

SKRIPSI

**PENGARUH pH DAN SALINITAS YANG BERBEDA PADA
AIR LIMBAH BUDIDAYA IKAN LELE TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN RENDEMEN FIKOSIANIN
*Spirulina platensis***

***EFFECT OF DIFFERENT pH AND SALINITY OF CATFISH
REARING WASTEWATER FOR *Spirulina platensis* GROWTH
AND PHYCOCYANIN RENDEMENT***



**Anita Hidayani
05051281520039**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

SKRIPSI

PENGARUH pH DAN SALINITAS YANG BERBEDA PADA AIR LIMBAH BUDIDAYA IKAN LELE TERHADAP PERTUMBUHAN DAN RENDEMEN FIKOSIANIN *Spirulina platensis*

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Anita Hidayani
05051281520039

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH pH DAN SALINITAS YANG BERBEDA PADA
AIR LIMBAH BUDIDAYA IKAN LELE TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN RENDEMEN FIKOSIANIN
Spirulina platensis

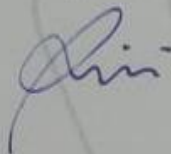
SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Anita Hidayani
05051281520039

Pembimbing I



Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si.
NIP 197609102001122003

Indralaya, Desember 2019
Pembimbing II



Yulisman, S.Pi., M.Si.
NIP 197607032008011013

Mengetahui,


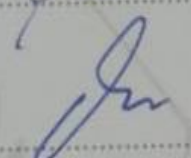

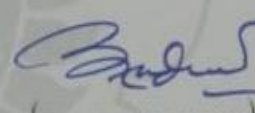
Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP 196012021986031003

Skripsi dengan Judul “Pengaruh pH dan Salinitas yang Berbeda pada Air Limbah Budidaya Ikan Lele terhadap Pertumbuhan dan Rendemen Fikosianin *Spirulina platensis*” oleh Anita Hidayani telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 November 2019 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

- | | | |
|------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si.
NIP 197609102001122003 | Ketua | (..... ) |
| 2. Yulisman, S.Pi., M.Si.
NIP 197607032008011013 | Sekretaris | (..... ) |
| 3. Dr. Ferdinand H. Taqwa S.Pi., M.Si.
NIP 197602082001121003 | Anggota | (..... ) |
| 4. Sefti Heza Dwinanti, S.Pi., M.Si.
NIP 198409012012122003 | Anggota | (..... ) |

Ketua Jurusan
Perikanan



Herpandi, S.Pi., M.Si., Ph.D.
NIP 197404212001121002

Indralaya, Desember 2019
Koordinator Program Studi
Budidaya Perairan

Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si.
NIP 197707212001122001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anita Hidayani
Nim : 05051281520039
Judul : Pengaruh pH dan Salinitas yang Berbeda pada Air Limbah
Budidaya Ikan Lele terhadap Pertumbuhan dan Rendemen
Fikosianin *Spirulina platensis*

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Desember 2019



[Anita Hidayani]

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis persembahkan kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Pengaruh pH dan Salinitas yang Berbeda pada Air Limbah Budidaya Ikan Lele terhadap Pertumbuhan dan Rendemen Fikosianin *Spirulina platensis*". Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian hibah profesi dari Ibu Prof. Dr. Ir, Nuni Gofar, M.S. dengan judul "Aplikasi Mikroba Rawa Fungsional untuk Pangan dan Pakan Organik" Nomor : 0144.25/UN9/SB3.LP2M.PT/2019. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Herpandi, S.Pi., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si. selaku koordinator Program studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si. (selaku dosen pembimbing I) dan Bapak Yulisman, S.Pi., M.Si. (selaku dosen pembimbing II) yang telah memberikan bimbingan, saran dan motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S. yang telah memberikan bantuan materil selama penelitian ini berlangsung.
5. Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si. dan Ibu Heza Dwi Nanti, S.Pi., M.Si. selaku penguji skripsi pada ujian komprehensif yang telah memberikan saran dalam penyempurnaan skripsi ini.
6. Bapak M. Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D. selaku penasihat akademik yang telah memberikan nasihat selama menempuh pendidikan di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
7. Orang tua dan saudara penulis, tim *Swamp Aquaculture Microbiology*, Mbak Maya, Mbak Oce, Mbak Relita, Mbak Dita, Mbak Devi, Kak Tomi, Kak Awok, Kak Prili, Rian, Desti, segenap teman-teman angkatan 2015 serta teman-teman Garuda Angkasa (Septi, Riana, Tini, Aida, Ayumi, Haris, Willy,

Rafi, Ahmad, Lilib, Tio, Dika dan Satria) yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan informasi bagi yang membacanya.

