

KAJIAN PENGGUNAAN MATEMATIKA DALAM BIDANG PERIKANAN

AMINULLAH¹⁾, SITI SOLIHUN²⁾, NI KADEK PUJI ASTUTI³⁾

^{1,3)}Universitas 45 Mataram

²⁾SMAIT Anak Sholeh Mataram

¹⁾aminullahmtk@gmail.com, ²⁾sitisolihun95@gmail.com, ³⁾puji.adex92@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji penggunaan matematika dalam bidang perikanan. Penelitian kajian pustaka ini mengkaji artikel ilmiah atau jurnal penelitian yang terdiri dari 7 jurnal nasional dan 5 jurnal internasional. Kajian terbatas pada pengambilan hasil penelitian terdahulu yang mencakup hasil-hasil yang berkaitan dengan penggunaan matematika dalam bidang perikanan. Hasil kajian menunjukkan bahwa matematika dalam bidang perikanan terbukti banyak digunakan, baik dalam penggunaan matematika pada hal mendasar atau kebiasaan yang sudah membudaya (etnomatematika) seperti menghitung jumlah ikan, menghitung pakan, menghitung luasan kolam, perhitungan jual beli, menimbang bibit dan pakan serta memprediksi jadwal panen dan lainnya. Penggunaan matematika yang lebih khusus misalnya etnomatematika pada proses budi daya oleh pembudidaya udang Indramayu, *application of mathematical modeling to determine the growth in weight of a fish species*, konstruksi dan analisis dinamik model matematika sistem penangkapan ikan (studi kasus pelabuhan perikanan Nusantara Brondong), *mathematics as a tool for efficient fishery management and economic growth in Gashua*, aplikasi kontrol optimum pada model pemanenan ikan di zona noncadangan dengan mempertimbangkan zona cadangan, *mathematical modeling applied to renewable fishery management*, model matematika predator-prey perikanan pada ekosistem perairan tercemar, *mathematical modeling applied to sustainable management of marine resources*, produksi perikanan tangkap laut, curah hujan, dan suhu permukaan laut dengan model vector autoregressive (VAR), model matematika pemanenan ikan dengan kebijakan panen selektif, dan model matematika *least square method* (metode kuadrat terkecil) pada bentuk badan kapal ikan

Kata kunci: matematika, perikanan

ABSTRACT

The purpose of this research is to examine the use of mathematics in the field of fisheries. This literature review research examines scientific articles or research journals consisting of 7 national journals and 5 international journals. The study is limited to taking the results of previous research which includes results related to the use of mathematics in the field of fisheries. The results of the study show that mathematics in the field of fisheries is proven to be widely used, both in the use of mathematics on basic matters or entrenched habits (ethnomathematics) such as counting the number of fish, calculating feed, calculating the area of ponds, calculating buying and selling, weighing seeds and feed and predicting schedules. harvest and others. The use of more specific mathematics, for example ethnomathematics in the cultivation process by Indramayu shrimp cultivators, application of mathematical modeling to determine the growth in weight of a fish species, construction and dynamic analysis of mathematical models of fishing systems (a case study of the Nusantara Brondong fishing port), mathematics as a tool for efficient fisheries management and economic growth in Gashua, application of optimum control on fish harvesting models in non-reserved zones taking into account reserve zones, mathematical modeling applied to renewable fisheries management, mathematical modeling of predator-prey fisheries in polluted water ecosystems, mathematical modeling applied to sustainable management of marine resources, marine capture fisheries production, rainfall, and sea surface temperature with vector autoregressive (VAR) models, mathematical models of fish harvesting with selective harvest policies, and least square method mathematical models (least square method) on body shape fishing boat

Keywords: mathematics, fishery

PENDAHULUAN

Mendikbud (2014: 325) menyebutkan bahwa matematika merupakan ilmu universal yang berguna bagi kehidupan manusia dan juga mendasari perkembangan teknologi modern, serta mempunyai peran penting dalam berbagai disiplin ilmu dan memajukan daya pikir manusia. NCTM (2000: 5) mengemukakan bahwa kompetensi matematika membuka pintu untuk masa depan yang produktif. Jadi, tidak dapat dipungkiri bahwa matematika merupakan mata pelajaran yang sangat penting untuk dipelajari dan berperan dalam pendidikan.

Matematika merupakan mata pelajaran atau mata kuliah yang dipelajari dan ada pada kurikulum semua program studi sains, eksak, dan bahkan ada pada beberapa program studi ilmu sosial seperti ekonomi, pemerintahan, komunikasi dan lainnya. Matematika dapat dikatakan terlibat dalam semua bidang ilmu karna mempelajari tentang cara berpikir logis atau menalar, misalnya materi logika dan bahkan dasar perhitungan dipelajari di matematika, sehingga matematika juga dipakai dalam bidang perikanan. Syahrir & Susilawati, (2015) menyatakan bahwa matematika merupakan ilmu universal yang mendasari perkembangan teknologi *modern* yang mempunyai peranan penting dalam berbagai disiplin ilmu dan memajukan daya pikir manusia

Chambers (2008: 9) mengemukakan bahwa *“mathematics is a study of pattern, relationship, and rich interconnected ideas (the purist view). It is also a tool for solving problems in a wide range of context (the utilitarian view). Mathematical language is a wonderful way of communicating ideas, which work across international boundaries, and is not subject to individual interpretations of meaning”*. Adams & Hamm (2010: 67) juga menyatakan *“mathematics is the science of number and their operations, interrelations, combinations, abstractions, and space configurations. The study of abstract structure is central to math. Also, structure, measurement, estimation, generalization, and probability play a role in math-based inquiry”*. Herawaty dkk (2019) mengungkapkan, *“Realistic and based on local culture is higher than students taught conventionally for students who learn through a scientific approach”*.

