

**PEMANFAATAN *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)*(Linnaeus) SEBAGAI
ALTERNATIF PAKAN TERNAK IKAN SIDAT (*Anguilla
bicolor*)(McClelland)FASE ELVER**

SKRIPSI

Disusun untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Biologi Departemen Pendidikan Biologi



oleh :

Nafidz Akmal Hamka

1501710

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2019

**PEMANFAATAN *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* (Linnaeus)
SEBAGAI ALTERNATIF PAKAN TERNAK IKAN SIDAT (*Anguilla
bicolor*)(McClelland)FASE ELVER**

Oleh

Nafidz Akmal Hamka

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
Sarjana pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan

© Nafidz Akmal Hamka 2019

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2019

Hak cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

Nafidz Akmal Hamka

**PEMANFAATAN *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* (Linnaeus) SEBAGAI
ALTERNATIF PAKAN TERNAK IKAN SIDAT (*Anguilla bicolor*) (McClelland) FASE
ELVER**

Disetujui dan disahkan oleh

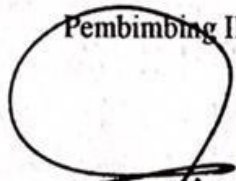
Pembimbing I



Dr. Yayan Sanjaya, M.Si.

NIP: 1971123120011201001

Pembimbing II

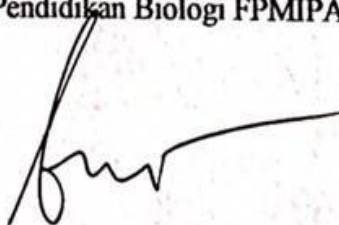


Drs. Suhara, M.Pd.

NIP: 196512271991031003

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI



Dr. Bambang Supriatno, M.Si.

NIP: 196305211088031002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Pemanfaatan *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* (Linnaeus) sebagai Alternatif Pakan Ternak Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*) (McClelland)**” ini beserta isinya adalah benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko apabila dikemudian atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,

Nafidz Akmal Hamka

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhana wa ta'ala. Atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini yang berjudul **“Pemanfaatan *Black Soldier Fly (Hermetia illucens) (Linnaeus)* sebagai Alternatif Pakan Ternak Ikan Sidat (*Anguilla bicolor) (McClelland)*”**. Shalawat serta salam semoga tercurah limpahkan kepada tauladan kita, Nabi Muhammad shalallahu ‘alaihi wa salam, kepada keluarganya, sahabat-sahabatnya, dan semoga sampai kepada kita selaku umatnya.

Karya tulis ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi jenjang sarjana (S-1) untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Biologi, Departemen Pendidikan Biologi, FPMIPA UPI. Dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan karya tulis ilmiah ini penulis menemui banyak kendala, namun atas berkat rahmat Allah SWT. juga bantuan, dukungan dan bimbingan dari semua pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan sebesar-besarnya pada semua pihak yang telah membantu baik dalam dukungan moril, materi, tenaga, dan doa. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Yayan Sanjaya, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam proses penelitian, memberikan pengetahuan, saran, masukan dan dukungan serta kemudahan kepada penulis selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Bapak Drs. Suhara, M.Pd. selaku pembimbing II yang telah membimbing penulis dan memberikan saran, masukan, serta dukungan kepada penulis dari proses penelitian hingga penyelesaian skripsi.
3. Dr. Hernawati, S.Pt., M.Si selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan kepada penulis.
4. Bapak Dr. Bambang Supriatno, M.Si selaku ketua Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
5. Bapak Dr. Didik Priyandoko, M.Si selaku Ketua Program Studi Biologi Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
6. Seluruh dosen Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI atas segala ilmu dan bimbingan yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Seluruh staf Departemen Biologi FPMIPA UPI atas segala ilmu dan bimbingan yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan.

8. Seluruh keluarga Biologi C 2015 yang menemani penulis selama 4 tahun yang tidak akan terlupakan selama masa perkuliahan yang memberikan berbagai pengalaman, berbagi cerita, memberikan dukungan dan saling kebersamai penulis selama masa perkuliahan.

Selain pihak yang disebutkan di atas, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada orang tua penulis : Bapak M. Adib dan Ibu Nur Laila yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan dan penelitian serta kepada keluarga besar yang terus memberikan dukungan serta doa kepada penulis. Rekan penelitian yang berjuang bersama yaitu Danoe Kusumah, Irfan Fakhrudin, Firman Nur Z, Ilham Ramadhan yang melewati suka dan duka dalam melaksanakan penelitian, saling memotivasi dan saling mendukung untuk menyelesaikan penelitian penulis. Orang-orang terdekat penulis di masa perkuliahan : Cipta Adi Nugraha, Rifdah Hanifah, Raka Sabar Ardiansyah, Fanny Eka Fitriany Darmawan, Suci Awaliyah, Shandy Wibowo, Tomie Permana, dan Enung N.K.P yang menemani penulis dari awal perkuliahan sampai menyelesaikan penelitian ini, berbagi, saling mendukung dan memberikan kasih sayang selama masa perkuliahan, dan memberikan banyak kenangan dan pengalaman berharga yang tidak bisa dituliskan di sini. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang membantu dalam menyelesaikan dan penyusunan penelitian ini serta dukungan kepada penulis.

