

## Seleksi prebiotik asal lokal untuk mendukung pertumbuhan bakteri probiotik dan ikan

### *(Selection of local prebiotics to support the growth of probiotic bacteria and fish)*

Dian Eka Ramadhani<sup>1</sup>, Cecilia Eny Indriastuti<sup>1</sup>, M Agung Zaim Adzkiya<sup>2</sup>, Muhammad Arif Mulya<sup>1</sup>, Andri Iskandar<sup>1</sup>, Nida Ulzanah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi dan Manajemen Pembenuhan Ikan, Sekolah Vokasi, IPB University, Jl. Kumbang, No.14 Bogor Tengah

<sup>2</sup>Program Studi Supervisor Jaminan Mutu dan Keamanan Pangan, Sekolah Vokasi, IPB University, Jl. Kumbang, No.14 Bogor Tengah

<sup>3</sup>Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Jl. Raya Dramaga, Bogor-Indonesia

E-mail: [dianeka06@apps.ipb.ac.id](mailto:dianeka06@apps.ipb.ac.id)

#### **Abstract**

*Fish production in Indonesia is increasing, but the main obstacle that can hinder the continuity of the cultivation process is disease attacks. Antibiotics are ingredients commonly used to treat fish diseases. However, antibiotics can have negative effects, so other alternatives are needed to overcome this problem. The use of prebiotics in Indonesia still comes from abroad, whereas Indonesia has many ingredients that can be developed into prebiotics. This research aims to identify and select local prebiotic sources that have the potential to meet scientific criteria as probiotics. The research method was carried out in vitro to determine the glucose, maltose, and fructose content in purple sweet potato, banana stem, cream sweet potato, yam tuber and yellow sweet potato. The highest maltose content is produced by purple sweet potatoes (2.61%), fructose content is produced by yellow sweet potatoes (1.80%), and glucose content is produced by creamy sweet potatoes (2.15%). The results of this study need to be further developed into probiotics that can be used to support sustainable aquaculture.*

*Keywords: Aquaculture, probiotic bacteria, local prebiotic, sweet potatoes, oligosaccharides*

#### **Abstrak**

Produksi ikan di Indonesia semakin meningkat, namun kendala utama yang dapat menghambat kelangsungan proses budidaya adalah serangan penyakit. Antibiotik merupakan bahan yang biasa digunakan untuk mengobati penyakit ikan. Prebiotik merupakan salah satu bahan yang berpotensi meningkatkan kesehatan dan pertumbuhan ikan. Pemanfaatan prebiotik di Indonesia masih berasal dari luar negeri, padahal Indonesia memiliki banyak bahan yang dapat dikembangkan menjadi prebiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menyeleksi sumber prebiotik asal lokal yang berpotensi memenuhi kriteria ilmiah sebagai probiotik. Metode penelitian dilakukan secara *in vitro* untuk mengetahui kandungan glukosa, maltosa, dan fruktosa pada ubi ungu, bonggol pisang, ubi cilembu, umbi uwi dan ubi kuning. Kadar maltosa tertinggi dihasilkan oleh ubi jalar ungu (2,61 %), kadar fruktosa dihasilkan oleh ubi jalar kuning (1,80 %), dan kadar glukosa dihasilkan oleh ubi jalar cilembu (2,15 %). Hasil penelitian ini perlu secara mendalam dikembangkan sebagai probiotik yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung budidaya perikanan berkelanjutan.

*Kata kunci: akuakultur, bakteri probiotik, bahan lokal, prebiotik, ubi, oligosakarida.*

**Submitted:** April 24, 2025; **Accepted:** October 01, 2025; **Published:** October 31, 2025

To cite this article: Ramadhani, D.E., Indriastuti, C.E., Adzkiya, M.A.Z., Mulya, M.A., Iskandar, A., Ulzanah, N. (2025). Seleksi prebiotik asal lokal untuk mendukung pertumbuhan bakteri probiotik dan ikan. Jurnal Mina Sains. 11(2):117-125. <https://doi.org/10.30997/jmss.v11i2.14969>

#### **Highlights**

- Local prebiotics potential to effectively improve the performance of probiotics and fish.
- Probiotics are used in eco-friendly fish farming systems.
- Simple sugars are found in local ingredients.

