

**PENGARUH EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L)
TERHADAP PERTUMBUHAN, KELULUSHIDUPAN, KELIMPAHAN
BAKTERI, DAN GAMBARAN HISTOLOGI USUS UDANG VANAME
(*Litopenaeus vannamei*)**
*(The Effect of Moringa Leaf Extract (*Moringa oleifera*) on Growth, Survival, Bacterial
Abundance, and Histological Overview of the Intestinal Description of Vannamei Shrimp
(*Litopenaeus vannamei*))*

Roro Maskinasih*, Dewa Ayu Angga Pebriani, Pande Gde Sasmita Julyantoro

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan
Universitas Udayana. Jalan. Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kec. Kuta Selatan, Kabupaten Badung,
Bali, Indonesia.

*Corresponding author, Email: roro.maskinasih028@student.unud.ac.id

ABSTRACT

*The purpose of this study was to determine the effect of moringa leaf extract (*Moringa oleifera*) on growth, immunity, digestive health and water quality of vannamei shrimp cultivation media (*Litopenaeus vannamei*). This study used the Complete Random Design method which consisted of 2 treatments with 6 replicates each. The treatment consisted of A (negative control without the addition of moringa leaf extract) and B (feeding with moringa leaf extract enhancer 1:1). Data analysis used a statistical paired samples T-test. The results of the study showed that moringa leaf extract did not have a significant effect on the growth of vannamei shrimp but had a significant effect on the survival of vannamei shrimp. The average bacterial abundance in treatment A was 7.58 (3.8×10^7 CFU/mL) and treatment B was 7.64 (4.4×10^7 CFU/mL). Meanwhile, histological results in treatment A found tissue structure damage (necrosis) and in treatment B there was no tissue structure damage. The water quality parameters measured during the maintenance period, both temperature, pH, dissolved oxygen and salinity are still at the optimal value. Based on these results, moringa leaf extract can be used as a phytoimmunostimulant in vannamei shrimp cultivation activities.*

Keywords: digestive health, phytoimmunostimulant, water quality

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap pertumbuhan, imunitas, kesehatan pencernaan dan kualitas air media budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari 2 perlakuan dengan masing-masing 6 ulangan. Perlakuan A (kontrol negatif tanpa penambahan ekstrak daun kelor) dan B (pemberian makan dengan penambah ekstrak daun kelor 1:1). Uji statistik menggunakan paried samples T-tes. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa ekstrak daun kelor tidak memiliki efek yang signifikan terhadap pertumbuhan udang vaname, tetapi memiliki efek yang signifikan terhadap kelulushidupan udang vaname. Kelimpahan bakteri rata-rata dalam perlakuan A adalah 7,58 ($3,8 \times 10^7$ CFU/mL) dan perlakuan B adalah 7,64 ($4,4 \times 10^7$ CFU/mL). Sementara itu, hasil histologis pada perlakuan A menemukan kerusakan struktur jaringan (nekrosis) dan pada perlakuan B tidak ditemukan kerusakan struktur jaringan. Parameter kualitas air yang diukur selama masa pemeliharaan masih pada nilai optimal. Berdasarkan hasil tersebut, ekstrak daun kelor dapat digunakan sebagai fitoimunostimulan dalam kegiatan budidaya udang vaname.

Kata kunci: fitoimunostimulan, kesehatan pencernaan, kualitas air.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi besar dalam memanfaatkan sektor budidaya perikanan salah satunya udang vaname. Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) berasal dari Pantai Barat Pasifik Amerika Latin, mulai dari Peru di Selatan hingga Utara Meksiko. Udang vaname mulai masuk ke Indonesia dan dirilis secara resmi pada tahun 2001 (Nababan et al., 2015). Masuknya udang vaname ke Indonesia menjadi solusi dari penurunan produksi udang windu (*Penaeus monodon*) akibat degradasi ekosistem budidaya. Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) sampai saat ini masih menjadi komoditas ekspor unggul di Indonesia, pemerintah masih percaya bahwa udang vaname mampu memberikan prospek dan provit yang menjanjikan untuk meningkatkan devisa negara (Arsad et al., 2017). Udang vaname juga merupakan salah satu komoditas utama ekspor perikanan Indonesia dengan nilai ekspor udang mencapai 2,16 miliar dollar Amerika Serikat (AS) atau berkontribusi 34,57% dari nilai ekspor perikanan Indonesia pada tahun 2022. Nilai ini naik 15% dibandingkan produksi tahun 2021 sebesar 953 ribu ton (KKP, 2023).

