

PERTUMBUHAN DAN RASIO KONVERSI PAKAN UDANG VANAME YANG DIPELIHARA PADA SISTEM BIOFLOK MENGGUNAKAN AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum* Linn.) SEBAGAI SUMBER KARBON

GROWTH AND FEED CONVERSION RATIO OF VANNAME SHRIMP REARED IN BIOFLOC SYSTEM USING SURGARCANE BAGASSE AS A CARBON SOURCE

Anton¹, Muhammad Hery Riyadi Alauddin¹, Yunarty¹, Diana Putri Renitasari¹, Toto
Hardianto¹, Ardana Kurniaji^{1*}

¹Program Studi Teknik Budidaya Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan (KP) Bone
*e-mail: ardana.kji@gmail.com

ABSTRAK

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) adalah salah satu komoditas budidaya perikanan yang bernilai ekonomis tinggi. Pengembangan budidaya udang vaname saat ini mengarah pada intensifikasi dengan sistem bioflok. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan ampas tebu sebagai sumber karbon terhadap pertumbuhan dan rasio konversi pakan (RKP) udang vaname. Penelitian menggunakan tiga perlakuan dan tiga ulangan yakni aplikasi ampas tebu sebagai sumber karbon bioflok (AmpT), aplikasi tepung terigu sebagai sumber karbon bioflok (TpgT) dan kontrol tanpa bioflok (Kontrol). Ampas tebu diperoleh dari perusahaan pabrik gula di Kabupaten Bone. Tepung ampas tebu dipreparasi dengan oven 60°C dan digiling dengan mesin penepung. Udang vaname berukuran 18 g/ekor diperoleh dari Tambak Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone. Pemeliharaan dengan sistem bioflok dilakukan selama 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ampas tebu sebagai sumber karbon dapat meningkatkan laju pertumbuhan spesifik (LPS) sebesar 0,57±0,01% (AmpT) dibandingkan kontrol 0,33±0,14%. LPS tertinggi diamati pada perlakuan tepung terigu yakni 1,39±0,51% (TpgT). Aplikasi ampas tebu juga dapat menghasilkan RKP lebih rendah yakni 1,36±0,06 (AmpT) dibandingkan kontrol 1,69±0,08. Penelitian ini menunjukkan potensi ampas tebu digunakan sebagai sumber karbon pada budidaya udang vaname berbasis sistem bioflok.

Kata Kunci: limbah, pemanfaatan pakan, pertumbuhan

ABSTRACT

Pacific whiteleg shrimp (Litopenaeus vannamei) is one of the high-value aquaculture commodities. Current development in whiteleg shrimp aquaculture is focusing on intensification using biofloc systems. This research aims to analyze the influence of sugarcane bagasse as a carbon source on the growth and feed conversion ratio (FCR) of whiteleg shrimp. The study utilized three treatments and three replications, namely the application of sugarcane bagasse as a biofloc carbon source (AmpT), the application of wheat flour as a biofloc carbon source (TpgT), and a control without biofloc (control). Sugarcane bagasse was obtained from a waste of sugar factory in Bone Regency. Bagasse flour was prepared by drying in an oven at 60°C and grinding with a milling machine. Whiteleg shrimp weighing 18 g each were obtained from the Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone. The biofloc system maintenance was conducted for 30 days. The research results indicate that the application of sugarcane bagasse as a carbon source can increase the specific growth rate (SGR) by 0.57±0.01% (AmpT) compared to the control at 0.33±0.14%. The highest SGR was observed in the treatment with wheat flour at 1.39±0.51% (TpgT). The application of sugarcane bagasse also resulted in lower FCR at 1.36±0.06 (AmpT) compared to the control at 1.69±0.08. This study demonstrates the potential of sugarcane bagasse as a carbon source in the culture of vannamei shrimp based on the biofloc system..

Keywords: waste, feed utilization, growth

PENDAHULUAN

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) telah menjadi komoditas penting dalam penyediaan pangan dunia. Sekitar lebih dari 4,5 juta ton udang diproduksi secara global dan negara-negara di Asia telah menghasilkan 80% dari produksi udang dunia (Diwan *et al.*, 2022). Menurut data KKP (2024) bahwa 80% dari produksi udang adalah udang vaname dan 80% diperoleh dari produksi budidaya. Produksi yang semakin meningkat ditandai dengan maraknya intensifikasi kegiatan budidaya. Selain memberi keuntungan bagi pembudidaya, tingginya praktik budidaya intensif yang tidak mematuhi prosedur yang benar justru memicu timbulnya penyakit, sehingga serangan penyakit telah menjadi tantangan utama dalam budidaya udang (Anderson, 2019).