## **Pendahuluan**

Perkembangan produksi ikan di Indonesia setiap tahun menunjukkan peningkatan yang berarti sejalan dengan bertambahnya jumlah populasi manusia di dunia. Kontribusi budidaya perikanan terhadap produksi perikanan pada tahun 2020 sebesar 87,5 juta ton (49 %), lebih baik dibandingkan tahun 2018 yang hanya sebesar 82,1 juta ton (47 %) (FAO 2020; FAO 2022). Pertumbuhan itu bukan hanya sekadar tren, melainkan suatu keharusan, sebab dirancang untuk memenuhi kebutuhan pangan baik di dalam maupun luar negeri. Bahkan di tengah kesulitan yang ditimbulkan oleh COVID-19, hasil produksi ikan terus bertambah untuk memenuhi kebutuhan pangan di dalam negeri. Namun, serangan penyakit tetap menjadi hambatan besar dalam upaya pembenihan, pendederan, dan pembesaran ikan. Penyakit ini merupakan tantangan utama yang paling signifikan di dunia dan dapat membahayakan usaha budidaya udang vaname di berbagai negara di dunia, termasuk di Asia, Eropa, Afrika, serta Amerika. Agen penyebab penyakit yang sering menyerang antara lain virus, bakteri, jamur, dan parasit (Arulmoorthy *et al.* 2020). Beberapa penyakit bahkan dapat menyebabkan kematian sebesar 80–100 % (Karunasagar *et al.* 1994; Alavandi *et al.* 2006). Penanganan penyakit ikan umumnya menggunakan antibiotik (Chen *et al.* 2019). Namun sebagian besar penggunaan antibiotik saat ini telah dibatasi karena dapat menimbulkan beberapa dampak negatif di lingkungan akuatik dan tubuh ikan, diantaranya meninggalkan residu, resistensi bakteri dan menjadi masalah keamanan pangan (Zhang *et al.* 2014). Namun, masih ada harapan dalam bentuk prebiotik, yang terbukti menjadi alternatif yang menjanjikan untuk mengendalikan penyakit pada ikan dan memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat. Prebiotik merupakan komponen makanan yang tidak dapat dicerna dan dapat memberikan bermanfaat bagi tubuh melalui stimulasi selektif pertumbuhan mikrobiota di usus (Peng *et al.* 2020).

Beberapa penelitian menyatakan bahwa prebiotik berkontribusi dalam meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan ikan dan udang (Ramadhani *et al.* 2019; Hamsah *et al.* 2017; Rungrassame *et al.* 2014). Suatu komponen makanan dapat dianggap sebagai prebiotik apabila memenuhi kriteria berikut: resisten terhadap kondisi asam di lambung, dapat dicerna oleh mikrobiota usus, dan secara khusus mendorong pertumbuhan serta aktivitas bakteri usus yang berhubungan dengan kesehatan dan perkembangan (Lordan *et al.* 2020). Beberapa contoh prebiotik antara lain frukto-oligosakarida (FOS), galakto-oligosakarida (GOS), mannan-oligosakarida (MOS), inulin, nan-oligosakarida (NOS), arabinoxylan, trans-galaksi-oligosakarida (TOS), isomaltose-oligosakarida (IMO), xylo-oligosakarida (XOS), dan seterusnya (del Valle *et al.* 2023; Arun *et al.* 2023; De Mesquita *et al.* 2021; Zhang *et al.* 2012).

Namun, meski potensi prebiotik sangat besar, ternyata masih sedikit yang mengembangkan prebiotik dari sumber lokal Indonesia. Pemanfaatan prebiotik di Indonesia secara umum masih dalam tahap penelitian, dan masih banyak pembudidaya yang perlu memahami produk prebiotik. Peralnya, penggunaan produk prebiotik masih bergantung pada impor dari luar negeri, dan hanya sedikit industri yang membuat dan mengembangkan produk prebiotik. Sumber prebiotik di Indonesia sangat melimpah. Metode seleksi prebiotik lokal yang potensial perlu dikembangkan menjadi produk prebiotik lokal guna untuk mendukung pertumbuhan dan respons imun ikan melalui peningkatan kerja probiotik dalam saluran pencernaan inang. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menyeleksi sumber prebiotik asal lokal yang berpotensi memenuhi kriteria ilmiah sebagai prebiotik.

