

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Arthrospira atau yang lebih umum dikenal *A. platensis* merupakan mikroalga biru-hijau yang digolongkan kedalam *Cyanobacteria* dan tumbuh secara alami di danau alkalis (Ciferri 1983; Abdulqader et al., 2000). *Arthrospira platensis* atau sering disebut *A. platensis* dalam perdagangan (pasar komersial) memiliki potensi ekonomi tinggi karena kandungan nutrisi yang lengkap dan telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri, termasuk pangan, farmasi, dan pakan, karena mengandung protein, vitamin, mineral, serta asam lemak esensial yang melimpah, khususnya asam lemak tak jenuh, baik tunggal MUFA (Monounsaturated fatty acids) maupun PUFA (Polyunsaturated fatty acids/PUFA) (Tokusoglu & Ünal, 2003).

A. platensis diketahui mengandung PUFA dalam kisaran 28,2% hingga 47,8% dari total asam lemak. Di antara PUFA tersebut, gamma-linolenic acid (GLA) merupakan komponen dominan, dengan kisaran konsentrasi 4,07% hingga 22,51%, diikuti oleh linoleic acid (LA) dan alpha-linolenic acid (ALA) (Diraman et al., 2009). Sementara itu, EPA (1,8–7,7%) dan DHA (2,3–2,9%) juga terdeteksi pada beberapa sampel *A. platensis*, meskipun dalam jumlah relatif kecil (Diraman et al., 2009). Beberapa penelitian juga melaporkan keberadaan MUFA seperti oleic acid (C18:1) dan palmitoleic acid (C16:1) yang memiliki peran penting dalam metabolisme energi dan aktivitas antiinflamasi ringan (Guedes et al., 2011; Kaur et al., 2020). Selain PUFA dan MUFA, *A. platensis* juga mengandung asam lemak jenuh (SFA) seperti palmitic acid (C16:0) dan pentadecanoic acid (C15:0), yang merupakan komponen penting dari struktur lipid mikroalga (Renaud et al., 1995; Harwood & Guschina, 2009). Meskipun sering diasosiasikan dengan efek metabolik negatif, beberapa jenis SFA tertentu, seperti C15:0, kini dikategorikan sebagai SFA bioaktif karena memiliki efek antiinflamasi dan protektif terhadap gangguan metabolik (Jenkins et al., 2015; Venn-Watson et al., 2020).

Pertumbuhan dan metabolisme *A. platensis* sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat kultur dilakukan, seperti intensitas cahaya, suhu, salinitas, ketersediaan nutrisi, dan pH media. Vonshak (1997) dan Torzillo et al. (2005) mendeskripsikan bahwa *A. platensis* tumbuh optimal dalam rentang pH 8,5 hingga 9,0, di mana aktivitas fotosintesis, efisiensi asimilasi karbon anorganik, dan stabilitas enzim berada dalam kondisi paling efektif. Dalam rentang ini pula, aktivitas metabolik termasuk biosintesis lipid berjalan stabil dan mendukung produksi asam lemak esensial. Belay et al. (1993) juga menemukan bahwa pertumbuhan *A. platensis* sangat baik pada kisaran pH 8,5–9,0, di mana biomassa yang dihasilkan tinggi dan profil asam lemak menunjukkan keberadaan linoleic acid (C18:2) dan gamma-linolenic acid (GLA, C18:3), yang merupakan komponen PUFA penting dalam pakan larva ikan dan udang.

Bhowmick et al. (2020) mendeskripsikan bahwa kultur *A. platensis* yang dikondisikan pada pH 8,5–9,0 tidak hanya menghasilkan biomassa yang tinggi, tetapi juga memperlihatkan peningkatan kandungan lipid total, termasuk asam lemak tak jenuh seperti palmitoleic acid (C16:1) dan linoleic acid (C18:2). Hadiyanto et al. (2022) juga menemukan bahwa produktivitas *A. platensis* meningkat pada pH 8,5 hingga 9,0, terutama dalam sistem kultur semi-kontinu, dan kondisi ini mendukung pertumbuhan sel

serta sintesis pigmen fotosintetik seperti fikosianin. Sementara itu, Gantar et al. (2012) menemukan bahwa pH 8,5–9,0 menghasilkan komposisi asam lemak yang seimbang antara SFA dan PUFA, serta mendukung profil lipid yang lebih stabil.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Prabakaran dan Ravindran (2011) menemukan bahwa pada pH 8,5, *A. platensis* menghasilkan kandungan lipid total yang tinggi dengan dominasi asam lemak palmitic acid (C16:0), diikuti oleh linoleic acid (C18:2), oleic acid (C18:1), dan γ -linolenic acid (C18:3). Sementara itu, Nur et al. (2023) melaporkan bahwa kultur *A. platensis* pada pH 9,0 mampu meningkatkan kepadatan sel dan total biomassa secara signifikan, serta menghasilkan total lipid yang lebih tinggi dibandingkan kultur pada pH lebih rendah. Hossain et al. (2022) juga mengklaim bahwa komposisi asam lemak pada pH 8,5 hingga 9,0 mencakup dominasi SFA seperti C16:0, serta MUFA dan PUFA dalam rasio seimbang, yang menunjukkan bahwa rentang pH tersebut mendukung kestabilan metabolisme lipid *A. platensis* secara umum.

Pada kondisi pH alkalis, *A. platensis* menunjukkan pertumbuhan yang optimal serta peningkatan kandungan biomassa dan senyawa bioaktif seperti klorofil, karotenoid, dan lipid, termasuk asam lemak tak jenuh ganda seperti gamma-linolenic acid (GLA) (Hosseini et al., 2015). Selain PUFA, asam lemak tak jenuh seperti MUFA akan meningkat pada pH yang optimal *A. platensis* diketahui tumbuh optimal pada kondisi alkalis, meningkatkan akumulasi oleic dan palmitoleic acid sebagai respons adaptif sel terhadap stres lingkungan (Liestianty et al. 2022; Mendes et al., 2006). Sementara itu, asam lemak jenuh (SFA) seperti palmitic acid tetap dihasilkan sebagai bagian dari struktur lipid utama yang berperan dalam kestabilan membran sel, terutama pada perubahan pH lingkungan (Harwood & Guschina, 2009).