Salah satu upaya mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan kesehatan udang dan kualitas lingkungan budidaya melalui penerapan teknologi bioflok (Kumar *et al.*, 2021). Prinsip dasar bioflok adalah mendaur ulang limbah nutrisi khususnya nitrogen anorganik dari pakan dan feses menjadi biomassa mikroba, yang dapat digunakan oleh udang (Ekasari *et al.*, 2014). Bioflok sendiri terdiri dari berbagai komunitas mikroba seperti protozoa, bakteri, zooplankton yang mengandung vitamin, asam amino methiothinin, enzim dan mineral yang dapat dijadikan sebagai suplemen makanan untuk membantu pencernaan udang, sehingga dalam suatu tambak jika terdapat bioflok akan menghemat penggunaan pakan (Kurniaji *et al.*, 2023).

Unsur penting yang diperlukan dalam pembentukan bioflok adalah karbon dan nitrogen (Chakrapani *et al.*, 2021). Secara umum, sumber karbon biasanya berasal dari molase dan tepung (Masithah *et al.*, 2016), sementara sumber nitrogen diperoleh dari materi organik hewani seperti tepung ikan atau pakan pelet sendiri. Ada banyak pertimbangan dalam pemilihan sumber karbon seperti ketersediaan lokal, biaya, biodegradabilitas, dan asimilasi bakteri yang efisien (Sakkaravarthi dan Sankar, 2015).

Salah satu bahan yang memiliki potensi sebagai sumber karbon dan nitrogen dalam budidaya bioflok adalah ampas tebu (*Saccharum officinarum* L.) (Fangohoy dan Wandansari, 2017). Tebu adalah tanaman perkebunan yang

digunakan untuk membuat gula. Ampas tebu, yang juga dikenal sebagai *Sugarcane bagasse* dalam istilah asing dan blotong dalam bahasa Indonesia, merupakan limbah organik yang dihasilkan dalam jumlah besar di pabrik pengolahan gula tebu di Indonesia (Yudo dan Jamiko, 2008).

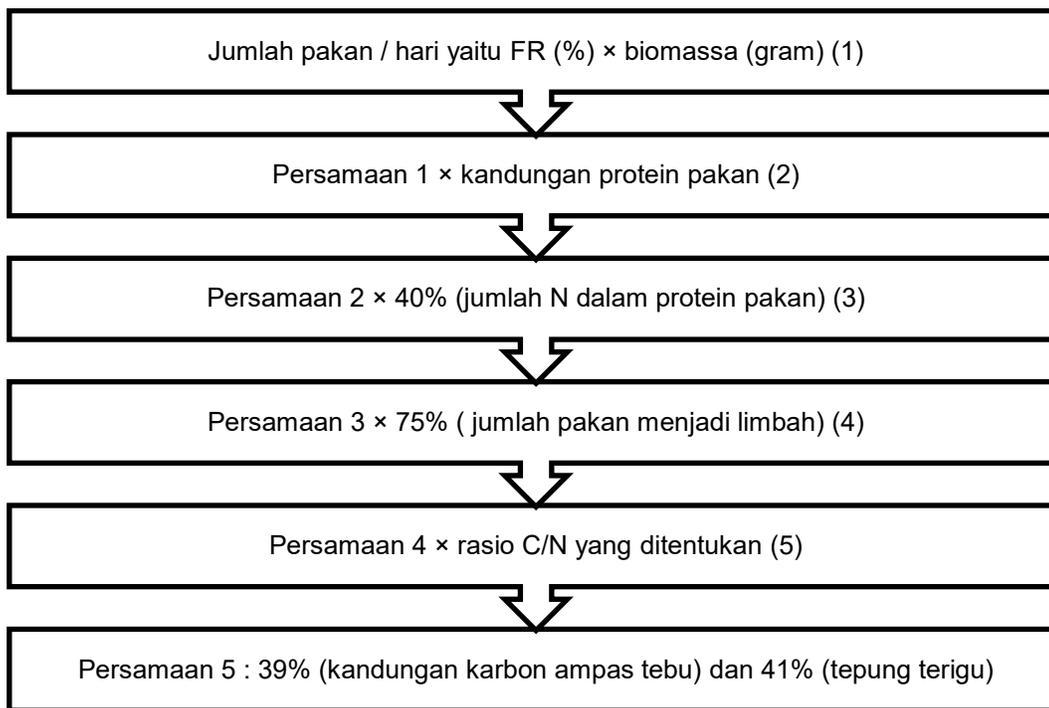
Residu dari ampas tebu yang dihasilkan industri biasanya adalah 30-40% dari berat tebu yang digiling. Di Sulawesi Selatan, tepatnya di Kabupaten Bone Desa Arasoe, diperkirakan memiliki kapasitas pengolahan tebu hingga 2.400 ton tebu per hari (Sumiati *et al.*, 2021). Sebagai limbah organik yang jumlahnya cukup banyak tentunya dapat mengganggu kondisi lingkungan sehingga memerlukan pengelolaan yang efektif. Ampas tebu merupakan limbah selulolitik yang banyak sekali potensi pemanfaatannya, antara lain sebagai bahan baku pakan (Karimi *et al.*, 2016). Kandungan pada ampas tebu yakni total karbon organik sebesar 395 g/kg, total protein 15,2 g/kg, total lipid 15,3 g/kg, nitrogen 144 g/kg, abu 76 g/kg dan serat 650 g/kg (Mansour *et al.*, 2022). Berdasarkan potensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan ampas tebu sebagai sumber karbon terhadap pertumbuhan dan rasio konversi pakan (RKP) udang vaname.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan mulai Maret – Agustus 2023 di *Teaching Factory* (TEFA) Politeknik KP Bone meliputi tahapan persiapan ampas tebu, pemeliharaan udang dan aplikasi ampas tebu sebagai sumber karbon. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