Indralaya, Desember 2019

Anita Hidayani

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Kegunaan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Klasifikasi dan Morfologi <i>Spirulina</i>	4
2.2. Fikosianin.....	6
2.3. Derajat Keasaman (pH)	8
2.4. Salinitas.....	9
2.5. Fase Pertumbuhan Mikroalga	9
2.6. Kultur <i>Spirulina</i>	11
2.7. Air Limbah Kolam Pembesaran Ikan Lele.....	11
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	12
3.1. Tempat dan Waktu	12
3.2. Bahan dan Metoda.....	12
3.2.1. Bahan	12
3.2.2. Alat	12
3.2.3. Metoda penelitian	13
3.2.3.1. Rancangan Percobaan.....	13
3.2.3.2. Cara Kerja.....	13
3.2.3.2.1. Persiapan	13
3.2.3.2.1.1. Sterilisasi alat.....	13
3.2.3.2.1.2. Persiapan Wadah	14
3.2.3.2.1.3. Persiapan Media Tumbuh <i>Spirulina platensis</i>	14

3.2.3.2.2. Kultur <i>Spirulina platensis</i>	14
3.2.3.2.3. Pemanenan <i>Spirulina platensis</i>	15
3.2.3.2.4. Proses ekstraksi fikosianin	15
3.2.3.3. Peubah	15
3.2.3.3.1. Kepadatan Maksimal	15
3.2.3.3.2. Laju Pertumbuhan Harian	16
3.2.3.3.3. Pengukuran rendemen fikosianin	16
3.3. Analisis Data	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Kepadatan dan Laju Pertumbuhan <i>Spirulina platensis</i>	18
4.2. Rendemen Fikosianin <i>Spirulina platensis</i>	22
4.3. Pengurangan Kandungan Nitrogen Total dan Fosfat	24
4.3.1. Pengurangan Kandungan Nitrogen Total.....	24
4.3.1. Pengurangan Kandungan Fosfat	26
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1. Kesimpulan	28
5.2. Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. <i>Spirulina platensis</i>	4
Gambar 2.2. Morfologi <i>Spirulina platensis</i> (Eykelenburg, 1977)	5
Gambar 2.3. Gambar 2.3. Penampakan kromoplasma <i>Spirulina</i> (a) <i>Spirulina</i> dalam posisi Longitudinal (Hedenskog dan Hofsten, 1970), dan (b) Struktur fikosianin (Madigan <i>et al.</i> , 1949)	7
Gambar 4.1. Kepadatan harian (bobot kering dengan kadar air 1,2 %) <i>Spirulina platensis</i>	18

