

**PENGARUH SALINITAS TERHADAP
PERTUMBUHAN POPULASI DAN KANDUNGAN
PIGMEN FIKOSIANIN PADA SPIRULINA
(*Arthrospira platensis* Gomont) DALAM MEDIA
ZAROUK**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Biologi



Oleh:

RENI BAITI MUSLIHA

NIM: 2108016024

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

**PENGARUH SALINITAS TERHADAP
PERTUMBUHAN POPULASI DAN KANDUNGAN
PIGMEN FIKOSIANIN PADA SPIRULINA
(Arthrospira platensis Gomont) DALAM MEDIA
ZAROUK**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Biologi



Oleh:

RENI BAITI MUSLIHA

NIM: 2108016024

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Reni Baiti Musliha
NIM : 2108016024
Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGARUH SALINITAS TERHADAP PERTUMBUHAN
POPULASI DAN KANDUNGAN PIGMEN FIKOSIANIN PADA
SPIRULINA (*Arthrosphaera platensis* Gomont) DALAM MEDIA
ZAROUK**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 5 Maret 2025

Pembuat Pernyataan



Reni Baiti Musliha

NIM: 2108016024



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengaruh Salinitas terhadap Pertumbuhan Populasi dan Kandungan Pigmen Fikosianin pada Spirulina (*Arthrospira platensis* Gomont) dalam Media Zarouk
Penulis : Reni Baiti Musliha
NIM : 2108016024
Jurusan : Biologi

Telah dlujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh Dewan Pengaji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Biologi.

Semarang, 5 Maret 2025

DEWAN PENGUJI

Pengaji I,

Dian Triasari Arminda, M. Si.
NIP. 198312212011012004

Pengaji II,

Niken Kusumarni, M. Si.
NIP. 198902232019032015

Pengaji III,

Andang Syalfudin, M. Sc.
NIP. 198907192019031010

Pengaji IV,

Kusrinah, M. Si.
NIP. 197711102011012005

Pembimbing I,

Dian Triasari Arminda, M. Si.
NIP. 198312212011012004

Pembimbing II,

Niken Kusumarni, M. Si.
NIP.198902232019032015



NOTA DINAS

Semarang, 5 Maret 2025

Yth. Ketua Program studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum, wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul :**Pengaruh Salinitas terhadap Pertumbuhan Populasi dan Kandungan Pigmen Fikosianin pada Spirulina (*Arthrospira platensis* Gomont) dalam Media Zarouk**

Nama : Reni Baiti Musliha

NIM : 2108016024

Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk dilanjutkan dalam Sidang Muhaqsyah.

Wassalamu'alaikum. wr.wb.

06/03/-25
Pembimbing I,


Dian Triayanti Arminda, M. Si.
NIP. 198312212011012004

NOTA DINAS

Semarang, 5 Maret 2025

Yth. Ketua Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : Pengaruh Salinitas terhadap Pertumbuhan Populasi dan Kandungan Pigmen Fikosianin pada Spirulina (*Arthrospira platensis* Gomont) dalam Media Zarouk

Nama : Reni Baiti Musliha

NIM : 2108016024

Jurusán : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

8/4 2025
Pembimbing II,


Niken Kusumarini, M. Si.
NIP. 198902232019032015

ABSTRAK

Spirulina adalah salah satu kelompok *Cyanobacteria* yang secara fisiologis digolongkan dalam mikroalga dapat hidup di perairan air tawar, air laut, dan air payau, yang berguna sebagai pakan alami. Bibit spirulina ini diperoleh dari isolat BBPBAP Jepara. Media Zarouk dipilih sebagai pupuk dalam kultur spirulina yang berfungsi untuk pertumbuhan spirulina karena komposisinya yang mampu menyediakan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan secara optimal. Penggunaan media kultur air laut dapat mempengaruhi tekanan osmotik pada sel. Salah satu faktor lingkungan yang dapat memengaruhi pertumbuhan populasi dan kandungan pigmen fikosianin dalam sel spirulina yaitu salinitas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi salinitas terhadap pertumbuhan populasi dan kandungan pigmen fikosianin pada spirulina dalam media Zarouk. Rancangan Acak Lengkap (RAL) dipilih dengan 4 perlakuan 3 kali ulangan. Variasi salinitas yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 10 ppt, 15 ppt, 20 ppt, dan 25 ppt. Kultur dikontrol stabil pada suhu 22-24°C, pH 7, dan salinitas sesuai dengan perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas berpengaruh nyata (*One way* ANOVA sig. 0,00, taraf kepercayaan 95%) terhadap pertumbuhan populasi spirulina yang dikultur dalam media Zarouk. Adanya variasi kondisi salinitas memengaruhi pertumbuhan kultur spirulina yang menyebabkan perbedaan pertumbuhan populasi sel antar perlakuan. Uji pigmen fikosianin dilakukan dengan metode *freezing-thawing* dengan spektrofotometeri UV Vis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa salinitas tidak berpengaruh nyata (*One way* ANOVA sig. 0,211, taraf kepercayaan 95%) terhadap kandungan pigmen fikosianin pada spirulina dalam media Zarouk. Hasil ini disebabkan oleh ketidakstabilan pigmen fikosianin yang dipengaruhi oleh salinitas dan osmoregulasi yang berperan dalam produksi fikosianin.

Kata kunci: *Fikosianin, pertumbuhan populasi, salinitas, spirulina*

ABSTRACT

Spirulina is a group of Cyanobacteria which is physiologically classified as a of microalgae which can live in fresh water, sea water and brackish water, which is useful as natural food. *Spirulina* seeds are obtained from BBPBAP Jepara isolates. Zarouk media was chosen as fertilizer in spirulina culture which functions for spirulina growth because its composition is able to provide the nutrients needed for optimal growth. The use of seawater culture media can affect the osmotic pressure on cells. One environmental factor that can influence population growth and the content of phycocyanin pigment in spirulina cells is salinity. This study aims to analyze the effect of variations in salinity on population growth and phycocyanin pigment content in spirulina in Zarouk media. Completely Randomized Design (CRD) was chosen with 4 treatments and 3 replications. The salinity variations used in this research include 10 ppt, 15 ppt, 20 ppt, and 25 ppt. The culture is controlled to be stable at a temperature of 22-24°C, pH 7, and salinity according to the treatment. The results showed that salinity had a significant effect (One way ANOVA sig. 0,00, 95% confidence level) on the growth of the spirulina population cultured in Zarouk media. Variations in salinity conditions influence the growth of spirulina cultures which causes differences in cell population growth between treatments. The phycocyanin pigment test was carried out using the freezing-thawing method with UV Vis spectrophotometer. The test results showed that salinity had no significant effect (One way ANOVA sig. 0,211, 95% confidence level) on the phycocyanin pigment content in spirulina in Zarouk media. This result is caused by the instability of phycocyanin pigment which is influenced by salinity and osmoregulation which plays a role in phycocyanin production.

Keywords: Phycocyanin, population growth, salinity, spirulina

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Salinitas terhadap Pertumbuhan Populasi dan Kandungan Pigmen Fikosianin pada Spirulina (*Arthrospira platensis* Gomont) dalam Media Zarouk”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk kelulusan di Program Studi Biologi UIN Walisongo Semarang.

Shalawat dan salam senantiasa terlimpahkan kepada suri tauladan umat muslim baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membangkitkan semangat umatnya untuk menimba ilmu. Penulis sadar bahwa dalam penyusunan skripsi ini berbagai pihak telah berjasa memberikan bantuan dan bimbingan. Maka dari itu, ucapan terima kasih dengan penuh rasa hormat penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Nizar Ali, M. Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang;
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang;
3. Dr. Dian Ayuning Tyas, M. Biotech., selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang yang telah menyetujui topik penelitian penulis;

4. Abdul Malik, M. Si., selaku Dosen Wali yang telah memberikan arahan dan bimbingan semenjak semester I hingga akhir penyusunan skripsi;
5. Dian Triastari Armanda, M. Si., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, dukungan, fasilitas, dan kesempatan selama penelitian dan penulisan skripsi;
6. Niken Kusumarini, M. Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penelitian dan penulisan skripsi;
7. Andang Syaifudin, M. Sc. dan Kusrinah, M. Si., selaku Dosen Penguji yang banyak memberikan masukan dan koreksi untuk perbaikan penelitian mulai dari naskah proposal hingga naskah skripsi;
8. Bu Siska, Bu Maya, Bu Eri dan segenap mahasiswa magang di Laboratorium Pakan Alami, yang telah membimbing dan memberi arahan selama penelitian di BBPBAP Jepara;
9. Kedua orang tua, Bapak Joko Supeno dan Ibu Siti Munawaroh yang tiada hentinya memberikan do'a, kasih sayang, dan dukungan yang sangat besar;
10. Adik kandung, Dara Mafaza Millah yang selalu memberikan dukungan dan semangat;
11. Sahabat dan teman- teman tercinta, Puji, Nahid, 'Aisyah, Irdha, Rinestu, Tata, April, Agustin, Mbak Fitri dan teman-teman

Denrophilee 2021 yang selalu ada dan memberikan dukungan selama perkuliahan;

12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan do'a.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang berkali lipat dari Allah SWT. Penulis menyadari ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Namun, hal tersebut tidak menghalangi kebermanfaatan skripsi ini. Maka dari itu, penulis sangat mengharap kritik dan saran yang membangun.

Semarang, 5 Maret 2025

Penulis



Reni Baiti Musliha

NIM. 2108016024

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
NOTA DINAS.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan.....	9
D. Manfaat	9
1. Manfaat secara teoritis.....	9
2. Manfaat secara praktis.....	9
BAB II LANDASAN PUSTAKA	10
A. Kajian Teori.....	10
1. Mikroalga.....	10
2. Spirulina (<i>Arthrospira platensis</i> Gomont).....	12
3. Faktor Pertumbuhan Spirulina.....	19
4. Fase Pertumbuhan Spirulina.....	20
5. Fikosianin.....	23

6. Media Zarouk.....	25
7. Air Laut.....	27
B. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan	28
C. Kerangka Berfikir	42
D. Hipotesis Penelitian	43
BAB III METODE PENELITIAN.....	44
A. Jenis Penelitian	44
B. Rancangan Penelitian	45
C. Tempat dan Waktu Penelitian.....	46
D. Alat dan Bahan	47
E. Metode.....	48
1. Tahap Preparasi.....	48
2. Tahap Penanaman Kultur.....	51
3. Pengukuran Faktor Lingkungan.....	51
4. Pengamatan Dan Pengukuran.....	52
5. Dokumentasi.....	54
F. Analisis Data.....	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	57
A. Pertumbuhan Populasi.....	57
B. Parameter Lingkungan Kultur Spirulina	68
C. Kandungan Pigmen Fikosianin	71
BAB V PENUTUP	80
A. Kesimpulan.....	80
B. Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	93

RIWAYAT HIDUP.....106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persentase Kandungan Spirulina dalam Kondisi Basah	19
Tabel 2.2 Kajian Hasil Penelitian yang Relevan.....	28
Tabel 4.1 Data Hasil Rerata Pertumbuhan Populasi Spirulina dengan Perlakuan Beda Salinitas Selama 7 Hari.....	61
Tabel 4.2 Parameter Lingkungan Kultur Spirulina.....	69
Tabel 4.3 Data Hasil Rerata Kandungan Pigmen Fikosianin pada Spirulina dengan Perlakuan Beda Salinitas.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Spirulina Perbesaran 400 Kali	13
Gambar 2.2 Kurva Pertumbuhan Mikroalga.....	23
Gambar 2.3 Struktur Kimia Fikosianin.....	24
Gambar 2.4 Struktur Kerangka Berfikir.....	42
Gambar 3.1 Skema Rancangan Penelitian Kultur Spirulina.....	45
Gambar 3.2 Peta Lokasi BBPBAP Jepara	46
Gambar 4.1 Kultur Spirulina (a) Hari ke- 1, (b) Hari ke-3, dan (c) Hari ke-7.....	57
Gambar 4.2 Morfologi Spirulina dengan <i>Sinusoid</i> (Perbesaran 400 Kali).....	58
Gambar 4.3 Hasil Pertumbuhan Populasi Spirulina dengan Perlakuan Beda Salinitas.....	65
Gambar 4.4 Pigmen Hijau-Biru Spirulina.....	72
Gambar 4.5 Hasil Kandungan Pigmen Fikosianin dengan Perlakuan Beda Salinitas.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Hasil Uji <i>One way</i> ANOVA Pertumbuhan Populasi Spirulina.....	93
Tabel Lampiran 2. Hasil Uji Lanjut DMRT Pertumbuhan Populasi Spirulina.....	96
Tabel Lampiran 3. Hasil Uji <i>One way</i> ANOVA Parameter Lingkungan.....	98
Tabel Lampiran 4. Hasil Uji <i>One way</i> ANOVA Uji Kandungan Pigmen Fikosianin.....	100
Gambar Lampiran 5. Sterilisasi Toples Kultur.....	101
Gambar lampiran 6. Pembuatan Media Zarouk (a) Penimbangan, (b) Pengenceran larutan Makronutrien, dan (c) Pengenceran Larutan Mikronutrien.....	102
Gambar Lampiran 7. Sterilisasi Air Laut.....	102
Gambar Lampiran 8. Persiapan Kultur (a) Air Laut Steril, (b) Pengenceran Air Laut, (c) Pengkondisian Media, dan (d) Bibit Spirulina.....	103
Gambar Lampiran 9. Kultur Spirulina Pada Hari Ke-3.....	103
Gambar Lampiran 10. Morfologi Spirulina perbesaran 100 kali.....	104
Gambar Lampiran 11. Pengukuran Parameter Lingkungan (a) Salinitas, (b) pH, dan (c) Suhu	104
Gambar Lampiran 12. Perhitungan Pertumbuhan Populasi (a) Sampel Spirulina, (b) Pemasukkan Sampel ke <i>Sedgewick Rafter</i>	

<i>Counting Cell</i> , dan (c) Perhitungan spirulina.....	104
Gambar Lampiran 13. Pemanenan Spirulina (a) Kultur Spirulina, (b) Penyaringan, dan (c) Setelah Penyaringan.....	105
Gambar Lampiran 14. Uji Kandungan Pigmen Fikosianin (a) Disentrifugasi, (b) Pembekuan, (c) Pencairan, dan (d) Analisis Absorbansi di Spektrofotometri UV Vis.....	105

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mikroalga merupakan mikroorganisme uniseluler atau multiseluler, yang dapat ditemukan luas di perairan Indonesia. Spesies mikroalga baru ada sekitar 35.000 yang telah teridentifikasi, setidaknya diperkirakan ada 200.000 sampai 800.000 spesies mikroalga telah ditemukan di perairan Indonesia. Terdapat berbagai jenis, ukuran dan bentuk. Mikroalga bisa hidup dengan sangat signifikan dan optimal di lingkungan perairan garam atau air tawar (*Armelia et al.*, 2023).

Potensi mikroalga dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan, industri biofarmasi, pewarna alami, serta untuk memperbaiki lingkungan. Selain warna hijau yang dihasilkan oleh klorofil, mikroalga juga dapat memproduksi berbagai warna lainnya. Bidang industri, pigmen seperti klorofil, karotenoid, dan fikobiliprotein yang dihasilkan melalui fotosintesis mikroalga yang merupakan contoh bahan kimia berwarna. Pigmen ini umumnya terbagi dalam tiga kategori yaitu klorofil, karotenoid, dan fikobiliprotein (*Arrosyid et al.*, 2024).

Mikroalga menawarkan banyak manfaat untuk kesehatan, kosmetik, dan pangan fungsional. Pengulturan spirulina juga mempunyai beberapa kelebihan seperti pertumbuhan yang cepat, meningkatkan produktifitas, aksesibilitas terhadap air tawar dan air asin, serta biaya produksi yang minimal. Mikroalga dinilai menjadi bahan baku biofuel yang sangat menjanjikan dibandingkan tanaman pangan lainnya. Mikroalga juga dapat mensintesis lipid, mempunyai umur yang pendek, kemampuan fotosintesis yang tinggi, dan struktur sel yang relatif dasar. Salah satu jenis mikroalga yang termasuk dalam kelompok *Cyanobacteria* yaitu spirulina (Nainggolan *et al.*, 2018).

Spirulina adalah salah satu kelompok *Cyanobacteria* yang secara fisiologis digolongkan dalam mikroalga dapat hidup di perairan air tawar, air laut, dan air payau, yang berguna sebagai pakan alami. Spirulina dipilih untuk penelitian ini dibandingkan mikroalga lainnya karena produktifitasnya yang tinggi, relatif lebih mudah dikultur, dan kemampuannya menghasilkan fikosianin, pigmen hijau-biru yang dapat mencapai 20% berat kering. Ciri-ciri spirulina ini adalah seperti benang-benang tipis yang berbentuk spiral, berwarna hijau kebiruan dan melayang-layang di perairan. Selain memainkan peran penting dalam suatu perairan, spiral seperti benang juga dapat digunakan

sebagai parameter untuk menunjukkan kualitas air (Cahya *et al.*, 2020).

Kelimpahan alami spirulina di sebagian besar perairan Indonesia relatif sedikit sekitar <1% dari komunitas mikroalga di perairan tersebut (Mutia *et al.*, 2021). Perlu adanya metode budidaya spirulina yang sangat mudah tumbuh dan memerlukan waktu perawatan yang relatif singkat. Proses budidaya yang berkesinambungan diperlukan untuk memperoleh mikroalga ini. Mikroalga yang mampu hidup di air, seperti spirulina memerlukan nutrisi yang memadai dan setimbang agar pertumbuhannya optimal. Budidaya spirulina membutuhkan lebih dari sekedar lingkungan alam. Salah satu budidaya yang bisa dipraktikkan adalah dengan melakukan penambahan pupuk seperti media Zarouk. Tujuan pemupukan adalah untuk menjaga pertumbuhan spirulina agar tetap tersedia bagi larva ikan dan udang sebagai makanan alami (Muliani *et al.*, 2018).

Media Zarouk dipilih sebagai pupuk yang berfungsi untuk pertumbuhan spirulina karena komposisinya yang mampu menyediakan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan secara optimal. Media ini kaya akan nitrogen dalam bentuk natrium bikarbonat (NaHCO_3), yang merupakan elemen penting untuk pertumbuhan spirulina.

Kandungan unsur mineral lain seperti fosfat, magnesium, dan zat besi juga mendukung metabolisme dan pembentukan pigmen seperti fikosianin. Spirulina diketahui tumbuh paling baik dalam kondisi basa, dan media Zarouk memberikan pH ideal (kira-kira 7-7,5) untuk mendukung pertumbuhan yang cepat dan efisien (Tambunan *et al.*, 2022). Penggunaan media Zarouk dalam berbagai penelitian spirulina menghasilkan biomassa yang lebih banyak serta menyimpan nutrisi dan protein yang lebih baik (Wiwas, 2015).

