



Pengaruh Tingkat Salinitas yang Berbeda terhadap Kelangsungan Hidup Benur Udang Windu (*Penaeus Monodon*) PL 10 Selama Transportasi Sistem Basah Tertutup

Erdendy Firmansyah^{1*}, Achmad Kusyairi², Sri Oetami Madyowati³

¹⁻³Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Teknologi Pangan dan Perikanan, Universitas Dr. Soetomo, Indonesia

*Penulis Korespondensi: erdendy12@gmail.com

Abstract. The transportation of tiger shrimp postlarvae (*Penaeus monodon*) in aquaculture practice is a critical stage as it may induce physiological stress that directly reduces survival rate. Salinity, as a water quality parameter closely associated with osmoregulatory processes, is a key determinant of success in closed wet system transportation. The present study was designed to examine how varying salinity concentrations influence the survival percentage of PL 10 tiger shrimp postlarvae subjected to closed wet transport conditions, as well as to identify the most suitable salinity range for such transport. A Completely Randomized Design (CRD) was employed with five salinity levels as treatments — 10, 15, 20, 25, and 30 ppt — each replicated five times. Each experimental unit contained 1,500 postlarvae in 1 L of oxygenated water packed in plastic bags and transported for approximately 3 hours. The main parameter observed was survival rate (SR), while supporting parameters included temperature, dissolved oxygen (DO), and pH. Statistical evaluation included the Kolmogorov–Smirnov normality test, Levene’s test for variance homogeneity, one-way analysis of variance (ANOVA), and Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) at a significance level of $\alpha = 0.05$. Results showed that salinity differences had a highly significant effect on postlarvae survival rate (Sig. = 0.000 < 0.05). The 25 ppt salinity treatment produced the highest survival rate of 99.64%, while 10 ppt resulted in the lowest at 63.78%. The measured water quality variables — temperature, dissolved oxygen, and pH — did not exert a statistically significant effect on postlarvae survival throughout the transport period.

Keywords: Closed Wet Transportation; Osmoregulation; *Penaeus Monodon*; Salinity; Survival Rate.

Abstrak. Transportasi benur udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan tahap krusial dalam kegiatan akuakultur karena berpotensi menimbulkan stres fisiologis yang berdampak langsung pada penurunan tingkat kelangsungan hidup. Salinitas sebagai parameter kualitas air yang berkaitan erat dengan proses osmoregulasi menjadi faktor penentu keberhasilan transportasi sistem basah tertutup. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sejauh mana variasi kadar salinitas berdampak pada persentase kelangsungan hidup benur udang windu stadia PL 10 dalam proses pengiriman sistem basah tertutup, sekaligus menetapkan rentang salinitas yang paling sesuai untuk kegiatan tersebut. Pendekatan eksperimental dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) diterapkan dalam penelitian ini, mencakup lima taraf salinitas sebagai perlakuan (10, 15, 20, 25, dan 30 ppt) yang masing-masing diulang sebanyak lima kali. Setiap satuan percobaan berisi 1.500 ekor benur dalam 1 liter air dikemas dalam kantong plastik beroksigen, ditransportasikan selama ± 3 jam. Variabel utama yang diamati adalah persentase kelangsungan hidup (survival rate), didukung oleh pengukuran suhu, kadar oksigen terlarut, dan derajat keasaman (pH). Data dianalisis secara bertahap melalui uji distribusi normal Kolmogorov–Smirnov, uji keseragaman ragam Levene, analisis ragam satu arah (ANOVA), serta uji lanjut Duncan pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil analisis membuktikan adanya pengaruh yang sangat nyata dari perbedaan salinitas terhadap tingkat kelangsungan hidup benur (Sig. = 0,000 < 0,05). Nilai tertinggi dicapai pada perlakuan salinitas 25 ppt sebesar 99,64%, sementara nilai terendah diperoleh pada salinitas 10 ppt yakni 63,78%. Kondisi kualitas air selama pengangkutan tidak memperlihatkan pengaruh yang signifikan terhadap kelangsungan hidup benur.

Kata Kunci: Kelangsungan Hidup; Osmoregulasi; *Penaeus Monodon*; Salinitas; Transportasi Basah Tertutup.

1. PENDAHULUAN

Penaeus monodon merupakan salah satu komoditas perikanan budidaya bernilai ekonomi tinggi di Indonesia. Potensi pengembangannya masih sangat besar mengingat ketersediaan lahan budidaya mencapai sekitar 2,9 juta hektar, meskipun tingkat pemanfaatannya baru sekitar 18% dari total luas yang tersedia. Produksi nasional udang windu terus didorong sebagai

komoditas ekspor andalan, terutama di wilayah Sulawesi Selatan, Jawa, Sumatera, dan Kalimantan (Waode *et al.*, 2023).

Mutu benur yang digunakan menjadi faktor penentu utama dalam keberhasilan kegiatan budidaya udang windu, terutama pada tahap pengiriman dari unit pembenihan ke lokasi pembesaran. Proses pengangkutan merupakan fase paling rentan dalam siklus produksi, di mana perubahan kondisi lingkungan secara mendadak berpotensi memicu tekanan fisiologis dan meningkatkan angka kematian pada benur. Teknik yang lazim diterapkan adalah metode basah tertutup menggunakan kemasan plastik beroksigen yang ditempatkan dalam wadah insulasi styrofoam, mengingat tingginya kepekaan fisiologis benur terhadap fluktuasi kondisi media hidupnya (Jeny *et al.*, 2022).

Salah satu tantangan utama dalam transportasi sistem basah tertutup adalah tingginya angka kematian akibat perubahan kualitas air yang signifikan, termasuk penurunan kadar oksigen terlarut dan akumulasi amonia (Sampaio & Freire, 2016; Mukminin *et al.*, 2018). Di antara berbagai parameter kualitas air, salinitas merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap proses osmoregulasi benur. Udang windu sebagai organisme euryhaline sangat memerlukan pengaturan salinitas yang tepat untuk menjaga keseimbangan osmotik tubuhnya.

