

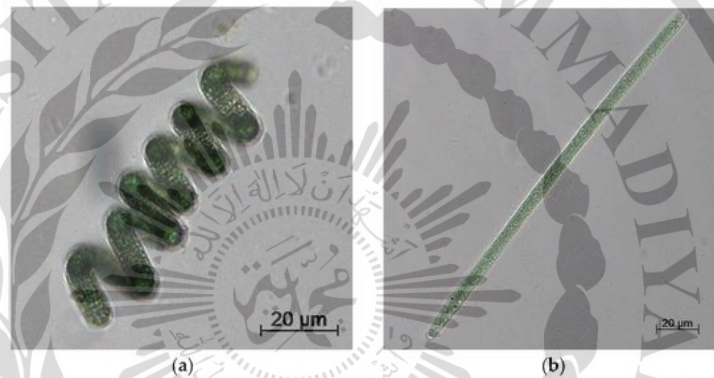
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi *Spirulina* sp.

Adapun Klasifikasi *Spirulina* sp. menurut Kamaludin dan Holik, 2022 :

Kingdom : Cyanophyta
Kelas : Cyanophceae
Famili : Oscilatoriaceae
Genus : *Spirulina*
Spesies : *Spirulina* sp.



Gambar 1. *Spirulina* sp. (Sinetova *et al.*, 2024).

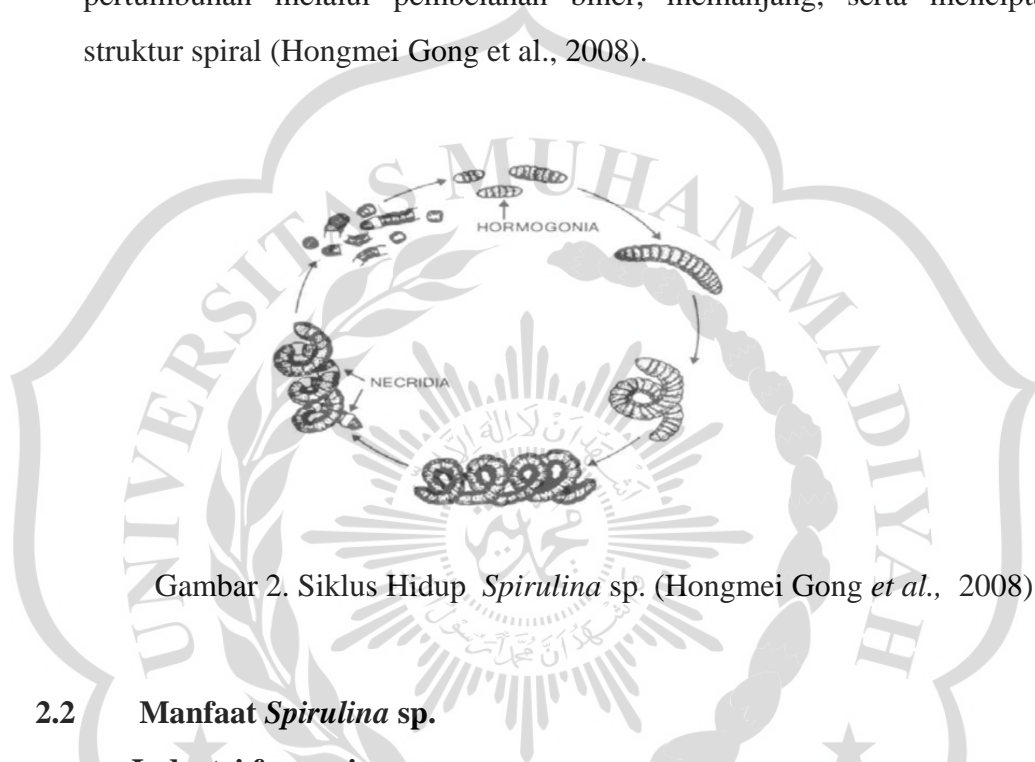
- **Morfologi**

Spirulina sp. adalah organisme autotrof dengan warna hijau kebiruan yang terdiri dari sel-sel silindris yang berkumpul dalam koloni. Sel-sel ini tersusun dalam kolom dan membentuk filamen yang berputar menyerupai heliks, sehingga sering diidentifikasi sebagai alga biru hijau berbentuk filamen (Yasir *et al.*, 2019). Struktur tubuh *Spirulina* sp. tampak seperti benang, memiliki dinding sel yang tipis dengan diameter antara 1 hingga 12 mikrometer. Filamen *Spirulina* sp. dapat hidup secara mandiri dan bergerak dengan leluasa (R.Hariyati, 2008).