Skripsi ini disusun dengan sebaik-baiknya. Namun penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan oleh penulis dengan tujuan bisa menjadi lebih baik lagi. Skripsi ini harapannya bisa bermanfaat bagi pembaca dan penulis serta bisa menambah ilmu pengetahuan baru kepada masyarakat luas. Demikian skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih dan mohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan penulis. Kesempurnaan hanya milik Allah Subhana wa ta'ala, kesalahan terletak pada diri kita.

Bandung, Agustus 2019

Penulis

**PEMANFAATAN *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* (Linnaeus) SEBAGAI
ALTERNATIF PAKAN TERNAK IKAN SIDAT (*Anguilla
bicolor*)(McClelland)FASE ELVER**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh substitusi tepung ikan dengan tepung larva *Black Soldier Fly* terhadap pertumbuhan, perkembangan dan kelulushidupan ikan Sidat(*Anguilla bicolor*), serta untuk mengetahui persentase tepung larva *Black Soldier Fly* yang paling baik sebagai bahan alternatif pengganti tepung ikan. Sebanyak 15 ekor ikan Sidat (*A. bicolor*) dengan bobot rata-rata 15,34g dipelihara dalam lima unit akuarium(30 cm x 30 cm x 40 cm) dengan padat tebar tiga ekor/akuarium dipelihara selama 30 hari. Pakan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah pakan buatan berbentuk pasta dengan persentase substitusi tepung ikan dengan tepung larva *Black Soldier Fly* sesuai dengan perlakuan. Ada 5 tingkatan substitusi yaitu: 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan uji dengan substitusi tepung ikan dengan tepung maggot persentase berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0.05$) terhadap laju pertumbuhan spesifik panjang, dan tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap laju pertumbuhan bobot, rasio konversi pakan, dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan Sidat (*A. bicolor*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelulushidupan sebesar 100% untuk semua perlakuan. Pertumbuhan spesifik (SGR) bobot berkisar antara 0,21-0,49%/ hari, Pertumbuhan spesifik (SGR) panjang berkisar antara 0,24-0,77%/ hari dengan konversi pakan (FCR) 2,23-4,0. Dari hasil analisis ANOVA dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan dan laju pertumbuhan spesifik (SGR) panjang yang terbaik, maggot dapat menggantikan tepung ikan dalam pakan uji sampai 25%-50%, dengan rasio konversi pakan (FCR) sebesar 2,23-2,69.

Kata kunci: larva *Black Soldier Fly*, Ikan Sidat, Substitusi, Pertumbuhan

THE USE OF Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) (Linnaeus) AS AN ALTERNATIVE FEED IN EEL (*Anguilla bicolor*) (McClelland) ELVER PHASE

ABSTRACT

*The purpose of this study was to assess the substitution effect of fish meal with Black Soldier Fly larvae flour added on growth, and survival of Eel (*Anguilla bicolor*), as well as to determine the concentration of Black Soldier Fly larvae flour which is the best alternative for substituting fish meal. A total of 15 eel (*A. bicolor*) with an average individual weight of 15.34 g were kept in five aquarium (30 cm x 30 cm x 40 cm) with a density of three fish / aquarium maintained for 30 days. The artificial feed used in this experiment was formed as paste-shaped feed with a percentage of fish meal substitution with larval flour Black Soldier Fly according to treatment. There are 5 levels of substitution: 0%, 25%, 50%, 75%, and 100%. The research method used is an experimental method. The experiment design was a Complete Randomized Design. The results showed that the test feed with fish meal substitution with different maggot flour gave a very significant effect ($P < 0.05$) on the specific growth rate, length, and had no significant effect ($P > 0.05$) on the weight growth rate, feed conversion ratio, and efficiency of Sidat (*A. bicolor*) fish feed utilization. The results showed that a survival rate of 100% for all treatments. Specific growth (SGR) weights range from 0.21-0.49% / day, Specific growth (SGR) lengths range from 0.24-0.77% / day with feed conversion (FCR) 2.23-4.0. From the ANOVA analysis it can be concluded that for the best length and specific growth rate (SGR), maggot can replace fish meal in test feed up to 25% -50%, with a feed conversion ratio (FCR) of 2.23-2.69.*