## Metode

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Desember 2023 di Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan, Program Studi Teknologi dan Manajemen Pembenihan Ikan (IKN), Sekolah Vokasi IPB Kampus Sukabumi. Analisis *high performance liquid chromatography* (HPLC) pada sampel dilakukan di PT. Saraswanti Indo Genetech (SIG) Bogor. Destilasi ekstrak produk dilakukan di Laboratorium Analisis Kimia Teaching Industry (TI), Sekolah Vokasi IPB Bogor. Pembuatan produk prebiotik dalam packaging dilakukan di Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan, Program Studi IKN, Kampus Sukabumi.

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan diantaranya cutter, erlenmeyer, timbangan, spatula, kompor listrik, destilator, set destilator, set alat HPLC, kertas Whatman No. 42 dan tabung corning. Bahan yang digunakan adalah golongan ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.), bonggol pisang (*Musa paradisiaca* L), ubi Cilembu (*Ipomoea batatas* cv Cilembu), umbi uwi (*Dioscorea alata*) dan ubi kuning (*Ipomoea batatas* L.). Bahan lainnya yang digunakan yaitu akuades.

### Pembuatan Tepung

Semua bahan yaitu ubi ungu, bonggol pisang, ubi cilembu, umbi uwi dan ubi kuning dipotong tipis-tipis, kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama 3–4 hari. Setelah itu, bahan yang telah kering dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi tepung, dan tepung tersebut siap untuk proses pengukusan. Masing-masing tepung tersebut sebanyak 500 g tepung dicampur dengan air dalam perbandingan 1:1 (w/v) dan dikukus pada suhu 100°C selama 30 menit. Setelah itu, campuran tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 55°C selama 18 jam (Muchtadi, 1989). Selanjutnya, dikeringkan dan diayak agar mendapatkan tepung halus. Selanjutnya tepung yang didapatkan dianalisa dengan HPLC untuk mengetahui kandungan glukosa, maltosa dan fruktosa pada simplisia bahan-bahan tersebut.

### Analisis Oligosakarida dengan HPLC (AOAC 1999)

Analisis oligosakarida menggunakan *high performance liquid chromatography* (HPLC) dilakukan untuk menentukan kadar oligosakarida secara kualitatif maupun kuantitatif. Kolom yang digunakan adalah Bondelone 10  $\mu$  NH<sub>2</sub> dengan *detector refractive index*, berlaju alir (*Flow Rate*) 1-1,2 mL/menit. Fase Gerak yang diterapkan adalah campuran asetonitril dan air dengan rasio asetonitril: air sebesar 80:20. Volume sampel yang disuntikkan adalah 20  $\mu$ L. standar gula yang digunakan meliputi fruktosa, glukosa, dan maltotriosa. Waktu retensi masing-masing komponen gula dalam prebiotik dibandingkan dengan waktu retensi standar gula. Waktu retensi yang hampir sama menunjukkan bahwa komponen tersebut kemungkinan sama. Konsentrasi komponen gula dihitung menggunakan rumus berikut:

$$CP (\%) = \frac{A_p}{A_s} \times C_s \times \frac{FP \times V}{W_s}$$

Keterangan:

- Cp = Konsentrasi sampel (%)
- Cs = Konsentrasi standar (%)
- Ap = Luas area sampel (%)
- As = Luas area standar
- FP = Faktor pengenceran
- V = Volume larutan akhir
- Ws = Berat sampel (g) dalam berat kering (bk)

**Analisis Data**

Data yang didapatkan diantaranya hasil pengukuran HPLC pada tepung ubi ungu, bonggol pisang, ubi cilembu, ubi kuning dan umbi uwi. Hasil tersebut selanjutnya dianalisis secara deskriptif.

**Hasil dan pembahasan**

**Hasil**

Hasil analisa HPLC pada tepung ubi ungu, bonggol pisang, ubi cilembu, ubi kuning dan umbi uwi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil HPLC pada tepung ubi ungu

<b>Parameter</b>	<b>Unit</b>	<b>Simplo</b>	<b>Duplo</b>	<b>Batas Deteksi</b>	<b>Metode</b>
Fruktosa	%	1.00	1.01	-	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)
Glukosa	%	1.32	1.32	-	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)
Maltosa	%	2.60	2.61	-	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)

Tabel 1 menunjukkan bahwa tepung ubi ungu menghasilkan fruktosa sebesar 1.01%, glukosa sebesar 1.32% dan maltosa sebesar 2.61%. Kandungan gula atau oligosakarida pada tepung ubi ungu yang terbesar yaitu pada kandungan maltosa.