Komposisi asam lemak *A. platensis* yang mencakup asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), tak jenuh tunggal (MUFA), dan jenuh (SFA) menjadikannya sumber lipid bioaktif yang bernilai tinggi untuk berbagai aplikasi bioteknologi, nutrisi, akuakultur, farmasi dan lain-lain. Dalam bidang akuakultur, PUFA seperti linoleic acid (LA) dan α -linolenic acid (ALA) terbukti meningkatkan pertumbuhan, imunitas, dan sintasan larva ikan dan udang, serta mendukung perkembangan sistem saraf dan retina (Oliva-Teles & Gonçalves, 2001; Tulli et al., 2012). MUFA seperti oleic acid dan palmitoleic acid mendukung metabolisme energi, ketahanan terhadap stres lingkungan, dan kualitas daging ikan, menjadikannya komponen penting dalam pakan fungsional (Guedes et al., 2011; Kaur et al. 2020). Di bidang kesehatan dan farmasi, MUFA dan SFA bioaktif seperti pentadecanoic acid (C15:0) telah dikaitkan dengan efek antiinflamasi, perlindungan terhadap gangguan metabolik, serta sebagai kandidat terapi nutrasetikal (Jenkins et al. 2015; Venn-Watson et al. 2020). Selain itu, dalam industri pangan dan kosmetik, asam lemak dari *A. platensis* digunakan dalam formulasi produk fungsional dan topikal karena kestabilannya serta manfaatnya terhadap kesehatan kulit dan sistem imun (Yoon et al., 2013; Kaur et al., 2020).

Selain pH, faktor lingkungan seperti suhu dan salinitas juga dilaporkan memengaruhi komposisi lipid dan asam lemak *A. platensis*. Peningkatan suhu dari 20°C ke 35°C meningkatkan kandungan palmitic acid namun menurunkan GLA, mengindikasikan bahwa suhu tinggi dapat menggeser proporsi PUFA menjadi SFA (Renaud et al., 1995). Tingkat salinitas tinggi juga dapat menurunkan akumulasi lipid tak jenuh dan menghambat pertumbuhan *A. platensis* (Sánchez et al., 2003). Namun,

variabel pH dinilai memiliki **pengaruh** yang lebih langsung dan konsisten terhadap aktivitas enzim biosintetik lipid serta terhadap stabilitas dan produktivitas sel (Colla et al., 2004; Kim et al., 2012).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan pH terbaik bagi pertumbuhan, kepadatan, dan biomassa *A. platensis* yang dikultur pada tiga kondisi pH berbeda, yaitu pH 8,4; pH 8,7; dan pH 9,0. Penentuan pH optimal tidak hanya penting untuk mendukung pertumbuhan dan produktivitas sel, tetapi juga berperan dalam menentukan kualitas nutrisi yang dihasilkan, khususnya terkait komposisi dan keberagaman asam lemak. Memahami hubungan antara pH dan profil asam lemak menjadi langkah strategis dalam optimalisasi produksi *A. platensis* sebagai bahan baku pakan, pangan fungsional, serta produk bernilai tambah lainnya di bidang kesehatan, akuakultur, dan industri.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 Aspek Biologi *A. platensis*

1.2.1.1 Morfologi

Arthrospira platensis atau umumnya yang dikenal *Spirulina platensis* membentuk filamen heliks (spiral) multiseluler berwarna biru-hijau, tidak bercabang, dan tanpa selubung lendir tebal. Filamen (trikom) terdiri dari sel silinder pendek (diameter 4–8 µm; panjang 1–3 µm) yang tersusun uniseriat. Panjang filamen bervariasi hingga >500 µm, dengan jarak antar lilitan heliks 10–60 µm. Selnya mengandung pigmen fotosintetik (klorofil-*a*, fikosianin) dan inklusi seperti granula glikogen. Reproduksi aseksual terjadi melalui fragmentasi trikom dan pembelahan biner transversa (Jung et al., 2021). Gerakan meluncur (gliding) dan rotasi juga menjadi ciri khasnya (Komárek & Anagnostidis, 2005; Vonshak, 1997).

1.2.1.2 Klasifikasi

Adapun klasifikasi *A. platensis* menurut gomont (1892) adalah sebagai berikut :

Domain : Bacteria
 Filum : Cyanobacteria
 Kelas : Cyanophyceae
 Ordo : Oscillatoriales
 Famili : Microcoleaceae
 Genus : *Arthrospira*
 Spesies: *Arthrospira Platensis* (Gomont 1892)



Gambar 1. *A. Platensis* (Dokumentasi pribadi,2025)

1.2.1.3 Habitat

A. platensis memiliki komposisi yang kompleks, dengan kandungan protein mencapai 60–70% dari berat kering, serta kaya akan vitamin (terutama B12 dan beta-karoten), mineral (termasuk zat besi dan magnesium), serta asam lemak esensial seperti gamma-linolenic acid (GLA) (Becker, 2007). Secara ekologis, *A. platensis* bersifat alkalifilik dan halotoleran, yang secara alami ditemukan pada danau-danau alkalis dengan pH tinggi (sekitar 8,5–11) dan salinitas sedang hingga tinggi, seperti di Danau Texcoco (Meksiko) dan Danau Chad (Afrika Tengah) (Ciferri, 1983; Abdulqader et al. 2000). Lingkungan tersebut memberikan keunggulan kompetitif bagi *A. platensis*, karena hanya sedikit mikroorganisme lain yang mampu bertahan pada kondisi ekstrem tersebut. Dalam fisiologinya, pertumbuhan *A. platensis* sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, suhu, salinitas, dan pH. Di bawah kondisi optimal, mikroalga ini dapat tumbuh cepat dan menghasilkan biomassa tinggi yang kaya akan senyawa bioaktif, termasuk pigmen (fikosianin, klorofil), polisakarida, dan lipid fungsional (Vonshak, 1997).

1.2.2 Aspek kultur Mikroalga (*A. platensis*)

1.2.2.1 Fase pertumbuhan

Pertumbuhan mikroalga dalam kultur dapat ditandai dengan bertambah besarnya ukuran sel atau bertambah banyaknya jumlah sel. Sampai saat ini kepadatan sel digunakan secara luas untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Pertumbuhan mikroalga dalam kultur sangat dipengaruhi oleh kondisi cahaya, suhu, aerasi dan nutrisi. Pertumbuhan mikroalga dibagi dalam lima fase pertumbuhan, yaitu fase lag, fase logaritmik atau eksponensial, fase penurunan laju pertumbuhan, fase stasioner, dan fase kematian (Fogg, 1975). Kurva pertumbuhan mikroalga dapat dilihat pada Gambar 2.

1) Fase Lag

Fase ini ditandai dengan peningkatan populasi yang tidak nyata. Fase ini disebut juga sebagai fase adaptasi karena sel mikroalga sedang beradaptasi terhadap media tumbuhnya (nutrient). Sel-sel mikroalga tidak langsung membelah, tetapi melakukan penyesuaian fisiologis terhadap kondisi lingkungan seperti cahaya, nutrisi, dan suhu. Aktivitas metabolik tinggi, namun laju pertumbuhan masih rendah (Becker, 1994). Durasi fase ini tergantung pada kondisi inokulum dan kesesuaian media kultur.