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.....	12
Tabel 3.2. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian.....	13
Tabel 4.1. Kepadatan maksimal <i>Spirulina platensis</i> (g L^{-1}).....	19
Tabel 4.2. Laju pertumbuhan harian pada kepadatan maksimal <i>Spirulina platensis</i> ($\% \text{ hari}^{-1}$)	20
Tabel 4.3. Rendemen fikosianin (mg g^{-1}) dalam biomassa kering <i>Spirulina platensis</i>	22
Tabel 4.4. Pengurangan kandungan nitrogen total pada media kultur <i>Spirulina platensis</i> (%).....	25
Tabel 4.5. Pengurangan kandungan fosfat pada media kultur <i>Spirulina platensis</i> (%).....	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kepadatan harian <i>Spirulina platensis</i> P1S1.....	36
Lampiran 2. Kepadatan harian <i>Spirulina platensis</i> P1S2.....	37
Lampiran 3. Kepadatan harian <i>Spirulina platensis</i> P1S3.....	38
Lampiran 4. Kepadatan harian <i>Spirulina platensis</i> P1S4.....	39
Lampiran 5. Kepadatan harian <i>Spirulina platensis</i> P2S1.....	40
Lampiran 6. Kepadatan harian <i>Spirulina platensis</i> P2S2.....	41
Lampiran 7. Kepadatan harian <i>Spirulina platensis</i> P2S3.....	42
Lampiran 8. Kepadatan harian <i>Spirulina platensis</i> P2S4.....	43
Lampiran 9. Kepadatan harian <i>Spirulina platensis</i> P3S1.....	44
Lampiran 10. Kepadatan harian <i>Spirulina platensis</i> P3S2.....	45
Lampiran 11. Kepadatan harian <i>Spirulina platensis</i> P3S3.....	46
Lampiran 12. Kepadatan harian <i>Spirulina platensis</i> P3S4.....	47
Lampiran 13. Penghitungan kadar air biomassa kering <i>Spirulina platensis</i>	48
Lampiran 14. Analisis ragam kepadatan maksimal <i>Spirulina platensis</i> pada air limbah budidaya ikan lele dengan perbedaan pH dan salinitas	49
Lampiran 15. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i> P1S1	51
Lampiran 16. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i> P1S2	52
Lampiran 17. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i> P1S3	53
Lampiran 18. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i> P1S4	54
Lampiran 19. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i> P2S1	55
Lampiran 20. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i> P2S2	56
Lampiran 21. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i> P2S3	57
Lampiran 22. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i> P2S4	58
Lampiran 23. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i> P3S1	59
Lampiran 24. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i> P3S2	60
Lampiran 25. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i> P3S3	61
Lampiran 26. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i> P3S4	62
Lampiran 27. Analisis ragam laju pertumbuhan harian <i>Spirulina platensis</i>	63
Lampiran 28. Nilai OD 615 dan 652 masing-masing perlakuan	65

Lampiran 29. Nilai rendemen fikosianin masing-masing perlakuan	66
Lampiran 30. Analisis ragam rendemen fikosianin <i>Spirulina platensis</i>	67
Lampiran 31. Penghitungan pengurangan kandungan nitrogen total dan fosfat pada media pemeliharaan <i>Spirulina platensis</i>	69
Lampiran 32. Analisis ragam pengurangan kandungan nitrogen total pada media pemeliharaan <i>Spirulina platensis</i>	71
Lampiran 33. Analisis ragam pengurangan kandungan fosfat pada media pemeliharaan <i>Spirulina platensis</i>	73
Lampiran 34. Sketsa tata letak wadah kultur <i>Spirulina platensis</i>	74
Lampiran 35. Dokumentasi penelitian	76



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN PERIKANAN

Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM.32 Indralaya, Ogan Ilir Kode Pos 30662
Telp. 0711-580059 Fax. 0711-580276 e-mail : perikanan_unsri@yahoo.co.id

ABSTRAK

ANITA HIDAYANI. Pengaruh pH dan Salinitas yang Berbeda pada Air Limbah Budidaya Ikan Lele terhadap Pertumbuhan dan Rendemen Fikosianin *Spirulina platensis* (Dibimbing oleh **MARINI WIJAYANTI dan YULISMAN**)

Spirulina platensis merupakan salah satu *cyanobacteria* penghasil fikosianin dan dapat dikultur menggunakan air limbah budidaya ikan lele. Kualitas air terutama pH dan salinitas dapat mempengaruhi laju pertumbuhan dan rendemen fikosianin *Spirulina platensis*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pH dan salinitas media kultur *Spirulina platensis* dari air limbah budidaya ikan lele untuk produksi fikosianin yang maksimal. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2019 di Laboratorium Budidaya Perairan, Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Metoda penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial 2 faktor yang terdiri atas faktor pertama dengan 3 perlakuan dan faktor kedua dengan 4 perlakuan serta 3 ulangan. Adapun faktor pertama adalah pH media kultur, yaitu pH $6,5 \pm 0,2$, pH $8,5 \pm 0,2$ dan pH $10,5 \pm 0,2$. Faktor kedua adalah salinitas media kultur, yaitu salinitas 0 ppt, 10 ppt, 20 ppt, dan 30 ppt. Parameter yang diamati pada *Spirulina platensis* meliputi kepadatan, laju pertumbuhan, rendemen fikosianin, sementara parameter yang diamati pada media kultur meliputi pengurangan kandungan nitrogen total dan fosfat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH dan salinitas media tumbuh *Spirulina platensis* berpengaruh terhadap pertumbuhan dan rendemen fikosianin. Perlakuan terbaik dalam penelitian ini adalah P2S3 (pH $8,5 \pm 0,2$ dengan salinitas 20 ppt), yang menghasilkan kepadatan maksimal sebesar $0,867 \text{ g L}^{-1}$ dengan laju pertumbuhan sebesar $22,026 \text{ \% hari}^{-1}$ dan rendemen fikosianin sebesar 11,347 %.

