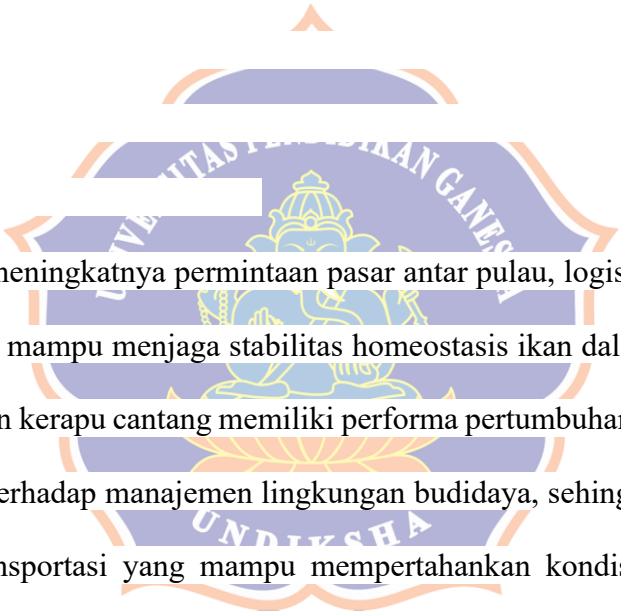


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah Penelitian

Transportasi ikan hidup merupakan komponen krusial dalam sistem rantai pasok perikanan budidaya di Indonesia, khususnya untuk komoditas bernilai ekonomi tinggi seperti ikan kerapu cantang (*Epinephelus fuscoguttatus* × *E. lanceolatus*). Salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan distribusi ikan hidup adalah durasi transportasi. Menurut Ismi *et al.* (2020) perbedaan



Seiring dengan meningkatnya permintaan pasar antar pulau, logistik ikan hidup menuntut sistem transportasi yang mampu menjaga stabilitas homeostasis ikan dalam durasi pengangkutan yang relatif panjang. Ikan kerapu cantang memiliki performa pertumbuhan yang baik serta respons fisiologis yang sensitif terhadap manajemen lingkungan budidaya, sehingga distribusi ikan hidup memerlukan sistem transportasi yang mampu mempertahankan kondisi fisiologis tetap stabil selama perjalanan (Yani *et al.*, 2025).

Selama proses transportasi, parameter kualitas air seperti oksigen terlarut (DO), suhu, amonia, dan derajat keasaman (pH) berinteraksi secara dinamis dengan kepadatan biomassa ikan dalam media pengangkutan. Peningkatan kepadatan biomassa mempercepat konsumsi oksigen serta akumulasi limbah metabolik, terutama amonia, yang dapat mengganggu keseimbangan fisiologis ikan (Widianto *et al.*, 2022). Kondisi ini sejalan dengan penelitian Swardiani *et al.* (2022) yang menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi amonia, nitrit, dan nitrat merupakan

indikator utama penurunan kualitas air pada sistem budidaya tertutup maupun resirkulasi, sehingga perubahan parameter tersebut perlu dikendalikan untuk menjaga stabilitas fisiologis ikan.

Menurut Yang *et al.* (2024), peningkatan stocking density secara signifikan menurunkan kadar oksigen terlarut dan meningkatkan TAN, yang berimplikasi pada peningkatan indikator stres fisiologis pada *Micropterus salmoides*. Selain itu, Wahyu *et al.* (2015) menjelaskan bahwa peningkatan kepadatan selama transportasi benih ikan gabus (*Channa striata*) menyebabkan perubahan signifikan pada parameter hematologi dan pH darah, yang mengindikasikan stres fisiologis, gangguan respirasi, serta penurunan tingkat kelangsungan hidup. Fenomena tersebut juga didukung oleh penelitian Kharissa, (2025) yang menunjukkan bahwa perbedaan padat tebar pada pemeliharaan ikan kerapu cangang dengan sistem *Recirculating Aquaculture System* (RAS) memengaruhi tingkat kelangsungan hidup ikan, sehingga kepadatan biomassa menjadi faktor penting dalam menjaga performa biologis ikan budidaya.