Persiapan Hewan Uji

Udang yang digunakan diadaptasikan terlebih dahulu selama seminggu di akuarium. Selama masa adaptasi tersebut diberikan pakan dengan 5% dari biomassa dengan frekuensi 4 kali/hari (Sukenda, 2021). Seminggu setelah masa adaptasi dan wadah penelitian telah siap, udang vaname segera dipindahkan dari bak stok ke wadah penelitian yang telah terbentuk biofloknya. Kepadatan udang diatur 20 ekor/120 L air laut pada wadah akuarium (kepadatan intensif 160 ekor/m³). Pemberian pakan terus dilanjutkan dengan dosis dan frekuensi yang sama pada saat masa adaptasi.



Gambar 1. Metode perhitungan jumlah kebutuhan sumber karbon

Preparasi Ampas Tebu

Ampas tebu diperoleh dari limbah pabrik gula yang terletak di Desa Arasoe, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Ampas tebu terlebih dulu dibersihkan dari kotoran yang menempel. Ampas tebu dipreparasi berdasarkan metode Mansour *et al.*, (2022), yakni dioven pada suhu 60°C selama 2 jam hingga kering. Kemudian digiling dengan mesin penggiling hingga menjadi serbuk (tepung) dan diayak hingga diperoleh bagian yang halus. Tepung ampas tebu kemudian disimpan di tempat yang kering dan tertutup untuk digunakan dalam penelitian.

Pembentukan Bioflok

Bioflok ditumbuhkan dengan memberikan bahan secara bertahap pada wadah perlakuan. Air dibiarkan dengan aerasi selama 10 hari untuk pembentukan flok. Tepung terigu dan tepung ampas tebu digunakan sebagai sumber karbon. Pakan digunakan sebagai sumber nitrogen untuk penumbuhan flok dengan rasio C/N 16 sesuai dengan hasil penelitian Husain *et al.*, (2014). Bakteri probiotik yang digunakan adalah jenis *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Nitrosomonas sp.* dan *Nitrobacter sp.* yang diperoleh secara komersial. Pemberian bahan sumber karbon diaplikasikan setelah melalui kultur bersama dengan bakteri probiotik pada wadah kultur

selama 24 jam. Aplikasi dilakukan setiap hari selama masa pemeliharaan. Pemberian dilakukan 1 kali/hari setelah 2 jam pemberian pakan (Gustilatov *et al.*, 2022). Jumlah karbon yang ditambahkan yakni ampas tebu 131 g dan tepung terigu 124 g mengacu pada skema kalkulasi kebutuhan karbon oleh De Schryver *et al.*, (2008) dapat dilihat pada Gambar 1.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan rancangan acak lengkap terdiri dari 3 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan (AmpT) adalah tepung ampas tebu, (TpgT) adalah tepung terigu dan (K) adalah kontrol. Seluruh unit penelitian ditempatkan secara random dan dikondisikan secara homogen.