Kata kunci : Air limbah budidaya ikan lele, fikosianin, pH, salinitas, *Spirulina platensis*

Pembimbing I

Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si.
NIP 197609102001122003

Indralaya, Desember 2019
Pembimbing II

Yulisman, S.Pi., M.Si.
NIP 197607032008011013

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Budidaya Perairan

Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si.
NIP 197707212001122001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kegiatan budidaya ikan lele menghasilkan produk sampingan berupa air limbah. Air limbah budidaya ikan mengandung bahan organik, hal ini disebabkan adanya sisa-sisa pakan dan metabolisme ikan (seperti urin dan feses) (Febrianto *et al.*, 2016). Air limbah budidaya ikan yang dibuang langsung ke perairan merupakan sumber pencemaran yang perlu diperhatikan (Gunadi dan Hafsaridewi, 2008). Air limbah budidaya ikan mengandung nutrisi yang mampu digunakan oleh *Spirulina platensis* untuk tumbuh. Berdasarkan Nogueira *et al.* (2018), air limbah budidaya ikan nila dengan kandungan nitrogen total 39,5 mg L⁻¹ dan fosfat sebesar 0,96 mg L⁻¹ dapat digunakan sebagai pupuk untuk kultur *Spirulina platensis*. Sementara Widyantoro (2018), air limbah budidaya ikan lele yang mengandung nitrogen total 8,42 mg L⁻¹ serta fosfat sebesar 0,06 mg L⁻¹ juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk untuk *Spirulina platensis*.

Kultur *Spirulina platensis* umumnya menggunakan media Walne maupun Zarrouk (Suminto, 2009). Walne maupun Zarrouk ini mempunyai harga yang cukup mahal. Mahalnya pupuk Walne maupun Zarrouk tersebut menjadi dasar untuk mencari sumber nutrisi alternatif yang dapat menekan biaya penggunaan pupuk.

Spirulina atau dikenal dengan sebutan *Arthrospira* termasuk pada filum *Cyanobacteria* yang memiliki nilai nutrisi 55-70% protein, 6-10% lipid, 20% karbohidrat, selain itu kaya akan mineral, vitamin, dan pigmen (Borowitzka *et al.*, 2016; Vernes *et al.*, 2015). Beberapa pigmen warna yang dapat dihasilkan oleh *Spirulina* diantaranya fikosianin (pigmen warna biru), allofikosianin (biru-hijau) dan fikoeritrin (pigmen warna merah) (Sharma dan Tiwari, 2011; Vernes *et al.*, 2015).

Fikosianin merupakan pigmen utama di *Spirulina* yang mempunyai fungsi sebagai antioksidan (Pirenantyo dan Limantara., 2008), sumber pewarna makanan, kosmetik, farmasi dan obat (Dikshit dan Tallapragada., 2018), anti inflamtor, anti oksidatif dan antikanker (Liu *et al.*, 2013). Salah satu faktor yang

mempengaruhi kadar fikosianin adalah biomassa (Taufiqurrahmi *et al.*, 2017). pH dan salinitas dapat mempengaruhi biomassa dari *Spirulina* (Marek *et al.*, 1987; Planes *et al.*, 2002). Menurut Ismaiel *et al.* (2016) keragaman komposisi kimia *Spirulina platensis* dipengaruhi oleh pH media pertumbuhan. Selain pH, faktor lingkungan terutama salinitas juga mempengaruhi produktivitas biomassa sel, fotosintesis, bentuk, dan aliran aktivitas metabolisme seluler yang berdampak kepada dinamika komposisi sel (Hu, 2004). Nilai pH media yang baik untuk pertumbuhan *Spirulina* sp adalah 7-10,5 (Hariyati, 2008), dan nilai salinitas berkisar 15-30 ppt (Thajuddin dan Subramanian, 2005).