Tabel 1 Hasil HPLC pada tepung bonggol pisang

<b>Parameter</b>	<b>Unit</b>	<b>Simplo</b>	<b>Duplo</b>	<b>Batas Deteksi</b>	<b>Metode</b>
Fruktosa	%	0.60	0.64	-	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)
Glukosa	%	0.60	0.61	-	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)
Maltosa	%	Not detected	Not detected	0.40	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)

Tabel 2 menunjukkan bahwa tepung bonggol pisang menghasilkan fruktosa sebesar 0.64% dan glukosa sebesar 0.61%, sedangkan kandungan maltosa tidak terdeteksi pada tepung bonggol pisang. Kandungan gula atau oligosakarida pada tepung bonggol pisang yang terbesar yaitu pada kandungan fruktosa 0.64%.

Tabel 2 Hasil HPLC pada tepung ubi cilembu

<b>Parameter</b>	<b>Unit</b>	<b>Simplo</b>	<b>Duplo</b>	<b>Batas Deteksi</b>	<b>Metode</b>
Fruktosa	%	1.49	1.53	-	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)
Glukosa	%	2.15	2.15	-	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)
Maltosa	%	Not detected	Not detected	0.40	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)

Tabel 3 menunjukkan bahwa tepung ubi cilembu menghasilkan fruktosa sebesar 1.53% dan glukosa sebesar 2.15%, sedangkan kandungan maltosa tidak terdeteksi pada tepung ubi cilembu. Kandungan gula atau oligosakarida pada tepung ubi cilembu yang terbesar yaitu pada kandungan glukosa 2.15%.

Tabel 3 Hasil HPLC pada tepung umbi uwi

Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Batas Deteksi	Metode
Fruktosa	%	1.52	1.53	-	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)
Glukosa	%	1.26	1.27	-	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)
Maltosa	%	Not detected	Not detected	0.40	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)

Tabel 4 menunjukkan bahwa tepung umbi uwi menghasilkan fruktosa sebesar 1.53% dan glukosa sebesar 1.27%, sedangkan kandungan maltosa tidak terdeteksi pada tepung ubi cilembu. Kandungan gula/oligosakarida pada tepung umbi uwi yang terbesar yaitu pada kandungan fruktosa 1.53%.

Tabel 4 Hasil HPLC pada tepung ubi kuning

Parameter	Unit	Simplo	Duplo	Batas Deteksi	Metode
Fruktosa	%	1.80	1.80	-	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)
Glukosa	%	1.92	1.89	-	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)
Maltosa	%	Not detected	Not detected	0.40	18-5-15/MU/SMM-SIG(HPLC-RI)

Tabel 5 menunjukkan bahwa tepung ubi kuning menghasilkan fruktosa sebesar 1.80% dan glukosa sebesar 1.92%, sedangkan kandungan maltosa tidak terdeteksi pada tepung ubi kuning ini. Kandungan gula atau oligosakarida pada tepung ubi kuning yang terbesar yaitu pada kandungan glukosaa 1.92%.

## Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan lokal seperti ubi ungu, ubi cilembu, ubi kuning, bonggol pisang dan umbi uwi memiliki kandungan gula sederhana berupa maltosa, glukosa dan fruktosa dengan variasi konsentrasi. Kandungan tertinggi melatosa ditemukan pada ubi ungu (2,61%), glukosa pada ubi cilembu (2,15%), dan fruktosa pada ubi kuning (1,80%). Kandungan gula sederhana tersebut memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan bakteri probiotik dan ikan. Temuan ini menegaskan bahwa sumber pangan lokal Indonesia berpotensi dikembangkan sebagai kandidat prebiotik karena kandungan karbohidratnya dapat dimanfaatkan oleh mikrobiota usus untuk mendukung kesehatan ikan dan meningkatkan efektivitas probiotik.

