

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma>

EFEKTIVITAS *Lactobacillus casei* FREEZE DRY TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP IKAN MAS (*Cyprinus carpio*)

Piero Eka Yudistira¹⁾, Silviyani Nurul Karima²⁾, Fathia Ramadhani³⁾, Ahmad Beni Rouf¹⁾, Mad Rudi¹⁾, Ni Putu Ratna Ayu Krishanti⁴⁾#

¹⁾Program Studi Pendidikan Kelautan dan Perikanan, Universitas Pendidikan Indonesia, Serang, Banten

²⁾Sekolah Pascasarjana IPB, Program Studi Mikrobiologi, Departemen Biologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor

³⁾Pusat Riset Zoologi Terapan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Cibinong, Jawa Barat

(Naskah diterima: 24 September 2024, Revisi final: 26 Mei 2025, Disetujui Publikasi: 26 Mei 2025)

ABSTRAK

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu komoditas penting dalam budidaya perikanan air tawar. Kualitas pakan yang kurang optimal sering kali mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas. Peningkatan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan ini dapat didukung oleh penggunaan *Lactobacillus casei* probiotik freeze dry dalam pakan. Teknologi freeze dry memperpanjang penyimpanan probiotik tanpa mengurangi efektivitas dan menjaga viabilitasnya dalam pakan ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas *Lactobacillus casei* probiotik freeze dry terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan dan tiga ulangan: PK1 (10^5 CFU/g), PK2 (10^6 CFU/g), PK3 (10^7 CFU/g), dan K (tanpa probiotik). Ikan mas yang digunakan berukuran 7-8 cm dengan padat tebar 10 ekor/20L air. Waktu pemeliharaan dilakukan selama 14 hari pada pemberian pakan dengan perlakuan dosis probiotik berbeda. Penambahan dosis probiotik *L. casei* pada pakan ikan mas menunjukkan peningkatan signifikan pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup, dengan dosis optimal 0,1 gr/100 gr pakan (10^5 CFU/g), yang menghasilkan bobot mutlak ($2,8 \pm 0,12$ g), panjang mutlak ($1,1 \pm 0,21$ cm), *specific growth rate* (SGR) ($1,7 \pm 0,06\%$ /hari), *feed conversion ratio* (FCR) ($1,5 \pm 0,06$), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) ($65,3 \pm 2,27\%$), dan *survival rate* (SR) ($100 \pm 0\%$).

KATA KUNCI: Kelangsungan hidup; pertumbuhan ikan mas; probiotik freeze dry

ABSTRACT: Potential of Freeze Dry *Lactobacillus casei* Bacteria on the Growth and Survival of Common Carp (*Cyprinus carpio*).

The common carp (*Cyprinus carpio*) is an important commodity in freshwater aquaculture. Suboptimal feed quality often affects the growth and survival of common carp. Growth and survival of this species can be enhanced by incorporating freeze-dried probiotic bacteria into their feed. Freeze-drying technology extends the storage of probiotics without reducing their effectiveness, while maintaining viability in fish feed. This study aims to evaluate the effectiveness of freeze-dried probiotic bacteria on the growth and survival of common carp. The experimental method used was a completely randomized design (CRD) with four treatments and three replicates: PK1 (0.1 g probiotics/100 g feed, 10^5 CFU/g), PK2 (1 g probiotics/100 g feed, 10^6 CFU/g), PK3 (10 g probiotics/100 g feed, 10^7 CFU/g), and K (no probiotics). The common carp used were 7-8 cm in size with a stocking density of 10 fish/20 L of water. The feeding period lasted 14 days with probiotic doses applied. Adding *Lactobacillus casei* probiotic to the feed of carp significantly improved growth and survival, with the optimal dosage of 0.1 g/100 g of feed (10^5 CFU/g), resulting in absolute weight (2.8 ± 0.12 g), absolute length (1.1 ± 0.21 cm), specific growth rate (SGR) ($1.7 \pm 0.06\%$ /day), feed conversion ratio (FCR) (1.5 ± 0.06), feed utilization efficiency (EPP) ($65.3 \pm 2.27\%$), and survival rate (SR) ($100 \pm 0\%$).

KEYWORDS: Common carp growth; freeze dry probiotics; survival rate

#Korespondensi: Ni Putu Ratna Ayu Krishanti.