2) Fase eksponensial

Fase ini diawali oleh pembelahan sel dan ditandai dengan naiknya laju pertumbuhan hingga kepadatan populasi meningkat. Laju pertumbuhannya meningkat dengan pesat dan selnya aktif berkembang biak. Ciri metabolisme pada fase ini adalah tingginya aktivitas fotosintesis yang berguna untuk pembentukan protein dan komponen-komponen penyusun plasma sel yang dibutuhkan dalam pertumbuhan (Vonshak, 1997)

3) Fase penurunan laju pertumbuhan

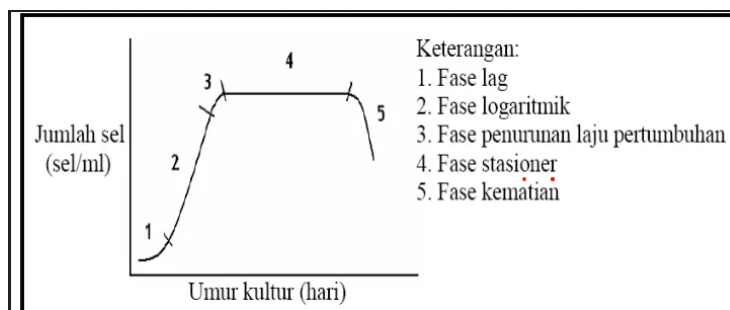
Fase ini ditandai dengan penurunan laju pertumbuhan. Selain itu terjadi penurunan pertumbuhan populasi per satuan waktu bila dibandingkan dengan fase eksponensial sehingga fase ini disebut juga fase decline (Mata et al. 2010)

4) Fase stasioner

Pada fase ini, pertumbuhan mengalami penurunan dibandingkan fase logaritmik. Laju reproduksi sama dengan laju kematian. Dengan demikian penambahan dan pengurangan jumlah mikroalga relatif sama atau seimbang sehingga kepadatannya tetap. Jumlah sel cenderung tetap diakibatkan sel telah mencapai titik jenuh (Richmond, 2004; Ugwu et al. 2008).

5) Fase kematian

Fase ini ditandai dengan kepadatan populasi selnya yang terus berkurang. Sel-sel mikroalga mulai mati lebih cepat daripada yang terbentuk dan menyebabkan terjadinya fase kematian (Khoey et al. 2019)



Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Mikroalga (Becker, 1994)

1.2.2.2 Medium SAG Germany

Nutrien merupakan faktor kunci yang sangat menentukan pertumbuhan, produktivitas, dan komposisi biokimia mikroalga. Kultur mikroalga yang ditumbuhkan dalam kondisi nutrisi yang optimum akan menghasilkan produktivitas biomassa yang tinggi dengan kualitas yang baik, baik dari segi kandungan protein, lipid, maupun pigmen. Sebaliknya, kondisi nutrisi yang terbatas dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan karena sel mikroalga mengalami kekurangan unsur-unsur penting yang diperlukan dalam metabolisme. Kekurangan unsur hara juga sering memicu perubahan komposisi biokimia sel, misalnya peningkatan akumulasi lipid pada saat nitrogen terbatas, namun dengan konsekuensi berkurangnya kandungan protein (Markou & Georgakakis, 2011).

Pertumbuhan mikroalga membutuhkan berbagai macam nutrisi yang dapat dikategorikan menjadi unsur makro dan unsur mikro. Unsur makro adalah nutrisi yang diperlukan dalam jumlah besar, antara lain nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), natrium (Na), sulfur (S), karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), serta magnesium (Mg). Unsur-unsur ini berperan sebagai bahan dasar dalam pembentukan protein, asam nukleat, ATP, serta komponen struktural lain dari sel. Sementara itu, unsur mikro seperti boron (B), molibdenum (Mo), tembaga (Cu), seng (Zn), dan kobalt (Co) dibutuhkan dalam jumlah sedikit, namun tetap esensial karena berperan sebagai kofaktor enzim dan komponen penting dalam berbagai jalur metabolisme (Leksono & Mutiara, 2017). Ketersediaan vitamin dalam media, terutama vitamin B12, juga berkontribusi dalam mempercepat pertumbuhan sel dan meningkatkan efisiensi metabolisme (Radhiyufa, 2011).

Pada *Arthrospira platensis*, kebutuhan nutrisi lebih spesifik karena jenis ini merupakan mikroalga yang tumbuh optimal pada kondisi basa dengan media kaya bikarbonat. Nitrogen menjadi unsur utama yang sangat menentukan produktivitas *A. Platensis*, terutama dalam bentuk nitrat, meskipun beberapa strain juga dapat memanfaatkan amonium. Fosfat berfungsi penting dalam sintesis ATP, fosfolipid, serta materi genetik. Rasio nitrogen terhadap fosfor dalam media merupakan faktor kritis yang memengaruhi laju pertumbuhan serta komposisi biokimia biomassa *A. Platensis*. Kekurangan nitrogen akan mengurangi kandungan protein Spirulina, sedangkan keterbatasan fosfor dapat menurunkan produksi energi seluler serta menghambat pembelahan sel (Markou et al., 2012).

Selain unsur anorganik, ketersediaan karbon juga sangat menentukan keberhasilan kultur mikroalga. *A. Platensis* sebagai organisme fotosintetik memanfaatkan CO₂ baik dari atmosfer maupun dari tambahan karbon anorganik seperti natrium bikarbonat. Karbon tidak hanya digunakan sebagai sumber energi melalui fotosintesis, tetapi juga sebagai bahan baku dalam pembentukan senyawa organik utama sel. Peningkatan konsentrasi sumber karbon dalam media dapat mempercepat pertumbuhan *A. Platensis*, namun konsentrasi yang terlalu tinggi justru dapat menyebabkan ketidakseimbangan osmotik dan menghambat produktivitas. Dengan demikian, strategi pengelolaan nutrisi yang tepat termasuk pengaturan rasio makro dan mikronutrien serta pemberian sumber karbon yang sesuai merupakan aspek penting

dalam optimasi pertumbuhan dan kualitas biomassa *Spirulina* (Costa et al., 2004; Markou & Georgakakis, 2011).

1.2.2.3 pH

Derajat keasaman atau pH digambarkan sebagai keberadaan ion hidrogen. Penentuan kisaran pH media kultur penting untuk pertumbuhan *A. platensis*. Kisaran pH merupakan salah satu faktor penentu bagi pertumbuhan *A. platensis* yang dapat menentukan kemampuan biologi mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara (Rosida, 2016). Variasi pH dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan kultur mikroalga antara lain mengubah keseimbangan karbon anorganik, mengubah ketersediaan nutrisi dan mempengaruhi fisiologi sel. Kisaran pH berperan untuk menentukan konsentrasi CO_2 dan keseimbangan antara bikarbonat dan karbonat. Keberadaan CO_2 sebagai hasil perubahan bikarbonat menjadi karbonat berlangsung sampai absorpsi dari udara mencapai keadaan seimbang dengan penggunaan CO_2 oleh *A. platensis* pada saat pH meningkat sampai melewati ambang batas maka kecepatan metabolisme dari *A. platensis* akan menurun. Selain itu, pH juga berpengaruh terhadap penyediaan nutrisi dan keadaan fisiologis *A. platensis* (Firdaus & Fauzan, 2015).