Parameter Penelitian

Parameter penelitian yang diamati adalah laju pertumbuhan spesifik dan rasio konversi pakan. Laju pertumbuhan spesifik (LPS) dan rasio konversi pakan (RKP) dihitung sesuai metode Kurniaji *et al.*, (2023) sebagai berikut:

$$LPS(\%) = \frac{\ln \text{Berat Akhir} - \ln \text{Berat Awal}}{\text{Waktu Pemeliharaan}} \times 100$$

$$RKP = \frac{\text{Jumlah Pakan (g)}}{(\text{Biomasa Akhir Udang} + \text{Udang Mati}) - \text{Berat Awal (g)}}$$

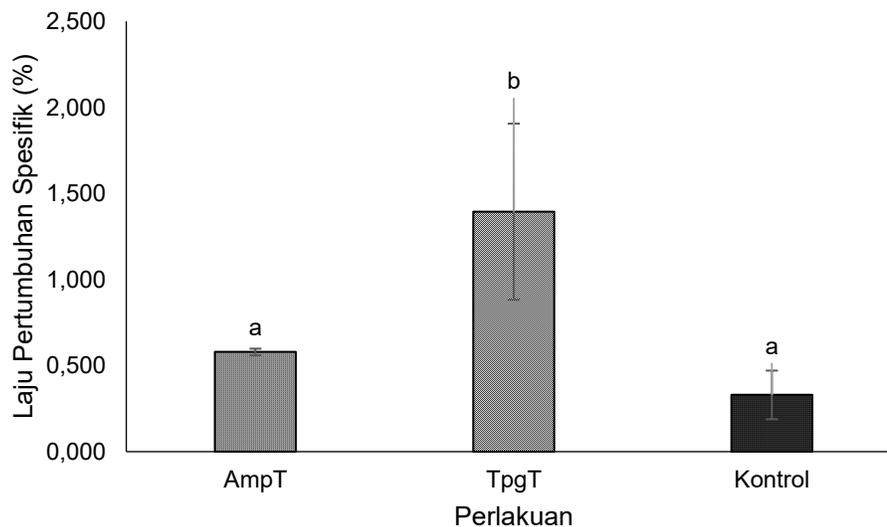
Analisis Data

Data yang diperoleh berupa laju pertumbuhan spesifik dan rasio konversi pakan dianalisis dengan ANOVA taraf kepercayaan 95% menggunakan program SPSS Versi 16.0. Data yang menunjukkan nilai berbeda nyata dianalisis dengan uji lanjut Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS)

Berdasarkan uji statistik menunjukkan bahwa LPS udang vaname pada bioflok tepung terigu lebih tinggi signifikan dibandingkan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). LPS udang vaname yang dipelihara menggunakan tepung ampas tebu tidak berbeda nyata dengan kontrol, namun menunjukkan kecenderungan lebih tinggi. Hasil pengamatan LPS udang vaname dalam sistem bioflok dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Laju pertumbuhan spesifik udang vaname yang dipelihara selama 30 hari pada sistem bioflok. AmpT adalah perlakuan tepung ampas tebu, TpgT adalah tepung terigu dan kontrol.