Penelitian mengenai etnomatematika pada proses menghitung benih udang sebelumnya telah dilakukan oleh peneliti lain, seperti penelitian yang dilakukan kepada masyarakat tradisional Kampung Naga yang telah menggunakan konsep kelipatan untuk mempermudah perhitungan (Muzdalipah & Yulianto, 2018)

Hariastuti (2017) juga mengungkapkan, *“Etnomatematika merupakan suatu bidang yang mempelajari cara-cara yang dilakukan manusia dari budaya yang berbeda dalam memahami, melafalkan dan menggunakan konsep dari budayanya yang berhubungan dengan matematika. Sehingga dalam etnomatematika dapat dikaji bagaimana cara orang memahami, mengekspresikan dan menggunakan konsep-konsep budaya yang digambarkan secara matematis”*.

Beberapa penelitian yang mengembangkan etnomatematika dalam keseharian manusia ditemukan pada penelitian-penelitian terdahulu, seperti halnya penelitian internasional menerangkan suku Aborigin yang memiliki bahasa bilangan sendiri (Barta & Shockey, 2006) , kemudian bagaimana tabuhan drum suku Afrika mengandung konsep algoritma aljabar (Sharp & Stevens, 2007), dan suku di Papua Nugini mampu memanfaatkan konsep geometri untuk mengonstruksi jembatan dan motif-motif ukiran yang simetris (Owens, 2012).

Penelitian mengenai etnomatematika pada proses menghitung benih udang sebelumnya telah dilakukan oleh peneliti lain, seperti penelitian yang dilakukan kepada masyarakat tradisional Kampung Naga yang telah menggunakan konsep kelipatan untuk mempermudah perhitungan (Muzdalipah & Yulianto, 2018)

Kegiatan penangkapan dan pembudidayaan ikan telah berlangsung ribuan bahkan puluhan ribu tahun yang lalu. Dengan demikian, kegiatan perikanan merupakan proses pembelajaran kolektif dalam kurun waktu yang cukup lama (Fuji, 2010).

Perikanan telah menjadi aspek yang tak terpisahkan dari sejarah peradaban manusia sejak zaman prasejarah, zaman batu, hingga zaman modern. Sejak zaman manusia purba (*Homo Erectus* dan *Australophiticus*) ikan telah menjadi salah satu bahan makanan manusia-manusia purba tersebut. Pada zaman batu sekitar 5000 tahun yang lalu, penemuan arkeologi di gua Skipshelleren, Norwegia menemukan adanya “desa nelayan” pertama. Perikanan menjadi masyarakat setempat untuk memanfaatkan ikan sebagai sumber pangan. Pada fase selanjutnya, perikanan juga telah dilakukan pada masa kekaisaran Romawi kuno, Mesir kuno, dan peradaban Cina (Fuji, 2010). Abad modern ini, kegiatan perikanan semakin berkembang dari sekedar urusan ekonomi lokal menjadi kegiatan ekonomi global yang menghasilkan miliaran dolar. Saat ini hasil perikanan telah mengarah pada produk bernilai tambah. Sebagai contoh pada tahun 2012, neraca perdagangan menunjukkan bahwa dari sektor perikanan, Indonesia surplus USD 3,52 miliar atau 81,11% dari total transaksi perdagangan ekspor impor (Hendriyana, 2013).

Selama beberapa dekade terakhir telah dilakukan beberapa penelitian mengenai sumber daya perikanan. Kitabatake (1982) mengembangkan model dinamik untuk sumber daya perikanan tentang hubungan mangsa-pemangsa berdasarkan data amatan dari Danau Kasumigaura di Jepang. Ragozin dan Brown (1985) mempelajari kebijakan penangkapan yang optimal untuk sistem mangsa-pemangsa. Mangsa tidak memiliki nilai jual dan pemangsa ditangkap secara selektif. Chaudhuri (1986) mengusulkan sebuah model untuk mempelajari penangkapan gabungan pada dua spesies *competing fish*. Chaudhuri juga berhasil menunjukkan kesetimbangan

bionomik di area yang ikannya boleh ditangkap dan berhasil menunjukkan adanya kemungkinan terjadinya kepunahan pada salah satu spesies ikan tersebut (Dubey *et al.* 2003).