Pusat Riset Zoologi Terapan – Badan Riset dan Inovasi Nasional

E-mail: nipu003@brin.go.id

PENDAHULUAN

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan komoditas perikanan penting dengan adaptabilitas tinggi terhadap lingkungan dan pakan, menjadikannya spesies utama dalam budidaya ikan air tawar, termasuk di Indonesia (Syamsuri & Alang, 2023). Ikan mas berkontribusi signifikan terhadap perekonomian lokal, terutama di daerah pedesaan. Terdapat tantangan seperti penyakit, efisiensi pakan, dan kualitas air tidak stabil yang menghambat produktivitas budidaya (Machet *et al.*, 2021). Penggunaan probiotik dalam pakan efektif untuk meningkatkan kesehatan ikan dan mengatasi tantangan tersebut (Rahman, 2015). Probiotik *L. casei* dapat memperbaiki pencernaan, menghasilkan senyawa antibakteri, dan meningkatkan respons imun ikan, yang penting untuk akuakultur (Hai, 2015). *L. casei* terbukti efektif melawan patogen seperti *S. aureus* dan *E. coli*, menjadikannya alternatif pengganti antibiotik (Kamaladevi & Balamurugan, 2016). *L. casei* tetap viabel setelah proses *freeze dry*, menjadikannya cocok untuk aplikasi jangka panjang dalam pakan ikan (Rajoka *et al.*, 2018). Teknologi *freeze dry* meningkatkan stabilitas probiotik tanpa mengurangi efektivitas biologisnya (Her *et al.*, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas uji in vitro dan uji in vivo *Lactobacillus casei freeze dry*. Uji in vitro dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan optimal *L. casei*. Uji in vivo dilakukan untuk mengetahui efektivitas *L. casei freeze dry* terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Hasilnya diharapkan dapat mendukung budidaya perikanan yang lebih berkelanjutan dengan mengurangi ketergantungan pada antibiotik.

BAHAN DAN METODE

Uji In Vitro

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen laboratorium dengan metode kuantitatif untuk mengevaluasi pengaruh *Lactobacillus casei* terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio*), melalui tiga tahap: persiapan, pelaksanaan, dan analisis data. Tahap persiapan mencakup isolasi, seleksi, dan kultur *L. casei* dalam media MRS hingga fase logaritmik sebelum *freeze dry*, serta uji viabilitas bakteri menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC).

Persiapan Bakteri Probiotik

Bakteri probiotik *L. casei* dari koleksi Laboratorium Preparasi dan Bioproduk ILab-BRIN diremajakan pada media MRS agar dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam serta dikultur hingga fase eksponensial. Bakteri disentrifugasi dan dicampur dengan larutan *cryoprotectant* (gliserol 30%), dibekukan pada suhu -80°C, dan dikeringkan menggunakan *lyophilizer* untuk

menghasilkan bentuk *freeze dry* yang disimpan dalam kondisi vakum atau nitrogen cair.

Aktivitas Antibakteri dari *Lactobacillus casei*

Pengujian potensi *Lactobacillus casei* dilakukan melalui uji antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli* menggunakan metode sumuran untuk mengukur zona hambatan (Andarilla *et al.*, 2018), serta pengujian kondisi optimal pertumbuhan bakteri pada berbagai pH dan suhu. Pertumbuhan bakteri diukur dengan *spektrofotometer* UV-Vis pada panjang gelombang 600 nm, dan total jumlah bakteri hidup dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) setelah inkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam.

Uji In Vivo

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan untuk mengevaluasi pengaruh *L. casei freeze dry* terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio*). Empat perlakuan pakan meliputi PK1 (0,1 gr/100 gr pakan), PK2 (1 gr/100 gr pakan), PK3 (10 gr/100 gr pakan), dan K (tanpa probiotik). Ikan uji berukuran rata-rata 7-8 cm. Ikan dipelihara selama 14 hari di laboratorium budidaya UPI Serang.

Persiapan Aquarium dan Ikan Mas

Pemeliharaan ikan menggunakan 12 akuarium berkapasitas 25 L, dilengkapi aerator dan sistem filtrasi untuk menjaga kualitas air serta menampung ikan mas (*C. carpio*) dalam empat perlakuan dan tiga ulangan. Kualitas air seperti suhu, pH, dan amonia di monitoring satu kali dalam seminggu, sementara ikan yang dipilih diseleksi berdasarkan ukuran dan kesehatan, menjalani aklimatisasi selama satu hari dengan kondisi stabil sebelum diberi perlakuan probiotik *freeze dry*.

Pencampuran Pakan Bakteri *Lactobacillus casei*

Pencampuran pakan ikan mas dengan probiotik *freeze dry L. casei* dilakukan dengan menambahkan suspensi bakteri ke pakan secara bertahap agar tercampur merata. Pakan kemudian dikeringkan pada suhu ruangan dan disimpan dalam wadah tertutup hingga siap digunakan. Probiotik yang digunakan dalam kondisi beku harus dicampur saat dalam kondisi cair, setelah bakteri dikeringkan dengan metode *freeze dry*, sehingga bisa mempertahankan viabilitas dan efektivitasnya selama proses pencampuran dan penyimpanan.

Pemberian Pakan Perlakuan

Pemberian pakan dilakukan dua kali sehari dengan dosis 3-5% dari bobot tubuh ikan, yang diukur setiap minggu untuk menyesuaikan jumlah pakan. Pakan

dengan konsentrasi probiotik *freeze dry* diberikan merata, dan sisa pakan dicatat untuk menghitung *feed conversion ratio* (FCR) serta efisiensi pemanfaatan pakan (EPP).