Potensi tersebut perlu dilakukan sebuah upaya pemanfaatan secara efektif dan efisien khususnya yang berkaitan dengan tantangan pengaruh keberadaan patogen terhadap pertumbuhan udang vaname. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti terjadinya degradasi kualitas ekosistem budidaya yang dapat mengundang patogen baik virus, bakteri, jamur, protozoa, dan lain sebagainya. Umumnya penyakit yang menyerang udang vaname adalah *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), *Vibriosis*, *Early Mortality Syndrome* (EMS), dan *Infectioun Myonecrosis Virus* (IMNV) (Aulia et al.,

2019). Jika terus dibiarkan, sektor budidaya udang vaname di Indonesia akan terancam tergerus dan menghilang secara perlahan-lahan. Pertumbuhan udang vaname sangat bergantung terhadap kesehatan udang vaname itu sendiri. Hal ini berkaitan juga dengan tingkat kelulushidupan udang vaname dari masa larva hingga dewasa. Salah satu indikator yang dapat menjadi penentu kesehatan udang vaname adalah histologi usus udang. Histologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari struktur mikroskopis sel dan jaringan secara detail menggunakan mikroskop pada sediaan jaringan yang dipotong tipis. Ilmu ini juga dikenal sebagai mikroskopis anatomi (Mescher, 2018). Kondisi udang vaname yang terkena patogen dapat memicu potensi kerusakan pada lapisan-lapisan usus seperti epitelium, submukosa, muskularis, serosa, dan kelenjar pencernaan. Kerusakan histologi usus udang dapat ditunjukkan ketika terdapat perubahan struktur jaringan usus akibat infeksi dan toksisitas dari patogen yang menyerang udang vaname (Yang et al., 2024).

Melihat potensi tersebut, perlu ditemukan sebuah solusi dalam mengatasi serangan patogen berbahaya yang mengancam pertumbuhan udang vaname. Saat ini tanaman banyak dimanfaatkan sebagai pencegahan dan obat yang ampuh mengatasi penyakit berbagai organisme karena adanya kandungan senyawa tertentu di dalamnya. Selain penggunaan antibiotik, penguatan imunitas udang vaname untuk menghambat patogenesis dari bakteri dan virus bisa dengan memanfaatkan fitoimunostimulan. Salah satu fitoimunostimulan yang memiliki banyak zat atau senyawa yang dapat meningkatkan aktivitas dan respons sistem kekebalan tubuh adalah daun kelor. Kandungan daun kelor

sudah banyak diteliti sebelumnya, salah satu manfaat dari daun kelor ini bisa dijadikan antioksidan dan antibakteri. Penelitian ilmiah telah banyak menggali kompleksitas kandungan kimia daun kelor yang membuatnya efektif melawan mikroorganisme dan radikal bebas. Sumber menyebutkan bahwa ekstrak daun kelor dapat digunakan untuk meningkatkan imunitas non-spesifik udang vaname (Mohammadian et al., 2019). Daun kelor memiliki senyawa aktif flavonoid, alkaloid, tanin dan saponin yang berguna sebagai antimikroba dengan cara merusak membran sel mikroba (Tiyas et al., 2024). Kerja keempat senyawa tersebut secara sinergis membuat daun kelor sangat efektif sebagai agen antimikroba alami. Selain itu, sifat antioksidan yang dimiliki membantu melindungi sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas, sehingga meningkatkan sistem pertahanan tubuh secara keseluruhan. Seperti pada penelitian (Islam et al., 2024) menunjukkan bahwa polisakarida dari daun kelor dapat mengubah komposisi mikrobiota usus secara signifikan dan memiliki efek imunomodulator. Meskipun pada diuji pada tikus, hasil ini mendukung efek imunostimulan dan pengaruh mikrobiota yang bisa dianalogikan pada udang vaname.

Penelitian ini memiliki kebaruan karena mengkaji secara komprehensif pengaruh ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap pertumbuhan, kelulushidupan, kelimpahan bakteri, serta gambaran histologi usus udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) secara simultan. Meskipun kandungan bioaktif daun kelor telah diketahui memiliki sifat antimikroba dan antioksidan, penelitian yang mengintegrasikan imunostimulasi dengan evaluasi histologis pada udang vaname masih sangat terbatas. Dengan demikian,

penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam pengembangan strategi penyakit secara alami dan peningkatan produktivitas budidaya udang vaname di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Februari 2025 meliputi persiapan media hingga pemberian ekstrak daun kelor pada udang vaname yang bertempat di Laboratorium Perikanan Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 perlakuan dengan masing-masing 6 ulangan. Perlakuan terdiri dari A (kontrol negatif tanpa penambahan ekstrak daun kelor) dan B (pemberian makan dengan penambah ekstrak daun kelor 1:1). Alat alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari DO meter, pH meter, termometer, refraktometer, penggaris, timbangan, Aerator, akuarium, nampang, blender, ayakan, gelas ukur, cawan petri, laminary flow, inkubator, hot plate, tabung ukur, erlenmeyer, mikropipet, aluminium foil, magnetic stirrer dan jarum ose. Bahan yang digunakan meliputi udang vaname PL 15, daun kelor, pakan komersil, air laut, aquades, NBF 10% dan Luria Bertani Agar (LBA).

