

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Seperti yang kita tahu, budidaya merupakan salah satu mata pencaharian umum di Indonesia yang memerlukan organisme media hidup dan wadah untuk budidaya agar semakin terjaga. Salah satu contohnya adalah sektor perikanan dan pertanian. Sektor pertanian di Indonesia dihadapkan dengan tantangan yang signifikan, termasuk penurunan jumlah petani dan pengurangan luas lahan pertanian [1]. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa mayoritas petani saat ini sudah berusia lanjut, yang menimbulkan kekhawatiran akan masa depan ketahanan pangan nasional [1]. Selain itu, generasi Z menunjukkan minat yang sangat rendah untuk bekerja di bidang pertanian. Hal ini disebabkan oleh persepsi bahwa pertanian membutuhkan modal yang besar dengan hasil yang tidak pasti, serta biaya sewa lahan, pupuk dan pestisida yang tinggi [1].

Sistem pertanian modern semakin banyak digunakan dan dijadikan solusi sebagai ketahanan pangan, bukan hanya saja di perkotaan tetapi di pedesaan juga. Metode ini merupakan cara beternak ikan dan menanam tanaman yang digabungkan dalam satu tempat atau wadah dan berjalan dengan metode menanam yang menggabungkan perikanan dan menanam tanaman dalam satu wadah. Nantinya air akan digunakan secara terus menerus dari peternakan ikan ke tanaman dan sebaliknya sehingga budidaya ikan menjadi kegiatan utama dan hasil tanaman merupakan kegiatan sekunder. Dengan begitu, menyediakan air yang optimal untuk setiap produk dengan menggunakan sistem sirkulasi menjadi metode utama di sistem akuaponik.

Dengan perkembangan teknologi saat ini, digitalisasi telah memungkinkan terciptanya berbagai inovasi yang dapat terus membantu kehidupan manusia. Salah satu teknologi yang dapat mempermudah kehidupan manusia adalah *Internet of Things* (IoT). Dengan potensi besar yang dimiliki dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas, IoT menjadi salah satu bidang yang paling diminati oleh kalangan di berbagai bidang [2]. Agar dapat memudahkan petani dan peternak ikan, kami mengembangkan alat yang dapat mempermudah dan membantu menjaga kualitas tanaman dan air tetap baik dengan menggunakan sistem kontrol berbasis teknologi IoT.

1.2 Analisis Masalah

Ketidakefisienan dalam pengelolaan pertanian dan budidaya ikan secara bersamaan merupakan faktor penting yang mempengaruhi berbagai permasalahan. Hal ini terutama terlihat pada aspek keterbatasan lahan, kebutuhan dan kualitas pangan, kualitas air, sumber daya manusia, serta ekonomi. Sering kali, pemantauan terhadap tanaman dan budidaya ikan yang dilakukan secara manual tidak cukup efisien, sehingga menimbulkan berbagai masalah. Permasalahan-permasalahan tersebut mencakup keterbatasan lahan, kebutuhan dan kualitas pangan yang tidak terpenuhi, kualitas air yang menurun, keterampilan sumber daya manusia yang kurang memadai, serta dampak negatif terhadap aspek ekonomi.

1.2.1 Aspek Keterbatasan Lahan

Salah satu masalah yang paling umum dan terlihat adalah terbatasnya lahan pertanian di daerah perkotaan. Saat ini, lahan pertanian semakin menyusut, terutama di lingkungan perkotaan [3]. Di kawasan perkotaan, sering terjadi alih fungsi lahan pertanian menjadi perumahan atau sektor industri yang semakin banyak bermunculan. Berdasarkan data, sekitar 60% petani di Indonesia tidak memiliki tanah pertanian sendiri [4].

Keterbatasan lahan pertanian semakin diperparah oleh meningkatnya urbanisasi, yang menyebabkan kebutuhan lahan di perkotaan semakin meningkat. Pertumbuhan kawasan komersial dan pemukiman mengakibatkan semakin berkurangnya lahan yang tersedia untuk kegiatan pertanian dari tahun ke tahun. Padahal, sebagian besar masyarakat Indonesia bergantung pada pertanian sebagai sumber penghidupan dan memanfaatkan lahan pertanian sebagai mata pencaharian [4].

1.2.2 Aspek Kebutuhan dan Kualitas Pangan

Keterbatasan lahan pertanian juga berkontribusi terhadap rendahnya kapasitas produksi pangan di daerah perkotaan. Pangan memiliki peranan yang sangat krusial bagi kestabilan politik, ekonomi, sosial, dan budaya di Indonesia [5]. Selain itu, masalah kualitas pangan juga dipengaruhi oleh perubahan iklim. Fluktuasi iklim, seperti peningkatan suhu yang menyebabkan kekeringan atau banjir akibat curah hujan yang tinggi, serta serangan hama dan penyakit, dapat berdampak negatif pada produktivitas dan kualitas pangan [6]. Di samping itu, kualitas pangan juga dipengaruhi oleh penggunaan pupuk yang tepat. Saat ini, sering kali ditemukan penggunaan pupuk dan pestisida anorganik yang berpotensi membahayakan kesehatan.