- **Siklus Hidup**

Siklus hidup *Spirulina* sp. mencakup metode reproduksinya yang ditunjang oleh fragmentasi dari trikoma yang sudah matang. Proses reproduksi *Spirulina* sp. dilakukan secara aseksual (melalui pembelahan sel), yaitu dengan

memisahkan filamen menjadi unit-unit sel yang akan membentuk filamen baru. Ada tiga langkah utama dalam reproduksi *Spirulina* sp., yaitu tahap fragmentasi trikoma, perbesaran dan pematangan sel hormogonia, serta perpanjangan trikoma. Kemudian, trikoma yang sudah matang dapat dibagi menjadi filamen atau hormogonia, dan sel-sel di dalam hormogonia akan mengalami pertumbuhan melalui pembelahan biner, memanjang, serta menciptakan struktur spiral (Hongmei Gong et al., 2008).



Gambar 2. Siklus Hidup *Spirulina* sp. (Hongmei Gong et al., 2008)

2.2 Manfaat *Spirulina* sp.

- **Industri farmasi**

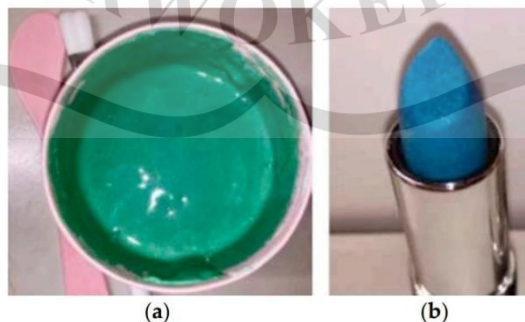
Spirulina sp. memiliki kandungan antioksidan yang tinggi, mampu melawan radikal bebas serta menghambat perkembangan beberapa jenis bakteri gram positif, gram negatif, serta jamur seperti *Candida albicans*. Ekstrak polisakarida dari *Spirulina* sp. menawarkan manfaat antitumor, sifat antioksidan, anti penuaan, dan aktivitas antivirus. Dalam dunia farmasi, *Spirulina* sp. dimanfaatkan untuk pembuatan produk seperti krim, sampo, sabun, dan masker karena keberadaan mineral dan vitamin yang sangat diperlukan untuk menjaga kesehatan kulit, rambut, dan kuku. *Spirulina* sp. juga sering dijadikan sebagai suplemen makanan yang ideal bagi vegetarian, atlet, serta individu yang menjalani program diet (Kamaludin & Holik, 2022).



Gambar 3. *Spirulina* sp. dibidang industri farmasi (Sabar *et al.*, 2025).

- **Industri kosmetik**

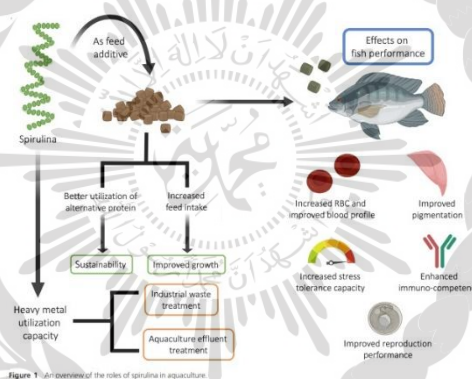
Spirulina sp. sangat dikenal dalam sektor kecantikan karena kandungan nutrisinya yang melimpah. *Spirulina* sp. kaya akan berbagai vitamin, termasuk B, C, D, dan E, serta mineral penting seperti kalsium, zat besi, dan potassium. Menjadi sumber antioksidan yang hebat, *Spirulina* sp. memiliki kemampuan antioksidan yang tinggi, yang berfungsi untuk melindungi kulit dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas, pencemaran, serta stres lingkungan lainnya. Kombinasi nutrisi dan sifat antioksidan ini menjadikan *Spirulina* sp. bahan yang sangat menarik untuk produk kecantikan, karena mampu membantu melembapkan dan memberi nutrisi pada kulit, melindungi kulit dari stres lingkungan, mengurangi kemunculan garis halus dan kerutan, serta meningkatkan elastisitas dan kekencangan kulit (Sianturi *et al.*, 2024).



Gambar 4. *Spirulina* sp. dibidang industri kosmetik (Ragusa *et al.*, 2021).