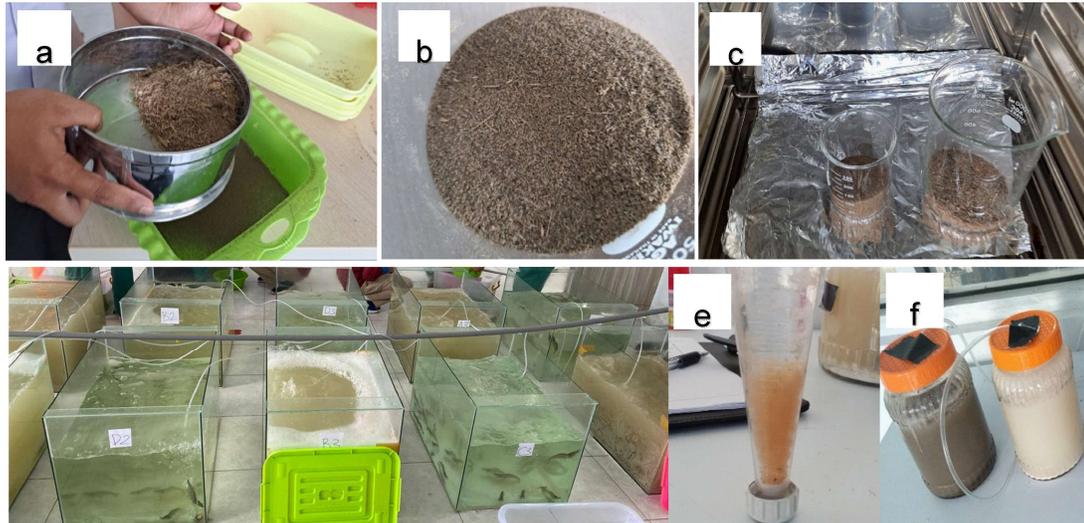
Sumber karbon pada teknologi bioflok sangat diperlukan untuk menunjang pertumbuhan mikroba terutama bakteri pembentuk flok sebagai prebiotik (sumber makanannya) (Wei *et al.*, 2020). Pembentukan bioflok oleh bakteri terutama bakteri heterotrof secara umum bertujuan untuk meningkatkan pemanfaatan nutrisi, menghindari stress lingkungan dan predasi. Penelitian ini menggunakan *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. yang merupakan bakteri yang menggunakan komponen karbon dan juga memiliki kemampuan untuk mengoksidasi

substrat yang mengandung rantai karbon. Nilai LPS pada perlakuan bioflok ampas tebu cenderung lebih tinggi dibandingkan kontrol, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa ampas tebu berpotensi digunakan sebagai sumber karbon dalam pemeliharaan udang vaname sistem bioflok. Mansour *et al.*, (2022) menemukan hal yang sama pada penggunaan ampas tebu sebagai sumber karbon bioflok udang vaname. Pertumbuhan udang vaname yang dipelihara dengan menggunakan ampas tebu lebih baik dibandingkan tanpa bioflok. Dokumentasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

Hasan *et al.*, (2023) menyatakan bahwa ampas tebu berpotensi digunakan sebagai sumber karbon pada bioflok udang vaname karena beberapa keunggulan, diantaranya memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi dan

dapat dimanfaatkan bakteri heterotrof untuk tumbuh dalam media pemeliharaan. Udang yang dipelihara dengan sistem bioflok menggunakan ampas tebu sebagai sumber karbon dapat meningkatkan transkripsi gen pertumbuhan udang bahkan hingga 5 kali lipat dibandingkan kontrol.

LPS pada perlakuan bioflok berkisar antara $0,57 \pm 0,01\%$ (AmpT) dan $1,39 \pm 0,51\%$ (TpgT), sedangkan kontrol hanya $0,33 \pm 0,14\%$. Menurut Almuqaramah *et al.*, (2018) bahwa laju pertumbuhan harian udang vaname lebih tinggi



Gambar 3. Dokumentasi penelitian (a) preparasi ampas tebu, (b) serbuk ampas tebu, (c) ampas tebu dipanaskan pada oven, (d) pemeliharaan udang dalam akuarium, (e) pengukuran volume flok menggunakan *inhoff cone*, (f) kultur probiotik bersama tepung ampas tebu (air tampak berwarna cokelat) dan tepung terigu (air tampak berwarna putih)

pada perlakuan sistem bioflok yakni 9,85% dibandingkan tanpa bioflok hanya 5,98%. Sistem bioflok dalam wadah pemeliharaan mampu memproduksi protein pakan didalamnya, sehingga flok yang terbentuk dapat dimanfaatkan udang untuk tambahan nutrisi. Sumber karbon yang berbeda pada sistem bioflok mempengaruhi kandungan protein pada bioflok (Allam *et al.*, 2024). Kandungan protein ini tentunya berpengaruh terhadap protein pada tubuh udang. Krummenauer *et al.*, (2020) menyatakan bahwa bioflok dapat menyumbang 63-100% karbon dan 35-86% nitrogen pada komposisi jaringan udang.