1.2.3 Aspek Sumber Daya Air

Keterbatasan sumber air bersih, terutama di daerah perkotaan, merupakan salah satu tantangan yang dihadapi. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan dan perpindahan penduduk yang pesat, penggunaan lahan yang tidak memperhatikan prinsip konservasi tanah dan air, serta penyalahgunaan air yang berlebihan oleh berbagai bangunan di perkotaan [7]. Selain itu, saat ini, kinerja pelayanan air bersih di kawasan perkotaan masih sangat memprihatinkan, baik di kota metropolitan, kota besar, kota sedang, maupun kota kecil [7]. Pemantauan kualitas air, termasuk pH dan suhu, juga menjadi sulit dilakukan, karena umumnya masih dilakukan oleh petani atau peternak ikan secara manual. Proses ini tentu memerlukan waktu dan tenaga yang lebih, serta meningkatkan risiko kesalahan manusia.

1.2.4 Aspek Sumber Daya Manusia

Urgensi yang sangat tinggi terlihat dari berkurangnya regenerasi petani. Data sensus pertanian yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2013 menunjukkan adanya penurunan jumlah petani di Indonesia [8]. Selama periode sepuluh tahun, dari 2003 hingga 2013, Indonesia mengalami penurunan jumlah petani yang signifikan, mencapai 16 persen, yaitu dari 31,23 juta petani menjadi 26,14 juta petani [8]. Selain itu, kurangnya pemahaman tentang teknologi di bidang pertanian juga menjadi salah satu faktor penyebab berkurangnya regenerasi petani.

1.2.5 Aspek Ekonomi

Penurunan pendapatan ekonomi di sektor pertanian juga merupakan salah satu masalah yang signifikan. Sektor pertanian menjadi andalan dalam menciptakan lapangan kerja dibandingkan dengan sektor lainnya dalam perekonomian Indonesia [9]. Namun, berbagai aspek yang telah dijelaskan sebelumnya menghambat pertumbuhan pendapatan di sektor ini. Banyak petani yang menghadapi ketidakpastian penghasilan dan memilih untuk beralih ke sektor lain yang dianggap lebih stabil secara ekonomi. Kondisi ini dapat berdampak negatif pada perekonomian nasional dan kesejahteraan masyarakat, yang berpotensi terus menurun.

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Berdasarkan studi mengenai pemanfaatan teknologi untuk mempermudah sektor pertanian dan budidaya ikan, terdapat beberapa solusi yang ditawarkan untuk implementasi. Solusi-solusi yang sudah ada dimanfaatkan untuk keperluan efisiensi sektor pertanian dan budidaya ikan

dalam satu waktu, seperti menjaga kualitas air, kualitas pangan, serta efisiensi lahan yang terbatas.

1.3.1 Sistem Akuaponik Konvensional Jirifarm

Akuaponik merupakan metode beternak ikan dan menanam tanaman yang digabungkan dalam satu wadah. Pada sistem akuaponik konvensional, pengecekan suhu air, suhu udara, kelembaban, dan semua komponen yang diperlukan dalam kegiatan bertani serta beternak ikan masih dilakukan secara manual sehingga dapat menyebabkan *tipburn* dan *bolting* pada beberapa tanaman seperti pada tanaman selada. Adanya teknologi dapat menjadikan sistem konvensional menjadi sistem automasi yang dapat meningkatkan produktivitas hasil tani karena lebih efisien dan efektif [10]. Salah satu produk akuaponik konvensional ini adalah Jirifarm, yaitu teknik penggabungan kolam ikan dengan hidroponik sehingga nutrisi tanaman dipasok oleh kotoran ikan dari kolam. Produk akuaponik konvensional ini tidak membutuhkan daya yang besar karena sistemnya serba manual dan tidak menggunakan komponen pendukung automasi apapun.

Pengguna sistem akuaponik konvensional dituntut untuk memiliki keahlian khusus dalam merawat ikan serta tanamannya karena tidak adanya bantuan teknologi untuk monitoring akuaponik. Berdasarkan penelitian sebelumnya, banyaknya unit produksi yang dihasilkan oleh sistem akuaponik berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) mampu membuat persentase produktivitas akuaponik berbasis IoT lebih unggul dibanding akuaponik konvensional. Tingginya nilai indeks produktivitas akuaponik IoT dibandingkan akuaponik konvensional menandakan bahwa akuaponik IoT lebih efektif dalam mengelola material habis pakai dalam waktu singkat [11].

1.3.2 Low-Budget Aquaponic (LB-Ponic)

Sistem LB-Ponic dikembangkan oleh Dr. Norhidayah Abdul Manan dari Universiti Malaysia Terengganu (UMT). Proyek akuaponik ini bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan sosio-ekonomi masyarakat sekitar Kuala Nerus, Trengganu, Malaysia. Sistem LB-Ponic diperkenalkan sebagai metode hemat biaya yang dapat digunakan untuk budidaya ikan dan tanaman. Sebagai proyek yang dikenalkan kepada masyarakat menengah, jenis akuaponik ini tentu mudah diaplikasikan di rumah, menggunakan biaya yang rendah, serta ikan dan tanaman yang dibudidayakan bebas dari bahan kimia dan racun. Hasil ternak ikan dan tanaman dari sistem LB-Ponic ini diharapkan dapat membantu pertumbuhan ekonomi penduduk [12].