Penggunaan matematika dalam kehidupan sehari-hari yang menjadi kebiasaan berdasarkan budaya atau lingkungan dapat dikatakan sebagai etnomatematika. Etnomatematika lebih identik dengan penggunaan matematika yang membudaya secara tradisional, namun akibat kemajuan teknologi sehingga penggunaan matematika secara modern di kembangkan untuk diterapkan dalam berbagai bidang kehidupan khususnya di dunia perikanan. Kemajuan berpikir dengan banyaknya percobaan atau *research* yang dilakukan oleh para peneliti terkait penggunaan matematika dalam bidang perikanan perlu di inventaris dalam satu penelitian, sehingga mudah ditemukan sebagai sebuah refrensi atau acuan.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu “bagaimana penggunaan matematika dalam bidang perikanan?”.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji penggunaan matematika dalam bidang perikanan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kajian pustaka. Penelitian kajian pustaka adalah hasil analisa berbagai informasi konseptual serta data-data kualitatif maupun kuantitatif dari berbagai artikel ilmiah yang terpublikasi sebelumnya. Artikel ilmiah atau jurnal yang dikaji dalam penelitian ini terdiri dari jurnal nasional dan jurnal internasional minimal jurnal yang diakui atau memiliki ISSN, ISBN atau artikel yang sudah diseminarkan. Penelitian ini mengkaji 12 artikel ilmiah yang terdiri dari 5 jurnal internasional dan 7 jurnal nasional. Kajian terbatas pada pengambilan hasil penelitian terdahulu yang mencakup hasil-hasil yang berkaitan dengan penggunaan matematika dalam bidang perikanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian dalam penelitian ini mengenai penggunaan matematika dalam bidang perikanan. Secara umum matematika pasti dipakai dalam semua bidang ilmu khususnya bidang ilmu yang berkaitan dengan budidaya karna akan mengarah kepada proses jual beli atau nilai ekonomis. Ketika aktifitas melibatkan proses jual beli, atau perhitungan untung rugi, maka akan menggunakan matematika. Penelitian ini lebih mengkaji penggunaan matematika dalam bidang perikanan dengan menjadikan matematika sebagai variabel utama pada penerapannya. Kajian terbatas pada pengambilan hasil penelitian terdahulu yang mencakup hasil-hasil yang berkaitan dengan penggunaan matematika dalam bidang perikanan.

1. Mathematics And Fisheries: Match Or Mismatch?

Research conducted by Jon T. Schnute in 2005. Mathematics plays a major role in contemporary fisheries management. Stock assessments often depend on elaborate models used to set catch levels and address other policy objectives. In recent years, the collapse of various important fish stocks has caused some critics to suggest that mathematical models actually obscure the truth by narrowing scientific understanding to the realm of quantifiable events. In the words of one fisherman, “Mathematics has hijacked the definition and position of real science.” In this paper, I present a number of typical fishery models, examine their limitations, discuss controversies about their use, and explore possible alternatives. I draw on examples from economics and investment theory to illustrate the problem of making credible predictions about an uncertain future. The constraints of the real world, where people care deeply about policy consequences, have altered my scientific perspective as an applied mathematician (Schnute, 2005).

Sebelum menjabarkan lebih jauh mengenai penggunaan matematika dalam bidang perikanan, terlebih dahulu dilihat apakah matematika dan perikanan itu cocok atau tidak. Tentu setelah melihat hasil penelitian atau kajian dalam penelitian ini dapat disimpulkan kecocokannya.

2. Etnomatematika pada Proses Budi Daya oleh Pembudidaya Udang Indramayu

Penelitian yang dilakukan oleh Tri Koriah, Nandang & Mellawaty tahun 2021. Matematika yang tumbuh dan berkembang dari budaya masyarakat disebut etnomatematika. Etnomatematika menjadikan matematika menjadi realistik, karena dikembangkan sesuai dengan kebiasaan masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah untuk menggali etnomatematika pada proses budi daya dan teknik menghitung benih udang oleh pembudidaya. Penelitian ini

merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan etnografi. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah human instrument, peneliti berhubungan langsung dengan narasumber penelitian dan berperan sebagai pengumpul data melalui pengumpulan data pustaka, observasi, wawancara, dan dokumentasi. Subyek penelitian satu observer dan tiga narasumber, yaitu pemasok benih udang, pemilik kolam tambak udang pembesaran, dan pekerja tambak udang. Teknik analisis data dilakukan dengan reduksi data, penyajian data, analisis, verifikasi data, serta keabsahan data yang dipaparkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat konsep-konsep matematika yang ditemukan dalam proses budi daya untuk menentukan banyak benih udang yang ditebar, menentukan banyak pakan yang diberikan, menjumlahkan setiap benih yang dimasukkan kedalam kantong, menghitung banyak benih udang dan mengalikannya dengan banyak kantong yang dibeli petani tambak. Selain itu, pembudidaya telah mengaplikasikan matematika dalam menentukan luas yang digunakan untuk menebar benih, menyesuaikan banyak benih yang ditebar dalam kolam, menentukan volume air pada kolam juga mempresentasikan hasil penjualan. Konsep-konsep matematika yang muncul dalam proses budi daya ini adalah Teori Bilangan, Geometri, dan Statistik (Koriah, Nandang & Mellawaty, 2021).

Penggunaan matematika pada dasarnya sudah diterapkan dalam bidang perikanan tanpa disadari dan sudah membudaya atau menjadi kebiasaan, sehingga tidak terasa bahwa itu ada penggunaan matematika, misalnya saat menghitung benih, menghitung pakan, menentukan jumlah hari atau jadwal panen, luasan kolam atau tambak, menentukan volume air, dan lainnya yang bersifat standar.