Keywords: larvae of Black Soldier Fly, eel, substitution, growth

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Pertanyaan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Asumsi.....	7
1.8 Hipotesis.....	7
1.9 Struktur Organisasi Penelitian.....	7
BAB II BLACK SOLDIER FLY (<i>Hermetia illucens</i>), SIDAT (<i>Anguilla sp</i>), DAN LAJU PERTUMBUHAN SIDAT	9
2.1 Black Soldier Fly (<i>Hermetia illucens</i>).....	9
2.2 Biologi Larva <i>Black Soldier Fly</i> (<i>Hermetia illucens</i>).....	10
2.3 Morfologi dan Siklus Hidup <i>Black Soldier Fly</i> (<i>Hermetia illucens</i>)...	11
2.4 Kandungan Nutrisi Larva <i>Black Soldier Fly</i> (<i>Hermetia illucens</i>).....	14
2.5 Keuntungan <i>Black Soldier Fly</i> (<i>Hermetia illucens</i>) sebagai pakan ternak	15
2.6 Ikan Sidat.....	18
2.7 Morfologi Ikan Sidat	19
2.8 Distribusi dan Habitat Ikan Sidat	23
2.9 Siklus Hidup Ikan Sidat.....	26
2.10 Pakan Sidat	28
2.11 Budi Daya Sidat.....	30
2.12 Laju Pertumbuhan Sidat	31
2.13 Komposisi Pakan Ikan Sidat.....	32
BAB III METODE PENELITIAN	34

3.1 Jenis Penelitian	34
3.2 Populasi dan Sampel.....	35
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	35
3.4 Alat dan Bahan.....	36
3.5 Prosedur Penelitian.....	36
3.5.1 Tahap persiapan.....	36
3.5.2 Tahap Penelitian	36
3.5.3 Teknik Pengumpulan Data	37
3.6 Analisis Data	38
3.7 Alur Penelitian.....	41
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Temuan	42
4.1.1 Parameter Kualitas Air.....	42
4.1.2 Laju Pertumbuhan Sidat.....	43
4.1.3 Tingkat Kelangsungan Hidup	48
4.1.4 Rasio Konversi Pakan dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan.....	49
4.2 Pembahasan.....	52
4.2.1 Parameter Kualitas Air.....	52
4.2.2 Laju Pertumbuhan Sidat.....	53
4.2.3 Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan	56
4.2.4 Rasio Konversi Pakan dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan.....	57
BAB V SIMPULAN	61
5.1 Simpulan	61
5.2 Implikasi	62
5.3 Rekomendasi.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 <i>Hermetia illucens</i>	9
2. 2 Siklus hidup (hari) lalat BSF	11
2. 3 <i>Anguilla bicolor</i>	19
2. 4 <i>Anguilla anguilla</i> Glass Eel 70 mm TL.....	20
2. 5 <i>Anguilla</i> yang telah memasuki fase Elver	21
2. 6 Bentuk Tubuh Sidat Dewasa	21
2. 7 Sketsa Anatomi Sidat bagian Luar	22
2. 8 Sirip dikedua Sisi Kepala Sidat	23
2. 9 Distribusi <i>Anguilla</i> di Seluruh Dunia	24
2. 10 Distribusi Ikan Sidat di Indonesia	25
2. 11 Habitat Hidup <i>Anguilla</i> Berdasarkan Siklus Hidup dan Pertumbuhannya.....	27
2. 12 Siklus Hidup Ikan Sidat.....	28
2. 13 Larva <i>Chironomus</i>	30
2. 14 Pakan Ikan Sidat	33
3.1 Diagram Alur Penelitian Pemanfaatan <i>Black Soldier Fly</i> (<i>Hermetia illucens</i>) sebagai Alternatif Pakan Ternak Ikan Sidat (<i>Anguilla bicolor</i>)(McClelland) Fase Elver.....	41
4. 1 Grafik Perbandingan Rerata Laju Pertumbuhan Bobot Sidat Tiap Minggu (gr).....	44
4. 2 Diagram Batang Perbandingan Rerata Laju Pertumbuhan Spesifik Bobot Sidat (%).....	45
4. 3 Grafik Perbandingan Rerata Laju Pertumbuhan Panjang Sidat Tiap Minggu (cm).....	47
4. 4 Diagram Batang Perbandingan Rerata Laju Pertumbuhan Spesifik Panjang Sidat (%).....	48
4. 5 Diagram Batang Perbandingan Rerata Tingkat Kelangsungan Hidup Sidat	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Persentase kandungan nutrisi larva BSF.....	15
2.2 Persentase kandungan nutrisi pakan ikan sidat.....	33
3.1 Perlakuan dalam pemberian pakan.....	34
4. 1 Parameter Kualitas Air pada Masa Pemeliharaan Sidat.....	42
4. 2 Rasio Konversi Pakan dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan Sidat.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Rincian Alat dan Bahan dalam Penelitian.....	76
2. Laju Pertumbuhan Bobot dan Panjang Tubuh Ikan.....	77
3. Kelangsungan Hidup Ikan.....	80
4. Rasio Konversi Pakan.....	86
5. Efisiensi Pakan.....	91
6. Parameter Kualitas Air.....	95
7. Hasil Uji Statistik Laju Pertumbuhan Spesifik Bobot.....	97
8. Hasil Uji Statistik Laju Pertumbuhan Spesifik Panjang.....	100
9. Hasil Uji Statistik Rasio Konversi Pakan.....	104
10. Hasil Uji Statistik Efisiensi pemanfaatan Pakan.....	108
11. Dokumentasi Kegiatan Selama Penelitian	112