LPS yang lebih tinggi pada perlakuan tepung terigu karena memiliki kandungan karbon yang lebih baik dibandingkan tepung ampas tebu. Hal ini juga telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya yang menunjukkan pertumbuhan lebih baik pada udang vaname yang dipelihara menggunakan tepung terigu sebagai sumber karbon (Chakrapani *et al.*, 2021). Menurut Yassien *et al.*, (2019) bahwa tepung terigu memiliki kandungan karbohidrat 81.2% lebih tinggi dibandingkan tepung ampas tebu 24.4%, sehingga *organic carbon* dari tepung terigu adalah 41% dan ampas tebu 39.45%. Menurut Citria *et al.*, (2018), pertumbuhan udang tertinggi adalah pada penambahan tepung dikarenakan mempunyai sumber karbon tinggi sebesar 86,9% setiap 100 gram. Kandungan nutrisi flok yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan udang

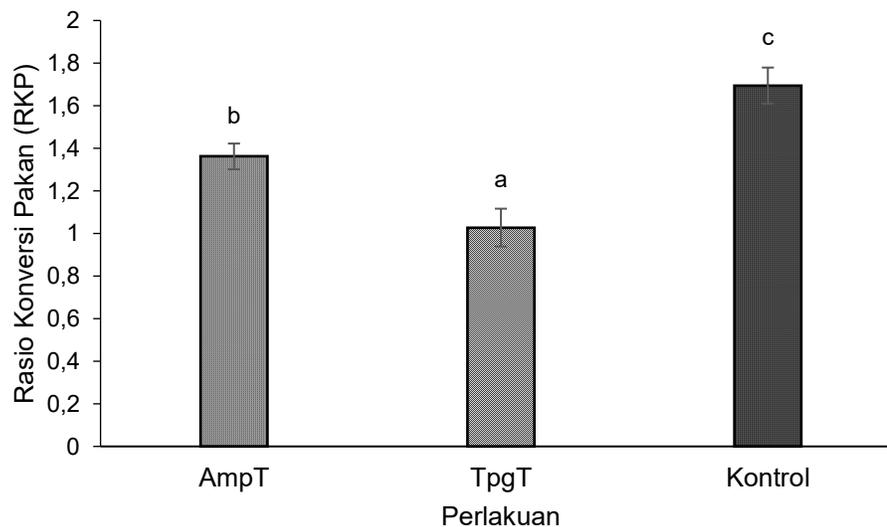
ditentukan oleh komposisi mikroba dan sumber karbon, pertumbuhan udang akan lebih baik jika sumber karbohidrat lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa adanya penambahan sumber karbohidrat (Ekasari *et al.*, 2014).

Rasio Konversi Pakan (RKP)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tepung ampas tebu mampu menghasilkan rasio konversi pakan (RKP) lebih rendah signifikan dibandingkan kontrol ($p < 0,05$), sedangkan RKP perlakuan tepung terigu lebih rendah signifikan dibandingkan perlakuan lainnya. RKP udang pada sistem bioflok berkisar antara $1,36 \pm 0,06$ (AmpT) dan $1,02 \pm 0,08$, adapun kontrol $1,69 \pm 0,08$. Hasil pengamatan RKP dapat dilihat pada Gambar 4.

Sistem budidaya udang dengan bioflok menawarkan kemungkinan produksi dalam ruangan dengan tingkat pertukaran air yang rendah serta tingkat keamanan biologis yang tinggi. Penggunaan bioflok dapat beragam, salah satu yang umumnya dilakukan adalah penambahan sumber karbon organik yang mudah terurai ke dalam air. Tujuannya adalah untuk meningkatkan rasio karbon terhadap nitrogen, sekaligus memudahkan proses asimilasi heterotrofik dari senyawa nitrogen yang toksik.

Mikroorganisme heterotrofik di dalam air dapat memanfaatkan karbon sebagai sumber energi dan mengubah nitrogen menjadi protein.



