
REVIEW KERAGAMAN DAN STRUKTUR KOMUNITAS PROTISTA PADA PERAIRAN SALIN DAN HIPERSALIN BERDASARKAN FAKTOR SALINITAS DAN PH

Fajar Adinugraha¹, Rizki Amelia Nasution²

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan

e-mail: fajaradinugraha23@gmail.com, rizkiamelianst@uinsu.ac.id

Abstract: *Saline and hypersaline waters are extreme ecosystems with high environmental stress that affect the survival of aquatic organisms, including protists as key components of the food web. This article aims to review and synthesize the influence of major environmental factors, particularly salinity and pH, on protist diversity and community structure. This study employed a narrative review method on ten selected scientific articles published between 2003 and 2025, covering studies in various habitats such as estuaries, salt ponds, saline lakes, and mangrove sediments. The review results indicate that salinity acts as a primary environmental filter; increased salinity generally correlates with a decrease in species richness but promotes the dominance of specialized halophilic taxa. Furthermore, extreme pH has been shown to limit physiological processes and protist growth. The application of modern molecular methods, such as environmental DNA (eDNA) and metabarcoding, has successfully revealed cryptic diversity of benthic and heterotrophic protists that are difficult to detect through conventional morphological methods. This study concludes that the interaction between physicochemical parameters and habitat characteristics strongly determines the dynamics and composition of protist communities in extreme aquatic environments.*

Keywords: *Protists, Salinity, pH, Hypersaline waters, Diversity, eDNA.*

Abstrak: Perairan salin dan hipersalin merupakan ekosistem ekstrem dengan tekanan lingkungan tinggi yang memengaruhi kelangsungan hidup organisme akuatik, termasuk protista sebagai komponen kunci dalam rantai makanan. Artikel ini bertujuan untuk meninjau dan menyintesis pengaruh faktor lingkungan utama, khususnya salinitas dan pH, terhadap keragaman serta struktur komunitas protista. Penelitian ini menggunakan metode narrative review terhadap sepuluh artikel ilmiah terpilih yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2003–2025, mencakup studi di berbagai habitat seperti estuari, tambak garam, danau asin, dan sedimen mangrove. Hasil review menunjukkan bahwa salinitas bertindak sebagai filter lingkungan utama; peningkatan salinitas umumnya berkorelasi dengan penurunan kekayaan spesies namun meningkatkan dominasi taksa halofilik yang terspesialisasi. Selain itu, pH ekstrem terbukti membatasi proses fisiologis dan pertumbuhan protista. Penerapan metode molekuler modern, seperti environmental DNA (eDNA) dan metabarcoding, berhasil mengungkap keragaman tersembunyi (cryptic diversity) dari kelompok protista bentik dan heterotrof yang sulit dideteksi melalui metode morfologi konvensional. Studi ini menyimpulkan bahwa interaksi antara parameter fisik-kimia dan karakteristik habitat sangat menentukan dinamika dan komposisi komunitas protista di lingkungan perairan ekstrem.

Kata kunci: Protista, Salinitas, pH, Perairan Hipersalin, Keanekaragaman, eDNA.

PENDAHULUAN

Perairan salin dan hipersalin merupakan ekosistem akuatik yang

dicirikan oleh kadar garam tinggi serta variasi parameter lingkungan yang ekstrem, termasuk fluktuasi pH. Ekosistem ini mencakup danau asin,

tambak garam, muara, perairan pesisir tertutup, hingga sedimen mangrove yang dipengaruhi intrusi air laut. Kondisi lingkungan tersebut menciptakan tekanan selektif yang kuat, sehingga hanya organisme tertentu yang mampu beradaptasi dan bertahan hidup secara optimal (Gerasimova et al., 2023; Gerasimova et al., 2025).

Protista, termasuk fitoplankton dan mikroorganisme eukariot lainnya, merupakan komponen penting dalam ekosistem perairan salin dan hipersalin. Kelompok organisme ini berperan sebagai produsen primer, konsumen mikro, serta penghubung utama dalam aliran energi dan siklus materi. Keragaman dan struktur komunitas protista sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan, khususnya salinitas dan pH, yang secara langsung memengaruhi proses fisiologis, metabolisme, serta distribusi organisme tersebut (Pedersen & Hansen, 2003; Heidelberg et al., 2013).

