

## Suplementasi Kombucha melalui Penyemprotan Pakan pada Pembesaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Hary Krettiawan<sup>1\*</sup>, Syofriani<sup>1</sup>, Ulfauza<sup>1</sup>, Fitriana Nazar<sup>1</sup>, Mesenu<sup>1</sup>; Yernawilis<sup>1</sup>, Ridwan<sup>1</sup>, Soenarto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Akuakultur, Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jl. Raya Pasar Minggu, Kec. Ps. Minggu, Jakarta Selatan, Jakarta 12520. \*Email Korespondensi: [gkrett@gmail.com](mailto:gkrett@gmail.com)

**Abstrak.** Penggunaan aditif pakan alami berbasis postbiotik seperti kombucha semakin diminati dalam akuakultur berkelanjutan sebagai alternatif antibiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi kombucha pada pakan komersial terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada fase pembesaran awal menggunakan metode penyemprotan. Benih ikan nila (bobot awal  $2,09 \pm 0,72$  g) dipelihara selama 40 hari dan diberi pakan komersial (30% protein kasar) yang disemprot dengan kombucha pada empat perlakuan: A (kontrol, 0 mL/kg), B (1 semprotan pada 37,5 gram pakan atau setara 10,0 mL/kg), C (2 semprotan pada 37,5 gram pakan atau setara, 19,9 mL/kg), dan D (3 semprotan pada 37,5 gram pakan atau setara 29,9 mL/kg). Hasil menunjukkan bahwa suplementasi kombucha berpengaruh nyata terhadap bobot akhir dan panjang total ikan ( $P < 0,05$ ). Perlakuan C (19,9 mL/kg) menghasilkan performa pertumbuhan tertinggi: bobot akhir  $14,23 \pm 3,31$  g dan panjang total  $9,50 \pm 0,73$  cm, masing-masing 58% lebih berat dan 23% lebih panjang dibanding kontrol (perlakuan A). Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan C berbeda nyata dari kontrol ( $P < 0,05$ ) dan merupakan dosis optimal, sedangkan dosis lebih tinggi (perlakuan D: 29,9 mL/kg) menunjukkan penurunan efektivitas, mengindikasikan efek hormesis. Kualitas air selama percobaan tetap stabil dan optimal. Survival rate 100% di seluruh perlakuan mengindikasikan bahwa perbedaan performa pertumbuhan yang diamati berasal dari perlakuan, bukan dipengaruhi oleh variabel lingkungan. Penelitian ini merekomendasikan pemberian 19,9 mL kombucha per kg pakan (2 semprotan) sebagai strategi praktis, aman, dan berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas budidaya ikan nila.

**Kata kunci:** *Oreochromis niloticus*, kombucha, postbiotik, pertumbuhan, dosis optimal, metode penyemprotan

### Pendahuluan

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas akuakultur utama di Indonesia, dipilih karena pertumbuhan cepat, toleransi terhadap lingkungan, efisiensi pakan yang relatif baik, serta permintaan pasar yang relatif stabil (Taufiq et al., 2023; Sibagariang et al., 2020). Produksi nasional ikan nila mencapai lebih dari 1,6 juta ton pada tahun 2022, menunjukkan peningkatan signifikan sebesar 21,7% dibanding tahun sebelumnya (Taufiq et al., 2023). Produktivitas budidaya sering kali mengalami kendala terutama selama fase awal pembesaran yang disebabkan rendahnya efisiensi pakan dan kerentanan ikan terhadap stres fisiologis (Fintarji et al., 2025); Ramadhan et al., 2021). Faktor-faktor ini berpotensi memicu penurunan laju pertumbuhan, peningkatan *Feed Conversion Ratio* (FCR), serta penyebaran penyakit akibat kontaminasi mikroba dalam pakan atau lingkungan budidaya (Diyie et al., 2024). Oleh karena itu, strategi peningkatan performa pertumbuhan tidak hanya bergantung pada komposisi nutrisi pakan, tetapi juga pada penggunaan aditif pakan alami yang mampu memperkuat kesehatan pencernaan, sistem imun, dan keseimbangan mikrobiota usus ikan (Deng et al., 2022; Martins et al., 2025).