- **Akuakultur**

Spirulina sp. memiliki berbagai manfaat terutama dibidang akuakultur selain kelebihan gizi yang menakjubkan, *Spirulina* sp. juga mempunyai karakteristik imunostimulan yang berfungsi membantu makhluk air mengatasi infeksi dan penyakit. *Spirulina* sp. mengandung beraneka macam senyawa bioaktif seperti polisakarida, protein, pigmen fotosintetik, dan lipopolisakarida yang telah dibuktikan memiliki dampak positif pada imunitas (Suparmi dan Sahri, 2009). Senyawa-senyawa ini dapat merangsang produksi sel-sel imun seperti makrofag dan limfosit, serta meningkatkan aktivitas fagositosis yang mendukung organisme dalam melawan patogen (Gustina, 2023). Organisme yang menerima ekstrak spirulina dapat menjadi lebih kebal terhadap infeksi yang disebabkan oleh bakteri, virus, dan parasit dan hal ini mampu mengurangi risiko terjadinya wabah penyakit yang merugikan pada hasil akuakultur. (Yanuhar, 2019).



Gambar 5. *Spirulina* sp. dibidang akuakultur (Ragaza *et al.*, 2024).

2.3 Fase Pertumbuhan Mikroalga

Pertumbuhan mikroalga dibagi menjadi beberapa fase yaitu :

- Fase Penyesuaian (*Lag Phase*)

Fase penyesuaian adalah tahap awal perkembangan di mana mikroalga yang baru mulai beradaptasi dengan lingkungan barunya. Dimana pada fase ini ditandai dengan sel *Spirulina* sp. yang masih lambat pertumbuhannya sehingga mengindikasikan bahwa *Spirulina* sp. mampu memanfaatkan nutrisi pada media kultur untuk perkembangbiakan sel selnya (Leksono *et al.*, 2017).

- Fase Eksponensial (*Log Phase*)

Fase eksponensial adalah tahap pertumbuhan mikroalga setelah melalui fase adaptasi. Pada tahap ini terjadi kepadatan sel yang sangat cepat, dengan laju pertumbuhan yang konsisten dan aktivitas metabolisme yang stabil. Peningkatan kepadatan sel ini menunjukkan kemampuan *Spirulina* sp. dalam memanfaatkan nutrisi yang tersedia secara efektif (Febryana, 2018).

- Fase Stasioner (*Stationary Phase*)

Fase stasioner adalah tahap di mana jumlah kematian dan sel pertumbuhan seimbang, sehingga kepadatan populasi *Spirulina* sp. tidak berubah secara signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa jika nutrisi dalam media tidak mencukupi sel akan memasuki fase kematian. Fase stasioner kepadatan sel *Spirulina* sp. mencapai puncak populasi karena ketersediaan nutrisi dalam media kultur mulai berkurang (Cahya *et al.*, 2020).

- Fase Kematian (*Death Phase*)

Fase kematian adalah tahap terakhir dalam perkembangan mikroalga. Di tahap ini proses metabolisme mulai menurun, sehingga cadangan makanan semakin sedikit. Jumlah racun yang terakumulasi juga meningkat, menyebabkan semakin banyak sel mikroalga yang mati. Kepadatan sel menurun drastis karena laju kematian mikroalga jauh lebih tinggi dibandingkan laju pertumbuhannya. Sel-sel yang sudah mati dapat mengalami pecah (lisis) dan larut ke dalam media. Perubahan dalam kondisi lingkungan ditandai dengan air media kultur yang semakin keruh, terbentuknya busa di permukaan, dan gumpalan mikroalga yang mengendap di dasar wadah kultur (Hardiyanto dan Azim, 2016).

2.4 Budidaya *Spirulina* sp.

- Skala laboratorium

Kultur *Spirulina* sp. dalam ukuran laboratorium dilakukan menggunakan erlenmeyer dengan kapasitas 2 liter yang telah dicuci bersih memakai deterjen dan kemudian disterilkan melalui autoklaf. Erlenmeyer yang sudah bersih diisi dengan air yang memiliki salinitas 2 ppt, yang juga telah disterilisasi. Jumlah media yang diberikan mencapai 1.500 ml dengan bibit *spirulina* sp. sebanyak 500 ml yang kemudian dituangkan ke dalam erlenmeyer. Untuk kultur skala laboratorium, pupuk yang digunakan adalah pupuk walne dengan takaran 0,5 ppm dan vitamin B12 juga

dengan ukuran 0,5 ppm. Setelah pupuk ditambahkan, erlenmeyer ditutup untuk menghindari kontaminasi dan diberi aerasi. Durasi pemeliharaan dalam skala laboratorium berlangsung selama 7 hari. (Anton *et al.*, 2023).



