

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesisir Nepa yang terletak di Kabupaten Sampang, Pulau Madura, dikenal sebagai salah satu kawasan pesisir dengan kondisi lingkungan yang masih alami dan relatif terjaga dari aktivitas antropogenik berlebihan. Kejernihan air, dasar perairan yang didominasi pasir dan karang, serta intensitas cahaya yang tinggi, menurut Cokrowati *et al.*, (2024) kawasan dengan kondisi seperti itu menjadi habitat yang ideal bagi pertumbuhan makroalga. Kawasan Pesisir Nepa juga dilakukan pemasangan *fish shelter*, menurut Mahulette *et al.*, (2025) *fish shelter* berfungsi sebagai tempat perlindungan, pembesaran, serta area mencari makan bagi biota laut lainnya. Struktur buatan tersebut menciptakan mikrohabitat baru yang memungkinkan kolonisasi berbagai jenis organisme bentik, salah satunya makroalga, yang mampu menempel dan tumbuh di permukaan *fish shelter*. Interaksi ekologis ini menunjukkan bahwa keberadaan *fish shelter* tidak hanya meningkatkan keanekaragaman ikan, tetapi juga mendukung pertumbuhan alga yang memiliki potensi biologis tinggi.

Makroalga seperti rumput laut Kipas (*Padina* sp.) sebagai salah satu jenis alga coklat dari divisi *Phaeophyta*, berperan penting dalam ekosistem perairan karena berfungsi sebagai produsen primer yang menghasilkan oksigen dan bahan organik bagi organisme laut (Ningrum *et al.*, 2025). Talusnya yang berbentuk kipas dan berlapis menjadi tempat menempel bagi larva, mikroorganisme, hingga epifit yang berperan dalam rantai makanan laut (Ghazali *et al.*, 2021). Keberadaan rumput laut Kipas (*Padina* sp.) di kawasan pesisir juga berkontribusi dalam menjaga kestabilan substrat dasar laut agar tidak mudah tererosi akibat arus dan gelombang (Saraswati & Rachmadiarti, 2021). Rumput laut Kipas (*Padina* sp.) bukan sekadar tumbuhan laut biasa, melainkan komponen penting yang menjaga keseimbangan ekologis pesisir. Rumput laut Kipas (*Padina* sp.) juga memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap fluktuasi suhu dan salinitas, menjadikannya sebagai indikator biologis yang baik terhadap kualitas lingkungan laut tropis (Cokrowati *et al.*, 2024).

Kondisi lingkungan tempat tumbuh rumput laut Kipas (*Padina* sp.) sangat menentukan pertumbuhan serta kandungan biokimia didalam talusnya (Hidayah *et al.*, 2024). Faktor suhu, pH, salinitas, dan oksigen terlarut saling berinteraksi dalam memengaruhi metabolisme alga (Ainayah *et al.*, 2022). Lingkungan yang stabil memungkinkan terbentuknya metabolit primer seperti protein, lemak,

karbohidrat, abu, dan serat kasar yang terukur melalui analisis proksimat. Metabolit primer ini menjadi sumber energi dan prekursor biosintesis metabolit sekunder (Nome *et al.*, 2019). Dengan demikian, kualitas perairan akan memengaruhi kualitas biokimia alga yang tumbuh didalamnya. pH netral hingga sedikit basa (7,5-8,5) mendukung proses biosintesis senyawa metabolit (Moruk *et al.*, 2024)

Seiring meningkatnya perhatian terhadap potensi kimia alga, rumput laut Kipas (*Padina* sp.) diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder dengan aktivitas biologis tinggi. Beberapa senyawa yang telah dilaporkan antara lain alkaloid (Julyasih, 2022), flavonoid (Nurrahman *et al.*, 2018), fenol (Hidayah *et al.*, 2024), terpenoid (Nuzul *et al.*, 2018), saponin (Sampulawa & Bahalwan, 2022), dan steroid (Asharo *et al.*, 2024). Aktivitas biologisnya meliputi antioksidan (Asharo *et al.*, 2024), antibakteri (Hidayah *et al.*, 2024), antikanker (Nurrahman *et al.*, 2018), hingga antifungal (Saputra *et al.*, 2024). Namun, sebagian besar penelitian masih terbatas pada uji *in vitro*. Mekanisme molekuler interaksi senyawa dengan target protein jamur masih belum banyak dieksplorasi. Keterbatasan ini menunjukkan adanya celah penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut.