Dalam dekade terakhir, terjadi pergeseran signifikan menuju penggunaan bahan fungsional berbasis fermentasi sebagai alternatif antibiotik dalam akuakultur, sejalan dengan prinsip budidaya berkelanjutan dan bebas residu (Chan et al., 2025). Di antara berbagai kandidat, kombucha yang merupakan hasil fermentasi simbiotik antara bakteri asam asetat dan ragi (SCOBY: *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) pada larutan teh gula, yang menarik perhatian karena kandungan metabolit postbiotik yang beragam (Augustinea et al., 2025 ; Aulesa & Góngora, 2024). Kombucha kaya akan senyawa bioaktif seperti asam organik (asam asetat, glukonat, laktat), polifenol termodifikasi, vitamin B kompleks, enzim antioksidan, serta prebiotik alami seperti asam glukuronat (Düşgün, 2024; (Azizan et al., 2025; Martins et al., 2025). Senyawa-senyawa ini berperan penting dalam meningkatkan fungsi usus, menghambat patogen akuakultur umum seperti *Aeromonas hydrophila* dan *Vibrio* spp., mengurangi stres oksidatif, serta memodulasi mikrobiota usus ke arah populasi mikroba menguntungkan (Martins et al., 2025; Oktafiani & Puji Lestari, 2024; Düşgün, 2024). Meskipun kombucha tidak sepenuhnya memenuhi definisi probiotik menurut FAO/WHO karena variasi viabilitas mikroba hidupnya, manfaat kesehatannya lebih sering dikaitkan dengan metabolit postbiotik yang stabil, aman, dan tidak bergantung pada kelangsungan hidup

mikroba (Dasti et al., 2022; Aulesa & Góngora, 2024; Maghfirah et al., 2025). Beberapa studi menunjukkan bahwa kombucha memiliki aktivitas antimikroba yang kuat melalui mekanisme kerusakan membran sel oleh asam organik, serta potensi sebagai pengawet alami pakan ((Martins et al., 2025); (Diyie et al., 2024). Selain itu, pemberian kombucha pada pakan juga terbukti meningkatkan retensi nutrisi dan efisiensi pemanfaatan pakan pada spesies akuakultur seperti lele (*Clarias gariepinus*) dan patin (*Pangasius hypophthalmus*) (Ramadhan et al., 2021; Aprianus et al., 2021; Kenconoajati et al., 2025). Penerapan kombucha dalam akuakultur telah dievaluasi melalui berbagai pendekatan. Aprianus et al. (2021) melaporkan bahwa suplementasi kombucha pada pakan lele meningkatkan retensi protein dan lipid, sedangkan Ramadhan et al., (2021) menunjukkan peningkatan efisiensi pakan dan laju pertumbuhan. Di luar pakan langsung, kombucha juga digunakan untuk fermentasi bahan baku pakan lokal, seperti pada penelitian Syarif et al. (2023), yang menunjukkan bahwa fermentasi tepung lemna dengan kombucha menurunkan serat kasar dan meningkatkan kandungan protein, sehingga meningkatkan kualitas pakan ikan patin. Selain itu, kombucha yang difermentasi selama 15–18 hari dilaporkan menghasilkan profil asam organik dan antioksidan yang optimal, dengan pH akhir antara 3,0–3,5, yang merupakan indikator stabilitas produk dan aktivitas antimikroba (Düşgün, 2024 ; Thompson-Witrick et al., 2024).

Namun, hampir seluruh penelitian sebelumnya menggunakan metode pencampuran langsung kombucha ke dalam pakan basah atau pakan uji laboratorium, sehingga perlu pendekatan praktis untuk aplikasi di masyarakat. Studi tentang respons ikan nila terhadap kombucha masih sangat terbatas, ikan nila memiliki karakteristik fisiologis dan mikrobiota usus (Deng et al., 2022) yang diduga berbeda dari ikan lele atau patin. Penelitian oleh Deng et al., (2021); Deng et al., (2022) menunjukkan bahwa mikrobiota usus ikan nila sangat dipengaruhi oleh lingkungan awal dan aditif pakan, sehingga respons terhadap suplemen seperti kombucha perlu dievaluasi secara spesifik. Timbulnya gangguan pada keseimbangan mikrobiota usus akibat kelebihan probiotik, yang pada gilirannya mengganggu fungsi sistem pencernaan ikan dapat memberikan dampak negatif pada pertumbuhan ikan (Kore & Tobuku, 2022) atau fenomena hormesis, di mana dosis rendah bersifat stimulatif tetapi dosis tinggi bersifat penghambat telah diamati pada spesies lain (Aprianus et al., 2021), namun belum dikaji secara sistematis pada ikan nila melalui metode aplikasi yang sederhana dan aplikatif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi kombucha melalui metode penyemprotan pada pakan komersial terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada fase awal pembesaran. Pendekatan penyemprotan dipilih karena mudah diadopsi oleh pembudidaya skala kecil dan menengah.

## Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan selama 40 hari di *Teaching Factory* Budidaya Ikan, Politeknik Ahli Usaha Perikanan (AUP), Jakarta, pada periode Juli–Desember 2025. Seluruh tahapan penelitian mulai dari aklimatisasi ikan, pemberian perlakuan, hingga pengamatan parameter pertumbuhan dilakukan dalam sistem budidaya terkontrol menggunakan tangki fiberglass bervolume 400 liter.