Salinitas di luar kisaran toleransi dapat memicu stres osmotik yang meningkatkan beban energi osmoregulasi dan meningkatkan risiko mortalitas. Hossain *et al.* (2016) menyatakan kisaran salinitas optimal untuk udang windu adalah 15–30 ppt, sedangkan Hussain *et al.* (2018) menegaskan bahwa salinitas di bawah 10 ppt dapat menyebabkan stres osmotik yang signifikan. Penelitian ini dilaksanakan untuk menganalisis pengaruh variasi salinitas terhadap TKH benur udang windu PL 10 selama transportasi sistem basah tertutup dan menentukan kisaran salinitas optimal.

2. KAJIAN TEORITIS

Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Penaeus monodon tergolong dalam filum Arthropoda, kelas Malacostraca, ordo Decapoda, famili Penaeidae, genus *Penaeus*. Tubuh terbagi menjadi cephalothorax dan abdomen yang tersusun atas 20 ruas. Cephalothorax dilindungi karapas tebal, pada kepala terdapat sepasang mata bertangkai, antena I, antena II, maxilla I dan II, serta tiga pasang maxilliped dan lima pasang pleopod di bagian dada (Faqih, 2013). Morfologis memiliki kulit keras berwarna hijau kebiruan dengan pola loreng besar yang menjadi ciri khasnya, bersifat nokturnal dan bentik (Nurhidayah, 2018).

Siklus hidup udang windu berlangsung melalui beberapa tahapan mulai dari telur, nauplius, zoea, mysis, benur (post larva), juvenile, hingga dewasa. Pada fase benur (post larva), tubuh udang telah menyerupai udang dewasa dengan organ tubuh yang berfungsi lebih stabil sehingga mampu beradaptasi dengan lingkungan budidaya. Tahap ini merupakan stadia yang paling sering ditransportasikan menuju lokasi budidaya (Hossain *et al.*, 2016).

Transportasi Benur

Distribusi benur dari fasilitas pembenihan menuju lokasi tambak merupakan proses yang berpotensi menimbulkan tekanan fisiologis karena terjadinya perubahan kondisi lingkungan secara tiba-tiba pada benur (Saputra *et al.*, 2021). Metode yang umum digunakan adalah sistem basah tertutup, yaitu benur ditempatkan dalam kantong plastik berisi air dan oksigen murni dengan komposisi 1 bagian air berbanding 2 bagian oksigen, kemudian ditutup rapat dan diletakkan di dalam kotak pendingin styrofoam (Marfa'ati, 2016). Metode ini dipilih karena efisien dan aman untuk perjalanan jarak jauh, meskipun penurunan oksigen terlarut dan akumulasi amonia akibat metabolisme benur dalam kemasan tertutup tetap menjadi tantangan utama yang dapat meningkatkan risiko mortalitas (Sampaio & Freire, 2016; Mukminin *et al.*, 2018).

Salinitas

Di antara berbagai parameter kualitas air yang dipantau dalam kegiatan budidaya dan distribusi benur udang windu, salinitas menempati posisi yang sangat krusial. Hossain *et al.* (2016) menyebutkan bahwa kadar salinitas yang paling sesuai bagi udang windu berada pada rentang 15–30 ppt. Salinitas di bawah 10 ppt menyebabkan stres osmotik, sedangkan di atas 35 ppt dapat mengakibatkan kematian (Hussain *et al.*, 2018). Kasnir & Wanebo (2023) menyatakan bahwa salinitas terlalu tinggi menyulitkan proses moulting sehingga energi adaptasi meningkat. Penyesuaian salinitas dilakukan melalui pengenceran air laut dengan air tawar menggunakan rumus $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$ (Khairun *et al.*, 2020).

Osmoregulasi

Osmoregulasi merupakan mekanisme yang menjaga keseimbangan cairan tubuh dengan mengatur jumlah cairan yang masuk dan keluar dari sel atau organisme (Munaeni *et al.*, 2023). Udang windu mempertahankan keseimbangan air dan ion tubuh melalui insang dan kelenjar antennal. Pada salinitas rendah, air masuk ke tubuh sehingga udang meningkatkan pembuangan air berlebih dan menyerap ion aktif; pada salinitas tinggi, air keluar dari tubuh sehingga udang mengurangi kehilangan air dan membuang kelebihan garam (Hossain *et al.*, 2016). Perubahan salinitas mendadak meningkatkan beban osmoregulasi yang mengalihkan energi dari

pertumbuhan ke pemeliharaan keseimbangan internal, berpotensi menimbulkan tekanan fisiologis.

Secara seluler, mekanisme osmoregulasi pada udang windu melibatkan aktivitas enzim Na^+/K^+ -ATPase yang terdapat pada sel-sel klorid (chloride cells) di jaringan insang. Enzim ini memompa ion Na^+ keluar dan ion K^+ masuk secara aktif melawan gradien konsentrasi, suatu proses yang membutuhkan energi ATP. Titik isosmotik (isosmotic point) merupakan konsentrasi salinitas di mana tekanan osmotik cairan tubuh udang setara dengan tekanan osmotik lingkungan sehingga tidak terjadi perpindahan air neto. Bagi udang windu, titik ini berada pada kisaran 24–26 ppt (Hossain et al., 2016), yang menjelaskan mengapa beban osmoregulasi paling ringan dan TKH tertinggi dicapai pada salinitas 25 ppt. Deviasi salinitas dari titik isosmotik ke arah manapun akan meningkatkan aktivitas enzim Na^+/K^+ -ATPase secara signifikan, menguras cadangan energi dan menekan fungsi imun benur (Hussain et al., 2018).

Faktor Kualitas Air dalam Transportasi

Selain salinitas, beberapa faktor kualitas air lain turut memengaruhi kelangsungan hidup benur udang windu selama transportasi. Suhu merupakan faktor pembatas utama karena mengendalikan laju metabolisme benur; kisaran optimal bagi udang windu adalah 26–32°C, sedangkan suhu di atas 35°C dapat menginduksi stres termal yang fatal (Hussain et al., 2018). Pada kondisi transportasi, suhu yang terlalu rendah memperlambat metabolisme sehingga mengurangi kebutuhan oksigen, namun juga menekan respons imun benur. Sebaliknya, suhu tinggi mempercepat konsumsi oksigen dan laju produksi amonia dalam kemasan tertutup (Sampaio & Freire, 2016).