Spesies *A. platensis* bersifat alkalifilik, biasanya tumbuh subur dalam kondisi yang sangat basa dengan pH optimal sekitar 8,5–10 (beberapa penelitian melaporkan hingga pH 10,5) (Shao, 2005); (Belkin & Boussiba, 1991). Nilai pH yang ekstrem, baik terlalu rendah maupun terlalu tinggi, dapat mengganggu integritas membran sel, menghambat penyerapan nutrisi, serta menurunkan aktivitas enzim-enzim kunci dalam metabolisme seluler (Richmond, 2004). Rentang ini memungkinkan kelarutan karbon anorganik dalam bentuk bikarbonat dan karbonat yang merupakan sumber utama karbon bagi fotosintesis *A. platensis* (Abdel-Raouf et al. 2012). Oleh karena itu, pengaturan pH menjadi salah satu faktor kritis dalam budidaya mikroalga, terutama pada sistem kultur tertutup maupun terbuka.

pH basa dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme kontaminan, sehingga memberikan keuntungan kompetitif bagi *A. platensis* dalam sistem kultur terbuka (Tredici, 2010). Penelitian oleh El-Sheekh et al. (2014) menunjukkan bahwa *A. platensis* yang dikultur pada pH 9,0 memiliki laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kultur pada pH 7,5 dan 10,5. Biomassa yang dihasilkan juga lebih besar, serta menunjukkan peningkatan dalam kadar protein total dan pigmen fikosianin. Studi serupa oleh Lee et al. (2016) menegaskan bahwa kestabilan pH di kisaran 8,5–9,0 sangat penting untuk mempertahankan densitas sel yang tinggi dan efisiensi fotosintesis pada *A. platensis*. Pada penelitian Zhang et al. (2015) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa pH 8,5–9,0 mampu meningkatkan penyerapan nitrogen dan fosfat, sehingga mendorong laju pembelahan sel lebih cepat dan akumulasi biomassa lebih tinggi.

Penelitian terbaru oleh Harun et al. (2021) menegaskan bahwa pengaturan pH pada kisaran 8,4–9,0 tidak hanya meningkatkan pertumbuhan biomassa, tetapi juga memperbaiki efisiensi konversi energi cahaya menjadi biomassa kering. Efisiensi ini berkorelasi dengan peningkatan kandungan lipid hingga 15% lebih tinggi dibandingkan kultur pada pH 7,8. Mereka juga melaporkan bahwa kestabilan pH mencegah terjadinya fluktuasi ionik dalam medium, yang sering kali menjadi penyebab gangguan osmotik pada sel *A. platensis*.

Selain faktor nutrisi, pengaruh pH terhadap sintesis pigmen juga patut diperhatikan. Menurut Wu et al. (2016), fikosianin sebagai pigmen utama dalam *A. platensis* lebih stabil dan terakumulasi optimal pada pH 8,5. Pigmen ini tidak hanya berperan dalam fotosintesis, tetapi juga memiliki nilai bioaktif yang tinggi dan banyak dimanfaatkan dalam industri makanan dan farmasi. Dengan demikian, pengaturan pH menjadi strategi penting untuk meningkatkan nilai tambah dari produk hasil kultur *A. platensis*.

Kaitan antara pH dan produksi asam lemak juga telah diteliti secara luas. Danesi et al. (2011) menyatakan bahwa perubahan pH dapat memengaruhi ekspresi enzim desaturase yang berperan dalam pembentukan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), termasuk gamma-linolenic acid (GLA). Pada pH optimum, aktivitas enzim ini meningkat, sehingga mendukung akumulasi PUFA dalam sel *A. platensis*. Penelitian oleh da Silva et al. (2018) mendukung hal ini, di mana pH 8,5 terbukti menghasilkan kandungan lipid total tertinggi dengan dominasi palmitic acid (C16:0), linoleic acid (C18:2), dan oleic acid (C18:1). Dalam konteks produksi asam lemak, Zhang & Zhang (2020) menemukan bahwa rasio PUFA terhadap total lipid *A. platensis* meningkat secara signifikan pada pH 8,7 dibandingkan pH di bawah 8. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kisaran pH tertentu berperan sebagai pemicu metabolisme lipid. Mereka juga mencatat bahwa pH tinggi menyebabkan peningkatan aktivitas acetyl-CoA carboxylase yang menjadi langkah awal dalam biosintesis asam lemak.

Dalam kondisi stres ringan seperti pH yang mendekati batas toleransi, aktivitas enzim desaturase dan elongase dapat terstimulasi untuk mempertahankan fluiditas membran sel. Penelitian Funteu et al. (1997) melaporkan bahwa aktivitas desaturase meningkat secara signifikan pada pH basa, yang menjadi kondisi optimal untuk pertumbuhan *A. platensis*. Markou et al. (2023) juga mencatat bahwa adaptasi terhadap variasi salinitas dan pH jangka panjang menyebabkan peningkatan asam lemak tak jenuh. Fluktuasi pH di luar kisaran optimal dapat menyebabkan stres fisiologis pada *A. platensis*. Pada penelitian oleh Patel et al. (2022) mengidentifikasi bahwa pH kultur mempengaruhi distribusi fraksi lipid, di mana pH 8,6–8,9 menghasilkan proporsi PUFA yang lebih tinggi dibandingkan pH 9,5 atau lebih. Hal ini diduga akibat perubahan fluiditas membran sel yang memengaruhi kestabilan enzim desaturase dan elongase. Menurut Costa et al. (2019), kondisi pH yang tidak stabil dapat memicu stres oksidatif yang berakibat pada degradasi lipid dan menurunnya produktivitas biomassa. Oleh karena itu, pengaturan pH yang stabil tidak hanya penting untuk pertumbuhan sel, tetapi juga untuk menjaga kestabilan metabolisme dan efisiensi sintesis senyawa bioaktif seperti asam lemak esensial.

1.2.2.4 Suhu (°C)

Suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton. Suhu secara langsung mempengaruhi efisiensi fotosintesis dan faktor yang menentukan dalam pertumbuhan. Pada kondisi laboratorium, perubahan suhu air dipengaruhi oleh temperatur ruangan dan intensitas cahaya. Suhu optimum untuk kultur mikroalga di laboratorium antara 25-32°C (Fogg, 1975). Secara umum suhu optimal dalam kultur mikroalga berkisar antara 20- 30°C (Aisyah et al.2023). Suhu dalam kultur diatur sedemikian rupa bergantung pada medium yang digunakan. Suhu di bawah 16°C

dapat menyebabkan kecepatan pertumbuhan turun sedangkan suhu diatas 36°C dapat menyebabkan kematian.