Pengaruh pH dan salinitas pada media air limbah kolam budidaya ikan lele untuk menghasilkan rendemen fikosianin dari *Spirulina* belum pernah diteliti sebelumnya. Oleh sebab itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui kondisi pH dan salinitas yang optimum untuk pertumbuhan *Spirulina platensis* dan produksi fikosianinnya.

1.2. Rumusan Masalah

Kegiatan budidaya ikan lele menghasilkan air limbah yang dihasilkan akibat adanya sisa pakan dan feses ikan selama masa pemeliharaan. Hal ini dapat menjadi penyebab pencemaran lingkungan jika air limbah dari kegiatan budidaya tersebut langsung dibuang ke lingkungan sekitar.

Salah satu upaya untuk mengurangi resiko tercemarnya lingkungan akibat kegiatan budidaya ikan lele adalah dengan memanfaatkan limbah tersebut sebagai media tumbuh *Spirulina platensis*. Hal ini dikarenakan air limbah budidaya ikan lele banyak mengandung unsur nitrogen dan fosfor yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Spirulina platensis*. Selain faktor ketersediaan nutrisi, pertumbuhan *Spirulina platensis* dipengaruhi oleh beberapa faktor lain yang diantaranya seperti pH dan salinitas media. Adanya perbedaan kombinasi pH dan salinitas pada media tumbuh akan berakibat terhadap pertumbuhan dan produksi komposisi kimia *Spirulina platensis* (khususnya rendemen fikosianin). Kombinasi pH dan salinitas pada media tumbuh *Spirulina platensis* yang tepat ini dapat menyebabkan pertumbuhan dan produksi rendemen fikosianin *Spirulina platensis* yang tinggi.

1.3. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pH dan salinitas terbaik untuk pertumbuhan dan rendemen fikosianin *Spirulina platensis* yang dikultur menggunakan media air limbah budidaya ikan lele. Hasil penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pH dan salinitas optimum untuk mendapatkan pertumbuhan dan rendemen fikosianin *Spirulina platensis* yang maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Addini, I., Saputra, D., Ilhamdy, A.I., dan Julianto, T., 2017. Pertumbuhan mikroalga *Spirulina platensis* yang dikultur dengan media teknis. *Intek Akuakultur*, 1 (1), 51-55.
- Afriani, S., Uju., dan Setyaningsih. 2018. Komposisi kimia *Spirulina platensis* yang dikultivasi dalam fotobioreaktor dengan fotoperiode berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21 (3), 471-479.
- Amanatin, D.R., dan Nurhidayati, T., 2013. Pengaruh kombinasi konsentrasi media ekstrak tauge (MET) dengan pupuk urea terhadap kadar protein *Spirulina* sp. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*.
- Arlyza, I.S., 2005. Isolasi pigmen biru *phycocyanin* dari mikroalga *Spirulina platensis*. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia. Pusat Penelitian Oceanografi-LIPI*, 38, 79-92.
- Barsanti, L., and Gualteri, P., 2005. *Algae Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. New York: CRC Press.
- Bassin, J.P., Pronk, M., Muyzer, G., Kleerebezem, R., Dezotti, M., and Vanloosdrecht, M.C.M., 2011. Effect of elevated salt concentration on the aerobic granular sludge process : Linking Microbial activity with microbial community structure. *Applied and Environmental Microbiology*, 7 (22), 7942-7953.
- Becquer, A., Trap, J., Irshad, U., Ali, M.A., and Claude, P., 2014. From soil to plant, the journey of P through trophic relationships and ectomycorrhizal association. *Frontiers in Plant Science*, 5, 1-7.
- Bennett, A., and Bogorad, L., 1973. Complementary chromatic adaptation in a filamentous blue-green alga. *The Journal of Cell Biology*, 58, 419-435.
- Borowitzka, M.A., Beardal, J., and Raven, J.A., 2016. *The Physiology of Microalgae*. London: Springer International Publishing Switzerland.
- Brain, C.M., and Caldwell, G.S., 2018. Method for the synthesis of phycocyanin. *Patent Application Publication*.
- Breen, P.F., 1990. A mass balance method for assessing the potential of artificial wetlands for wastewater treatment. *Wat. Res.* 24 (6), 689-697.
- Cerozi, B., and Fitzsimmons, K.M., 2016. The effect of pH on phosphorus availability and speciation in an aquaponics nutrient solution. *Bioresource Technology*, 219, 778-781.
- Christwardana, M.M.M.A., Nur., dan Hadiyanto., 2013. *Spirulina platensis*: Potensinya sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(1): 19 –22.