Salinitas dikenal sebagai faktor lingkungan utama yang menentukan komposisi komunitas protista di perairan ekstrem. Peningkatan salinitas umumnya menyebabkan penurunan kekayaan spesies, namun mendorong dominasi kelompok protista yang bersifat halotoleran atau halofilik. Pola ini telah dilaporkan pada berbagai perairan salin dan hipersalin, baik di wilayah kontinental maupun pesisir, yang menunjukkan adanya seleksi lingkungan terhadap taksa-taksa tertentu (Gerasimova et al., 2023; Susilowati et al., 2023).

Selain salinitas, pH merupakan faktor penting yang memengaruhi keberadaan dan kelangsungan hidup protista. Nilai pH yang ekstrem dapat memengaruhi ketersediaan nutrisi, aktivitas enzim, serta stabilitas membran sel organisme akuatik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kombinasi antara salinitas tinggi dan pH ekstrem dapat membatasi keragaman protista dan hanya menyisakan kelompok-kelompok dengan toleransi fisiologis tertentu (Pedersen & Hansen, 2003; Yolanda, 2023).

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan metode analisis molekuler seperti metabarcoding dan environmental DNA (eDNA) telah memperluas pemahaman mengenai keragaman protista di lingkungan ekstrem. Pendekatan ini memungkinkan deteksi organisme yang sulit diidentifikasi secara morfologi serta mengungkap keragaman tersembunyi dalam komunitas protista perairan salin dan hipersalin (Heidelberg et al., 2013; Al Falah et al., 2025). Namun demikian, sebagian besar penelitian masih bersifat parsial, terbatas pada lokasi tertentu, atau hanya menekankan satu parameter lingkungan.

Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilakukan, kajian mengenai protista di perairan salin dan hipersalin masih cenderung dilakukan secara terpisah dan belum disintesis secara menyeluruh. Perbedaan lokasi penelitian, karakteristik perairan, serta parameter lingkungan yang digunakan menyebabkan hasil penelitian sulit dibandingkan secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan suatu artikel review yang mampu merangkum dan mengintegrasikan temuan-temuan penelitian terdahulu mengenai pengaruh salinitas dan pH terhadap keragaman serta struktur komunitas protista. Penulisan review ini diharapkan dapat memberikan gambaran umum yang lebih jelas, mengidentifikasi kesenjangan penelitian yang masih ada, serta menjadi dasar bagi pengembangan penelitian selanjutnya di bidang ekologi protista perairan.

METODE

Artikel ini disusun menggunakan metode review naratif dengan pendekatan sistematis. Penelusuran literatur dilakukan melalui beberapa basis data ilmiah, yaitu Google Scholar dan portal jurnal nasional maupun internasional yang relevan. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi protista, perairan salin, perairan hipersalin, salinity, dan pH, baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris.

Artikel yang dipertimbangkan dalam review ini dibatasi pada publikasi dengan rentang tahun 2003–2025 untuk memperoleh gambaran yang representatif mengenai perkembangan penelitian terkait topik tersebut. Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian yang membahas keragaman, struktur komunitas, atau distribusi protista pada perairan salin dan hipersalin serta artikel yang meninjau pengaruh faktor salinitas dan/atau pH terhadap komunitas organisme perairan. Artikel yang tidak relevan dengan topik, tidak melalui proses peer-review, atau tidak menyediakan informasi yang memadai dikeluarkan dari analisis.

Sebanyak sepuluh artikel ilmiah selanjutnya dianalisis secara deskriptif dan dikelompokkan berdasarkan kesamaan tema pembahasan. Hasil-hasil penelitian tersebut kemudian diidentifikasi pola umum, kecenderungan hasil penelitian, serta kesenjangan penelitian yang masih ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman dan Komposisi Protista di Berbagai Tipe Perairan

Berdasarkan sepuluh artikel yang direview, komunitas protista menunjukkan keragaman dan komposisi yang sangat bervariasi bergantung pada tipe perairan, karakter lingkungan, serta metode analisis yang digunakan. Penelitian mencakup perairan pesisir, estuari, tambak garam, danau asin hingga lingkungan hipersalin alami maupun buatan, baik di Indonesia maupun luar negeri.