Beberapa mikroalga tidak tahan terhadap suhu yang tinggi. Pengaturan suhu dalam kultur mikroalga dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengatur suhu udara (Taw, 1990). Menurut Silalahi (2019), *A. platensis* yang paling umum dibudidayakan mampu mentolerir suhu antara 16°C dan 27°C. Suhu lebih rendah dari 16°C akan memperlambat pertumbuhan, sedangkan yang lebih tinggi dari 35°C akan mematikan bagi sejumlah spesies.

1.2.2.5 Intensitas Cahaya (Lux)

Cahaya merupakan sumber energi dalam proses fotosintesis yang berguna untuk pembentukan senyawa karbon organik. Intensitas cahaya sangat menentukan pertumbuhan fitoplankton yaitu dilihat dari lama penyinaran dan panjang gelombang yang digunakan untuk fotosintesis. Cahaya berperan penting dalam pertumbuhan mikroalga, tetapi kebutuhannya bervariasi yang disesuaikan dengan kedalaman kultur dan kepadatannya. Kedalaman dan kepadatan kultur yang lebih tinggi menyebabkan intensitas cahaya yang dibutuhkan tinggi. Akan tetapi, intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menyebabkan fotoinhibisi dan pemanasan. Penggunaan lampu dalam kultur mikroalga minimal dinyalakan 18 jam per hari, hal tersebut dilakukan sampai mikroalga dapat tumbuh dengan konstan dan normal (Larasati, 2019). Menurut Fithria *et al.* (2022), intensitas cahaya yang optimal untuk pertumbuhan *A. platensis* berkisar antara 1500-3000 lux dan tidak melebihi 4000 lux untuk menghindari foto inhibisi.

1.2.2.6 Asam Lemak

Asam lemak merupakan komponen lipid penting yang berperan dalam struktur membran sel dan sebagai cadangan energi. Komposisi lipidnya didominasi oleh asam lemak jenuh (SFA), asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA), dan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) yang masing-masing memainkan peran penting dalam struktur membran, metabolisme energi, dan aktivitas biologis lainnya (Harwood & Guschina, 2009). Kandungan lipid *A. platensis* bervariasi tergantung kondisi lingkungan, strain, dan metode kultivasi, dan dapat mencapai 6% hingga 13% dari berat kering (Becker, 2007). Kandungan dan komposisi asam lemak *A. platensis* sangat dipengaruhi oleh kondisi kultur, salah satunya pH media, yang memengaruhi aktivitas enzim seperti desaturase dan elongase dalam biosintesis lipid (Kim *et al.* 2012; Funteu *et al.* 1997).

Komposisi dan jumlah asam lemak dalam *Spirulina platensis* sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, termasuk cahaya, salinitas, sumber nitrogen, dan terutama pH medium kultur. Perubahan pH dapat memengaruhi aktivitas enzim desaturase dan elongase, yang berperan dalam konversi asam lemak jenuh menjadi tak jenuh (Funteu *et al.* 1997). Menurut Cohen *et al.* (1995), perubahan pH kultur dapat memodulasi aktivitas enzim desaturase dan elongase, yang mengatur jumlah ikatan rangkap dan panjang rantai asam lemak. Pada pH 8,5–9,0, terjadi peningkatan aktivitas desaturase sehingga kandungan PUFA, termasuk GLA, meningkat (Danesi *et al.* 2011). Pada studi oleh Almahrouqi *et al.* (2015) menunjukkan bahwa variasi salinitas yang juga berdampak pada pH dapat menyebabkan perubahan signifikan dalam kandungan asam palmitat, linoleat, dan GLA. Begitu juga dengan kadar nitrogen yang rendah telah terbukti

meningkatkan akumulasi lipid dan memodifikasi profil PUFA (Ayachi et al. 2007). Studi oleh Zhu et al. (2016) menemukan bahwa *Spirulina* yang dikultur pada pH optimal menghasilkan profil asam lemak yang lebih seimbang, dengan rasio PUFA/SFA yang tinggi.

PUFA dalam *Spirulina* terdiri dari gamma-linolenic acid (GLA; C18:3n-6), linoleic acid (LA; C18:2n-6), dan alpha-linolenic acid (ALA; C18:3n-3). Kandungan total PUFA dilaporkan berkisar antara 28,2% hingga 47,8% dari total asam lemak (Diraman et al. 2009). PUFA memainkan peran penting sebagai prekursor eikosanoid yang berfungsi dalam imunitas, peradangan, dan pengaturan tekanan darah (Simopoulos, 2002). Penelitian Hosseini et al. (2015) menunjukkan bahwa *Spirulina* yang dikultur pada pH 9–10 mengalami peningkatan biomassa dan akumulasi linoleic acid (LA) dan GLA, memperkuat hipotesis bahwa pH alkalis menginduksi aktivitas desaturase untuk pembentukan PUFA. Dalam akuakultur, PUFA esensial sangat dibutuhkan pada fase larva dan benih karena mendukung pembentukan membran fosfolipid, sistem saraf, retina, dan fungsi metabolik. Menurut Oliva-Teles & Gonçalves (2001) dan Tulli et al. (2012), suplementasi LA dan ALA dari *Spirulina* dalam pakan fungsional meningkatkan pertumbuhan, sintasan, dan respons imun larva ikan. Selain itu, Watanabe (1993) menegaskan bahwa EPA dan DHA sangat penting untuk kelangsungan hidup dan perkembangan organ-organ vital seperti otak dan mata.

A. platensis mengandung MUFA dalam jumlah signifikan, terutama oleic acid (C18:1) dan palmitoleic acid (C16:1). MUFA diketahui memiliki peran penting dalam metabolisme energi, sebagai komponen membran yang fleksibel, serta memberikan efek imunomodulator ringan (Guedes et al. 2011; Kaur et al. 2020). Studi Mendes et al. (2006) melaporkan bahwa pada pH kultur yang optimal (sekitar pH 9,0), terjadi peningkatan kandungan oleic acid dan palmitoleic acid dalam sel *A. platensis*. Peningkatan MUFA ini diasosiasikan dengan respons adaptif sel terhadap fluktuasi lingkungan dan tekanan osmotik dalam kultur alkalis (Liestianty et al. 2022). Dalam bidang akuakultur, MUFA membantu meningkatkan efisiensi pakan dan menurunkan faktorgao konversi pakan (FCR). Penelitian oleh Nguyen et al. (2020) pada udang vaname menunjukkan bahwa suplementasi pakan dengan MUFA dari *A. platensis* meningkatkan kelulushidupan hingga 35% setelah infeksi bakteri *Vibrio*, serta meningkatkan efisiensi pakan sebesar 15%.