## Bahan Penelitian

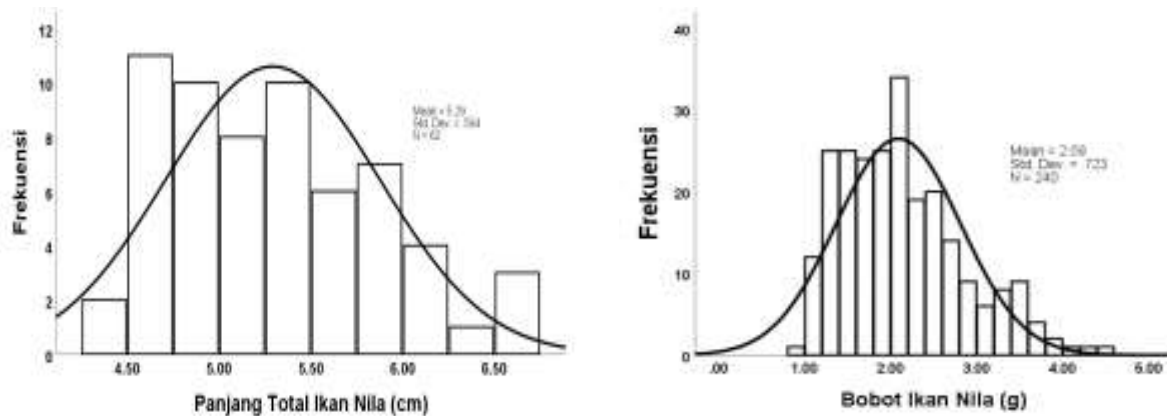
Bahan utama yang digunakan meliputi: (1) benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan bobot awal rata-rata  $2,09 \pm 0,72$  g dan panjang total  $5,29 \pm 0,584$  cm (Gambar 1); (2) pakan komersial (PF 1000) berbentuk pelet dengan kandungan protein kasar min 39%; dan (3) kombucha hasil fermentasi teh selama 18 hari pada suhu ruang. Untuk pembuatan kombucha, digunakan teh hitam (10 g) dan gula pasir (250 g) yang dilarutkan dalam 4 liter air mendidih, diaduk selama 10 menit, lalu didinginkan hingga suhu ruang. Setelah dingin, larutan diinokulasi dengan dua lapis (layer) SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) dan difermentasi dalam wadah kaca tertutup kain steril selama 18 hari. Setelah fermentasi selesai, cairan kombucha dipisahkan dari pelikel, disaring halus, dan pH-nya diukur menggunakan pH meter digital untuk memastikan nilai pH sekitar 3,0 sesuai karakteristik produk kombucha matang yang stabil (Düşgün, 2024; Thompson-Witrick et al., 2024).

## Desain Percobaan

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan berdasarkan jumlah semprotan kombucha ke dalam pakan komersial:

1. Perlakuan A (kontrol): 0 semprotan (tanpa kombucha),
2. Perlakuan B: 1 semprotan,
3. Perlakuan C: 2 semprotan,
4. Perlakuan D: 3 semprotan.

Setiap perlakuan diulang tiga kali, sehingga terdapat 12 unit percobaan. Setiap unit diisi dengan 20 ekor ikan nila, sehingga total ikan uji sebanyak 240 ekor. Limbah padatan dan feses dibuang setiap 7 hari untuk menjaga kualitas air.



Gambar 1. Bobot dan panjang total ikan nila saat penebaran awal penelitian

### Pemberian Perlakuan

Kombucha diberikan ke dalam pakan komersial menggunakan metode penyemprotan (*spraying method*). Untuk setiap perlakuan, disiapkan 37,5 g pakan per hari, yang ditempatkan dalam wadah pakan kering (Ember bucket 1L berwarna putih). Kombucha disemprotkan menggunakan botol sprayer hitam dengan volume rata-rata  $0,374 \pm 0,01$  mL per semprotan. Dosis akhir yang diberikan per kg pakan adalah sebagai berikut (Tabel 1) :

1. Perlakuan A: 0 mL/Kg,
2. Perlakuan B: 9,97 mL/Kg,
3. Perlakuan C: 19,95 mL/Kg,
4. Perlakuan D: 29,92 mL/Kg.

Pakan yang telah disemprot diberikan kepada ikan sebanyak 2 kali sehari (pagi dan sore) berdasarkan *feeding rate* 10% dari biomassa per tangki. Dengan bobot rata-rata ikan 2,09 g dan jumlah 20 ekor per tangki, biomassa awal per unit adalah 41,79 g, sehingga pakan harian yang diberikan sebanyak 4,18 g (atau 2 g per pemberian).

### Pengamatan Parameter

Pengamatan utama meliputi bobot (g) dan panjang total (cm) ikan yang diukur pada awal, tengah (hari ke-20) dan akhir percobaan (hari ke-40) sebagai indikator respons pertumbuhan terhadap suplementasi kombucha. Selain itu, kualitas air juga dipantau secara berkala seperti periode pengamatan parameter utama, meliputi parameter pH, oksigen terlarut (DO), dan suhu, untuk memastikan kondisi lingkungan tetap optimal dan tidak menjadi sumber variabilitas eksternal.