- Dikshit, R., and Tallapragada, P., 2018. Comparative study of natural and artificial flavoring agents and dyes. In Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes. *Handbook of Food Bioengineering*, 83-111.
- El-Baky, H.H.A., 2003. Over production of phycocyanin pigment in blue green alga *Spirulina* sp. and it's inhibitory effect on growth of Ehrlich Ascites Carcinoma cells. *Journal of Medical Sciences*, 3(4), 314-324.
- Eykelenburg, V.C., 1977. On the morphology and ultrastructure of the cellwall of *Spirulina platensis*. *Antonie van Leeuwenhoek*, 43, 89-99.
- Farihah, S., Yulianto, B., dan Yudiati, E., 2014. Penentuan kandungan pigmen fikobiliprotein ekstrak *Spirulina platensis* dengan teknik ekstraksi berbeda dan uji toksisitas metode BSLT. *Journal of Marine Research*, 140-146.
- Febrianto, J., Purwanto, M.Y.J., dan Santoso, R., 2016. Pengolahan air limbah budidaya perikanan melalui proses anaerob menggunakan material bambu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1 (2).
- Geitler, L., 1925. *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler [online]. http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=51883 [diakses 20 November 2018].
- Gersberg, R.M., Elkins, B.V., Lyon, S.R. and Goldman, C.R., 1986. Role of aquatic plants in wastewater treatment by artificial wetlands. *Wat. Res*, 20 (3), 363, 368.
- Gu, N., Lin, Q., Li, G., Tan, Yi., Huang, L., and Lin, J., 2012. Effect of Salinity on Growth, Biochemical Composition and Lipid Productivity of *Nannochloropsis oculata* CS 179. *Eng Life Sci*, 12(5), 1-7.
- Gunadi, B., dan Hafsaridewi, R., 2008. Pengendalian limbah ammonia budidaya ikan lele dengan sistem heterotrofik menuju sistem akuakultur nir-limbah. *Jurnal Riset Akuakultur*. 3(3), 437-448.
- Hariyati, R., 2008. Pertumbuhan dan biomassa *Spirulina* sp dalam skala laboratoris. *BIOMA*, 10 (1), 19-22.
- Hatta, G.M., 2010. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Laksana Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Hedenskog, G., and Hofsten, A.V., 1970. The ultrastructure of *Spirulina platensis*- A new source of microbial protein. *Physiologia plantarum*, 23, 209-216.
- Hemlata, and Fatma, T., 2009. Screening of Cyanobacteria for phycobiliproteins and effect of different environmental stress on its yield. *Bull Environ Contam Toxicol*. 83, 509-515.
- Hu, Q., 2004. *Environmental Effects on Cell Composition*. Handbook of Microalgal culture: Biotechnology and Applied Phycology Edited by Amos Richmond. Australia: Blackwell Science Ltd.