3. Application of Mathematical Modeling to Determine the Growth in Weight of a Fish Species

Penelitian yang dilakukan oleh K. W. Bunonyo, P. Z. Awomi & U. C. Amadi pada tahun 2022. *The quantity and quality of food available, temperature, oxygen, and other water quality factors are all important factors in fish growth. Every animal grows in length and weight throughout its life, establishing a standard relationship (length-weight relationship). The length-weight relationship is a standard method used in fishery assessment studies because it provides useful information about fish growth. The length-weight relationship connects mathematics and the evaluation of variation between the two variables, length and weight. In this research, we have developed a mathematical model to predict the weight variation of fish species over a period, given a constant supply of adequate food under necessary conditions. The developed Bernoulli mathematical model was solved directly, and the function was coded using Wolfram Mathematica, version 12, where the energy supplied by the food and the surface area of the fish, and the energy used by the fish seeking food and its weight were investigated. In conclusion, this research is very useful for scientists and fisheries in managing and producing healthy fish for human consumption* (Bunonyo, Awomi & Amadi).

Penelitian yang dilakukan oleh K. W. Bunonyo, P. Z. Awomi & U. C. Amadi yaitu mengembangkan model matematis untuk memprediksi variasi berat spesies ikan selama periode tertentu, mengingat pasokan makanan yang cukup secara konstan dalam kondisi yang diperlukan. Model matematika Bernoulli yang dikembangkan diselesaikan secara langsung, dan fungsinya dikodekan menggunakan *Wolfram Mathematica*, versi 12, di mana energi yang disediakan oleh makanan dan luas permukaan ikan, dan energi yang digunakan oleh ikan untuk mencari makanan dan beratnya diselidiki.

Salah satu hasil penelitian yang dikemukakan mengungkapkan bahwa Hubungan panjang-berat adalah hubungan antara matematika dan evaluasi variasi dalam dua variabel, panjang dan berat. Ketika panjang ikan diketahui, hubungan panjang-berat dapat digunakan untuk menghitung biomassa sampel ikan.

4. Konstruksi dan Analisis Dinamik Model Matematika Sistem Penangkapan Ikan (Studi Kasus Pelabuhan Perikanan Nusantara Brondong)

Penelitian yang dilakukan oleh Nailul Izzati & Imamatul Ummah tahun 2018. Penelitiannya bertujuan untuk mengkonstruksi model matematika sistem penangkapan ikan yang mengacu pada kondisi Pelabuhan Perikanan Nusantara Brondong Kabupaten Lamongan. Model matematika yang telah dikonstruksi kemudian dianalisis kestabilannya dengan menggunakan kriteria Routh-Hurwitz. Analisis kestabilan menunjukkan bahwa model matematika yang dikonstruksi memiliki tiga titik kesetimbangan, yaitu titik kesetimbangan trivial, titik kesetimbangan tanpa penangkapan ikan dan titik kesetimbangan bioekonomis. Ketiga titik kesetimbangan yang diperoleh bersifat stabil bersyarat. Simulasi numerik menunjukkan bahwa tanpa tindakan penangkapan, populasi ikan dapat menjadi tidak seimbang, sedangkan penangkapan ikan yang tidak terkondisikan, yakni yang tidak memenuhi syarat kestabilan titik kesetimbangan bioekonomis, dapat mengakibatkan kepunahan ikan (Izzati & Ummah, 2018).

Hasil penelitian yang dikemukakan oleh Nailul Izzati & Imamatul Ummah diantaranya mengatakan bahwa sistem penangkapan ikan dengan mempertimbangkan interaksi predator-prey bertingkat dan pendapatan nelayan dapat dimodelkan secara matematis. Model matematika yang dibangun mempunyai tiga titik kesetimbangan, yaitu titik kesetimbangan trivial, titik kesetimbangan tanpa adanya penangkapan ikan dan titik kesetimbangan bioekonomis. Ketiga titik kesetimbangan bersifat stabil bersyarat

5. Mathematics as a Tool for Efficient Fishery Management and Economic Growth in Gashua, Yobe State, Nigeria

Research conducted by Anthony Anya Okeke¹, Ahmed Dauda Abubakar, Jerimiah Jerry Gambo, & Phidelia Ramatu Waziri-Ugwu in 2020. In this research, we propose the use of mathematical models in determining harvesting strategies for fish farming. The work considered three logistic growth models, namely constant harvesting, periodic harvesting, and proportional harvesting model. For each of the scheme, it is estimated the optimal amount of fish harvested to protect the population from extinction. The data for this work are obtained from fish owners of selected pond in Bade (Gashua). Although, fish farming has been commercialized in Bade but there is little or no literature available in studying fish harvesting strategies. The Logistic model is appropriate for population growth of fishes when overcrowding and competition for the resource are taken into consideration. The objectives of the study were to estimate the highest continuing yield from fish harvesting strategies implemented. We compare the results obtained between the three strategies and observed the best harvesting strategy for the selected fish farm is periodic (seasonal) harvesting. The periodic harvesting strategy optimizes the harvest while maintaining stable the population of fish if the harvesting is lower or equal with the bifurcation point. Our findings can assist fish farmers in Bade, Yobe State, North East Nigeria, to increase fish supply to meet its demand and positively affect the economic growth of the area (Okeke¹, Abubakar, Gambo, & Waziri-Ugwu, 2020).