Dalam praktik distribusi komersial ikan hidup, ikan umumnya ditempatkan dalam wadah sekunder berupa keranjang plastik di dalam tangki utama untuk memudahkan pengorganisasian dan penanganan selama transportasi. Namun, penggunaan keranjang vertikal berdinding tinggi dengan pori-pori anyaman relatif rapat berpotensi menimbulkan hambatan hidrodinamika yang mengganggu distribusi aliran air dan oksigen di dalam wadah. Meskipun telah dilakukan modifikasi berupa penambahan lubang pada dinding keranjang untuk meningkatkan debit air, efektivitasnya dalam menjamin pertukaran oksigen yang merata, khususnya pada pusat biomassa berkepadatan tinggi, masih perlu diuji secara empiris. Struktur keranjang vertikal yang memiliki dinding anyaman dan ruang terbatas berpotensi memengaruhi pertukaran air serta distribusi oksigen selama transportasi. Pada kondisi kepadatan tinggi, keterbatasan sirkulasi tersebut dapat mempercepat penurunan kualitas air dan meningkatkan stres fisiologis ikan (Xiong *et al.*, 2025).

Secara konseptual, kondisi ini relevan pada sistem transportasi ikan hidup, karena struktur wadah yang tinggi serta pori-pori yang tertutup tubuh ikan selama pengangkutan dapat meningkatkan resistensi aliran air, membatasi suplai oksigen ke pusat biomassa, dan meningkatkan risiko stres fisiologis. Penelitian lapangan juga menunjukkan bahwa variasi bobot ikan antar keranjang selama transportasi dapat menciptakan gradien kondisi lingkungan yang memengaruhi laju deplesi oksigen dan parameter kualitas air lainnya.

Menurut Hartyanto *et al.* (2024) variasi kepadatan benih ikan koi (*Cyprinus carpio*) dalam sistem transportasi basah tertutup berpengaruh terhadap perubahan oksigen terlarut, pH, suhu air, serta tingkat kelulusan hidup, yang menegaskan bahwa perbedaan densitas dapat memicu variasi kondisi internal wadah transportasi. Selain itu, Saragih *et al.* (2025) menjelaskan bahwa hubungan panjang dan berat pada yuwana ikan kerapu cantang dapat digunakan sebagai indikator kualitas biologis ikan dalam sistem RAS, sehingga keseragaman biomassa menjadi faktor penting dalam menjaga stabilitas kondisi fisiologis selama proses budidaya maupun transportasi.

Simulasi transportasi ikan nila hidup yang dilakukan pada suhu rendah menunjukkan bahwa pengendalian suhu dapat menurunkan akumulasi metabolit seperti total amonia nitrogen (TAN) dan mempertahankan kadar oksigen terlarut serta tingkat kelangsungan hidup ikan selama transportasi. Perlakuan suhu rendah (15 °C) menghasilkan survival rate tertinggi (97,9 %), meskipun terdapat variasi kepadatan ikan dalam wadah pengujian, sehingga menunjukkan bahwa manajemen suhu yang presisi dapat mengimbangi variasi biomassa dalam media transportasi ikan hidup tanpa menurunkan tingkat kelangsungan hidup secara signifikan (Widianto *et al.*, 2022). Optimalisasi kapasitas angkut dapat dicapai apabila batas toleransi kepadatan maksimum pada setiap desain wadah sekunder telah teruji secara empiris.