Kadar oksigen terlarut (DO) merupakan faktor kritis kedua. Dalam sistem transportasi basah tertutup, oksigen dikonsumsi oleh benur untuk respirasi aerobik tanpa ada suplai dari luar. Batas minimum DO untuk kelangsungan hidup udang windu adalah 4–5 mg/L; di bawah nilai ini benur akan mengalami hipoksia yang menyebabkan stres akut dan kematian masif (Munaeni et al., 2023). Pengisian oksigen murni dengan rasio 1:2 (air: O_2) merupakan praktik standar untuk memastikan ketersediaan oksigen yang cukup selama perjalanan. Derajat keasaman (pH) juga berperan penting; kisaran pH ideal bagi udang windu adalah 7,5–8,5. Penurunan pH selama transportasi terjadi akibat akumulasi CO_2 dari respirasi benur yang bereaksi dengan air membentuk asam karbonat (H_2CO_3), sehingga penambahan karbon aktif diperlukan untuk membantu menyerap metabolit berbahaya dan menstabilkan kualitas air dalam kemasan (Marfa'ati, 2016).

Tingkat Kelangsungan Hidup (Survival Rate)

Tingkat kelangsungan hidup atau *Survival Rate* (SR) merupakan parameter penting untuk mengevaluasi keberhasilan pemeliharaan organisme perikanan (Elrivada *et al.*, 2021). Nilai SR menggambarkan persentase organisme yang masih hidup di akhir periode pengamatan dibandingkan jumlah awal. TKH benur udang windu sangat dipengaruhi kondisi lingkungan selama transportasi meliputi kualitas air, suhu, dan salinitas. Beberapa penyebab rendahnya SR selama pengangkutan antara lain luka fisik akibat kanibalisme, kekurangan oksigen, tegangan termal, dan akumulasi amonia dalam media tertutup (Supono, 2017).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari 2026. Benur udang windu (*Penaeus monodon*) stadia PL 10 diambil dari unit pembenihan (hatchery) milik distributor benur di Desa Pabean, Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo, kemudian diangkut menuju Kota Surabaya dengan waktu tempuh sekitar 3 jam (2 jam 45 menit).

Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Lima tingkat salinitas diuji sebagai perlakuan: A = 10 ppt, B = 15 ppt, C = 20 ppt, D = 25 ppt, dan E = 30 ppt, masing-masing diulang sebanyak 5 kali sehingga terdapat 25 satuan percobaan. Penetapan jumlah pengulangan mengacu pada kaidah $(t-1)(n-1) \geq 15$ yang menghasilkan nilai minimum 4,75 dan dibulatkan menjadi 5 ulangan per perlakuan. Setiap satuan percobaan berisi 1.500 ekor benur dalam 1 liter air, sehingga total benur yang digunakan adalah 37.500 ekor.

Setiap kantong plastik polyethylene (PE) ukuran $\pm 60-70 \text{ cm} \times 25-30 \text{ cm}$ tebal 8 mikron diisi 1 liter air pada salinitas yang sesuai perlakuan, kemudian ditambahkan karbon aktif sebagai penyerap limbah metabolik. Pengisian oksigen murni ke dalam kemasan dilakukan dengan rasio volume air terhadap oksigen sebesar 1:2, kemudian kantong ditutup rapat dan ditempatkan di dalam kotak styrofoam ($52 \text{ cm} \times 37 \text{ cm} \times 21 \text{ cm}$). Pecahan es batu ditempatkan di luar kantong sebesar 10% dari volume air untuk menjaga suhu tetap stabil selama perjalanan. Benur dipuasakan selama 12 jam sebelum dikemas untuk memperkecil akumulasi kotoran dalam air.

Prosedur aklimatisasi suhu dilakukan sebelum pengemasan untuk meminimalkan stres fisiologis benur. Suhu air benur diturunkan secara bertahap dari suhu hatchery (rata-rata 28–29°C) menuju 23–24°C dalam 30 menit menggunakan pecahan es batu yang dimasukkan ke dalam wadah penampungan sementara, dengan tetap memberikan aerasi agar kadar DO tidak turun di bawah 6 mg/L. Penurunan suhu bertahap ini bertujuan menekan laju metabolisme

benur sehingga konsumsi oksigen dan produksi amonia selama perjalanan dapat diminimalkan (Sampaio & Freire, 2016). Proses pengemasan dilakukan secara sistematis: (1) menuangkan 1 liter media air sesuai salinitas perlakuan yang telah diverifikasi ke dalam kantong PE, (2) menambahkan karbon aktif, (3) memasukkan 1.500 ekor benur menggunakan seser halus, (4) mengisi oksigen murni 2 liter, (5) memutar dan mengikat erat mulut kantong, serta (6) menempatkan kantong secara horizontal di dalam kotak styrofoam berisi pecahan es batu 10% di sisi luar kantong. Seluruh pengemasan diselesaikan dalam waktu maksimal 60 menit.

Salinitas media disesuaikan dengan cara mengencerkan air laut menggunakan air tawar berdasarkan rumus pengenceran $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$. Setiap larutan salinitas dikonfirmasi menggunakan refraktometer yang telah dikalibrasi dengan akuades; apabila terdapat deviasi lebih dari $\pm 0,5$ ppt dari target perlakuan maka dilakukan penyesuaian ulang sebelum digunakan sebagai media kemasan. Kadar salinitas juga dikontrol kembali menggunakan refraktometer, sementara kadar oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter dan nilai pH menggunakan pH meter digital, yang keduanya dilakukan pada dua titik waktu: sebelum pengangkutan dimulai dan sesaat setelah benur tiba di tujuan.

Variabel utama yang diukur adalah tingkat kelangsungan hidup (TKH) atau *Survival Rate* (SR), yang mencerminkan persentase benur yang berhasil bertahan hingga akhir perjalanan dibandingkan jumlah yang diberangkatkan, dihitung melalui persamaan $SR = (N_i / N_0) \times 100\%$, di mana N_i adalah jumlah benur yang masih hidup pascatransportasi dan N_0 adalah jumlah awal benur yang dikemas. Verifikasi kenormalan sebaran data dilakukan dengan uji Kolmogorov–Smirnov; kesamaan ragam antar kelompok perlakuan dievaluasi melalui uji Levene; kemudian analisis ragam (ANOVA) satu arah digunakan untuk menguji pengaruh salinitas. Jika ANOVA mengindikasikan perbedaan yang nyata antar perlakuan, pengujian dilanjutkan dengan uji Duncan (DMRT) guna mengidentifikasi pasangan perlakuan yang berbeda secara statistik. Seluruh pengujian menggunakan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelangsungan Hidup Benur Udang Windu