Gambar 6. Kultur *Spirulina* sp. skala laboratorium (Dokumentasi pribadi, 2024)

- **Skala semi massal**

Kultur *Spirulina* sp. pada skala semi massal dilaksanakan dengan menggunakan wadah berkapasitas 60 liter yang telah dibersihkan dengan deterjen dan disikat menggunakan spons. Setelah itu, sebanyak 50 liter air ditambahkan ke dalam wadah tersebut dan bibit *Spirulina* sp. dari kultur sebelumnya dimasukkan sebanyak 6,5 liter. Selanjutnya, pupuk ditambahkan sesuai dosis pupuk untuk skala semi massal yang tertera pada tabel 1 ke dalam wadah. Proses kultur *Spirulina* sp. pada skala semi massal berlangsung selama 10 hari. (Anton *et al.*, 2023).



Gambar 7. Kultur *Spirulina* sp. skala semi massal (Dokumentasi pribadi, 2024)

Anton *et al.*, 2023 Menyatakan pada Kultur *Spirulina* sp. menggunakan beberapa jenis pupuk diantaranya Urea, SP-36, ZA, FeCl₃ dan EDTA dengan pemberian dosis pupuk pada skala semi massal masing masing 6 ppm dan dosis pupuk pada skala massal masing masing 21 ppm.

- **Skala massal**

Kultur *Spirulina* sp. dalam skala besar dilakukan dengan menggunakan wadah beton berkapasitas 1000 liter. Untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. dalam jumlah besar, diperlukan media yang mengandung pupuk sebagai sumber nutrisi. Tahap pertama yang dilaksanakan adalah mengisi wadah dengan air tawar steril, yang telah disaring sebelumnya untuk menghindari kontaminasi, sebanyak 700 liter. Setelah itu, ditambahkan bibit *Spirulina* sp. dari kultur sebelumnya dengan volume 120 liter. Selanjutnya, diberikan masing-masing 150 gram pupuk yaitu FeCl, urea, ZA, EDTA, dan SP36 (lihat tabel 2) serta diberikan aerasi untuk memasok oksigen. Kultur *Spirulina* sp. dalam skala besar tersebut dirawat selama sepuluh hari (Anton *et al.*, 2023).



Gambar 8. Kultur *Spirulina* sp. pada skala massal (Dokumentasi pribadi, 2024)

2.5 Telang

Bunga telang yang memiliki ciri khas warna biru yang diduga berasal dari Asia tropis namun, ada pula yang berpendapat bahwa asalnya dari wilayah tengah Amerika Selatan dan menyebar ke daerah tropis pada abad ke-19, termasuk Indonesia. Penyebaran bunga ini menjangkau berbagai belahan bumi tropis seperti Asia, Australia, hingga Afrika. Struktur bunga telang mirip dengan bentuk kupu-kupu sehingga sering disebut sebagai Butterfly pea. Di pulau Jawa, bunga ini kerap

disebut kelentit atau kembang teleng, sementara di Sulawesi dikenal sebagai bunga talang, tama lereng, dan di Maluku disebut bunga bisi atau seyamagulele. (Anto, 2021).



Gambar 9. Tanaman Telang (Zahara, 2022)

Bunga telang merupakan bagian dari keluarga Fabaceae yang memiliki batang kecil dan menjalar ke kiri, sehingga memerlukan penopang. Keunikan dari anggota Fabaceae adalah buahnya yang berbentuk polong (Padmawati et al., 2022). Daunnya kecil dan terletak berpasangan (2-4 pasang) serta bunga-bunganya berwarna biru. (Budiasih, 2017). Berikut adalah klasifikasi tanaman telang :

Kingdom : Plantae
Divisi : Tracheophyta
Infrodivisi : Angiospermae
Kelas : Mangnoliopsida
Ordo : Fabales
Familia : Fabacea
Genus : Clitoria
Spesies : *Clitoria ternatea L.*

Batang telang ini menjalar, Keluarga Fabaceae memiliki jumlah spesies tumbuhan obat terbesar di Indonesia dengan total 110 spesies, digunakan sebagai penyedia makanan karena mengandung karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin (Gulewicz et al., 2014). *Clitoria ternatea L* merupakan salah satu dari 60 spesies

dalam genus *clitoria* yang biasanya tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan (Purba, 2020).