### Analisis Data

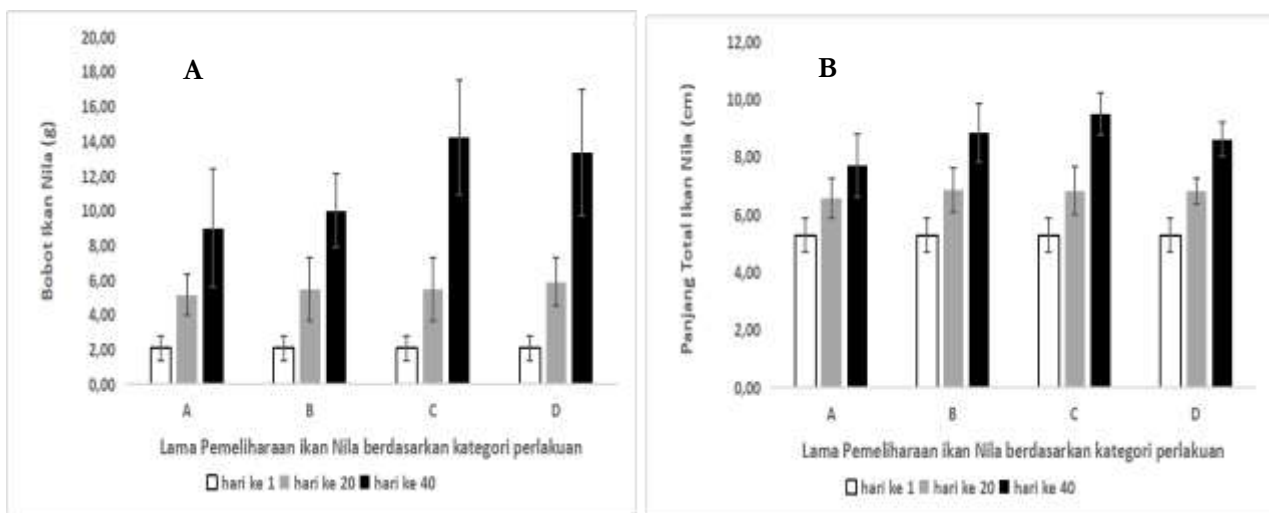
Data bobot (g) dan panjang total (cm) ikan dianalisis menggunakan analisis variansi satu arah (one-way ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap bobot akhir dan panjang total ikan. Sebelum ANOVA, dilakukan uji homogenitas variansi menggunakan *Levene's test*. Jika terdapat perbedaan nyata ( $P < 0,05$ ), dilanjutkan dengan uji *Duncan* untuk menentukan perbedaan antar perlakuan. Analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 27.

Tabel 1. Dosis pemberian kombucha pada pakan ikan

No	Perlakuan	Spray (kali)	Volume (mL)	pakan (g) yang diberi kombucha	dosis (mL/Kg)
1	A (kontrol)	0	0	37,5	0,0
2	B	1	0,374	37,5	10,0
3	C	2	0,748	37,5	19,9
4	D	3	1,122	37,5	29,9

## Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mengevaluasi pengaruh suplementasi kombucha pada pakan komersial terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama 40 hari. Pada hari ke-20, semua perlakuan mengalami peningkatan pertumbuhan, dengan perlakuan D (29,92 mL/Kg) menunjukkan bobot ( $5,90 \pm 1,37$  g) dan panjang total ( $6,83 \pm 0,44$  cm) tertinggi, mengindikasikan stimulasi awal yang kuat oleh dosis tinggi kombucha. Namun, pada akhir percobaan (hari ke-40), perlakuan C (19,95 mL/Kg; 2 spray) mencatat performa pertumbuhan terbaik: bobot akhir  $14,23 \pm 3,31$  g dan panjang total  $9,50 \pm 0,73$  cm, masing-masing 58% lebih berat dan 23% lebih panjang dibanding kontrol ( $8,99 \pm 3,40$  g;  $7,70 \pm 1,09$  cm). Sebaliknya, perlakuan D (dosis tinggi) menunjukkan penurunan relatif dalam pertumbuhan jangka panjang ( $13,37 \pm 3,64$  g;  $8,62 \pm 0,58$  cm), mengisyaratkan adanya efek hormesis di mana dosis berlebihan justru menghambat respons fisiologis optimal (Gambar 2).