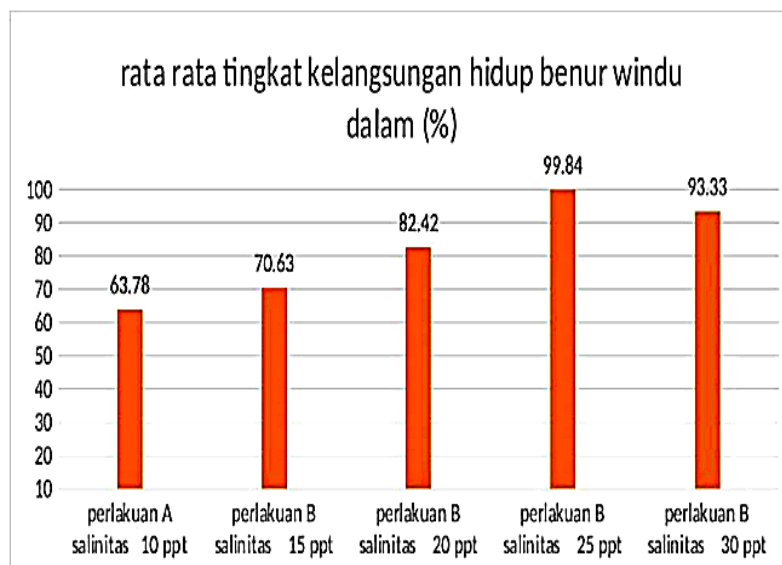
Setelah melewati perjalanan sekitar 3 jam menggunakan sistem transportasi basah tertutup, benur udang windu (*Penaeus monodon*) PL 10 pada setiap perlakuan salinitas menunjukkan angka kelangsungan hidup yang berbeda-beda. Hasil selengkapnya disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Rata-rata tingkat kelangsungan hidup benur udang windu (*Penaeus monodon*) PL 10 pada setiap perlakuan salinitas selama penelitian.

| Perlakuan | U1 (%) | U2 (%) | U3 (%) | U4 (%) | U5 (%) | Rata-rata \pm SD (%) |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------|
| A (10 ppt) | 62,67 | 64,00 | 63,33 | 65,33 | 63,57 | 63,78 \pm 0,84 |
| B (15 ppt) | 70,00 | 71,33 | 70,67 | 70,53 | 70,63 | 70,63 \pm 0,55 |
| C (20 ppt) | 84,00 | 85,33 | 84,67 | 84,97 | 84,73 | 84,74 \pm 0,55 |
| D (25 ppt) | 99,33 | 100,00 | 99,33 | 100,00 | 99,93 | 99,64 \pm 0,45 |
| E (30 ppt) | 93,33 | 94,00 | 93,33 | 94,53 | 93,76 | 93,79 \pm 0,45 |

Keterangan: U = ulangan; SD = Standar Deviasi

Tabel 1 memperlihatkan bahwa TKH benur meningkat secara bertahap seiring naiknya salinitas dari 10 ppt hingga 25 ppt, kemudian menurun pada salinitas 30 ppt. TKH tertinggi dicapai pada perlakuan D (salinitas 25 ppt) sebesar 99,64%, sementara TKH terendah terjadi pada perlakuan A (salinitas 10 ppt) sebesar 63,78%. Pola kenaikan dan penurunan ini terlihat jelas pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik rata-rata tingkat kelangsungan hidup benur udang windu (*Penaeus monodon*) PL 10 pada berbagai perlakuan salinitas dalam (%).

Secara rinci, perlakuan A (10 ppt) menghasilkan TKH rata-rata 63,78%, kemudian meningkat pada perlakuan B (15 ppt) menjadi 70,63% (naik 6,85%). Kenaikan lebih besar terjadi pada perlakuan C (20 ppt) dengan TKH 84,74% (naik 14,11% dari B). Puncak kelangsungan hidup dicapai pada perlakuan D (25 ppt) sebesar 99,64% (naik 14,90% dari C). Pada perlakuan E (30 ppt), TKH kembali turun menjadi 93,79% (turun 5,85% dari D). Pola ini

menunjukkan bahwa salinitas 25 ppt merupakan kondisi terbaik untuk transportasi benur udang windu dengan sistem basah tertutup.

Untuk memastikan data yang diperoleh dapat dianalisis secara statistik, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dengan uji Kolmogorov–Smirnov. Hasil uji normalitas tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji normalitas dengan uji Kolmogorov–Smirnov tingkat kelangsungan hidup benur udang windu (*Penaeus monodon*) PL 10.

| Parameter | Nilai | Keterangan |
|------------------------|-------|--|
| N | 25 | |
| Mean | 82,52 | |
| Std. Deviation | 14,08 | |
| Test Statistic (KS) | 0,104 | |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | 0,200 | Data berdistribusi normal ($> 0,05$) |

Tabel 2 menunjukkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,200 yang melampaui ambang batas $\alpha = 0,05$. Kondisi ini mengkonfirmasi bahwa distribusi data TKH memenuhi asumsi kenormalan, sehingga analisis dapat dilanjutkan ke tahap pengujian homogenitas ragam. Hasil uji homogenitas dengan uji Levene disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji homogenitas (Levene) rata-rata tingkat kelangsungan hidup benur udang windu (*Penaeus monodon*) PL 10.