Pada perairan pesisir dan estuari Indonesia, studi oleh Cahyani et al. (2023) di Perairan Teluk Ambon dan Pratiwi et al. (2025) di Semenanjung Utara Banyuasin menunjukkan bahwa komunitas protista, khususnya fitoplankton, didominasi oleh Bacillariophyceae (diatom) dan Dinophyceae. Dominasi diatom berkaitan dengan kondisi perairan yang relatif

produktif dan masih mendukung fotosintesis optimal. Sementara itu, Susilowati et al. (2023) yang meneliti tambak garam di Indonesia menemukan variasi komunitas plankton secara spasial dan temporal, dengan kecenderungan penurunan keanekaragaman protista seiring meningkatnya salinitas.

Studi di muara Perairan Belawan oleh Yolanda (2023) tidak secara spesifik mengidentifikasi jenis protista, namun memberikan konteks penting mengenai variasi pH dan salinitas sebagai faktor pembentuk kualitas perairan estuari. Informasi ini relevan untuk menjelaskan perubahan struktur komunitas protista pada ekosistem muara yang bersifat dinamis.

Pendekatan molekuler memberikan gambaran keragaman protista yang lebih luas. Penelitian Al Falah et al. (2025) menggunakan environmental DNA (eDNA) pada sedimen mangrove di Jawa dan Madura berhasil mengidentifikasi beragam protista benthik, termasuk Cercozoa, Ciliophora, Apicomplexa, dan Stramenopiles, yang sebagian besar sulit terdeteksi dengan metode mikroskopis. Hal ini menunjukkan bahwa sedimen mangrove merupakan habitat penting bagi protista non-fotosintetik dan parasitik.

Keragaman protista pada lingkungan salin dan hipersalin alami dilaporkan oleh Gerasimova et al. (2023) dan Gerasimova et al. (2025) di danau asin dan hipersalin di Siberia Barat. Kedua studi berbasis metabarcoding tersebut menunjukkan bahwa komunitas protista didominasi oleh taksa yang memiliki toleransi tinggi terhadap tekanan osmotik, dengan penurunan keanekaragaman spesies namun peningkatan spesialisasi fungsional pada salinitas ekstrem. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Heidelberg et al. (2013) di Danau Tyrrell, Australia, yang menemukan dominasi protista eukariotik ekstremofil dengan struktur komunitas yang relatif sederhana.

Selain perairan alami, Al Zamzami et al. (2023) meneliti komunitas mikroba, termasuk protista, pada biofilm dan

kolom air di lingkungan hipersalin buatan dengan variasi kadar NaCl. Studi ini menunjukkan bahwa komposisi protista pada biofilm berbeda dengan kolom air, dengan kecenderungan dominasi protista heterotrofik yang berperan dalam stabilitas struktur biofilm dan siklus nutrien.

Aspek fisiologis protista terhadap kondisi kimia perairan turut diperkuat oleh studi eksperimental Pedersen dan Hansen (2003) yang menunjukkan bahwa pH tinggi dapat menekan pertumbuhan dan kelangsungan hidup protista heterotrofik laut, meskipun tingkat toleransinya berbeda antar spesies. Hasil ini menjadi dasar mekanistik untuk memahami pola distribusi protista pada perairan dengan pH ekstrem yang dilaporkan dalam studi lapangan lainnya.

Pengaruh Salinitas terhadap Struktur Komunitas Protista

Salinitas merupakan salah satu faktor lingkungan utama yang secara konsisten dilaporkan memengaruhi struktur komunitas protista di berbagai tipe perairan. Berdasarkan artikel-artikel yang direview, perubahan salinitas berperan dalam menentukan komposisi taksonomi, tingkat keanekaragaman, serta dominasi kelompok protista tertentu, baik pada perairan alami maupun buatan. Pada perairan pesisir dan estuari di Indonesia, pengaruh salinitas terhadap protista terlihat jelas pada komunitas fitoplankton. Penelitian Cahyani et al. (2023) di Perairan Teluk Ambon menunjukkan bahwa variasi gradien salinitas berasosiasi dengan perubahan dominasi fitoplankton, di mana diatom cenderung mendominasi pada kisaran salinitas tertentu yang relatif stabil. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Pratiwi et al. (2025) di Semenanjung Utara Banyuasin, yang memperlihatkan perbedaan komposisi fitoplankton dan zooplankton antar lokasi dengan karakteristik salinitas yang berbeda.