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan utama yaitu persiapan ekstrak daun kelor, persiapan hewan uji dan media pemeliharaan serta pemeliharaan udang vaname. Tahap pertama adalah pembuatan ekstrak daun kelor yang dilakukan dengan metode maserasi untuk mendapatkan senyawa bioaktif yang digunakan dalam penelitian. Selanjutnya, persiapan hewan uji dan media pemeliharaan dilakukan dengan memperhatikan kondisi optimal bagi pertumbuhan udang vaname. Tahap

pemeliharaan udang vaname dengan perlakuan pemberian pakan yang berbeda untuk mengevaluasi efek pemberian ekstrak daun kelor terhadap pertumbuhan, kelulushidupan, kelimpahan bakteri, dan histologi usus udang vaname.

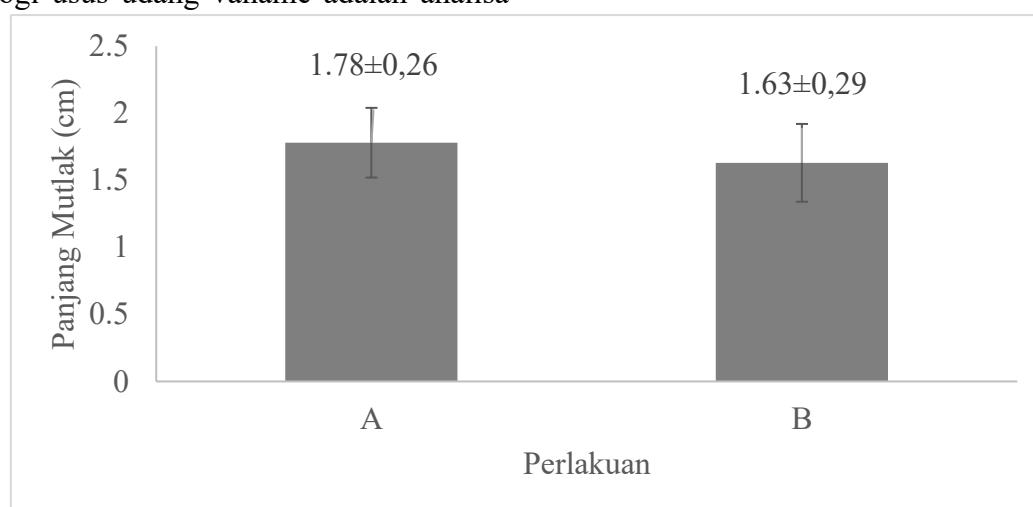
Data yang diamati meliputi pertumbuhan Panjang mutlak, pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, kelulusanhidupan, dan kelimpahan bakteri pada udang vaname yang diperoleh selama penelitian ini dianalisis menggunakan bantuan software microsoft excel dan analisis statistic menggunakan software Statistical Product and Service Solution (SPSS). Analisa yang dilakukan meliputi uji statistic paired samples T-test untuk membandingkan rata-rata dua kelompok data yang berpasangan apakah perbedaan rata-rata antara keduanya signifikan atau hanya terjadi karena faktor kebetulan. Analisis yang dilakukan pada uji histologi usus udang vaname adalah analisa

deskriptif dengan melakukan proses pembacaan warna secara manual untuk menentukan presentasinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Udang Vaname

Pengukuran pertumbuhan udang vaname meliputi panjang mutlak, bobot mutlak dan SGR (Sustainable Growth Rate). Pengukuran panjang dan bobot mutlak udang vaname dilakukan dua kali pada awal masa pemeliharaan dan akhir masa pemeliharaan. Pada perlakuan A memiliki rata rata panjang 1,78 cm, sedangkan perlakuan B memiliki rata rata panjang mutlak 1,63 cm. Hasil dari uji statistik paired samples T-test menunjukkan bahwa hasil $P>0,05$ yang artinya semua perlakuan tidak memberikan pengaruh beda nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak udang vaname. Nilai rata rata pertumbuhan panjang mutlak udang vaname disajikan pada Gambar 1.



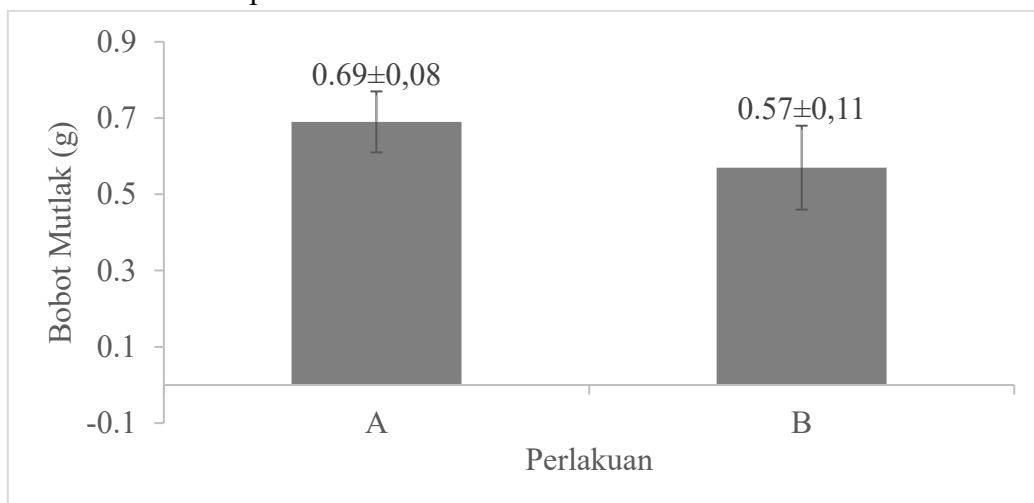
Gambar 1. Grafik pertumbuhan panjang mutlak udang vaname, A (kontrol negatif tanpa penambahan ekstrak daun kelor pada pakan komersil), B (kontrol positif dengan penambahan ekstrak daun kelor pada pakan komersil dengan perbandingan 1:1).