Adapun SFA, terutama palmitic acid (C16:0) dan pentadecanoic acid (C15:0), merupakan komponen utama dalam struktur lipid *A. platensis*. Kandungan palmitic acid dapat mencapai lebih dari 40% dari total asam lemak (Renaud et al. 1995). Selain itu, pentadecanoic acid (C15:0) yang juga ditemukan dalam *A. platensis*, kini dikategorikan sebagai SFA bioaktif, karena memiliki potensi antiinflamasi dan efek protektif terhadap gangguan metabolik (Jenkins et al. 2015; Venn-Watson et al. 2020). Meskipun SFA sering dikaitkan dengan efek negatif pada manusia, pada organisme akuatik, SFA seperti palmitic acid berfungsi sebagai sumber energi cepat yang sangat dibutuhkan oleh larva ikan, terutama dalam kondisi lingkungan ekstrem atau saat fase awal pertumbuhan (Tocher, 2010). SFA juga berperan dalam membentuk membran sel yang stabil, mendukung integritas struktural jaringan pada ikan dan udang (Sargent et al. 2002). Dalam konteks kultur, kondisi pH basa mendukung kestabilan struktur sel dan mempertahankan produksi SFA sebagai bagian dari mekanisme adaptasi terhadap stres

lingkungan, serta untuk mempertahankan integritas membran sel (Harwood & Guschina, 2009).

Pengaruh kondisi kultur terhadap profil asam lemak juga terlihat pada penelitian oleh da Silva et al. (2018), di mana variasi pH dalam kisaran basa menghasilkan dominasi GLA dan linoleic acid (C18:2). Hasil ini memperkuat bahwa pengendalian pH dan faktor lingkungan lainnya dapat diarahkan untuk memaksimalkan kandungan asam lemak bernilai komersial. Selain faktor pH, intensitas cahaya juga memengaruhi biosintesis asam lemak. Menurut Colla et al. (2007), cahaya yang cukup memacu pembentukan PUFA karena diperlukan dalam sintesis membran tilakoid untuk fotosintesis. Namun, jika cahaya berlebih atau pH terlalu tinggi, terjadi peningkatan SFA akibat stres oksidatif yang menghambat enzim desaturase (Renaud et al. 2002). Selanjutnya, Faktor nutrisi pun berperan signifikan. Kekurangan nitrogen dapat memicu perubahan metabolisme lipid, dengan kecenderungan meningkatkan SFA sebagai cadangan energi (Hu et al. 2008). Sebaliknya, suplai nutrisi seimbang menjaga proporsi PUFA tetap tinggi. Variasi ini dapat dimanfaatkan untuk mengarahkan profil asam lemak sesuai kebutuhan aplikasi industri.

Dengan berbagai manfaat tersebut, *A. platensis* menjadi salah satu kandidat mikroalga potensial dalam industri pangan fungsional, farmasi, akuakultur dan masih banyak lagi. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi profil asam lemak pada *A. platensis* sangat penting untuk mengoptimalkan nilai guna biologis dan ekonomis dari organisme ini.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan asam lemak yang dihasilkan oleh *A. platensis* saat dikultur pada pH berbeda, melalui pendekatan eksperimental dengan perlakuan variasi pH pada media kultur.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan sistem budidaya *A. platensis* yang lebih efisien dan terarah, khususnya dalam optimalisasi produksi asam lemak bernilai tinggi. Selain itu, penelitian ini juga berperan sebagai kontribusi literatur ilmiah yang dapat digunakan dalam penelitian lanjutan untuk merancang strategi kultur yang mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas senyawa lipid fungsional dari mikroalga tersebut.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di pada bulan September 2024 - Mei 2025 mulai dari persiapan hingga kultur dan pemeliharaan *A. platensis* yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Pembenihan Fakultas Ilmu kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.

2.2 Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan pada penelitian sebagai berikut:

Tabel 1. Nama dan fungsi alat yang digunakan pada penelitian

Nama Alat	Fungsi
Mikroskop	Untuk mengamati objek mikroalga
Rak Kultur	Menyimpan kultur mikroalga
Erlenmeyer	Wadah kultivasi mikroalga
Toples	Wadah kultivasi mikroalga
Galon	Wadah kultivasi mikroalga
Oven	Mensterilisasi kering alat
Autoklaf	Mensterilisasi media kultur, alat dan bahan dengan menggunakan uap air bertekanan tinggi (basah)
Neraca analitik	Menimbang bahan dengan massa yang kecil
Gelas beker	Wadah untuk menghomogenkan larutan
Laminar air flow	Sebagai meja kerja steril
Vortex	Menghomogenkan larutan
Sentrifuge	Memisahkan Cairan dengan partikel terhadap densitas layangnya
Lux Meter	Mengukur intensitas cahaya pada kultur mikroalga
pH Meter	Mengukur pH pada media kulturr
Hot plate stirrer	Memanaskan dan menghomogenkan larutan
Gelas ukur	Menguukur volume larutan/cairan
Mikropipet	Memindahkan cairan dengan jumlah yang sangat sedikit ke berbagai wadah
Selang dan pipet aerasi	Menyalurkan sirkulasi udara dan membantu menyuplai oksigen
Lampu	Sebagai sumber cahaya untuk fotosintesis mikroalga pada media kultur
Sedgewick Rafter	Menghitung kepadatan sel mikroalga
Kaca penutup	Menutup spesimen pada Sedgewick rafter
Spektrofotometer	Mengukur absorbansi mikroalga
Pompa vakum	Untuk pengeringan sampel dengan mengurangi tekanan udara sehingga air pada <i>A. platensis</i> menguap
Cawan petri	Wadah menimbang atau meletakkan sampel
Freeze dryer	Mengeringkan sampel dengan suhu terendah dalam waktu 24 jam

Kain saring	Menyaring <i>A. platensis</i> saat panen
Kulkas	Tempat penyimpanan sampel
Handcounter	Memudahkan menghitung jumlah sel mikroalga
Spatula	Memindahkan dan mengambil bahan yang akan digunakan
Vial	Sebagai tempat menyimpan sampel kering mikroalga
GCMS-QP2010	Analisis Komposisi asam lemak
Pipet aerasi	Untuk Menyalurkan Udara

Tabel 2. Nama dan fungsi Bahan yang digunakan pada penelitian

Nama Bahan	Fungsi
<i>A. platensis</i>	Inokulum media kultur
Aluminium foil	Menjaga kondisi steril yaitu kultur, media
Handscoon	Melindungi tangan dan mendukung kondisi steril
Masker	Melindungi pernapasan
Aquadest	Pelarut
Tip	Mengambil sampel dalam jumlah yang sangat sedikit
Kertas whatman No. 41	Menyaring <i>A. platensis</i>
SAG Germany medium	Sebagai nutrisi pertumbuhan mikroalga
NaOH	Menaikkan pH media kultur
Kloroform	Pelarut
Metanol	Pelarut
Alkohol 70%	Sterilisasi
Tissue	Pembersih
Label	Penanda

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Sterilisasi

Tahap awal yang dilakukan dalam proses kultivasi mikroalga adalah sterilisasi alat dan media kultur yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme yang tidak diinginkan ataupun bahan kimia yang dapat mengganggu pertumbuhan mikroalga selama proses kultivasi.