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R, Budiardi, T , Wahyu, R.I , Taurusman, A.A. (2013) Pemeliharaan Ikan Sidat dengan Sistem Air Bersirkulasi. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI) Vol. 18 (1): 55-60
- Affandi, R. (2005). Strategi pemanfaatan sumberdaya ikan sidat *Anguilla spp.* di indonesia [strategy on utilization of eel (*Anguilla spp.*) resources in indonesia]. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 5(2), 77-81.
- Aoyama, J. (2009). Life History and Evolution of Migration in Catadromous Eels (*Anguilla spp.*). Aqua-Bio Science Monograph (AMSM). 2(1): 1-42.
- Arsyadana, A., Budiraharjo, A., & Pangastuti, A. (2017). Aktivitas Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Sidat *Anguilla bicolor* dengan Pakan *Wolffia arrhiza*. In *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)* (pp. 286-292).
- Balai Penelitian Perikanan Perairan Umum. (2015). Laporan Teknis : Kajian Bioekologi dan Lingkungan Perikanan Sidat (*Anguilla spp*) di Bengkulu dan Cilacap. [Online]. Diakses dari : [http://bp3upalembang.kkp.go.id/assets/content_upload/files/Kajian%20Bioekologi%20dan%20Lingkungan%20Perikanan%20Sidat%20\(Anguilla%20spp.\)%20di%20Bengkulu%20dan%20Cilacap.pdf](http://bp3upalembang.kkp.go.id/assets/content_upload/files/Kajian%20Bioekologi%20dan%20Lingkungan%20Perikanan%20Sidat%20(Anguilla%20spp.)%20di%20Bengkulu%20dan%20Cilacap.pdf). Diakses pada : 10 Juli 2019.
- Banks IJ, Gibson WT, Cameron MM. (2014). Growth rates of Black Soldier Fly larvae on fresh human faeces and their implication for improving sanitation. *Trop Med Int Heal*. 19:14-22.
- Barnard, K. H. (1953). Migration of Freshwater Eels. Piscator. March Edition. Cape Town, South African.
- Barros-Cordeiro KB, Nair Bao S, Pujol-Luz JR. (2014). Intra- puparial development of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*. *J Insect Sci*.14:1-10.

- Bondari K. and D.C. Sheppard, (1981). Soldier fly larvae as feed in commercial fish production. *Aquaculture* 24:103-109
- Bosch G, Zhang S, Dennis GABO, Wouter HH. (2014). Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. *J Nutr Sci.* 3:1-4.
- Burtle, Gary., Newton, G.L., Sheppard, D.C.,(2012). Mass Production of Black Soldier Fly Prepupae for Aquaculture Diets Manuscript for *Aquaculture*. University of Georgia
- Charlton AJ, Dickinson M, Wakefield ME, Fitches E, Kenis M, Han R, Zhu F, Kone N, Grant M, Devic E, *et al.*(2015). Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal feed. *J Insects Food Feed.*1:7-16.
- Choi WH, Yun JH, Chu JP, Chu KB. (2012). Antibacterial effects of extract of *Hermetia illucens* (Diptera: *Stratiomyidae*) larvae against Gram-negative bacteria. *Entomol. Res.* 42:219-226.
- Čičková H, Newton GL, Lacy RC, Kozánek M. (2015). The use of fly larvae for organic waste treatment. *Waste Manag.*35:68-80.
- Deelder, C.L., 1984. Synopsis of biological data on the eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). *FAO Fish. Synop.* (80, Rev. 1):73 p
- Diener, S. (2010). Valorisation of Organic Solid Waste using the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, in Low and Middle-Income Countries. [Disertasi]. ETH Zurich. Swiss.
- Diener, S., Studt Solano, N.M., Roa Gutiérrez, F., Zurbrugg, C. and Tockner, K., (2011). Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. *Waste and Biomass Valorization* 2: 357-363.