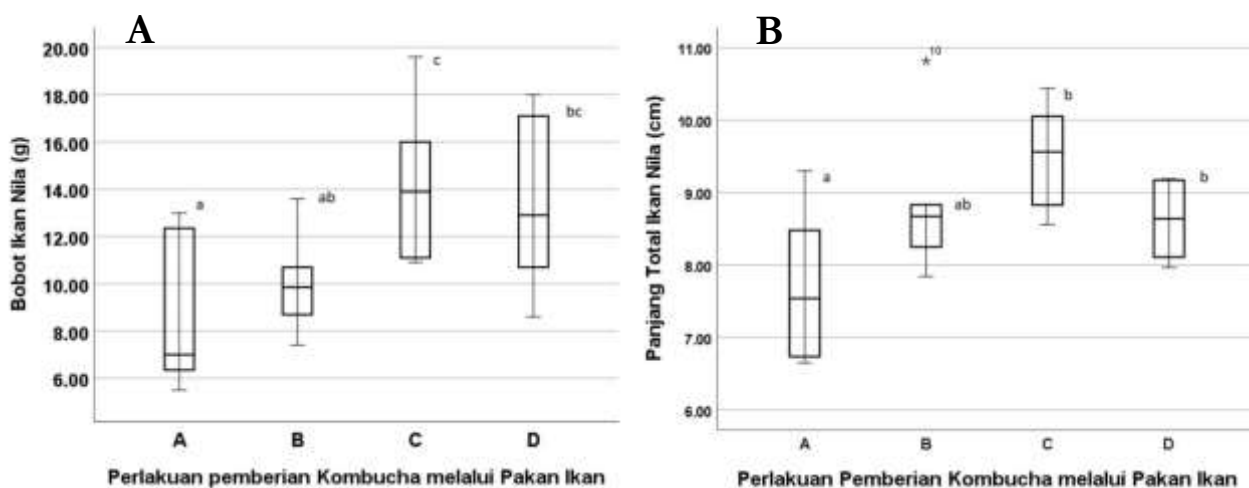
Gambar 2. Bobot (A) dan panjang total (B) ikan Nila selama pemeliharaan

Fenomena ini sejalan dengan temuan Aprianus et al., (2021) dan Ramadhan et al. (2021), yang melaporkan bahwa pemberian kombucha pada dosis tinggi ( $>8$  mL/Kg pakan) pada ikan lele justru menurunkan laju pertumbuhan, diduga akibat keasaman berlebih yang dapat mengganggu integritas mukosa usus dan mengurangi palatabilitas pakan. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Dila et al. (2025) pada ikan gurame, di mana meskipun pertumbuhan meningkat seiring peningkatan dosis kombucha hingga 25 mL/Kg, respons tersebut menunjukkan peningkatan tidak signifikan di atas dosis 20 mL/Kg, mengindikasikan adanya ambang fisiologis optimal. Dalam konteks penelitian ini, dosis 19,95 mL/kg pakan terbukti memberikan stimulasi pertumbuhan yang diduga mencerminkan sensitivitas mikrobiota usus ikan nila terhadap aditif pakan, sebagaimana dijelaskan oleh Deng et al., (2022), yang menunjukkan bahwa mikrobiota usus ikan nila sangat responsif terhadap perubahan lingkungan dan komposisi pakan terutama pada fase awal pembesaran.

Analisis statistik satu arah (*one-way ANOVA*) menunjukkan bahwa suplementasi kombucha melalui metode penyemprotan berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap bobot akhir (BB) dan panjang total (PT) ikan nila setelah 40 hari pemeliharaan. Nilai  $F = 4,058$  ( $P = 0,020$ ) untuk bobot dan  $F = 4,529$  ( $P = 0,013$ ) untuk panjang

total mengonfirmasi adanya perbedaan signifikan antar perlakuan. Uji homogenitas varians (*Levene's test*,  $P > 0,05$ ) menunjukkan varians data homogen, sehingga asumsi ANOVA terpenuhi. Hasil ini diperkuat oleh uji *robust* (*Welch* dan *Brown-Forsythe*) yang juga menunjukkan perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ ). Rata-rata bobot akhir tertinggi dicapai pada perlakuan C (2 spray; 19,95 mL/Kg) yaitu  $14,23 \pm 3,31$  g, yang secara statistik berbeda nyata dari kontrol ( $8,99 \pm 3,40$  g) dan perlakuan B ( $10,02 \pm 2,11$  g), serta tidak berbeda nyata dari perlakuan D ( $13,37 \pm 3,64$  g) menurut uji *Duncan* ( $P > 0,05$ ). Namun, berdasarkan kelompok homogen pada uji *Duncan*, perlakuan C membentuk subset tersendiri di tingkat tertinggi, sedangkan perlakuan D berada dalam subset menengah bersama B, mengindikasikan bahwa perlakuan C memberikan respons pertumbuhan optimal. Untuk panjang total, pola serupa diamati: perlakuan C ( $9,50 \pm 0,73$  cm) memberikan nilai tertinggi dan secara statistik berbeda nyata dari kontrol ( $7,70 \pm 1,09$  cm), sedangkan perlakuan B ( $8,85 \pm 1,03$  cm) dan D ( $8,62 \pm 0,58$  cm) berada dalam subset menengah yang tidak berbeda nyata satu sama lain ( $P > 0,05$ ) (Gambar 2). Temuan ini menunjukkan bahwa dosis menengah kombucha (19,95 mL/Kg) memberikan stimulasi pertumbuhan linear yang paling konsisten.