- Hua-Seng, H, Hai-Li, W., and Bang-Qin, H., 1995. The availability of dissolved organic phosphorus compounds to marine phytoplankton. *Chin. J. Oceanol. Limnol.* 13 (2), 169-176.
- Ismaiel, M.M.S. El-Ayouty, Y.M., and Piercey-Normore, M., 2016. Role of pH on antioxidants production by *Spirulina* (Arthrospira) *platensis*. *Brazilian Journal of Microbiology.* 47(2), 298-304.
- Jabeen, N., and Ahmad, R., 2011. Foliar application of potassium nitrate affects the growth and nitrate reductase activity in sunflower and safflower leaves under salinity. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39, 172–178.
- Jansen, M., 2002. Cultivation of microalgae: effect of light dark cycles on biomass yield. Ponsen & Looijen BV, Wageningen, The Netherlands. 13-15.
- Kawaroe, M., Prartono, T., Sunuddin, A., Wulan, S.D., dan Augustine, D., 2010. Mikroalga Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar. IPB Press, Bogor.
- Kouhgardi, E., Moazami, E., Vaghei, R.G., and Maghsoudloo., 2015. The effect of different salinities on density of *Spirulina platensis* under laboratory conditions. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 4 (3), 92-96.
- Lesmana, P.A., Diniarti, N., dan Setyono, B.D.H., 2019. Pengaruh penggunaan limbah air budidaya ikan lele sebagai media pertumbuhan *Spirulina platensis*. *Jurnal perikanan*, 9 (1), 50-65.
- Liu, H., Zhang, H., Niedzwiedzki, D.M., Prado, M., He, G., Gross, M.L. and Blankenship, R.E., 2013. Phycobilisomes supply excitations to both photosystems in a megacomplex in cyanobacteria. *Science*, 342, 1104-1107.
- Mackentum, K.M., 1969. *The Practice of Water Pollution Biology*. USA: Federal Water Pollution Control Administration.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Bender, K.S., Buckley, D.H., and Stahl, D.A., 1949. *Brock Biology of Microorganisms Fourteenth Edition*. Pearson Education, Inc. United States of America.
- Marek, R.W., Bazin, M.J. and Hohn, P., 1987. Computer control of carbon nitrogen ratio in *Spirulina platensis*. *Biotechnology and Bioengineering* 29, 520-528.
- Markou, G., Vandamme, D., and Muylaert, K., 2014. Microalgal and cyanobacteria cultivation : The supply of nutrients. *Water Research*, 65, 186-202.

- Marsac, N.T.D., and Bazire, C.G., 1977. Molecular composition of cyanobacterial phycobilisomes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 74 (4), 1635-1639.
- Mata, T.M., Martins, A.A., and Caetano, N.S., 2010. Microalgae for biodiesel production and other application: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 217-232.
- Middepogu, A., Murthy, S.D.S., and Prasanna, R.B., 2012. Structural organization and function of phycobiliprotein in Cyanobacteria. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 2 (2), 9-17.
- Nogueira, S.M.S., Junior, J.S., Maia, H.D, Saboya, J.P.S., and Farias, W.R.L., 2018. Use of *Spirulina platensis* in treatment of fish farming wastewater. *Scientific Article*, 49 (4), 599-606.
- Notonegoro, H., Setyaningsih, I., dan Tarman, K., 2018. Kandungan senyawa aktif *Spirulina platensis* yang ditumbuhkan pada media Walne dengan konsentrasi NaNO₃ berbeda. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 13 (2), 111-122.
- Pirenantyo, P., dan Limantara, L., 2008. Pigmen *Spirulina* sebagai Senyawa Antikanker. *Indonesian Journal of Cancer*, 4, 155-163.
- Pisal, D.S., and Lele, S.S., 2005. Carotenoid from microalga, *Dunaliella salina*. *Indian Journal of Biotechnology*, 4, 476-483.
- Planes, P., Rouanet, J.M., Laurent, C., Baccou, J.C., Besançon, P. and Caporiccio, B. 2002. Magnesium bioavailability from magnesium-fortified *Spirulina* in cultured human intestinal Caco-2 cells. *Food Chemistry* 77(2), 213-218.
- Prasadi, O., 2018. Pertumbuhan dan biomassa *Spirulina* sp. dalam media pupuk sebagai bahan fungsional. *JIPK*, 10 (2), 199-123.
- Rachmawati, D., Hutabarat, J., dan Anggoro, S., 2012 Pengaruh salinitas media berbeda terhadap pertumbuhan keong macan (*Babylonia spirata* L.) pada proses domestikasi. *Ilmu Kelautan*, 17 (3), 141-147.
- Rahaju, S.M.N., Yani, M., Sucahyo, S.H., dan Santosa, D.S., 2013. Seleksi dan karakterisasi ganggang mikro indigen air tawar sebagai penghasil karbohidrat untuk energy terbarukan. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 20(2), 178-190.
- Rahmawati, S.I., Hidayatulloh, S., dan Suprayatmi, M., 2017. Ekstraksi fikosianin dari *Spirulina platensis* sebagai biopigmen dan antioksidan. *Jurnal Pertanian*, 8 (1), 36-45.
- Ravelonandro, P.H., Ratianarivo, D.H., Joannis-Cassan, C., Isambert, A., and Raherimandimby., 2011. Improvement of the growth of *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis* from Toliara (Madagascar): Effect of agitation, salinity and CO₂ addition. *Food and Product Processing*, 8 (9), 209-216.