Tanaman bunga telang dapat tumbuh pada ketinggian antara 1-1800 m di atas permukaan laut pada berbagai jenis tanah, termasuk tanah berpasir dan tanah merah dengan Ph antara 5,5 – 8,9. Suhu yang ideal bagi perkembangan telang berkisar antara 19 – 28 °C dan rata-rata curah hujan mencapai 2000 mm/tahun.

Secara morfologi batang telang memiliki panjang sekitar 0,5-3 m, batangnya berjenis herbaceous, berbentuk bulat dan bagian permukaannya memiliki rambut yang membelit ke arah kiri (*sinistrorsum volubilis*). Akar tanaman ini berupa akar tunggang dengan beberapa akar lateral. Daunnya terdiri dari daun majemuk menyirip berpasangan, berbentuk jorong, dan bagian bawahnya berbulu, panjang tangkai daun mencapai 2,5 cm. Bunganya memiliki warna biru, ungu muda dan putih, benang sari serta putik yang tersembunyi. Bunga telang termasuk dalam kategori bunga setangkup tunggal (*Monosimetricis*), yang memiliki lima kelopak yang menyatu dan 3 mahkota yang juga saling berhubungan. Buahnya tergolong sebagai buah polong yang bisa mencapai panjang 14 cm, dan di dalamnya terdapat biji berjumlah 8 – 10 (Wahyuni *et al.*, 2019; Putri dan Darmono, 2018)

- **Manfaat Tanaman Telang**

Bunga telang memiliki berbagai khasiat, antara lain untuk menyeimbangkan tekanan darah, meningkatkan daya ingat, menurunkan hipertensi, menurunkan kadar gula darah, melindungi fungsi hati dan meredakan gejala asma (Marpaung, 2020). Selain itu bynga ini juga berfungsi sebagai anti jamur, anti peradangan, pereda rasa sakit serta anti bakteri (Suganda dan Adhi, 2017). Ekstrak dari tanaman telang juga bisa menyembuhkan gangguan mata seperti katarak (Kusriani *et al.*, 2017) dan membantu mengeluarkan dahak (Kusuma, 2019). Ekstrak adalah hasil dari proses pengambilan zak aktif yang biasanya berbentuk kental. Penyajian ini menjadi kental karena sudah melalui proses .penguapan pelarut dan sisa zat yang tidak dibutuhkan.

- **Fermentasi atau POC telang**

Fermentasi telang tidak hanya digunakan sebagai minuman probiotik tetapi juga berfungsi sebagai bahan aktif dalam obat dan kosmetik di industri farmasi.

Selain itu, dalam sektor pertanian limbah dari fermentasi telang yang ditambahkan dengan EM4 dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair (Rezaldi *et al.*, 2024).

Fermentasi biomassa telang diketahui dapat menghasilkan hormon pertumbuhan alami, seperti indole-3-asetat (IAA), gibberelin (GA), dan sitokinin. Hormon-hormon ini berfungsi untuk memicu pembelahan sel, memperpanjang akar, serta mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Proses fermentasi pada tanaman biasanya meningkatkan kadar hormon seiring dengan aktivitas mikroba yang mampu memproduksi fitohormon (Win *et al.*, 2020). Aktivitas bakteri asam laktat selama fermentasi menghasilkan berbagai jenis asam organik seperti asetat, malat, dan oksalat, yang berperan dalam menurunkan pH larutan fermentasi serta meningkatkan stabilitas produk (Lee *et al.*, 2018).

Secara mineralogi, tanaman telang mengandung unsur makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, serta elemen mikro seperti besi, zinc, mangan, magnesium, dan kalsium yang tetap konstan selama proses fermentasi. Proses fermentasi ini bahkan dapat meningkatkan kelarutan mineral, membuatnya lebih mudah untuk diserap oleh tanaman. Selain itu, telang juga diketahui memiliki kandungan saponin dan alkaloid yang memiliki sifat antimiroba sekaligus dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap patogen.

Secara mineralogi tanaman telang mengandung unsur makro (N, P, K) dan mikro (Fe, Zn, Mn, Mg, Ca) yang tetap stabil selama fermentasi. Bahkan proses fermentasi dapat meningkatkan kelarutan mineral sehingga lebih mudah diserap tanaman (Singh *et al.*, 2018). Selain itu, telang juga diketahui mengandung saponin dan alkaloid yang memiliki aktivitas antimiroba dan dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen (Alsnafi, 2021).