Pengembangan strategi penangkapan ikan yang tepat dapat mengendalikan permintaan pasar. Pasokan ikan tidak dapat mengendalikan kebutuhan pasar yang dilakukan dengan sistem panen tradisional atau tinggal tankap. Panen ikan harus mempertimbangan jumlah populasi ikan dan kebutuhan penduduk atau kebutuhan pasar untuk komersial. Jadi strategi matematika sebagai alat untuk pengelolaan perikanan yang efisien untuk pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu alternative yang efektif.

6. Aplikasi Kontrol Optimum Pada Model Pemanenan Ikan Di Zona Noncadangan Dengan Mempertimbangkan Zona Cadangan

Penelitian yang dilakukan oleh R. Nurbayan, T. Bakhtiar & A. Kusnanto tahun 2014. Tulisannya membahas analisa model matematika tentang sistem dinamika sumber daya perikanan pada suatu wilayah perairan. Wilayah perairan yang dipertimbangkan terdiri dari dua zona: zona noncadangan (ikannya boleh ditangkap) dan zona cadangan (ikannya tidak boleh ditangkap), di mana kepadatan populasi ikan di masing-masing zona dinyatakan dalam bentuk persamaan diferensial taklinear. Berdasarkan model tersebut, ingin diketahui bagaimana kebijakan penangkapan ikan yang optimal. Oleh karena itu, sebuah kebijakan penangkapan ikan yang optimal telah dianalisis menggunakan prinsip maksimum Pontryagin. Suatu contoh ilustratif telah diberikan dengan mempertimbangkan studi kasus penangkapan *Sardinella lemuru* di Selat Bali. Simulasi numerik tersebut memberikan informasi bahwa secara umum model dapat menggambarkan dinamika populasi ikan yang mempertimbangkan dua zona di atas (Nurbayan, Bakhtiar & Kusnanto, 2014).

Aplikasi matematika secara numerik menggunakan metode Runge-Kutta dapat menjadi solusi populasi ikan di zona noncadangan dan di zona. Melalui simulasi numerik, solusi ditentukan pada dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kondisi model tanpa pemanenan dan kondisi model dengan pemanenan.

7. Mathematical modeling applied to renewable fishery management

Research conducted by Mst. Reshma Khatun & Md. Haider Ali Biswas in 2019. Nowadays, controlling dynamics of renewable resources such as fishery and forestry is the major environmental challenge. In this regard, this research study was aimed to find the facile tool by using mathematical modeling to study and monitor the dynamics of the system consisting of two regions: one is reserved region and the other is unreserved region. Holling type II functional response is considered to formulate the model. The boundedness of the solution of the model is discussed. The model has been analyzed by finding the existence of equilibrium points and also the conditions of stability and instability of the system has been derived. Finally, the reliability of the analytical model was confirmed with the numerical simulations (Reshma Khatun & Biswas, 2019).

Penerapan pemodelan matematika pada pengelolaan perikanan terbarukan memperoleh hasil yang positif karena dapat memaksimalkan hasil produksi, khususnya dalam penelitian tersebut digunakan pada produksi udang.

8. Analisis Model Matematika Predator-Prey Perikanan Pada Ekosistem Perairan Tercemar

Penelitian yang dilakukan oleh Stefanny Pratiwi, Yuki Novia Nasution & Moh Nurul Huda tahun 2022. Penelitian ini membahas analisis dinamik model *predator-prey* perikanan pada lingkungan perairan tercemar. Analisis dinamik yang dilakukan meliputi penentuan titik kesetimbangan, syarat eksistensi titik kesetimbangan, dan analisis kestabilan pada titik kesetimbangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa model *predator-prey* memiliki empat titik kesetimbangan, yaitu titik kesetimbangan P_1 atau trivial, titik kesetimbangan P_2 ketika populasi predator punah, titik kesetimbangan P_3 ketika populasi *prey* punah, dan titik kesetimbangan interior atau P_4 . Titik

kesetimbangan P_1 selalu eksis, sedangkan titik kesetimbangan P_2 , P_3 , dan P_4 eksis dengan beberapa syarat eksistensi, yaitu P_2 eksis dengan syarat $\sigma > \varepsilon$, P_3 eksis dengan syarat $1/4\delta + 1 > \beta$, dan P_4 eksis dengan syarat $b^2 > 4ac$. Pada titik kesetimbangan yaitu titik kesetimbangan P_1 , P_2 , P_3 , dan P_4 bersifat stabil asimtotik lokal dengan beberapa syarat kestabilan. Hasil simulasi numerik yang dilakukan mendukung hasil analisis dinamik yang diperoleh (Pratiwi, Nasution & Huda, 2022).

Model matematika *predator-prey* perikanan yang dianalisis pada ekosistem perairan tercemar sesuai dengan simulasi numerik yang dilakukan.

9. Mathematical Modeling Applied to Sustainable Management of Marine Resources

Research conducted by Md. Haider Ali Biswasa, Md Rajib Hossaina & Mitun Kumar Mondala in 2016. In this work, we formulate and study a nonlinear mathematical model of fishery management to understand the dynamics of a fishery resource system in an aquatic environment that consists of two zones; one is free fishing zone and another is reserve zone where fishing is strictly prohibited. We have analyzed the model by finding the existence of equilibrium points: biological and bionomic, dynamical behavior of equilibrium points and also derived the conditions of stability and instability of the system. The behavior of this dynamical model of marine fishery management has been illustrated by the numerical simulations to establish the presented analytical results (Biswasa, Hossaina & Mondala, 2016).