Pengamatan bobot mutlak menunjukkan pola yang serupa dengan pertumbuhan panjang mutlak udang vaname. Perlakuan A menunjukkan rata-rata

pertumbuhan bobot mutlak sebesar 0,69 g, sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan B yang mencapai 0,57 g. Hasil uji statistik paired samples T-test menunjukkan nilai $P>0,05$, yang berarti tidak terdapat

perbedaan signifikan antara kedua perlakuan terhadap pertumbuhan bobot mutlak udang vaname. Nilai rata rata pertumbuhan bobot

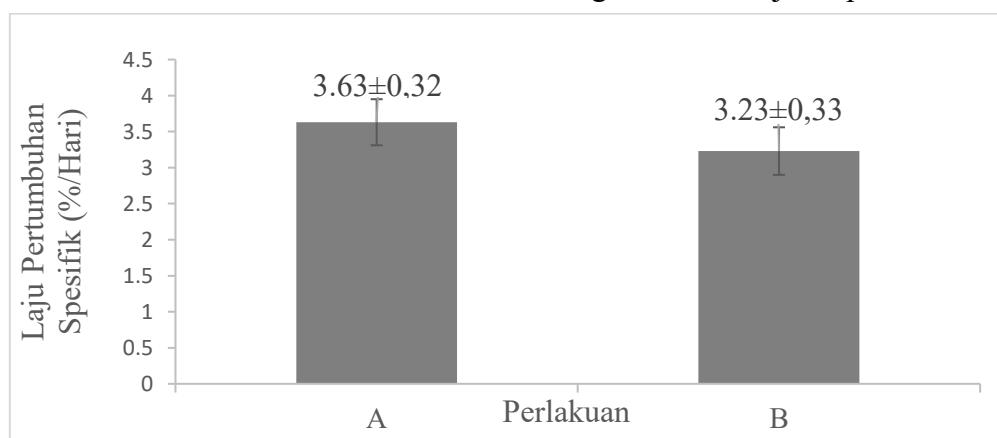
mutlak udang vaname disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik pertumbuhan bobot mutlak udang vaname, A (kontrol negatif tanpa penambahan ekstrak daun kelor pada pakan komersil), B (kontrol positif dengan penambahan ekstrak daun kelor pada pakan komersil dengan perbandingan 1:1).

Pengamatan terhadap parameter laju pertumbuhan spesifik/SGR juga menunjukkan hasil yang sama dengan parameter pertumbuhan lainnya yaitu $P>0,05$ yang artinya tidak terdapat perbedaan yang

signifikan antara kedua perlakuan terhadap nilai SGR udang vaname. Nilai SGR pada perlakuan A sebesar 3,63%, sedangkan pada perlakuan B memiliki nilai sebesar 3,23%. Nilai rata rata pertumbuhan spesifik/SGR udang vaname disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik pertumbuhan bobot mutlak udang vaname, A (kontrol negatif tanpa penambahan ekstrak daun kelor pada pakan komersil), B (kontrol positif dengan penambahan ekstrak daun kelor pada pakan komersil dengan perbandingan 1:1).

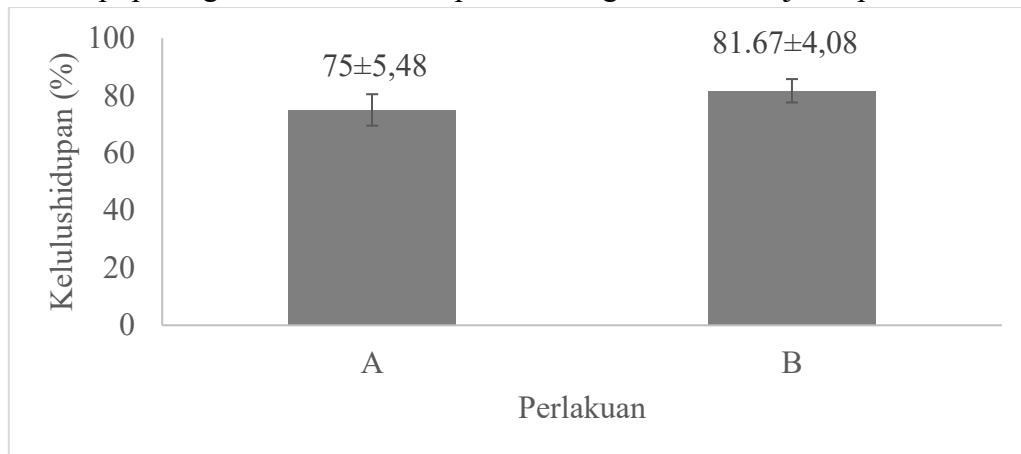
Kelulushidupan Udang Vaname

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, presentase kelulushidupan

didapatkan dengan mengamati mortalitas udang vaname selama masa pemeliharaan. Hasil uji statistik paired samples T-test menunjukkan nilai $P<0,05$ yang artinya

terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara dua pengukuran berpasangan yang dibandingkan. Berdasarkan analisis tersebut menandakan bahwa penambahan ekstrak daun kelor dalam pakan udang vaname memberikan pengaruh positif yang nyata terhadap peningkatan kelulushidupan

udang selama masa pemeliharaan. Presentase kelulushidupan dengan rentang nilai 75%-81,67%. Kelulushidupan tertinggi ada pada perlakuan B dengan nilai 81,67%, sedangkan perlakuan A memiliki nilai kelulushidupan sebesar 75%. Nilai rata rata kelulushidupan udang vaname disajikan pada Gambar 4.

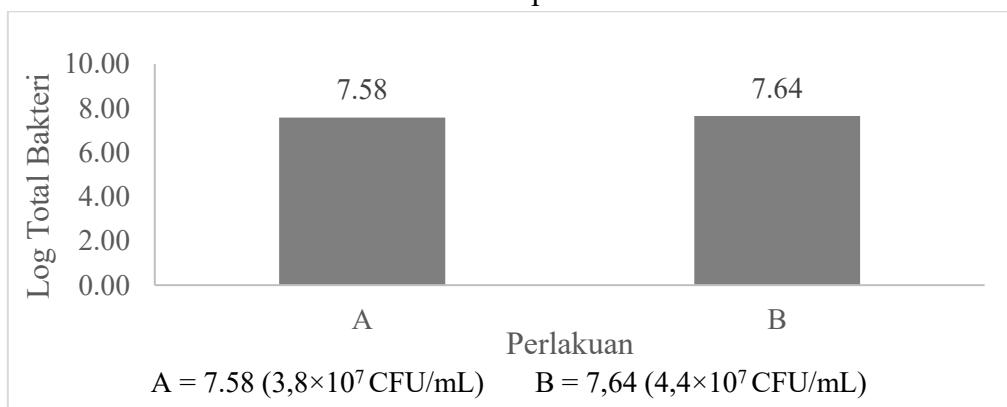


Gambar 4. Grafik kelulushidupan udang vaname, A (kontrol negatif tanpa penambahan ekstrak daun kelor pada pakan komersil), B (kontrol positif dengan penambahan ekstrak daun kelor pada pakan komersil dengan perbandingan 1:1).

Kelimpahan Bakteri

Penghitungan kelimpahan bakteri dilakukan pada tubuh udang vaname yang telah melewati masa pemeliharaan. Berdasarkan perhitungan diperoleh hasil yang

tidak terpaut jauh dengan rata rata jumlah total bakteri pada perlakuan A sebesar 7,58 ($3,8 \times 10^7$ CFU/mL) dan pada perlakuan B sebesar 7,64 ($4,4 \times 10^7$ CFU/mL). Nilai rata rata kelimpahan bakteri udang vaname disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik kelimpahan bakteri udang vaname, A (kontrol negatif tanpa penambahan ekstrak daun kelor pada pakan komersil), B (kontrol positif dengan penambahan ekstrak daun kelor pada pakan komersil dengan perbandingan 1:1).

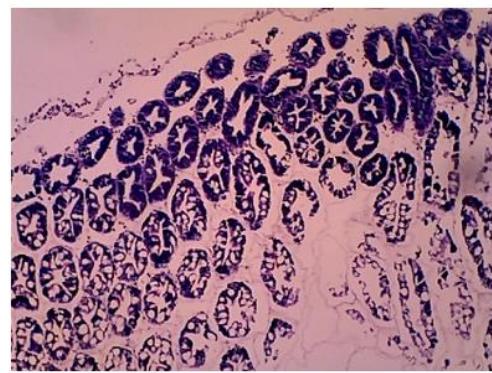
Histologi Usus Udang Vaname

Berdasarkan uji histologi pada usus udang vaname yang dilakukan di Laboratorium Patologi Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana ditemukan bahwa usus udang vaname dengan perlakuan A mengalami peradangan sehingga



a

menyebabkan kerusakan struktur jaringan (nekrosis), sedangkan hasil histologi pada perlakuan B memiliki struktur jaringan yang sehat tanpa ditemukan adanya nekrosis. Hasil pengamatan histologi usus udang vaname dapat dilihat pada Gambar 6.



b

Gambar 6. Dokumentasi histologi usus udang vaname, A (kontrol negatif tanpa penambahan ekstrak daun kelor pada pakan komersil), B (kontrol positif dengan penambahan ekstrak daun kelor pada pakan komersil dengan perbandingan 1:1).

Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari pada siang hari selama masa pemeliharaan yang terdiri dari suhu, pH, DO dan salinitas. Pengukuran kualitas ini bertujuan untuk menjaga kondisi optimal bagi

Tabel 1. Kualitas air selama penelitian

pertumbuhan dan kesehatan udang sesuai standar baku mutu yang ada. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan selama masa pemeliharaan, rentang hasil data kualitas air dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Parameter	Perlakuan	
	A	B
Suhu (°C)	26,4-28,9	26,3-28,8
pH	7,99-8,38	7,84-8,38
DO (mg/L)	5,5-7,3	5,3-7,1
Salinitas (ppt)	25-30	26-30

Laju pertumbuhan spesifik/Spesifik Growth Rate (SGR) merupakan indikator

penting yang menggambarkan persentase pertumbuhan harian udang. Nilai SGR yang

lebih rendah pada perlakuan dengan ekstrak daun kelor menunjukkan bahwa penambahan ekstrak tersebut belum mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan untuk pertumbuhan udang vaname. Meskipun daun kelor mengandung protein dan nutrisi yang tinggi, penelitian ini menunjukkan ekstrak daun kelor belum memberikan efek signifikan terhadap penambahan panjang maupun bobot udang vaname. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh dosis ekstrak yang belum optimal atau adanya efek senyawa antinutrisi dalam ekstrak daun kelor yang justru kurang mendukung pertumbuhan udang pada konsentrasi tertentu.

Daun kelor mengandung senyawa antinutrisi seperti tanin, saponin, asam fitat, dan oksalat. Tanin adalah senyawa polifenol yang bersifat astringen dan dapat aktif membentuk ikatan dengan protein, sehingga menurunkan nilai kecernaan protein dan mengurangi ketersediaan asam amino penting untuk metabolisme dan pertumbuhan udang vaname (Akbar et al., 2023). Saponin dapat mengganggu fungsi membran sel dan penyerapan nutrisi. Asam fitat dan oksalat membentuk kompleks dengan mineral penting seperti kalsium, fosfor, dan zinc, yang menurunkan kecernaan mineral dan berdampak negatif pada pertumbuhan udang, karena mineral tersebut penting untuk pembentukan eksoskeleton dan fungsi fisiologis lainnya (Helmiati et al., 2020).

Penambahan ekstrak daun kelor pada pakan berperan positif dalam menjaga kesehatan dan struktur jaringan usus udang selama pemeliharaan. Senyawa bioaktif seperti flavonoid dan tanin dalam daun kelor memiliki sifat antioksidan dan antiinflamasi yang melindungi jaringan usus dari kerusakan akibat stres oksidatif dan inflamasi (Rupiasa et al., 2021). Husien et al. (2024) melaporkan

bahwa polisakarida daun kelor meningkatkan kesehatan usus dengan menambah jumlah organisme menguntungkan seperti Firmicutes dan menurunkan level Helicobacter.

Penelitian (Dahlia et al., 2022) menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor meningkatkan parameter imun seperti Total Haemosit Count (THC) dan aktivitas fagositosis, yang merupakan indikator respon imun non-spesifik. Peningkatan sistem imun ini berkontribusi pada kelulushidupan udang yang lebih tinggi dibandingkan kontrol tanpa ekstrak.

Peningkatan jumlah Total Plate Count (TPC) pada perlakuan dengan ekstrak daun kelor menunjukkan bahwa ekstrak tersebut memodulasi mikrobiota tubuh udang. Senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, fenol, tanin, dan saponin tidak hanya bersifat antibakteri terhadap patogen, tetapi juga mendukung pertumbuhan mikroorganisme menguntungkan yang meningkatkan kesehatan dan sistem imun (Pratiwi et al., 2020). Senyawa imunostimulan ini merangsang aktivitas sistem imun non-spesifik, termasuk peningkatan jumlah hemosit dan aktivitas fagositosis (D et al., 2022).

Ekstrak daun kelor juga berfungsi sebagai prebiotik alami yang mendukung keseimbangan mikrobiota usus. Kandungan serat, vitamin, dan mineral dalam daun kelor meningkatkan pertumbuhan bakteri baik sehingga efisiensi pencernaan dan penyerapan nutrisi meningkat. Kondisi mikrobiota yang seimbang berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan dan kelulushidupan udang (Basir et al., 2022).

Flavonoid dan tanin dalam ekstrak daun kelor melindungi jaringan usus dari kerusakan akibat stres oksidatif dan inflames (Rupiasa et al., 2021). Perlindungan ini

menjaga mukosa usus agar fungsi pencernaan dan penyerapan nutrisi tetap optimal serta mencegah infiltrasi patogen (Turner, 2009). Ekstrak daun kelor memodulasi mikrobiota usus dengan meningkatkan populasi bakteri menguntungkan seperti *Lactobacillus* dan menekan pertumbuhan patogen seperti *Vibrio* sp. (Husien et al., 2024)

Senyawa imunostimulan seperti saponin dan alkaloid merangsang sistem imun non-spesifik dengan meningkatkan jumlah hemosit dan aktivitas fagositosis (Dahlia et al., 2022). Hemosit berperan penting dalam fagositosis patogen, pengenalan, dan eliminasi sel asing (Ballarin et al., 2021). Ekstrak daun kelor juga efektif menekan pertumbuhan bakteri patogen penyebab penyakit udang, seperti *Vibrio harveyii* dan *Vibrio parahaemolyticus* (Abidin et al., 2023). Dengan demikian, ekstrak daun kelor membantu mencegah infeksi dan menjaga kesehatan usus udang.

