada dasarnya, oksigen diserap oleh air laut melalui permukaan air. Beberapa oksigen masuk melalui pergerakan air atau arus air yang kuat. Kondisi ini tergantung oleh tekanan udara, suhu serta salinitas. Penempatan arus pada permukaan air akan mempermudah udara dengan menggunakan aerator. Oksigen dalam jumlah yang berlebihan dapat berpengaruh pada pertumbuhan alga.

#### 5) Kandungan Unsur Kimia

Hasil reduksi kimia seperti Nitrat dan Fosfat yang terkandung dalam air dapat diakibatkan dari air yang digunakan pada saat penambahan ataupun penggantian air yang menguap.

#### 6) Arus

Biota air yang ada di kolam sangat bergantung dengan kondisi arus yang ada. Biota air yang biasanya hidup di arus, arus pada kolam disesuaikan dengan habitat aslinya dengan menggunakan pompa arus.

#### 7) Limbah

Air laut diproses terlebih dahulu dengan pompa skimmer untuk menghindari air dari zat beracun atau penyakit.

### b. Kondisi Air Tawar

Kualitas dan kuantitas air disebabkan adanya pengaruh dari keseimbangan ekologis didalamnya. Air sebagai habitat berbagai jenis organisme sekaligus sebagai faktor luar utama sebagai pembentuk suatu populasi dan penyebaran organisme. Beberapa hal yang mempengaruhi kondisi dan kualitas perairan air tawar antara lain :



tingkat Kekeruhan (Turbiditas)

Tingkat kekeruhan digunakan untuk menyatakan derajat kegelapan dalam air yang disebabkan oleh bahan organik maupun anorganik asing

yang masuk tanpa melalui proses filtrasi. Pencemaran yang terjadi akan mempengaruhi meningkatnya alkalinitas karena tingginya konsentrasi basa dan CO<sub>2</sub>, keadaan ini dapat menghambat pertumbuhan organisme di dalam air.

## 2) Suhu

Jenis jumlah dan keberadaan biota air seringkali dipengaruhi dengan adanya perubahan suhu air. Peningkatan suhu dapat terjadi aktivitas biologi dan akan memerlukan oksigen yang lebih dalam perairan. Suhu berkaitan dengan lama penyinaran matahari sehingga mempengaruhi proses biologi ikan seperti pematangan gonad, pemijahan hingga penetasan telur. Suhu optimal untuk organisme air sekitar 30°-35°C.

## 3) Derajat Keasaman (pH)

Air memiliki kemampuan untuk mengikat atau melepaskan ion hidrogen, jika derajat keasaman kurang dari 7 menunjukkan tingkat keasamannya tinggi atau asam. Sebaliknya, apabila angka derajat keasaman menunjukkan lebih dari 7 menunjukkan sifat basa dalam air.

## 4) Salinitas

Salinitas merupakan jumlah kadar garam yang terkandung di dalam air. Tingkat salinitas pada air tawar berkisar antara 0 - 0,5 ppt, air payau antara 0,5 - 30 ppt dan air laut lebih dari 30 ppt.

### c. Alat pada Kolam

#### 1) Pompa Air

##### a) Pompa Sirkulasi

Pompa sirkulasi merupakan sistem utama untuk semua filtrasi. Pada wadah kecil atau besar, biasanya menggabungkan gerakan karang dan gerakan aerator untuk menjaga air tetap jernih dari sisa makanan dan kotoran yang dihasilkan oleh organisme air. Pompa sirkulasi ini membawa air dari kolam ke filter dan mengembalikannya ke kolam. Material yang digunakan untuk filter biasanya dari karbon aktif hitam dan serta filter berwarna putih.



## b) Pompa Arus

Pompa arus berfungsi menciptakan arus dalam air sehingga dapat menghasilkan oksigen dalam kolam tetap stabil.

## c) Pompa Skimmer

Pompa ini berfungsi untuk membentuk kembali bahan organik, seperti protein, ganggang atau sisa makanan.

## 2) Termometer

Termometer digunakan untuk menjaga suhu air laut maupun air tawar sesuai dengan habitat aslinya pada suhu mulai 25°C sampai 35°C.