Penurunan kualitas air tersebut tidak hanya ditandai oleh peningkatan senyawa nitrogen, tetapi juga oleh akumulasi CO₂ yang menyebabkan penurunan pH media transportasi. Penelitian pada transportasi ikan lele menunjukkan kenaikan kadar CO₂ dari sekitar 0,18 ppm menjadi 0,61–0,78 ppm dan penurunan pH dari 7,01 menjadi 6,60–6,01 setelah 8 jam pengiriman, yang mencerminkan kondisi asidosis akibat akumulasi gas metabolik dalam media transportasi tertutup dan berkontribusi terhadap penurunan kualitas air yang membahayakan ikan (Sunardi *et al.*, 2016).

Kondisi penurunan kualitas lingkungan tersebut juga berkaitan erat dengan kesehatan ikan, sebagaimana dilaporkan oleh Widiartini *et al.* (2022) bahwa kualitas lingkungan budidaya yang kurang optimal dapat meningkatkan prevalensi parasit *Oodinium sp.* pada ikan kerapu cantang dalam sistem RAS, sehingga stabilitas media menjadi faktor penting dalam menjaga ketahanan fisiologis ikan.

Hingga saat ini belum terdapat kajian empiris yang secara spesifik mengevaluasi batas maksimum kepadatan biomassa ikan Kerapu Cantang ukuran konsumsi (600–700 g) dalam wadah sekunder vertikal pada sistem transportasi tangki tertutup dengan durasi 72 jam. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada benih atau sistem transportasi skala kecil dengan durasi pendek, sehingga belum merepresentasikan kondisi distribusi komersial antar pulau. Pemahaman mendalam mengenai batasan kepadatan pada media terbatas sangat diperlukan untuk menjawab tantangan efisiensi logistik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai analisis kepadatan biomassa yang berbeda dalam keranjang terhadap performa transportasi ikan Kerapu Cantang. Penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi respons kualitas air dan tingkat kelulusan hidup pada beban biomassa yang berbeda dengan penggunaan wadah sekunder tipe vertikal dalam satu sistem pengiriman. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah

berupa standarisasi kepadatan maksimum yang aplikatif dan efisien bagi para pelaku industri perikanan di Indonesia.

1.2 Identifikasi Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, identifikasi masalah pada penelitian ini adalah

1. Belum adanya standar kepadatan biomassa yang pasti untuk ikan Kerapu Cantang ukuran 600-700 gram dalam keranjang vertikal.
2. Belum diketahui apakah penggunaan keranjang vertikal yang telah dimodifikasi mampu mempertahankan kualitas air dan kelangsungan hidup ikan pada berbagai tingkat kepadatan biomassa selama transportasi.
3. Risiko degradasi kualitas fisik (lesi/luka permukaan) dan peningkatan laju metabolisme (bukan operkulum) sebagai manifestasi stres akibat keterbatasan ruang gerak dan penurunan kualitas lingkungan.

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Agar penelitian ini lebih terarah dan mendalam, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Komoditas Uji: Ikan yang digunakan adalah Kerapu Cantang (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus lanceolatus*) ukuran konsumsi dengan bobot rata-rata berkisar antara 600–700 gram per ekor.
2. Wadah Sekunder: Menggunakan keranjang plastik tipe vertikal dengan desain anyaman rapat yang diletakkan di dalam tangki utama pengiriman.
3. Variabel Bebas: Kepadatan biomassa yang diuji dibatasi pada tiga taraf, yaitu: 15 kg (± 23 ekor), 16 kg (± 25 ekor), dan 17 kg (± 27 ekor) per unit keranjang.

4. Sistem Transportasi: Penelitian dilakukan menggunakan sistem transportasi basah dalam satu tangki tertutup dengan durasi pengiriman jarak jauh selama tiga hari (72 Jam).
5. Parameter Pengamatan: Parameter yang diukur meliputi kualitas air (Suhu, *Dissolved Oxygen*, nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), dan amonia (NH_3)), tingkat kelangsungan hidup, pengamatan indikator fisiologis (frekuensi bukaan operkulum) serta pengamatan visual terhadap kerusakan fisik (luka/lecet) pada ikan pasca transportasi. Pengukuran kualitas air dilakukan pada tangki utama sebagai representasi kondisi umum media transportasi. Pengukuran kualitas air dilakukan pada tangki utama karena seluruh keranjang berada dalam satu media air yang terhubung dan mengalami sirkulasi yang sama selama transportasi.