- Diener, S., Zurbrügg, C. and Tockner, K., (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae – establishing optimal feeding rates. *Waste Management & Research* 27: 603-610
- Djajasewaka, H. (1985). *Pakan Ikan*. C.V Yasaguna, Jakarta. 45 hlm.
- Dong SZ, Chen YF, Huang YH, Feng DY. (2009). Research on feed characteristics of *Bacillus natto*. *Chinese J Anim Nutr.* 21:371-378.
- Ediwarman., Hernawati, R., Adrianto, W., dan Yonn Moreau. (2008). Penggunaan maggot sebagai substitusi ikan rucah dalam budidaya ikan Toman (*Channamicropeltes* CV.). Diakses dari [http://www.rcaprpb.com/userfiles/file/jurnal%202008/Penggunaan %20 Maggot.pdf](http://www.rcaprpb.com/userfiles/file/jurnal%202008/Penggunaan%20Maggot.pdf);berita pada tanggal 26 April 2012.
- Effendi, I. (2003). *Pengantar Akuakultur*. Penebar Swadaya. Jakarta, 188.
- Effendie, M. I. (1979). *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor.
- Effendie, M. I. (1997). *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta, 163.
- Elwert C, Knips I, Katz P. (2010). A novel protein source: Maggot meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) in broiler feed. In: Tagung Schweine-und Gefugelerahrung (Lutherstadt Witterberg, 23-25 Novemb 2010). Halle (Germany): Institut fur Agrar-und Ernahrungweissenshafte. Universitat Halle-Wittenberg. p. 140-142.
- Erickson MC, Islam M, Sheppard C, Liao J, Doyle MP. (2004). Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis* in chicken manure by larvae of the Black Soldier Fly. *J Food Prot.* 67:685-690.

- Everhart, W.H., & Youngs, W.D. (1981). Principles of fishery Science. (2nd Edition). *Comstock Publishing Associates, a division of Cornell University Press, London.*
- Fahmi MR, Hem S, Subamia IW. (2007). Potensi maggot sebagai salah satu sumber protein pakan ikan. Dalam: Dukungan Teknologi untuk Meningkatkan Produk Pangan Hewan dalam Rangka Pemenuhan Gizi Masyarakat. Prosiding Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia XXVII. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 125-130.
- Fahmi MR. (2010). Manajemen pengembangan maggot menuju kawasan pakan mina mandiri. Dalam: Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Jakarta (Indonesia): Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. hlm.763-767.
- Fahmi, M. R. (2010). Phenotypic plasticity kunci sukses adaptasi ikan migasi: Studi kasus ikan sidat (*Anguilla sp.*). In *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Depok: Balai Riset Budidaya Ikan Hias..*
- Fahmi, M. R. (2015). Conservation genetic of tropical eel in Indonesian waters based on population genetic study. In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*(Vol. 1, No. 1, pp. 38-43).
- Fahmi, M. R., & Hirnawati, R. (2010). Keragaman ikan sidat tropis (*Anguilla sp.*) di perairan Sungai Cimandiri, Pelabuhan Ratu, Sukabumi. In *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur* (Vol. 8).
- Fahmi, M. R., Pouyaud, L., & Berrebi, P. (2012). Distribution of tropical eel Genus *Anguilla* in Indonesia water based on Semi-Multiplex PCR. *Indonesian Aquaculture Journal*, 7(2), 139-148.

- FAO. (2013). Edible insects: Future prospects for food and feed security. Rome (Italy): Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fatkhurrohman, Ridwan, A., & Rahmat, K. (2013). Kebutuhan Pakan Benih Ikan Sidat (*Anguilla* sp) pada Pemeliharaan di Laboratorium. (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.
- Fran, S. dan J. Akbar. (2013). Pengaruh Perbedaan Tingkat Protein dan Rasio Protein Pakan terhadap Pertumbuhan Ikan Sepat (*Trichogaster pectoralis*). *Fish Scientiae*. 3(5): 53-63.
- Ganie, B. M. (1996). Inventarisasi dan Evaluasi Sumberdaya Kelautan. Laporan Proyek Sektor Iptek. BPPT. 53 halaman.
- Gobbi P, Martínez-Sánchez A, Rojo S. 2013. The effects of larval diet on adult life-history traits of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: *Stratiomyidae*). *Eur J Entomol*. 110:461-468.
- Gomon, M.F. & Bray, D.J. (2017). *Anguilla bicolor* in Fishes of Australia. [Online]. Diakses dari : <http://fishesofaustralia.net.au/home/species/1424> . Diakses pada 15 Aug 2019
- Gusrina. (2008). *Budidaya ikan*. (Jilid 1). Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional. Hlm. 167-249.
- Gusrina. (2008). *Budidaya ikan*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional. Hlm. 167-249.
- Hariati, A. M. (1989). Makanan Ikan. UNIBRAW / LUW / Fishries Product Universitas Brawijaya. Malang.
- Hendrawati, H., Prihadi, T. H., & Rohmah, N. N. (2008). Analisis kadar fosfat dan N-nitrogen (amonia, nitrat, nitrit) pada tambak air payau akibat rembesan lumpur lapindo di Sidoarjo, Jawa Timur. *Jurnal Kimia VALENSI*, 1(3).