## 3) Ozonizer

Alat ozonizer digunakan untuk menghasilkan ozon untuk membunuh protozoa, bakteri, virus dan jamur yang menghambat pertumbuhan dan perkembangan biota air.

## 4) UV (Ultraviolet)

Sinar ultraviolet sebagai disinfeksi air yang disebabkan oleh bakteri atau alga agar biota air terhindar dari berbagai penyakit ataupun mengubah kekeruhan air.

## 5) Aerator

Alat ini digunakan untuk mensupply oksigen berupa gelembung yang masuk ke dalam selang kecil.

## 6) Chiller

Chiller digunakan sebagai alat pendingin atau untuk menurunkan suhu tinggi air dalam kolam.

## 2.4 Kebijakan Pemerintah Terhadap Bioteknologi Akuakultur



rendahnya kinerja perikanan Indonesia disebabkan oleh sumber daya yang rendah dalam penggunaan teknologi penangkapan, pembudidayaan kegiatan pasca panen. Selain itu, ketersediaan sumber daya di perairan

semakin menipis dikarenakan rendahnya tingkat kebijakan pemerintah dalam kegiatan sektor perikanan. Ketersediaan sumber daya perairan sangat bergantung pada ekosistem pesisirnya seperti terumbu karang dan hutan mangrove, akibatnya dalam pengembangan sektor ini harus memperhatikan aspek kelestarian sumber daya di wilayah pesisir. Selain terganggunya ekosistem pesisir ternyata kegiatan eksploitasi terhadap objek dilakukan tangan nelayan dan pembudidaya ikan yang tidak bertanggung jawab sehingga mengurangi ketersediaan potensi perairan.

Selain itu, faktor teknologi dan kebijakan pemerintah dalam pengembangan sektor perairan menjadi permasalahan pokok. Diketahui, mayoritas nelayan Indonesia belum menggunakan teknologi tinggi dalam penangkapan ikan akibatnya daya jangkau nelayan masih terbatas dan terjadi penangkapan yang berlebih. Hal tersebut menjadi kewajiban pemerintah untuk mengembalikan kuantitas sumberdaya perikanan dengan memperluas konservasi laut. Kawasan konservasi yang dimaksud ialah taman nasional laut, suaka margasatwa laut, cagar alam laut, kawasan konservasi perairan daerah, suaka perikanan, suaka alam perairan dan taman nasional perairan hingga pemerintah mengeluarkan aturan terhadap keberadaan kawasan konservasi ini (Adam, 2013).

Indonesia sebagai sebuah negara maritim harus didukung dan didasarkan pada peraturan-peraturan hukum yang legitimasi. Salah satu kebijakan pemerintah dari UNCLOS 1982 mengenai ketentuan kewajiban negara pantai untuk memberikan kesempatan kepada negara lain dalam pemanfaatan sumber daya hayati perikanan di perairan ZEE. Selain ketentuan itu, pemerintah juga mengeluarkan Undang-undang Nomor 6 Tahun 1996 tentang Perairan Indonesia dimana pembangunan Indonesia berorientasi kelautan dengan pemanfaatan sumber kekayaan laut secara berkelanjutan. Melalui kebijakan ekonomi biru, strategi pemerintah dalam pengelolaan akuakultur dengan pendekatan ekosistem (ADPE) dan *Ecosystem Approach to Aquaculture* (EAA) guna mendukung pembangunan perikanan berkelanjutan dengan mengintegrasikan manfaat ekologi, ekonomi dan sosial dalam mendukung ekonomi biru.



## 2.5 Studi Komparasi Bangunan Sejenis

### 2.5.1 *Alma Aquaculture Research Station, Canada*

*Alma Aquaculture Research Station* terletak 37 km barat laut *University of Guelph* dan 6 km barat kota Alma. Bangunan ini terdiri dari 21,4 ha tanah yang berpagar seluas 1,6 ha yang menampung stasiun dan kolam, 19,8 ha sisanya terdiri dari kayu keras dan/ atau semak cedar dan lading yang ditanami alfalfa atau tumbuhan runjung. *Alma Aquaculture Research Station* (AARS) adalah fasilitas Bioteknologi Akuakultur tercanggih yang mulai beroperasi penuh pada April 1993. Fasilitas tersebut merupakan tulang punggung Program Penelitian Produksi Ikan yang menyediakan sistem skala besar bagi para peneliti akuakultur di Universitas Guelph dan institusi lainnya. AARS telah mendukung dari 170 proyek penelitian sejak awal.