Pada lingkungan estuari yang lebih dinamis, seperti muara Perairan Belawan, Yolanda (2023) melaporkan fluktuasi salinitas yang signifikan akibat pengaruh

pasang surut dan aliran air tawar. Meskipun studi tersebut berfokus pada kualitas air, hasilnya memberikan konteks penting bahwa perubahan salinitas di muara berpotensi memengaruhi stabilitas komunitas protista, terutama kelompok yang sensitif terhadap perubahan tekanan osmotik.

Pengaruh salinitas menjadi lebih nyata pada lingkungan salin hingga hipersalin. Penelitian Susilowati et al. (2023) pada tambak garam di Indonesia menunjukkan bahwa peningkatan salinitas berkorelasi dengan penurunan keanekaragaman plankton, termasuk protista, serta perubahan komposisi komunitas secara temporal dan spasial. Kondisi ini mengindikasikan bahwa hanya protista tertentu yang mampu bertahan pada tingkat salinitas tinggi. Hasil serupa dilaporkan pada skala global. Studi metabarcoding oleh Gerasimova et al. (2023) dan Gerasimova et al. (2025) di danau salin dan hipersalin Siberia Barat menunjukkan bahwa peningkatan salinitas menyebabkan penyederhanaan struktur komunitas protista, dengan dominasi taksa yang memiliki toleransi osmotik tinggi. Protista ekstremofil dari kelompok tertentu menjadi lebih dominan, sementara kelompok sensitif mengalami penurunan kelimpahan atau bahkan tidak terdeteksi.

Penelitian di Lake Tyrrell, Australia, oleh Heidelberg et al. (2013) memperkuat temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa komunitas protista pada kondisi hipersalin didominasi oleh eukariota mikroba yang telah beradaptasi secara fisiologis terhadap tekanan salinitas ekstrem. Struktur komunitas yang terbentuk cenderung sederhana, namun stabil.

Selain lingkungan alami, pengaruh salinitas terhadap protista juga terlihat pada sistem buatan. Al Zamzami et al. (2023) melaporkan bahwa variasi kadar NaCl memengaruhi kelimpahan mikroorganisme eukariotik pada biofilm dan kolom air, dengan perbedaan komposisi komunitas antara kedua habitat tersebut. Biofilm cenderung mendukung

protista heterotrofik yang lebih toleran terhadap kondisi salinitas tinggi.

Pendekatan molekuler berbasis eDNA juga memperlihatkan sensitivitas protista terhadap variasi salinitas. Studi Al Falah et al. (2025) pada sedimen mangrove menunjukkan bahwa meskipun lingkungan pesisir memiliki salinitas yang fluktuatif, protista dengan berbagai strategi adaptasi tetap mampu bertahan dan membentuk komunitas yang kompleks.

Pengaruh pH terhadap Struktur dan Komposisi Protista

Selain salinitas, pH merupakan parameter kimia perairan yang berperan penting dalam mengatur struktur komunitas protista. Variasi pH dapat memengaruhi proses fisiologis protista, seperti aktivitas enzim, keseimbangan ion, dan efisiensi metabolisme, sehingga berimplikasi langsung pada kelimpahan dan komposisi komunitas di berbagai ekosistem perairan. Pengaruh pH terhadap protista paling jelas ditunjukkan melalui studi eksperimental oleh Pedersen dan Hansen (2003), yang menguji respons enam spesies protista heterotrofik laut terhadap kondisi pH tinggi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan pH dapat menurunkan laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup protista, meskipun tingkat toleransinya berbeda antar spesies. Temuan ini memberikan dasar mekanistik bahwa pH bertindak sebagai faktor selektif yang membatasi distribusi protista di lingkungan perairan.

Pada perairan estuari dan muara, fluktuasi pH sering terjadi akibat interaksi antara air laut, air tawar, dan aktivitas antropogenik. Penelitian Yolanda (2023) di muara Perairan Belawan melaporkan variasi pH yang cukup lebar, seiring dengan perubahan salinitas dan parameter kualitas air lainnya. Meskipun studi ini tidak secara spesifik mengidentifikasi komunitas protista, hasilnya memberikan konteks penting bahwa kondisi pH di perairan muara berpotensi memengaruhi stabilitas komunitas organisme

mikroskopis, termasuk protista.