Parameter Uji

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini (Kong *et al.*, 2020) mencakup beberapa parameter penting untuk menilai efektivitas bakteri *L. casei freeze dry* terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas. Pertumbuhan bobot mutlak dihitung sebagai $\Delta W = W_t - W_0$, sedangkan pertumbuhan panjang mutlak dihitung sebagai $\Delta L = L_t - L_0$. Laju pertumbuhan harian (SGR) dihitung dengan rumus $SGR (\%) = [(\ln W_t - \ln W_0) / t] \times 100$. Rasio konversi pakan (FCR) dihitung dengan rumus $FCR = F / \Delta W$, dan efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) dihitung sebagai $EPP (\%) = (\Delta W / F) \times 100$. Tingkat kelangsungan hidup (SR) dihitung menggunakan rumus $SR (\%) = (N_t / N_0) \times 100$, data kualitas air dalam penelitian ini disertakan dalam tabel dengan pengukuran suhu menggunakan termometer digital, pH menggunakan pH meter, dan DO menggunakan DO meter untuk memastikan kondisi lingkungan yang optimal.

Analisis Data

Data dikumpulkan setiap minggu untuk mengukur berat, panjang ikan, serta parameter kualitas air, seperti suhu, pH, dan kadar oksigen, guna memastikan kondisi optimal dan menghitung *Specific Growth Rate* (SGR), *Feed Conversion Ratio* (FCR), Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP), serta *Survival Rate* (SR). Data dianalisis menggunakan SPSS 29.0 dengan uji ANOVA satu arah untuk mengidentifikasi perbedaan signifikan antar perlakuan, diikuti uji *post-hoc* jika diperlukan, dan hasilnya disajikan dalam tabel serta grafik untuk memudahkan interpretasi.

HASIL DAN BAHASAN

Aktivitas Antibakteri dari *Lactobacillus casei*

Aktivitas antibakteri *L. casei freeze dry* (Tabel 1) menunjukkan kemampuan signifikan dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen, dengan zona hambatan

sebesar 19 ± 1 mm untuk *S. aureus* dan $20 \pm 7,55$ mm untuk *E. coli*. Pelet sel *L. casei* menghasilkan zona hambatan masing-masing $11,0 \pm 1$ mm pada *S. aureus* dan $10,0 \pm 1,73$ mm pada *E. coli*, menunjukkan potensi besar sebagai agen antibakteri (Moal & Servin, 2014).

Optimasi Suhu dan pH dalam Pertumbuhan Bakteri *Lactobacillus casei*

Suhu 30°C dan 37°C terbukti optimal untuk pertumbuhan *L. casei*, dengan absorbansi tertinggi masing-masing 1,6 dan 1,5 pada hari keempat (Gambar 1). Suhu di atas 37°C menghambat pertumbuhan, dengan absorbansi hanya 0,3-0,5, sesuai dengan penelitian Wang *et al.* (2021) yang menyebutkan suhu optimal untuk *L. casei* adalah 35-37°C. Suhu yang terlalu tinggi menyebabkan stres panas yang menghambat fungsinya (Adu *et al.*, 2020).

Pertumbuhan optimal *L. casei* (Gambar 2) terjadi pada pH 5, dengan absorbansi tertinggi sebesar 1,03 pada hari kedua dan ketiga. Pada pH 3 dan 4, pertumbuhannya lebih rendah. Hasil ini sejalan dengan penelitian Kondybayev *et al.* (2022), yang menunjukkan bahwa pH optimal untuk *L. casei* adalah sekitar pH 5, karena pH yang terlalu asam dapat menghambat pertumbuhan bakteri akibat stres asam (Coulibaly *et al.*, 2016).

Perhitungan Nilai TPC Bakteri *Lactobacillus casei*

Penghitungan nilai TPC *L. casei* (Tabel 2) pada media MRS cair menunjukkan viabilitas tertinggi sebelum *freeze dry* sebesar 28×10^6 CFU/mL, dengan jumlah koloni 276 CFU/mL pada pengenceran 10^6 , 7 CFU/mL pada 10^7 , dan 12 CFU/mL pada 10^8 . Nilai *optical density* (OD) $1,42 \pm 0,004$ mendukung hasil ini, menunjukkan viabilitas bakteri yang tinggi sebelum *freeze dry* (Sidira *et al.*, 2014).

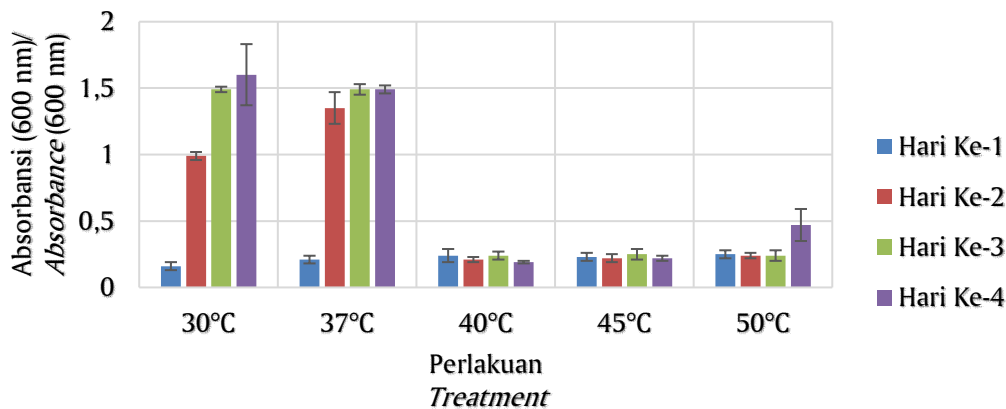
Pengamatan Variabel Bobot, Panjang, SGR, FCR, EPP, dan SR