Sterilisasi alat berbahan gelas seperti erlenmeyer menggunakan oven dengan suhu 180°C selama 2 jam. Peralatan tersebut sebelumnya dicuci hingga bersih dan dikeringkan. Setelah kering peralatan yang terbuat dari bahan gelas dibungkus dengan aluminium foil. Selain wadah, medium yang akan digunakan juga dilakukan sterilisasi menggunakan autoclave dengan suhu 121°C dengan tekanan 1 atm.

2.3.2 Pembuatan Media Kultur

Media kultur yang digunakan dalam penelitian ini adalah media *A. platensis* yang dimodifikasi berdasarkan formulasi dari koleksi kultur alga (SAG-Germany). Medium ini dirancang bukan untuk tujuan produksi biomassa besar, melainkan untuk mempertahankan keaslian fisiologis dan morfologis strain selama pemeliharaan jangka

panjang (Friedl dan Lorenz,2012). Namun, secara tidak langsung mendukung pertumbuhan yang efisien berdasarkan komposisi bahan (senyawa) yang digunakan.

Tabel 3. Media kultur (SAG-Germany)

Senyawa	Jumlah (g)
<i>Solution 1 (Dilarutkan dalam 500 mL Aquadest)</i>	
NaHCO ₃	13,61
Na ₂ CO ₃	4,03
K ₂ HPO ₄	0,50
<i>Solution 2 (Dilarutkan dalam 500 mL Aquadest)</i>	
NaNO ₃	2,50
K ₂ SO ₄	1,00
NaCl	1,00
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,20
CaCl ₂ .7H ₂ O	0,04
FeSO ₄ .7H ₂ O	0,01
EDTA (Titriplex III, Merck)	0,08
<i>Komponen larutan Mikronutrient (Dilarutkan dalam 100 mL Aquadest)</i>	
H ₃ BO ₃	0,2
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0.02
CuSO ₄ .5H ₂ O	0.0005
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0.1
MnSO ₄ .4H ₂ O	0.1
CO(NO ₃) ₂ . 6H ₂ O	0.02

Larutan 1 dan larutan 2 di auktoklaf secara terpisah, satukan setelah dingin dan tambahkan 5 g/l B12 dalam larutan steril jika diperlukan. Membuat 1 liter medium dibutuhkan 100 ml solution 1, 50 ml solution 2 dan 5 ml mikronutrient kemudian ditambahkan aquadest sebanyak 845 ml sehingga terbentuk sebanyak 1 liter

2.3.3 Skale-Up Inokulum/Starter Mikroalga

A. platensis yang digunakan diperoleh dari Laboratorium Mikroalga Terintegrasi, Pusat Riset Limnologi dan Sumber Daya Air – BRIN, KST Soekarno, Cibinong, Bogor. *A. platensis* akan dijadikan sebagai starter untuk proses kultivasi, terlebih dahulu diperbanyak untuk memenuhi kebutuhan starter mikroalga yang dikembangkan, dimana awal starter inoculum isolate mikroalga yang berasal dari BRIN sekitar 250 ml. Starter awal dibagi masing-masing dalam 25 mL, kemudian diperbarui dan diperbanyak. Untuk memenuhi kebutuhan kultur, maka di perbanyak menjadi 300 mL pada wadah erlenmeyer 500 mL dengan menambahkan media kultur.

2.3.4 Kultivasi *A. platensis*

Penelitian ini menggunakan metode *batch culture* dengan pemeliharaan *A. platensis* dalam wadah erlenmeyer berkapasitas 500 mL pada volume 300 mL, yang

disusun pada rak kultur dengan aerasi menggunakan filter kertas Whatman No. 41, intensitas cahaya 2.000-2.500 lux dan dikultur pada suhu 25°-28°C.

Mikroalga yang telah skale-up dan ditumbuhkan selama 2 minggu kemudian di pindahkan pada skala yang lebih besar yaitu pada wadah media kultur erlenmeyer 500 mL. masing-masing diberikan starter *A. platensis* sebanyak 25 mL. Proses kultur berlangsung selama 7-14 hari dengan variasi pH yakni pH 8,4, pH 8,7 dan pH 9,0. Kultur dilakukan dengan perbandingan 1:10, misalnya untuk volume 300 mL digunakan 30 mL *A. platensis* dan 270 mL media. Setelah kultur dalam erlenmeyer, kemudian kultur dilanjutkan pada skala toples 2 L untuk memperbanyak sampel, karena uji kandungan membutuhkan sampel kering dalam jumlah besar. Setelah itu, kultur diperbesar ke wadah galon 15 L dengan volume 12 L

Pengamatan dilakukan setiap hari menggunakan mikroskop untuk mengetahui pertumbuhan *A. platensis* dengan menghitung kepadatan sel menggunakan sedgewick rafter. Data pertumbuhan diperoleh melalui pengukuran harian menggunakan Mikroskop Olympus Stereo SZ61 dengan pembesaran 10×. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menentukan pH terbaik bagi pertumbuhan serta melakukan analisis kandungan asam lemak.

2.3.5 Pengaturan pH

Pengaturan pH dilakukan menggunakan larutan NaOH dan larutan HCL. Untuk menaikkan nilai pH, digunakan larutan NaOH 0,1 M. Sedangkan untuk menurunkan nilai pH digunakan larutan HCL 1:1.

2.3.6 Analisis Asam Lemak

Sampel *A. platensis* kering sebanyak 2,3 gram, diekstraksi minyak nya menggunakan metode modifikasi dari metode Bligh dan Dyer (1959). Preparasi Sample: Sebanyak ±100 mL sample ditambahkan metanol:kloroform (1:1) sebanyak 100 mL. Ekstraksi dengan menggunakan ultrasonik selama 30 menit pada suhu 55°C (Alkhamis et al. 2022). Sample disentrifuse dan supernatan dimasukkan ke dalam vial sebanyak 3 mL lalu uji GC-MS.

2.3.7 Operating GC-MS Ultra QP 2010 Shimadzu

Kondisi instrumen GC-MS Suhu injektor 250°C dengan mode Splitless, tekanan 76,9 kPa dan laju alir 14 mL/min dan rasio 1:10. Suhu sumber ion dan interface 200°C dan 280°C, waktu solvent cut 3 menit, 400-700 m/z. Jenis kolom SH- Rxi-5Sil MS panjang kolom 30 m dengan diameter dalam 0,25 mm. Suhu awal kolom 700°C dengan waktu tahan 2 menit dan suhu dinaikkan hingga 200°C dengan laju 100°C/min dan suhu akhir 280°C dengan waktu tahan 9 menit dengan laju 50°C/min sehingga total waktu analisa 36 menit. Data kromatogram yang diperoleh dibaca dengan menggunakan library NIST 17 dan Wiley 9.