1.4 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada:

1. Bagaimana dinamika perubahan kualitas air (suhu, DO, nitrit, nitrat, dan amonia) selama 72 jam transportasi pada berbagai tingkat kepadatan biomassa?
2. Bagaimana pengaruh peningkatan kepadatan biomassa hingga 17 kg per keranjang terhadap tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) dan indikator fisiologis (frekuensi bukaan operkulum) ikan Kerapu Cantang ukuran konsumsi?
3. Berapakah tingkat kepadatan biomassa yang paling optimum (15 kg, 16 kg, atau 17 kg) dalam menghasilkan performa transportasi terbaik berdasarkan kualitas air, tingkat kelangsungan hidup, dan respons fisiologis ikan?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Menggambarkan dinamika kualitas air serta kondisi fisik ikan Kerapu Cantang selama transportasi pada berbagai tingkat kepadatan biomassa dalam sistem tangki tertutup.
2. Mengevaluasi pengaruh perbedaan kepadatan biomassa (15 kg, 16 kg, dan 17 kg) terhadap tingkat kelangsungan hidup dan indikator fisiologis ikan.
3. Menentukan kepadatan biomassa optimum yang efektif dan efisien dalam penggunaan wadah keranjang vertikal pada satu system tangki tertutup.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata, baik secara teoritis bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun secara praktis bagi para pelaku industri perikanan, sebagai berikut:

1. Bagi Akademisi dan Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan bagi akademisi dan pengembangan ilmu pengetahuan dengan Memberikan informasi ilmiah mengenai batas toleransi kepadatan biomassa (*carrying capacity*) ikan Kerapu Cantang dalam sistem transportasi basah.

Selain itu, studi ini menjadi referensi ilmiah penting mengenai pengaruh desain wadah sekunder tipe vertikal terhadap dinamika kualitas air, khususnya terkait laju deplesi oksigen dan akumulasi metabolit seperti CO₂ dan amonia. Lebih lanjut, hasil penelitian ini akan memperkaya literatur mengenai respons stres serta ketahanan fisik ikan Kerapu Cantang terhadap kepadatan tinggi dalam ruang terbatas selama transportasi jarak jauh, sehingga memperkuat landasan teori dalam manajemen logistik perikanan hidup.

2. Bagi Pelaku Usaha dan Pembudidaya

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat praktis bagi pelaku usaha dan pembudidaya dengan menyediakan informasi ilmiah mengenai kisaran kepadatan biomassa yang aman dan efisien untuk diterapkan pada transportasi ikan Kerapu Cantang, guna menekan biaya operasional logistik per kilogram ikan. Dengan menentukan kepadatan yang ideal, penelitian ini juga berkontribusi dalam meminimalisir angka kematian (*mortality*) serta mencegah kerusakan fisik ikan selama perjalanan demi menjaga nilai jual di tingkat konsumen, sekaligus menjadi acuan strategis dalam penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) pemuatan yang menjamin sirkulasi air tetap terjaga meski dalam kondisi kepadatan tinggi.

3. Bagi Pemerintah dan Instansi Terkait

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pemerintah dan pengambil kebijakan dengan menyediakan bahan pertimbangan dalam menyusun regulasi atau standar teknis terkait kesejahteraan hewan (*animal welfare*) pada sistem distribusi hasil perikanan hidup di Indonesia. Selain itu, hasil penelitian ini juga berperan penting dalam mendukung program pemerintah untuk meningkatkan efisiensi rantai pasok perikanan antar pulau melalui penerapan metode transportasi yang lebih presisi, efektif, dan mampu menjamin kualitas komoditas hingga ke tangan konsumen.