Kebutuhan terhadap agen antifungal baru semakin mendesak seiring meningkatnya resistensi jamur terhadap obat antifungal. Resistensi ini menyebabkan terapi menjadi kurang efektif dan meningkatkan resiko kegagalan pengobatan. Kondisi tersebut mendorong pencarian sumber antifungal alami yang lebih aman dan berkelanjutan. Alga laut, termasuk rumput laut Kipas (*Padina* sp.) menjadi kandidat potensial karena kaya akan metabolit sekunder. Keunggulan alga terletak pada keragaman senyawanya yang unik dan belum banyak dieksplorasi secara molekuler. Oleh karena itu, eksplorasi alga sebagai sumber antifungal menjadi sangat relevan. Upaya ini sekaligus menjawab tantangan global terhadap resistensi obat antifungal. Dalam pengembangan antifungal, beberapa enzim target penting telah diidentifikasi, seperti β -1,3-glucan synthase, chitin synthase, squalene epoxidase, dan Sterol 14 α -Demethylase (CYP51) (Istiqomah & Fatikasari, 2023). Diantara target tersebut, CYP51 dipilih karena berperan kunci dalam biosintesis ergosterol pada membran sel jamur. Penghambatan enzim ini menyebabkan gangguan struktur membrane dan kematian sel. CYP51 juga merupakan target utama obat golongan azol, sehingga relevan untuk dijadikan pembanding. Selain itu, perubahan pada CYP51 sering menjadi penyebab resistensi jamur terhadap azol. Oleh karena itu, pemilihan

CYP51 memungkinkan evaluasi potensi senyawa alami sebagai alternatif antifungal.

Seiring berkembangnya bioteknologi, pendekatan *in silico* menjadi metode efektif untuk memprediksi interaksi antara ligan dan protein target. Teknik ini memungkinkan analisis afinitas ikatan, stabilitas kompleks, dan jenis interaksi molekuler yang terbentuk. Dengan metode ini, senyawa bioaktif dapat diuji terhadap enzim secara cepat dan efisien. Pendekatan ini juga mengurangi kebutuhan uji biologis awal yang mahal dan memakan waktu (Pannindriya *et al.*, 2021). Gap penelitian terletak pada masih terbatasnya kajian yang mengintegrasikan kondisi ekologi, kandungan proksimat, dan profil senyawa bioaktif, serta analisis molekuler dalam satu rangkaian penelitian. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi jembatan antara ekologi pesisir dengan bioteknologi modern. Dengan demikian, rumput laut Kipas (*Padina* sp.) dari Pesisir Nepa berpotensi dikembangkan sebagai kandidat antifungal berbasis sumberdaya laut Madura. Dari sinilah penelitian ini diarahkan pada pendekatan berbasis molekuler.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi parameter kualitas air (suhu, pH, salinitas, dan oksigen terlarut) di Pesisir Pantai Nepa, Sampang, Madura?
2. Bagaimana morfologi dan kelimpahan rumput laut Kipas (*Padina* sp.) yang terdapat pada lokasi penelitian?
3. Bagaimana kandungan proksimat (air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat) pada rumput laut Kipas (*Padina* sp.)
4. Senyawa bioaktif apa saja yang terkandung dalam ekstrak rumput laut Kipas (*Padina* sp.) dan bagaimana potensinya sebagai kandidat antifungal berdasarkan analisis *in silico*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi kualitas Pesisir Pantai Nepa, Sampang, Madura yang mendukung pertumbuhan rumput laut Kipas (*Padina* sp.).
2. Mengetahui morfologi dan kelimpahan rumput laut Kipas (*Padina* sp.) pada lokasi penelitian.
3. Mengetahui kandungan proksimat rumput laut Laut Kipas (*Padina* sp.) dari Pesisir Nepa.

4. Mengetahui jenis senyawa bioaktif rumput laut Kipas (*Padina* sp.) serta mengevaluasi potensinya sebagai antifungal melalui *molecular docking*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian pada penelitian sebagai berikut:

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai kondisi ekologi Pesisir Pantai Nepa dan hubungannya dengan distribusi rumput laut Kipas (*Padina* sp.).
2. Menambah referensi akademik mengenai kandungan senyawa bioaktif rumput laut Kipas (*Padina* sp.) dari wilayah pesisir Madura yang masih jarang diteliti.
3. Memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan antifungal alami berbasis sumberdaya laut melalui pendekatan bioteknologi kelautan.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun Batasan penelitian pada penelitian sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian terbatas pada Pesisir Pantai Nepa, Sampang, Madura.
2. Analisis kualitas air dibatasi pada parameter fisika-kimia meliputi suhu, pH, salinitas, dan oksigen terlarut.
3. Identifikasi rumput laut Kipas (*Padina* sp.) difokuskan pada karakter morfologi dan kelimpahan.
4. Analisis kandungan senyawa dibatasi pada proksimat dan GC-MS.
5. Evaluasi potensi senyawa difokuskan hanya pada aktivitas antifungal secara *in silico* (*molecular docking*).