Dengan demikian, dosis 19,95 mL/Kg pakan (2 spray) direkomendasikan sebagai strategi suplementasi kombucha yang paling efektif untuk meningkatkan performa pertumbuhan ikan nila pada fase pembesaran awal. Metode aplikasi penyemprotan terbukti praktis, tidak mengganggu integritas pakan komersial, dan siap diadopsi oleh pembudidaya sebagai bagian dari pendekatan akuakultur berkelanjutan berbasis postbiotik alami.



Gambar 3. Bobot (A) dan Panjang Total (B) Ikan Nila pada Akhir Penelitian

Hasil ini mendukung adanya efek hormesis, di mana dosis rendah hingga menengah memberikan manfaat fisiologis optimal melalui metabolit postbiotik (asam organik, polifenol, prebiotik), sedangkan dosis tinggi (29,92 mL/kg) cenderung menurunkan efektivitas jangka panjang, kemungkinan akibat gangguan keseimbangan mikrobiota usus atau tekanan osmotik berlebih dari asam organik (Aprianus et al., 2021; Ramadhan et al., 2021; Martins et al., 2025). Respons spesies-spesifik ikan nila yang memiliki mikrobiota usus sensitif, juga diperkuat oleh Deng et al., (2022), yang menjelaskan peran kritis fase awal pembesaran dalam membangun mikrobiota usus yang mendukung pertumbuhan jangka panjang. Dengan demikian, dosis 19,95 mL/kg pakan (2 spray) direkomendasikan sebagai strategi suplementasi kombucha yang paling efektif untuk meningkatkan performa pertumbuhan ikan nila pada fase awal pembesaran. Metode aplikasi penyemprotan terbukti praktis, mudah dipalaikasikan, dan siap diadopsi oleh pembudidaya sebagai bagian dari pendekatan akuakultur berkelanjutan berbasis postbiotik alami.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya pada ikan lele (*Clarias gariepinus*) oleh Aprianus et al. (2021) dan Ramadhan et al. (2021), yang melaporkan bahwa dosis optimal kombucha (8 mL/kg pakan) meningkatkan retensi protein dan lipid, serta aktivitas enzim pencernaan. Kombucha kaya akan asam organik (asetat, laktat, glukonat), polifenol termodifikasi, vitamin B kompleks, dan enzim antioksidan, senyawa yang berperan penting dalam memperbaiki morfologi vili usus, meningkatkan aktivitas protease dan lipase, menekan stres oksidatif, dan memodulasi mikrobiota usus ke arah populasi mikroba menguntungkan seperti *Lactobacillus* spp. (Martins et al., 2025; Nisa et al., 2025; Dila et al., 2025; Kenconojoati et al., 2025).

Selama periode percobaan 40 hari, parameter kualitas air meliputi pH, dissolved oxygen (DO), dan suhu dipantau secara berkala untuk memastikan kondisi lingkungan tetap mendukung pertumbuhan optimal ikan nila. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semua perlakuan (A, B, C, D) berada dalam kisaran yang sesuai: pH 6,25–7,64, DO 5,1–6,8 mg/L, dan suhu 25,8–27,5°C (Tabel 2). Nilai pH mendekati netral, yang sesuai dengan preferensi fisiologis ikan nila (Thenuwara et al., 2024; Taufiq et al., 2023). Tidak terdapat perbedaan mencolok antar perlakuan, mengindikasikan bahwa pemberian kombucha melalui penyemprotan tidak mengganggu keseimbangan kimia air, karena aplikasinya bersifat topikal pada pakan dan tidak langsung ke media air. Konsentrasi DO tetap di atas ambang kritis (5,0 mg/L) yang didukung sistem aerasi yang memadai, sehingga risiko stres hipoksia dapat dihindari (Diyie et al., 2024; Nuriyah et al., 2025). Suhu air juga berada dalam zona termal optimal bagi aktivitas enzim pencernaan dan pertumbuhan ikan nila (Taufiq et al., 2023; Sibagariang et al., 2020). Survival rate 100% di seluruh perlakuan semakin memperkuat bahwa perbedaan performa pertumbuhan yang diamati berasal dari perlakuan suplementasi kombucha, bukan dipengaruhi oleh variabel lingkungan. Hal ini memperkuat validitas temuan penelitian dan mendukung rekomendasi teknis untuk penerapan kombucha dalam sistem budidaya ikan nila yang berkelanjutan.