Hasil penelitian bobot mutlak, panjang mutlak, *specific growth rate* (SGR), *feed conversion ratio* (FCR), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), dan *survival rate*

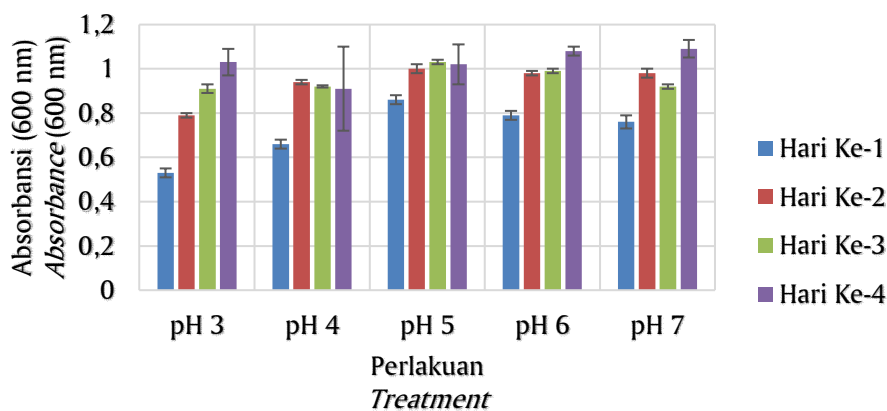
Tabel 1. Aktivitas antibakteri *Lactobacillus casei* terhadap bakteri patogen

Table 1. Antibacterial activity of *Lactobacillus casei* against pathogenic bacteria

Jenis Bakteri/ <i>Bacteria</i>	Daya Hambat <i>Inhibitory Rate</i>					
	Pelet Sel (mm) <i>Cell Pellet</i>		Supernatan (mm) <i>Supernatant</i>		Kloramfenikol (mm) <i>Chloramphenicol</i>	
	Ø Zona Hambat		Ø Zona Hambat		Ø Zona Hambat	
	Ø Koloni <i>Ø Colony</i>	Ø Inhibition Zone	Ø Sumuran Well Size	Ø Inhibition Zone	Ø Kertas Cakram <i>Ø Disk Size</i>	Ø Inhibition Zone
<i>S. aureus</i>	$9,3 \pm 1,15$	$11,0 \pm 1,00$	8 ± 0	$19,0 \pm 1,00$	8 ± 0	$32,3 \pm 1,53$
<i>E. coli</i>	$7,0 \pm 1,00$	$10,0 \pm 1,73$	8 ± 0	$20,0 \pm 7,55$	8 ± 0	$36,3 \pm 1,53$



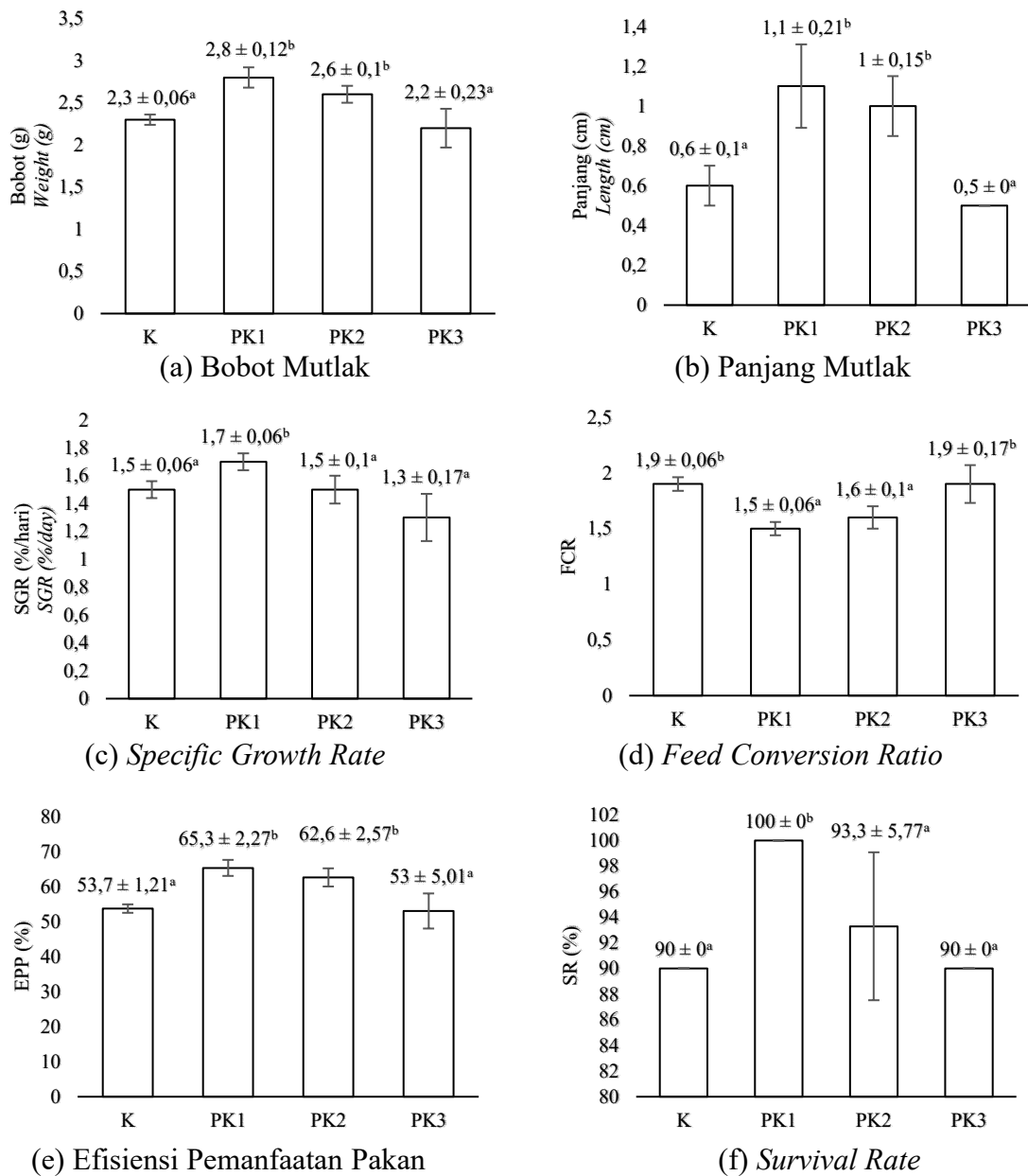
Gambar 1. Pengukuran optimasi suhu *Lactobacillus casei* selama 4 hari masa inkubasi
Figure 1. Optimization measurement of *Lactobacillus casei* temperature over a 4-day incubation period