Pada ekosistem pesisir dan laut dangkal, pH berinteraksi dengan faktor lingkungan lain dalam membentuk struktur komunitas protista. Studi Cahyani et al. (2023) di Perairan Teluk Ambon menunjukkan bahwa perubahan parameter fisik-kimia perairan, termasuk pH, berkaitan dengan perubahan struktur komunitas fitoplankton. Kondisi pH yang relatif stabil cenderung mendukung dominasi diatom, sedangkan fluktuasi pH berpotensi memicu perubahan komposisi fitoplankton.

Lingkungan salin dan hipersalin juga menunjukkan keterkaitan antara pH dan komunitas protista. Penelitian Susilowati et al. (2023) pada tambak garam menunjukkan bahwa variasi pH, bersama dengan peningkatan salinitas, berasosiasi dengan perubahan struktur komunitas plankton secara temporal. Temuan serupa dilaporkan pada skala global oleh Gerasimova et al. (2023) dan Gerasimova et al. (2025), yang menunjukkan bahwa pH perairan danau salin turut berkontribusi terhadap seleksi taksa protista yang mampu bertahan pada kondisi ekstrem.

Pendekatan molekuler memperlihatkan bahwa pengaruh pH terhadap protista tidak selalu tercermin secara sederhana melalui penurunan keanekaragaman. Studi Al Falah et al. (2025) menunjukkan bahwa pada sedimen mangrove, variasi kondisi kimia perairan, termasuk pH, tetap memungkinkan terbentuknya komunitas protista yang kompleks, terutama kelompok protista bentik dan heterotrofik yang memiliki toleransi fisiologis luas.

Interaksi Faktor Lingkungan terhadap Dinamika Komunitas Protista

Variasi parameter-parameter yang digunakan berpengaruh langsung terhadap komposisi dan dominasi kelompok protista di berbagai ekosistem perairan. Al Falah et al. (2025) yang menggunakan pendekatan environmental DNA (eDNA) pada sedimen mangrove di Jawa dan Madura menunjukkan dominasi protista

dari kelompok Bacillariophyta, Alveolata (terutama Ciliophora dan Dinoflagellata), serta Cercozoa. Lingkungan sedimen mangrove dengan salinitas payau–laut dan pH relatif netral mendukung keberadaan protista bentik dan heterotrof yang berperan dalam dekomposisi bahan organik.

Pada (Al Zamzami et al., 2023) meneliti lingkungan hipersalin dengan variasi konsentrasi NaCl dan membandingkan komunitas mikroorganisme pada biofilm dan kolom air. Protista yang dominan meliputi kelompok halotoleran seperti beberapa Dinoflagellata dan protista heterotrof kecil. Salinitas tinggi menjadi faktor pembatas utama yang menyebabkan rendahnya keragaman namun tingginya dominasi kelompok tertentu.

Cahyani et al. (2023) di Perairan Teluk Ambon mengkaji pengaruh gradien suhu dan salinitas terhadap struktur komunitas fitoplankton. Kelompok Bacillariophyta mendominasi pada kisaran salinitas sedang, sedangkan Dinoflagellata dan Chlorophyta meningkat pada kondisi salinitas dan suhu tertentu. Hal ini menunjukkan respon selektif protista terhadap perubahan fisika perairan. Kemudian (Gerasimova et al., 2023) menggunakan metode metabarcoding pada perairan salin dan hipersalin kontinental. Hasilnya menunjukkan dominasi Alveolata, Stramenopiles, dan Rhizaria, dengan komposisi komunitas yang sangat dipengaruhi oleh tingkat salinitas dan pH. Lingkungan hipersalin cenderung memiliki komunitas protista yang lebih sederhana namun sangat terspesialisasi.

Dilanjutkan oleh Gerasimova et al. (2025) menambahkan aspek fungsional dengan menunjukkan bahwa protista heterotrof mendominasi danau salin di Siberia Barat bagian selatan. Perubahan iklim dan fluktuasi salinitas dilaporkan memengaruhi keseimbangan antara protista autotrof dan heterotrof, yang berdampak pada fungsi ekosistem perairan tersebut. studi selanjutnya (Heidelberg et al., 2013) di Lake Tyrrell,

Australia, mengungkap keberadaan protista eukariotik ekstremofil seperti Dinoflagellata dan Ciliophora yang mampu bertahan pada salinitas sangat tinggi. Salinitas ekstrem dan ketersediaan nutrisi rendah menjadi faktor seleksi utama dalam pembentukan komunitas protista.