Pemodelan matematika yang diterapkan pada pengelolaan sumber daya kelautan berkelanjutan dapat dimanfaatkan berdasar temuan penelitian tersebut. Hasilnya juga mengatakan bahwa telah menemukan keberadaan ekuilibrium dan secara global stabil dan tidak stabil secara asimtotik. Sehingga simulasi numerik produksi ikan dengan representasi grafis dengan nilai parameter yang berbeda telah diperoleh.

10. Analisis Hubungan Produksi Perikanan Tangkap Laut, Curah Hujan, dan Suhu Permukaan Laut dengan Model Vector Autoregressive (VAR)

Penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan Lenggu Ramli, I Wayan Sumarjaya, & Kartika Sari tahun 2019. Penelitiannya bertujuan untuk menganalisis hubungan antara produksi perikanan tangkap laut, suhu permukaan laut dan curah hujan di NTT berdasarkan data time series dengan menggunakan model vektor autoregresif (VAR). Hasil penelitian ini: (i) model VAR terbaik untuk peramalan perikanan tangkap laut, curah hujan, dan suhu permukaan laut adalah model VAR orde dua (VAR (2)), (ii) berdasarkan kriteria peramalan MAPE, VAR model yang diperoleh tergolong peramalan yang baik untuk variabel produksi perikanan tangkap, dan suhu permukaan laut, sedangkan untuk peramalan curah hujan kurang akurat, (iii) suhu permukaan laut berpengaruh signifikan terhadap produksi perikanan tangkap dan curah hujan di NTT (Ramli, Sumarjaya, & Sari, 2019).

Penggunaan matematika, khususnya model Vector Autoregressive (VAR) dikatakan sebagai model terbaik untuk peramalan perikanan tangkap laut, baik untuk peramalan variabel produksi perikanan tangkap, dan suhu permukaan laut.

11. Model Matematika Pemanenan Ikan dengan Kebijakan Panen Selektif

Penelitian yang dilakukan oleh Lisa Risfana Sari tahun 2020. Pengelolaan sumber daya perikanan termasuk sebagai aspek penting yang dipertimbangkan oleh negara maritim. Kelimpahan sumber daya ikan dapat dipertahankan dengan strategi penangkapan ikan yang tepat, salah satunya adalah kebijakan panen selektif. Dalam studi ini, dinamika kepadatan populasi ikan dipelajari menggunakan model predator-prey yang dimodifikasi. Proses panen selektif yang memperhitungkan usia atau ukuran ikan siap panen dinyatakan sebagai penundaan waktu dalam proses panen. Analisis model dilakukan dengan menentukan titik kesetimbangan model dan stabilitas titik keseimbangan model. Ada empat titik keseimbangan model, yang mewakili kondisi trivial, kepunahan prey, kepunahan predator, dan eksistensi predator-prey. Perilaku dinamis model diilustrasikan melalui simulasi numerik dengan beberapa skenario. Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa waktu tunda mempengaruhi stabilitas beberapa titik setimbang, sehingga menghasilkan dinamika populasi yang lebih beragam (Sari, 2020).

Model matematika pemanenan ikan dengan kebijakan panen selektif merupakan salah satu alternatif menjaga stok ikan atau eksploitasi sumber daya ikan, meskipun model ini masih memiliki kekurangan, misalnya analisis stabilitas global dari keseimbangan belum dipelajari dalam analisis model. Selain itu, waktu tunda panen untuk predator perlu dipertimbangkan dalam model.

12. Pengembangan Model Matematika Least Square Method (Metode Kuadrat Terkecil) Terhadap Bentuk Badan Kapal Ikan

Penelitian yang dilakukan oleh Raffles Willy Ompusunggu & Ali Munazid tahun 2019. Pembangunan pada dunia perkapalan dilakukan perhitungan secara matematis untuk membuat bentuk badan kapal yang baik. Lengkungan bentuk badan kapal yang baik haruslah streamline. Untuk itu, kapal ikan 5 GT yang berada di pesisir Brondong akan dilakukan perhitungan secara matematis pada lengkung body plan dengan menggunakan *Least*

Square Method (Metode Kuadrat Terkecil) yang menghasilkan sebuah fungsi matematika setiap station, dimana fungsi ini akan meminimalisir nilai/harga antara lengkungan station sebelum dilakukan perhitungan matematis dengan lengkungan station sesudah dilakukan perhitungan secara matematis dan dapat dibuat model matematikanya dengan menentukan titik koordinat x dan y . Titik x akan mewakili sarat kapal ikan dalam satuan meter sedangkan titik y akan mewakili setengah lebar kapal ikan dalam satuan meter. Fungsi matematika yang memiliki nilai/harga paling mendekati nilai sebenarnya (dikatakan layak jika nilai fungsi harus kurang dari 5% dari nilai sebenarnya dengan koreksi kelayakan menggunakan NRMSE), tergantung pada jumlah dari pangkat ke- n /ordo. Jika ordo ke- n semakin besar maka nilai/harga semakin kecil atau mendekati nilai sebenarnya ($< 5\%$) (Ompusunggu & Munazid, 2019).