Gambar 2. Pengukuran optimasi pH *Lactobacillus casei* selama 4 hari masa inkubasi
Figure 2. Optimization measurement of pH for *Lactobacillus casei* over a 4-day incubation period

Tabel 2. Perhitungan nilai TPC bakteri *Lactobacillus casei* pada media MRS cair
Table 2. Calculation of TPC values for *Lactobacillus casei* bacteria in liquid MRS medium.

Ulangan Repetiti on	Optical Density (600 nm)	Total Plate Count						
		Serial Pengenceran						
		Serial Dilution						
		10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸
I		> 300	> 300	> 300	> 300	103	7	12
II	1,42 ±	> 300	> 300	> 300	> 300	306	7	12
III	0,004	> 300	> 300	> 300	> 300	325	7	12
IV		> 300	> 300	> 300	> 300	372	7	12
Rerata Mean		TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	276,5	7	12
Jumlah Koloni / Mean Number o Colonies (CFU/ml)		~	~	~	~	28 x 10 ⁸	7 x 10 ⁸	12 x 10 ⁹



Gambar 3. Diagram Bobot Mutlak (a), Panjang Mutlak (b), *Specific Growth Rate* (c), *Feed Conversion Ratio* (d), Efisiensi Pemanfaatan Pakan (e), *Survival Rate* (f) pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) selama 14 hari pemeliharaan

Figure 3. Diagrams of Absolute Weight (a), Absolute Length (b), *Specific Growth Rate* (c), *Feed Conversion Ratio* (d), *Feed Utilization Efficiency* (e), and *Survival Rate* (f) in goldfish (*Cyprinus carpio*) over a 14-day rearing period

(SR) ikan mas (*C. carpio*) melalui penambahan dosis probiotik *Lactobacillus casei* pada pakan dapat dilihat pada diagram batang yang tersaji pada Gambar 3.

Hasil analisis Duncan menunjukkan bahwa dosis probiotik *L. casei* 0,1 gr (10u CFU/g) pada perlakuan PK1 memberikan pengaruh signifikan ($P < 0,05$) untuk bobot mutlak ($2,8 \pm 0,12$ g), panjang mutlak ($1,1 \pm 0,21$ cm), SGR ($1,7 \pm 0,06$ %/hari), FCR ($1,5 \pm 0,06$), EPP ($65,3 \pm 2,27$ %), dan SR (100 ± 0 %) (Tabel 3).

Pengamatan Kualitas Air

Pengukuran kualitas air selama pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio*) menunjukkan bahwa parameter air tetap berada dalam kisaran yang sesuai untuk budidaya ikan mas (Tabel 4). Hasil ini sejalan dengan referensi dari Hussain *et al.* (2017) dan Billah *et al.* (2019) yang mendukung kelayakan kondisi air tersebut.