Pedersen dan Hansen (2003) secara eksperimental menunjukkan bahwa pH tinggi dapat menurunkan laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup protista heterotrof laut. Protista yang sensitif terhadap pH mengalami penurunan populasi, sementara kelompok yang toleran tetap bertahan, menegaskan peran pH sebagai faktor pembatas ekologis. Lalu (Pratiwi et al., 2025) yang membandingkan fitoplankton dan zooplankton di perairan Banyuasin melaporkan dominasi Bacillariophyta pada kondisi perairan dengan nutrisi cukup dan salinitas relatif stabil. Perbedaan komposisi plankton antar lokasi dikaitkan dengan variasi parameter fisika-kimia perairan.

Susilowati et al. (2023) menunjukkan variasi temporal dan spasial komunitas plankton di lingkungan tambak garam Indonesia. Bacillariophyta dan Chlorophyta menjadi kelompok dominan, dengan perubahan komposisi yang dipengaruhi oleh fluktuasi salinitas dan pengelolaan tambak. Dan (Yolanda, 2023) menyoroti hubungan antara suhu, salinitas, dan pH dengan kualitas air di muara Belawan. Meskipun fokus utamanya kualitas air, hasil penelitian ini memberikan konteks penting bahwa perubahan parameter tersebut berpotensi memengaruhi komunitas protista di ekosistem estuari. Kelompok Bacillariophyta, Dinoflagellata, Ciliophora, dan protista heterotrof lainnya muncul sebagai komponen utama komunitas protista di berbagai tipe perairan, baik normal maupun ekstrem.

Lokasi Pengambilan Sampel dan Pengaruh Perbedaan Lingkungan terhadap Komunitas Protista

Penelitian yang direview dalam

artikel ini dilakukan pada berbagai lokasi perairan dengan karakteristik lingkungan yang berbeda, sehingga menghasilkan variasi komunitas protista yang khas pada masing-masing lokasi.

Penelitian oleh Al Falah et al. (2025) dilakukan pada sedimen mangrove di Pulau Jawa dan Madura, Indonesia, menggunakan pendekatan environmental DNA (eDNA). Studi ini menargetkan protista eukariotik yang hidup di sedimen mangrove dan menemukan keanekaragaman tinggi dari kelompok protista, termasuk Stramenopiles, Alveolata, dan Rhizaria, yang menunjukkan bahwa ekosistem mangrove merupakan habitat penting bagi protista bentik. Studi Al Zamzami et al. (2023) mengambil sampel dari lingkungan hipersalin dengan fokus pada perbandingan mikroorganisme dalam biofilm dan kolom air pada tingkat salinitas NaCl yang berbeda. Hasilnya menunjukkan bahwa komunitas protista lebih beragam pada biofilm dibandingkan kolom air, menegaskan peran mikrohabitat dalam lingkungan ekstrem.

Penelitian Cahyani et al. (2023) dilakukan di Perairan Teluk Ambon dengan mengamati gradien suhu dan salinitas terhadap struktur komunitas fitoplankton. Kelompok yang dominan adalah Bacillariophyta dan Dinoflagellata, dengan variasi komposisi yang mengikuti perubahan parameter lingkungan. Studi oleh Gerasimova et al. (2023) meneliti komunitas protista planktonik di perairan salin dan hipersalin kontinental menggunakan metode metabarcoding. Peningkatan salinitas menyebabkan penurunan jumlah taksa, tetapi meningkatkan dominasi protista halotoleran tertentu.

Penelitian lanjutan oleh Gerasimova et al. (2025) dilakukan pada danau salin dan hipersalin di Siberia Barat bagian selatan. Studi ini menunjukkan bahwa fluktuasi lingkungan dan perubahan iklim memengaruhi keanekaragaman serta fungsi ekologi protista. Penelitian Heidelberg et al. (2013) di Lake Tyrrell, Australia,

mengungkap keberadaan protista eukariotik yang beradaptasi terhadap salinitas ekstrem dengan dominasi kelompok tertentu yang toleran terhadap kondisi hipersalin.