Air laut dipilih sebagai media kultur karena memiliki tingkat salinitas yang dapat mempengaruhi tekanan osmotik organisme air, yang berhubungan dengan interaksi antar protoplasma dan air laut. Hubungan antar protoplasma dan air laut ini sangat penting karena kondisi air laut dapat memengaruhi tingkat stabilitas sel. Organisme air seperti spirulina ketika dimasukkan dalam air laut, salinitas air akan memengaruhi keseimbangan air di dalam sel. Salinitas air melebihi cairan di dalam sel, air akan bergerak keluar (osmosis) mengakibatkan sel menyusut, sebaliknya air akan masuk ke dalam sel jika salinitasnya lebih rendah yang menyebabkan sel membengkak (Alberts *et al.*, 2002). Tujuan dari penelitian spirulina yaitu untuk menaikkan produksi biomassa dengan memberikan media dengan kadar salinitas

yang berbeda pada setiap perlakuan. Salah satu teknik untuk mengatur salinitas atau kadar garam dalam medium yang diperkaya akan kandungan nutrisi adalah dengan menambahkannya dengan akuades. Secara umum, spirulina dapat berkembang dengan optimal pada tingkat salinitas antara 2,5 hingga 30 g/L (Belay, 2013).

Pertumbuhan populasi sangat penting untuk dihitung karena dapat menganalisis pola pertumbuhan mikroalga sampai populasi tertinggi sehingga dapat menentukan waktu yang ideal untuk proses pemanenan dari kultur spirulina (Buwono & Nurhasanah, 2018). Kondisi lingkungan seperti suhu, salinitas, cahaya, pH, dan ketersediaan nutrisi memengaruhi pertumbuhan populasi spirulina. Kondisi lingkungan tersebut penting untuk dipahami karena dapat menaikkan hasil dan kualitas spirulina secara efisien (Mata *et al.*, 2010).

Fikosianin merupakan pigmen hijau-biru alami yang dianggap sebagai pigmen utama spirulina. Pigmen fikosianin berfungsi sebagai penyimpan nitrogen pada *Cyanobacteria*. Fikosianin yang ada dalam spirulina menawarkan banyak manfaat untuk masyarakat. Pigmen hijau-biru alami pada spirulina adalah antioksidan kuat yang berfungsi melindungi tubuh dari bahaya radikal bebas. Banyak penyakit termasuk kanker, penyakit jantung, peradangan, dan percepatan

penuaan, dapat disebabkan oleh radikal bebas ini. Fikosianin juga mempunyai potensi sebagai pewarna alami untuk makanan dan kosmetik, yang dapat meningkatkan daya tarik visual produk tanpa efek samping berbahaya. Konsentrasi senyawa fikosianin dapat ditingkatkan masing-masing berkisar $0,34\pm0,001$ dan $0,311\pm0,001$ mg/mL bila media Zarouk digunakan dalam kultur (Alitta *et al.*, 2023).

Faktor lingkungan dapat memengaruhi kadar pigmen fikosianin dalam sel spirulina. Salah satu faktor lingkungan tersebut adalah salinitas. Salinitas itu penting karena mempengaruhi produktifitas dan kemampuan mikroalga untuk beradaptasi dengan lingkungan. Perkembangan sel, produksi biomassa, dan pembentukan pigmen juga dapat dipengaruhi oleh salinitas. Pigmen fikosianin juga dipengaruhi oleh cahaya, suhu, dan nutrisi (Widawati *et al.*, 2022).

Penelitian tentang kandungan fikosianin berguna dalam menentukan kualitas spirulina. Uji fikosianin membantu dalam standarisasi produk spirulina. Uji ini penting untuk menjamin konsumsi masyarakat terhadap produk-produk asli dan berkualitas tinggi secara konsisten, karena hal tersebut dapat mempengaruhi kemanjuran dan keamanan produk spirulina (Sianturi *et al.*, 2024).

Kebutuhan produksi pigmen fikosianin dari spirulina secara global mengalami peningkatan berdasarkan data *Compounded annual growth rate* (CAGR). Pasar fikosianin terus meningkat sebesar 28,1% dari tahun 2023 hingga 2030, mencapai \$279,6 juta dengan produksi tahunan sebesar 60 hingga 80.000 ton. Fikosianin dalam hal ini dijual dalam bentuk bubuk dan cair untuk kebutuhan kesehatan, kosmetik dan pangan fungsional (Athiyappan *et al.*, 2024).

Penelitian sebelumnya oleh Widawati *et al.* (2022) terdapat beberapa tingkat salinitas untuk mikroalga spirulina dapat tumbuh (15 ppt, 20 ppt, 25 ppt, dan 30 ppt) dalam media Walne, hasil salinitas 15 ppt mempunyai pengaruh yang paling besar. Kepadatan mikroalga tertinggi dihitung sebesar $211,875 \pm 1994$ sel/mL pada salinitas 15 ppt dan $141,539 \pm 5872$ sel/mL pada salinitas 25 ppt. Hasil salinitas 20 ppt laju pertumbuhan tertinggi tercatat sebesar $0,327 \pm 0,019$ sel/hari, sedangkan pada salinitas 25 ppt laju pertumbuhan terendah tercatat sebesar $0,246 \pm 0,012$ sel/hari. Hasil salinitas 20 ppt kadar fikosianin sebesar $0,105 \pm 0,041$ mg/mL, sedangkan pada salinitas 30 ppt sebesar $0,058 \pm 0,005$ mg/mL. Hasil salinitas berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kepadatan mikroalga, pengaruhnya terhadap kandungan pigmen mikroalga spirulina tidak signifikan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Widawati *et al.* (2022) menggunakan media Walne untuk mengetahui pertumbuhan spirulina dan pengaruh kandungan pigmen pada berbagai salinitas namun, dalam penelitian yang akan dilakukan ini tentang “Pengaruh Salinitas terhadap Pertumbuhan Populasi dan Kandungan Pigmen Fikosianin pada spirulina (*Arthrosphaera platensis Gomont*) dalam Media Zarouk”. Penelitian yang akan dilakukan ini berbeda dengan penelitian sebelumnya, karena menggunakan media Zarouk dan berfokus pada pengujian pigmen fikosianin. Hal tersebutlah yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian ini.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan penjelasan mengenai latar belakang.

1. Bagaimana pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan populasi pada spirulina dalam media Zarouk?
2. Bagaimana pengaruh salinitas terhadap kandungan pigmen fikosianin pada spirulina dalam media Zarouk?

C. Tujuan

Tujuan penelitian yang didasarkan pada rumusan masalah.

1. Menganalisis pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan populasi pada spirulina dalam media Zarouk.
2. Menganalisis pengaruh salinitas terhadap kandungan pigmen fikosianin pada spirulina dalam media Zarouk.

D. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut.

1. Manfaat secara teoritis
 - a. Penelitian ini dapat memberikan suatu informasi tentang pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan populasi spirulina dalam media Zarouk.
 - b. Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai pengaruh salinitas terhadap kandungan pigmen fikosianin pada spirulina dalam media Zarouk.
2. Manfaat secara praktis

Penelitian ini diharapkan dapat dipraktikkan secara langsung oleh orang lain di bidang budidaya spirulina. Khususnya berkaitan dengan pertumbuhan populasi dan kandungan fikosianin pada spirulina dalam media Zarouk untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Mikroalga

Mikroalga adalah organisme mikroskopis yang termasuk dalam kelompok tumbuhan tingkat rendah dengan struktur sel yang sederhana. Fitoplankton ialah istilah yang digunakan untuk menggambarkan mikroalga, organisme berukuran seluler paling primitif. Habitat mikroalga adalah perairan atau lingkungan yang lembab. Organisme ini bertindak sebagai produsen utama air dan dapat berfotosintesis, sama seperti tumbuhan tingkat tinggi lainnya. Bahan organik dalam sedimen laut maupun jaring makanan laut bergantung pada mikroalga ini, oleh karena itu, dianggap sebagai bagian penting dari pembentukan bahan bakar fosil, atau minyak bumi dasar laut (Kawaroe, 2010).

Spesies mikroalga mempunyai kemampuan beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan. Mikroalga mempunyai lapisan lendir atau musilagenous di dalam tubuh, yang berfungsi untuk melindungi sel-sel dari kondisi lingkungan yang ekstrem (Hariyati, 1994). Mikroalga dari filum *Chlorophyta* biasanya terdapat di perairan air tawar

dan tersebar luas, sedangkan mikroalga dari filum *Cyanobacteria* banyak ditemukan di perairan ekstrim. Namun, beberapa kelas mikroalga seperti *Cyanophyceae*, *Clorophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Chrisophyceae*, *Cryptophyceae* dan *Xanthophyceae* ditemukan di sumber air panas (Arifin *et al.*, 2023).

Mikroalga hijau-biru dikategorikan dalam filum *Cyanobacteria* karena termasuk organisme prokariotik yang kekerabatannya lebih dekat dengan bakteri dibandingkan dengan alga (Sulastri, 2018). *Cyanobacteria* biasanya terdiri dari beberapa mikroalga hijau-biru, berbentuk benang berpilin, tidak memiliki membran internal, tidak memiliki organel atau nukleus, dan berwarna hijau-biru, hijau-hijau, ungu, cokelat, merah-jingga tergantung pada konsentrasi pigmen klorofil, fikosianin, dan fikoeritin. Pigmen klorofil ini sangat penting untuk proses fotosintesis *Cyanobacteria* (Pane *et al.*, 2023).

Organisme multiseluler yang dikenal sebagai *Cyanobacteria* mampu tumbuh dan bereproduksi dengan cepat baik dalam lingkungan soliter maupun koloni. *Cyanobacteria* termasuk mikroorganisme fotosintetik yang dapat menghasilkan sekitar 50% oksigen atmosfer dan menghasilkan biomassa dengan menggunakan sinar matahari dan karbondioksida (Haris *et al.*, 2022).

Cyanobacteria banyak ditemukan di lingkungan perairan, mengingat 70% permukaan bumi terdiri dari air. Walaupun, biomassa *Cyanobacteria* hanya berjumlah 0,05% dari biomassa tanaman darat, banyaknya karbon yang dibutuhkan untuk fotosintesis sebanding dengan banyaknya karbon yang dibutuhkan pada tanaman darat (~50-100 PgC/th). *Cyanobacteria* sangat memainkan peran penting dalam kehidupan organisme lainnya (Kurnia *et al.*, 2018).

2. Spirulina (*Arthrospira platensis* Gomont)

Spirulina adalah mikroalga hijau-biru yang termasuk dalam golongan *Cyanobacteria* bersifat multiseluler, fotosintetik, dan memiliki bentuk benang berpilin yang tidak bercabang. Apabila diamati di bawah mikroskop, spirulina terlihat seperti benang-benang tipis berbentuk spiral. Koloni sel yang dapat bergerak dikenal sebagai benang bersel, yang panjangnya berkisar antara 200 sampai 300 mikron dan lebarnya berkisar antara 5 sampai 70 mikron. Benang bersel dengan tujuh spiral berisi antara 250 dan 400 sel (Astriandari *et al.*, 2023).

Spirulina dulu sering disebut sebagai *Spirulina platensis* Gomont. *Spirulina platensis* Gomont awalnya tidak diterima dalam sistem taksonomi karena adanya perdebatan tentang klasifikasi alga hijau-biru (*Cyanobacteria*). Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa spesies ini

seharusnya diklasifikasikan dalam genus *Arthrosphaera*. Perubahan ini didasarkan pada analisis filogenetik yang mengeksplorasi hubungan evolusi antar spesies *Cyanobacteria*. *Arthrosphaera platensis* Gomont kini dianggap sebagai nama yang lebih tepat untuk menggambarkan spesies spirulina, karena mencerminkan pemahaman yang lebih baik tentang struktur dan karakteristiknya (Sinetova *et al.*, 2024).

Klasifikasi kedudukan taksonomi spirulina yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Cyanobacteria
Class	: Cyanobacteriia
Order	: Cyanobacterales
Family	: Microcoleaceae
Genus	: <i>Arthrosphaera</i>
Species	: <i>Arthrosphaera platensis</i> Gomont (GBIF, 2024)



Gambar 2.1 Spirulina Perbesaran 400 Kali

(Nege *et al.*, 2020)

Habitat dan sebaran asli spirulina selain di air tawar, air payau, dan asin dapat ditemukan di tanah yang memiliki tingkat kesesuaian lingkungan yang sangat tinggi. Spirulina ditemukan di perairan Amerika Utara, Amerika Selatan, Asia, Afrika, dan Eropa. Salinitas dan pH air menentukan lamanya spirulina akan hidup. *Cyanobacteria* ini dapat berupa populasi besar yang terdiri dari berbagai spesies seperti *Oscillatoria* atau *Anabaenopsis*, dapat hidup bersama dengan mikroba lain seperti *Chlorophyceae* atau *Cyanobacteria* lainnya. Satu-satunya garam dalam jumlah besar terdapat pada spirulina dengan konsentrasi lebih dari 30 g/L. Kondisi danau yang bersifat alkali dengan pH 11 diketahui ideal untuk habitat spirulina (Kamaludin & Holik, 2022).

Adaptasi mikroalga spirulina sangat toleran terhadap salinitas dan oleh karena itu memungkinkan pengaturan salinitas. Suatu metode untuk meningkatkan biomassa sel dan konsentrasi pigmen, padahal tidak semua organisme seperti spirulina sensitif terhadap garam, selain itu garam dapat digunakan untuk mengatasi kontaminasi. Konsentrasi garam terbaik untuk menurunkan pencemaran dan meningkatkan biomassa spirulina pada budidaya adalah 10 ppt (Rangkuti & Suyono, 2021). Salinitas yang berlebihan dapat menyebabkan stres osmotik, yang dapat menghambat

penyerapan nutrisi dan menimbulkan masalah pada fotosintesis, respirasi sel, dan pembelahan sel (Anggraeni *et al.*, 2022).

Spirulina mempunyai potensi yang luar biasa sehingga cocok untuk dibudidayakan, menghasilkan stok dalam jumlah besar dengan kandungan nutrisi yang tepat merupakan tujuan produksi mikroalga (Herawati & Hutabarat, 2014). Budidaya steril mikroalga dapat dibudidayakan pada berbagai skala laboratorium, semi-massal untuk mempersiapkan kultur menuju pasar komersial, dan skala komersial untuk produksi massal. Adanya pH, suhu, intensitas cahaya, dan nutrien lingkungan juga dijaga dan harus tetap stabil. Kultur komersial dapat meningkatkan biomassa oleh karena itu, lebih banyak hasil panen yang diharapkan. Waktu panen harus disesuaikan dengan periode klimaks pertumbuhan populasi untuk memastikan bahwa biomassa dapat dipanen secara maksimal (Hadiyanto & Azim, 2012).

Spirulina termasuk jenis makanan fungsional yang sangat baik karena memiliki banyak manfaat kesehatan dan nutrisi yang berbeda, meliputi protein, asam lemak esensial, vitamin, mineral, dan klorofil. Spirulina diyakini dapat berfungsi sebagai produk makanan, obat, penyembuh atau terapi (Arrosyad *et al.*, 2024). Seperti yang telah Allah SWT

sebutkan dalam Al-Qur'an surat Ali Imran ayat 191 yang berbunyi:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيمًا وَقُعُودًا وَعَلَى جُنُوبِهِمْ وَيَنْفَكِرُونَ
فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا
 عَذَابَ النَّارِ

Artinya : "(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), "Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Maha Suci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka" (Q.S Ali Imran : 191).

Kementerian Agama RI (2010), menguraikan bahwasannya pada surat Ali Imran ayat 191 berbicara tentang manusia yang memikirkan penciptaan langit dan bumi. Semua itu yang Allah SWT ciptakan pasti bermanfaat, dan segala sesuatu yang diciptakan tidak akan sia-sia. Maksud dari ayat tersebut juga sesuai dengan penelitian ini yang menjelaskan bahwa berbagai macam mikroalga yang sudah diciptakan Allah SWT tidak sia-sia. Manusia yang mengetahui bahwa mikroalga spirulina memiliki banyak kegunaan bagi kehidupan terutama di bidang kesehatan dan kosmetik (Nur *et al.*, 2021).

Spirulina terdiri dari 3-7% nutrisi penting. Mineral yang terdapat pada mikroalga berasal dari media tanam dan

dipengaruhi oleh pH, salinitas, dan suhu. Perubahan suhu media berdampak pada bioakumulasi seng dan kobalt (Lubis & Lubis, 2023), sebaliknya spirulina yang dikultur di air laut memiliki kadar garam dan klorida yang relatif tinggi (Gabbay *et al.*, 1993).

Spirulina terdiri dari bahan kimia kompleks yang banyak menyimpan asam amino penting, meliputi metionin (1,3-2,75%), sistin (0,5-0,75%), dan asam amino lainnya. Konsentrasi proteininya sangat tinggi, berkisar antara 55-70%. Kandungan asam amino yang tinggi bermanfaat bagi kesehatan, hal ini karena asam amino merupakan komponen penting dalam pembentukan protein, seperti yang terlihat pada triptofan (1-1,95%) dan lisin (2,6-4,63%) (Kawaroe, 2010).

Poly Unsaturated Fatty Acids (PUFA) dalam spirulina berkisar antara 1,3% hingga 15% dari total lemak, dengan kisaran keseluruhan 6,6% hingga 6,5%. Asam Gamma Linolenat (GLA) merupakan jenis lemak paling dominan dalam spirulina, menyumbang sekitar 25-60% dari total lemak. Bahan kimia lain yang didapatkan dalam lemak spirulina termasuk asam linoleat (10,8-30,7%), asam oleat (11,5-15,5%), dan asam palmitat (44,6-54,1%). Spirulina mengandung sekitar 32,5 mg kolesterol setiap 100 g (Nage *et al.*, 2020).

Arsenik dalam air, sampah, dan bahan berbahaya lainnya serta logam berat dapat dinetralkan dengan menggunakan spirulina yang juga berperan sebagai penetralisir mineral beracun (Christwardana & Hadiyanto, 2013). Beta-karoten dan karotenoid merupakan kandungan dalam spirulina, yang mampu diubah dalam bentuk vitamin A dan vitamin B. Spirulina dalam 4 mg mengandung jumlah nutrisi yang setara dengan 100 g sayuran segar. Spirulina ukurannya yang sangat kecil membuatnya cocok untuk pakan ikan dan udang yang baru bisa buka mulut, dan mudah dicerna oleh larva (Armelia *et al.*, 2023).

Spirulina yang tumbuh di air laut memiliki lebih banyak mineral dibandingkan spirulina yang tumbuh di air tawar atau air asin. Air laut menyimpan kadar garam meliputi natrium klorida, kalium klorida, dan magnesium klorida. Spirulina yang berada di air laut mengandung konsentrasi inositol, polisakarida, dan fikosianin yang lebih tinggi, namun kandungan natrium yang tinggi ini dianggap kurang baik untuk kesehatan manusia (Belay, 2013).