2.4 Desain Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental yang dilakukan dengan pengamatan dan analisis kepadatan sel, laju pertumbuhan

spesifik, biomassa, analisis asam lemak, yang mana penelitian ini menggunakan media pertumbuhan SAG-Germany.

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan satu faktor yaitu pengaruh pH media kultur, yang terdiri dari 3 jenis perlakuan yakni pH 8,4, pH 8,7, dan pH 9,0, dengan masing-masing 3 ulangan sehingga diperoleh 9 unit percobaan. Desain rancangan percobaan dalam pengamatan ini dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Desain Rancangan Percobaan Perbedaan pH

B1	C1	A1
A3	B2	C3
A2	C1	B2

Keterangan : Perlakuan A = pH 8,4

 Perlakuan B = pH 8,7

 Perlakuan C = pH 9,0

2.5 Paramater Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan dan profil asam lemak *A. platensis* dengan mencatat secara sistematis gejala yang tampak pada subjek penelitian. Dimana parameter utama yang diamati yakni waktu terjadinya fase pertumbuhan sel selama proses penelitian, kemudian mengamati produktivitas biomassa. Penelitian ini menggunakan beberapa pengujian untuk memperoleh data yang diperlukan. Berikut pengujian yang dilakukan:

2.5.1 Perhitungan Kepadatan Sel *A. platensis*

Analisis laju pertumbuhan yang diperoleh dari penelitian didasarkan pada hasil perhitungan kepadatan sel mikroalga, untuk menentukan lama waktu yang diperlukan mikroalga dalam sekali pembelahan sel. Kepadatan sel dan laju pertumbuhan mikroalga dihitung setiap hari selama masa kultivasi sehingga dapat menggambarkan setiap fase pertumbuhan mikroalga. Laju pertumbuhan menggambarkan kecepatan pertumbuhan sel-sel mikroalga persatuan waktu yang dapat dipakai sebagai tolak ukur untuk mengetahui daya dukung medium atau nutrisi terhadap pertumbuhan dan pembelahan sel mikroalga.

Untuk mengetahui kepadatan populasi *A. platensis*, maka jumlah sel dihitung setiap hari selama masa kultur. Kepadatan populasi sel dihitung dengan menggunakan sedgewick rafter dan hand counter. Cara penggunaan sedgewick rafter yakni dengan cara kultur *A. platensis* yang akan di analisis kepadatan selnya diberikan sebanyak 1 mL pada bagian permukaan dengan tetap menutup sebagian dengan cover glass agar

tidak memicu timbulnya gelembung udara, kemudian ditutup segera agar tidak memicu gelembung udara yang akan mengganggu proses penghitungan. Sedgewick rafter (srcc) diletakkan di bawah mikroskop dengan pembesaran 40 kali dan difokuskan hingga terlihat kotak-kotak dan sel *A. platensis*.

Pengamatan dilakukan secara sistematis dengan metode field counting, yaitu menghitung trichome sepanjang lintasan zigzag yang mencakup seluruh bidang chamber. Perhitungan jumlah sel *A. platensis* yang merujuk pada metode APHA (1971) yang di modifikasi perhitungan jumlah total (dikutip dalam Woelkerling *et al.* 1976). Pada pedoman APHA (2017) jumlah total sel berdasarkan permukaan SRCC sama dengan jumlah sel/mL. jika seluruh bilik Sedgewick-Rafter (1 mL) diamati dan dihitung seluruhnya, maka jumlah sel yang dihitung setara dengan kepadatan sel dalam sel/mL, tanpa perlu rumus.



Gambar 3. Sedgewick Rafter (Dokumentasi Pribadi, 2025)

2.5.2 Perhitungan Laju Pertumbuhan Harian (LPH)

Laju pertumbuhan *A. platensis* dihitung berdasarkan perubahan kepadatan sel harian menggunakan model pertumbuhan diskrit linier. Pendekatan ini diadaptasi dari model pertumbuhan penduduk secara diskrit yang juga telah diterapkan dalam studi mikroorganisme (Weeks, 2012 ; Arino *et al.* 2002).

$$r = \left(\frac{N_t - N_0}{N_0 \cdot t} \right) \times 100$$

Keterangan :

r = Laju pertumbuhan harian (%/hari)

N_t = Kepadatan sel pada hari t

N_0 = Kepadatan sel pada hari 0

t = selang waktu (hari)

2.5.3 Penentuan Biomassa *A. platensis* (DW)

Produksi biomassa *A. platensis* dilakukan melalui proses panen yang dimulai dengan penyaringan kultur menggunakan kertas saring Whatman No. 41. Kultur *A. platensis* dengan volume 300 mL dari masing-masing erlenmeyer 500 mL disaring untuk

memisahkan biomassa dari medium pertumbuhan. Untuk mempercepat pemisahan air dari biomassa, digunakan vacum pump, sehingga *A. platensis* yang tertahan di kertas saring memiliki kadar air yang lebih rendah sebelum proses pengeringan.

Setelah penyaringan selesai, kertas saring yang telah mengandung biomassa *A. platensis* kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu tertentu selama 1 jam hingga mencapai kondisi kering. Setelah proses pengeringan, kertas saring ditimbang untuk mengetahui berat akhir, kemudian perhitungan dilakukan dengan mengurangkan berat awal kertas saring sebelum penyaringan. Selisih berat tersebut mencerminkan biomassa kering *A. platensis* yang berhasil dipanen.

Rumus untuk menghitung biomassa kering *A. platensis* adalah sebagai berikut:

$$B = W_t - W_0$$

Keterangan:

B = Biomassa kering *A. platensis* (g)

W_t = Berat kertas saring setelah proses pengeringan (g)

W_0 = Berat awal kertas saring sebelum penyaringan (g)

2.5.4 Kualitas Air

Sebagai data penunjang, selama penelitian berlangsung dilakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air meliputi : Suhu ruang dan intensitas cahaya. Suhu ruang diukur menggunakan thermometer digital, kemudian pada intensitas cahaya diukur menggunakan lux meter.

2.5.5 Analisis Data

Data kepadatan sel *A. platensis* dianalisis secara deskriptif, kemudian laju pertumbuhan harian (LPH) dan produksi biomassa dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) menggunakan SPSS Statistik 31. Adapun hasil analisis kandungan asam lemak *A. platensis* dianalisis secara deskriptif begitupun parameter kualitas air berdasarkan kelayakan hidup *A. platensis*.