- Henkel CV, Burgerhout E, de Wijze DL, Dirks RP, Minegishi Y, Jansen HJ, Spaink HP, Dufour S, Weltzein FA, Tsukamoto K, van den Thillart G.E.E.J.M. (2012) Primitive Duplicate Hox Clusters in the European Eel's Genome. PLoS ONE 7(2): e32231
- Holmes LA, Vanlaerhoven SL, Tomberlin JK. (2013). Substrate effects on pupation and adult emergence of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). Environ Entomol.42:370-374.
- Hu J, Wang G, Huang Y, Sun Y, He F, Zhao, Li N. (2017). Effects of Substitution of Fish Meal with Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Meal, in Yellow Catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*) Diets. The Israeli Journal of Aquaculture, 69:1-9
- Ibrahim , P.S, Setyobudiandi, I., Sulistiono. (2017). Hubungan Panjang Bobot dan Faktor Kondisi Ikan Selar Kuning *Selaroides leptolepis* di Perairan Selat Sunda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(2):577-584
- Juancey, K. 1982. Effect of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilisation and body composition of juvenile *Sarotherodon mosambicus*. *Aquaculture*, 27: 34-54.
- Kompiang, I. P. (2000). Mikroorganisme yang menguntungkan dalam budidaya ikan. Balai Penelitian Ternak, Bogor.
- Koroh, P.A., & Lumenta. (2014). Pakan Suspensi Daging Kekeurangan Bagi Pertumbuhan Benih Sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Budidaya Perairan*, 2(1), 7-13.
- Kottelat, M., A.J. Whitten, S.N. Kartikasari and S. Wirjoatmodjo, (1993). Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi. Periplus Editions, Hong Kong. 221 p.
- Kroeckel S., Harjes A. G. E., Roth I., Katz H., Wuertz S., Susenbeth A. and C. Schulz. (2012). When a turbot catches a fly: Evaluation of a pre-pupae meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as fish

meal substitute-Growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture* 364:345-352.

- Lalander C, Diener S, Magri ME, Zurbrugg C, Lindstrom A, Vinneras B. (2013). Faecal sludge management with the larvae of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*)-from a hygiene aspect. *Sci Total Environment*. 458-460:312-318.
- Lestari, N. W., dkk. (2016). *Bakteri Heterotrof Aerobik Asal Saluran Pencernaan Ikan Sidat (Anguilla Bicolor Bicolor) dan Potensinya Sebagai Probiotik*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret. *Bioteknologi* 13 (1): 9-17.
- Li Q, Zheng L, Qiu N, Cai H, Tomberlin JK, Yu Z. (2011). Bioconversion of dairy manure by Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*) for biodiesel and sugar production. *Waste Manag.* 31:1316-1320.
- Liu Q, Tomberlin JK, Brady JA, Sanford MR, Yu Z. (2008). Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*) larvae reduce *Escherichia coli* in dairy manure. *Environ Entomol.* 37:1525-1530.
- Liviawaty, E., & Afrianto, E. (1998). *Pemeliharaan Sidat*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 134 halaman.
- Liviawaty, E., E. Afrianto. (1998). *Pemeliharaan Sidat*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 134 halaman.
- Makkar HPS, Tran G, Heuze V, Ankreas P. (2014). State of the art on use of insects as animal feed. *Anim Feed Sci Technol.* 197:1-33.
- Mashuri, M., Sumarjan, S., & Abidin, Z. (2012). Pengaruh jenis pakan yang berbeda terhadap pertumbuhan belut sawah (*Monopterus albus* Zuiew). *Jurnal Perikanan Unram*, 1(1), 1-7.
- Matsui, I. (1982). *Theory and Practice of Eel Culture*. AA. Balkema/Rotterdam.

- Maurer V, Holinger M, Amsler Z, Fruh B, Wohlfahrt J, Stamer A, Leiber F. (2016). Replacement of soybean cake by *Hermetia illucens* meal in diets for layers. *J Insect Food Feed.* 2:83-90.
- McKinnon, L. J. (2006). A Review of Eel Biology: Knowledge and Gaps. EPA Victoria and Audentes Investments Pty, Ltd. Australia.
- Mokoginta, I., Suprayudi, M. A., & Setiawati, M. (1995). Kebutuhan Optimum Protein Dan Energi Pakan Benih Ikan Gurame (*Asphronemus Gouramy*Lac). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 1(3), 82-94.
- Mudjiman, A. (1998). *Makanan Ikan*. (Cetakan–XI). Penebar Swadaya, Bogor.
- Myers, H.M., Tomberlin, J.K., Lambert, B.D. and Kattes, D., (2008). Development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae fed dairy manure. *Environmental Entomology* 37: 11-15.
- Newton GL, Booram C V., Barker RW, Hale OM. (1977). Dried *Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine. *J Anim Sci.* 44:395-400.
- Newton GL, Sheppard DC, Watson DW, Burtle GJ, Dove CR. (2005). Using the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. Report of the Animal and Poultry Waste Management Center, North Carolina State University. Raleigh (US): North Carolina State University.
- NRC. (1983). Nutrient requirements Of warmwater fishes and shellfishes. National Academy Press. Washington DC. 102 pp.
- Nurdin, E., A. A, Taurusman., &R, Yusfiandani. (2012). Struktur Ukuran, Hubungan Panjang Berat, dan Faktor Kondisi Ikan Tuna di Perairan Prigi, Jatim. *Jurnal Bawal*, 4(2):67.