Prebiotik merupakan bahan yang dimanfaatkan secara khusus oleh mikroorganisme dalam tubuh inang untuk memberikan manfaat kesehatan (Hurtado-Romero 2020). Prebiotik dapat menguntungkan inang karena bahannya yang difermentasi secara selektif sehingga menghasilkan perubahan spesifik di saluran usus (Gibson *et al.* 2017). Metabolit yang dihasilkan oleh mikrobiota sehat berinteraksi dengan sistem kekebalan tubuh untuk mencegah

atau mengurangi penyakit radang usus (Damaskos dan Kolios 2008). Komponen makanan dapat dikategorikan sebagai prebiotik perlu memenuhi sejumlah kriteria, yaitu mampu bertahan dalam kondisi asam di lambung, dapat difermentasi oleh mikrobiota usus, dan secara khusus mendorong pertumbuhan serta aktivitas bakteri usus yang berhubungan dengan peningkatan kesehatan (Gibson *et al.* 2004).

Maltosa, yang merupakan disakarida yang tersusun dari dua molekul glukosa dan berperan sebagai bahan dasar pembentukan oligosakarida, khususnya isomalto-oligosakarida (IMO) maupun malt-oligosakarida. Melalui proses enzimatik, maltosa dapat dirangkai menjadi rantai glukosa yang lebih panjang sehingga menghasilkan oligosakarida yang bersifat prebiotik. Prebiotik memiliki peran penting sebagai substrat fermentasi bagi bakteri probiotik. Ketika difermentasi oleh mikroflora usus, maltosa dapat menghasilkan oligosakarida yang berfungsi sebagai prebiotik dan mendukung pertumbuhan bakteri menguntungkan seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* (Gibson *et al.*, 2004). Kandungan yang tinggi pada ubi ungu menunjukkan potensi besar bahan ini sebagai sumber oligosakarida yang dapat meningkatkan kolonisasi probiotik di saluran pencernaan ikan. Hal ini sejalan dengan penelitian Supati *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa ubi jalar mengandung oligosakarida yang tidak dapat dicerna sehingga dapat dimanfaatkan oleh mikroflora usus sebagai substrat fermentasi.

Fruktosa, meskipun tergolong monosakarida, dapat menjadi prekursor pembentukan frukto-oligosakarida (FOS) melalui proses enzimatik. Fruktan ditemukan sebagai karbohidrat cadangan pada spesies tumbuhan. Kehadiran gula dalam sayuran lebih sedikit dibandingkan dengan yang ditemukan pada sayuran bertepung (Carvalho dan Figueiredo-Ribeiro 2001). Fruktan ditemukan di hampir setiap spesies dalam keluarga Asteraceae, banyak di antaranya menunjukkan kepentingan ekonomi, seperti Cichorium (*Cichorium intybus*) dan Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) (Carabin dan Flamm 1999; Figueiredo-Ribeiro 1993). Fruktan terdiri dari satu atau sebanyak 70-unit fruktosa yang terikat atau tidak terikat pada molekul sukrosa terminal. Melalui reaksi enzimatik, inulin menghasilkan FOS dan oligofruktosa. FOS dikenal sebagai salah satu prebiotik yang paling banyak digunakan karena kemampuannya meningkatkan kesehatan usus dan sistem imun inang (Lordan *et al.* 2020). Kandungan fruktosa tertinggi pada ubi kuning (1,80%) menunjukkan bahwa bahan ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut menjadi sumber FOS lokal. FOS terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan ikan dan udang dengan cara memperbaiki morfologi usus serta meningkatkan ketahanan terhadap stres (Zhang *et al.* 2012).

Glukosa, yang ditemukan paling tinggi pada ubi cilembu (2,15%), merupakan monosakarida esensial yang berfungsi sebagai sumber energi utama bagi mikroorganisme. Walaupun glukosa sendiri mudah dicerna oleh inang, keberadaannya dalam bahan pangan dapat mendukung pembentukan oligosakarida lain melalui proses fermentasi atau sintesis enzimatik (Niaz *et al.* 2020). Dengan demikian, glukosa pada ubi cilembu dapat berperan sebagai bahan dasar pembentukan oligosakarida yang lebih kompleks, seperti galakto-oligosakarida (GOS) atau isomaltosa-oligosakarida (IMO), yang terbukti memiliki efek prebiotik (Macfarlane *et al.* 2008).