Tabel 3. Hasil pengamatan bobot, panjang, SGR, FCR, EPP, dan SR pada ikan mas
Table 3. Observation results of weight, length, SGR, FCR, FUE, and SR in goldfish

Perlakuan Treatment	Nilai Rata-Rata Parameter yang Diamati / Mean of Analysis Factor					
	Bobot Weight (g)	Panjang Length (cm)	SGR (%/day)	FCR	EPP (%)	SR (%)
K	2,3 ± 0,06 ^a	0,6 ± 0,10 ^a	1,5 ± 0,06 ^a	1,9 ± 0,06 ^b	53,7 ± 1,21 ^a	90,0 ± 0,00 ^a
PK1	2,8 ± 0,12 ^b	1,1 ± 0,21 ^b	1,7 ± 0,06 ^b	1,5 ± 0,06 ^a	65,3 ± 2,27 ^b	100 ± 0,00 ^b
PK2	2,6 ± 0,10 ^b	1,0 ± 0,15 ^b	1,5 ± 0,10 ^a	1,6 ± 0,10 ^a	62,6 ± 2,57 ^b	93,3 ± 5,77 ^a
PK3	2,2 ± 0,23 ^a	0,5 ± 0,00 ^a	1,3 ± 0,17 ^a	1,9 ± 0,17 ^b	53,0 ± 5,01 ^a	90,0 ± 0,00 ^a

Keterangan: Tanda superscript yang tidak sama pada masing-masing kolom menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05) / Different superscript signs in each column indicate significant differences (P<0.05)

Tabel 4. Hasil parameter kualitas air pada media akuarium pemeliharaan ikan mas
Table 4. Water quality parameters in the aquarium media for goldfish rearing

Perlakuan Treatment	Parameter Parameter		
	pH	Temperature (°C)	DO (mg/l)
PK1	7,9-8,5	27,1-30,6	5,3-7,3
PK2	7,9-8,4	26,4-30,1	5,4-7,1
PK3	7,9-8,4	26,4-30,1	5,5-6,9
K	7,9-8,3	27,1-30,1	5,3-6,8
Kelayakan (Pustaka) Eligibility (Reference)	6,5-8,5*	22-33**	5-11*

Keterangan/Note: *: Hussain *et al.* (2017), **: Billah *et al.* (2019)

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Hasil ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan pada pertumbuhan bobot ikan mas dengan dosis probiotik *L. casei* (P<0,05). Dosis PK1 (10u CFU/g) memberikan bobot tertinggi (2,8 ± 0,12g), berbeda nyata dengan PK3 (10w CFU/g) dan kontrol (K), tetapi tidak dengan PK2 (10v CFU/g) yang memiliki bobot 2,6 ± 0,1g. PK3 menunjukkan bobot terendah (2,2 ± 0,23g), sementara kontrol mencatat bobot 2,3 ± 0,06g. Hasil ini menunjukkan dosis tinggi (PK3) tidak selalu efektif, sesuai dengan temuan Mohammadian *et al.* (2019).

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa probiotik *L. casei* berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan panjang ikan mas (P<0,05). Kelompok PK1 (10u CFU/g) memiliki pertumbuhan tertinggi 1,1 ± 0,21 cm, berbeda signifikan dengan PK3 dan kontrol, tetapi tidak dengan

PK2. PK2 (10v CFU/g) menunjukkan panjang 1 ± 0,15 cm, sementara PK3 (10w CFU/g) memiliki pertumbuhan terendah 0,5 ± 0 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis tidak selalu meningkatkan pertumbuhan, sesuai temuan Alavinezhad *et al.* (2020).

Specific Growth Rate (SGR)

Hasil ANOVA menunjukkan pemberian probiotik *L. casei* berpengaruh signifikan terhadap SGR ikan mas (P<0,05). Dosis PK1 (10u CFU/g) menghasilkan SGR tertinggi (1,7 ± 0,06%/hari), berbeda signifikan dengan kelompok lainnya. PK2 (10v CFU/g) dan kontrol memiliki SGR serupa (1,5 ± 0,1%/hari dan 1,5 ± 0,06%/hari), sementara PK3 (10w CFU/g) memiliki SGR terendah (1,3 ± 0,17%/hari). Temuan ini menunjukkan dosis rendah probiotik meningkatkan efisiensi pencernaan dan penyerapan nutrisi, mendukung pertumbuhan lebih cepat, sesuai dengan penelitian Gill *et al.* (2016).

Feed Conversion Ratio (FCR)

Hasil ANOVA menunjukkan pemberian probiotik *L. casei* berpengaruh signifikan terhadap rasio konversi pakan (FCR) ikan mas ($P < 0,05$). Dosis PK1 (10u CFU/g) mencatat FCR terendah ($1,5 \pm 0,06$), menunjukkan efisiensi pakan tertinggi, berbeda signifikan dengan PK3 dan kontrol, tetapi tidak dengan PK2. PK2 (10v CFU/g) memiliki FCR $1,6 \pm 0,1$, berbeda signifikan dengan PK3 dan kontrol. PK3 (10w CFU/g) dan kontrol mencatat FCR tertinggi (1,9), menunjukkan efisiensi terendah. Dosis PK1 menghasilkan FCR terendah karena stabilitas mikrobiota yang mendukung penyerapan nutrisi lebih optimal, sesuai dengan penelitian Tremblay *et al.* (2021).

Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)

Hasil ANOVA menunjukkan pemberian probiotik *L. casei* berpengaruh signifikan terhadap EPP ikan mas ($P < 0,05$). Dosis PK1 (10u CFU/g) mencatat EPP tertinggi ($65,3 \pm 2,27\%$), berbeda signifikan dengan PK3 dan kontrol, tetapi tidak dengan PK2 ($62,6 \pm 2,57\%$). PK3 dan kontrol memiliki EPP terendah ($53 \pm 5,01\%$ dan $53,7 \pm 1,21\%$). PK1 menunjukkan EPP tertinggi karena stabilitas enzimatis yang meningkatkan penyerapan nutrisi, sementara PK3 menunjukkan EPP terendah akibat ketidakseimbangan mikrobiota. Penelitian Xiong *et al.* (2021) mendukung bahwa dosis rendah probiotik lebih efektif dalam meningkatkan EPP pada ikan mas.

Survival Rate (SR)

Hasil ANOVA menunjukkan pemberian probiotik *L. casei* berpengaruh signifikan terhadap SR ikan mas ($P < 0,05$). Dosis PK1 (10u CFU/g) mencatat SR tertinggi (100%), berbeda signifikan dengan kelompok lainnya. PK2 (10v CFU/g) memiliki SR 93,3%, berbeda signifikan dengan PK1, namun tidak dengan PK3 dan kontrol (K), yang keduanya mencatat SR 90%. PK1 menunjukkan SR tertinggi karena keseimbangan mikrobiota yang mencegah stres ikan, sesuai dengan penelitian Lin *et al.* (2020) yang menunjukkan dosis tinggi tidak selalu meningkatkan kelangsungan hidup ikan.

KESIMPULAN

Pemberian probiotik *L. casei* pada pakan ikan mas (0,1 gr/100 gr pakan atau 10u CFU/g) menunjukkan pengaruh signifikan terhadap parameter pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Dosis ini meningkatkan bobot mutlak ($2,8 \pm 0,12\text{g}$), panjang mutlak ($1,1 \pm 0,21\text{cm}$), SGR ($1,7 \pm 0,06\%/ \text{hari}$), FCR ($1,5 \pm 0,06$), EPP ($65,3 \pm 2,27\%$), dan SR ($100 \pm 0\%$). Hasil ini menunjukkan bahwa *L. casei* meningkatkan performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dr. Maya Ismayati, M.Sc. selaku manajer *Integrated Laboratory of Bioproduct-BRIN* atas dukungan fasilitas yang mendukung penelitian ini. Kami juga berterima kasih kepada Bapak Achmad Fatoni pemilik Agen Benih Ikan Pandeglang (*Af Fish Farm*), atas saran dan masukan dalam pemeliharaan benih ikan mas untuk uji *in vivo* penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- Adu, K. T., Wilson, R., Baker, A. L., Bowman, J., & Britz, M. L. (2020). Prolonged heat stress of *Lactobacillus paracasei* GCRL163 improves binding to human colorectal adenocarcinoma HT-29 cells and modulates the relative abundance of secreted and cell surface-located proteins. *Journal of Proteome Research*, 19(4), 1824–1846. <https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.0c00107>
- Alavinezhad, S. S., Kazempoor, R., Kakoolaki, S., & Anvar, S. A. A. (2020). The effect of different concentrations of *Lactocaseibacillus casei* on the growth performance and intestinal morphology of zebrafish (*Danio rerio*). *Iranian Journal of Aquatic Animal Health*, 6(2), 60-70.
- Andarilla, W., Sari, R., Apridamayanti, P., Hadari, H., & Pontianak, N. (2018). Optimasi aktivitas bakteriosin yang dihasilkan oleh *Lactobacillus casei* dari sotong kering. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 7(2), 187-196.
- Billah, M., Mohd, Z., Kadir, K., Malik, A., Ali, M., & Ahmad, I. (2019). Quality maintenance of fish farm: Development of real-time water quality monitoring system. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. Retrieved from <http://18.218.173.185:1880/ui>
- Coulibaly, I., Kouassi, E. K., Traore, S., & Kone, D. (2016). Impact of pH on changing the fatty acid composition and growth of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus casei*. (2016). *International Journal of Science and Research*, 5(6), 2546–2551. <https://doi.org/10.21275/v5i6.art20168>
- Gill, S. K., Teixeira, A. M., Rosado, F., Cox, M., & Costa, R. J. S. (2016). High-dose probiotic supplementation containing *Lactobacillus casei* for 7 days does not enhance salivary antimicrobial protein responses to exertional heat stress compared with placebo. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(2), 150–160. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0171>
- Hai, N. V. (2015). The use of probiotics in aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, 119(4), 917–935. <https://doi.org/10.1111/jam.12886>