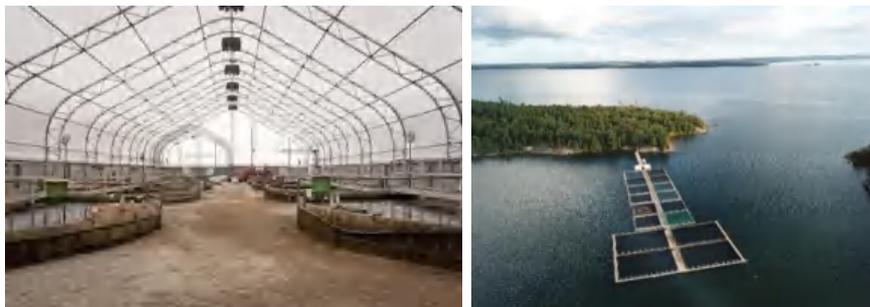
Gambar 8. *Alma Aquaculture Research Station*

Sumber : <https://www.flickr.com/photos/research-link/6853942088>

Kementerian Pertanian, Pangan, dan Urusan Pedesaan Ontario, bersama dengan Kementerian Sumber Daya Alam Ontario dan Universitas Guelph, mendirikan *Alma Aquaculture Research Station* (AARS) untuk memfasilitasi pengembangan dan komersialisasi industri budidaya ikan di Ontario. AARS adalah fasilitas penelitian dan pengembangan praproduksi untuk melakukan studi yang  
 dengan produsen primer. Kedua, AARS menyediakan fasilitas karantina por terkontrol spesies atau strain ikan eksotik, untuk membantu sektor  
 dengan diversifikasi, dan mengejar peluang bisnis baru. Selain itu, AARS



menyediakan fasilitas untuk pengujian percontohan dan penelitian peningkatan serta tempat untuk pendidikan, pelatihan, demonstrasi peralatan dan transfer teknologi ke sektor swasta. Terakhir, stasiun penelitian melakukan tur untuk mendemonstrasikan akuakultur kepada pemerintah dan civitas akademika serta kepada masyarakat umum.



Gambar 9. Kolam di Alma Aquaculture Research Station

Sumber : [ontarioseafoodfarmers.ca](http://ontarioseafoodfarmers.ca)

*Alma Aquaculture Research Station* terdiri dari sepuluh gedung dan fasilitas dengan total luas lantai 2.616 m<sup>2</sup>, antara lain gedung administasi seperti laboratorium basah besar, laboratorium bangku, kantor dan ruang konferensi, kamar kecil, dan area penyimpanan peralatan; bangunan karantina dan resirkulasi: 3 laboratorium basah isolasi/ resirkulasi, kantor dan generator listrik siaga; *hatchery building*: ruang inkubasi dan laboratorium basah; tempat pemijahan; gedung laboratorium B/ C; gedung utilitas: bengkel kerja, gudang dan ruang penyimpanan; pusat pengelohan air dan pusat pemompaan air; pusat pengolahan air limbah; fasilitas luar ruangan; dan tempat tinggal.

### 2.5.2 *European Marine Science Park*



Gambar 10. Bangunan European Marine Science Park



Sumber : Oberlanders Architects

*European Marine Science Park* terletak di Pantai Barat Skotlandia, menyediakan laboratorium kualitas tinggi dan akomodasi kantor di lokasi yang ditetapkan untuk Ilmu Kelautan. *The Science Park* merupakan bagian dari sebuah klaster di lokasi kegiatan ilmu kegiatan yang menggabungkan penelitian, bisnis dan pendidikan. Asosiasi Skotlandia untuk Ilmu Kelautan merupakan sebuah organisasi penelitian oseanografi internasional untuk meningkatkan pemahaman dan pemanfaatan berkelanjutan dari lingkungan laut melalui penelitian dan pendidikan. Bisnis berbasis di *European Marine Science Park* memiliki akses ke keahlian lebih dari 140 ilmuwan yang bekerja disemua bidang ilmu kelautan, akses ke fasilitas laboratorium kelas dan kapal penelitian.