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. | Keterangan |
|------------------|-----|-----|-------|--------------------------|
| 3,287 | 4 | 20 | 0,016 | Homogen (Sig. $> 0,05$) |

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai signifikansi uji Levene sebesar 0,016 lebih besar dari $\alpha = 0,05$. Artinya ragam data TKH antar perlakuan bersifat homogen (seragam), sehingga syarat untuk melakukan uji ANOVA telah terpenuhi. Hasil uji ANOVA disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji ANOVA (Uji F) pengaruh perbedaan salinitas pada transportasi sistem basah tertutup terhadap tingkat kelangsungan hidup benur udang windu (*Penaeus monodon*) PL 10.

| Sumber Keragaman | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|----------------|----|-------------|----------|---------|
| Antar Perlakuan | 4.589,00 | 4 | 1.147,25 | 3.344,02 | 0,000** |
| Dalam Perlakuan | 6,86 | 20 | 0,343 | – | – |
| Total | 4.595,86 | 24 | | | |

Keterangan: ** = berpengaruh sangat nyata (Sig. $< 0,05$)

Nilai signifikansi pada Tabel 4 sebesar 0,000 jauh berada di bawah nilai kritis $\alpha = 0,05$. Temuan ini membuktikan bahwa variasi tingkat salinitas memberikan dampak yang sangat nyata terhadap persentase kelangsungan hidup benur udang windu (*Penaeus monodon*). Hasil tersebut selaras dengan pendapat Jeny *et al.*. (2022) yang menegaskan bahwa salinitas merupakan variabel dominan penentu ketahanan hidup udang karena kaitannya yang langsung dengan kapasitas osmoregulasi. Untuk mengetahui perlakuan mana saja yang berbeda secara nyata, dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5% sebagaimana tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji lanjut Duncan taraf 5% pada rata-rata tingkat kelangsungan hidup benur udang windu (*Penaeus monodon*) PL 10 dengan salinitas berbeda pada transportasi sistem basah tertutup.

| Salinitas | N | Subset 1 | Subset 2 | Subset 3 | Subset 4 | Subset 5 |
|------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| A – 10 ppt | 5 | 63,78 | – | – | – | – |
| B – 15 ppt | 5 | – | 70,63 | – | – | – |
| C – 20 ppt | 5 | – | – | 84,74 | – | – |
| E – 30 ppt | 5 | – | – | – | 93,79 | – |
| D – 25 ppt | 5 | – | – | – | – | 99,64 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Keterangan: Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Tabel 5 memperlihatkan bahwa setiap perlakuan berada pada subset (kelompok) yang berbeda. Artinya, semua tingkat salinitas yang diuji menghasilkan TKH yang berbeda nyata satu sama lain, tidak ada yang setara.

Tingginya TKH pada salinitas 25 ppt (99,64%) disebabkan karena kondisi tersebut mendekati kisaran salinitas alami perairan payau tempat udang windu hidup. Pada salinitas ini, tekanan osmotik di luar tubuh hampir seimbang dengan cairan di dalam tubuh benur, sehingga benur tidak perlu mengeluarkan banyak energi untuk menyesuaikan keseimbangan air dan garam (osmoregulasi). Energi yang tersimpan ini kemudian digunakan untuk menjaga vitalitas sel dan daya tahan tubuh selama perjalanan (Syukri & Ilham, 2016).

Mekanisme bagaimana salinitas mempengaruhi kelangsungan hidup benur dapat dijelaskan melalui pendekatan bienergetik. Pada salinitas 25 ppt yang mendekati titik isosmotik, aktivitas enzim Na^+/K^+ -ATPase di insang berada pada level minimum, sehingga energi yang dihemat dapat dialokasikan untuk pemeliharaan integritas sel, respons imun, dan perbaikan jaringan akibat stres mekanik selama perjalanan. Sebaliknya, pada salinitas 10 ppt, benur menghadapi tekanan osmotik hiposmotik yang memaksa insang bekerja maksimal

menguras cadangan glikogen; kondisi ini diperparah oleh akumulasi CO₂ dan NH₃ dalam sistem tertutup yang turut menurunkan kapasitas dapar darah, sehingga mortalitas meningkat secara signifikan (Hussain et al., 2018; Supono, 2017).

Hasil penelitian ini konsisten dengan beberapa studi sebelumnya. Syukri & Ilham (2016) melaporkan bahwa benur udang windu stadia serupa mencapai kelangsungan hidup optimal pada salinitas 25–27 ppt, dengan pola penurunan TKH pada salinitas yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi. Hossain et al. (2016) mengkonfirmasi bahwa kisaran 20–30 ppt merupakan zona toleransi terbaik dengan performa tertinggi pada 25 ppt, berkaitan langsung dengan kondisi mendekati titik isosmotik plasma tubuh benur. Hussain et al. (2018) menunjukkan bahwa aktivitas Na⁺/K⁺-ATPase pada insang benur *Penaeus monodon* berada pada level terendah di salinitas 25 ppt, membuktikan secara biokimia bahwa beban osmoregulasi paling ringan pada salinitas tersebut. Saputra et al. (2021) juga menegaskan bahwa kualitas media, termasuk salinitas yang tepat, merupakan faktor lebih determinan terhadap TKH dibandingkan variabel teknis kemasan lainnya. Konsistensi temuan ini dengan berbagai studi terdahulu memperkuat validitas kesimpulan bahwa salinitas 25 ppt adalah kondisi optimal transportasi basah tertutup benur udang windu PL 10.

Sebaliknya, rendahnya TKH pada perlakuan A (10 ppt = 63,78%) dan B (15 ppt = 70,63%) terjadi karena pada salinitas rendah air dari luar tubuh masuk ke dalam tubuh benur secara berlebihan. Untuk melawan kondisi ini, benur harus terus-menerus memompa garam ke dalam tubuhnya melalui insang, yang membutuhkan energi sangat besar. Akibatnya, cadangan energi habis dan daya tahan benur melemah sehingga mortalitas meningkat (Supono, 2017). Adapun penurunan TKH pada perlakuan E (30 ppt = 93,79%) terjadi karena pada salinitas terlalu tinggi, air justru keluar dari tubuh benur sehingga benur mengalami dehidrasi. Kondisi ini juga menyulitkan proses pergantian cangkang (moulting) yang penting bagi pertumbuhan benur (Kasnir & Wanebo, 2023).

Parameter Kualitas Air

Selain TKH, kualitas air dalam setiap kemasan juga dipantau melalui pengukuran suhu, kadar oksigen terlarut (DO), dan derajat keasaman (pH), baik sebelum keberangkatan maupun setelah tiba di tujuan. Ketiga parameter ini penting untuk memastikan kondisi media tetap layak bagi benur selama perjalanan. Data hasil pengukuran disajikan pada Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8.