- Her, J. Y., Kim, M. S., & Lee, K. G. (2015). Preparation of probiotic powder by the spray freeze-drying method. *Journal of Food Engineering*, 150, 70–74. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.10.029>
- Hussain, S., Ahmad, Q. A., Abrar, M., Naqvi, S. A. A., Altaf, S., & Khalil, N. (2017). Some studies of water quality parameters in private fish farms, Muzafargarh, Pakistan. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(3), 243–247. Retrieved from www.fisheriesjournal.com
- Kamaladevi, A., & Balamurugan, K. (2016). *Lactobacillus casei* triggers a TLR mediated RACK-1 dependent p38 MAPK pathway in *Caenorhabditis elegans* to resist *Klebsiella pneumoniae* infection. *Food & Function*, 7(7), 3211–3223.
- Kondybayev, A., Konuspayeva, G., Strub, C., Loiseau, G., Mestres, C., Grabulos, J., Manzano, M., Akhmetsadykova, S., & Achir, N. (2022). Growth and metabolism of *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus kefir* isolated from qymyz, a traditional fermented Central Asian beverage. *Fermentation*, 8(8), 367. <https://doi.org/10.3390/fermentation8080367>
- Kong, Y., Li, M., Tian, J., Zhao, L., Kang, Y., Zhang, L., ... & Shan, X. (2020). Effects of recombinant *Lactobacillus casei* on growth performance, immune response and disease resistance in crucian carp, *Carassius auratus*. *Fish & Shellfish Immunology*, 99, 73–85.
- Liévin-Le Moal, V., & Servin, A. L. (2014). Anti-infective activities of *Lactobacillus* strains in the human intestinal microbiota: From probiotics to gastrointestinal anti-infectious biotherapeutic agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 27(2), 167–199. <https://doi.org/10.1128/CMR.00080-13>
- Lin, S., Zhao, S., Liu, J., Zhang, J., Zhang, C., Hao, H., Sun, Y., Cai, J., Yang, Y., Ma, Y., Li, Y., Wang, J., & Ma, A. (2020). Efficacy of proprietary *Lactobacillus casei* for anti-tuberculosis associated gastrointestinal adverse reactions in adult patients: A randomized, open-label, dose-response trial. *Food and Function*, 11(1), 370–377. <https://doi.org/10.1039/c9fo01583c>
- Machat, R., Pojezdal, L., Piackova, V., & Faldyna, M. (2021). Carp edema virus and immune response in carp (*Cyprinus carpio*): Current knowledge. *Journal of Fish Diseases*, 44(4), 371–378. <https://doi.org/10.1111/jfd.13335>
- Mohammadian, T., Nasirpour, M., Tabandeh, M. R., & Mesbah, M. (2019). Synbiotic effects of α -glucan, mannan oligosaccharide and *Lactobacillus casei* on growth performance, intestine enzymes activities, immune-hematological parameters and immune-related gene expression in common carp, *Cyprinus carpio*: An experimental infection with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 511. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.06.011>
- Rahman, M. M. (2015). Role of common carp (*Cyprinus carpio*) in aquaculture production systems. *Frontiers in Life Science*, 8(4), 399–410. <https://doi.org/10.1080/21553769.2015.1045629>
- Rajoka, M. S. R., Hayat, H. F., Sarwar, S., Mehwish, H. M., Ahmad, F., Hussain, N., ... & Shi, J. (2018). Isolation and evaluation of probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from poultry intestine. *Microbiology*, 87, 116–126.
- Sidira, M., Karapetsas, A., Galanis, A., Kanellaki, M., & Kourkoutas, Y. (2014). Effective survival of immobilized *Lactobacillus casei* during ripening and heat treatment of probiotic dry-fermented sausages and investigation of the microbial dynamics. *Meat Science*, 96(2), 948–955. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.09.013>
- Syamsuri, S., & Alang, H. (2023). Analisis potensi ekonomi dan kelayakan usaha budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada lahan bekas padi di Patoko Kecamatan Walenrang, Luwu Sulawesi Selatan. *Jurnal MeA (Media Agribisnis)*, 8(1), 14. <https://doi.org/10.33087/mea.v8i1.145>
- Tremblay, A., Fatani, A., Ford, A. L., Piano, A., Nagulesapillai, V., Auger, J., MacPherson, C. W., Christman, M. C., Tompkins, T. A., & Dahl, W. J. (2021). Safety and effect of a low- and high-dose multi-strain probiotic supplement on microbiota in a general adult population: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Journal of Dietary Supplements*, 18(3), 227–247. <https://doi.org/10.1080/19390211.2020.1749751>
- Wang, J., Zhao, W., Guo, S., Sun, Y., Yao, K., Liu, Z., Sun, Z., Kwok, L. Y., & Peng, C. (2021). Different growth behaviors and metabolomic profiles in yogurts induced by multistrain probiotics of *Lactobacillus casei* Zhang and *Bifidobacterium lactis* V9 under different fermentation temperatures. *Journal of Dairy Science*, 104(10), 10528–10539. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20352>
- Xiong, K., Cai, J., Liu, P., Wang, J., Zhao, S., Xu, L., Yang, Y., Liu, J., & Ma, A. (2021). *Lactobacillus casei* alleviated the abnormal increase of cholestasis-related liver indices during tuberculosis treatment: A post hoc analysis of randomized controlled trial. *Molecular Nutrition and Food Research*, 65(16), 2100108. <https://doi.org/10.1002/mnfr.202100108>