Gambar 11. Perpspektif European Marine Science Park

Sumber : Oberlanders Architects



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)



Gambar 12. Blok Plan European Marine Science Park

Sumber : Oberlanders Architects

a. Zona Tapak

Zona publik ditempatkan pada area depan bangunan yang difungsikan sebagai gerbang masuk utama di lokasi dan tempat parkir yang terhubung langsung dengan jalan utama. Sedangkan zona semi publik berada di sebelah kiri tapak yang dimana difungsikan sebagai *Ocean Explore Center*. Terakhir merupakan area privasi yang dimana berfungsi sebagai inti dari bangunan yaitu *Marine Science*. Berada pada sisi kanan lokasi bangunan ini berada di bibir Pantai Barat Skotlandia.

b. Zona Ruang

Pengaturan zona ruang pada bangunan ini yaitu zona publik berada pada tengah ruang dan untuk zona privasi berada pada bagian kanan atas. Area semi privat yaitu laboratorium mendominasi bangunan ini. Laboratorium ini ditempatkan pada sisi atas dan bawah bangunan agar mendapatkan cahaya dan kenyamanan juga dapat terwujud.

c. Fasilitas Ruang



*quaculture Research Laboratory*

*arine Biotechnology Laboratory*

*arine Bio-fuels Laboratory*

*arine Renewable Energy Laboratory*

5. *Nursery Area*
  6. Parkir
  7. Kedai
  8. Pusat Pengunjung
  9. Tempat duduk di tepi pantai
  10. Gudang Peralatan *Biogeochemistry*
  11. Gudang Peralatan Mikrobiologi
  12. Ruang Penyimpanan Sampel Penelitian
  13. Ruang Kelas
  14. Ruang Analisis
- d. Akses dan Sirkulasi pada Tapak

Sirkulasi pada tapak memungkinkan kepada pengunjung untuk langsung mengarah pada bangunan yang akan dituju. Sirkulasi tapak menggunakan satu arah dimana dengan sirkulasi ini mencoba untuk memberikan keteraturan dalam mencapai bangunan. Bangunan ini memiliki tiga *entrance* yaitu dua untuk staf dan *entrance* utama hanya satu. Akses untuk menuju ke ruang sangat mudah, sirkulasi pada daerah menunjukkan pola sirkulasi yang bersifat campuran yaitu linear dan grid.

### 2.5.3 Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan, Maros



Gambar 13. Kantor BRPBAP3 Maros

Sumber : [bppbapmaros.kkp.go.id](http://bppbapmaros.kkp.go.id)



Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAP3) merupakan unit pelaksana teknis Kementerian Kelautan dan Perikanan di bidang riset perikanan budidaya air payau dan penyuluhan perikanan yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada kepala dan perikanan serta pengembangan sumber daya manusia kelautan dan perikanan.

b. Tugas dan Fungsi

Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 29/PERMEN-KP/2017 tentang Organisasi Dan Tata Kerja Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau Dan Penyuluhan Perikanan mempunyai tugas melaksanakan kegiatan riset perikanan budidaya air payau dan penyuluhan perikanan. Dalam melaksanakan tugasnya, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan menyelenggarakan fungsi :

- 1) Penyusunan rencana program dan anggaran, pemantauan, evaluasi dan laporan
- 2) Pelaksanaan riset perikanan budidaya air payau di bidang biologi, reproduksi, genetika, bioteknologi, patologi, toksikologi, ekologi, nutrisi dan teknologi pakan, pemetaan dan lingkungan, plasma nutfah serta analisis komoditi
- 3) Pengembangan teknologi penelitian perikanan budidaya air payau
- 4) Penyusunan materi, metodologi, pelaksanaan penyuluhan perikanan serta pengembangan dan fasilitasi kelembagaan dan forum masyarakat bagi pelaku utama dan pelaku usaha
- 5) Penyusunan kebutuhan peningkatan kapasitas penyuluh Pegawai Negeri Sipil (PNS), swadaya dan swasta
- 6) Pengelolaan prasarana sarana riset perikanan budidaya air payau dan penyuluhan perikanan
- 7) Pelaksanaan urusan tata usaha dan rumah tangga