Suhu

Pengukuran suhu dilakukan pada setiap kantong plastik sebelum dan sesudah transportasi untuk mengetahui perubahan suhu media selama perjalanan. Data lengkap suhu per perlakuan dan ulangan tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengukuran rata-rata suhu awal dan suhu akhir pada benur udang windu selama transportasi sistem basah tertutup ($^{\circ}\text{C}$).

| Ulangan | A (10 ppt) Sblm/Ssdh | B (15 ppt) Sblm/Ssdh | C (20 ppt) Sblm/Ssdh | D (25 ppt) Sblm/Ssdh | E (30 ppt) Sblm/Ssdh |
|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 23,7 / 24,9 | 24,0 / 25,8 | 23,8 / 25,0 | 23,8 / 25,0 | 23,9 / 25,0 |
| 2 | 24,0 / 25,1 | 24,2 / 26,0 | 24,0 / 25,5 | 24,0 / 25,6 | 23,6 / 25,1 |
| 3 | 24,1 / 25,0 | 24,1 / 26,0 | 23,9 / 25,0 | 24,0 / 25,7 | 23,6 / 25,0 |
| 4 | 23,5 / 25,0 | 23,6 / 25,0 | 23,7 / 25,0 | 24,2 / 26,0 | 23,6 / 25,0 |
| 5 | 24,0 / 25,8 | 24,0 / 25,7 | 24,2 / 26,0 | 24,1 / 25,9 | 24,0 / 25,6 |
| Rata-rata | 23,86 / 25,16 | 23,98 / 25,70 | 23,92 / 25,30 | 24,02 / 25,64 | 23,74 / 25,14 |
| SD | 0,25 / 0,36 | 0,22 / 0,41 | 0,19 / 0,44 | 0,14 / 0,39 | 0,19 / 0,26 |

Keterangan: Sblm = Sebelum transportasi; Ssdh = Sesudah transportasi; SD = Standar

Deviasi

Karena pengemasan dilakukan pada pagi hari, suhu awal media berkisar antara 23,5–24,2 $^{\circ}\text{C}$, dengan rata-rata per perlakuan antara 23,74–24,02 $^{\circ}\text{C}$. Setelah perjalanan selesai, suhu sedikit naik menjadi 24,9–26,0 $^{\circ}\text{C}$, dengan rata-rata 25,14–25,70 $^{\circ}\text{C}$. Kenaikan suhu ini masih tergolong wajar dan tidak membahayakan benur, berkat penambahan es batu di luar kantong yang membantu menjaga kestabilan suhu sepanjang perjalanan. Hasil uji Levene menunjukkan nilai Sig. 0,667 (sebelum) dan 0,809 (sesudah), keduanya lebih besar dari $\alpha = 0,05$ sehingga data suhu bersifat homogen. Uji ANOVA menghasilkan nilai Sig. 0,262 (sebelum) dan 0,081 (sesudah) yang juga lebih besar dari $\alpha = 0,05$, artinya perbedaan salinitas antar perlakuan tidak memengaruhi suhu media secara nyata.

Meskipun suhu yang terukur sedikit di bawah kisaran optimal udang windu yaitu 26–32 $^{\circ}\text{C}$, kondisi tersebut masih dapat ditoleransi. Hussain *et al.* (2018) menjelaskan bahwa suhu yang terlalu rendah memperlambat metabolisme benur, sedangkan suhu di atas 35 $^{\circ}\text{C}$ dapat menimbulkan stres termal. Dengan demikian, penggunaan es batu terbukti efektif menjaga suhu tetap dalam batas aman selama transportasi.

Oksigen Terlarut (DO)

Kadar oksigen terlarut (DO) diukur sebagai indikator ketersediaan oksigen dalam kemasan selama perjalanan. Semakin lama transportasi berlangsung dalam sistem tertutup, oksigen akan berkurang karena dikonsumsi oleh benur untuk bernapas. Data lengkap DO per perlakuan tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengukuran rata-rata DO awal dan DO akhir pada benur udang windu selama transportasi sistem basah tertutup (mg/L).

| Ulangan | A (10 ppt) Sblm/Ssdh | B (15 ppt) Sblm/Ssdh | C (20 ppt) Sblm/Ssdh | D (25 ppt) Sblm/Ssdh | E (30 ppt) Sblm/Ssdh |
|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 7,5 / 5,9 | 7,9 / 6,4 | 8,0 / 6,6 | 8,0 / 6,5 | 7,7 / 6,2 |
| 2 | 7,6 / 6,0 | 8,0 / 6,5 | 7,8 / 6,0 | 8,0 / 6,6 | 7,8 / 6,3 |
| 3 | 8,0 / 6,5 | 7,8 / 6,2 | 7,7 / 6,1 | 7,8 / 6,3 | 7,9 / 6,4 |
| 4 | 7,9 / 6,3 | 7,9 / 6,5 | 7,9 / 6,4 | 7,9 / 6,4 | 8,0 / 6,5 |
| 5 | 7,9 / 6,5 | 8,0 / 6,5 | 7,9 / 6,5 | 7,8 / 6,3 | 7,8 / 6,3 |
| Rata-rata | 7,78 / 6,24 | 7,92 / 6,42 | 7,86 / 6,32 | 7,90 / 6,42 | 7,84 / 6,34 |
| SD | 0,21 / 0,27 | 0,08 / 0,13 | 0,11 / 0,25 | 0,10 / 0,13 | 0,11 / 0,11 |

Keterangan: Sblm = Sebelum transportasi; Ssdh = Sesudah transportasi; SD = Standar

Deviasi

Kadar oksigen terlarut sebelum pengiriman berada pada kisaran 7,5–8,0 mg/L dengan rata-rata per perlakuan antara 7,78 hingga 7,92 mg/L. Setelah benur tiba di tujuan, terjadi penurunan DO menjadi 5,9–6,6 mg/L dengan nilai rata-rata berkisar antara 6,24 sampai 6,42 mg/L. Penurunan ini merupakan hal yang wajar karena oksigen di dalam kemasan tertutup digunakan oleh benur untuk bernapas selama perjalanan. Meski turun, nilai DO akhir masih berada di atas 5 mg/L yang merupakan batas minimum kebutuhan udang windu (Munaeni *et al.*, 2023). Hasil uji Levene menunjukkan nilai Sig. 0,023 (sebelum) dan 0,019 (sesudah) $> \alpha = 0,05$ sehingga data DO homogen. Uji ANOVA menghasilkan Sig. 0,520 (sebelum) dan 0,573 (sesudah) $> \alpha = 0,05$, artinya perbedaan salinitas tidak berpengaruh nyata terhadap kadar DO. Hal ini menunjukkan bahwa pengisian oksigen murni dengan perbandingan air : oksigen = 1 : 2 berhasil mempertahankan kadar oksigen pada level yang aman bagi benur selama transportasi.

Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH atau derajat keasaman air diukur untuk memantau perubahan kondisi kimia media selama transportasi. pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mengganggu keseimbangan fisiologis benur. Data lengkap pH per perlakuan tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil pengukuran pH awal dan pH akhir pada benur udang windu selama transportasi sistem basah tertutup.

| Ulangan | A (10 ppt) Sblm/Ssdh | B (15 ppt) Sblm/Ssdh | C (20 ppt) Sblm/Ssdh | D (25 ppt) Sblm/Ssdh | E (30 ppt) Sblm/Ssdh |
|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 7,7 / 7,3 | 7,7 / 7,3 | 7,7 / 7,3 | 7,6 / 7,4 | 7,7 / 7,4 |
| 2 | 7,9 / 7,5 | 7,7 / 7,4 | 7,6 / 7,5 | 7,9 / 7,4 | 7,8 / 7,6 |
| 3 | 7,8 / 7,5 | 7,8 / 7,5 | 7,7 / 7,5 | 7,8 / 7,5 | 7,8 / 7,5 |
| 4 | 7,6 / 7,3 | 7,6 / 7,4 | 7,7 / 7,4 | 7,6 / 7,3 | 7,7 / 7,4 |
| 5 | 7,5 / 7,2 | 7,5 / 7,3 | 7,8 / 7,3 | 7,8 / 7,5 | 7,6 / 7,3 |
| Rata-rata | 7,70 / 7,36 | 7,66 / 7,38 | 7,70 / 7,40 | 7,74 / 7,42 | 7,72 / 7,44 |
| SD | 0,15 / 0,13 | 0,11 / 0,08 | 0,07 / 0,10 | 0,13 / 0,08 | 0,08 / 0,11 |

Keterangan: Sblm = Sebelum transportasi; Ssdh = Sesudah transportasi; SD = Standar

Deviasi

Nilai pH sebelum pengangkutan berada pada rentang 7,5 hingga 7,9, dengan rata-rata per perlakuan antara 7,66–7,74. Pasca transportasi, nilai pH mengalami penurunan ringan menjadi 7,2–7,6 dengan rata-rata berkisar antara 7,36 dan 7,44. Penurunan ini terjadi karena benur menghasilkan gas CO₂ selama bernapas di dalam kemasan tertutup, yang kemudian bereaksi dengan air dan membentuk senyawa yang bersifat sedikit asam. Hasil uji Levene menunjukkan nilai Sig. 0,217 (sebelum) dan 0,499 (sesudah) > $\alpha = 0,05$ sehingga data pH homogen. Uji ANOVA menghasilkan Sig. 0,859 (sebelum) dan 0,768 (sesudah) > $\alpha = 0,05$, artinya perbedaan salinitas tidak berpengaruh nyata terhadap pH.

Meskipun ada sampel yang mencapai pH 7,2, nilai tersebut masih dapat ditoleransi oleh benur, terutama karena parameter kualitas air lainnya dalam kondisi baik. Kisaran pH 7,5–8,5 merupakan kondisi ideal untuk udang windu (Munaeni *et al.*, 2023). Penambahan karbon aktif dalam kemasan membantu menyerap senyawa-senyawa berbahaya hasil metabolisme sehingga kualitas air tetap terjaga. Secara keseluruhan, ketiga parameter kualitas air yaitu suhu, DO, dan pH selama penelitian ini masih berada dalam batas yang layak dan tidak mengganggu kelangsungan hidup benur udang windu dalam transportasi sistem basah tertutup.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini mengkonfirmasi bahwa perbedaan kadar salinitas memberikan pengaruh sangat signifikan terhadap persentase kelangsungan hidup benur udang windu (*Penaeus monodon*) stadia PL 10 selama pengiriman dengan metode basah tertutup (Sig. = 0,000 < $\alpha = 0,05$), di mana setiap taraf salinitas yang diuji menghasilkan nilai TKH yang secara statistik berbeda satu sama lain. Perincian angka kelangsungan hidup pada setiap perlakuan

adalah sebagai berikut: salinitas 10 ppt (perlakuan A) sebesar 63,78%; salinitas 15 ppt (perlakuan B) mencapai 70,63%; salinitas 20 ppt (perlakuan C) sebesar 84,74%; salinitas 25 ppt (perlakuan D) mencapai nilai tertinggi 99,64%; serta salinitas 30 ppt (perlakuan E) sebesar 93,79%. Salinitas 25 ppt teridentifikasi sebagai kondisi paling optimal karena menghasilkan nilai kelangsungan hidup tertinggi, yang secara fisiologis dikaitkan dengan minimalnya beban osmoregulasi benur pada level tersebut. Seluruh variabel kualitas air yang dipantau selama penelitian, meliputi suhu (23,5–26,0°C), kadar oksigen terlarut (5,9–8,0 mg/L), dan nilai pH (7,2–7,9), tetap berada dalam batas yang layak dan tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap TKH benur.

Berdasarkan hasil penelitian ini, para pembudidaya dan distributor benur disarankan menggunakan salinitas 25 ppt saat melakukan pengiriman benur udang windu (*Penaeus monodon*) PL 10 dengan sistem basah tertutup, karena terbukti menghasilkan TKH tertinggi dan tingkat kematian terendah. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menguji efektivitas salinitas 25 ppt pada durasi perjalanan yang lebih lama, serta mengkaji kemungkinan penggunaan bahan penenang alami yang dikombinasikan dengan salinitas optimal agar distribusi benur udang windu secara komersial dapat lebih berhasil.