Secara keseluruhan, keberadaan maltosa, fruktosa, dan glukosa dalam bahan lokal tidak hanya menyediakan energi bagi bakteri probiotik, tetapi juga berperan dalam pembentukan oligosakarida yang bersifat prebiotik. Oligosakarida ini kemudian mendukung pertumbuhan bakteri probiotik di saluran pencernaan ikan, meningkatkan efisiensi pakan, memperkuat sistem imun, dan pada akhirnya mendukung pertumbuhan serta kesehatan ikan (Peng *et al.* 2020; Lordan *et al.* 2020). Dengan demikian, pemanfaatan sumber lokal sebagai prebiotik dapat menjadi strategi berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas dan ketahanan budidaya perikanan di Indonesia.

## Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa beberapa bahan lokal memiliki kandungan gula sederhana yang berpotensi sebagai prebiotik yang dapat diterapkan pada budidaya ikan, dengan hasil tertinggi yaitu kandungan maltosa pada ubi ungu 2,61 %, kandungan glukosa pada ubi cilembu 2,15% dan kandungan fruktosa pada ubi kuning 1,80 %. Ketiga gula tersebut dapat berperan sebagai bahan pembentukan oligosakarida yang lebih kompleks.

## Saran

Penelitian lanjutan dapat diarahkan pada uji *in vivo* untuk menilai secara langsung pengaruh prebiotik lokal pada pertumbuhan, efisiensi pakan, kesehatan pencernaan dan sistem imun baik ikan maupun udang. Selain itu juga dapat dikembangkan dengan kombinasi bersama probiotik (sinbiotik) guna meningkatkan kolonisasi mikrobiota menguntungkan dan ketahanan terhadap penyakit. Selain itu, perlu dilakukan optimasi metode ekstraksi dan pengolahan agar kandungan oligosakarida lebih tinggi dan stabil, studi kelayakan ekonomi serta uji coba skala industri untuk menilai potensi komersialisasi pakan fungsional berbasis bahan lokal, serta eksplorasi sumber pangan lokal lain yang kaya karbohidrat untuk memperluas diversifikasi bahan baku. Dengan langkah-langkah tersebut, pemanfaatan prebiotik lokal dapat semakin mendukung keberlanjutan dan kemandirian akuakultur Indonesia di masa depan.

## Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih kepada Sekolah Vokasi IPB yang telah memberikan pendanaan pada penelitian Hibah Sekolah Vokasi. Terima kasih kami ucapkan kepada Nazla Wafi Nurrafa dan Muhammad Erlan Hafid Djunaedi yang telah membantu dalam teknis penelitian dan pengambilan data.

## Daftar pustaka

- Alavandi SV, Manoranjita V, Vijayan KK, Kalaimani, Santiago TC. (2006). Phenotypic and Molecular Typing of *Vibrio harveyi* isolates and their pathogenicity to tiger shrimp larvae. *Letters in Applied Microbiology*. 43: 566-570. doi:10.1111/j.1472-765X.2006.01986.x.
- Arulmoorthy MP, Anandajothi E, Vasudevan S, Suresh E. (2020). Major viral diseases in culturable penaeid shrimps: A Review. *Aquaculture International*. 28(5): 1939-1967.
- Arun D, Midhun SJ, Sheeja CC, Maurya AK, Divya L. (2023). Probiotics and prebiotics in aquaculture. *Recent Advances in Aquaculture Microbial Technology*. 209-226. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90261-8.00005-5>.
- AOAC. (1999). Official methods of analysis of the association of official agricultural chemists, 16<sup>th</sup> ed. AOAC International, Gaithersburg/ 5<sup>th</sup> rev.
- Carabin IG, Flamm WG. (1999). Evaluation of Safety of Inulin and Oligofructose as Dietary Fiber. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 30(3): 268-282.
- Carvalho MAM, Figueiredo-Ribeiro RCL. (2001). Frutanos: Ocorrência, Estrutura E utilização, Com ênfase Em plantas do Cerrado brasileiro. *Lajolo, FM; Saura-Calixto, F.* 77-89.
- Chen C, Wang A, Zhang F, Zhang M, Yang H, Li J, *et al.* (2019). The protective effect of fish-derived cathelicidins on bacterial infections in zebrafish, *Danio rerio*. *Fish & Shellfish Immunology*. 92: 519-527.
- Damaskos D, Kolios G. (2008). Probiotics and prebiotics in inflammatory bowel disease: microflora 'on the Scope'. *British journal of clinical pharmacology*. 65(4): 453-467.