- Oyegoke OO, Akintola AJ, Fasoranti JO. (2006). Dietary potentials of the edible larvae of *Cirina forda* (westwood) as a poultry feed. *African J Biotechnol.* 5:1799-1802.
- Premalatha M, Abbasi T, Abbasi T, Abbasi SA. (2011). Energy-efficient food production to reduce global warming and ecodegradation: The use of edible insects. *Renew Sustain Energy Rev.* 15:4357-4360.
- Priyadi, A., Azwar, Z.I., Subaima. I.W., dan Hem, S. (2010). Pemanfaatan maggot sebagai pengganti tepung ikan dalam pakan buatan untuk benih ikan Balashark (*Balanthiocheilus melanopterus* Bleeker.). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balai Riset Budidaya Ikan Hias. Hlm : 75 – 89.
- Priyambodo, K., & Wahyuningsih, T. (2001). *Budidaya Pakan Alami Untuk Ikan*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rachmawati, Buchori D, Hidayat P, Hem S, Fahmi MR. (2010). Perkembangan dan kandungan nutrisi larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: *Stratiomyidae*) pada bungkil kelapa sawit. *J Entomol Indones.* 7:28- 41.
- Rachmawati, D. & Samidjan, I. (2013). Efektivitas Substitusi Tepung Ikan Dengan Tepung Maggot dalam Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius pangasius*). *Jurnal Saintek Perikanan.* 9(1):62-67
- Rahardjo, Nursyahfira Putri. (2017). *Pertumbuhan Ikan Sidat (Anguilla Bicolor) Pada Fase Elver Dengan Perendaman Larutan Triiodotironin Pada Dosis Yang Berbeda. (Tesis)*. Universitas Brawijaya.
- Rambet V, Umboh JF, Tulung YLR, Kowel YHS. (2016). Kecernaan protein dan energi ransum *broiler* yang menggunakan tepung maggot (*Hermetia illucens*) sebagai pengganti tepung ikan. *J Zootek.* 36:13-22.

- Roy, R., & Alviantoro, B. A. (2013). *Budi Daya Sidat*. (Cetakan-1). PT AgoMedia Pustaka: Jakarta.
- Samsundari, S., & Wirawan, G. A. (2013). Analisis penerapan biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap mutu kualitas air budidaya ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*, 8(2).
- Sartika, D., Widaningroem, R., & Soeparno. (2003). Hubungan panjang-bobot dan faktor kondisi relatif belanak (*Liza subviridis*) di Laguna Lereng Kabupaten Purworejo. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, V(2): 24-31.
- Sasongko, Agus., Purwanto, Joko., Mu'minah, Siti., & Arie, Isni. (2007). *Sidat; Panduan Agibisnis Penangkapan, Pendederan dan Pembesaran*. Penebar swadaya: Jakarta.
- Sheppard, D.C., Newton, G.L., Thompson, S.A. and Savage, S., (1994). A value-added manure management-system using the black soldier fly. *Bioresource Technology* 50: 275-279.
- Silfvergip, A. M. (2009). *CITES identification guide to the freshwater eels (Anguillidae): with focus on the European eel Anguilla anguilla*. Swedish environmental protection agency.
- Sriati. (2003). Distribusi Benih Sidat (Elver) di Muara Sungai Cimandiri, Pelabuhan Ratu, Jawa Barat. *Prosiding Forum Nasional Sumberdaya Perikanan Sidat Tropik*. UPT Baruna Jaya, BPPT, Jakarta.
- Steffens, W. (1989). *Principles of fish nutrition*. Ellis Horwood Limited, West Sussex, England.
- St-Hilaire S., Sheppard C., Tomberlin J. K., Irving S., Newton L. M., McGuire A., Mosley E. E., Hardy R. W. and W. M. Sealey, (2007a). Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *J World Aquacult Soc* 38 (1):309-313.
- Stickney, R. R. (1979). *Principles of warm water aquaculture*. Jhon Wiley and Sons. Toronto. Pp : 161-221.