Sistem LB-Ponic merupakan salah satu contoh produk akuaponik tanpa sentuhan teknologi, sehingga tidak menggunakan fitur automasi dalam perancangannya. Semua proses budidaya ikan dan tanaman mulai dari pembibitan hingga masa panen dilakukan secara manual oleh penggunanya. Produk ini masih dapat dikembangkan guna mempermudah pengguna terutama bagi masyarakat yang sudah berusia lanjut supaya menghasilkan ikan dan tanaman yang lebih berkualitas melalui pemantauan dengan teknologi seperti *Internet of Things* (IoT) [12].

1.3.3 Sistem Monitoring dan Otomatisasi Akuaponik

Sistem akuaponik merupakan salah satu cara untuk memperbaiki kualitas air dan mengurangi penggunaan air untuk budidaya ikan sehingga diharapkan bisa menjadi metode alternatif dalam mengontrol kualitas air sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan yang dibudidayakan [13]. Alat akuaponik terdiri dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Alat yang digunakan adalah Arduino uno sebagai mikrokontroler, sensor pH sebagai pendeteksi kualitas air di dalam akuaponik dan sensor suhu sebagai pendeteksi suhu di dalam akuaponik [12]. Sistem juga memiliki fitur otomatisasi pemberian makan ikan dengan menggunakan Node MCU dan servo sebagai *controlling*.

Inovasi sistem pemberian pakan ikan otomatis pada alat akuaponik ini semakin mempermudah budidaya ikan ternak. Bukan hanya memonitor kadar air, aspek pendukung lain juga diperhatikan dalam pembuatan sistem ini. Namun, sistem masih dapat dikembangkan dengan menambahkan berbagai perangkat lainnya dengan adanya penelitian lebih lanjut.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Untuk memastikan arah dan hasil yang ingin dicapai dalam pengerjaan tugas akhir ini, berikut dirumuskan tujuan yang menjadi dasar pengembangan sistem:

1. Mengembangkan sistem akuaponik terintegrasi berbasis teknologi IoT yang mengoptimalkan penggunaan lahan dengan menggabungkan pertanian dan perikanan dalam satu ekosistem terpadu, serta menerapkan sistem *monitoring* dan *controlling* otomatis untuk meningkatkan efisiensi pemeliharaan kolam ikan dan tanaman hidroponik.
2. Merancang dan mengimplementasikan alat berbasis ESP32, dilengkapi sensor suhu, pH air, intensitas cahaya, dan ketinggian air, serta modul ESP32-CAM untuk pengambilan gambar otomatis setiap 30 detik sebagai bagian dari pemantauan *real time*.

3. Mengembangkan *mobile application* yang terintegrasi dengan sistem IoT untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi akuaponik secara jarak jauh dan *real time*.
4. Meningkatkan efisiensi ekonomi dengan mengurangi ketergantungan pada proses manual dan meningkatkan hasil produksi secara keseluruhan.
5. Mendukung keberlanjutan pertanian dan perikanan di daerah perkotaan dengan solusi akuaponik yang adaptif dan praktis.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Agar pengerjaan tugas akhir lebih terarah, efektif, dan sesuai dengan sumber daya serta waktu yang tersedia, maka ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

1. Sistem *monitoring* dan *controlling* dibatasi hanya untuk akuaponik skala kecil menggunakan akuarium berukuran 60 x 35 x 30 cm dengan 2 paralon hidroponik.
2. Sensor yang digunakan meliputi: sensor suhu (DHT22), sensor pH air, sensor intensitas cahaya (LDR), sensor ketinggian air (menggunakan kabel tembaga), motor servo, *relay* yang terintegrasi dengan *cooler* sebagai pendingin akuarium dan *heater* sebagai pemanas akuarium dan kamera (ESP32-CAM).
3. Kontrol otomatis hanya mencakup pemberian pakan ikan, belum mencakup otomatisasi penuh seperti kontrol kualitas nutrisi atau penggantian air secara otomatis.
4. Sistem hanya dirancang untuk *monitoring real time* dan pengiriman notifikasi jika terjadi kondisi abnormal.
5. *Mobile application* dikembangkan untuk *platform* Android dengan integrasi *database* menggunakan Firebase.
6. Sistem bergantung pada sumber listrik PLN.
7. Validasi alat dilakukan melalui perbandingan sensor dengan alat ukur standar seperti *thermometer hygrometer*, pH meter digital, lux meter analog, dan penggaris.
8. Sistem hanya untuk penggunaan *indoor* (dalam ruangan) dan semi *outdoor*, bukan untuk skala komersial atau *outdoor*.