Tabel 2.1 Persentase Kandungan Spirulina dalam Kondisi Basah (Christwardana & Hadiyanto, 2013)

No	Parameter	Kandungan (%)
1.	Protein	56-62
2.	Lemak	4-6
3.	Karbohidrat	17-25
4.	Asam linoleate (Gamma)	0,8
5.	Klorofil	0,8
6.	Fikosianin	6,7-11,7
7.	Karotein	0,43
8.	Zeaxanthin	0,1
9.	Air	3-6

3. Faktor Pertumbuhan Spirulina

Faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan spirulina meliputi kondisi lingkungan dan nutrisi (Arahou *et al.*, 2021), beberapa faktor utama tersebut yaitu:

a. Cahaya

Spirulina membutuhkan cahaya yang cukup untuk fotosintesis. Intensitas cahaya yang optimal dapat meningkatkan produksi biomassa dan pertumbuhan spirulina.

b. Derajat keasaman (pH)

Spirulina tumbuh paling optimum pada pH antara 7 sampai 7,5. Kondisi netral ini membantu mikroalga tumbuh lebih cepat dibandingkan kondisi pH rendah.

c. Suhu

Suhu optimal untuk pertumbuhan spirulina pada skala laboratorium berada dalam kisaran 22-24°C. Pertumbuhan dapat terhambat oleh suhu yang sangat tinggi atau rendah dan dapat mengurangi hasil biomassa.

d. Nutrisi

Kandungan nitrogen, fosfor, dan mineral lainnya dalam media pertumbuhan sangat penting. Penambahan nitrogen, terbukti dapat meningkatkan kadar protein dan kecepatan pertumbuhan spirulina ini.

e. Salinitas

Salinitas alami air laut di Indonesia berkisar 32-34 ppt (Husna, 2023). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa salinitas yang sesuai dapat memengaruhi komposisi biokimia dan laju pertumbuhan spirulina.

4. Fase Pertumbuhan Spirulina

Jumlah sel dalam satuan tertentu atau peningkatan ukuran sel dapat digunakan untuk melacak pertumbuhan populasi mikroalga spirulina. Metode yang paling umum untuk memantau pertumbuhan spirulina adalah dengan cara menghitung pertumbuhan populasi sel seiring berjalannya waktu (Gunawan, 2010). Kondisi iklim yang optimal, membuat mikroalga dapat berkembang dengan

sangat cepat. Penelitian ini dilakukan selama 7 hari karena selama fase pertumbuhan eksponensial, mikroalga sering kali dapat bereplikasi dalam waktu 24 jam atau bahkan hingga 3,5 jam (Haris *et al.*, 2022).

Metode untuk menghitung pertumbuhan populasi mikroalga, ada dua yaitu dengan menggunakan *Sedgewick Rafter Counting Cell* dan *hemocytometer* (Isnansetyo & Kuniastuty, 1995). *Sedgewick Rafter Counting Cell* lebih umum digunakan daripada *hemocytometer* karena kemudahan penggunaannya. Keunggulan dari *Sedgewick Rafter Counting Cell*, yaitu dapat menghitung lebih akurat dan rinci terhadap mikroorganisme, seperti fitoplankton dalam sampel air. Mikroalga melalui beberapa fase pertumbuhan dalam pertumbuhannya (Becker, 1994), yaitu:

a. Fase lag

Fase lag berlangsung sesudah inokulan diberikan pada media. Metabolisme sudah berlangsung, sel-selnya belum mulai membelah. Mikroalga masih menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya, pertumbuhan populasi tidak meningkat.

b. Fase eksponensial atau logaritmik

Fase eksponensial ditandai adanya peningkatan besar dalam pembelahan sel selama periode ini. Kondisi

budidaya yang ideal, mengakibatkan laju pertumbuhan dapat menggapai puncaknya pada fase ini. Fase eksponensial merupakan waktu terbaik pemanenan mikroalga untuk kebutuhan industri atau pakan ikan. Spirulina dapat mencapai tingkat populasi tertinggi dalam waktu 4–7 hari (Isnansetyo & Kurniastuty, 1995).

c. Fase Penurunan Laju Pertumbuhan

Pertumbuhan spirulina melambat pada fase ini karena sel masih membelah, hanya saja tidak secepat sebelumnya.

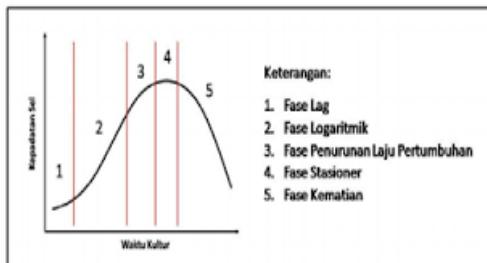
d. Fase Stasioner

Tingkat kematian dan reproduksi sel selama fase ini hampir sama, memastikan bahwa jumlah sel tetap pada tingkat yang sama seperti pada fase sebelumnya (stasioner). Fase stasioner kurva kelimpahannya membentuk garis datar, yang mengindikasikan bahwa laju produksi dan laju kematian sel berada dalam keseimbangan.

e. Fase Kematian

Fase kematian dibuktikan dengan berubahnya kondisi pada media termasuk perubahan warna, pH, suhu, dan tingkat kematian sel yang lebih tinggi daripada tingkat pertumbuhannya, yang

mengakibatkan penurunan jumlah kelimpahan sel dalam toples kultur. Kurva pertumbuhan mikroalga ditampilkan pada Gambar 2.2.

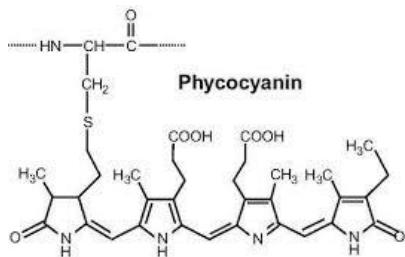


Gambar 2.2 Kurva pertumbuhan mikroalga
(Fachrullah, 2011)

5. Fikosianin

Pigmen fikosianin adalah kelompok fikobiliprotein, yang memiliki struktur kromofor dengan subunit alfa dan beta. Pigmen fikosianin yang menyumbang 20% dari berat kering spirulina, digunakan dalam makanan, kosmetik, dan produk kesehatan, karena berfungsi dengan baik sebagai pewarna alami dan larut dalam bahan kimia polar. Pewarna alami yang tidak beracun ini menghasilkan warna hijau-biru cerah. Pigmen fikosianin sebagai pigmen polar dapat menghasilkan berbagai warna dan konsentrasi pigmen tergantung pada pelarut yang digunakan dalam ekstraksi, berdasarkan tingkat kepolarnya. Tantangan

dalam proses ekstraksi adalah ketidakstabilan pigmen alami selama ekstraksi, pemurnian, dan penyimpanan. Fikosianin paling baik digunakan pada pH antara 4 dan 9, meskipun dapat mengalami denaturasi (memudar) pada tingkat pH di bawah 4 atau pada suhu lebih tinggi dari 45°C (Astuti *et al.*, 2019).



Gambar 2.3 Struktur Kimia Fikosianin

(Elise *et al.*, 2021)

Kehidupan spirulina sangat berkaitan dengan pigmen fikosianin. Pigmen fikosianin merupakan bagian penting dari proses fotosintesis yang mempunyai peran dalam transfer energi, penyerapan cahaya, dan pertahanan sel. Pigmen fikosianin termasuk bahan kimia bioaktif yang memiliki fungsi penting di lingkungan yaitu sebagai produsen utama, sumber makanan, penghasil oksigen, dan komponen siklus nutrisi (Arrosyid *et al.*, 2024).

Pigmen fikosianin bermanfaat sebagai zat pewarna alami yang sangat berguna bagi masyarakat. Zat pewarna alami ini telah banyak digunakan dalam industri makanan

dan minuman seperti permen karet, es krim, lolipop, minuman ringan berkarbonasi, dan produk susu. Pigmen fikosianin memiliki banyak manfaat dan tidak membahayakan atau tidak berefek negatif pada kesehatan apabila dibandingkan dengan pewarna sintetis yang tersebar di masyarakat pada umumnya. Pigmen fikosianin memiliki kandungan lain yaitu fitonutrien yang berfungsi sebagai penangkal radikal bebas, memiliki potensi anti kanker. Ekstrak fikosianin telah banyak diteliti memiliki aktivitas antioksidan dan dapat melawan kanker (Gualtieri & Bersanti, 2006).

6. Media Zarouk

Media Zarouk sering digunakan untuk membudidayakan spirulina. Media Zarouk memiliki efek yang signifikan bagi perkembangan spirulina. Media ini mengandung NO₃- sebagai sumber nitrogen (N). Kultur spirulina jika ditambahkan NO₃- berpotensi dalam meningkatkan pertumbuhan spirulina dan produksi biomassa (Kurniawati *et al.*, 2020).

Larutan Zarouk media makronutrien yang digunakan untuk membuat media kultur mikroalga mempunyai kandungan dan fungsi (Andersen, 2005) sebagai berikut:
a. NaHCO₃ :dapat mendorong proses fotosintesis mikroalga.

- b. K_2SO_4 :sebagai katalis untuk aktivasi beberapa enzim penting yang terlibat dalam fotosintesis dan respirasi untuk metabolisme mikroalga.
- c. $NaNO_3$:mendukung proses pembentukan protein.
- d. $NaCl$:membantu menjaga keseimbangan tekanan osmotik dalam sel dan mempercepat pemecahan oksidasi H_2O selama fotosintesis.
- e. $MgSO_4$:berperan dalam pembentukan klorofil dan reaksi enzimatik pada mikroalga.
- f. K_2HPO_4 :sebagai buffer untuk mengoptimalkan pH.
- g. $CaCl_2$:menurunkan kehilangan air yang tidak seimbang dalam sel dan meningkatkan tekanan osmotik dalam sel.
- h. $FeSO_4$:mendukung penyusunan klorofil.
- i. Na_2EDTA :mengoptimalkan Fe dan klorofil.

Komposisi bahan dan kegunaan larutan Zarouk media mikronutrien yang diperlukan untuk membuat media kultur (Becker, 1994) adalah sebagai berikut:

- a. H_3BO_3 : pembentukan dinding sel.
- b. $MnCl_2$: pembentukan klorofil.
- c. $ZnSO_4$:sintesis protein dan metabolisme karbohidrat.
- d. Na_2MoO_4 : untuk produksi asam amino.

- e. CuSO₄ : sebagai kofaktor dalam berbagai enzim dan terlibat dalam respirasi sel dan fotosintesis.
- f. Vitamin B12 : untuk metabolisme merangsang pertumbuhan.

Media Zarouk umumnya digunakan untuk menumbuhkan spirulina. Keunggulan media ini terletak pada kandungan nutrisinya yang cukup untuk menunjang pertumbuhan spirulina dan sifatnya yang sering digunakan sebagai media pro analisis, sehingga spirulina sangat mudah beradaptasi untuk tumbuh di dalamnya (Wimas, 2015).

7. Air Laut

Spirulina sering kali dibudidayakan di air laut karena memiliki beberapa keunggulan. Air laut kaya akan mineral penting seperti natrium, magnesium, dan kalsium, yang berperan penting dalam proses metabolisme spirulina. Air laut memiliki salinitas yang dapat ditoleransi oleh mikroalga ini, yang dapat membantu mencegah kontaminasi dari mikroorganisme lain yang lebih sensitif terhadap garam (Arrosyid *et al.*, 2024).

Penggunaan air laut juga lebih efisien dalam ketersediaan karena jumlahnya yang melimpah dan dapat mengurangi biaya dibandingkan dengan menggunakan air tawar atau air yang diproses secara khusus. Studi

menunjukkan bahwa pertumbuhan spirulina di air laut atau campuran air laut dengan air tawar menghasilkan biomassa yang tinggi dan kandungan nutrisi yang seimbang. Kandungan protein dan pigmen seperti fikosianin juga dipengaruhi oleh penggunaan air laut sebagai media kultur (Vonshak, 1997).

B. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian ini menggunakan berbagai referensi dari penelitian sebelumnya yang merujuk pada topik yang serupa guna pertimbangan dan sebagai pedoman untuk merujuk suatu topik baru yang akan diteliti, beberapa penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kajian Hasil Penelitian yang Relevan

No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap		
1.	Laju Pertumbuhan dan Kandungan yaitu Rancangan acak lengkap (RAL), desain Fikosianin Spirulina sp. pada penelitian ada 5 dosis Konsentrasi Urea perlakuan dan 3 yang Berbeda pengulangan (90, 105, (Arrosyd et al., 2024)	Metode yang digunakan yaitu Rancangan acak lengkap (RAL), desain Spirulina sp. pada penelitian ada 5 dosis Konsentrasi Urea perlakuan dan 3 yang Berbeda pengulangan (90, 105, 120, dan 135 mg/L), bersama dengan kontrol Walne 1 mL/L. <i>Freezing-thawing</i> adalah proses yang digunakan dalam pengujian pigmen fikosianin.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan Spirulina sp. dipengaruhi oleh konsentrasi urea yang berbeda, dengan nilai $p < 0,05$. p value $>0,05$ menunjukkan bahwa kadar pigmen fikosianin mikroalga Spirulina sp. tidak terpengaruh oleh konsentrasi urea.	Penelitian membahas pertumbuhan, dan kandungan fikosianin dengan variasi konsentrasi urea. Metode yang diterapkan yaitu Rancangan Acak Lengkap 5 tingkat perlakuan dan 3 kali ulangan, serta <i>freezing-thawing</i> .	relevan	ini tentang pertumbuhan, dan kandungan fikosianin dengan variasi konsentrasi urea. Metode yang diterapkan yaitu Rancangan Acak Lengkap 5 tingkat perlakuan dan 3 kali ulangan, serta <i>freezing-thawing</i> . Sedangkan, penelitian yang akan dilakukan membahas tentang pengaruh variasi salinitas terhadap pertumbuhan populasi dan

No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap
				kandungan pigmen fikosianin dalam media Zarouk, metode yang dipilih yaitu Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Pengujian pigmen fikosianin dengan metode <i>freezing-thawing</i> .
2.	Analisis Limbah Media Zarouk yang digunakan dalam modifikasi yang produksi spirulina. Digunakan untuk dimodifikasi sebagai Budidaya <i>Spirulina platensis</i> dan penelitian. Analisis Kualitas dilakukan	Hasil pengujian kualitas biomassa <i>Spirulina platensis</i> menunjukkan bahwa bahan ini memenuhi kriteria sebagai pangan fungsional, dan limbah dari media produksi biomassa evaluasi tidak berdampak negatif	Penelitian relevan ini membahas tentang media Zarouk dan analisa kualitas biomassa sebagai pangan fungsional, dengan metode memodifikasi media Zarouk. Sedangkan, penelitian yang	

No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap
	Biomassanya sebagai Bahan Pangan Fungsional (Armelia <i>et al.</i> , 2023)	kualitas spirulina menggunakan analisis fisiologis dan kimia.	biomassa terhadap lingkungan.	akan dilakukan membahas tentang pengaruh variasi salinitas terhadap pertumbuhan populasi dan kandungan fikosianin dalam media Zarouk standar pro analisis.
3.	Pengaruh Salinitas Kepadatan Populasi dan Konsentrasi Klorofil-a Spirulina pada ulangan Media Kultur	Metode penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang meliputi 6 tingkat perlakuan 0, 10, 15, 20, 25, dan 30 ppt dengan 2 ulangan	Hasil penelitian membuktikan bahwa pada hari ke-8 sampai hari ke-10 kepadatan sel terbesar terjadi dengan rata-rata tertinggi pada salinitas 30 ppt dengan hasil $0,635 \pm 0,091$ ppt dan terendah pada salinitas 0 ppt dengan hasil $0,293 \pm 0,037$.	Penelitian relevan ini membahas tentang kepadatan populasi, air limbah dari budidaya ikan, dan media Walne yang dimodifikasi menyimpan klorofil-a. Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak

No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap
	Modifikasi Walne dan Air Limbah Budidaya Ikan (Anggraeni <i>et al.</i> , 2022)		Konsentrasi klorofil-a berkisar antara 107,153 mg/L pada salinitas 10 ppt hingga 19,684 mg/L pada salinitas 25 ppt. Secara umum, kadar klorofil-a yang lebih rendah berhubungan dengan salinitas yang lebih tinggi.	Lengkap dengan 6 perlakuan dan 2 kali ulangan. Sedangkan, penelitian yang akan dilakukan ini membahas tentang pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan populasi, dan kandungan pigmen fikosianin dalam media Zarouk, dan metode yang diterapkan yaitu Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dengan 3 ulangan.
4.	Kultur Pertumbuhan Mikroalga	Metode yang diterapkan pada penelitian ini yang sangat bervariasi, adalah pengkajian menunjukkan	Penelitian ini memberikan hasil tingkat	Penelitian relevan ini mengkaji perkembangan <i>Spirulina</i> sp. mikroalga dalam kondisi asam,

No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap
	<p><i>Spirulina</i> sp. pada laboratorium, dengan kepadatan <i>Spirulina</i> sp. dalam netral, dan alkaline. Metode Media Asam, menggunakan kondisi asam, netral, dan basa yang diterapkan yaitu Netral dan Rancangan Acak skala laboratorium. Kepadatan Rancangan Acak Lengkap Alkaline Skala Lengkap (RAL) dengan 5 populasi optimal ditemukan (RAL) dengan 5 perlakuan 5 Laboratorium perlakuan dan 5 pada perlakuan E dengan nilai ulangan. Sedangkan, penelitian (Tambunan <i>et al.</i>, ulangan. rata-rata 4,48 sel/mL dan yang akan dilakukan 2022)</p> <p>kisaran pH 9-10, karena ditambahkan 3 g soda kue, 1 L salinitas terhadap air dan 1,5 pupuk Vaughan. Pertumbuhan populasi dan Perlakuan A memiliki kandungan pigmen fikosianin kepadatan populasi terendah, dalam media Zarouk, metode dengan ditambahkan 11/2 yang diterapkan yaitu asam asetat, 1 L air dan 1,5 pengujian menggunakan pupuk Walne, kisaran pH 5-6, Rancangan Acak Lengkap rata-rata 1,72 sel/mL. (RAL) 4 perlakuan 3 ulangan.</p>			

No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap
5.	Pengaruh Pertumbuhan <i>Spirulina platensis</i> terhadap Kandungan Pigmen beda Salinitas 30 ppt dengan 3 (Widawati <i>et al.</i> , 2022)	Metode penelitian ini menerapkan suatu Rancangan Lengkap 4 taraf perlakuan meliputi 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt dan 30 ppt dengan 3 ulangan.	Hasil penelitian membuktikan bahwa kepadatan mikroalga <i>Spirulina platensis</i> dalam salinitas 25 ppt dan pada salinitas 15 ppt. Laju pertumbuhan terendah terjadi pada salinitas 25 ppt (0,246±0,012 sel/hari), sedangkan tertinggi terjadi pada salinitas 20 ppt (0,327±0,019 sel/hari). Pada salinitas 30 ppt, kadar klorofil-a berkisar antara 10,622±1,322 µg/mL hingga 8,176±2,426	Penelitian relevan ini mengkaji tentang pertumbuhan <i>Spirulina platensis</i> dalam media Walne dengan menguji kandungan klorofil-a, fikosianin, allophycocyanin, fikoeritrin dengan perlakuan beda salinitas. Metode yang digunakan yaitu RAL dengan 4 taraf perlakuan (15 ppt, 20 ppt, 25 ppt, dan 30 ppt) dan 3 ulangan. Sedangkan, penelitian yang akan dilakukan membahas tentang pertumbuhan populasi

No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap
			<p>$\mu\text{g/mL}$ pada salinitas 15 ppt. Pada salinitas 20 ppt, kadar fikosianinnya $0,105 \pm 0,041$ mg/mL, sedangkan pada salinitas 30 ppt, kadar fikosianinnya sekitar $0,058 \pm 0,005$ mg/mL. Pada salinitas 20 ppt, allofikosianin bervariasi dari $0,069 \pm 0,010$ mg/mL hingga $0,042 \pm 0,007$ mg/mL pada salinitas 30 ppt. Kisaran fikoeritrin pada salinitas 20 ppt adalah $0,384 \pm 0,159$ mg/mL hingga salinitas 30 ppt yaitu</p>	<p>spirulina dalam media Zarouk dan hanya berfokus menguji kandungan pigmen fikosianin dengan perlakuan beda salinitas. Metode yang digunakan yaitu RAL dengan 4 taraf perlakuan (10 ppt, 15 ppt, 20 ppt, dan 25 ppt) dan 3 ulangan.</p>

No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap
0,239±0,014 mg/mL.				
6.	Pemurnian Fikosianin dari <i>Spirulina platensis</i> yaitu <i>liquid biphasic flotation</i> (LBF). Metode Liquid Biphasic Flotation (LBF) dan Penentuan Aktivitas Antioksidannya (Elise et al., 2021)	Metode yang diterapkan	Penelitian ini menghasilkan fikosianin dengan kemurnian tinggi, dengan faktor pemurnian sebesar $3,041 \pm 0,04$ dan hasil pemulihan sekitar 70,881%. Pemurnian fikosianin menunjukkan aktivitas scavenging dengan IC ₅₀ sebesar 338,585 mg/mL. Dengan demikian, sistem LBF menghasilkan pigmen fikosianin dengan kemurnian tinggi.	Penelitian relevan ini membahas tentang pemurnian fikosianin dengan metode <i>Liquid Biphasic Flotation</i> (LBF). Sedangkan, penelitian yang akan dilakukan membahas tentang pengaruh variasi salinitas terhadap pertumbuhan populasi dan kandungan pigmen fikosianin dalam media Zarouk, metode yang digunakan yaitu <i>Freezing-thawing</i> .