Pengembangan model matematika *least square method* terhadap bentuk badan kapal ikan dapat dikatakan layak. Kedepannya bentuk badan kapal akan mudah ditentukan dengan metode matematik dan untuk menyelesaikan tahap selanjutnya dapat menggunakan metode matematika umum.

PENUTUP

Simpulan

Matematika dalam bidang perikanan terbukti banyak digunakan, baik dalam penggunaan matematika pada hal mendasar atau kebiasaan yang sudah membudaya (etnomatematika) seperti menghitung jumlah ikan, menghitung pakan, menghitung luasan kolam, perhitungan jual beli, menimbang bibit dan pakan serta memprediksi jadwal panen, jumlah bibit, pakan dan lainnya. Selain penggunaan matematika pada bidang perikanan yang bersifat kebiasaan atau mendasar, juga digunakan pada bidang perikanan yang lebih khusus, misalnya etnomatematika pada proses budi daya oleh pembudidaya udang Indramayu, *application of mathematical modeling to determine the growth in weight of a fish species*, konstruksi dan analisis dinamik model matematika sistem penangkapan ikan (studi kasus pelabuhan perikanan Nusantara Brondong), *mathematics as a tool for efficient fishery management and economic growth in Gashua*, aplikasi kontrol optimum pada model pemanenan ikan di zona noncadangan dengan mempertimbangkan zona cadangan, *mathematical modeling applied to renewable fishery management*, model matematika *predator-prey* perikanan pada ekosistem perairan tercemar, *mathematical modeling applied to sustainable management of marine resources*, produksi perikanan tangkap laut, curah hujan, dan suhu permukaan laut dengan model vector autoregressive (VAR), model matematika pemanenan ikan dengan kebijakan panen selektif, dan model matematika *least square method* (metode kuadrat terkecil) pada bentuk badan kapal ikan.

Saran

Matematika pada dasarnya digunakan dalam semua bidang ilmu, karena matematika mengajarkan cara berpikir logis serta dasar angka dan perhitungan, namun perlu adanya penelitian atau kajian yang lebih spesifik pada model matematika tertentu dalam bidang perikanan atau bidang tertentu lainnya supaya nilai ekonomis, ketersediaan atau kepunahan biota dapat diprediksi dengan jelas secara kuantitatif sehingga hasil lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, D., & Hamm, M. (2010). *Demystify math, science, and technology: Creativity, innovation, and problem solving*. Plymouth, UK: Rowman & Littlefield Publisher, Inc.
- Barta J & Shockey T 2006 The mathematical ways of an aboriginal people: the northern ute *Journal of Mathematics and Culture* 1(1) 79-89
- Biswasa, A. A., Hossaina, R., & Mondala, M.K. (2016). Mathematical Modeling Applied to Sustainable Management of Marine Resources. *Procedia Engineering* 194 (2017) 337 – 344. International Conference on Marine Technology. doi: 10.1016/j.proeng.2017.08.154. [diunduh 25 Mei 2023]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817333040>
- Bunonyo, K. W., Awomi, P. Z., Amadi, U. C. (2022). Application of Mathematical Modeling to Determine the Growth in Weight of a Fish Species. *Central Asian Journal Of Medical And Natural Sciences*. Volume: 03 Issue: 03 | May- Jun 2022 ISSN: 2660-4159. [diunduh 25 Mei 2023]. <https://cajmns.centralasianstudies.org/index.php/CAJMNS/article/view/967>
- Chambers. (2008). *Teaching mathematics, developing as a reflective secondary teacher*. London: Sage Publication, Inc.
- Dewita A, Mujib A, & Siregar H 2019 Studi Etnomatematika tentang Bagas Godang sebagai Unsur Budaya Mandailing di Sumatera Utara *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika* 8(1) 1-12 <http://doi.org/10.31980/mosharafa.v8i1.202>.