Hasil pengukuran suhu air pada perlakuan A berkisar 26,4-28,9°C dan perlakuan B berkisar 26,3-28,8°C. Rentang suhu ini berada dalam kondisi yang optimal untuk budidaya udang vaname. Menurut Ritonga (2021), suhu optimal untuk pertumbuhan udang vaname berkisar 26-32°C. Nilai pH air pada perlakuan A berkisar 7,99 - 8,38 dan perlakuan B berkisar 7,84 - 8,38. Kedua perlakuan tersebut masih dalam batas toleransi optimal udang vaname yang berjajar 7,5-8,5 menurut SNI 01-7252-2006. Penurunan pH minimum pada perlakuan B kemungkinan disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme probiotik yang menghasilkan asam laktat dan asam asetat (Setiarto et al., 2016). Meski demikian, nilai pH tersebut masih aman dan tidak menimbulkan stres pada udang.

Konsentrasi oksigen terlarut (DO)

pada perlakuan A berkisar 5,5-7,3 mg/L dan perlakuan B 5,3-7,1 mg/L, konsentrasi ini memenuhi standar minimum 3,5 mg/L dan berada pada konsentrasi optimal 5-8 mg/L menurut SNI 01-7246-2006. Penurunan DO pada perlakuan B mungkin disebabkan oleh aktivitas mikrobiologi yang meningkat akibat ekstrak daun kelor sebagai prebiotik. Salinitas media pemeliharaan pada perlakuan A dan B masing-masing 25-30 ppt dan 26-30 ppt. Rentang salinitas ini sesuai dengan kebutuhan udang vaname yang optimal (Supono, 2018). Salinitas yang stabil penting untuk menjaga osmoregulasi, mencegah stres osmotik, dan mendukung pertumbuhan serta kesehatan udang (Nurhasanah et al., 2021).

KESIMPULAN

Ekstrak daun kelor tidak berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan udang vaname namun efektif meningkatkan kelulushidupan secara signifikan. Selain itu ekstrak daun kelor juga memiliki efek imunostimulan yang nyata terhadap histologi usus udang dengan menjaga struktur jaringan. Pemberian ekstrak daun kelor memberikan variasi nilai pada parameter kualitas air namun seluruh parameter kualitas air yang diamati masih berada dalam kisaran standar optimum dan tetap mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname, sehingga penambahan ekstrak daun kelor dalam pakan dapat direkomendasikan sebagai alternatif imunostimulan alami dalam budidaya udang vaname intensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, A.M.S, (2019). Deteksi virus pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di balai karantina ikan, pengendalian mutu, dan keamanan hasil perikanan Surabaya I. *Journal of Aquaculture Science*, 4(2), 83-90. <https://doi.org/10.31093/joas.v4i2.71>