Studi eksperimental oleh Pedersen dan Hansen (2003) menguji pengaruh pH tinggi terhadap pertumbuhan protista heterotrofik laut. Hasilnya menunjukkan bahwa pH merupakan faktor pembatas penting bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup protista. Penelitian Pratiwi et al. (2025) di Perairan Semenanjung Utara Banyuasin menunjukkan bahwa perbedaan karakteristik perairan memengaruhi komposisi fitoplankton dan zooplankton. Studi Susilowati et al. (2023) pada tiga lingkungan tambak garam di Indonesia menunjukkan adanya variasi komunitas plankton secara temporal dan spasial. Penelitian oleh Yolanda (2023) di muara Perairan Belawan menunjukkan bahwa variasi suhu, salinitas, dan pH memengaruhi kualitas air yang berimplikasi pada komunitas organisme.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan artikel-artikel yang dianalisis, dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman dan struktur komunitas protista sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan jenis habitat perairan. Parameter fisik-kimia seperti salinitas, pH, dan suhu, serta karakteristik mikrohabitat menentukan dominasi kelompok protista tertentu. Perairan alami yang relatif stabil cenderung memiliki komunitas protista yang lebih beragam, sedangkan perairan ekstrem atau buatan memiliki komunitas yang lebih sederhana namun adaptif.

Selain itu, lokasi pengambilan sampel memengaruhi variasi komunitas protista secara spasial dan temporal. Metode molekuler, termasuk metabarcoding dan eDNA, terbukti efektif mengungkap keanekaragaman protista yang sulit dideteksi dengan cara konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Falah, M. H., Soeprobawati, T. R., Hadiyanto, H., Rahim, A., Jumari, J., Khotimperwati, L., Cahyani, N. K. D., Wojewódka-Przybył, M., Kruszewski, Ł., & Rydelek, P. (2025). Environmental DNA reveals protist biodiversity in mangrove sediments of Java and Madura, Indonesia. *Biodiversitas*, 26(10), 5211–5225. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d261035>
- Al Zamzami, I. M., Kilawati, Y., Pramudia, Z., Susanti, Y. A. D., & Kurniawan, A. (2023). Analysis of microbial abundances in biofilms and water in hypersaline environments with different NaCl levels. *Journal of Experimental Life Science*, 13(2), 113–125.
- Cahyani, L. E., Kesaulya, I., & Haumahu, S. (2023). Pengaruh perubahan gradien suhu dan salinitas terhadap struktur komunitas fitoplankton di Perairan Teluk Ambon. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(3), 543–553. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i3.19817>
- Gerasimova, E. A., Balkin, A. S., Filonchikova, E. S., Mindolina, Y. V., Zagumennyi, D. G., & Tikhonenkov, D. V. (2023). Taxonomic structure of planktonic protist communities in saline and hypersaline continental waters revealed by metabarcoding. *Water*, 15(5), 2008. <https://doi.org/10.3390/w15052008>
- Gerasimova, E. A., Balkin, A. S., Kataev, V. Y., Filonchikova, E. S., Mindolina, Y. V., & Tikhonenkov, D. V. (2025). Taxonomic and functional diversity of protists in saline and hypersaline lakes in southern Western Siberia, a region strongly affected by climate change. *Water Biology and Security*, 4, 100316. <https://doi.org/10.1016/j.watbs.2024.100316>
- Heidelberg, K. B., Nelson, W. C., Holm, J. B., Eisenkolb, N., Andrade, K., & Emerson, J. B. (2013). Characterization of eukaryotic microbial diversity in hypersaline Lake Tyrrell, Australia. *Frontiers in Microbiology*, 4, 115. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00115>
- Pedersen, M. F., & Hansen, P. J. (2003). Effects of high pH on the growth and survival of six marine heterotrophic protists. *Marine Ecology Progress Series*, 260, 33–41. <https://doi.org/10.3354/meps260033>
- Pratiwi, A. A. F., Fauziyah, F., Agustriani, F., Ningsih, E. N., & Supriyadi, F. (2025). Studi komparatif komposisi fitoplankton dan zooplankton di Perairan Semenanjung Utara Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 27(2D), 05–1–05–7. <https://doi.org/10.56060/jps.v27i2D.05>
- Susilowati, R., Bengen, D. G., Krisanti, M., Januar, H. I., & Rusmana, I. (2023). Temporal and spatial distribution of plankton community in three Indonesian salt pond environments. *Biodiversitas*, 24(4), 1833–1844. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240359>
- Yolanda, Y. (2023). Analisa pengaruh suhu, salinitas, dan pH terhadap kualitas air di muara Perairan Belawan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), 329–337.