No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap
7.	Optimasi Natrium Nitrat: Urea dan Konsentrasi Nitrogen pada Kultivasi <i>Spirulina platensis</i> untuk Produksi Protein dan Pigmen tetap. (Kurniawati et al., 2020)	Metode penelitian eksperimental satu faktor RSM digunakan untuk mengidentifikasi konsentrasi N yang ideal dalam rentang konsentrasi N dan proporsi sumber N yang tetap.	Hasil penelitian membuktikan jika karbodioksida yang diberikan dapat digunakan oleh <i>Spirulina platensis</i> untuk meningkatkan pertumbuhan, namun juga memperpendek kinetika pertumbuhan. Analisis statistik membuktikan hasil adanya perbedaan yang tidak signifikan ($p>0,005$). Secara morfologi, pemberian karbodioksida menyebabkan fragmentasi dan lisis sel pada <i>Spirulina platensis</i> .	Penelitian relevan ini membahas tentang optimasi nisbah natrium nitrat dan konsentrasi nitrogen yang bertujuan untuk pembuatan protein dan pigmen fikosianin, dengan metode RSM-one factor. Sedangkan, penelitian yang akan dilakukan membahas tentang pengaruh variasi salinitas terhadap pertumbuhan populasi dan kandungan pigmen fikosianin dalam media Zarouk, dengan metode Rancangan Acak

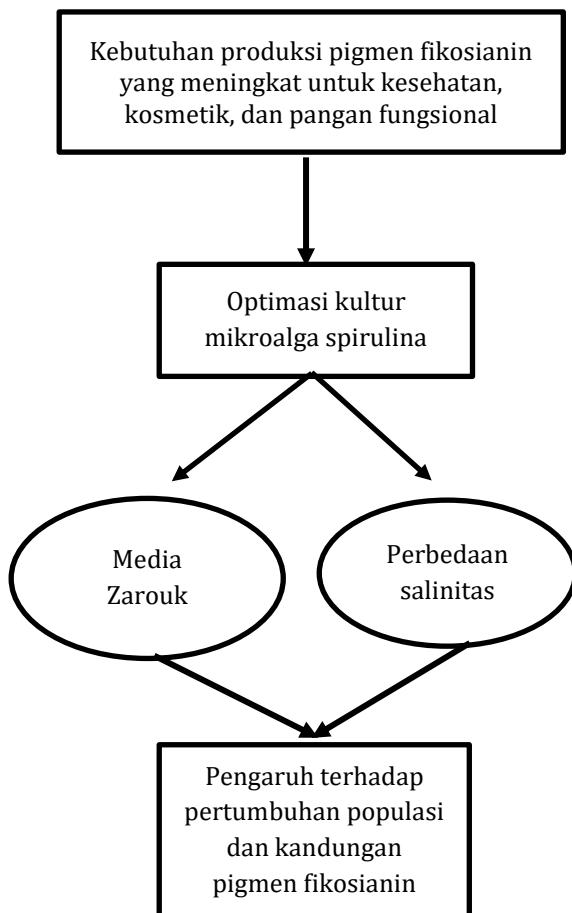
No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap			
				Lengkap	4	perlakuan	3
8.	Growth of Metode eksperimen <i>Spirulina platensis</i> digunakan dalam in Indoor and Semi Outdoor Culturing Systems (Nainggolan et al., 2018)	penelitian ini, dengan dua strategi penelitian yang diterapkan yaitu Rancangan Lengkap (<i>RAL</i>) dan <i>Completely Randomized Design (CRD)</i> .	Hasil penelitian membuktikan bahwa perlakuan dosis nutrisi media Guillard berdampak pada peningkatan pertumbuhan <i>Spirulina platensis</i> , dengan dosis 0,60 mL memberikan hasil maksimal baik pada skala indoor maupun semi outdoor. Dengan menggunakan uji T, analisis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (nilai 0,032 pada skala indoor dan 0,07 pada skala semi outdoor)	Penelitian membahas pertumbuhan <i>Spirulina platensis</i> dengan media Guillard dalam sistem budidaya indoor dan semi outdoor. Metode yang dipilih yaitu Rancangan Acak Lengkap (<i>RAL</i>) dan <i>Completely Randomized Design (CRD)</i> . Sedangkan, penelitian yang akan dilakukan membahas tentang pengaruh variasi ulangan.	relevan	ini	tentang

No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap
			kisaran dosis untuk nutrisi 0,60 mL dan kontrol.	salinitas, terhadap pertumbuhan populasi dan kandungan pigmen fikosianin dalam media Zarouk, rancangan penelitian yang dipilih yaitu Rancangan Acak Lengkap.
9.	Pemanfaatan Air Limbah Industri (FGD) Kertas sebagai Medium Pertumbuhan	Air limbah <i>wet scrubber</i> <i>Scrubber Flue Gas Desulphurization</i> perlakuan ulangan, dengan konsentrasi 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Rancangan yang diterapkan	Hasil penelitian membuktikan bahwa <i>Spirulina platensis</i> dapat tumbuh subur di air limbah dari <i>wet scrubber</i> . Campuran menggunakan kombinasi air limbah <i>wet scrubber</i> 75% dan 25% media Zarouk terbukti menghasilkan hasil yang	Penelitian relevan ini membahas tentang penggunaan air limbah <i>wet scrubber</i> dan ditambah media Zarouk yang bertujuan sebagai media pertumbuhan, menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap

No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap
	<i>Spirulina platensis</i> (Khairunnissa et al., 2018)	Rancangan Lengkap (RAL). Acak optimal untuk pertumbuhan <i>Spirulina platensis..</i>	meliputi 5 ulangan. Sedangkan, penelitian yang akan dilakukan membahas tentang pengaruh variasi salinitas terhadap pertumbuhan populasi dan kandungan pigmen fikosianin dalam media Zarouk, metode yang dipilih yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan 3 ulangan.	perlakuan 5
10.	Kandungan Senyawa Aktif menguji variasi konsentrasi dan rendemen <i>Spirulina platensis</i> yang	Metode penelitian ini membuktikan bahwa NaNO ₃ optimal fikosianin masing-masing adalah 1,32 mg/mL dan	Penelitian relevan ini membahas tentang <i>Spirulina platensis</i> yang dibudidayakan dalam media Walne yang	

No.	Penelitian	Metode	Hasil	Research gap
	Ditumbuhkan pada Media Walne dengan Konsentrasi Nano ₃ Berbeda (Notonegoro <i>et al.</i> , 2018)	Rancangan Lengkap (RAL).	Acak 32,93% setelah perlakuan dengan 80 g NaNO ₃ . <i>Spirulina platensis</i> terpilih yang diberi perlakuan 80 g NaNO ₃ menghasilkan konsentrasi flavonoid dan senyawa aktif fikosianin tertinggi.	mengandung bahan kimia aktif, metode yang diterapkan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menguji variasi konsentrasi NaNO ₃ . Sedangkan, penelitian yang akan dilakukan membahas tentang pengaruh variasi salinitas terhadap pertumbuhan populasi dan kandungan pigmen fikosianin dalam media Zarouk, metode penelitian yang diterapkan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk menguji variasi konsentrasi salinitas.

C. Kerangka Berfikir



Gambar 2.4 Struktur Kerangka Berfikir

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan tinjauan ekstensif terhadap literatur yang ada dan kerangka pemikiran yang dirancang dengan cermat, hipotesis yang disajikan dalam eksperimen khusus ini yaitu sebagai berikut:

1. Hipotesis (H_0) : Tidak ada pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan populasi pada spirulina dalam media Zarouk.

Hipotesis (H_1): Adanya pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan populasi pada spirulina dalam media Zarouk.

2. Hipotesis (H_0) : Tidak ada pengaruh salinitas terhadap kandungan pigmen fikosianin pada spirulina dalam media Zarouk.

Hipotesis (H_1) : Adanya pengaruh salinitas terhadap kandungan pigmen fikosianin pada spirulina dalam media Zarouk.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

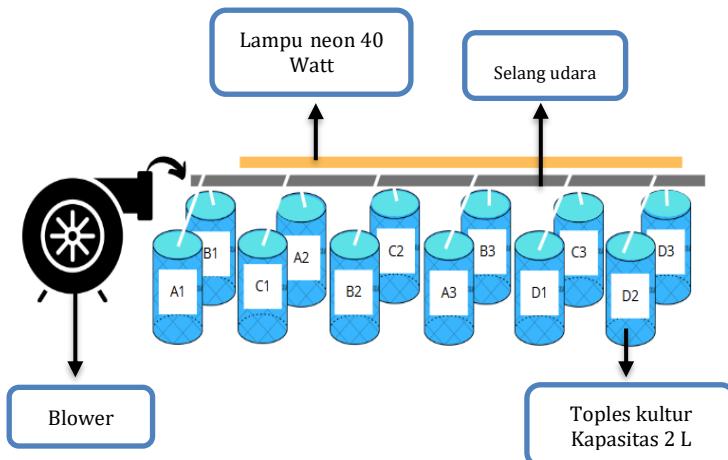
Penelitian yang dilakukan ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen murni atau biasa disebut dengan eksperimen sejati. Penelitian kuantitatif merupakan suatu metode objektif dan ilmiah yang melibatkan pengumpulan data numerik misalnya skor, nilai, atau pernyataan, yang kemudian dilakukan analisis menggunakan analisis statistik. Penelitian kuantitatif ini bertujuan untuk menghasilkan data dalam bentuk numerik dan menggunakan kalimat deskriptif untuk menjelaskan angka-angka tersebut (Hermawan, 2019).

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif untuk mengetahui satu atau lebih faktor mempengaruhi variabel lainnya. Variabel yang dipengaruhi yaitu sebagai variabel terikat, sedangkan variabel yang memengaruhi yaitu sebagai variabel bebas. Penelitian kuantitatif khusus untuk kategori penelitian laboratorium, karena penelitian dilakukan dan diuji oleh para peneliti. Fokus penelitian ini yaitu untuk menganalisis pengaruh variasi salinitas terhadap pertumbuhan populasi spirulina dan kandungan pigmen fikosianin (Sugiyono, 2017).

B. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini adalah pengujian laboratorium, dengan teknik pengambilan data melalui observasi langsung. Percobaan yang dipilih dengan Rancangan Acak Lengkap satu faktor (perbedaan salinitas) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan, yaitu sebagai berikut:

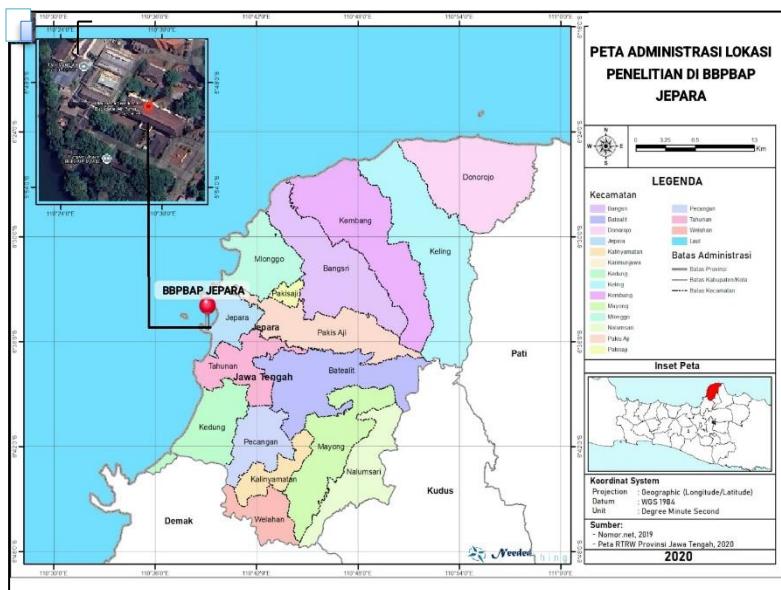
- A = Salinitas air laut 10 ppt
- B = Salinitas air laut 15 ppt
- C = Salinitas air laut 20 ppt
- D = Salinitas air laut 25 ppt



Gambar 3.1 Skema Rancangan Penelitian Kultur Spirulina

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Budidaya kultur spirulina dilakukan di Laboratorium Pakan Alami Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara, lokasinya yaitu di Jalan Cik Lanang, Rw. IV, Kelurahan Bulu, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Analisis kandungan pigmen fikosianin dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Waktu pelaksanaan penelitian dari bulan Desember 2024 sampai Maret 2025.



Gambar 3.2 Peta Lokasi BBPBAP Jepara

(Google Maps)

D. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah autoklaf, kulkas, neraca analitik, gelas arloji, spatula, toples bening kapasitas 2 L, botol larutan stok, aerator, selang aerator, lampu neon, gelas ukur, gelas beaker, corong, *plastic seal, aluminuim foil*, plastik *wrap*, *Sedgewick Rafter Counting Cell*, mikroskop binokuler, mikropipet, pipet tetes, refraktometer, termometer, kertas universal, suntikan, saringan, botol vial, *centrifuge, microtube* 1,5 mL, tabung sentrifugasi 50 mL, filter membran, spektofotometri UV Vis, batang pengaduk, erlenmeyer 2 L, dan jaring plankton T 61.

Bahan yang digunakan yaitu bibit spirulina (*Arthrospira platensis* Gomont) isolat BBPBAP Jepara, air laut, akuades, alkohol, formalin, klorin, natrium tiosulfat, buffer fosfat pH 7, dan medium Zarouk dengan komposisi makronutrien yaitu NaHCO₃ 16,8 g/L, NaNO₃ 2,5 g/L, K₂SO₄ 1 g/L, NaCl 1 g/L, K₂HPO₄ 0,5 g/L, Na₂EDTA 0,08 g/L, CaCl₂ 0,04 g/L, FeSO₄.7H₂O 0,01 g/L, dan MgSO₄ 0,2 g/L. Komposisi mikronutrien yaitu H₃BO₃ 2,86 g/L, MnCl₂.4H₂O 1,81 g/L, ZnSO₄.4H₂O 0,222 g/L, Na₂MoO₄ 0,0177 g/L, CuSO₄.5H₂O 0,079 g/L, dan vitamin B12 0,001 mg/L (Madkour *et al.*, 2012).

E. Metode

Penelitian ini ada lima tahapan meliputi tahap preparasi, tahap penanaman kultur, pengamatan faktor lingkungan, pengamatan dan pengukuran, serta dokumentasi. Uraian lebih lengkap mengenai langkah-langkah yang akan diambil disajikan di bawah ini:

1. Tahap Preparasi

Persiapan alat yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi autoklaf, kulkas, neraca analitik, gelas arloji, spatula, toples bening kapasitas 2 L, botol larutan stok, aerator, selang aerator, lampu neon, gelas ukur, gelas beaker, corong, *plastic seal*, *aluminuim foil*, plastik *wrap*, *Sedgewick Rafter Counting Cell*, mikroskop binokuler, mikropipet, pipet tetes, refraktometer, termometer, kertas universal, suntikan, saringan, botol vial, *centrifuge*, *microtube* 1,5 mL, tabung sentrifugasi 50 mL, filter membran, spektfotometri UV Vis, batang pengaduk, erlenmeyer 2 L, dan jaring plankton T 61. Sterilisasi alat bertujuan untuk mengurangi risiko kontaminasi mikroorganisme selama penelitian. Sterilisasi alat non-elektronik dilakukan dengan mencucinya dengan air sabun, selanjutnya membilas dan menyemprotnya dengan alkohol setelah kering disterilkan peralatan tersebut dilapisi dengan *aluminium foil* dan plastik *wrap* untuk mencegah debu dan

diletakkan di meja yang telah disterilkan dengan alkohol. Kemudian, sebelum digunakan peralatan kaca tahan panas atau elektrik yang diperlukan untuk budidaya spirulina didesinfeksi dengan cara diautoklaf selama 15 hingga 20 menit dengan suhu 121°C dan tekanannya 1 atm.

Persiapan bahan dalam penelitian ini meliputi bibit spirulina (*Arthrospira platensis* Gomont) isolat BBPBAP Jepara, air laut berguna sebagai media kultur, akuades untuk pengenceran media air laut, alkohol untuk sterilisasi, formalin untuk mempertahankan kestabilan sampel, buffer fosfat pH 7 untuk pelarut fikosianin, dan media Zarouk sebagai pupuk. Media air laut diperoleh dari perairan pantai yang terletak 20 meter dari Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai Jepara, disaring dengan filter membran kemudian diberi klorin 30 mg/L dan natrium tiosulfat 15 mg/L yang berfungsi untuk memberantas bakteri dan berbagai macam mikroba. Selanjutnya, diautoklaf pada suhu 121°C selama 15 hingga 20 menit pada tekanan 1 atm, lalu didinginkan, dan diukur salinitas awalnya. Setelah itu, untuk mendapatkan salinitas yang dibutuhkan, air laut dapat diencerkan dengan akuades (Cahya *et al.*, 2020). Rumus pengenceran air laut berdasarkan Anggraeni *et al.*, 2022 sebagai berikut:

$$N1 \times V1 = N2 \times V2$$

Keterangan :

V1 : Volume air laut yang diinginkan

V2 : Volume air yang dibutuhkan

N1 : Salinitas awal air laut

N2 : Salinitas air laut yang diinginkan

Persiapan media Zarouk dengan komposisi makronutrien NaHCO_3 16,8 g/L, NaNO_3 2,5 g/L, K_2SO_4 1 g/L, NaCl 1 g/L, K_2HPO_4 0,5 g/L, Na_2EDTA 0,08 g/L, CaCl_2 0,04 g/L, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,01 g/L, dan MgSO_4 0,2 g/L. Kemudian, komposisi mikronutrien yaitu H_3BO_3 2,86 g/L, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1,81 g/L, $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0,222 g/L, Na_2MoO_4 0,0177 g/L, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,079 g/L, dan vitamin B12 0,001 mg/L. Semua komposisi makronutrien dan mikronutrien ditimbang, diencerkan dengan akuades steril masing-masing 1 L dan 500 mL. Selanjutnya, larutan stok makronutrien dan mikronutrien dimasukkan dalam botol larutan stok yang berbeda, diambil 1 mL larutan stok mikronutrien lalu dimasukkan ke dalam larutan stok makronutrien, kemudian disimpan dalam kulkas dan media Zarouk ini siap untuk diaplikasikan. Sebanyak 2 mL dari media Zarouk tersebut ditambahkan dalam toples kultur (Armanda, 2013).