- Abidin, Z., Hu, Y. F., Huang, H. T., Huang, C. Y., Wu, Y. S., & Nan, F. H. (2023). Effect of aqueous moringa (*Moringa oleifera*) leaf extract as a prebiotic on growth of the whiteleg shrimp, *Penaeus vannamei* Boone, 1931 (Decapoda, Penaeidae). *Crustaceana*, 96(2), 139–156. <https://doi.org/10.1163/15685403-bja10269>
- Akbar, M., Islamiyati, R., Mustabi, J., & Indrawirawan. (2023). Kandungan tanin, VFA amonia pada sistem rumen in vitro daun maja (*Aegle marmelos*) dan daun gamal (*Gliricidia sepium*). *Jurnal Nutrisi Dan Makanan Ternak*, 17(1), 28–40.
- Arsad, S., Afandy, A., Purwadhi, A. P., Maya V, B., Saputra, D. K., & Buwono, N. R. (2017). Studi kegiatan budidaya pembesaran udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan penerapan sistem pemeliharaan berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.20473/jipk.v9i1.7624>
- Ballarin, L., Karahan, A., Salvetti, A., Rossi, L., Manni, L., Rinkevich, B., Rosner, A., Voskoboinik, A., Rosental, B., Canesi, L., Anselmi, C., Pinsino, A., Tohumcu, B. E., Jemec Kokalj, A., Dolar, A., Novak, S., Sugni, M., Corsi, I., & Drobne, D. (2021). Stem cells and innate immunity in aquatic invertebrates: bridging two seemingly disparate disciplines for new discoveries in biology. *Frontiers in Immunology*, 12(June), 1–24. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.688106>
- Basir, B., Nursyahran, N., Jufiyati, J., & Apriliani, I. (2022). Optimasi kinerja udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan suplementasi daun kelor dan probiotik pada pakan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 17(1), 78–87. <https://doi.org/10.31851/jipbp.v17i1.8333>
- Dahlia, D., S., Ardiansyah, K., S., & Unga Mega, D. A. (2022). Aplikasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lam) dalam media pemeliharaan untuk meningkatkan imunitas non spesifik larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931). *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan*, 3, 183–192. <https://doi.org/10.51978/proppnp.v3i1.261>
- Helmiati, S., Rustadi, R., Isnansetyo, A., & Zulprizal, Z. (2020). Evaluasi kandungan nutrien dan antinutrien tepung daun kelor terfermentasi sebagai bahan baku pakan ikan. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 22(2), 149–158. <https://doi.org/10.22146/jfs.58526>
- Husien, H. M., Rehman, S. U., Duan, Z., & Wang, M. (2024). Effect of moringa oleifera leaf polysaccharide on the composition of intestinal microbiota in mice with dextran sulfate sodium-induced ulcerative colitis. *Frontiers in Nutrition*, 11(May), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1409026>
- KKP. (2023). *Indonesia Gandeng ADB untuk Tingkatkan Produksi Udang Nasional*. Kementerian Kelautan Dan Perikanan. <https://www.kkp.go.id/djpb/indonesia-gandeng-adb-untuk-tingkatkan-produksi-udang-nasional65c2fe8b71111/detail.html>
- Islam, M., I., Lestira Dhewantara, Y., & Nainggolan, A. (2024). Penambahan tepung daun kelor pada pakan komersil untuk meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Satya Minabahari*, 9(2), 52–64. <https://doi.org/10.53676/jism.v9i2.194>
- Mescher, A. L. (2018). *Junqueira's Basic Histology; Text & Atlas* (15th ed.).

- McGraw-Hill Education.
- Mohammadian, T., Nasirpour, M., Tabandeh, M. R., Heidary, A. A., Ghanei-Motlagh, R., & Hosseini, S. S. (2019). Administrations of autochthonous probiotics altered juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* health status, growth performance and resistance to *Lactococcus garvieae*, an experimental infection. *Fish and Shellfish Immunology*, 86, 269–279. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.11.052>
- Nababan, E. Iskandar, p. R. (2015). Pemeliharaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan persentasi pemberian pakan yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 3(2), 18–26.
- Nurhasanah, Junaidi, M., & Azhar, F. (2021). Tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang vaname (*Litopanaeus vannamei*) pada salinitas 0 PPT dengan metode aklimatisasi bertingkat menggunakan kalsium CaCo3. *Jurnal Perikanan Unram*, 11(2), 166–177. <https://doi.org/10.29303/jp.v11i2.241>
- Pratiwi, A. R., Al-Baari, ahmad N., Hasdar, M., Nurrahman, Nurhidajah, Rohadi, & Sumardi. (2020). Pangan untuk Sistem Imun. In *PATPI* (Series 1). Universitas Katolik Soegijapranata dengan Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia.
- Ritonga, L. B., Sudrajat, M. A., & Arifin, M. Z. (2021). *Manajemen Pakan Pada Pembesaran Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) Di Tambak Intensif CV. Bilangan Sejahtera Bersama*. 47(8), 170–179.
- Rupiasa, W. J. P., Fatimah-Muis, S., Syauqy, A., Tjahjono, K., & Anjani, G. (2021). Manfaat pemberian tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kadar IL-6 dan kolesterol LDL tikus Sprague Dawley dislipidemia. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 6(2), 173–180. <https://doi.org/10.30867/action.v6i2.596>
- Setiarto, R. H. B., Widhyastuti, N., & Rikmawati, N. A. (2016). Optimasi konsentrasi fruktooligosakarida untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri asam laktat starter yoghurt (Concentration Optimization Of Fructooligosaccharides To Increase Growth Of Lactic Acid Bacteria Yoghurt Starter). *Jurnal Veteriner*, 18(3), 428–440. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2017.18.3.428>
- Supono. (2018). *Manajemen Kualitas Air Untuk Budidaya Udang*. In *AURA*. CV Anugerah Utama Raharja.
- Tiyas, R. S., Yulianti, E., & Fahrurroddin, M. M. (2024). Penerapan ultrasisonik dalam penelitian aktivitas antibakteri *staphylococcus epidermidis* ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*): pendekatan berbasis sains dan nilai islam. *Es-Syajar:Journal of Islam, Science and Technology Integration*, 2(1), 141–152. <https://doi.org/10.18860/es.v2i1.23420>
- Turner, J. R. (2009). Intestinal mucosal barrier function in health and disease. *Nature Reviews Immunology*, 9(11), 799–809. <https://doi.org/10.1038/nri2653>
- Yang, Z., Hao, J., Liu, Y., Wu, X., & Chen, X. (2024). Histological morphology and gene expression in the digestive system of *Procambarus clarkii*. *Aquaculture and Fisheries*, February. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2024.02.003>