- Richmond, A., 1988. Microalgal biotechnology at the turn of the millennium: A personal view. *Journal Appl. Phycol*, 12, 441-451.
- Risamasu, F.J.L., dan Prayitno, H.B., 2011. Kajian zat hara fosfat, nitrit, nitrat dan silikat di perairan Matasiri, Kalimantan Selatan. *Ilmu Kelautan*, 16(3), 135-142.
- Sanchez-Monedero, M.A., Roig, A., Paredes, C., and Bernal, M.P., 2001. Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effect on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Bioresource technology*, 78, 301-308.
- Santosa, A., 2010. Produksi *Spirulina* sp. yang dikultur dengan perlakuan manipulasi fotoperiod. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Sasaqi, D., Yahdi., dan Krismayanti, L., 2018. Pengaruh tingkat pH, fosfat, nitrat dan ammonium terhadap pertumbuhan eceng gondok di perairan bendungan Batuhai, Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Tadris IPA Biologi FITK IAIN Mataram*, 3 (1), 156-175.
- Sayadi, M.H., Ahmadpour, N., Capoorchali, M.F., and Rezaei, M.R., 2016. Removal of nitrate and phosphate from aqueous solution by microalgae: An experimental study. *Global Journal Environment Science Manage*, 2(3), 357-364.
- Sharma, N.K., and Tiwari, S.P., 2011. Sustainability and cyanobacteria (blue-green algae) : facts and challenges. *Jurnal Appl Phycol*, 23, 1059-1081.
- Simeunovic, J., Beslin, K., Svireev, Z., Lovac, D., and Babic, O., 2013. Impact of nitrogen and drought on phycobiliprotein content in terrestrial strain. *Journal of Appl Phycol*, 25, 597-607.
- Soni, R.A., Sudhakar, K., and Rana, R.S., 2019. Comparative study on the growth performance of *Spirulina platensis* on modifying culture media. *Energy Reports*, 5, 327-226.
- Suminto., 2009. Penggunaan jenis media kultur teknis terhadap produksi dan kandungan nutrisi sel *Spirulina platensis*. *Jurnal Saintek Perikanan*, 4(2), 53-61.
- Tanner, C.C., Sukias, J.P.S., and Upsdell, M.P., 1999. Substratum phosphorus accumulation during maturation of gravel-bed constructed wetlands. *Wat. Sci. Tech*, 40 (3), 147-154.
- Taufiqurrahmi, N., Religia, P., Mulyani, G., Suryana, D., Ichsan, Tanjung, F.A., dan Arifin, Y., 2017. Phycocyanin extraction in *Spirulina* produced using agricultural waste. *IOP Conference series: Material Science and Engineering* 206.
- Thajuddin, N., and Subramanian, G., 2005. Cyanobacterial biodiversity and potential applications in biotechnology. *Current Science*, 89(1), 47-57.

- Ughy, B., Nagy, C.I., and Kos, P.B., 2015. Biomedical potential of cyanobacteria and algae. *Acta Biologica Szegediensis*, 59 (2), 203-224.
- Vernes, L., Granvillain, P., Chemat, F., and Vian, M., 2015. Phycocyanin from *Arthrospira platensis*. Production, Extraction and Analysis. *Current Biotechnology*, 4.
- Vonshak, A., 1997. *Spirulina* : Growth, physiology and biochemistry. In : Vonshak A (Ed.) *platensis (Arthrospira) Physiology, cell-biology and biotechnology* (textbooks). Ben-Gurion University of the Negev. Israel. 1, 1-15.
- Widyantoro, H., 2018. Modifikasi media *Spirulina platensis* sebagai upaya pemanfaatan air limbah budidaya ikan lele. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Wulandari, D.A., Setyaningsih, I., dan Asih, P.B.S., 2016. Ekstraksi dan aktivitas antimalaria fikosianin dari *Spirulina platensis* secara in vitro. *JPHPI*, 19 (1), 17-25.
- Wurts, W.A., and Durborow, R.M., 1992. Interactions of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds. *SRAC Publication*, 464, 1-4.
- Zhou, W., Li, Y., Gao, Y., and Zhao, H., 2017. Nutrients removal and recovery from saline wastewater by *Spirulina platensis*. *Bioresource Technology*, 245, 10-17.