- Suhaeri, A., dan Suitha M.(2008). Budidaya Sidat. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Sukoso. (2002). Pemanfaatan Mikroalga dalam Industri Pakan Ikan. Agritek YPN. Jakarta.
- Supriyanto. (2010). Pengaruh Pemberian Probiotik dalam Pelet Terhadap Pertumbuhan Lele Sangkuriang. *Jurnal FMIPA Universitas Negeri Semarang*. 8(1), 17- 25.
- Suryono, T., & Badjoeri, M. (2013). Kualitas Air Pada Uji Pembesaran Larva Ikan Sidat (*Anguilla spp.*) Dengan Sistem Pemeliharaan Yang Berbeda. *LIMNOTEK-Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 20(2).
- Tawa A, Aoyama J, Yoshimura T, Wouthuyzen S, Mochioka N. (2013).Leptocephalus larvae of two moray eels (Anguilliformes; Muraenidae), *Gymnothorax sagmacephalus* and *Gymnothorax albimarginatus*, identified from morphometric and genetic evidence. *Ichthyological Research*,61, 32-41
- Tesch, F.W., P. Bartsch, R. Berg, O. Gabriel, I.W. Henderonn, A. Kamastra, M. Kloppmann, L.W. Reimer, K. Soffker, and T. Wirth.(2003). The Eel (3rded.). White, R.J. (penerjemah). Blackwell Publishing Company.German. 408p.
- Tomberlin JK, Adler PH, Myers HM. (2009). Development of the Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*) in relation to temperature. *Enviromental Entomol*. 38:930-934.
- Tomberlin JK, Sheppard DC, Joyce JA. (2002). Selected life- history traits of Black Soldier Flies (Diptera:*Stratiomyidae*) reared on three artificial diets. *Ann Entomol Soc Am*. 95:379-386.
- Tomberlin JK, Sheppard DC. (2002). Factors influencing mating and oviposition of Black Soldier Flies (Diptera: *Stratiomyidae*) in a colony. *J Entolomogy Sci*. 37:345-352.

- Topan, M., & Riawan, N. (2015). *Budi Daya Belut & Sidat Gak Pake Masalah*. (Cetakan 1). AgoMedia Pustaka: Jakarta.
- Tsukamoto, K. (1999). The Eel: Mystery of the great migration. In *Keynote speech in the International Ocean Symposium (IOS)* (pp. 164-182).
- Tsukamoto, K., & Aoyama, J. (1998). Evolution of freshwater eels of the genus *Anguilla*: a probable scenario. *Environmental Biology of Fishes*, 52(1-3), 139-148.
- Tsukamoto, K., Aoyama, J., & Miller, M. J. (2002). Migration, speciation, and the evolution of diadromy in anguillid eels. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59(12), 1989-1998.
- U.S. Fish & Wildlife Service. (2011). American eel : *Anguilla rostrata*. [Online]. Diakses dari : <https://www.fws.gov/northeast/newsroom/pdf/Americaneel9.26.11.2.pdf>. Diakses pada : 10 Juli 2018
- Van Huis A. (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annu Rev Entomol*. 58:563-583.
- Veldkamp TG, Van Duinkerken A, Van Huis A, Lakemond CMM, Ottevanger E, Bosch G, Van Boekel. (2012). Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets-a feasibility study. Wageningen (Netherlands): Wageningen UR Livestock Research.
- Wahyuningsih, H dan Barus, T.A. (2006). *Ikhtologi*. Departemen Biologi Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Wang D, Shao WZ, Chuan XZ, Yao YB, Shi HA, Ying NX. (2005). Evaluation on nutritional value of field crickets as a poultry feedstuff. *Asian-Australas J Anim Sci*. 18:667-670.
- Wardhana, April Hari. (2016). *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* sebagai Sumber Protein Alternatif untuk Pakan Ternak. *Wartazoa* Vol 26 (2):69-78

- Widjastuti T, Wiradimadja R, Rusmana D.(2014). The effect of substitution of fish meal by Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) maggot meal in the diet on production performance of quail (*Coturnix coturnix japonica*). Anim Sci.57:125-129.
- Wijayanti, D. I. (2011). Respon Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*) terhadap Pemberian Pakan Alami yang Berbeda Pada Skala Laboratorium. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro.
- Wijayanti, D. I., (2011). Respon Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*) Terhadap Pemberian Pakan Alami Yang Berbeda Pada Skala Laboratorium. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Skripsi.
- Zakova M, Barkovcova M. (2013). Comparison of field and lab application of *Hermetia illucens* larvae. Mendelnet. 2013:798-801.
- Zeitter, M., Kirchgessner, M., Schwarz, F. J. (1984). Effect of different protein and energy supplies on carcass composition of Carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture,36: 37-48
- Zhou, J.S , Liu, S.S. , Ji, H. , Yu, H.B. (2016) Effect of replacing dietary fish meal with black soldier fly larvae meal on growth and fatty acid composition of Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). Aquaculture Nutrition Vol 24:424-43