Gambar 4. Rasio konversi pakan udang vaname yang dipelihara selama 30 hari pada sistem bioflok. AmpT adalah perlakuan tepung ampas tebu, TpgT adalah tepung terigu dan kontrol

Proses ini dapat menyediakan nutrisi tambahan untuk udang, sehingga berpotensi untuk meningkatkan kecepatan pertumbuhan udang dan mengurangi rasio konversi pakan (Ray dan Lotz, 2014). Penelitian sebelumnya juga telah melaporkan bahwa penggunaan bioflok pada budidaya udang vaname dengan sumber karbon dari ampas tebu dapat menurunkan rasio konversi pakan menjadi 1.40 ± 0.09 (Yassien *et al.*, 2021). Xu dan Pan (2014) melaporkan bahwa dengan menerapkan teknologi bioflok maka tingkat protein dalam pakan dapat dikurangi dari 35% menjadi 25% tanpa mempengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan, RKP dan respons imun dari udang yang dibudidayakan. Penggunaan ampas tebu sebagai sumber karbon bioflok juga telah dilaporkan pada komoditas lain seperti ikan nila, meskipun tidak mempengaruhi nilai RKP secara signifikan (Lumsangkul *et al.*, 2021).

RKP pada udang yang dibudidayakan menggunakan tepung terigu sebagai sumber karbon lebih rendah dibandingkan ampas tebu. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan sumber karbon memberikan pengaruh terhadap rasio konversi pakan. Hal serupa dilaporkan oleh Pamanna *et al.*, (2017) bahwa perbedaan sumber karbon bioflok memberikan perbedaan pada kerapatan flok yang terbentuk. Flok yang terbentuk dapat dijadikan sebagai sumber makanan sehingga menurunkan RKP 4-8% (Anand *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Ampas tebu yang digunakan pada penelitian ini memiliki potensi yang baik untuk dijadikan sebagai sumber karbon pada sistem bioflok udang vaname. Hal ini dapat diketahui dari pertumbuhan dan rasio konversi pakan yang lebih baik dibandingkan kontrol (tanpa bioflok).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Pusat Pendidikan Kelautan Perikanan yang telah mendukung penelitian ini melalui skema penelitian dosen di Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone. Terima kasih kepada pihak pengelola TEFA Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone yang menyediakan udang untuk kegiatan penelitian.

REFERENSI

- Allam, M.F., Ekasari, J., Fauzi, I.A., & Wiyoto. (2024). Characteristics and quality of biofloc in vannamei shrimp culture with different carbon sources. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 23,1, 92-100.
- Almuqaramah, T.H., Setiawati, M., Priyautomo, N.B., & Effendi, I. (2018). Pendederan udang vaname *Litopenaeus vannamei* dengan teknologi bioflok untuk meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10,1, 143-152.
- Anand, P.S.S., Sujeet, K., Kumar, M.P.S., Sundaray, J.K., Dam Roy, S., Venkateshwarlu, Sinha, G.A., & Pailan, G.H. (2014) Effect of dietary supplementation of biofloc on growth performance