ian Organisasi  
 ib Bagian Tata Usaha  
 eksi Tata Operasional

- 3) Seksi Pelayanan Teknis dan Sarana
  - 4) Seksi Penyuluhan
  - 5) Kelompok Jabatan Fungsional
- d. Fasilitas Ruang
- 1) Laboratorium *Indoor*
  - 2) Laboratorium *Outdoor*
  - 3) *Pilot Plant*
  - 4) Program Bibit Rumput Laut
  - 5) Laboratorium Kimia
  - 6) Laboratorium Biologi
  - 7) Laboratorium Bioteknologi
  - 8) Laboratorium Akuakultur
  - 9) Laboratorium Kultur Jaringan
  - 10) Laboratorium Formulasi Produk
  - 11) Laboratorium Organoleptik



## 2.5.4 Hasil Studi Komparasi

Tabel 8. Hasil Studi Komparasi

Aspek Perbandingan	<i>Alma Aquaculture Research Station</i>	<i>European Marine Science Park</i>	Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan
Lokasi	Alma, Canada	Skotlandia	Maros, Makassar
Luas Lahan	±1,6 ha	± 2 ha	± 2.495 m <sup>2</sup>
Fasilitas Utama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorium basah</li> <li>• Ruang Konferensi</li> <li>• Area penyimpanan peralatan</li> <li>• Bangunan karantina dan resirkulasi</li> <li>• Laboratorium basah isolasi/ resirkulasi</li> <li>• Kantor dan generator listrik siaga</li> <li>• <i>Hatchery building</i></li> <li>• Ruang inkubasi</li> <li>• Ruang pemijahan</li> <li>• Gedung utilitas</li> <li>• Bengkel kerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aquaculture Research Laboratory</i></li> <li>• <i>Marine Biotechnology Laboratory</i></li> <li>• <i>Marine Bio-fuels Laboratory</i></li> <li>• <i>Marine Renewable Energy Laboratory</i></li> <li>• <i>Nursery Area</i></li> <li>• Parkir</li> <li>• Kedai</li> <li>• Pusat Pengunjung</li> <li>• Tempat duduk di tepi pantai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorium <i>Indoor</i></li> <li>• Laboratorium <i>Outdoor</i></li> <li>• <i>Pilot Plant</i></li> <li>• Program Bibit Rumput Laut</li> <li>• Laboratorium Kimia</li> <li>• Laboratorium Biologi</li> <li>• Laboratorium Bioteknologi</li> <li>• Laboratorium Akuakultur</li> <li>• Laboratorium Kultur Jaringan</li> <li>• Laboratorium Formulasi Produk</li> <li>• Laboratorium Organoleptik</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gudang dan ruang penyimpanan</li> <li>• Pusat pengolahan air dan pusat pemompaan air</li> <li>• Pusat pengolahan air limbah</li> <li>• Tempat tinggal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gudang Peralatan <i>Biogeochemistry</i></li> <li>• Gudang Peralatan Mikrobiologi</li> <li>• Ruang Penyimpanan Sampel Penelitian</li> <li>• Ruang Kelas</li> <li>• Ruang Analisis</li> </ul>	
Kegiatan	Pengembangan dan komersialisasi industri budidaya ikan di Ontario	Kegiatan yang menggabungkan penelitian, bisnis dan pendidikan untuk meningkatkan pemahaman dan pemanfaatan berkelanjutan dari lingkungan laut melalui penelitian dan pendidikan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kegiatan riset perikanan budidaya air payau dan penyuluhan perikanan</li> <li>• Kegiatan penelitian dan praktik lapangan</li> </ul>
Konsep Penerapan pada Perancangan Bioteknologi Akuakultur			
Lokasi	Fasilitas Utama	Fasilitas Pendukung	Kegiatan
Kota Makassar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorium</li> <li>• <i>Greenhouse</i></li> <li>• Area Budidaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fasilitas Ruang Seminar</li> <li>• Toko Souvenir</li> <li>• Ruang Audio Visual</li> <li>• Galeri</li> <li>• Perpustakaan</li> <li>• Simulator Virtual Reality</li> <li>• Fasilitas Peribadatan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penelitian, pelestarian dan pengembangan sumberdaya hayati perairan</li> <li>• Melakukan demonstrasi</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• Kafetaria</li><li>• Dermaga</li></ul>	
--	--	---	--

Sumber : Penulis (2023)



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)