- Dubey *et al.* 2003. A model for fishery resource with reserve area. *J Nonlinear Analysis: Real World Applications*. 4:625 – 637.
- Fauzi A. 2010. *Ekonomi Perikanan*. Jakarta (ID): PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hariastuti R M 2017 Permainan tebak-tebak buah manggis: Sebuah inovasi pembelajaran matematika berbasis etnomatematika *JMPM: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika* 2(1) 25-35 <http://doi.org/10.26594/jmpm.v2i1.776>
- Hendriyana A. 2013. Strategi ekonomi biru untuk tingkatkan produksi perikanan dan kelautan. [diunduh 25 Mei 2023]. Tersedia pada: <http://www.unpad.ac.id/2013/10/strategi-ekonomi-biru-untuk-tingkatkan-produksi-perikanan-dan-kelautan/>.
- Herawaty D, Widada W, Nugroho K U Z & Anggoro A F D 2019 The Improvement of the Understanding of Mathematical Concepts through the Implementation of Realistic Mathematics Learning and Ethnomathematics In *International Conference on Educational Sciences and Teacher Profession (ICETeP 2018)* Atlantis Press [http://doi.org/10.2991?icetep-18.2019.6](http://doi.org/10.2991/icetep-18.2019.6)
- Izzati, N., Ummah, I. (2018). Konstruksi dan Analisis Dinamik Model Matematika Sistem Penangkapan Ikan (Studi Kasus Pelabuhan Perikanan Nusantara Brondong). *J. Math. and Its Appl.* E-ISSN: 2579-8936 P-ISSN: 1829-605X Vol. 15, No. 2, Nopember 2018, 151-166. [diunduh 25 Mei 2023]. <https://iptek.its.ac.id/index.php/limits/article/download/3860/3244>
- Khatun, R., Biswas, H.A. (2019). Mathematical modeling applied to renewable fishery management. *IIETA: International Information and Engineering Technology Association*. Vol 6, No. 1, March, 2019, pp 121-128. <https://doi.org/10.18280/mmep.060116>. [diunduh 25 Mei 2023]. <https://www.iieta.org/journals/mmep/paper/10.18280/mmep.060116>
- Korih, Tri., Nandang., & Mellawaty. (2021). Etnomatematika Pada Proses Budi Daya Oleh Pembudidaya Udang Indramayu. *Journal of Authentic Research on Mathematics Education (JARME)*. Volume 3, No. 2, Juli 2021, pp. 233 - 248 E-ISSN: 2655-7762 <https://doi.org/10.37058/jarme.v3i2.3216>. [diunduh 25 Mei 2023]. <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jarme/article/download/3216/1794>.
- Mendikbud. (2014). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 59, Tahun 2014, tentang Kurikulum 2013 SMA/MA*. Jakarta
- Muzdalipah I & Yulianto E 2018 Ethnomathematics study: The technique of counting fish seeds (osphronemus gouramy) of sundanese style *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang* 2(1) 25-40 <http://doi.org/10.31331/medives.v2i1.555>
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston,VA: Authur.
- Nurbayan, R., Bakhtiar,T., Kusnanto, A. (2014). Aplikasi Kontrol Optimum Pada Model Pemanenan Ikan Di Zona Noncadangan Dengan Mempertimbangkan Zona Cadangan. *Journal Of Mathematics And Its Applications*. ISSN: 2963-5233. Vol. 13 No. 2 (2014). [diunduh 25 Mei 2023]. <https://Journal.Ipb.Ac.Id/Index.Php/Jmap/Article/Download/20096/13859/>
- Okeke, A. A., Abubakar, A. D., Gambo,J.J.,Waziri-Ugwu, P.R. (2020). Mathematics as a Tool for Efficient Fishery Management and Economic Growth in Gashua, Yobe State, Nigeria. *Mathematical Modelling and Applications*. 2020; 5(3): 138-145. ISSN: 2575-1786 (Print); ISSN: 2575-1794 (Online). doi: 10.11648/j.mma.20200503.12. [diunduh 25 Mei 2023]. <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/mma>
- Ompusunggu, R.W. & Munazid, A. (2019). Pengembangan Model Matematika Least Square Method (Metode Kuadrat Terkecil) Terhadap Bentuk Badan Kapal Ikan. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan XIV*. Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019. ISBN: 9-786027-106352. [diunduh 25 Mei 2023]. <https://prosidingseminakel.hangtuah.ac.id/index.php/jurnal/article/view/67>
- Owens K. (2012). Papua New Guinea Indigenous knowledges about mathematical concepts. *Journal of Mathematics and Culture* 6(1) 20-50
- Pratiwi, S., Nasution, Y. N., Huda, M. N. (2022). Analisis Model Matematika Predator-Prey Perikanan Pada Ekosistem Perairan Tercemar . *BASIS: Jurnal Ilmiah Matematika*, Volume 1 No 1 (2022) 51-60 <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/basis>. Copyright © 2022, Basis, Online ISSN 2962-6013. [diunduh 25 Mei 2023]. <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/Basis/article/view/979>
- Ramli, R.L., Sumarjaya ,I W., & Sari, K. (2019). Analisis Hubungan Produksi Perikanan Tangkap Laut, Curah Hujan, dan Suhu Permukaan Laut dengan Model Vector Autoregressive (VAR). *E-Jurnal Matematika* Vol. 8(2), Mei 2019, pp.155-163 ISSN: 2303-1751 [diunduh 25 Mei 2023]. DOI: <https://doi.org/10.24843/MTK.2019.v08.i02.p247>.
- Sari, L.R. (2020). Model Matematika Pemanenan Ikan dengan Kebijakan Panen Selektif. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*. E-ISSN: 2579-8936, P-ISSN: 1829-605X, Vol. 17, No. 1, Juli 2020, 83-95 DOI: <http://dx.doi.org/10.12962/limits.v17i1.6753>. [diunduh 25 Mei 2023] <https://iptek.its.ac.id/index.php/limits/article/download/6753/4816>

- Schnute, Jon T. (2005) . Mathematics And Fisheries: Match Or Mismatch?. Conference on Diff. Eqns. and Appl. in Math. Biology, Nanaimo, BC, Canada. *Electronic Journal of Differential Equations, Conference 12*, 2005, pp. 143–158. ISSN: 1072-6691. [diunduh 25 Mei 2023]. https://www.researchgate.net/publication/26404553_Mathematics_and_fisheries_Match_or_mismatch
- Sharp J & Stevens A. (2007). Culturally-relevant algebra teaching: The case of African drumming. *The Journal of Mathematics and Culture* 2(1) 37-57
- Syahrir S & Susilawati S. (2015). Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Siswa SMP. *Jurnal Ilmiah Mandala Education* 1(2) 162-171 <http://dx/doi.org/10.36312/jime.v1i2.235>