Tabel 2. Hasil Pengukuran kualitas air selama pemeliharaan

Perlakuan	pH	DO (mg/L)	suhu (°C)
A	6,32 - 7,6	5,4 - 6,3	25,8 - 27,5
B	6,32 - 7,64	5,2-6,8	25,8 - 27,5
C	6,35 - 7,58	5,1-6,7	25,8 - 27,3
D	6,25 - 7,63	5,1-6,3	25,8 - 27,4

## Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa suplementasi kombucha melalui metode penyemprotan pada pakan komersial berpengaruh nyata terhadap peningkatan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama fase pembesaran awal. Dosis 19,95 mL kombucha per kg pakan (setara dengan 2 kali semprotan) terbukti sebagai dosis optimal, menghasilkan bobot akhir  $14,23 \pm 3,31$  g dan panjang total  $9,50 \pm 0,73$  cm, masing-masing 58% lebih berat dan 23% lebih panjang dibandingkan perlakuan kontrol.

## Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan apresiasi yang tulus kepada Politeknik Ahli Usaha Perikanan (AUP) atas dukungan pendanaan melalui DIPA Tahun Anggaran 2025, yang menjadi sumber pendanaan utama kelancaran penelitian ini. Terima kasih juga dihaturkan kepada para dosen dan taruna Program Studi Teknologi Akuakultur yang telah secara aktif terlibat dalam berbagai tahapan kegiatan, mulai dari persiapan bahan, pemeliharaan ikan, pencatatan data lapangan, hingga proses pengolahan data dengan semangat kolaborasi dan dedikasi yang luar biasa, terutama untuk taruna

## Daftar Pustaka

- Aprianus, M. Y., Lamid, M., & Kenconojati, H. 2021. Evaluation Of Kombucha Tea As A Feed Additive For Improving The Protein And Lipid Retention Of African Catfish (*Clarias gariepinus*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 858(012005), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/858/1/012005>
- Augustinea, N. S. S., Chong, E. T. J., Wong, C. M. V. L., Nasir, N. F., Sharifuddin, S. A., Alitheen, N. B., & Mohamada, N. E. 2025. Comparative Analysis Of Microbial Diversity In Various Kombucha Starter Cultures In Malaysia Using The Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Approach. *Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, 33(1), 1–10. <https://doi.org/10.35118/apjmbb.2025.033.1.01>
- Aulesa, C., & Góngora, C. 2024. Assessing Kombucha: A Systematic Review of Health Effects in Human. *Journal of CAM Research Progress*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.33790/jcrp1100115>
- Azizan, M. A., Qadir, R., Zakaria, M. A., Mohsin, A. Z., & Hussin, A. S. M. 2025. Exploring The Characteristics Of Kombucha Tea Fermented With Soursop (*Annona muricata*), Noni (*Morinda citrifolia*) and Pineapple

(*Ananas comosus*). *BIO Web of Conferences*, 159, 1–12. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202515901002>