Secara teknis operasional, beberapa rekomendasi praktis bagi hatchery dan distributor benur udang windu antara lain: (1) Salinitas air hatchery disarankan disesuaikan secara bertahap ke 25 ppt minimal 24 jam sebelum pengiriman untuk menghindari syok osmotik saat pengemasan. (2) Pada penerimaan benur di tambak tujuan, lakukan aklimatisasi dengan memasukkan air tambak ke dalam kantong kemasan secara bertahap selama 15–30 menit sebelum benur dilepas, terutama bila terdapat perbedaan salinitas lebih dari 5 ppt antara media kemasan dan air tambak, guna mencegah syok osmotik pascatransportasi. (3) Untuk pengiriman dengan waktu tempuh lebih dari 5 jam, disarankan menggunakan cool box berpendingin aktif yang mempertahankan suhu 22–24°C untuk menekan laju metabolisme benur dan memperpanjang ketersediaan oksigen. (4) Dosis karbon aktif perlu disesuaikan secara proporsional terhadap kepadatan benur per liter untuk memastikan efektivitasnya menyerap amonia selama durasi transportasi yang berbeda-beda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Achmad Kusyairi, M.Si dan Ibu Ir. Sri Oetami Madyowati, M.Kes selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan naskah ini. Terima kasih juga disampaikan kepada pengelola unit pembenihan (hatchery) di

Desa Pabean, Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo yang telah menyediakan hewan uji dalam penelitian ini. Artikel ini merupakan bagian dari skripsi yang disusun oleh penulis pertama di Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Teknologi Pangan dan Perikanan, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya.

DAFTAR REFERENSI

- Ainul, K. I. K., & Susanti. (2021). Pengaruh pengetahuan perpajakan, sosialisasi, dan penerapan sistem E-Filling terhadap kepatuhan wajib pajak orang pribadi. *Jurnal Pendidikan Ekonomi: Ilmu Pendidikan, Ekonomi, Dan Sosial*, 15(1), 98-110.
- Amalda Putra, A., Marsono, S., & Adi Unggul Brirawa Surakarta, S. (2020). Pengaruh penerapan sistem online pajak (E-Registration, E-Filing, dan E-Billing) terhadap tingkat kepatuhan wajib pajak orang pribadi: (Studi kasus Kantor Pelayanan Pajak Pratama Surakarta). *Jurnal Akuntansi*, 7(1), 45-55. <https://doi.org/10.38156/akuntansi.v1i1.28>
- Asep Nugraha. (2020). *Peraturan Direktorat Jenderal Pajak Nomor PER-20/PJ/2013: Sistem E-registration*. Direktorat Jenderal Pajak.
- Direktorat Jenderal Pajak. (2014). *Peraturan Direktorat Jenderal Pajak Nomor PER-26/PJ/2014: Sistem Billing*. Direktorat Jenderal Pajak.
- Direktorat Jenderal Pajak. (2017). *Manfaat E-Billing: Sistem pembayaran lebih mudah dan akurat*. Laporan Direktorat Jenderal Pajak.
- Husnurrosyidah, & Suhadi. (2017). Pengaruh E-Registration, E-Filing, dan E-Billing terhadap kepatuhan wajib pajak. *Jurnal Ilmu Perpajakan*, 12(3), 45-53.
- I Wayan Mei Soma Eka Pratama, A. Y., & Sudiartana, I. M. (2019). Pengaruh penerapan sistem E-Filing dan E-Billing terhadap kepatuhan wajib pajak dengan pemahaman internet sebagai variabel moderasi pada KPP Pratama Gianyar. *Jurnal Sains, Akuntansi Dan Manajemen (JSAM)*, 1(4), 449-488.
- Kementerian Keuangan. (2019). *Peningkatan penerimaan pajak dan kemandirian pembangunan negara*. Kementerian Keuangan Republik Indonesia.
- Maulana, J. (2021). Pengaruh penerapan sistem E-Filing terhadap kepatuhan wajib pajak orang pribadi: Studi kasus pada pegawai di lingkungan Politeknik Pos Indonesia. *Jurnal Revenue*, 01(02). <https://doi.org/10.46306/rev.v1i2>
- Muliyani, S., & Fidiana, F. (2021). Pengaruh penggunaan E-Registration, E-Billing, dan E-Filing dalam pendekatan Technology Acceptance Model (TAM). *Jurnal Ilmu Dan Riset Akuntansi*, 10(5), 1-20.
- Nugraha, A., Rahmat, D., Hendayani, E., Ramadhan, H., & Triseptiani, Y. (2020). Implementasi Peraturan Direktur Jenderal Pajak Nomor PER-24/PJ/2012 tentang tata cara pembuatan faktur pajak: Studi kasus pada wajib pajak industri tekstil di Kantor Wilayah DJP Jawa Barat I. *Jurnal Ilmu Administrasi*, 11(2). <https://doi.org/10.23969/kebijakan.v11i2.2903>
- Nursyahputri, S. R., & Saragih, H. R. (2019). Pengaruh pelatihan terhadap prestasi kerja karyawan pada unit HCBP PT Telekomunikasi Indonesia (Tbk). *Jurnal Ecodemica*, 3(2). <https://doi.org/10.31311/jeco.v3i2.6059>

- Ramdani. (2019). E-Registration, E-Filing, dan E-Billing: Pengaruh terhadap kepatuhan wajib pajak. *Jurnal Administrasi Pajak Indonesia*, 9(2), 56-64. <https://doi.org/10.31334/trans.v9i1.83>
- Resmi, S. (2019). *Tata cara pemungutan pajak di Indonesia*. Salemba Empat.
- Safitri, D. N., & Sari, A. F. K. (2021). Pengaruh penerapan E-Registration, E-Filing dan E-Billing terhadap tingkat kepatuhan wajib pajak orang pribadi di Kota Malang 2021. *E-JRA Vol. 10 No. 11 Agustus 2021 Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Islam Malang*, 10(11), 104-118.
- Saripah, A., Antasari, D., & Inriani, R. (2016). Koefisien determinasi dalam model regresi linear. *Jurnal Statistik Terapan Indonesia*, 5(3), 87-93.
- Setiawan, D., Kurniawan, B., & Payamta, P. (2018). Dampak penggunaan E-Filing terhadap kepatuhan wajib pajak: Peran perilaku wajib pajak sebagai variabel mediasi. *Jurnal Akuntansi & Auditing Indonesia*, 22(1), 12-24. <https://doi.org/10.20885/jaai.vol22.iss1.art2>
- Tjarka, H., & Salma. (2019). *Perpajakan: Teori dan aplikasi*. PT. Gramedia.
- Wahyuni, N., Kurnia, P., & Faradisty, D. A. (2020). Analisa pengaruh penerapan E-System perpajakan dan kebijakan perpajakan terhadap kepatuhan wajib pajak badan: Studi di KPP Pratama Bangkinang. *Jurnal Akuntansi Keuangan Dan Bisnis*, 13(2), 88-97. <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jakb/> <https://doi.org/10.35143/jakb.v13i2.3835>