Persiapan perlakuan dilakukan dengan menyiapkan sebanyak 12 toples bening kapasitas 2 L yang sudah

disterilisasi. Kemudian, untuk persiapan tempat inkubasi kultur dipasangi selang aerator, blower, dan lampu neon. Pencahayaan dilaksanakan secara terus-menerus selama 24 jam.

2. Tahap Penanaman Kultur

Kultivasi dilakukan di dalam toples bening kapasitas 2 L dengan volume bibit spirulina (*Arthrospira platensis* Gomont) isolat BBPBAP Jepara sebanyak 200 mL yang dihitung dari 10% volume kultur (Buwono & Nurhasanah, 2018), dengan volume media pertumbuhan 1.798 mL, kemudian ditambahkan medium Zarouk sebanyak 2 mL. Setiap toples diberi perlakuan beda salinitas yaitu 10 ppt, 15 ppt, 20 ppt, dan 25 ppt. Kultur dipertahankan pada pH 7 dan selang aerator dimasukkan dalam toples kultur dengan posisi berada ditengah. Kultur spirulina dibudidayakan pada suhu 22-24°C dengan intensitas cahaya antara 3.250 lux (40 W) di bawah lampu neon (Widawati *et al.*, 2022).

3. Pengukuran Faktor Lingkungan

Penelitian ini dilakukan serentak selama 7 hari, pengukuran dilaksanakan setiap 24 jam sekali yaitu pada jam 11.00 WIB untuk pengukuran pH, suhu, dan salinitas. Pengukuran nilai pH dilakukan dengan kertas universal, pengukuran suhu dengan termometer, dan salinitas diukur dengan refraktometer.

4. Pengamatan Dan Pengukuran

Pengamatan pertumbuhan populasi spirulina dilakukan setiap 24 jam sekali, dengan menghitung jumlah sel mikroalga tiga kali ulangan pada empat perlakuan. Secara umum, pertumbuhan spirulina dapat diamati siklus pertumbuhannya yang meliputi fase lag, fase eksponensial, fase penurunan laju pertumbuhan, fase stasioner, dan fase kematian (Buwono & Nurhasanah, 2018).

Pertumbuhan populasi dapat diamati dan dihitung dengan mengumpulkan sampel menggunakan suntikan yang dilengkapi selang aerator, kemudian dimasukkan ke dalam salah satu lubang pertukaran udara, lalu diambil sebanyak 2 mL sampel dan disimpan dalam botol vial setelah itu ditambahkan setetes formalin. Selanjutnya, penghitungan jumlah sel dilakukan dengan meneteskan sampel ke bilik *Sedgewick Rafter Counting Cell*, lalu dihitung di bawah mikroskop binokuler dengan perbesaran 100 kali (Richmond, 2004).

Pemanenan mikroalga yang efektif harus dilakukan sesuai dengan pola pertumbuhannya dan pada saat pertumbuhan populasi mencapai kecepatan pertumbuhan tertinggi atau fase eksponensial. Predator atau organisme yang mengonsumsi mikroalga spirulina akan mengalami sisa nutrisi jika pemanenan dilakukan terlalu cepat atau

sebelum puncak populasi tercapai. Apabila pemanenan terlambat, maka banyak mikroalga yang mati dan kualitasnya menurun (Buwono & Nurhasanah, 2018).

Proses pemanenan dilakukan menggunakan metode filtrasi atau penyaringan. Penyaringan dilakukan dengan menghentikan aliran selang aerator, lalu mengumpulkan seluruh media dan menyaringnya menggunakan jaring plankton T 61. Sampel yang telah diperoleh dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi 50 mL, dan dilanjutkan pengukuran kandungan fikosianin.

Pengukuran kandungan pigmen fikosianin dilakukan setelah pemanenan. Pengukuran tersebut dilakukan dengan metode *freezing-thawing*, menggunakan pelarut buffer fosfat pH 7,0 pada sampel basah biomassa spirulina (Hikmawan *et al.*, 2022). Suspensi biomassa dihomogenkan untuk memastikan larutan merata, lalu dibekukan dalam *freezer* pada suhu -20°C selama 2 jam, kemudian dicairkan pada suhu ruang selama 2 jam. Selanjutnya, dilakukan sentrifugasi pada kecepatan 6000 rpm dan suhu 18°C selama 5 menit untuk memisahkan residu dari supernatan. Supernatan yang mengandung fikosianin dianalisis menggunakan spektrofotometri UV Vis pada panjang gelombang 620 dan 650 nm dengan blanko akuades (Arrosyid *et al.*, 2024).

5. Dokumentasi

Dokumentasi adalah proses penghimpunan, pemilihan, penyusunan, dan penyimpanan informasi pada suatu penelitian. Tahap dokumentasi pada penelitian ini digunakan untuk mendukung hasil kultur spirulina. Pengambilan gambar atau foto dilakukan pada saat persiapan, pengamatan faktor lingkungan, pengamatan dan pengukuran, serta pengujian kandungan pigmen fikosianin.

F. Analisis Data

Penelitian ini menerapkan suatu analisis data untuk membuktikan pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan populasi dan kandungan pigmen fikosianin, sebagai berikut:

1. Pertumbuhan populasi

Jumlah pertumbuhan populasi dapat dihitung menggunakan *Sedgewick Rafter Counting Cell* (SRCC) berdasarkan (Anton *et al.*, 2023) berikut ini:

$$N = \frac{\sum \text{Sinusoid} \times 1000}{3,14 \times 10}$$

Keterangan:

N : Kepadatan sel (sel/mL)

$\Sigma \text{Sinusoid}$: Jumlah keseluruhan dalam kotak

1000 : Total kotak dalam SRCC

3,14 : Diameter bidang pandang berbentuk lingkaran

10 : 10 kali pengamatan

2. Kandungan pigmen fikosianin

Persamaan yang dikemukakan oleh Bennett & Bogorad (1973) dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi fikosianin.

$$\text{PC (mg/mL)} = \frac{(A620 \text{ nm} - 0,7 \times A650 \text{ nm})}{7,38}$$

Keterangan:

PC : Kadar Fikosianin

A620 : Nilai Absorbansi pada 620 nm

A650 : Nilai Absorbansi pada 650 nm

3. *One way ANOVA*

Analisis varians satu arah merupakan teknik untuk memeriksa data yang dikumpulkan dari uji coba dengan banyak tingkat faktor, seringkali lebih dari dua tingkat. Analisis secara statistik dapat dihitung juga menggunakan software statistik, yaitu SPSS versi 26 yang merupakan salah satu alat aplikasi statistik yang sering dimanfaatkan dengan tujuan mengotomatisasi data statistik, dengan taraf 95% (Fajrin *et al.*, 2016).

4. Uji lanjut atau *Duncan's Multiple Range Test*

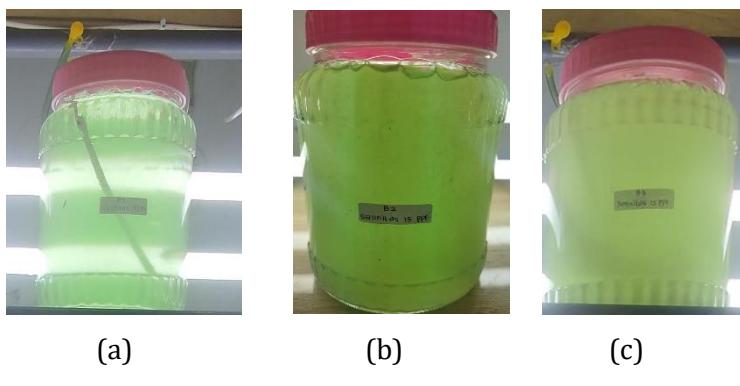
Duncan's Multiple Range Test adalah analisis statistik yang membandingkan antara dua rata-rata dari semua nilai rata-rata yang ada. Analisis secara statistik DMRT dapat dihitung juga menggunakan software statistik yaitu SPSS versi 26 dengan taraf 95% (Fajrin *et al.*, 2016).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan Populasi

Pertumbuhan populasi adalah peningkatan jumlah individu dalam suatu populasi pada periode waktu tertentu. Budidaya spirulina dalam hal ini, perlu diperhatikan laju pertumbuhan populasinya untuk dihitung secara berkala. Siklus hidup spirulina yang singkat dan perlu pemantauan setiap hari. Hasil kultur spirulina selama 7 hari dapat disajikan pada Gambar 4.1:

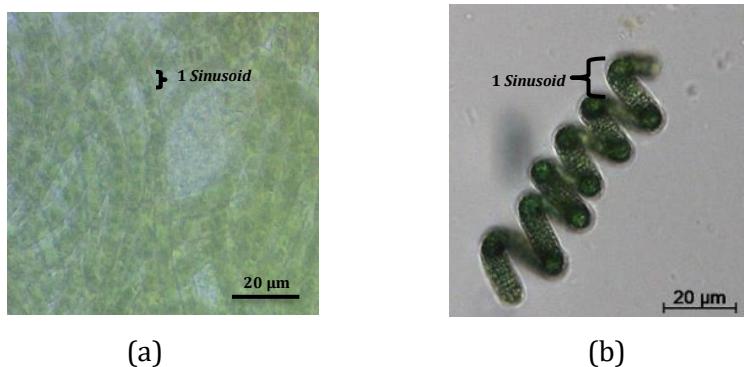


Gambar 4.1 Kultur Spirulina (a) Hari ke- 1, (b) Hari ke-3, dan (c) Hari ke-7
(Dokumentasi Penelitian, 2025)

Kultur spirulina tumbuh selama 7 hari, yang dibuktikan dengan adanya perubahan warna. Kultur spirulina pada hari ke-1 mempunyai warna hijau muda (bening). Hari

ke-2 dan ke-3 warna kultur berubah hijau pekat. Perubahan warna ini disebabkan oleh spirulina yang mengalami peningkatan jumlah sel. Warna kultur pada hari ke-4 sampai hari ke-7 menjadi hijau kekuningan yang menandakan penurunan jumlah sel spirulina.

Morfologi spirulina yang diamati dengan mikroskop binokuler dengan bantuan obtilab dapat ditampilkan pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Morfologi Spirulina dengan *Sinusoid*

(Perbesaran 400 Kali)

((a) Dokumentasi Penelitian, 2025 & (b.) Sinetova *et al.*, 2024)

Sedgewick Rafter Counting Cell dapat digunakan untuk menghitung pertumbuhan populasi dengan bantuan alat seperti pipet, mikroskop binokuler, dan objek gelas. Sampel kultur yang akan diperiksa harus seragam. Tempat untuk mengultur dilengkapi dengan selang udara di dalamnya untuk

memastikan sel-sel terdistribusi secara merata. *Sedgewick Rafter Counting Cell* diletakkan pada sebuah objek gelas di atasnya. Pergerakkan objek kaca dilakukan secara perlahan hingga menutupi permukaan rongga *Sedgewick Rafter Counting Cell* setelah sampel dimasukkan hingga memenuhi rongga dengan membiarkan sudutnya terbuka, setelah itu periksa di bawah mikroskop binokuler. Langkah pertama digunakan perbesaran rendah untuk menetapkan skala perhitungan *Sedgewick Rafter Counting Cell*. Hitung jumlah sel dalam sepuluh bidang pandang selanjutnya beralih ke pembesaran tinggi. Ada total 1000 kotak di *Sedgewick Rafter Counting Cell*, dibagi menjadi 20 baris dan 50 kolom (Muyassaroh *et al.*, 2018).

Spirulina apabila diamati di bawah mikroskop binokuler, akan terlihat untaian-untaian sel yang terpilin membentuk spiral. Gambar 4.2 menunjukkan spiral yang dapat dihitung jumlah *sinusoid*-nya (satu *sinusoid* adalah setengah puncak lingkaran). *Sinusoid* berfungsi sebagai dasar teknik yang digunakan untuk menentukan jumlah sel spirulina. Bentuk spiral khas yang dimiliki spirulina, penghitungan selnya seringkali dilakukan dengan menghitung jumlah *sinusoid* terlebih dahulu setelah itu, jumlah *sinusoid* dimasukkan ke dalam rumus pertumbuhan populasi (Andersen, 2005).

Hasil pengamatan yaitu pertumbuhan populasi spirulina. Hasil yang diperoleh berguna untuk menganalisis pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan populasi pada spirulina dalam media Zarouk. Berdasarkan hasil pertumbuhan populasi, perlakuan salinitas memberikan pengaruh nyata terhadap setiap perlakuan. Hasil pertumbuhan populasi ditampilkan pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.3.

Tabel 4.1 Data Hasil Rerata Pertumbuhan Populasi Spirulina dengan Perlakuan Beda Salinitas Selama 7 Hari

Perlakuan salinitas	Rerata jumlah sel (sel/mL) hari ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
10 ppt	10.926±0,59 ^a	20.954±0,09 ^a	50.402±0,39 ^a	32.345±0,47 ^a	22.727±0,23 ^a	14.766±0,12 ^a	2.812±0,19 ^a
15 ppt	13.269±0,24 ^d	50.594±0,32 ^d	97.504±0,33 ^d	80.498±0,38 ^d	60.541±0,20 ^d	25.339±0,24 ^d	8.227±0,26 ^d
20 ppt	12.101±0,15 ^c	30.817±0,31 ^c	70.519±0,30 ^c	55.562±0,16 ^c	35.307±0,10 ^c	18.269±0,43 ^c	6.188±0,18 ^c
25 ppt	11.815±0,32 ^b	28.916±0,84 ^b	64.383±0,24 ^b	44.723±0,19 ^b	27.791±0,18 ^b	14.437±0,48 ^a	4.277±0,13 ^b

Keterangan: Superskrip berbeda dalam setiap satu baris menunjukkan ada perbedaan nyata dari setiap perlakuan ($p<0,05$) pada taraf kepercayaan 95%

Hasil uji *One way* ANOVA (Tabel 4.1) menunjukkan bahwa hari pertama hingga ketujuh dengan perlakuan beda salinitas memberikan pengaruh nyata pada setiap perlakuannya ($p<0,05$) dengan nilai sig. (0,00). Uji lanjut Duncan dilakukan untuk membandingkan antara ketiga ulangan dari empat perlakuan yang ada. Hasil uji lanjut Duncan membuktikan bahwa seluruh perlakuan hasilnya beda nyata dengan perbedaan superskrip yang berbeda dari setiap perlakuan, hal ini mengindikasikan bahwa hipotesis H_1 diterima dan H_0 ditolak. Jadi, kesimpulannya ada pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan populasi pada spirulina dalam media Zarouk.

Perbedaan salinitas menunjukkan hasil yang berbeda dari setiap perlakuannya. Hasil yang berbeda ini diakibatkan karena pada salinitas relatif rendah (Perlakuan A) mengakibatkan kurangnya tekanan osmotik yang signifikan, sehingga spirulina tumbuh subur pada salinitas yang rendah, tetapi pertumbuhan akan terhambat oleh terbatasnya ketersediaan nutrisi jika salinitas terlalu rendah. Salinitas yang optimal (Perlakuan B) pertumbuhan dimaksimalkan oleh metabolisme sel spirulina yang efektif. Salinitas relatif tinggi (Perlakuan C dan D) stres osmotik akan terjadi pada spirulina. Senyawa organik tertentu disekresikan oleh sel dalam upaya

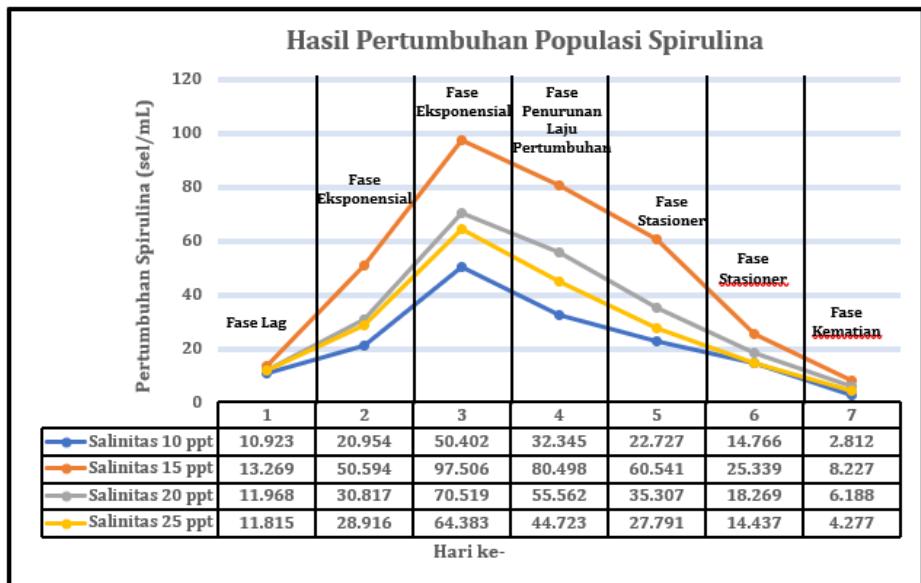
menjaga keseimbangan air. Pertumbuhan akan terhambat dan diperlukan lebih banyak energi untuk proses ini. Salinitas yang tinggi juga dapat merusak membran sel dan menghambat penyerapan nutrisi.

Variasi kondisi salinitas mempengaruhi pertumbuhan kultur spirulina yang menyebabkan perbedaan pertumbuhan populasi sel antar perlakuan (Widawati *et al.*, 2022). Pertumbuhan populasi meningkat ketika laju pertumbuhannya pesat. Adanya pengaruh berbagai nutrisi pada setiap media kultur spirulina inilah yang menyebabkan pertumbuhan populasi meningkat. Besarnya kecepatan pertumbuhan merupakan ukuran kemampuan relatif spirulina untuk beradaptasi dengan habitat alami atau kondisi kultur buatan (Atiani *et al.*, 2016).

Kemampuan mikroalga dalam menyerap nutrisi pada media kultur dengan cara masuk dalam sel yang mampu menjadi sumber variasi pertumbuhan. Mikroalga mempunyai batas maksimum, apabila kelebihan nutrisi pada mikroalga mengakibatkan proses biosintensis terhambat (Sari *et al.*, 2012). Mikroalga membutuhkan durasi lebih lambat untuk menyesuaikan diri karena tingginya kandungan nutrisi pada media kultur.

Berdasarkan penelitian sebelumnya jika salinitas yang optimal untuk pertumbuhan spirulina yaitu pada salinitas 15–25 ppt (Muyassaroh *et al.*, 2018). Pertumbuhan spirulina akan optimal dengan kisaran salinitas 15–20 ppt (Prambodo *et al.*, 2016). Penelitian yang hampir sama memberikan hasil optimal pada salinitas 15 ppt (Widawati *et al.*, 2022), sedangkan penelitian yang telah dilakukan ini juga optimal pada salinitas 15 ppt.