- Chan, X. Y., Sun, X., Pang, E. Y. L., Ren, I. Z., Zhang, X., Chen, P., & Tan, Y. J. 2025. From Grave to Cradle: Kombucha Waste for Sustainable Electronics. *Advanced Science*, 14521, 1–10. <https://doi.org/10.1002/advs.202514521>
- Dasti, Z. A., Iqbal, T. A., & Sohail, I. M. 2022. Nitrogen Removal From Wastewater Treatment. *Pakistan Journal of Science*, 74(2), 70–75. [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(99\)00139-0](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(99)00139-0)
- Deng, Y., Kokou, F., Eding, E. H., & Verdegem, M. C. J. 2021. Impact Of Early-Life Rearing History On Gut Microbiome Succession And Performance Of Nile Tilapia. *Animal Microbiome*, 3(81), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s42523-021-00145-w>
- Deng, Y., Verdegem, M. C. J., Eding, E., & Kokou, F. 2022. Effect Of Rearing Systems And Dietary Probiotic Supplementation On The Growth And Gut Microbiota Of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Larvae. *Aquaculture*, 546(737297), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737297>
- Dila, R. A., Rinawati, R., Woro, H. S., Darmawan, S. B., & Hapsari, K. 2025. Dietary Effect Of Kombucha Tea Supplementation On Growth Performance And Intestinal Histomorphology In Giant Gourami (*Osphronemus gourami*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 24(4), 853–862. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2025.134002>
- Diyie, R. L., Osei-Atweneboana, M. Y., Armah, E., Yankson, K., & Aheto, D. W. 2024. Contamination of Fish Feed with Pathogenic Organisms: Implications on Fish Diseases in Aquaculture Systems. *Ghana Journal of Science, Technology and Development*. 9(2), 77–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.47881/283.967x>
- Düşgün, C. 2024. Investigation of the Antioxidant Potential of Kombucha Prepared Using *Salvia officinalis* L. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 12(s2), 2292–2297. <https://doi.org/https://doi.org/10.24925/turjaf.v12is2.2292-2297.7022>
- Fintarji, R., Pangkey, H., Mokolensang, J. F., Sambali, H., Kalesaran, O. J., & Pangemanan, N. P. L. 2025. Pertumbuhan Mutlak Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Pakan Mikrokapsul dengan Inklusi Sumber Protein Berbeda. *Jurnal Ilmiah Platax*, 13(1), 182–190. <https://doi.org/10.35800/jip.v13i1.60824>
- Kenconoajati, H., Budi, D. S., Suciyono, S., Fasya, A. H., Setiawan, D., Junaidi, A., Nandira, R. D., Suliyani, S., & Taufek, N. M. 2025. A Kombucha-Enriched Diet Positively Impacts The Growth, Nutrient Utilization And Intestinal Microbes Of Striped Catfish (*Pangasius hypophthalmus*). *Fisheries and Aquatic Sciences*, 28(4), 248–260. <https://doi.org/10.47853/FAS.2025.e22>
- Kore, Y. P. M., & Tobuku, R. 2022. Pengaruh Aplikasi Probiotik Pada Budidaya Ikan Kerapu Cantang (*Epinephelus fuscoguttatus* × *E. lanceolatus*). *JVIP*, 3(1), 33–36.
- Maghfirah, D., Pulungan, A. F., Ridwanto, & Yuniarti, R. 2025. Perbandingan Kandungan Fenolik dan Aktivitas Antioksidan pada Varian Seduhan Teh dan Varian Teh Kombucha Secara Spektrofotometri Visibel. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 8(3), 1384–1397. <https://doi.org/https://doi.org/10.36490/journal-jps.com>
- Martins, H. F., Santos, L. T. S. de O., Carvalho, G. B. M. de, & Martinez, E. A. 2025. Technological Prospecting And Patent Analysis Of Kombucha Made From Green And Black Teas Sweetened With Honey And Guarana Syrup. *Revista Caderno Pedagógico*, 22(4), 1–19. <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n4-227>
- Nisa, Z. R., Jusuf, S. A., & Yudhani, R. D. 2025. Curcumin Compounds And Total Microorganisms In Turmeric Kombucha As A Potential Therapy In Rats Obesity Model. *Jurnal Gizi Dan Dietetik Indonesia (Indonesian Journal of Nutrition and Dietetics)*, 13(2), 114–124. [https://doi.org/10.21927/ijnd.2025.13\(2\).114-124](https://doi.org/10.21927/ijnd.2025.13(2).114-124)

- Nuriyah, D., Yustiati, A., & Andriani, Y. 2025. Reviews : Application of Biofloc Technology in Tilapia Cultivation ( *Oreochromis niloticus* ). *World Scientific News* 207, *WSN207*, 79–88.
- Oktafiani, N. D., & Puji Lestari, K. A. 2024. Uji Antimikroba Kombucha Kulit Apel Manalagi (*Malus sylvestris*) sebagai Pengawet Alami Terhadap Mikroba Indigenus Daging Ikan Segar (*Clarias* sp. dan *Zeus* sp.). *Journal Pharmasci (Journal of Pharmacy and Science)*, 9(1), 1–5.
- Ramadhan, H. U., Prayogo, Kenconoajati, H., Rahardja, B. S., Azhar, M. H., & Budi, D. S. 2021. Potential utilization of kombucha as a feed supplement in diets on growth performance and feed efficiency of catfish (*Clarias* sp.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 679, 1–5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/679/1/012070>
- Sibagariang, D. I., Pratiwi, I. E., Saidah, & Hafriliza, A. 2020. Pola Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Hasil Budidaya Masyarakat di Desa Bangun Sari Baru Kecamatan Tanjung Morawa. *Jurnal Jeumpa*, 7(2), 443–449.
- Taufiq, M., Verdian, A. H., & Bokau, R. J. M. 2023. Program Studi Budidaya Perikanan, Politeknik Negeri Lampung. *Jurnal Perikanan Terapan*, 4(1), 27–37. <https://doi.org/10.25181/peranan.v4i1.4043>
- Thenuwara, G., Cui, X., Yao, Z., Javed, B., Naik, A. S., & Tian, F. 2024. Evaluating the Health Implications of Kombucha Fermented with *Gardenia jasminoides* Teas: A Comprehensive Analysis of Antioxidant, Antimicrobial, and Cytotoxic Properties. *BioChem*, 4, 350–370. <https://doi.org/10.3390/biochem4040018>
- Thompson-Witrick, K., Sundman, O., Disselkoben, S., Hanson, N., Butler, C., Jordan, V., Galbraith, I., Spake, J., Pollock, S., & Budner, D. M. 2024. Impact of Water Ionic Chemistry on Kombucha Fermentation. *Beverages*, 10(108), 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/beverages10040108>