- del Valle JC, Bonadero MC, Fernández-Gimenez AV. (2023). *Saccharomyces cerevisiae* as probiotic, prebiotic, synbiotic, postbiotics and para-biotics in aquaculture: An Overview. *Aquaculture*. 569: 739342.
- De-Mesquita EDFM, Calixto FAA, Takata R. (2021). Probiotics and prebiotics in aquaculture. *Probiotics and Prebiotics in Food*. 263-281. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819662-5.00010-0>.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in Action. <https://www.fao.org/interactive/state-of-fisheries-aquaculture/2020/en/>
- [FAO] Food and Agriculture Organization. (2022). The state of world fisheries and aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture/2022/en>
- Figueiredo-Ribeiro RCL. (1993). Distribuição, aspectos estruturais e funcionais dos frutanos, com ênfase em plantas herbáceas do cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. 5(2): 203-208.
- Gibson GR, Probert HM, Van Loo J, Rastall RA, Roberfroid MB. (2004). Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition research reviews*. 17(2): 259-275.
- Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, Prescott SL, Reimer RA, Salminen SJ, *et al.* (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*. 14(8): 491-502. DOI: [10.1038/nrgastro.2017.75](https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75)
- Hamsah, Widanarni, Alimuddin, Yuhana M, Junior MZ. (2017). bacterial population, activity of enzymes and growth rate of pacific white shrimp larvae administered *Pseudoalteromonas piscicida* and Mannan-oligosaccharide through Bioencapsulation of *Artemia* sp. *Research Journal of Microbiology* 12: 128–136. <https://scialert.net/abstract/?doi=jm.2017.128.136>
- Hurtado-Romero A, Del Toro-Barbosa M, Garcia-Amezquita LE, García-Cayuela T. (2020). Innovative technologies for the production of food ingredients with prebiotic potential: modifications, applications, and validation methods. *Trends in Food Science & Technology*. 104: 117-131. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.08.007>
- Karunasagar I, Pai R, Malathi GR, Karunasagar I. (1994). (2020). Potential for enriching next-generation health-promoting gut bacteria through prebiotics and other dietary components. *Gut microbes*. 11(1): 1-20. <https://doi.org/10.1080/19490976.2019.1613124>.
- Macfarlane GT, Steed H, Macfarlane S. (2008). Bacterial metabolism and health-related effects of galacto-oligosaccharides and other prebiotics. *Journal of applied microbiology*. 104(2): 305-344.
- Niaz K, Khan F, Shah MA. (2020). Analysis of carbohydrates (monosaccharides, polysaccharides). *Recent advances in natural products analysis*. 621-633. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816455-6.00018-4>.
- Peng M, Tabashsum Z, Anderson M, Truong A, Houser AK, Padilla J, *et al.* (2020). Effectiveness of probiotics, prebiotics, and prebiotic-like components in common functional foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 19(4): 1908-1933. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12565>.
- Ramadhani DE, Widanarni, Sukenda. (2019). Microencapsulation of probiotics and its applications with prebiotic in pacific white shrimp larvae through *Artemia* sp. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 18(2): 130-140. <https://doi.org/10.19027/jai.18.2.130-140> .

- Supati MMW, Lumbessy SY, Lestari DP. (2021). Pemanfaatan ekstrak ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L.) sebagai sumber prebiotik pakan komersil pada budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Journal of Fish Nutrition*. 1(1): 70-80. <https://doi.org/10.29303/jfn.v1i1.161>.
- Zhang J, Liu Y, Tian L, Yang H, Liang G, Xu D. (2012). Effects of dietary mannan-oligosaccharide on growth performance, gut morphology and stress tolerance of juvenile pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish Shellfish Immunol*. 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2012.05.001>.
- Zhang Q, Yu H, Tong T, Tong W, Dong L, Xu M. (2014). Dietary supplementation of *Bacillus subtilis* and fructooligosaccharide enhance the growth, non-specific immunity of juvenile ovate pompano, *Trachinotus ovatus* and its disease resistance against *Vibrio vulnificus*. *Fish Shellfish Immunol*. 38: 7 - 14. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.02.008>.