Media Zarouk hanya diberikan sekali pada awal kultur, dan dosisnya perlu diperhatikan agar sesuai dengan skala budidaya spirulina. Pemupukan media Zarouk yang tidak mencukupi atau berlebihan akan mencegah spirulina tumbuh. Media internal diberikan dengan nutrisi berlebihan akan berbahaya dan dapat menghambat pertumbuhan (Hastuti & Handajani, 2001).



Gambar 4.3 Hasil Pertumbuhan Populasi Spirulina dengan Perlakuan Beda Salinitas

Pertumbuhan populasi spirulina berlangsung dalam 5 fase yaitu fase lag (fase adaptasi), fase eksponensial (fase logaritmik), fase penurunan laju pertumbuhan, fase stasioner, dan fase kematian. Fase lag atau fase adaptasi merupakan fase saat pertumbuhan sel tidak berubah, meskipun selama periode ini ukuran sel bertambah. Fase lag dalam penelitian ini dimulai pada hari pertama. Berdasarkan Gambar 4.3 fase lag pada perlakuan A (10.923 sel/mL), B (13.269 sel/mL), C (11.968 sel /mL), dan D (11.815 sel/mL), hal ini menunjukkan bahwa spirulina yang sudah dibudidayakan dengan air laut dan media Zarouk bisa beradaptasi dengan optimal dan menggunakan

nutrisi yang ada dalam media Zarouk untuk berkembangbiak dengan cepat (Leksono *et al.*, 2017). Umur inokulan, kepadatan awal, dan media kultur semuanya mempengaruhi lamanya fase lag berlangsung (Muliani *et al.*, 2018).

Fase eksponensial adalah tahap pertumbuhan jumlah sel tumbuh dengan cepat, hal ini dimulai dengan laju pembelahan dan perluasan sel yang terus terjadi. Fase eksponensial dapat ditandai dengan naiknya laju pertumbuhan yang dihitung setiap harinya, dan warna pada kultur yang semakin hijau pekat (Cahya *et al.*, 2020). Berdasarkan Gambar 4.3 fase eksponensial tepat pada hari ke-2 dan ke-3. Hari ke-2 perlakuan A (20.954 sel/mL), B (50.594 sel/ mL), C (30.817 sel/mL), dan D (28.916 sel/mL). Hari ke-3 laju pertumbuhan spirulina juga lebih meningkat dari hari sebelumnya, yaitu perlakuan A (50.402 sel/mL), B (97.506 sel/mL), C (70.519 sel/mL), dan D (64.383 sel/mL).

Fase eksponensial ini disebabkan karena media Zarouk kaya akan nutrisi yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan. Proses fotosintesis bergantung pada komponen fosfor dan nitrogen dalam media budidaya. Fotosintesis menghasilkan energi dan glukosa, yang digunakan dalam metabolisme sel untuk mendorong pembelahan dan pertumbuhan sel (Hasim *et al.*, 2022). Terlihat dari masing-masing perlakuan bahwa perlakuan B mencapai puncak

populasi tertinggi yang menandakan bahwa spirulina efektif ditumbuhkan pada salinitas 15 ppt dengan media Zarouk.

Fase penurunan laju pertumbuhan terjadi karena mulai berkurangnya proses pembelahan sehingga pertumbuhannya tidak secepat seperti fase eksponensial (Tambunan *et al.*, 2022). Penelitian ini terjadi fase penurunan laju pertumbuhan pada hari ke-4. Berdasarkan Gambar 4.3 pada perlakuan A (32.345 sel/mL), B (80.498 sel/mL), C (55.562 sel/mL), dan D (44.723 sel/mL). Fase penurunan laju pertumbuhan terjadi karena jumlah nutrisi dari media Zarouk mulai berkurang sehingga pertumbuhannya mulai melambat.

Fase stasioner ditunjukkan oleh keseimbangan antara tingkat kematian dan pertumbuhan populasi (Tambunan *et al.*, 2022). Fase stasioner merupakan tahapan spirulina mulai menurun, pertumbuhan populasi cenderung sama sepanjang fase stasioner karena laju reproduksi dan kematian sel serupa, sehingga bertambah dan berkurangnya spirulina kurang lebih sama (Caturwati & Setyati, 2020). Penelitian ini terjadi fase stasioner pada hari ke-5 dan ke-6. Berdasarkan Gambar 4.3 pada hari ke-5 perlakuan A (22.727 sel/mL), B (60.541 sel/mL), C (35.307 sel/mL), dan D (27.791 sel/mL). Kemudian, pada hari ke-6 perlakuan A (14.766 sel/mL), B (25.339 sel/mL), C (18.269 sel/mL), dan D (14.437 sel/mL). Fase stasioner ini, media Zarouk tidak lagi memberikan nutrisi

apapun, sehingga kebutuhan nutrisi dan pertumbuhan populasi pun menurun.

Fase kematian terjadi ketika menurunnya pertumbuhan sel, hal ini disebabkan karena berkurangnya nutrisi yang tidak memadai untuk mempertahankan pertumbuhan, mengakibatkan penumpukan residu metabolit yang berbahaya (Widawati *et al.*, 2022). Fase kematian pada penelitian ini ditunjukkan dengan menurunnya populasi dari kepadatan awal (10.000 sel/mL). Penelitian ini fase kematian tepat pada hari ke-7. Berdasarkan Gambar 4.3 pada hari ke-7 perlakuan A (2.812 sel/mL), B (8.227 sel/mL), C (6.188 sel/mL), dan D (4.277 sel/mL).

B. Parameter Lingkungan Kultur Spirulina

Pengukuran parameter lingkungan bertujuan untuk pengkondisian lingkungan kultur agar sesuai dengan yang dikehendaki. Selain pertumbuhan populasi dilakukan juga pengukuran parameter lingkungan yang berguna untuk data pendukung. Parameter lingkungan kultur spirulina diukur berdasarkan tiga parameter meliputi suhu, pH, dan salinitas. Hasil pengamatan ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Parameter Lingkungan Kultur Spirulina

Parameter	Perlakuan Kultur Spirulina				
	diamati	10 ppt	15 ppt	20 ppt	25 ppt
Suhu (°C)		23±0 ^a	22±0,57 ^a	23 ±0,57 ^a	23±1,00 ^a
pH (1-14)		7±0 ^a	7±0 ^a	7±0 ^a	7±0 ^a
Salinitas (ppt)		10±0 ^a	15±0 ^a	20±0 ^a	25±0 ^a

Keterangan : Huruf a : tidak ada beda nyata secara statistik pada taraf kepercayaan 95%.

Berdasarkan analisis statistik yang ditampilkan dalam Tabel 4.2 membuktikan jika hasil pengukuran parameter lingkungan melalui *One way ANOVA*. Uji *One way ANOVA* ketiga parameter lingkungan kultur spirulina dihasilkan nilai sig. (0,349) yang berarti lebih besar dari α (0,05). Hasil menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata dari setiap parameter lingkungan, hal ini artinya kondisi lingkungan terkontrol dengan optimal.

Parameter lingkungan kultur spirulina terdiri dari suhu, pH, dan salinitas yang menunjukkan hasil yang tidak berbeda. Suhu toleransi spirulina dikelompokkan berdasarkan skala kultur dan pemeliharaan yang meliputi suhu skala

laboratorium pada rentang 22-24°C, suhu skala semi massal 26-28°C, dan suhu skala massa 20-30°C. Paparan lokasi kultur di bawah sinar matahari menghasilkan nilai suhu yang relatif lebih tinggi pada kultur semi massal dan massal. Kondisi kultur jauh lebih terkontrol di laboratorium karena satu-satunya faktor yang mempengaruhi suhu adalah pendingin ruangan dan intensitas cahaya (Hasanah *et al.*, 2021).

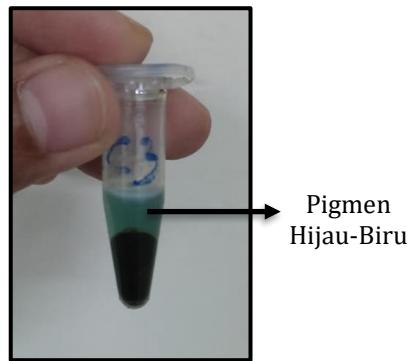
Nilai pH hasil pengukuran pada kultur spirulina cenderung lebih stabil yaitu pada pH 7, yang termasuk optimal untuk pertumbuhan spirulina (Anton *et al.*, 2023). Pertumbuhan spirulina ideal pada pH 7-11 (Diniariwisan & Muahiddah). Sejumlah spesies mikroalga dapat bertahan hingga pH 11 (Tambunan *et al.*, 2022).

Pertumbuhan spirulina dipengaruhi oleh variasi salinitas dalam tiga sistem meliputi tekanan osmotik, tekanan ion, dan modifikasi rasio ionik yang disebabkan oleh permeabilitas membran. Gliserol membantu tekanan osmotik untuk mengatur mekanisme osmolaritas pada permukaan sel (ekstraseluler), memungkinkan sel mikroalga dapat bertahan hidup pada salinitas tinggi (Djunaedi *et al.*, 2017). Air laut sebagai media kultur spirulina dapat mempertahankan tekanan osmotik antara sel dan air, maka diperlukan salinitas yang optimal untuk pertumbuhan spirulina (Adenan *et al.*, 2013). Selama penelitian salinitas sesuai dengan perlakuan sampai

fase kematian, selain itu rancangan penelitian sudah sesuai dengan metode eksperimen, hal tersebut membuat hasil yang diperoleh maksimal (Widawati *et al.*, 2022).

C. Kandungan Pigmen Fikosianin

Pemanenan spirulina dilakukan pada hari ke-3 saat fase eksponensial. Sampel spirulina yang diperoleh diekstrak menggunakan metode *freezing-thawing* karena metode ini paling efektif dari metode lainnya. Proses *freezing* akan terjadi kerusakan dan pembesaran sel yang disebabkan oleh berkembangnya kristal tajam selama pembekuan. Proses *thawing* merupakan pencairan yang mengakibatkan kontraksi sel karena perkembangan kristal yang semakin tajam sehingga menyebabkannya pigmen seluler dilepaskan sebagai akibat kebocoran sel yang berwarna hijau-biru. Pigmen hijau-biru diuji menggunakan spektrofotometri UV Vis pada panjang gelombang 620 dan 650 nm (Rahmawati *et al.*, 2017). Pelarut yang digunakan selama mengekstraksi yaitu buffer fosfat pH 7. Buffer fosfat pH 7 adalah pelarut ekstraksi yang menghasilkan kandungan pigmen tertinggi dibandingkan dengan akuades, karena buffer fosfat pH 7 memiliki kualitas penghambatan dan akuades kurang mampu melisiskan membran sel pigmen (Saran *et al.*, 2016).



Gambar 4.4 Pigmen Hijau-Biru Spirulina
(Dokumentasi Penelitian, 2025)

Hasil pengamatan yaitu kandungan pigmen fikosianin. Hasil tersebut digunakan untuk menganalisis pengaruh salinitas terhadap kandungan pigmen fikosianin pada spirulina yang dikultur dalam media Zarouk. Hasil dapat ditampilkan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.5.

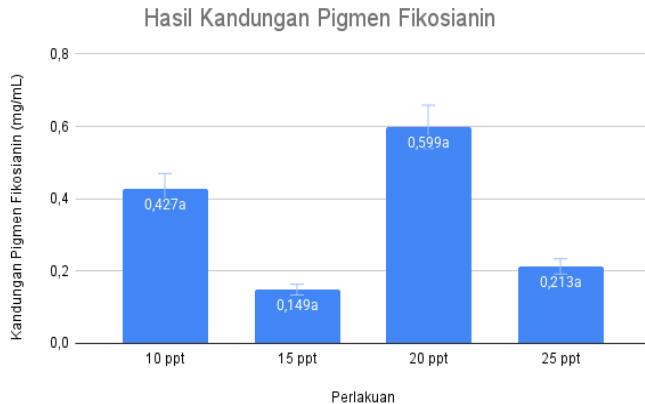
Tabel 4.3 Data Hasil Rerata Kandungan Pigmen Fikosianin pada Spirulina dengan Perlakuan Beda Salinitas

Perlakuan	Absorbansi	Absorbansi	Kandungan Pigmen
	620 nm	650 nm	Fikosianin (mg/mL)
10 ppt	0,670	0,671	$0,427 \pm 0,346^a$
15 ppt	0,592	0,576	$0,149 \pm 0,209^a$
20 ppt	0,661	0,653	$0,599 \pm 0,039^a$
25 ppt	0,664	0,666	$0,213 \pm 0,322^a$

Keterangan: Huruf a: tidak ada beda nyata secara statistik pada taraf kepercayaan 95%.

Fikosianin merupakan pigmen yang efektif dalam menyerap panjang gelombang cahaya tampak pada spektrum warna merah dan jingga yang menghasilkan warna komplementer yaitu biru kehijauan dan hijau kebiruan. Warna komplementer terbentuk dari campuran dua warna primer yang berlawanan dalam spektrum cahaya tampak. Warna ini berada panjang gelombang 620 dan 650 nm. Elektron fikosianin distimulasi oleh cahaya dengan panjang gelombang 620 dan 650 nm, dan memancarkan energi berupa cahaya dengan panjang gelombang yang sama atau agak berbeda (Dachriyanus, 2004).

Berdasarkan hasil Uji *One way* ANOVA menampilkan bahwa seluruh perlakuan tidak menghasilkan pengaruh nyata ($p>0,05$) dengan nilai sig. (0,211) terhadap kandungan pigmen fikosianin. Hasil dapat ditampilkan dari superskrip yang sama pada semua perlakuan. Hasil tidak perlu dilakukan uji lanjut Duncan. Uji *One way* ANOVA tersebut membuktikan bahwa hipotesis H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jadi, kesimpulannya tidak ada pengaruh salinitas terhadap kandungan pigmen fikosianin pada spirulina dalam media Zarouk.



Gambar 4.5 Hasil Kandungan Pigmen Fikosianin dengan Perlakuan Beda Salinitas

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa salinitas tidak berpengaruh nyata pada hasil kandungan pigmen fikosianin, hal ini dapat dilihat dari selisih hasil yang sangat sedikit antar perlakuan. Perlakuan A menghasilkan $0,427 \pm 0,346$ mg/mL hal ini dikarenakan proses osmoregulasi terganggu yang berpengaruh pada metabolisme, dapat menyebabkan pigmen fikosianin menurun. Hasil tertinggi pada perlakuan C ($0,599 \pm 0,039$ mg/mL), hal ini terjadi pada perlakuan yang salinitasnya relatif tinggi yaitu 20 ppt sedangkan hasil terendah pada perlakuan B ($0,149 \pm 0,209$ mg/mL) karena ketidakstabilan pigmen fikosianin yang dikendalikan oleh salinitas dan osmoregulasi yang berperan dalam pembentukan pigmen fikosianin. Perlakuan D menghasilkan

0,213±0,322 mg/mL disebabkan oleh dehidrasi dan stres osmotik yang mempengaruhi akumulasi pigmen fikosianin. Berdasarkan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kandungan pigmen fikosianin tertinggi pada salinitas 20 ppt berkisar 0,105±0,041 mg/mL dan hasil terendah pada salinitas 30 ppt yaitu 0,058±0,005 mg/mL (Widawati *et al.*, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Widawati *et al.* (2022) yang mengultur spirulina dengan media Walne pada salinitas yang berbeda menghasilkan kandungan pigmen fikosianin lebih sedikit bila dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan ini yang dikultur dengan media Zarouk.

Stres lingkungan pada media pertumbuhan menyebabkan pigmen fikobiliprotein terakumulasi dalam mikroalga spirulina, dan tingkat cahaya yang sesuai meningkatkan jumlah pigmen fikobiliprotein yang dihasilkan (Manirafasha *et al.*, 2016). Perlakuan salinitas C menghasilkan pigmen yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan A, B, dan D. Stres salinitas baik di bawah maupun di atas salinitas normal yaitu 20 ppt, akan menyebabkan mikroalga menghasilkan sintesis pigmen yang lebih sedikit (Djunaedi *et al.*, 2017).

Kemampuan mikroalga dalam mempertahankan diri dengan lingkungan berdampak pada pembentukan pigmen fikosianin. Mikroalga yang hidup pada lingkungan yang

banyak terkena sinar matahari mempunyai pigmen sebagai aksesorisnya yang melindunginya dari oksidasi dan kerusakan radiasi (Muyassaroh *et al.*, 2018). Ketergantungan pada cahaya sangat penting untuk fotosintesis, selain itu tekanan cahaya juga dapat menyebabkan fotoinhibisi atau terhambatnya pertumbuhan untuk mengontrol jalannya proses fotosintesis. Ketergantungan pada ketersediaan cahaya diberbagai lingkungan, menyebabkan mikroalga memiliki sistem yang memungkinkan mengubah sifat penyerapan cahaya. Pigmen yang paling kuat menyerap panjang gelombang menjadi dominan akibat peristiwa ini (Gaultieri & Barsanti, 2006).

Salinitas yang relatif rendah pada perlakuan A dan B telah ditunjukkan dalam beberapa penelitian untuk menekan metabolisme spirulina dan menurunkan konsentrasi fikosianin. Salinitas yang rendah dapat mengganggu proses osmoregulasi sel spirulina, yang mengontrol rasio garam terhadap air di dalam sel. Aktivitas enzim yang terlibat dalam pembuatan fikosianin akan terganggu oleh masalah osmoregulasi ini (Avron & Amotz, 1992).

Salinitas yang relatif tinggi pada perlakuan C, spirulina dapat secara efektif menggunakan energi untuk pembuatan komponen biokimia penting seperti fikosianin. Perlakuan salinitas C tanpa menghadapi tekanan osmotik tinggi, yang

dapat mengganggu aktivitas metabolisme. Spirulina juga dapat menjaga keseimbangan air dan ion dalam sel pada kondisi salinitas yang relatif tinggi ini (Djunaedi *et al.*, 2017). Pigmen fikosianin yang dihasilkan oleh spirulina yang dibudidayakan di air laut membuktikan jika peningkatan salinitas media akan berdampak pada peningkatan akumulasi pigmen fikosianin (Rodriguez *et al.*, 2015). Salinitas yang relatif tinggi juga dapat membantu enzim yang terlibat dalam pembuatan pigmen fikosianin dengan demikian, spirulina pada perlakuan C dapat menghasilkan lebih banyak fikosianin dibandingkan perlakuan lainnya yang berguna untuk menyerap energi cahaya untuk fotosintesis.

Salinitas yang relatif tertinggi seperti perlakuan D menciptakan lingkungan hipertonik yang dihasilkan diluar sel spirulina. Dehidrasi dan stres osmotik dapat disebabkan oleh kecenderungan air keluar dari sel secara osmotik. Spirulina dapat membangun zat organik di dalam selnya, termasuk betaine, sukrosa, dan gliserol, sebagai reaksi terhadap tekanan ini untuk menjaga keseimbangan tekanan osmotik (osmoregulasi). Mekanisme osmoregulasi ini juga dipengaruhi oleh sintesis dan akumulasi fikosianin, untuk membantu sel menahan air dan menghindari dehidrasi. Fikosianin juga dapat membantu meningkatkan konsentrasi zat terlarut intraseluler (Hasim *et al.*, 2022).