- and digestive enzyme activities in *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 418-419, 108-115.
- Anderson, J.L, Valderrama, D., & Jory, D.E. (2019). GOAL 2019: Global shrimp production review. *Global Aquaculture Advocate*, November 2019, 2017–2021.
- Chakrapani, S., Panigrahi, A., Sundaresan, J., Mani, S., Palanichamy, E., Rameshbabu V.S., & Krishna, A. (2021). Utilization of complex carbon sources on biofloc system and its influence on the microbial composition, growth, digestive enzyme activity of pacific white shrimp, *Penaeus vannamei* culture. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 22, 4,
- Citria, I., Z. Abidin & B. H. Astriana. (2018). The growth of white shrimp given probiotic cultivated in various fermented carbon sources (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan Unram*, 8,1, 14-22.
- De Schryver, P., R. Crab, T. Defoirdt, N. Boon, & W. Verstraete. (2008). The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277, 125–137.
- Diwan, A.D., Harke, S.N., & Panche, A.N. (2022). Application of proteomics in shrimp and shrimp aquaculture. *Comp. Biochem. Physiol. Part D Genomics Proteomics*, 43, 101015.
- Ekasari, J., Azhar, M.H., Surawidjaja, E.H., Nuryati, S., De Schryver, P., & Bossier, P. (2014). Immune response and disease resistance of shrimp fed biofloc grown on different carbon sources. *Fish & shellfish immunology*, 41, 332–339.
- Fangohoy, L., & Wandansari, N.R. (2017). Pemanfaatan limbah blotong pengolahan tebu menjadi pupuk organik berkualitas. *Jurnal Triton*, 8,2, 58-67.
- Gustilatov, M., Widanarni, Ekasari, J., & Pande, G.S.J. (2022). Protective effects of the biofloc system in pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) culture against pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* infection. *Fish & Shellfish Immunology*, 124, 66-73.
- Husain, N., Putri, B., & Supono. (2014). Perbandingan karbon dan nitrogen pada sistem bioflok terhadap pertumbuhan nila merah (*Oreochromis niloticus*). *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3,1, 343-350.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2023). Data statistik ekspor-impor komoditas udang. <https://statistik.kkp.go.id>. Diakses pada tanggal 20 Oktober 2023.
- Krummenauer, D., Abreu, P.C., Poersch, L., Reis, P.A.C.P., Suita, S.M., dos Reis, W.G., & Wasielesky, Jr. W. (2020). The relationship between shrimp (*Litopenaeus vannamei*) size and biofloc consumption determined by the stable isotope technique. *Aquaculture*, 529, 735635.
- Kumar, V., Roy, S., Behera, B.K., Bossier, P., & Das, B.K. (2021). Acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND): virulence, pathogenesis and mitigation strategies in shrimp aquaculture. *Toxins*, 13,8, 524.
- Kurniaji, A., Renitasari, D.P., Saridu, S.A., Anton, & Yunarty. (2023). The Effect of different probiotic sources on vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultivation with biofloc system. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 12,3, 405-420.
- Lumsangkul, C., Tapingkae, W., Sringarm, K., Jaturasitha, S., Xuan, C. L., Wannavijit, S., Outama, P., & Doan, H.V. (2021). Effect of dietary sugarcane bagasse supplementation on growth performance, immune response, and immune and antioxidant-related gene expressions of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured under biofloc system. *Animals*, 11,7, 2035.
- Mansour, A.T., Ashry, O.A., Ashour, M., Alsaqufi, A.S., Ramadan, K.M.A., & Shawawy, Z.Z. (2022). The optimization of dietary protein level and carbon sources on biofloc nutritive values, bacterial abundance and growth performances of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) juveniles. *Life*, 12, 888.
- Masithah, E.D., Octaviana, Y.D., & Manan, A. (2016). Pengaruh perbedaan probiotik komersial terhadap rasio C:N dan N:P media kultur bioflok pada bak percobaan. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 5 3, 118-125.
- Pamanna, D., Rao, A.C., Reddy, D.R.K., Venkatesan, V., Nehru, E., & Kumar, P.R. (2017). Growth performance of *Litopenaeus vannamei* in biofloc treatments grown with different carbon sources. *Biochem. Cell Arch*, 17 (2): 589-593.
- Ray, A.J., & Lotz, J.M. (2014). Biofloc trial results in fast shrimp growth, low FCR, high survival. *Responsible Seafood Advocate*. Global Seafood Alliance.
- Sakkaravarthi, K., & Sankar G. (2015). Identification of effective organic carbon for biofloc shrimp culture system. *Journal of Biological Sciences*, 15 3, 144-149.
- Sukenda. (2021). Prosedur operasional budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Global Quality and Standards Programe (GQSP) Indonesia Smart-Fish 2*. 60 Hal.
- Sumiati, Asfar, A.M.I.T., Asfar, A.M.I.A., Aswan, A., Dahniar, & Hasanuddin, N. (2021). Habis manis sepah jadi udang: pemanfaatan ampas tebu menjadi boneka arang aktif. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5,2, 400-407.



- Wei, Y.F., Wang, AL., & Liao, S. (2020). Effect on different carbon sources on microbial community structure and composition of ex-situ biofloc formation. *Aquaculture*, 515, 734492.
- Xu, W. J. & Pan, L. Q. (2014). Evaluation of dietary protein level on selected parameters of immune and antioxidant systems, and growth performance of juvenile *Litopenaeus vannamei* reared in zero-water exchange biofloc-based culture tanks. *Aquaculture*, 426, 181-188.
- Yassien, M.H., Khoreba, H.M., Mohamed, M.A., & Ashry, O.A. (2019). Effect of biofloc system on the water quality of the white leg shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in zero water exchange tanks. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 23 2, 133-144.
- Yudo, H. & Jatmiko, S. (2008). Analisa teknis kekuatan mekanis material komposit berpenguat serat ampas tebu (baggase) ditinjau dari kekuatan Tarik dan impak. *Kapal*, 5,2, 95-101.