Mekanisme osmoregulasi dapat bervariasi karena bibit spirulina dari berbagai lokasi yang berbeda mempunyai sifat genetik yang berbeda pula. Waktu pemilihan bibit spirulina untuk penelitian, membuat perbedaan genetik ini dapat mempengaruhi kemampuan spirulina dalam menghasilkan pigmen fikosianin, misalnya karena perbedaan suhu spirulina yang tumbuh di iklim berbeda memiliki jumlah fikosianin yang berbeda. Perbedaan ini harus diperhatikan ketika memilih bibit spirulina untuk penelitian (Belay, 2013).

Teknik kultur yang berbeda juga dapat mempengaruhi jumlah fikosianin dalam spirulina. Salah satu faktor penting dalam teknik kultur adalah komposisi media, yang dapat berperan langsung dalam proses sintesis pigmen fikosianin. Media pertumbuhan dengan kadar nitrogen yang sedikit memiliki kecenderungan mempengaruhi pembentukan pigmen mikroalga. Media Zarouk mempunyai jumlah kandungan nitrogen pada larutan stok makronutrien yaitu NaNO_3 2,5 g/L dan Na_2EDTA 0,008 g/L. Media Zarouk ini juga dapat mempengaruhi kandungan pigmen fikosianin pada spirulina (Sujatha & Nagarajan, 2013).

Kandungan fikobiliprotein *Cyanobacteria* akan meningkat seiring dengan konsentrasi nitrogen media kultur sedikit meningkat, tetapi pembentukan fikobiliprotein tidak terpengaruh oleh peningkatan konsentrasi lebih lanjut (Khazi

et al., 2018). Spirulina memiliki batasan jumlah nitrogen yang dapat diserapnya, jumlah nitrogen yang berlebihan dalam media dapat membahayakan mikroalga itu sendiri serta menghambat proses pembuatan protein di dalam sel. Banyaknya jumlah nitrogen juga dapat berbahaya bagi mikroalga (Putri *et al.*, 2015).

Kebutuhan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor sering kali dikaitkan dengan rendahnya salinitas. Sintesis fikosianin juga dapat dipengaruhi oleh perubahan rasio nutrisi atau ketersediaan mikronutrien tertentu akibat rendahnya salinitas, meskipun demikian unsur-unsur ini penting untuk kebutuhan hidup spirulina (Chrismandha *et al.*, 2006). Metabolisme nitrogen dan fosfor pada spirulina dipengaruhi oleh salinitas yang relatif tinggi seperti pada perlakuan C. Peningkatan salinitas dapat meningkatkan aktivitas enzim yang membantu asimilasi nitrogen, yang kemudian dapat meningkatkan produksi pigmen yang mengandung nitrogen, termasuk fikosianin (Kurniawati *et al.*, 2020).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Salinitas 10 ppt, 15 ppt, 20 ppt dan 25 ppt berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan populasi spirulina yang dikultur dalam media Zarouk. Hasil pertumbuhan spirulina paling efektif diperoleh dari perlakuan salinitas 15 ppt dengan tingkat pertumbuhan populasi mencapai 97.506 sel/mL pada fase eksponensial.
2. Salinitas 10 ppt, 15 ppt, 20 ppt dan 25 ppt tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan pigmen fikosianin pada spirulina yang dikultur dalam media Zarouk. Hasil kandungan pigmen fikosianin tertinggi diperoleh pada salinitas 20 ppt. Tidak adanya pengaruh salinitas terhadap kandungan pigmen fikosianin karena ketidakstabilan pigmen fikosianin ketika terjadi stres faktor lingkungan pada media kultur.

B. Saran

Saran yang berguna untuk mengembangkan penelitian ini meliputi:

1. Seleksi kualitas bibit spirulina sebelum melakukan kultur penting dilakukan untuk penelitian serupa.
2. Pengulturan spirulina untuk mendapatkan isolat lebih efektif menggunakan salinitas 15 ppt.
3. Pengulturan spirulina dengan tujuan untuk mendapatkan kandungan pigmen fikosianin tinggi sebaiknya menggunakan salinitas 20 ppt.
4. Topik penelitian lanjutan yang dapat dilakukan oleh peneliti selanjutnya adalah uji kandungan fikobiliprotein secara menyeluruh pada spirulina yang dikultur menggunakan media Zarouk.

DAFTAR PUSTAKA

- Adenan, N.S., F. M. d. Yusoff, M. Shariff. (2013). Effect of Salinity and Temperature on the Growth of Diatoms and Green Algae. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 8(2): 397-404.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2002). *Molecular Biology of the Cell*. New York: Garland Science.
- Alitta, Ersalina, Udin, & Faqih. (2023). *Ekstrak Fikosianin Dari Spirulina platensis Sebagai Antioksidan Serta Biopigmen Produk Spherified Caviar*. Bogor : IPB University.
- Andersen, R. A. (2005). *Algal Culturing Techniques*. Elsevier Academic Press, United States of America.
- Anggraeni, A., Utami, E., & Mahardika, R. G. (2022). Pengaruh Salinitas terhadap Kepadatan Populasi dan Konsentrasi Klorofil-a *Spirulina* pada Media Kultur Modifikasi Walne dan Air Limbah Budidaya Ikan. *EKOTONIA: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi Dan Mikrobiologi*, 7(2), 112-120. <https://doi.org/10.33019/ekotonia.v7i2.3729>
- Anton, Renitasari, D.P., Supryady, & Rasnijal, M. (2023). Kepadatan Sel *Spirulina platensis* Pada Skala Laboratorium, Semi Massal dan Skala Massal yang Dipelihara Pada Salinitas 2 ppt. *Jurnal Intek Akuakultur*, 7(2), 1-9.
- Arahou F., Hassikou R., Arahou M., Rhazi L., & Wahby I. (2021). Pengaruh Kondisi Kultur Terhadap Pertumbuhan *Arthrospira platensis* Dan Pemanfaatan Biomassa Sebagai Input Untuk Pertanian Berkelaanjutan. *Akuakultur Internasional*, 29 (1), 2009-2020.

- Arifin, N. B., Putra, A. P. R., Widyawati, Y., & Hariati, A. M. (2023). Pengaruh urea terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi *Spirulina platensis*. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 7(4), 493–504. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik.unipa.2023.Vol.7.No.4.276>
- Armanda, D. T. (2013). Pertumbuhan Kultur Mikroalga Diatom *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve Isolat Jepara pada Medium f/2 dan Medium Conway. *Bioma*, 2 (1), 49-63.
- Armelia, A., Djarot, I. N., Paminto, A. K., Nurfaiz, I., Nuha, & Handayani, T. (2023). Analisis Limbah Media Zarrouk Modifikasi yang Digunakan untuk Budidaya *Spirulina platensis* dan Analisis Kualitas Biomassanya Sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2), 315–322. <Https://Doi.Org/10.55981/Jtl.2023.300>
- Arrosyid, M. A., Santosa, G. W., & Endrawati, H. (2024). Laju Pertumbuhan dan Kandungan Fikosianin *Spirulina* sp. pada Konsentrasi Urea yang Berbeda. *Buletin Oseanografi Marina*, 13(1), 100–106. <https://doi.org/10.14710/buloma.v13i1.47667>
- Astiani, F., Dewiyanti I., & Mellisa, S. (2016). Pengaruh Media Kultur yang Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina* sp. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 1(3): 441-447.
- Astriandari, A., Syamsu, K., & Setyaningsih, D. (2023). Biomass and phycocyanin production from microalgae *Spirulina platensis* using POME slurry waste. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1221(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1221/1/012002>
- Astuti, W. M., Nurcahya Dewi, E., & Kurniasih, R. A. (2019). The Effect of Differents Solvent and Temperature during

Extraction on the Stability Microcapsules from *Spirulina platensis*. In *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan* (Vol. 1, Issue 1).

Athiyappan, K. D., Routray, W., & Paramasivan, B. (2024). Phycocyanin from Spirulina: A comprehensive review on cultivation, extraction, purification, and its application in food and allied industries. *Food and Humanity*, 2, 100235. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100235>

Avron, M. & Amotz, A. B., (1992). *Dunaliella: Physiology, Biochemistry, and Biotechnology*. Boca Raton, Florida: CRC Press. 135-164.

Becker EW. (1994). *Microalgae Biotechnology and Microbiology*. Melbourne: Cambridge University Press.

Belay, A. (2013). *Biology and Industrial Production of Arthrospira (Spirulina)*. Second. Edited by R. Amos, Qiyang Hu. California: Blackwell Publishing Ltd.

Bennett, A. & L. Bogorad. (1973). Complementary Chromatic Adaptation in a Filamentous Blue-Green Alga. *J. Cell. Biol.* 58: 419-435.

Buwono, N. R., & Nurhasanah, R. Q. (2018). Studi Pertumbuhan Populasi *Spirulina* Sp. Pada Skala Kultur Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10 (1), 35-46.

Cahya, N., Waspodo, S., & Setyono, B. D. H. (2020). Analisis Pertumbuhan *Spirulina* Sp. Dengan Kombinasi Pupuk Yang Berbeda. *Jurnal Perikanan Unram*, 10(2), 123-133. <https://doi.org/10.29303/jp.v10i2.185>

Caturwati, L., & Setyati, R. (2020). Optimisation of *Spirulina* sp. Growth in Walne Media with Variation of Urea and NaHCO₃

Supplements. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 5(1), 53–58.
<https://doi.org/10.22146/jtbb.5363.5>

Chrismandha, T., Panggabean L.M., & Mardiati, Y. (2006). Pengaruh Konsentrasi Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan, Kandungan Protein, Karbohidrat, dan Fikosianin pada Kultur *Spirulina fusiformis*. *Berita Biologi* 8(3) : 163-169.

Christwardana, M., Nur, M. M. A., & Hadiyanto. (2013). *Spirulina platensis*: Potensinya Sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(1), 1-4.

Dachriyanus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikas (LPTIK) Universitas Andalas.

Diniariwisan, D., & Muahiddah, N. (2024). Pertumbuhan Spirulina pada Berbagai Perlakuan Media Kultivasi (Review). *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 7 (2), 541-549.

Djunaedi, A., Sunaryo, Suryono, C. A., & Santosa, A. (2017). Kandungan Pigmen Fikobiliprotein dan Biomassa Mikroalga *Chlorella vulgaris* pada media dengan Salinitas Berbeda. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20 (2), 112-116.

Elise, C. Y., Syafrizayanti, S., & Salim, M. (2021). Pemurnian Fikosianin dari *Spirulina platensis* dengan Metode Liquid Biphasic Flotation (LBF) dan Penentuan Aktivitas Antioksidannya. *Jurnal Riset Kimia*, 12(2).
<https://doi.org/10.25077/jrk.v12i2.412>

Fachrul, M. F. (2007). *Metode sampling bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Fachrullah, M. R. (2011). *Laju Pertumbuhan Mikroalga Penghasil Biofuel Jenis Chlorella sp. dan Nannochloropsis sp. yang Dikultivasi Menggunakan Air Limbah Hasil Penambangan Timah di Pulau Bangka*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Fajrin, J., Pathurahman, & Pratama, L. G. (2016). Aplikasi Metode Analysis Of Variance (ANOVA) Untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Mortar. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12(1), 11-23.
- Gabbay, A. R., O.E.Tel, P.M.Gresshoff. (1993). *Mechanisms of Salt Tolerance in Cyanobacteria Plant Sources to the Environment*. Current Topics in Plant Molecular Biology, 123-132.
- GBIF. (2024). *Arthrospira platensis* Gomont. <https://www.gbif.org/species/3218108> diakses pada tanggal 26 September 2024.
- Gualtieri & Barsanti. (2006). *Algae: Anatomy, Biochemistry and Biotechnology*. London: Taylor & Frances.
- Gunawan. (2010). Keragaman dan Karakterisasi Mikroalga dari Sumber Air Panas Ciwalini yang Berpotensi sebagai Sumber Biodiesel. *Bioscientiae*, 7(2), pp. 32-42.
- Hadiyanto, & Azim, M. (2012). *Mikroalga Sumber Pangan dan Energi Masa Depan*. Edisi 1. Semarang: UNDIP Press.
- Haris, A., Hadiyanto, & Muhammad, F. (2022). *Pertumbuhan Mikroalga Spirulina (Arthrospira platensis) Dalam Tekanan Stirofoam Pada Lingkungan Air Tawar*. Proceeding Seminar Nasional IPA XII. PISA Melalui Sains Masa Depan Untuk Generasi Berwawasan Lingkungan.

- Hariyati, R. (1994). *Kelimpahan dan Keanekaragaman Mikroalga di Sumber Air Panas Gonoharjo Kendal*. Semarang: Majalah Penelitian Lembaga Penelitian UNDIP.
- Hasanah, N.R.P., Febriani, I., Israyusnita, F., Septian, F.R.D., & Saputra, I. K. (2021) Efektifitas *Microalgal Fuel Cell Spirulina* sp. Sebagai Sumber Energi Listrik. *Jurnal MIPA dan Perbelajarannya*, 448-454.
- Hasim, Akram, M., & Koniyo, Y. (2022). Kinerja Kepadatan *Spirulina* Sp. yang diberi Salinitas Berbeda pada Media Kultur Walne. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6 (2), 141- 152.
- Hastuti, D.S., & Handajani, H. (2001). *Budidaya Pakan Alami*. Malang: Fakultas Peternakan Perikanan UMM.
- Herawati, V.E., & Hutabarat, J. (2014). Pengaruh Pertumbuhan, Lemak Dan Profil Asam Amino Essensial *Skeletonema costatum* dalam Kultur Massal Menggunakan Media Kultur Teknis yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan - Aquasains*, 53(9), pp.221-226.
- Hermawan, I. (2019). *Metodologi Penelitian Pendidikan Kuantitatif dan Mixed Methode*. Kuningan: Hidayatul Quran.
- Hikmawan, B. D., Praharyawan,S., & Kintoko. (2022). Optimalisasi Produksi Fikosianin pada Sianobakteria Laut BTM 11 dan Uji Aktivitas Antioksidannya. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 20(2), 217-224.
- Husna, U. N. (2023). *Pengaruh Kepadatan Dan Bobot Awal Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Planlet *Kappaphycus alvarezii* (Doty) L.M. Liao Dengan Metode Floating Bottle*. Skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
<https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/22988/>

Isnansetyo, A., & Kurniastuty. (1995). *Teknik Kultur Fitoplankton dan Zooplankton Pakan Alami untuk Pemberian Organisme Laut*. Yogyakarta: Kanisius.

Kamaludin, A. M. R., & Holik, H. A. (2022). Review Article: Chemical Content and Pharmacological Activities of *Spirulina* sp. *Indonesian Journal of Biological Pharmacy Review Article: Chemical Content and Pharmacological Activities of Spirulina sp*, 2(2), 59-66. <https://jurnal.unpad.ac.id/ijbp>

Kawaroe, M. (2010). *Potensi Mikroalga dan Pemanfaatanya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. Bogor: IPB Press.

Kementerian Agama, RI. (2010). *Al-Qur'an dan Tafsirnya*. Jakarta: Lentera Abadi.

Khairunnissa, I. N., Asthary, P. B., Saepulloh, S., & Mulyani, R. (2018). Pemanfaatan Air Limbah Wet Scrubber Flue Gas Desulphurization (FGD) Industri Kertas sebagai Medium Pertumbuhan *Spirulina platensis*. *JURNAL SELULOSA*, 8(02), 95. <https://doi.org/10.25269/jsel.v8i02.239>

Khazi, M..I, Demirel, Z., & Dalay, M. C. (2018). Evaluation of Growth and Phycobiliprotein Composition of *Cyanobacteria* Isolates Cultivated In Different Nitrogen Sources. *Journal of Applied Phycology*, 30(3), 1513– 1523.

Kurnia, A. R., Purba, E., & Abdussalam, S. (2018). Batas Toleransi Laju Alir Dari Mikroalga (*Nannochloropsis oculata* dan *Botryococcus braunii*) dengan Konsentrasi Co₂ Konstan dalam Fotobioreaktor. *Jurnal Kelitbangen*, 05 (02), 146-155.

Kurniawati, R., Praharyawan, S., & Tri, P. (2020). Optimasi nisbah natrium nitrat: urea dan konsentrasi nitrogen pada kultivasi *Spirulina platensis* untuk produksi protein dan

pigmen fikosianin. *E-Journal Menara Perkebunan*, 88(2).
<https://doi.org/10.22302/iribb.jur.mp.v88i2.395>

Leksono, A. W., Mutiara, D., & Yusanti, I. A., (2017). Penggunaan Pupuk Organik Cair Hasil Fermentasi dari *Azolla finnata* terhadap Kepadatan Sel *Spirulina* sp. Fakultas Perikanan, Universitas PGRI Palembang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 12(1), 56-65.

Lubis, A. F., & Lubis, A. R. (2023). Makromolekul dari Mikroalga *Spirulina platensis*. *Journal of Fisheries and Marine Applied Science*, 1(2), 89–97.
<https://doi.org/10.58184/jfmash.v1i2.153>

Madkour, F.F., Kamil, A. E. W., & Nasr, H. A., (2012). Production and nutritive value of *Spirulina platensis* in reduced cost media. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38, 51-57.

Manirafasha, E. A., Ndikubwimanaa, T., Zeng X., Lu, Y. & Jing, K. (2016). Phycobiliprotein: Potential microalgae derived pharmaceutical and biological reagent. *Biochemical Engineering Journal*, 1 (9), 282-296.

Mata, T. M., Martins, A. A., & Caetano, N. S. (2010). Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (1), 217-231.

Muliani, Ayuzar, E., & Amri, M. C. (2018). Pengaruh Pemberian Pupuk Kascing (Bekas Cacing) Yang Difermentasi Dengan Dosis Yang Berbeda Dalam Kultur *Spirulina* sp. *Acta Aquatica. Aquatic Sciences Journal*. 5 (1), 30-35.

Mutia, S., Nedi, S., & Elizal. (2021). Effect Of Nitrate And Phosphate Concentration On *Spirulina platensis* With Indoor Scale. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 4 (1), 29-35.

- Muyassaroh, Dewi, R. K., & Anggorowati, D. (2018). Kultivasi Mikroalga *Spirulina platensis* dengan Variasi Pencahayaan Menggunakan Lampu TL dan Matahari. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*. ISSN: 1979-911X.
- Nainggolan, J., Tanjung, A., & Effendi, I. (2018). Growth Of *Spirulina platensis* In Indoor And Semi Outdoor Culturing Systems. In *Asian Journal of Aquatic Sciences* (Vol. 1, Issue 1).
- Nege, A. S., Masithah, E. D., & Khotib, J. (2020). Trends in the uses of *Spirulina* microalga: A mini-review. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 12(1), 149–166. <https://doi.org/10.20473/jipk.v12i1.17506>
- Nur, M. M. A., Setyoningrum, T. M., Nur, H., Suwardi, A., Alfitamara, B., Kurniawan, A., Azzah Prananda, V., Afni, D. N., Alodia, S., & Pamularsih, R. (2021). Potensi *Spirulina platensis* sebagai sumber kosmetik dan bioplastik. *Eksbergi*. 18(2), 82-88.
- Pane, R. R. F., & Harahap, A. (2023). Studi Keanekeragaman Mikroalga di Perairan Sungai Barumun. *BIOEDUSAINS:Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 6 (1): 198-207.
- Prambodo, M. S., Hariyati, R., & Soeprbowati, T. R. (2016). *Spirulina platensis* Geitler sebagai Fikoremediator Logam Berat Pb Skala Laboratorium. *Bioma*. 18 (1), 64-69.
- Putri, M. P., Syukur, S., & Chadir, Z. (2015). Penggunaan Sumber Nitrogen terhadap Kandungan Protein dan Asam Amino pada Mikroalga *Spirulina platensis*. *Jurnal Kimia Unand* 4(2), 11-17.

- Rahmawati, S., Hidayatullah, S., & Suprayatmi, M. (2017). Ekstraksi Fikosianin dari *Spirulina platensis* untuk Biopigmen dan Antioksidan. *Jurnal Pertanian*, 8(1): 36-45.
- Rangkuti, P.M. & Suyono, E. A. (2021). *Pengaruh Salinitas Terhadap Kontaminasi, Pertumbuhan, dan Kandungan Metabolit Kultur Massal Spirulina (Arthrosphaera platensis Gomont)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Richmond, A. (2004). *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology*. USA: Blackwell Publishing Company.
- Rodriguez, J. C., M.C. Ceron-Garcia, J.M. Fernandez-Sevilla, & E. Molina-Grima. (2015). The influence of culture conditions on biomass and high value product generation by *Nannochloropsis gaditana* in aquaculture. *Jounal of Algal Research* (11): 63-73.
- Saran, S., N. Puri, N.D., Jasuja, N. D., Kumar, M. & Sharma, G. (2016). Optimization, Purification and Characterization of Phycocyanin From *Spirulina platensis*. *Intenational Journal of Applied and Pure Science and Agriculture (IJAPSA)*, 2(3):15-20.
- Sari, A.S.P., Wisanti, & Ratnasari, E. (2012). Pengaruh Pemberian Jenis Pupuk yang Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Populasi dan Kadar Lemak *Nannochloropsis oculata*. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 1(1):55-62.
- Sianturi, B. S., Simaremare, I. V., Aisyah, S., Gultom, Y. M., Marbun, D., Hutabarat, I. E. S., & Tarigan, S. I. Y. (2024). Potensi *Spirulina platensis* Sebagai Sumber Kosmetik. *RISOMA: Jurnal Riset Sosial Humaniora dan Pendidikan*, 2 (4); 300-313.

- Sinetova, M. A., Kupriyanova, E. V., & Los, D. A., (2024). . *Spirulina/Arthrospira/Limnospira*-Three Names of the Single Organism. *Food*, 13, 2762. <https://doi.org/10.3390/foods13172762>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.
- Sujutha, K., & Nagarajan, P. (2013). Optimization of growth conditions for carotenoid production from *Spirulina platensis* (Geitler). *Internasional Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2(10): 325-328.
- Sulastri. (2018). *Fitoplankton Danau-Danau di Pulau Jawa: Keanekaragaman dan Perannya sebagai Bioindikator Perairan*. Jakarta: LIPI Press.
- Tambunan, A. L., Yuniar, I., & Trisyani, N. (2022). Kultur Pertumbuhan Mikroalga *Spirulina* Sp. Pada Media Asam, Netral Dan Alkaline Skala Laboratorium. *Fisheries: Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 4(1), 28-37.
- Vonshak, A. (1997). *Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, Cell-biology and Biotechnology*. Springer Science & Business Media.
- Widawati, D., Santosa, G. W., & Yudiaty, E. (2022). Pengaruh Pertumbuhan *Spirulina platensis* terhadap Kandungan Pigmen beda Salinitias. *Journal of Marine Research*, 11(1), 61-70. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i1.30096>
- Wimas, D. L. (2015). *Uji Efektifitas pertumbuhan Spirulina Sp. pada Limbah cair Tahu Yang Diperkaya Urea dan Super Phosphate 36 (SP 36)*. Jember: Universitas Jember.

LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Hasil Uji *One way ANOVA* Pertumbuhan Populasi Spirulina

Descriptives									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean				
					Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum	
pertumbuhan1	A	3	10.9263	.05907	.03410	10.7796	11.0731	10.87	10.99
	B	3	13.2693	.24342	.14054	12.6646	13.8740	13.06	13.54
	C	3	12.1013	.15950	.09209	11.7051	12.4976	11.94	12.26
	D	3	11.8150	.03200	.01848	11.7355	11.8945	11.78	11.85
	Total	12	12.0280	.88392	.25516	11.4664	12.5896	10.87	13.54
pertumbuhan2	A	3	20.9547	.09550	.05514	20.7174	21.1919	20.86	21.05
	B	3	50.5940	.32256	.18623	49.7927	51.3953	50.22	50.80
	C	3	30.8170	.31422	.18141	30.0364	31.5976	30.61	31.18
	D	3	28.9167	.08429	.04866	28.7073	29.1260	28.82	28.98
	Total	12	32.8206	11.39492	3.28943	25.5806	40.0606	20.86	50.80
pertumbuhan3	A	3	50.4027	.39804	.2981	49.4139	51.3915	50.13	50.86
	B	3	97.5047	.33155	.19142	96.6811	98.3283	97.13	97.77
	C	3	70.5193	.30927	.17856	69.7511	71.2876	70.25	70.86
	D	3	64.3837	.24331	.14048	63.7792	64.9881	64.17	64.65
	Total	12	70.7026	17.86833	5.15814	59.3496	82.0556	50.13	97.77
pertumbuhan4	A	3	32.3457	.47937	.27676	31.1548	33.5365	32.04	32.90
	B	3	80.4987	.38897	.22457	79.5324	81.4649	80.16	80.92
	C	3	55.5623	.16007	.09242	55.1647	55.9600	55.41	55.73
	D	3	44.7237	.19189	.11079	44.2470	45.2004	44.52	44.90
	Total	12	53.2826	18.52137	5.34666	41.5147	65.0505	32.04	80.92
pertumbuhan5	A	3	22.7277	.23034	.13299	22.1555	23.2999	22.58	22.99
	B	3	60.5410	.20885	.12058	60.0222	61.0598	60.32	60.73
	C	3	35.3077	.10230	.05906	35.0536	35.5618	35.19	35.38
	D	3	27.7913	.18099	.10450	27.3417	28.2409	27.64	27.99
	Total	12	36.5919	15.18045	4.38222	26.9467	46.2371	22.58	60.73
pertumbuhan6	A	3	14.7660	.12058	.06962	14.4665	15.0655	14.68	14.90
	B	3	25.3390	.24116	.13923	24.7399	25.9381	25.06	25.51
	C	3	18.2690	.43475	.25100	17.1890	19.3490	17.80	18.66
	D	3	14.4370	.48674	.28102	13.2279	15.6461	14.01	14.97
	Total	12	18.2027	4.59016	1.32506	15.2863	21.1192	14.01	25.51
pertumbuhan7	A	3	2.8123	.19142	.11052	2.3368	3.2879	2.61	2.99
	B	3	8.2270	.26722	.15428	7.5632	8.8908	8.06	8.54
	C	3	6.1883	.18693	.10793	5.7240	6.6527	6.05	6.40
	D	3	4.2773	.13267	.07659	3.9478	4.6069	4.17	4.43
	Total	12	5.3762	2.13251	.61560	4.0213	6.7312	2.61	8.54

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pertumbuhan1	Based on Mean	2.720	3	8	.115
	Based on Median	1.362	3	8	.322
	Based on Median and with adjusted df	1.362	3	3.487	.387
	Based on trimmed mean	2.623	3	8	.122
pertumbuhan2	Based on Mean	4.718	3	8	.035
	Based on Median	.399	3	8	.757
	Based on Median and with adjusted df	.399	3	4.318	.761
	Based on trimmed mean	3.919	3	8	.054
pertumbuhan3	Based on Mean	.488	3	8	.700
	Based on Median	.060	3	8	.980
	Based on Median and with adjusted df	.060	3	6.048	.979
	Based on trimmed mean	.430	3	8	.737
pertumbuhan4	Based on Mean	2.416	3	8	.142
	Based on Median	.345	3	8	.794
	Based on Median and with adjusted df	.345	3	3.744	.796
	Based on trimmed mean	2.144	3	8	.173
pertumbuhan5	Based on Mean	.883	3	8	.490
	Based on Median	.173	3	8	.911
	Based on Median and with adjusted df	.173	3	5.543	.910
	Based on trimmed mean	.795	3	8	.530
pertumbuhan6	Based on Mean	1.692	3	8	.245
	Based on Median	.699	3	8	.578
	Based on Median and with adjusted df	.699	3	5.886	.586
	Based on trimmed mean	1.608	3	8	.263
pertumbuhan7	Based on Mean	.923	3	8	.472
	Based on Median	.105	3	8	.955
	Based on Median and with adjusted df	.105	3	4.987	.954
	Based on trimmed mean	.805	3	8	.525

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
perlakuan	.166	12	.800*	.876	12	.098
pertumbuhan1	.146	12	.800*	.921	12	.291
pertumbuhan2	.307	12	.553	.796	12	.069
pertumbuhan3	.247	12	.650	.846	12	.054
pertumbuhan4	.197	12	.690*	.861	12	.051
pertumbuhan5	.282	12	.709	.778	12	.075
pertumbuhan6	.260	12	.535	.781	12	.696
pertumbuhan7	.172	12	.790*	.912	12	.229

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pertumbuhan1	Between Groups	8.416	3	2.805	125.788	.000
	Within Groups	.178	8	.022		
	Total	8.594	11			
pertumbuhan2	Between Groups	1427.848	3	475.949	8693.070	.000
	Within Groups	.438	8	.055		
	Total	1428.286	11			
pertumbuhan3	Between Groups	3511.202	3	1170.401	11062.117	.000
	Within Groups	.846	8	.106		
	Total	3512.048	11			
pertumbuhan4	Between Groups	3772.566	3	1257.522	11340.742	.000
	Within Groups	.887	8	.111		
	Total	3773.453	11			
pertumbuhan5	Between Groups	2534.627	3	844.876	24157.075	.000
	Within Groups	.280	8	.035		
	Total	2534.907	11			
pertumbuhan6	Between Groups	230.768	3	76.923	617.092	.000
	Within Groups	.997	8	.125		
	Total	231.765	11			
pertumbuhan7	Between Groups	49.703	3	16.568	412.664	.000
	Within Groups	.321	8	.040		
	Total	50.024	11			

Tabel Lampiran 2. Hasil Uji Lanjut DMRT Pertumbuhan Populasi Spirulina

pertumbuhan1

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	3	10.9263			
D	3		11.8150		
C	3			12.1013	
B	3				13.2693
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

pertumbuhan2

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	3	20.9547			
D	3		28.9167		
C	3			30.8170	
B	3				50.5940
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

pertumbuhan3

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	3	50.4027			
D	3		64.3837		
C	3			70.5193	
B	3				97.5047
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

pertumbuhan4Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	3	32.3457			
D	3		44.7237		
C	3			55.5623	
B	3				80.4987
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

pertumbuhan5Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	3	22.7277			
D	3		27.7913		
C	3			35.3077	
B	3				60.5410
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

pertumbuhan6Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
D	3	14.4370		
A	3	14.7660		
C	3		18.2690	
B	3			25.3390
Sig.		.287	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

pertumbuhan7Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	3	2.8123			
D	3		4.2773		
C	3			6.1883	
B	3				8.2270
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Tabel Lampiran 3. Hasil Uji *One way* ANOVA Parameter Lingkungan

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Suhu	10 ppt	3	23.0000	.00000	.00000	23.0000	23.0000	23.00
	15 ppt	3	22.6667	.57735	.33333	21.2324	24.1009	22.00
	20 ppt	3	23.6667	.57735	.33333	22.2324	25.1009	23.00
	25 ppt	3	23.0000	1.00000	.57735	20.5159	25.4841	22.00
	Total	12	23.0833	.66856	.19300	22.6586	23.5081	22.00
pH	10 ppt	3	7.0000	.00000	.00000	7.0000	7.0000	7.00
	15 ppt	3	7.0000	.00000	.00000	7.0000	7.0000	7.00
	20 ppt	3	7.0000	.00000	.00000	7.0000	7.0000	7.00
	25 ppt	3	7.0000	.00000	.00000	7.0000	7.0000	7.00
	Total	12	7.0000	.00000	.00000	7.0000	7.0000	7.00
Salinitas	10 ppt	3	10.0000	.00000	.00000	10.0000	10.0000	10.00
	15 ppt	3	15.0000	.00000	.00000	15.0000	15.0000	15.00
	20 ppt	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00
	25 ppt	3	25.0000	.00000	.00000	25.0000	25.0000	25.00
	Total	12	17.5000	5.83874	1.68550	13.7902	21.2098	10.00

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
perlakuan	.166	12	.020*	.876	12	.048
Suhu	.300	12	.004	.809	12	.012
pH	.000	12	.000	.000	12	.000
Salinitas	.166	12	.020*	.876	12	.048

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Suhu	Between Groups	1.583	3	.528	1.267	.349
	Within Groups	3.333	8	.417		
	Total	4.917	11			
pH	Between Groups	.000	3	.000	.	.
	Within Groups	.000	8	.000		
	Total	.000	11			
Salinitas	Between Groups	375.000	3	125.000	.	.
	Within Groups	.000	8	.000		
	Total	375.000	11			

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
15 ppt	3	22.6667	
10 ppt	3	23.0000	
25 ppt	3	23.0000	
20 ppt	3	23.6667	
Sig.		.113	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Tabel Lampiran 4. Hasil Uji *One way* ANOVA Uji Kandungan Pigmen Fikosianin

Descriptives

FIKOSIANIN

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
10ppt	3	427.6667	346.55639	200.08443	-433.2271	1288.5605	29.00	657.00
15ppt	3	149.3333	209.29007	120.83368	-370.5720	669.2387	28.00	391.00
20ppt	3	599.0000	39.28104	22.67892	501.4205	696.5795	556.00	633.00
25ppt	3	213.3333	322.73880	186.33333	-588.3943	1015.0610	27.00	586.00
Total	12	347.3333	289.20937	83.48755	163.5785	531.0882	27.00	657.00

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
FIKOSIANIN	Based on Mean	4.562	3	8	.038
	Based on Median	.331	3	8	.804
	Based on Median and with adjusted df	.331	3	5.435	.804
	Based on trimmed mean	3.670	3	8	.063

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PERLAKUAN	.166	12	.020*	.876	12	.048
FIKOSIANIN	.281	12	.010	.747	12	.003

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

ANOVA**FIKOSIANIN**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	380848.667	3	126949.556	1.883	.211
Within Groups	539214.000	8	67401.750		
Total	920062.667	11			

FIKOSIANINDuncan^a

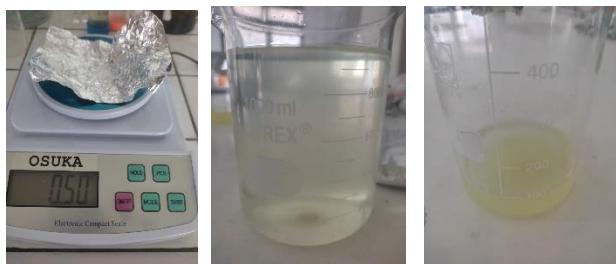
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05
		1
15ppt	3	149.3333
25ppt	3	213.3333
10ppt	3	427.6667
20ppt	3	599.0000
Sig.		.082

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size
= 3.000.



Gambar Lampiran 5. Sterilisasi Toples Kultur



(a)

(b)

(c)

Gambar lampiran 6. Pembuatan Media Zarouk (a) Penimbangan, (b) Pengenceran larutan Makronutrien, dan (c) Pengenceran Larutan Mikronutrien



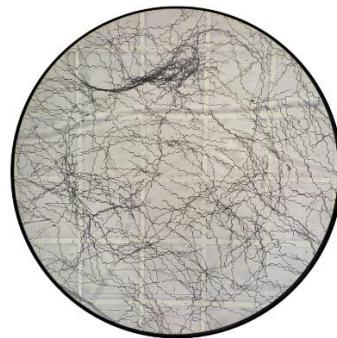
Gambar Lampiran 7. Sterilisasi Air Laut



Gambar Lampiran 8. Persiapan Kultur (a) Air Laut Steril, (b) Pengenceran Air Laut, (c) Pengkondisian Media, dan (d) Bibit Spirulina



Gambar Lampiran 9. Kultur Spirulina Pada Hari Ke-3



Gambar Lampiran 10. Morfologi Spirulina Perbesaran 100 Kali



(a)



(b)



(c)

Gambar Lampiran 11. Pengukuran Parameter Lingkungan

(a) Salinitas, (b) pH, dan (c) Suhu



(a)



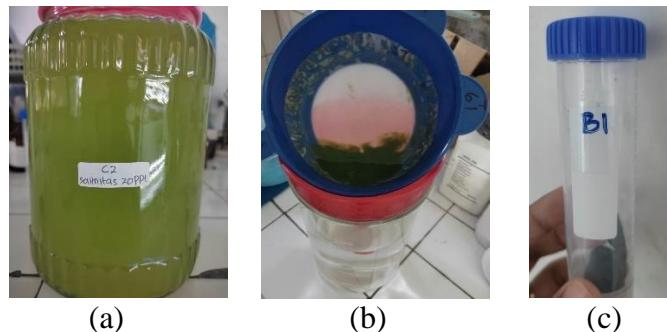
(b)



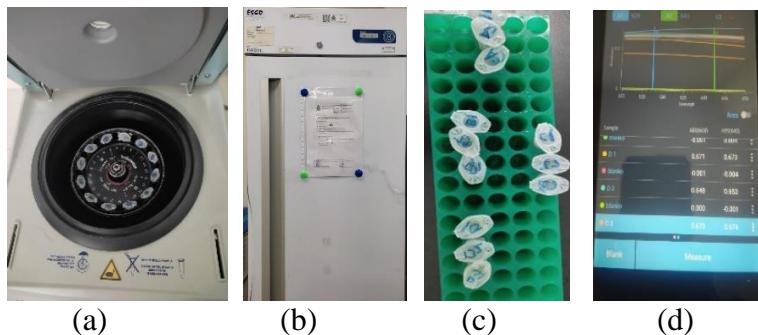
(c)

Gambar 12. Perhitungan Pertumbuhan Populasi (a) Sampel Spirulina, (b) Pemasukkan Sampel ke *Sedgewick Rafter*

Counting Cell, dan (c) Perhitungan spirulina



Gambar Lampiran 13. Pemanenan Spirulina (a) Kultur Spirulina, (b) Penyaringan, dan (c) Setelah penyaringan



Gambar Lampiran 14. Uji Kandungan Pigmen Fikosianin (a) Disentrifugasi, (b) Pembekuan, (c) Pencairan, dan (d) Analisis Absorbansi di Spektrofotometri UV Vis

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Reni Baiti Musliha
2. Tempat & Tanggal Lahir : Pati, 1 Februari 2003
3. Alamat : Desa Manjang RT 05/RW 02
Kecamatan Jaken Kabupaten
Pati
4. E- mail : renibaiti905@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. TK Pangudiluhur (2007-2009)
2. SD Negeri 1 Manjang (2009-2015)
3. MTs Negeri 4 Rembang (2015-2018)
4. SMA Negeri 1 Sumber Rembang (2018-2021)
5. UIN Walisongo Semarang (2021-sekarang)

C. Riwayat Organisasi

1. Anggota UKM An Niswa periode 2021-2022
2. Anggota KS Botani periode 2021-2022